

**A DEVELOPMENT OF LEARNER-CENTERED SCIENCE CURRICULUM ON  
“CHEMICALS IN DAILY LIFE” FOR LOWER SECONDARY STUDENTS**

**A DISSERTATION**

**BY**

**NUMPHON KOOCHAROENPISAL**

**Presented in partial fulfillment of the requirements for the**

**Doctor of Education Degree in Science Education**

**at Srinakharinwirot University**

**September 2005**

**Copyright 2005 Srinakharinwirot University**

การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เห็นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง  
สารเคมีในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3

บทคัดย่อ  
ของ  
น้ำฝน คุณเจริญไพศาล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
กันยายน 2548

น้ำฝน คุุเจริญไพศาล. (2548). การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3. ปริญญาโท. กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
คณะกรรมการควบคุม: ดร. มนัส บุญประกอบ, ดร. จินดา แต่มบรรจง, รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ.

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 และ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของ หลักสูตรที่ได้พัฒนา การวิจัยดำเนินการในรูปแบบของการวิจัยและพัฒนา โดยมีขั้นตอนของการ พัฒนาหลักสูตร 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ หลักสูตร ขั้นตอนที่ 3 การประเมินหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ ขั้นตอนที่ 4 การศึกษานำร่อง ขั้นตอนที่ 5 การทดลองใช้หลักสูตร ขั้นตอนที่ 6 การประเมินหลักสูตร และ ขั้นตอนที่ 7 การปรับปรุงหลักสูตร

องค์ประกอบของหลักสูตรประกอบด้วย หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาสาระของหลักสูตร การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดผลและ ประเมินผล เนื้อหาของหลักสูตร ประกอบด้วย 7 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ 1) สารเคมีในบ้าน 2) สาร อันตราย 3) สารพิษในสิ่งแวดล้อม 4) สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ 5) สารเคมีปนเปื้อนในอาหาร 6) มลพิษจากสารอันตราย และ 7) ผลกระทบของสารเคมีต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม การจัดกิจกรรม การเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้เทคนิคการสอน 4 วิธี ได้แก่ การเรียนแบบร่วมมือ การเรียนแบบแก้ปัญหา การเรียนแบบการอภิปรายกลุ่มย่อย และ การใช้เทคนิคการถามคำถาม

รูปแบบการทดลองที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือ Randomized Control-Group Pretest- Posttest Design โดยมีการทดสอบก่อนและหลังเรียนเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้ร่วมวิจัยประกอบด้วย ผู้วิจัย ครูผู้ร่วมวิจัยจำนวน 3 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ห้องเรียน ซึ่งได้มาด้วยการสุ่ม ตัวอย่างแบบกลุ่ม แล้วแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง ห้องที่ 1 (นักเรียน 45 คน) กลุ่มทดลอง ห้อง ที่ 2 (นักเรียน 43 คน) และ กลุ่มควบคุม (นักเรียน 46 คน) กลุ่มทดลองทั้งสองห้องได้รับการสอน ด้วยหลักสูตรที่ผู้วิจัยพัฒนาซึ่งสอนโดยครูผู้ร่วมวิจัย กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ครูผู้ร่วม วิจัยที่สอนกลุ่มทดลองได้รับการอบรมเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรก่อนการเรียนการสอน การเก็บรวม รวมข้อมูลในครั้งนี้ ประกอบด้วย ข้อมูลเชิงคุณภาพ และ ข้อมูลเชิงปริมาณ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิง คุณภาพ กระทำโดย การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ใช้โปรแกรม SPSS for Windows version 10.0

ผลการวิจัย พบว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนามีประสิทธิภาพโดยพิจารณาจากการ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และจากการทดลองใช้หลักสูตร ตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้คือ

- 1) ผลจากการประเมินหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนทดลองใช้หลักสูตรพบว่าหลักสูตรมีระดับ

ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และ องค์ประกอบของหลักสูตรมีความสอดคล้องกันทุกองค์ประกอบ รวมทั้งการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แสดงระดับความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้อยู่ในระดับมาก

2) ผลจากการประเมินหลักสูตรโดยการทดลองใช้หลักสูตรพบว่า

2.1) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3) ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนพบว่านักเรียนมีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนการสอนโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

**A DEVELOPMENT OF LEARNER-CENTERED SCIENCE CURRICULUM ON  
“CHEMICALS IN DAILY LIFE” FOR LOWER SECONDARY STUDENTS**

**AN ABSTRACT**

**BY**

**NUMPHON KOOCHAROENPISAL**

**Presented in partial fulfillment of the requirements for the  
Doctor of Education Degree in Science Education  
at Srinakharinwirot University**

**September 2005**

Numphon Koocharoenpisal. (2005). *A Development of Learner-Centered Science Curriculum on "Chemicals in Daily Life" for Lower Secondary Students*. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School. Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Manat Boonprakob, Dr. Chinda Tambunchong, Assoc. Prof. Chusri Wongrattana.

The purposes of this study were 1) to develop a learner-centered science curriculum on "Chemicals in Daily Life" for lower secondary students (grades 7-9) and 2) to assess the effectiveness of the curriculum. The curriculum was developed under the research design of Research and Development (R&D) consisting of 7 stages as follows: Stage 1: studying basic data, Stage 2: curriculum design, Stage 3: curriculum evaluation by experts, Stage 4: conducting a pilot study, Stage 5: curriculum implementation, Stage 6: curriculum evaluation after implementation, and Stage 7: curriculum revision.

The curriculum is composed of six components: 1) principles of the curriculum, 2) aims of the curriculum, 3) curriculum contents, 4) teaching-learning processes, 5) instructional materials, and 6) assessment and evaluation. The curriculum contents consisted of 7 learning units: 1) Household chemicals, 2) Hazardous substances, 3) Toxic substances in the environment, 4) Pesticides 5) Contaminants in foods, 6) Hazardous substance pollution, and 7) The impact of chemicals on health and environment. The teaching-learning processes were based on the learner-centered approach using four instructional techniques: 1) Cooperative learning, 2) Problem solving, 3) Teaching by questioning, and 4) Small group discussion.

The experimental design of the Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design was used to assess the effectiveness of the curriculum. The participants were the researcher, three coresearcher-teachers, and three classrooms of eighth-grade students, which were randomly selected from eight classrooms using cluster sampling. Two classrooms were designed as the experimental group (experimental group : room 1 (45 students), and experimental group : room 2 (43 students)), which was taught with the learner-science curriculum while the control group (46 students) was taught with the traditional method of teaching. The two coresearcher-teachers who taught the experimental group were trained to use the curriculum before the instruction. The data were gathered both qualitatively and quantitatively. The qualitative data were analyzed and interpreted in terms of content analysis and the quantitative data were analyzed by using the program of

Statistical Package for the Social Sciences for Windows version 10.0 (SPSS for Windows version 10.0).

The results of the study indicated that the curriculum was effective as shown by the experts' evaluation and by curriculum implementation:

1) The results of the curriculum evaluation by experts showed that the curriculum was appropriate at the high level and the curriculum components were internally consistent, and the lesson plans were appropriate for implementation at the high level.

2) The results of the curriculum implementation showed that:

2.1) The mean scores of the learning achievement of the experimental groups were higher than those of the control group at the statistically significant .05 level.

2.2) The mean scores of problem-solving ability of the experimental groups were higher than those of the control group at the statistically significant .05 level.

2.3) The students' opinions of the experimental groups toward instruction showed positive attitude with the mean scores at the high level of performance.

The dissertation titled  
“A Development of Learner-Centered Science Curriculum on “Chemicals in Daily Life” for  
Lower Secondary Students”

by  
Numphon Koocharoenpibal

has been approved by the Graduate School as partial fulfillment of the requirements for the  
Doctor of Education degree in Science Education of Srinakharinwirot University.

.....Dean of Graduate School  
(Assistant Professor Dr. Pensiri Jeradechakul)  
September 2005

Oral Defense Committee:

.....	Chair
(Dr. Manat Boonprakob)	
.....	Co-advisor
(Dr. Chinda Tambunchong)	
.....	Co-advisor
(Associate Professor Chusri Wongrattana)	
.....	Reader
(Associate Professor Dr. Nason Phonphok)	
.....	Reader
(Assistant Professor Dr. Naruemon Yutakom)	



**This study was financially supported by  
The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST)  
and  
Srinakharinwirot University**

## Acknowledgements

This research could not have been possible without the assistance, support, and guidance of many people. I wish to express my deep gratitude to my advisor Dr. Manat Boonprakob for his very kind assistance, generous guidance and encouragement throughout the course of this research. I am extremely grateful to my co-advisors Dr. Chinda Tambunchong and Associate Professor Chusri Wongrattana for their valuable suggestions, and generous assistance. Special thanks go to Professor Dr. Peter W. Hewson, my supervisor from the Department of Curriculum and Instruction, University of Wisconsin-Madison for his advice and assistance. I also want to thank my readers Associate Professor Dr. Nason Phonphok and Assistant Professor Dr. Naruemon Yutakom for their helpful discussion and valuable suggestions. Specific gratitude goes to Associate Professor Dr. Prayong Pongtongcharoen for editing this dissertation and valuable guidance.

I extend appreciation to the five experts who evaluated and made suggestions to the draft curriculum and the research instruments: Associate Professor Somchit Savathanaphaibul, Associate Professor Dr. Prasert Sriphairote, Associate Professor Nipa Sriphairote, Assistant Professor Dilok Dilakanon, and Ajarn Arunee Koonsombat. In addition, I wish to thank the science teachers and the students of Phutthirangsriphibul School who participated in this study.

Special thanks go to the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) for financial support throughout my study. In addition, I wish to express my gratitude to many professors at Srinakharinwirot University for their valuable guidance and generous assistance. Additionally, I would like to thank many people in the Science Education Center at Srinakharinwirot University for their support, assistance, and encouragement.

Finally my special thanks go to my parents, my siblings, my niece and my friends for their love, friendship, understanding, encouragement and support throughout the entire study. Without them, I would have never been able to achieve this goal.

Numphon Koocharoenpibal

# TABLE OF CONTENTS

Chapter	Page
<b>1 INTRODUCTION</b> .....	1
Background of the Problem.....	1
Research Objectives.....	3
Significance of the Study.....	4
Scope of the Study.....	4
Population and Sample.....	5
Variables.....	5
Definition of Terms.....	5
Theoretical Framework .....	9
Research Hypotheses.....	11
<b>2 REVIEW OF THE LITERATURE</b> .....	12
Reform of Curriculum and Learning in Thailand.....	12
Implementing A.D. 2001 Curriculum and Improving the Quality of Teaching and Learning Processes .....	13
Basic Education Curriculum B.E.2544 (A.D.2001).....	13
Learning Substance and Standards of Science Subject.....	14
Curriculum Development.....	14
Definition of Curriculum.....	15
Models for Curriculum Development.....	15
Research on Curriculum Development.....	18
The Learner-Centered Approach.....	20
Learner-Centered Curriculum.....	20
Learner-Centered Curriculum Development.....	21
The Learner-Centered Curriculum Process.....	22
Learner-Centered Psychological Principles.....	24
Characteristics of Learner-Centered Classrooms.....	26
The Comparison between Learner-Centered and Teacher-Centered Instruction.....	27

## TABLE OF CONTENTS (Continued)

Chapter	Page
<b>2 REVIEW OF THE LITERATURE (Continued)</b>	
The Learner-Centered Approach (Continued)	
A Model for Designing Learner-Centered Instruction.....	28
Research on Learner-Centered Approaches.....	29
Instructional Techniques based on the Learner-Centered Approach..	32
Cooperative Learning.....	33
Problem Solving.....	40
Teaching by Questioning.....	44
Small Group Discussion.....	48
The Literature on “Chemicals in daily life”.....	51
<b>3 RESEARCH METHODOLOGY.....</b>	<b>54</b>
Stage 1: Studying Basic Data .....	56
Stage 2: Curriculum Design.....	57
Stage 3: Curriculum Evaluation by Experts.....	67
Stage 4: Conducting a Pilot Study.....	70
Stage 5: Curriculum Implementation.....	71
Stage 6: Curriculum Evaluation.....	77
Stage 7: Curriculum Revision.....	77
<b>4 FINDINGS.....</b>	<b>78</b>
Section 1: The Results of Studying Basic Data.....	78
Section 2: The Results of the Curriculum Design.....	80
Section 3: The Results of the Curriculum Evaluation by Experts.....	81
Section 4: The Results of Conducting the Pilot Study.....	84
Section 5: The Results of the Curriculum Implementation.....	85
Section 6: The Results of the Curriculum Evaluation .....	97
Section 7: The Results of Curriculum Revision.....	98

## TABLE OF CONTENTS (Continued)

Chapter	Page
<b>5 CONCLUSION AND DISCUSSION</b> .....	99
Research Objectives.....	99
Research Hypotheses .....	99
Research Instruments .....	100
Research Methodology.....	100
Conclusions.....	102
Discussions.....	106
Recommendations.....	114
 BIBLIOGRAPHY.....	 116
 APPENDIX .....	 127
 VITAE.....	 260

## LIST OF TABLES

Table	Page
1 LEARNER-CENTERED PSYCHOLOGICAL PRINCIPLES.....	24
2 COMPARISON OF TEACHER-CENTERED AND LEARNER-CENTERED- PARADIGMS.....	28
3 THE PROCESSES OF TEACHING, LEARNING AND THE DESIGN OF- INSTRUCTION.....	29
4 QUESTION TYPES BASED ON BLOOM'S TAXONOMY.....	46
5 LEARNING UNIT FOR THE SCIENCE CURRICULUM.....	59
6 THE FRAMEWORK OF INSTRUCTIONAL TECHNIQUES FOR LESSON PLANS.....	60
7 EXPERIMENTAL DESIGN (THE RANDOMIZED CONTROL-GROUP PRETEST-POSTTEST DESIGN).....	71
8 THE SCHEDULE FOR THE CURRICULUM IMPLEMENTATION.....	75
9 THE RESULTS OF CURRICULUM APPROPRIATENESS EVALUATION.....	82
10 THE CURRICULUM CONSISTENCY EVALUATION.....	83
11 DATA OF LEARNING ACHIEVEMENT PRETEST SCORES.....	86
12 ANALYSIS OF VARIANCE RESULTS FOR PRETEST SCORE OF LEARNING ACHIEVEMENT TEST AMONG GROUPS.....	86
13 DATA OF PROBLEM-SOLVING PRETEST SCORES .....	87
14 ANALYSIS OF VARIANCE RESULTS FOR PRETEST SCORE OF PROBLEM- SOLVING TEST AMONG GROUPS.....	87
15 DATA OF LEARNING ACHIEVEMENT POSTTEST SCORES .....	88
16 ANALYSIS OF COVARIANCE RESULTS OF LEARNING ACHIEVEMENT TEST AMONG GROUPS.....	88
17 RESULTS OF PAIRWISE COMPARISONS OF THE DIFFERENCE OF THE LEARNING ACHIEVEMENT SCORES.....	89
18 DATA OF PROBLEM-SOLVING POSTTEST SCORES .....	89
19 ANALYSIS OF COVARIANCE RESULTS OF PROBLEM-SOLVING TEST AMONG GROUPS.....	90
20 RESULTS OF PAIRWISE COMPARISONS OF THE DIFFERENCE OF THE PROBLEM-SOLVING SCORES .....	90
21 STUDENTS' OPINIONS TOWARD THE INSTRUCTION.....	91

## LIST OF FIGURES

Figure	Page
1 The Theoretical Framework.....	10
2 A Model for Curriculum Design of Taba.....	16
3 The Curriculum Planning Process of Saylor and Alexander.....	17
4 The Conceptual Framework for Curriculum Development.....	55
5 The Conceptual Framework of the Curriculum Implementation.....	75

# CHAPTER 1

## INTRODUCTION

### Background

According to the Office of the National Education Commission [ONEC] (1999a : Online), a published report on the study of science education carried out by the Ministry of Education revealed that school science education in Thailand needs to be improved in both content and teaching-learning processes. In addition, Pisarn Soydhurum (2001 : 16) pointed out that science learning skills of both primary and secondary students are rather low. Science teaching and learning still emphasizes rote learning rather than the development of the critical thinking and essential learning skills.

Thailand has announced the National Education Act in 1999 and Amendments (Second National Education Act B.E. 2545 (2002)). The 1999 National Education Act serves as a basis for the education reform of Thailand. One of the important aspects of the national act is learning reform. According to ONEC (1999b : Online), learning reform is at the heart of education reform. This reform tries to create learner-centered learning which focuses on helping students develop independent thinking and analytical skills as well as promoting the development of students' ability to think and learn through interactive education in the classroom. The main goal of learning reform is to help increase the capability of teachers using learner-centered and participatory learning principles.

The National Education Act of B.E. 2542 (A.D.1999) authorizes the application of the Basic Education Curriculum B.E. 2544 (A.D.2001) (*The national core curriculum*), which provides a framework for the development of the school curriculum. Educational institutions must establish their own curricula on the basis of the substance and standards stipulated by the Ministry of Education. Learning reform according to the National Education Act A.D.1999 will focus on the learner-centered approach. The goals are to foster the well balanced development of each individual as learner is the most important. Learners shall be encouraged to develop themselves in line with their natural inclinations, and to fully realize their own potential (Ministry of Education. 2002 : 1-3).

The learner-centered approach aims to enhance the learning process of the learners by creating a learning environment and situation regarding the students use and to enhance their learning skills such as critical thinking and problem-solving skill (Coombe; & Kinney.



2003 : Online). In addition, the application of the learner-centered approach helps teachers develop schemes of work and use new teaching and learning strategies and assessment methods for classroom activities that develop critical thinking.

Learner-centered teaching prepares students to become life long learners by engaging them to seek knowledge by themselves. In addition, teaching based on learner-centered approaches promotes students' use of various learning skills such as reading, writing, thinking, gathering data, analyzing data and presenting data as well as working in group and using communication skill with each other. According to the Ministry of Education (2002), a development of curricula using learner-centered approaches to promote the development of all students' capability is necessary.

Therefore, the researcher aims to develop the science curriculum based on learner-centered approaches. A learner-centered approach is founded on the concept that the learner is central in the learning process. Learners learn primarily because of what they bring to their classroom experience in terms of their perceived needs, motivations, past experiences, background knowledge, interests, and creative skills. Learners are active as opposed to passive recipients of knowledge. They may assume a decision-making role in the classroom, often deciding what is to be learned, through which activities, and at what pace. Teachers, on the other hand, act as facilitators, helpers, and resources (Campbell; & Kryszewska. 1992).

According to the curriculum orientation guidelines of the Basic Education Curriculum B.E. 2544 (A.D.2001), developing curriculum and instruction should be focusing on:

- (a) integrating content from daily life
- (b) making greater use of activities, rather than textbooks
- (c) using different learning materials in a variety of ways
- (d) making students the center of learning activities
- (e) reducing explanation and helping students construct knowledge from various sources.

The science curriculum content of this study was based on the Basic Education Curriculum B.E.2544 (A.D.2001) in which the subject of science consists of 8 substances. For this study, the researcher focused on Substance 3: Properties of Matter standard 3.2 for lower secondary students (grades 7-9) in the topic 4 which is about chemicals in daily life and the impact of chemicals on health and environment.

Scientific knowledge and rapid technology advancement have caused tremendous changes. Nowadays, chemicals are involved in everyday life, such as in industry,

agriculture, public health, consumer products, household products and so forth. Many of these chemicals are used for a variety of purposes in Thailand.

Most chemicals used in a society are harmful to man and can affect the environment in various ways. Chemicals are involved in most products and industrial processes today, and the use of chemicals without the awareness of their toxicity has increased dangerously. Some chemicals are broken down very slowly by natural processes and can be accumulated in the food chain (Norwegian Pollution Control Authority. 2003 : Online).

Chemicals pose a wide range of health hazards. There is increased focus on food quality and safety. Recent years have witnessed increased focus on pollutants in food and residues of pesticides in food products. At present, the rapid growth of science and technology in Thailand especially, advancement in developing multiple kinds of chemicals including products made of chemicals is causing changes in human living. Some kinds of chemical products can be harmful to human health and the environment. The Thai government realizes the importance of the dangers of chemical substances. The government has assigned many units to cooperate and stimulate everybody to think more about safety and security in using chemicals (The Public Relation Department. 2003 : Online).

For these reasons, as a science teacher, the researcher has realized the necessity of developing a science curriculum, improving teaching-learning processes as well as assessment and evaluation in order to increase the awareness of harmful chemicals and at the same time to increase the quality of Thai education. Therefore, the researcher aimed to develop the learner-centered science curriculum on “Chemicals in Daily Life”.

## **Research Objectives**

The main purposes of this study were:

1. To develop a learner-centered science curriculum on “Chemicals in Daily Life” for lower secondary students (grades 7-9).
2. To assess the effectiveness of the curriculum by means of:
  - 2.1 Curriculum evaluation by experts before curriculum implementation regarding the appropriateness and consistency of the curriculum components.
  - 2.2 Curriculum evaluation by curriculum implementation assessing:
    - 2.2.1) The comparison of learning achievement between the experimental group using the learner-centered science curriculum and the control group using

the traditional method of teaching.

2.2.2) The comparison of problem-solving ability between the experimental groups using the learner-centered science curriculum and the control group using the traditional method of teaching.

2.2.3) The students' opinions of the experimental group toward the instruction based on learner-centered approaches.

### **Significance of the Study**

This study could provide teachers with valuable information on science teaching through the learner-centered science curriculum on "Chemicals in Daily Life". The result of this study could be used in designing future learner-centered curriculum and learner-centered teaching. This study provides insights into how to improve teachers' teaching and students' learning which lead to effective learner-centered classrooms. Also, it may facilitate teachers' ability to shift from traditional teacher-centered instruction to learner-centered instruction. In addition, exploring data on the content of learner-centered curriculum development and the teaching strategies based on the learner-centered approach help educators and teachers understand the principles of the learner-centered approach. Designing learning activities based on the learner-centered approach helps classroom teachers understand effective ways in which to facilitate learning with their students. Furthermore, the application of the findings in this study has the potential to provide students with learning skills involving the learner-centered approach and active learning through the use of multiple learning activities and the enhancement of the learner's ability to engage in the process of lifelong learning.

### **Scope of the Study**

#### **Population**

The population for this study consisted of 368 eighth-grade students from eight classrooms (approximately 45 students per classroom) of Phutthirangsriphibul School located in Chachoengsao province in Thailand.

#### **Sample**

The samples were three classrooms of eighth-grade students (134 students) studying in the second semester of the 2004 academic year of Phutthirangsriphibul School located in Chachoengsao province in Thailand. Three classrooms were randomly selected from eight

classrooms using the cluster sampling. Two of the classrooms were randomly assigned as experimental group taught with the learner-centered science curriculum and the other one as the control group taught by the traditional method of teaching.

### **Variables**

**1. Independent Variable** was the instruction which divided into two types:

- 1.1) The instruction using the learner-centered science curriculum on “Chemicals in Daily Life” that was developed by the researcher.
- 1.2) The instruction using the traditional method of teaching.

**2. Dependent Variables** were:

- 2.1 Learning achievement
- 2.2 Problem-solving ability
- 2.3 Students' opinions toward instruction

### **Definition of Terms**

**1. Learner-Centered Science Curriculum** means the plan of course that focuses on the learner as the most significant person in teaching-learning process. The important issues in the concept of a learner-centered curriculum are the interests, needs, problems, and concerns of the learner. A planning for curriculum uses learners' background knowledge and experiences as a starting point for curriculum development. Learners are involved in the decision-making process regarding the content of the curriculum, learning activities, assessment and evaluation. The curriculum consist of six components : 1) the principles of the curriculum, 2) the goals of the curriculum, 3) the curriculum contents, 4) teaching-learning processes, 5) instructional materials, 6) assessment and evaluation. The content of science curriculum was based on the subject of science of the Basic Education Curriculum B.E.2544 (A.D.2001), Substance 3: Properties of Matter, Standard 3.2 for lower secondary students (grades 7-9), topic 4 which is about chemicals in daily life and the impact of chemicals on health and environment. The curriculum contents consist of seven units: 1) Household Chemicals 2) Hazardous Substances, 3) Toxic Substance in the Environment, 4) Pesticides, 5) Contaminants in Foods 6) Hazardous Substance Pollution and 7) The Impact of Chemicals on Health and Environment. Four instructional techniques consisting of cooperative learning, problem solving, small group discussion and teaching by questioning were used for teaching-learning processes. To be consistent with learner-

centered approach, measurement and evaluation for this study used authentic assessment and a variety of assessment methods such as observations, questioning and asking, worksheets, students' group working, students' group discussion, students' presentation, as well as self-evaluation.

**2. Curriculum Development** means the process of curriculum development that is adapted from Saylor and Alexander's model, and Taba's model including using the concept of learner-centered curriculum development as a guideline in designing the draft curriculum. The processes of curriculum development consist of seven main stages: Stage 1: studying basic data; Stage 2: curriculum design; Stage 3: curriculum evaluation by experts; Stage 4: conducting a pilot study; Stage 5: curriculum implementation; Stage 6: curriculum evaluation after implementing the curriculum, and Stage 7: curriculum revision. For Stage 2 :Curriculum Design, Designing the draft curriculum consisted of seven steps: 1) Needs assessment of learners, 2) Formulation of the principles of the science curriculum, 3) Formulation goals of the science curriculum, 4) Selection and organization of curriculum contents, 5) Selection and organization of teaching-learning processes, 6) Organization of learning activities and instructional materials, and 7) Determination of assessment and evaluation.

**3. Learner-Centered Approaches** means the methodology of planning the curriculum, instruction, assessment and evaluation that focus on the significance of learner, learners' real-life needs; learner responsibility, motivations, past experiences, background knowledge, and interests. A learner-centered approach is the process that encourages learners to participate in learning activities and promotes learner to be able to construct their own knowledge. Learners have participate interaction within working group, develop communication skills and use the problem-solving skills as well as critical thinking skills. The instruction promotes learning through understanding in which teachers act as facilitators. Using a variety of instructional techniques is one of the principles of learner-centered approach. The teaching-learning processes consist of 3 steps: 1) Introduction step, 2) Learning activity step, and 3) Learning-summary step and using the authentic assessment to assess students' ability throughout these three steps. Students can learn and construct knowledge through four instructional techniques: cooperative learning, problem solving, small group discussion and teaching by questioning.

**3.1) Cooperative Learning** means a learning method in which students are arranged in small, mixed-ability groups to work together and help each other learn the

assigned learning materials. Classes are divided into small groups with 4 to 5 members to work together on the assignments such as group reports, group presentations, designing brochures and bulletin boards. Groups have an interdependent structure with high individual accountability.

**3.2) Problem Solving** means a learning method in which students work together in small group of 4 to 5 students to solve problem situations on the assignment related to what they are learning such as household chemicals, pesticides and the impact of chemicals on health and environment. Each group was provided with worksheet of the problem situations and questions. The problem-solving process according to Weir' s method was adapted for use in the instruction consisting four main steps: 1) Statement of the problem, 2) Defining the cause of the problem, 3) Searching and formulating a plan to solve the problem, and 4) Summarizing the result of problem solving and applying it in daily life.

**3.3) Small Group Discussion** means a learning method in which students learn both through instruction from their teachers and through interaction with each other. Students express the idea and state a personal opinion or perspective in the group. The group also provides opportunities for individuals to speak in front of others and to receive feedback from teachers and peers. Students apply abstract ideas and think critically about what they are learning. Students work in small groups of four or five to discuss and work together to complete worksheet or assignment and also present their ideas on a topic.

**3.4) Teaching by Questioning** means a teaching method that the teacher use questions to involve students in the lesson, to promote students' thinking and comprehension, to review important content, to emphasize key points, to control students, to motivate students to pay attention and to assess student progress. Questions were asked at the beginning of a lesson, during a lesson, and after a lesson. Questioning was used continuously in an informal way during instruction to monitor student understanding and to motivate thinking and communication skills as well as promote classroom discussion. Questions are six types 1) Knowledge, 2) Comprehension, 3) Application, 4) Analysis, 5) Synthesis, and 6) Evaluation.

**4. Curriculum Evaluation** means the process in assessing the effectiveness of the curriculum, which divided into two main steps: 1) curriculum evaluation regarding the appropriateness and consistency of the curriculum components by experts before implementation, and 2) curriculum evaluation after implementation based on the following

criteria: 1. Students' learning achievement, 2. Students' ability in solving problems, and 3. Students' opinions toward the instruction based on learner-centered approaches.

**5. The Effectiveness of the Curriculum** means the quality of the curriculum being assessed using these criteria:

1. The curriculum evaluation by experts before implementation shows the result that the draft curriculum is appropriate at the high level and there is consistency among the curriculum components.
2. Students' learning achievement of the experimental group after learning has a higher score than that of the control group with a statistically significant difference.
3. Students' ability in solving problems of the experimental group after learning has a higher score than that of the control group with a statistically significant difference.
4. Mean scores from the Student Opinion Questionnaire toward Instruction of the experimental group have high level of performance.

**6. Students' Learning Achievement** means knowledge and ability in learning from the science curriculum on "Chemicals in Daily Life" by measuring learning achievement through the use of pre-and post-achievement test that the researcher developed. The achievement test consisted of 30 items of multiple-choice questions each of which has four alternatives. The test consists of four types of questions: 1) knowledge, 2) comprehension, 3) application, and 4) analysis.

**7. Students' Ability in Solving Problems** means knowledge and ability to solve problems related to the contents that the students have learned as measured by the Problem-Solving Tests that the researcher developed. The problem-solving test consisted of 7 problem situations and four open-ended questions in each

**8. Students' Opinions toward Instruction** means feelings or thoughts of students in the experimental group toward teaching-learning processes, the content, instructional materials, assessment and evaluation. These data were obtained from Student Opinion Questionnaire toward Instruction based on Learner-Center Approaches that the researcher developed.

**9. The Traditional Method of Teaching** means the regular teaching method of the science teacher who teaches science to the control group.

## **Theoretical Framework**

From reviewing the related literature and diagnosing the problems of education in Thailand, it was found that The Thai Ministry of Education realized that science curriculum and teaching learning processes need to be improved and developed. The educational reform focuses on making the curricula and instruction more learner-centered, to connect the school to real-life situations, and to emphasize understanding and thinking rather than memorization. The learner is the key part of teaching-learning process as stated in the 1999 National Education Act and the 2001 Basic Education Curriculum.

In order to solve the problem about inappropriate curriculum and ineffective teaching-learning process in Thailand, the researcher aimed to develop learner-centered science curriculum on “Chemicals in Daily Life”. Designing the curriculum, instruction and assessment was based on the learner-centered approach.

Designing the curriculum advocating active learner-centered classrooms using a variety of instructional techniques which encourage problem solving; creativity and critical thinking challenges students to learn and to construct their own knowledge. Teaching-learning process encourage student to participate in learning and promotes students to learn and work with others with various learning activities. Students are able to improve their communication skills by participating in discussion and working as team. Students have the opportunity to investigate, gather, analyze and summarize information as well as presenting their information in front of classroom. Four instructional techniques based on the learner-centered approaches were used in classrooms: cooperative learning, problem solving, small group discussion and teaching by questioning.

The main purpose of this study was to develop the learner-centered science curriculum on “ Chemicals in Daily Life”. The processes of curriculum development in this study were adapted from Saylor and Alexander’s model, and Taba’s model including using the concept of learner-centered curriculum development as guideline in designing the draft curriculum. The process of curriculum development consists of seven main stages as follows:

Stage 1: studying basic data for curriculum development

Stage 2: curriculum design

Stage 3: curriculum evaluation by experts

Stage 4: conducting a pilot study

Stage 5: curriculum implementation



Stage 6: curriculum evaluation after implementation

Stage 7: curriculum revision

The theoretical framework of this study is shown in Figure 1.

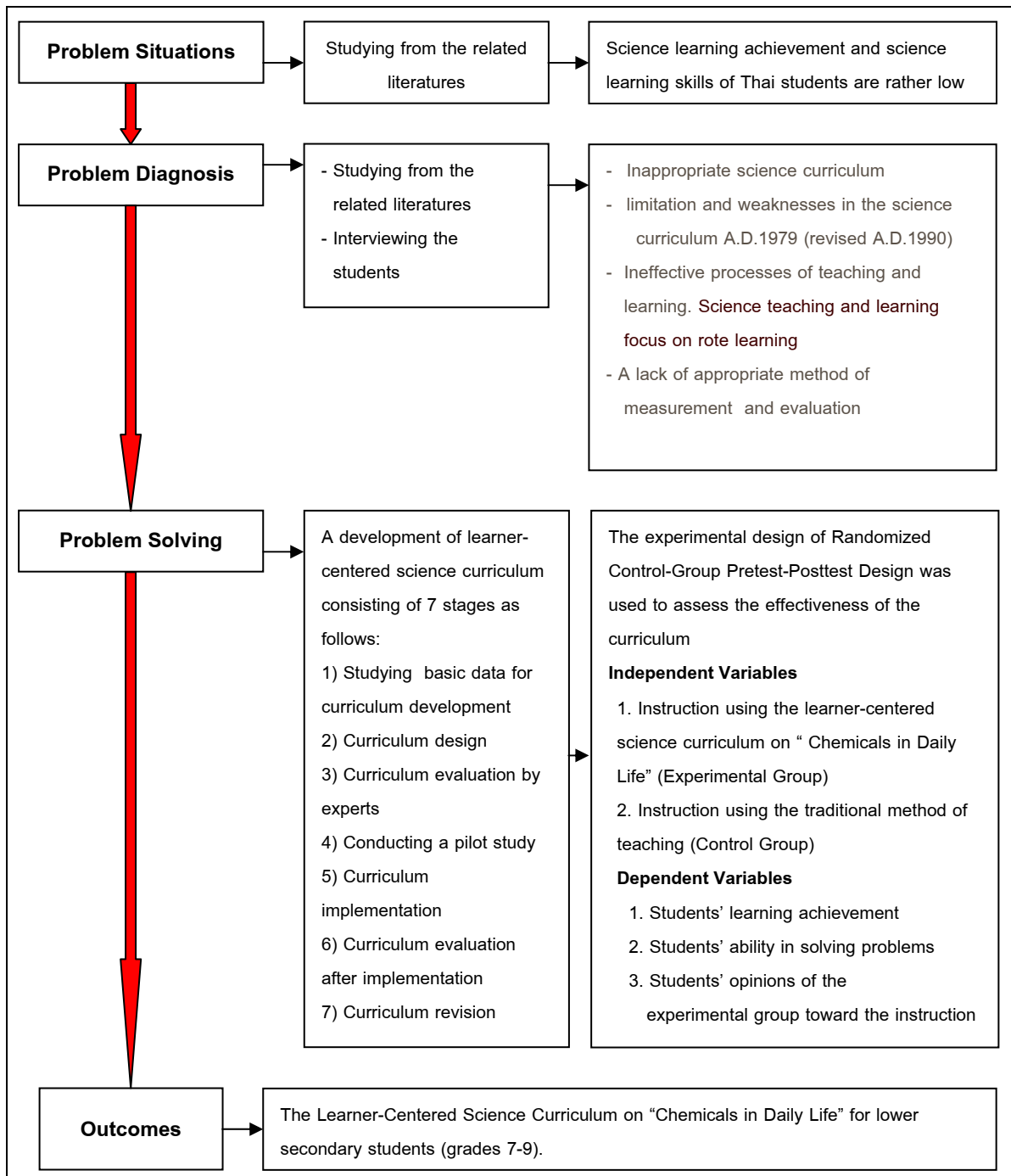


Figure 1 The Theoretical Framework

## **Research Hypotheses**

The hypothesis of this study was:

The learner-centered science curriculum on “Chemicals in Daily Life” for lower secondary students is effective according to the following criteria:

1. The curriculum evaluation by experts before implementation shows the result that the draft curriculum is appropriate at the high level and there is consistency among the curriculum components.
2. Students' learning achievement of the experimental group after learning has a higher score than that of the control group with a statistically significant difference.
3. Students' ability in solving problems of the experimental group after learning has a higher score than that of the control group with a statistically significant difference.
4. Mean scores from the Student Opinion Questionnaire toward Instruction of the experimental group have high level of performance.

## **CHAPTER 2**

### **REVIEW OF THE LITERATURE**

The main purpose of this study was to develop a learner-centered science curriculum on “Chemicals in Daily Life” for lower secondary students (grades 7-9). To contextualize this study, the relevant literature was reviewed to gain knowledge and understanding for use in developing the curriculum. This chapter provides the relevant literature consisting of four major domains: 1) Reform of Curriculum and Learning in Thailand 2) Curriculum Development, 3) Learner-Centered Approaches, and 4) Literature on “Chemicals in Daily Life”.

#### **1. Reform of Curriculum and Learning in Thailand**

The Thai Ministry of Education launched “Curriculum and Learning Reform” in 1996, since then the reform has been put under the policy to upgrade the quality of learners. The processes of raising education quality are organizing teaching and learning processes that inculcate in youth the desirable traits as prescribed in the objectives of the education reform. In 1999 the National Education Act of B.E. 2542 is launched in accordance with the Constitution of Thai Kingdom B.E. 2540. This act of education led to the Basic Education Curriculum being promulgated in 2001. The Basic Education Curriculum B.E.2544 is the national core curriculum, the goals of which are to develop learners in 4 areas:-morality, intellectual growth, quality of life, and competitive ability. The main focuses are:-to accelerate the potential of learners; to enable them to live a happy life according to the basis of good citizenship of the country and the world; to develop their professional or vocational abilities; to be able to make appropriate decisions for furthering their advanced education in line with their competencies, interests and experience. The national core curriculum provides a framework for the development of the school curriculum. Educational institutions must establish their own curricula on the basis of the substance and standards stipulated by the Ministry (Ministry of Education. 2002).

Therefore each educational institution shall formulate its own curriculum which comprises learning and other experience planned for learner development. These shall be based on the “core basic education curriculum standard” which is essential for school curriculum management.

### **Implementing A.D. 2001 Curriculum and Improving the Quality of Teaching and Learning Processes**

The 1999 National Education Act authorized the implementation of the Basic Education Curriculum B.E. 2544. Condition and the time-frame for application are as below:

The curriculum shall respond to social and economic changes as well as changes in nature of education. Instructors shall adjust their teaching and evaluating procedures accordingly, in order to fulfil ever-changing needs of learners and to encounter ever-changing situation in economic, social and cultural spheres. Education progress can be achieved when curricular adjustment and adaptation are continuously undertaken to respond to needs and necessity.

For improving the quality of teaching, National Education Act A.D. 1999 Section 22 stipulates guidelines for learning management that education shall be based on the principle that all learners are capable of learning and self-development, and are regarded as being most important. Therefore, teachers, instructors and administrators must change their roles from guiding and knowledge transferring to helping, promoting and encouraging learners in the acquisition of knowledge from various media and learning centers.

#### **Basic Education Curriculum B.E. 2544 (A.D. 2001)**

The Ministry of Education, by virtue of section 74 of the National Education Act B.E. 2542, considers appropriate to formulate Basic Education Curriculum B.E. 2544. The Curriculum shall be based on unity in policy and diversity in practice. There shall be a twelve-year core curriculum, which is flexible, providing substance, learning standards for each group of subjects, for each grade, which covers 3 years. The core curriculum shall include only subjects required for improving the quality of Thai life, good citizenship, life skills, careers, and further education. Educational institutions shall be responsible for providing details of the curriculum for each academic year or semester, to make them relevant to community's and society's problems and desirable goals. Learners shall be good members of the family, community, society and the country. Consideration shall also be given to the relevancy to each group of learners' potential, aptitude and interest.

### **Learning Substance and Standards of Science Subject**

Learning substance and standards to be applied as criteria to stipulate quality of learners after graduation at basic education level, comprise only fundamental ones for building up quality of life. Details of substance in science subject are as below:-

Substance 1: Living beings and life existence processes

Substance 2: Life and environment

Substance 3: Properties of matter

Substance 4: Force and mobility

Substance 5: Energy

Substance 6: Evolution of earth

Substance 7: Astronomy and space

Substance 8: Nature of science and technology

For this study, the researcher focused on the substance 3: Properties of matter, which consists of two standards. In this study the research aimed to develop the science curriculum for the second learning standard, which states that "Understanding nature and changing situation of matter, solution, chemical reaction, skills in searching for knowledge procedures and possessing science consciousness, communicating acquired knowledge and application of knowledge". The content of science curriculum in this study concerns chemicals in daily life consisting seven units: 1) Household Chemicals 2) Hazardous Substances 3) Toxic Substance in the Environment 4) Pesticides 5) Contaminants in Foods 6) Hazardous Substance Pollution and 7) The Impact of Chemicals on Health and Environment.

## **2. Curriculum Development**

The idea of curriculum development is to show how curriculum evolves or is planned, implemented, and evaluated, as well as what various people, processes, and procedures are involved in constructing the curriculum (Ornstein; & Hunkins. 1993 : 16). In this section, the theoretical background of curriculum development was divided into three domains: definition of curriculum, models for curriculum development, and research on curriculum development.

### **Definition of Curriculum**

Taba (1962 : 10) stated that “ curriculum contains a statement of goals and of specific objectives, selection and organization of content, patterns of learning and teaching and a program of evaluation of the outcomes”. Saylor and Alexander (1974 : 6) defined curriculum as “the plan for providing sets of learning opportunities to achieve broad goals and related specific objectives for an identifiable population served by a single school center”. English (1992 : 17) stated that “ the curriculum is the work plan or plans developed by or for teachers to use in classrooms by which the content, scope, and sequence of that content, and to some extent the methodology of their teaching, is defined and configured”. In addition, Armstrong (2003 : 4) stated that “ curriculum refers to decision-making processes and products that focus on preparation and assessment of plans designed to influence students’ development of insights related to specific knowledge and skills”. In addition, there are many educators who propose the definitions of curriculum. In this study, the curriculum is defined as an education plan for learners.

### **Models for Curriculum Development**

There are many models for curriculum development that educators have designed. In this study, the researcher has adapted the model of Taba and model of Saylor and Alexander for use in planning and designing the draft curriculum.

#### **The Taba Model**

Taba (1962 : 12) believed that the curriculum should be designed by the teachers rather than handed down by higher authority. Taba proposed the steps for designing curriculum as follows: Step 1: Diagnosis of needs, Step 2: Formulation of objectives, Step 3: Selection of content, Step 4: Organization of content, Step 5: Selection of learning experiences, Step 6: Organization of learning experiences, and Step 7: Determination of what to evaluate and of the ways and means of doing it.

Taba proposed the model for curriculum design shown in Figure 2

**A Model for Curriculum Design**

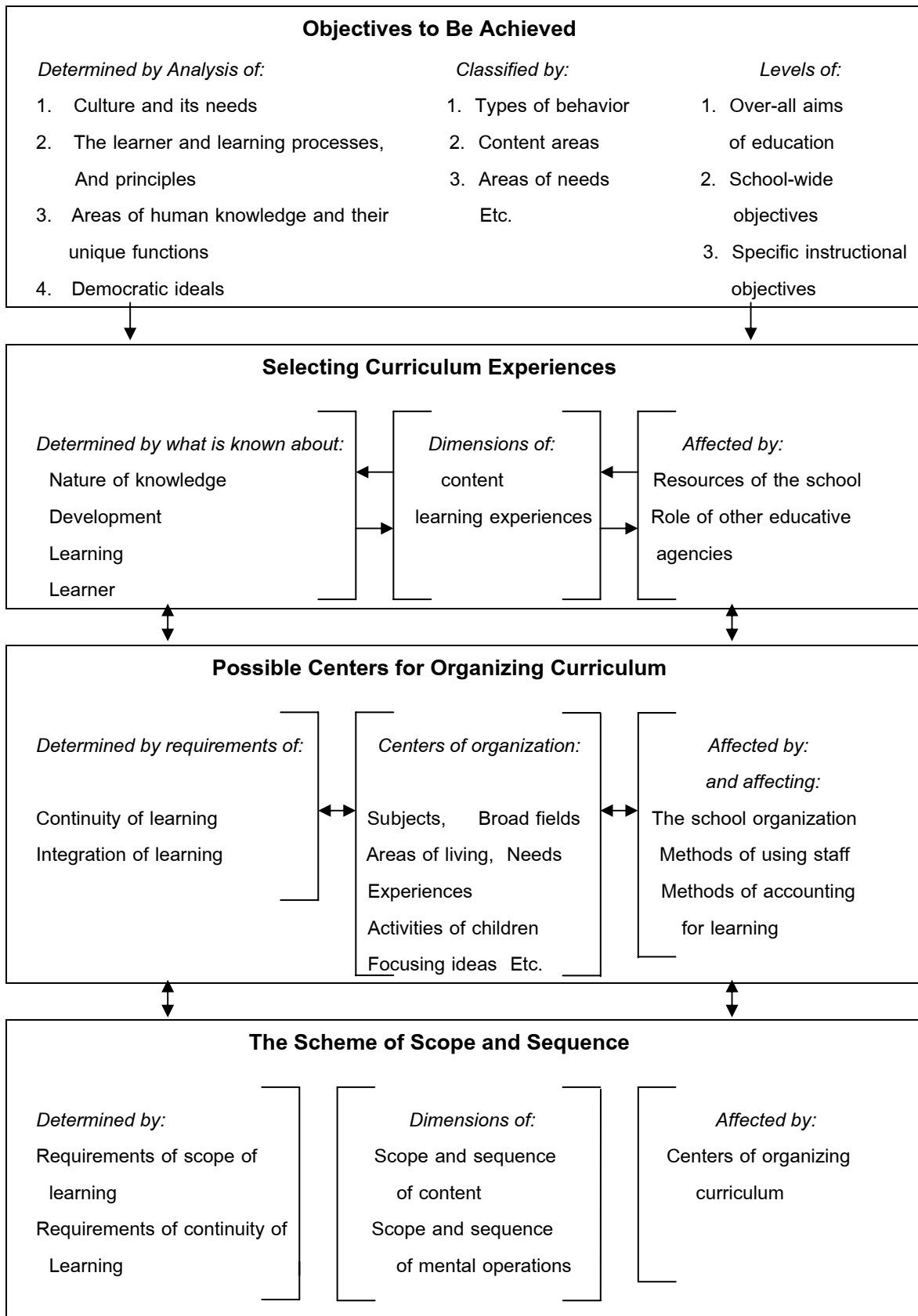


Figure 2 A Model for Curriculum Design of Taba (Taba. 1962 : 438)

### The Saylor and Alexander Model

Saylor and Alexander (1981 : 27) pointed out that “curriculum planning involves making a series of choices, often based on values. The preceding section presented basic considerations to guide the curriculum maker in making choices. This section describes the nature of the choices to be made and the processes to follow in making these choices”. They outlined a concise four –step planning model, which includes goals and objectives, curriculum design, curriculum implementation, and curriculum evaluation. The planning model is influenced by several social forces and three social sources of curriculum society, learner, and knowledge (see Figure 3 for the curriculum planning process of Saylor and Alexander). The curriculum plan needs to encourage flexibility and to provide teachers with several suggestions for instructional modes and appropriate materials. Decisions need to be made and included in the curriculum plan regarding evaluation of student progress. Provisions for evaluating the curriculum plan also need to be included. The major purpose of curriculum evaluation is to provide information that enables and improvement to be made on the quality of education for learners.

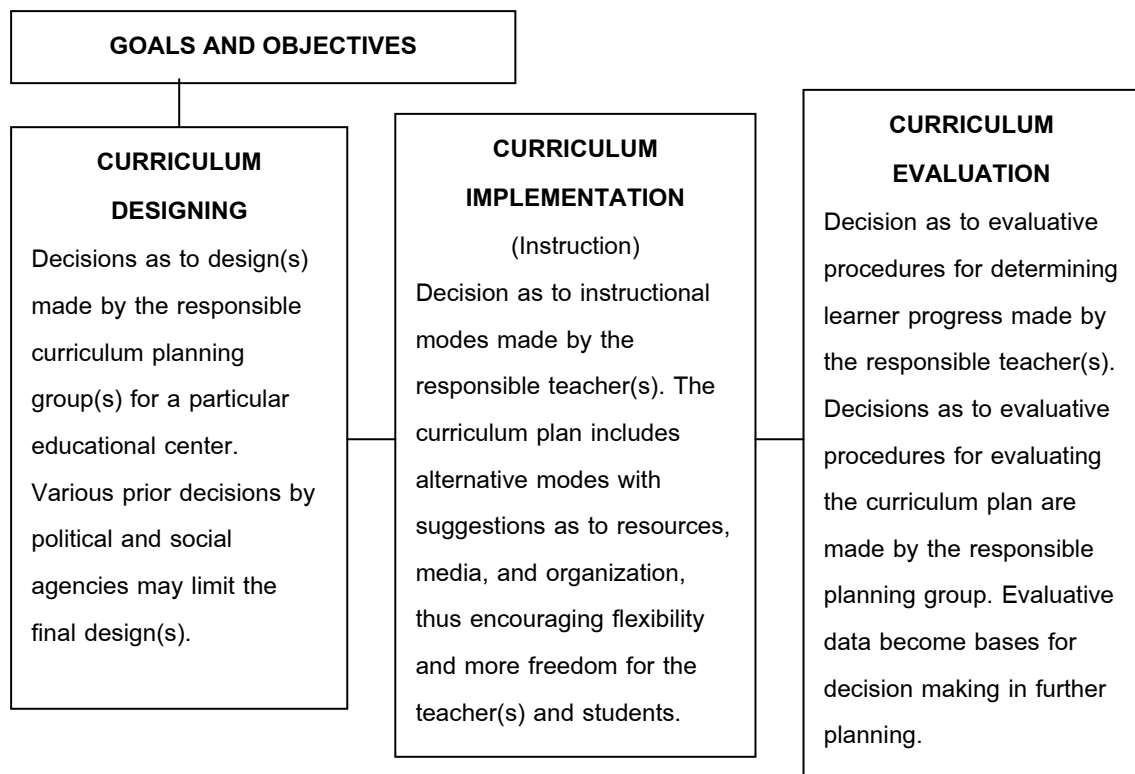


Figure 3 The Curriculum Planning Process of Saylor and Alexander

(Saylor; &Alexander. 1981: 30)



In addition, Saylor, Alexander and Lewis (1981 : 199-204) claim that a coherent plan for evaluation should be developed based on several considerations. One consideration is the type of curriculum designs and teaching models used. Another consideration is the purpose of evaluation.

### **Research on Curriculum Development**

Poonsuk Udom (2003 : Abstract) developed the multidisciplinary science curriculum by integrating Science with Mathematics and English for seventh grade students. Research procedures included four steps: studying basic information, developing a curriculum, implementing and revising a curriculum. One-Group Pretest-Posttest Design was used in this study. Results indicated that the subjects were satisfied with the multidisciplinary science curriculum. Students' posttest scores of Science, Mathematics and English were significantly higher than their pre-test scores at the level .05 ( $p=.000$ ). Students' opinion score on multidisciplinary curriculum was at high level. The results from the experiment indicated that the curriculum met the expected efficiency criteria.

Chowwalit Chookhampaeng (2003 : Abstract) developed a remedial curriculum for improving the basic skill of learning through the variety of activities according to the learning theory for children. The study was divided into four stages: Stage one: The study of fundamental data which was carried out in three steps: 1) Investigating documents and related research, 2) Surveying problems concerning the learning disability children's parent need, 3) Interviewing the learning disability experts. Stage two: The development of the remedial curriculum. Stage three: The curriculum implementation, the curriculum was experimented with primary school children. The One-Group Pretest-Posttest Design was used for testing the effectiveness of the curriculum. Stage four: The curriculum evaluation. The result after implementing the curriculum found that the children's perceptual learning skills were higher than before at 0.01 of significant statistical level, and the children's scores were higher than the criteria. The children's language learning skill was higher than before at 0.01 of significant statistical level, but their scores were lower than the criteria.

Patraporn Patrayotin (2002 : Abstract) developed the curriculum for an Adult Nursing Course for enhancing the critical thinking ability of nursing students and assessed the effectiveness of the curriculum so developed. The processes of curriculum development consist of four steps: 1) Studying and analyzing the conceptual background data, 2) Developing the curriculum, 3) Implementing the curriculum, and 4) Evaluating the

curriculum. The experimental design used the one-group pretest-posttest design. The subject consisted of 51 sophomores of nursing students. The result showed that the developed curriculum was effective according to setting criteria such as the achievement scores of students after the experiment were more than before the experiment at .01 level of statistically significant difference and the percentage mean scores of learning achievement (68.36% ) was above the criteria (60 %).

Wichitporn Lausuwanaoon (2000 : Abstract) developed the enrichment curriculum to promote critical thinking skills in nursing process. The purpose of the enrichment curriculum was to integrate active learning, participatory learning, and self-directed learning methods that correspond to students' needs. The curriculum was developed through four stages: Stage one: Studying fundamental data. Stage two: Drafting the enrichment curriculum. Stage three: Implementing the curriculum and Stage four: Curriculum revision. Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design was used in this study. The curriculum was experimented with two groups of third-year nursing students. The results reveal that posttest scores of the experimental group was statistically significant higher than that of the control group.

Chanphen Paiboon (1996 : Abstract) developed Life Experience Area curriculum on "Unit 2 : Home Life" for sixth-grade students. The processes of curriculum development consisted of six steps: 1) Basic data study and analysis, 2) Curriculum planning, 3) Content and method selection, 4) Curriculum try-out, 5) Curriculum evaluation, and 6) Curriculum revision. The experimental design used the one-group pretest-posttest design. The result indicated that the developed curriculum was appropriate for teaching. After using the curriculum, the posttest achievement scores of students were significantly higher than the pretest scores.

From studying the related literature, the researcher found that there is not much done on the development of school science curriculum. Therefore the researcher is interested in developing the school science curriculum and to consistent with the need of Basic Education Curriculum B.E. 2544 (A.D.2001) that requires teachers to develop a school curriculum and to improve teaching-learning process. Therefore a development of a learner-centered science curriculum is the main goal of this study.

In this study the science curriculum was constructed by adapting from Taba Model and the Saylor and Alexander's Model, with the procedure for curriculum development consisted of the seven stages as follows: Stage 1: Studying basic data for curriculum development, Stage 2: Curriculum design, Stage 3: Curriculum evaluation by experts, Stage

4: Conducting a pilot study, Stage 5: Curriculum implementation, Stage 6: Curriculum evaluation after implementation, and Stage 7: Curriculum revision.

### 3. The Learner-Centered Approach

In a learner-centered approach, “learners are closely involved in the decision-making process regarding the content of the curriculum and how it is taught” (Nunan. 1988 : 2)

A learner-centered approach also referred to as a student-centered or child-centered approach involving collaboration between teachers and learners; through ongoing dialogue, they determine the content of the curriculum and the learning objectives. This approach focuses on learners’ real-life needs; learner responsibility in setting personal and realistic goals and determining the steps toward achieving those goals; flexibility—as students progress and reflect on their learning, content and goals may be modified; and learner self-assessment.

McCombs (2000) pointed out that the learner-centered framework focuses on:

- **The Learner** and each learner's perceptions, needs, and motivation
- **Learning Opportunities** and the types of teaching and learning experiences that can meet learner needs for success, belonging, and autonomy
- **Learning Outcomes** that include affective, cognitive, social, and performance domains
- **The Learning Context** or climate for learning, including expectations, teacher and technology support, time structures for collaboration, learning partnerships and mentoring relationships, and adaptability to student needs.

#### Learner-Centered Curriculum

The concept of a learner-centered curriculum should be based not on separate subjects, but rather on the emerging world of the learner. The important issues for proponents of this organization are the interests, needs, problems, and concerns of the learner (Beane. 1994 : 60). The learner-centered curriculum establishes the learner as the most significant and essential person in the teaching-learning process. Learner-centered means: making student goals the focus of instructional design. Learner-centered learning reverses the traditional pedagogical structure of teacher lecturing to a group of students. In

learner-centered approach, learners have the opportunity to explore, gather and generate meaning from their educational experiences while a teacher acts as a guide, and a participating learner, in the educational setting.

### **Learner-Centered Curriculum Development**

Learner-centered curriculum development thus differs from traditional curriculum development methods, in which the planning process takes place in advance without student input, and a lockstep order for instruction and evaluation is followed. A learner-centered curriculum uses learners' background knowledge and experiences as a starting point for curriculum development by emphasizing a collaborative effort between teachers and learners, characterized by ongoing dialogue to determine the content and learning objectives for the course.

According to Nunan (1988 : 2-7), a curriculum will contain similar elements to those contained in traditional curriculum development, that is, planning (including needs analysis, goal and objective setting), implementation (including methodology and materials development) and evaluation.

However, the key difference between learner-centered and traditional curriculum development is that, in the former, the curriculum is a collaborative effort between teachers and learners, since learners are closely involved in the decision-making process regarding the content of the curriculum and how it is taught.

This change in orientation has major practical implications for the entire curriculum process, since a negotiated curriculum cannot be introduced and managed in the same way as one, which is prescribed by the teacher or teaching institutions. In particular, it places the burden for all aspects of curriculum development on the teacher. In the curriculum planning process proposed by Taba (1962), planning, implementation and evaluation occur in sequential order, and most of the key decisions about goals and objectives, materials and methodology are made before there is any encounter between teacher and learner.

One of the major assumptions underlying the learner-centered philosophy is that, given the constraints that exist in most learning contexts, it is impossible to teach learners everything they need to know in class.

In consequence, goals will relate to development of learning skills as following:

- to provide learners with efficient learning strategies
- to assist learners to identify their own preferred ways of learning

- to develop skills needed to negotiate the curriculum
- to encourage learners to set their own objectives
- to encourage learners to adopt realistic goals and time frames
- to develop learners' skills in self-evaluation.

The adoption of a learner-centered orientation implies differentiated curricula for different learners. This is because it is unrealistic to expect extensive participation in curriculum planning by learners with little experience of learning. When dealing with inexperienced learners, it is often necessary for the teacher to begin by making most of the decisions. For at reason the curriculum is conceptualized, as much by processes for carrying out curriculum tasks as by products.

### **The Learner-Centered Curriculum Process**

The key elements in the curriculum model proposed here are as follows: initial planning procedures (including data collection and learner grouping); content selection; methodology (which includes the selection of learning activities and materials); and ongoing monitoring, assessment and evaluation. A brief description of these elements and their functions within a learner-centered curriculum follow and are elaborated upon in this section.

The first step in the curriculum process is the collection of information about learners in order to diagnose their objective needs, that is, needs which are external to the learner. This initial data collection is usually superficial, relating mainly to factual information such as current proficiency level, age, educational background, and previous learning experiences. It is also sometimes possible to obtain more subjective information relating to preferred methodology, learning-style preferences. However, this sort of information, relating to learner's subjective needs as an individual in the learning situation, can often only be obtained once a course has begun.

Content selection is an important component of a learner-centered curriculum. In such a curriculum clear criteria for content selection give guidance on the selection of materials and learning activities and assist in assessment and evaluation. By making explicit the content objectives of a course and, eventually, by training learners to set their own objectives, the following benefits can accrue:

- Learners come to have a more realistic idea of what can be achieved in a given course.

- Learning comes to be seen as the gradual accretion of achievable goals.
- Learners develop greater sensitivity to their roles and their rather vague notions of what it is to be a learner become much sharper.
- Self-evaluation becomes more feasible.
- Classroom activities can be seen to relate to learners' real-life needs. Skill development can be seen as a gradual, rather than an all-or-nothing, process.

A crucial distinction between traditional and learner-centered curriculum development is that, in the latter, no decision is binding. This is particularly true of content selection and gradation. These will need to be modified during the course of programmed delivery as the learners' skills develop, their self-awareness as learners grows and their perceived needs change.

The selection of content and objectives is therefore something, which is shaped and refined during the initial stages of a learning arrangement rather than being completely pre-determined. This is because the most valuable learner data can usually only be obtained in an informal way after relationships have been established between teachers and learners.

The initial data collection, which is used principally for grouping learners, generally provides only fairly superficial information which can be used to make rough predictions about communicative needs. The most useful information, relating to subjective learner needs, can be obtained only once a course has begun and a relationship is established between teacher and learners. It is these subjective needs, derivable from information on learners' wants, expectations and needs, which are of most value in selecting content and methodology.

Methodology, which includes learning activities and materials, is generally the area where there is the greatest potential for conflict between teacher and learner. In a traditional curriculum, this conflict would probably be ignored on the grounds that the 'teacher knows best'. In a learner-centered curriculum, it is crucial that any conflicts be resolved.

Evaluation is the final component in the curriculum model. Traditionally, evaluation occurs at the final stage in the curriculum process. In the model proposed here, however, evaluation is parallel with other curriculum activities and may occur at various times during the planning and implementation stage, as well as during a specified evaluation stage,

The purpose of assessment is to determine whether or not the objectives of a course of instruction have been achieved. In the case of a failure to achieve objectives, it is the

purpose of evaluation to make some determination of why this has been so. Questions relating to evaluation include the following:

- Who is to evaluate?
- How are they to evaluate?
- What are they to evaluate?
- At what point in the curriculum process will evaluation occur?
- What are the purposes of the evaluation? In other words, what will happen to the curriculum as a result of evaluation activities?

### **Learner-Centered Psychological Principles**

The American Psychological Association (2003 : Online) developed a 14 point learner-centered framework with psychological principles pertaining to the learner and the learning process. The 14 principles are divided under four factors: Cognitive and Metacognitive Factors, Motivational and Affective Factors, Developmental and Social Factors and Individual Differences Factors. The details of each principle are presented in Table 1

TABLE 1 LEARNER-CENTERED PSYCHOLOGICAL PRINCIPLES

---



---

#### **Cognitive and Metacognitive Factors**

**Principle 1. Nature of the learning process.** The learning of complex subject matter is most effective when it is an intentional process of constructing meaning from information and experience.

**Principle 2. Goals of the learning process.** The successful learner, over time and with support and instructional guidance, can create meaningful, coherent representations of knowledge.

**Principle 3. Construction of knowledge.** The successful learner can link new information with existing knowledge in meaningful ways.

**Principle 4. Strategic thinking.** The successful learner can create and use a repertoire of thinking and reasoning strategies to achieve complex learning goals.

**Principle 5. Thinking about thinking.** Higher order strategies for selecting and monitoring mental operations facilitate creative and critical thinking.

**Principle 6. Context of learning.** Learning is influenced by environmental factors, including culture, technology, and instructional practices.

---

TABLE 1 (Continued)

---

**Motivation and Affective Factors**
**Principle 7. Motivational and emotional influences on learning.**

What and how much is learned is influenced by the learner's motivation. Motivation to learn, in turn, is influenced by the individual's emotional states, beliefs, interests, goals, and habits of thinking.

**Principle 8. Intrinsic motivation to learn.**

The learner's creativity, higher order thinking, and natural curiosity all contribute to motivation to learn. Intrinsic motivation is stimulated by tasks of optimal novelty and difficulty, relevant to personal interests, and providing for personal choice and control.

**Principle 9. Effects of motivation on effort.**

Acquisition of complex knowledge and skills requires extended learner effort and guided practice. Without learners' motivation to learn, the willingness to exert this effort is unlikely without coercion.

---

**Developmental and Social Factors****Principle 10. Developmental influences on learning.**

As individuals develop, there are different opportunities and constraints for learning. Learning is most effective when differential development within and across physical, intellectual, emotional, and social domains is taken into account.

**Principle 11. Social influences on learning.**

Learning is influenced by social interactions, interpersonal relations, and communication with others.

---

**Individual Differences Factors****Principle 12. Individual differences in learning.**

Learners have different strategies, approaches, and capabilities for learning that are a function of prior experience and heredity.

**Principle 13. Learning and diversity.**

Learning is most effective when differences in learners' linguistic, cultural, and social backgrounds are taken into account.

**Principle 14. Standards and assessment.**

Setting appropriately high and challenging standards and assessing the learner as well as learning progress including diagnostic, process, and outcome assessment are integral parts of the learning process.

---



## Characteristics of Learner-Centered Classrooms

McCombs and Whisler (1997 : 65-66) pointed out characteristics of learner-centered classrooms as follows:

In learner-centered classroom, **the students**

- Choose their own projects
- Work at their own individual pace
- Show excitement about learning new things
- Demonstrate their knowledge in unique ways
- Are actively engaged and participating in individual and group learning activities
- Do beyond minimal assignments

In learner-centered classrooms, **the teachers**

- Make it clear that he/she has high expectations for all students
- Listens to and respects each student's point of view
- Encourages and facilitates students' participation and shared decision making
- Provides structure without being overly directive
- Encourages students to think of themselves
- Emphasizes student enjoyment of activities
- Helps students refine their strategies for constructing meaning and organizing content

In learner-centered classrooms, **the instructional strategies and methods**

- Use time in variable and flexible ways to match student needs
- Include learning activities that are personally relevant to students
- Give students increasing responsibility for the learning process
- Provide questions and tasks that stimulate students' thinking beyond rote memorizing
- Help students refine their understanding by using critical thinking skills
- Support students in developing and using effective learning strategies
- Include peer learning and peer teaching as part of the instructional method

In learner-centered classroom, **the curriculum**

- Features tasks that stimulate students' varied interests
- Organizes content and activities around themes that are meaningful to students

- Has explicit built-in opportunities for all students to engage their higher-order thinking and self-regulated learning skills
- Includes activities that help students understand and develop their own perspectives
- Allows learning activities that are global, interdisciplinary, and integrated
- Encourages challenging learning activities, even if students have difficulty
- Features activities that encourage students to work collaboratively with other students

In learner-centered classrooms, **the assessment system**

- Assesses different students differently
- Includes student input in design and revision
- Monitors progress continually in order to provide feedback on individual growth and progress
- Provides appropriate opportunities for student choice of types of products for demonstrating achievement of educational standards
- Promotes students' reflection on their growth as learners through opportunities for self-assessment
- Allows diversity of competencies to be demonstrated in a variety of ways

### **The Comparison between Learner-Centered and Teacher-Centered Instruction**

Huba and Freed (2000 : 5) have compared the difference of Teacher-Centered Paradigm to Learner-Centered Paradigm as shown in Table 2.

TABLE 2 COMPARISON OF TEACHER-CENTERED AND LEARNER-CENTERED-PARADIGMS

<b>Teacher-Centered Paradigm</b>	<b>Learner-Centered Paradigm</b>
Knowledge is transmitted from teacher to students.	Students construct knowledge through gathering and synthesizing information and integrating it with the general skills of inquiry, communication, critical thinking, problem solving, and so on.
Students passively receive information.	Students are actively involved.
Emphasis is on acquisition of knowledge outside the context in which it will be used.	Emphasis is on using and communicating knowledge effectively to address enduring and emerging issues and problems in real-life contexts.
Teacher's role is to be the primary information giver and primary evaluator.	Teacher's role is to coach and facilitate. Teacher and students evaluate learning together.
Teaching and assessing are separate.	Teaching and assessing are intertwined.
Assessment is used to monitor learning.	Assessment is used to promote and diagnose learning.
Emphasis is on right answers.	Emphasis is on generating better questions and learning from errors.
Desired learning is assessed indirectly through the use of objectively scored tests.	Desired learning is assessed directly through papers, projects, performances, portfolios, and the like.
Focus is on a single discipline.	Approach is compatible with interdisciplinary investigation.
Culture is competitive and individualistic.	Culture is cooperative, collaborative, and supportive.
Only students are viewed as learners.	Teacher and students learn together.

### **A Model for Designing Learner-Centered Instruction**

According to Faculty Development Institute, Virginia Tech (2003 : Online), the processes of teaching, learning, and the design of instruction are interrelated (see Table 3). The table below presents a summary of current educational research in terms of the characteristics of learning and how instructional design and the role of the instructor can take these characteristics into account.

TABLE 3 THE PROCESSES OF TEACHING, LEARNING AND THE DESIGN OF-  
INSTRUCTION

<b>Learning</b>	<b>Design of Instruction</b>	<b>Teaching</b>
<i>Is active</i> It requires purposeful processing.	Design activities that involve students wholeheartedly in the learning process.	Actively engage students by developing meaningful activities for which they need the curriculum.
<i>Is constructive</i> New learning is built upon existing knowledge.	Design activities that build on students' current knowledge and that encourage the understanding of relationships.	Help students construct powerful, organizing concepts that they can use to reach more complex levels of understanding.
<i>Is individualized</i> Learning is unique because of its relationship to past knowledge and experience.	Design activities that allow various student strengths to be developed and that encourage students to see connections between their studies and the rest of their lives.	Provide various explanations and roads to understanding so students can build on their own previous understandings.
<i>Is contextual</i> What is learned is dependent upon the context in which it occurs.	Design activities that reflect real world situations that students will encounter when they leave the classroom.	Provide a classroom context that guides students in thinking "outside the classroom" and asks them to continually consider how subject matter can be related to real life issues and problems.
<i>Takes time</i> Learning involves many hours of assimilating, restructuring, and practicing with guidance.	Design activities that require both time and practice spent on the kinds of learning outcomes you wish students to achieve. Guide them as they work.	Develop activities that allow flexible time commitments to mastery and that build on students' previous course and life experiences.

### **Research on Learner-Centered Approaches**

There are many studies supportive of the idea that learner-centered approaches are effective ways to teaching-learning process. For example, Meece (2003 : 109-116) examined the use of the Learner-Centered Psychological Principles (LCPs) for improving the academic engagement and learning of middle school students. The result from survey data from 2,200 middle school students from diverse communities across the United States

indicated many important motivational benefits of learner-centered practices for young adolescents.

According to Fornari's research (2001 : Abstract) " The Development of an Ethics Curriculums for Dietetics Students Utilizing Learner-Centered Pedagogy. He developed a learner-centered ethics curriculum that fosters moral development and ethical-decision making in dietetics students preparing to become practitioners. The researcher approached curriculum design as a developmental model. Student cognitive developmental learning theory and developmental instruction supported this approach. These models focus on how students think; how they receive and interpret information; how they make meaning of the learning process in the classroom. This curriculum was designed by considering students' developmental environment and student characteristics as learners, course content, teaching approaches, and learning outcomes. The research was divided into four stages: (1) needs assessment, (2) draft curriculum document, (3) expert evaluation, and (4) a final curriculum document.

Falk (1993 : Abstract) examined the process of developing a learner-centered curriculum, which based on data collected over a period of several years from observation field notes, from interviews, and from close examination of student work and school documents. The result of this study defines learner-centered curriculum as a way of thinking about teaching and learning that is manifested throughout the actions and attitudes of an entire school. This way of thinking is present not only in classroom curriculum frameworks, but also in assessment systems, school structures and policies and the values embedded within them all.

Tamburo (1986 : Abstract) designed learner-centered communicative and creative strategies for use in elementary, intermediate and advanced-intermediate Spanish language classes. The conclusion states that there is already sufficient evidence to suggest that learner-centered strategies can be used to enhance language and communicative skill acquisition, as well as more positive attitudes toward language learning.

Nuchanart Muangmooltree (2002 : Abstract) developed teaching-learning activities for the Life-Experience Group (Social Studies) using student-centered instruction for grade 6<sup>th</sup> students. The research followed an action research procedure. The learning activity consisted of four steps: 1) The introduction 2) The instruction 3) The analysis and conclusion and 4) The evaluation. The result of this study showed that over 80% of students who received a student-centered instruction passed the learning criterion of 75%.

Somchit Sawathanapaibul (2003 : Abstract) developed activity package for child-centered learning process with multi activities. The study was conducted through four steps: 1) Document study for gathering related literatures and researches, 2) Construction draft activity package for child-centered learning process with multi activities, 3) Try-out the package to the sample groups, and 4) Evaluating the activity package. The results of the study revealed that the effectiveness of the package was higher than criterion standard of 80/80. And there was a significant difference at .01 level of learning achievement of experimental group.

Nittaya Yonwichai (2002 : Abstract) developed learner-centered instruction activities based on cooperative learning in mathematics of grade 5 students in Thailand. The finding showed that learner-centered instruction activities based on cooperative learning had resulted in meaningful learning in the students. The students who received instruction through learner-centered instructional activities based on cooperative learning had made a mean learning achievement score of 74.14%. The students had developed various personal qualities such as independent concept construct, rational thinking and problem-solving skills, self-confidence and expressiveness. They had also developed group-work skills, the responsibility for one's own action and the group, as well as honesty and cooperation for learning.

As mentioned above, learning how to learn is more important than just memorizing information. Learner-centered instruction encourages participation, analysis and critique and also leads to lifelong learning. Many researches supported the notion that the learner-centered approach can enhance the learning achievement and learning skill of students. For these reasons, the researcher wanted to develop the science curriculum using the instructional techniques based on learner-centered approaches. The instructional techniques used in designing the teaching-learning process for the lesson plans consist of four instructional techniques as follows:

- 1) Cooperative Learning
- 2) Problem Solving
- 3) Small Group Discussion
- 4) Teaching by Questioning

The details of each instructional technique were described in the next section.

### **Instructional Techniques based on the Learner-Centered Approach**

In traditional instruction, the teacher's primary functions are lecturing, designing assignments and tests, and grading. In learner-centered instruction, the teacher still has these functions but also provides students with opportunities to learn independently and coaches them in the skills they need to do so effectively. In recent decades, the education literature has described a wide variety of learner-centered instructional methods and has offered countless demonstrations that properly implemented learner-centered instruction where increased motivation to learn, greater retention of knowledge, deeper understanding, and more positive attitudes toward the subject being taught (Felder; & Brent, 2004 : Online).

The purpose of learning in the learner-centered approach is not just memorizing information to pass examinations, although passing examinations is obviously important. Learning now focuses on subjects and activities that are relevant and useful to the lives of students, things that they can connect with and use in their own lives. The goal of learning is understanding and making the world meaningful rather than just memorizing facts that may have no connection with the learners' lives.

The students have roles in the learner-centered model; they are not passive recipients of knowledge. They are active learners. Although they receive and memorize information from the teacher and textbooks, they do much more than this. First, they use the information given by the teacher or the textbook in new and creative ways. They discuss it, communicate about it, analyze it and evaluate it. In addition, the students also collect information on their own from their environment, record it systematically, discuss it, compare it, analyze it, draw conclusions from it and communicate about it.

The teachers' role in the learner-centered model is different from traditional approach; teachers are not only to give information, but to organize the activities from which students will gather or use information, to guide the students through these activities, to help them find additional sources of information, to make sure they are really thinking and analyzing, to check their progress regularly to make sure all students are learning, and to give help when students do not understand (Elizabeth. 2003 : Online).

To be consistent with the National Education Act A.D.1999 and the Basic Education Curriculum A.D.2001, teaching-learning processes of this science curriculum will be based on learner-centered approaches and use various learning activities which help students to develop thinking processes, learning skills, and communication skills. Learners will be engaged to take responsibility for their own learning and participation in class. Learners will

develop thinking skills such as creativity, critical thinking, problem solving, decision making, and communication. Learner will also develop skills in reading, writing, investigating data, gathering data, analyzing data, summarizing data and presenting data.

For these reasons, the researcher chose four instructional techniques to design the lesson plans for the draft curriculum. These four instructional techniques were:

1) cooperative learning, 2) problem solving, 3) teaching by questioning, and 4) small group discussion.

### **1) Cooperative Learning**

There is strong agreement among researchers that cooperative methods can and usually do have positive effects on student achievement. Many studies have shown that cooperative learning promotes critical thinking skills, helps develop higher level thinking skills, fosters metacognition in students, encourages student responsibility for learning, increases student retention and builds self-esteem in students (Slavin, 1990). In addition, cooperative learning is a very useful method for checking on understanding and helping to teach a variety of learning strategies (McKeachie. 2002 : 279).

Cooperative learning allows students to work together in small, mixed-ability groups. The teacher's role shifts from learning disseminator to learning facilitator. The responsibility for learning shifts from the teacher to the student. In addition, when students work together, they have the opportunity to critique and revise each other's ideas and can respond to guidance. Gillies and Ashman (2003 : 12) stated that "when children interact together, they have opportunities to model their thinking, reasoning and problem-solving skill on each other, receive feedback, and as a result socially construct new understandings, knowledge and skills".

As mentioned above, cooperative learning will be used as one techniques in designing teaching-learning processes, the review of literature related to cooperative learning was present in the next section and was divided into five domains: 1) What is cooperative learning, 2) The benefits of cooperative learning, 3) Elements of cooperative learning methods, 4) Methods of cooperative learning, and 5) Research on cooperative learning.

#### **What is Cooperative Learning?**

Johnson, Johnson, and Holubec (1992 : 13) defined cooperative learning as " the instructional use of small groups so that students work together to maximize their own and



each other's learning". Jacobs and Power (2002 : 9) defined cooperative learning as "principles and techniques for helping students work together more effectively. Educational Research Service (1990 : 1) identified that cooperative learning is a method of classroom instruction in which students are placed in small groups and work together to achieve a common goal. According to Slavin (1994 : 5), cooperative learning methods are practical classroom techniques, students work in small groups to help each other learn. National Research Council (1997 : 16) stated that "cooperative learning is an instructional technique in which students work in groups to achieve a common goal, to which they each contribute in individually accountable ways".

For this study cooperative learning is defined as learning method in which students are arranged in small groups to help each other learn the assigned materials.

### **The Benefits of Cooperative Learning**

According to Panitz (2003 : Online), several researches have shown the benefits of cooperative learning as follows:

- Cooperative learning promotes critical thinking skills
- Cooperative learning develops oral communication skills
- Cooperative learning encourages student responsibility for learning
- Cooperative learning allows students to exercise a sense of control on task
- Cooperative learning promotes higher achievement and class attendance
- Cooperative learning promotes a positive attitude toward the subject matter
- Cooperative learning increases student retention
- Cooperative learning enhances self management skills
- Cooperative learning promotes innovation in teaching and classroom techniques
- Cooperative learning can be adapted to large lectures involving students in interactive, critical thinking activities during class
- Cooperative learning is especially helpful in motivating students in specific curriculum
- Cooperative learning promotes student-faculty interaction and familiarity
- Cooperative learning creates a stronger support system and builds self esteem in students
- Cooperative learning enhances student satisfaction with the learning experience

### **Elements of Cooperative Learning Methods**

According to Educational Research Service (1990 : 2), all cooperative learning methods require students to perform group tasks. Although there are significant differences among the various methods, they share these general characteristics:

- Classes are divided into small groups with 2 to 6 members.
- Groups have an interdependent structure with high individual accountability.
- Clearly defined objectives are specified for the groups.
- A cooperative environment and a reward system are present within the group.
- Students support each other's efforts for achievement.
- There is a monitoring of group member behavior.

Cooperative learning is the instruction that involves students working in teams to accomplish a common goal, under conditions that include the five essential elements, identified by Johnson, Johnson, and Smith (1991).

- 1. Positive interdependence.** Team members are obliged to rely on one another to achieve the goal. If any team members fail to do their part, everyone suffers the consequences.
- 2. Individual accountability.** All students in a group are held accountable for doing their share of work and for mastery of all of the material to be learned.
- 3. Face-to-face promotive interaction.** Although some of the group work may be parceled out and done individually, some must be done interactively, with group members providing one another with feedback, challenging one another's conclusions and reasoning, and perhaps most importantly, teaching and encouraging one another.
- 4. Appropriate use of collaborative skills.** Students are encouraged and helped to develop and practice trust-building, leadership, decision-making, communication, and conflict management skills.
- 5. Group processing.** Team members set group goals, periodically assess what they are doing well as a team, and identify changes they will make to function more effectively in the future

### **Methods of Cooperative Learning**

Henley (2003 : Online) studied the methods of cooperative learning from several studies of Slavin ,(1986), Aronson, (1978) Johnson & Johnson, (1987), and Kagan, (1994), and he pointed out that there are many variations within the cooperative learning model. Some of the more popular models include the following five approaches:

- 1) Student Teams-Achievement Division (STAD) was composed of students in mixed-ability teams. Students within these teams work together to master the material. Students might use a variety of methods to master the material, such as quizzing each other, worksheets, and/or manipulative. Individual learning is still expected, often by taking a test at the end of the team study period.
- 2) Teams-Games-Tournament (TGT) was the first cooperative learning method from John Hopkins University. Almost identical to the STAD model, TGT differs only in the fact that the end-of-the-instructional-time quiz is replaced with end-of-the-week tournaments. Students compete in teams of three against students with similar abilities at “tournament tables.” As with STAD, students can bring back points to their team that can be used for various extrinsic rewards as determined by the teacher or agreed upon by the group.
- 3) Jigsaw is the approach in which students are divided into six-member teams. Each team member is given a particular section out of a text or some other piece of an academic unit. For example, after each member reads his/her section, these members join with other members who have the same assignment to form expert groups. Within these expert groups, students discuss various strategies that will help teach the material to fellow team members within the original six-member group. Students are highly motivated to listen to peer teachers because the only way they have access to the information is through the peer. An adaptation of the Jigsaw was developed by Slavin (1986) at Johns Hopkins University. Called Jigsaw II, Slavin’s variation places students in four- to five-member teams as in TGT and STAD. Instead of students having different assignments, all students are given the same narrative (i.e., book, short story, etc.) to read.
- 4) Learning Together methods were developed around the idea of having teams of four to five students turn in one assignment as a group project. The group then receives the praise and/or reward. Johnson and Johnson’s method advocates a

team-building approach and provides time for lots of discussion and reflection on how team members are interacting and functioning as a group.

- 5) Spencer Kagan's methods for cooperative learning share many characteristics with Slavin's and Johnson and Johnson's. However, Kagan stated that in 1985 he moved from seeing a cooperative learning lesson as one which implemented a structure to seeing the lesson as composed of structures. Thus, the cooperative learning structures became the building blocks of a lesson. He described his cooperative learning structures as a content-free way of providing learning activities for students. Kagan placed content into a structure to create a learning activity. In this way, a teacher may change the content and have a completely different learning activity. Kagan's content-free approach has provided a very user-friendly way for teachers to implement the tenets of cooperative learning.

### **Research on Cooperative Learning**

Many researches showed that using cooperative learning is beneficial to students. The following researches provide some examples that confirm this statement. The research on cooperative learning environments has generally focused upon several well-developed classroom structures.

Research on cooperative learning conducted during the past three decades in several countries has consistently documented the positive effects of cooperative learning and its contribution to the improvement of students' skills in reading, arithmetic, the acquisition of a second language, and the study of the social and natural sciences (Gillies; & Ashman. 2003 citing Foley; & O'Donnell 2002; Shachar; & Sharan. 1994; Slavin; & Madden. 1999; Savin; et al. 1996).

In 1981, Johnson and colleagues published the results of a meta-analysis they conducted on 122 studies that examined the effects of cooperative, competitive and individualistic learning on achievement. The results showed that cooperation promotes higher achievement and productivity than interpersonal competition or working individually, and that these results were consistent across all subject areas (language arts, reading, mathematics, science, social studies, psychology, and physical education), for all age groups (elementary, secondary, college, adult), and for a variety of cognitively challenging tasks (Gillies; & Ashman. 2003). In a review of sixty studies of cooperative learning conducted in elementary and secondary schools between 1972 and 1987, Slavin (1989)

found that cooperative learning might be an effective means of increasing student achievement.

Recently, there are many studies to confirm that cooperative learning is an effective teaching strategy that can enhance achievement and socialization among student and contribute to improve attitudes towards learning and working with others. For example, Basamh (2002 : Abstract) investigated the attitudes of principals and teachers toward implementing cooperative learning methods at girls' private middle schools in Jeddah, Saudi Arabia. The results of this study indicated that the overall attitudes of principals and teachers toward implementing cooperative learning methods were positive.

Barbato (2000 : Abstract) compared the effects of traditional and cooperative methods of teaching on the mathematical achievement, attitudes, and course enrollment plans of 10th-grade students. The result shows that the class taught cooperatively had significantly higher mathematics achievement and showed more positive attitudes toward mathematics than the traditional group.

Flynn (1999 : Abstract) had incorporated cooperative learning into the chemistry classroom to see if students retained information better and thus had a better feeling toward science as well as themselves as learners. The result showed positive differences in student achievement when compared to the previous year. By using the cooperative learning process, students became more comfortable communicating with others and seemed more secure in their abilities. The process also involves a change in the teacher's role from lecturer to facilitator to organize groups and to encourage working together. This study used data from student tests as well as several surveys of the students as evaluative tools. The findings were that cooperative learning does increase the students' understanding of the material, retention of knowledge, and makes them feel better about themselves and school.

According to Lindsay (1999 : Abstract), three seventh-grade general science classes were examined in order to explore the implementation of cooperative learning in middle level science classes. This qualitative study investigated several different cooperative learning activities and their perceived effectiveness through the use of group surveys, observation, and individual interviews. The results suggest that cooperative learning is particularly beneficial for science.

Natkanya Jarearnkietboworn (2004: Abstract) studied mathematical problem-solving abilities in "functions" of the second-year vocational students before and after the experiment through cooperative learning. The one-group pretest-posttest design was used

in this study. The results showed that the students' mathematical problem-solving abilities after using cooperative learning were higher than that before using cooperative learning at the .01 level of significance.

Nilubol Seetape (2003 : Abstract) studied the effect of Cooperative Learning on English Reading Achievement and the students' behavior toward cooperative learning used in English classroom. The subject was a ninth-grade student in Thailand. The experimental design was a one-group pretest-posttest design. The result indicated that the posttest scores after learning English reading using cooperative learning were higher than the pretest scores at the .05 level of significance. And most of the subjects displayed very good behavior in cooperative learning in their tasks and their behavior had positively developed.

In addition, the research studies of Prakaykaew Praekhoksong. (1998) and Rattnan Mitrejit. (1994) supported cooperative learning as an effective way to increase the student learning achievement and students' behavior in learning and working in group.

From reviewing the related literature it was found that cooperative learning is an effective way to stimulate students to become more interested in the subject, thereby acquiring a better comprehension of what they had studied. In addition, the many studies showed that students had developed social skills and a feeling of self-esteem. For these reasons, cooperative learning was used for designing the teaching-learning process of the lesson plans in this curriculum.

The methods of cooperative learning used in this study are *Learning Together (LT)*, and *Group Investigation (GI)* in which students work together in small groups on the assignments such as group reports, group presentations and designing posters, brochures and bulletin boards. Students were taught to set group goals, share roles, divide task, and communicate face to face. Students worked together and exchanged ideas. During lesson, desks or table were arranged to facilitate face to face interaction.

The role of the teacher was to offer more ideas, feedback, encouragement, and suggestions to groups to enhance their learning. The teacher should give the whole class directions for the learning task before students break into groups. The teacher teacheed students the behaviors, which were useful for effective group working. The teacher should plan ahead to have the materials available for students. In addition, the teacher checked the understanding of groups, helped students summarize their learning, encouraged thinking, and provided instructional materials. While students were working, the teacher walked around the room, paying attention to each person in each group. Asking the students to think in advance about the questions can effectively motivate them to watch for

the answers in the rest of the class period. Teachers may need to describe the expected social interaction behaviors and attitudes of students and to assign particular students specific roles to ensure that they consciously work on these behaviors in their groups. The teacher should talk to the students about cooperative learning using the information handouts.

## **2) Problem Solving**

The purpose of using problem solving was to give students experience in identifying and resolving a problem. Teaching by using problem solving could help student develop analytical and thinking skills. The problem-solving approach to teaching is an effective way to improve student achievement. Using problem-solving method will make students active participants in learning (Lambros. 2002 : 8). In addition, Weir (1974 :16) pointed out that a significant proportion of classroom time in science is spent on problem-solving activities. A constant emphasis on problem-solving techniques can help students realize that thinking is a skill, which can be developed and improved.

In order to gain ideas in designing the draft curriculum, the following relevant literature will be reviewed in the next section: 1) What is problem solving?  
2) The process of using problem solving, and 3) Research on problem solving.

### **What is Problem Solving?**

Mills and Dean (1958 : 2) identified the definition of problem solving as “problem solving is both a way of thinking and a method of teaching”. According to Vaidya (1968 : 52), definitions of problem solving vary from the “simple finding of exception” to “formal reasoning of a complex nature”. Problem solving has also been defined as “combining the essentials of two isolated experiences” or as “the integrated activity of perceptions, memory, recall, association, generalization and reconstruction of ideas”. Meanwhile Woods; et al. (1975 : 238-243) defined problem solving as the process of obtaining a satisfactory solution to a novel problem, or at least a problem which the problem solver has not seen before.

### **The Process of Problem Solving**

The problem-solving method of teaching incorporates problem-solving activities, but places the responsibility for learning on the student. It requires teachers to move from the

traditional instructional model to one that engages teachers and students as partners in learning, with the teacher functioning in the role of facilitator or coach rather than leader or all-knowing authority. It requires the use of problems that have real meaning to students, thus motivating them to reach a solution.

The problem-solving approach to teaching and learning has evolved from the theories of John Dewey. It has been used especially in agricultural education as a way to relate classroom learning to real-life situations or problems. According to Brown (2003), the traditional method of problem solving for decision making reflects Dewey's five-step model for learning, expanded to six steps: (1) identification of the problem situation: What is happening?; (2) definition of the problem: What must be done?; (3) search for information: What do we need to know?; (4) analysis of data: What are the important considerations?; (5) testing possible solutions: What will happen if this action is followed?; and (6) conclusion: What action is most promising?

The problem-solving approach has been used with success in teaching many disciplines, e.g., medical, environmental, business, social science, and so forth. Crucial to its success in improving student achievement is the use of problems that are relevant and meaningful to students (Dyer; & Osborne. 1996 : 43-51). Mill and Dean (1958 : 2) described the use of problem solving as a method of teaching, which has three conditions:

- 1) The problem to be solved is adapted to the students' maturity and experience;
- 2) The students have had analogous previous experience and must possess related information needed for the solution, or they must know how to proceed to get this information; and
- 3) The students are interested in solving the problem.

Polya suggested four steps in solving problem as follows: 1) Understanding the problem, 2) Devising a plan, 3) Carrying out the plan, and 4) Looking back on the completed solution (Vaidya. 1968. 52-57; citing Polya. 1945). The Center for Instructional Development and Research of the University of Washington (2003 : Online) defined steps for teaching problem solving to help students organize the data, define the problem and identify key issues. In this stage, teacher might ask students to:

- frame the problem in their own words,
- define key terms and concepts,
- determine statements that accurately represent the given problems,
- determine what information is needed to solve the problem.



A few different ways that teachers can introduce a problem to students includes:

- demonstrating a problem solution by systematically explaining each step and its rationale,
- asking the students how they would approach solving the problem,
- asking the students to help solve the problem by posing questions at key points in the process,
- having the students work together in small groups (3 to 5 students) to solve the problem, and then have the solution presented to the rest of the class.

According to Weir (1974 : 17), most writers on problem solving agree that the process takes an appreciable amount of time and proceeds through certain stages:

- 1) Statement of the problem;
- 2) Defining the problem by distinguishing essential features;
- 3) Searching for and formulating a hypothesis; and
- 4) Verifying the solution.

### **Research on Problem Solving**

Faubion (2001 : Abstract) investigated methods of teaching mathematical problem-solving strategies to middle school students from the perspective of a student-teacher in a seventh grade math classroom. The findings revealed that once students are experienced with problem-solving strategies, they could recognize the appropriate strategies to use when they encounter new problems.

Matheus (2000 : Abstract) described and analyzed instructional strategies used by a sixth-grade class with emphasis on problem-solving processes through integrated-content social studies. Data collection and research methods interrelated social studies activities and problem-solving processes through examination of instructional materials, teacher and student interviews, and classroom observations. Findings of the study showed evidence of connecting pathways fostering problem-solving skills that participants could apply across disciplines and beyond the classroom.

Gawthrop (1990 : Abstract) evaluated the effects of the 'Problem Solving' in ethics teaching on the quality of ethical decision making. The data suggest that the 'Problem Solving' approach in teaching ethics is an effective method of fostering quality ethical

decision making, and that the workshop format is an effective way of imparting the information on this approach.

Phodchanart Buakheo (1992 : Abstract) compared the study of eighth-grade students' academic achievement in Ethics and self analysis between two groups of students through the Problem Solving Instruction with Yonisomanasikan and through the teacher's manual of the Supervisory Unit, General Education Department. The randomized control group pretest-posttest design was used in this study. The result showed that the achievement between the experimental group and the control group was significantly different at .01 level. The self analysis development of the experimental group increased significantly after the lessons at .01 level.

Kontharot Roswan (1996: Abstract) developed a teaching model of mathematics problem solving and investigated the effectiveness of the teaching model on " Addition and Subtraction" of first grade students in the pilot school of the Center for the Gifted and Talented. The research design was randomized control group posttest-only design. The findings showed that the effectiveness of the teaching model of mathematics problem solving was 92.96/80.33 which was higher than the criteria, 80/80.

As mentioned above, many researches showed that problem solving is a technique which helps students to develop problem-solving skills. Problem solving can become the process that enhances students' thinking and decision-making. For these reasons, problem solving was a part of instructional techniques in this curriculum.

The purpose of this approach was to have students consider and reflect upon a variety of problems that can take place in the context of the topic under consideration in the course. In this study, the class was divided into small groups of four to five students to solve problems. Each group was provided worksheets or assignments including the problem situations and questions, and then students in each group work together to solve problems. The problems in each worksheet were adapted from articles in newspaper, magazine and Internet. Each problem situation related to the content of learning unit such as household chemicals, contaminants in foods, and the impact of chemicals on health and environment.

In this study, the problem-solving process that students used in learning activity was adapted from the process of problem solving of Weir (1974 : 17) consisting four main steps: 1) Statement of the problem, 2) Defining the cause of the problem, 3) Searching and formulating a plan to solve the problem, and 4) Summarizing the result of problem solving and applying in daily life.

### **3) Teaching by Questioning**

Questioning is one of the most popular modes of teaching. Using questioning during a class can stimulate thinking, assess student progress, motivate students to pay attention, maintain classroom control, provide repetition, emphasize key points, and many more things. McMilland (2004 : 116) stated that “teachers use questions for five major purposes: to involve students in the lesson, to promote students’ thinking and comprehension, to review important content, to control students, and to assess student progress”. Questions serve as a teaching tool by which instructors manage and direct learning, test student understanding, and diagnose problem areas.

Asking questions helps students develop cognitive abilities and critical thinking skills. It also helps to promote classroom discussion by taking the focus off the instructor and encouraging student to student interaction.

To gain useful information for designing teaching-learning processes, the related literature on questioning was reviewed under four domains: 1) What is a good question?, 2) How to ask question that foster student achievement, 3) Levels and types of questions, and 4) Research on teaching by questioning.

#### **What is a Good Question?**

Sanders (1966 : ix) stated that "Good questions recognize the wide possibilities of thought and are built around varying forms of thinking. Good questions are directed toward learning and evaluative thinking rather than determining what has been learned in a narrow sense". Asking good questions fosters interaction between the teacher and students. High-level-cognitive questions can be defined as questions that require students to use higher order thinking or reasoning skills. By using these skills, students do not remember only factual knowledge but also use their knowledge to solve problem, to analyze, and to evaluate (Sanders, 1966).

#### **How to Ask Questions That Foster Student Achievement**

In a research review on questioning techniques, Wilen and Clegg (1986 : 23) suggested teachers employ the following research supported practices to foster higher student achievement:

- phrase questions clearly
- ask questions of primarily an academic nature

- allow three to five seconds of wait time after asking a question before requesting a student's response, particularly when high-cognitive level questions are asked;
- encourage students to respond in some way to each question asked;
- balance responses from volunteering and nonvolunteering students;
- elicit a high percentage of correct responses from students and assist with incorrect responses;
- probe students' responses to have them clarify ideas, support a point of view, or extend their thinking;
- acknowledge correct responses from students and use praise specifically

### **Levels and Types of Questions**

Questions can be categorized in a variety of ways. A familiar categorical structure is provided by Benjamin Bloom's taxonomy of objectives in the cognitive domain.

Bloom's taxonomy is a hierarchical system of ordering thinking skills from lower to higher. Table 4 shows the levels of the taxonomy, a brief explanation of each one, and examples of questions, which require students to use thinking skills at each level (Division of Instructional Development. 2003 : Online).

TABLE 4 QUESTION TYPES BASED ON BLOOM'S TAXONOMY

QUESTIONING CATEGORY	BLOOM'S CATEGORY	STUDENT ACTIVITY	TYPICAL STEM WORDS
LOWER LEVEL	Knowledge	Remembering: Facts, Terms , Definitions Concepts , Principles	What? , List Name, Define Describe
	Comprehension	Understanding the meaning of material	Explain Interpret Summarize Give examples ... Predict, Translate
	Application	Selecting a concept or skill and using it to solve a problem	Compute, Solve Apply, Modify Construct
HIGHER LEVEL	Analysis	Breaking material down into its parts and explaining the hierarchical relations.	How does ... apply? Why does ... work? How does ... relate to ..? What distinctions can be made about ...and...?
	Synthesis	Producing something original after having broken the material down into its component parts.	How do the data support ...? How would you design an experiment which investigates...? What predictions can you make based upon the data?
	Evaluation	Making a judgment based upon a pre-established set of criteria.	What judgments can you make about ...? Compare and contrast ...criteria for ...?

### **Research on Teaching by Questioning**

This section of the literature review focused on the research on teaching by questioning. Many research studies suggest that questioning is one technique of an effective teaching. Teaching by questioning helps students have better understanding and retention. Questioning stimulates students to seek information on their own, encourages discussion, and also encourages students to think more deeply and critically. In addition, asking effective questions at various levels can enhance student learning and help students to develop thinking processes (Goossen. 2002; Riley.1991; Green;1983). For example, Goossen's research (2002 : Abstract), the inquiry-based instruction of middle-school science lessons were observed, and questioning and response strategies were identified. The analyses indicated several questioning strategies of teachers that were related to inquiry teaching and learning and might be used as indicators of inquiry teaching in middle school science lessons. Asking higher-level cognitive questions can be an important facet in the effective teaching and learning of science.

Kittichai Suthasinobol (1998 : Abstract) investigated the science learning achievement and science process skills of fourth grade students who received the instruction through the use of teacher's questioning techniques. The randomized control group pretest-posttest design was used in which the experimental group was taught through using teacher's questioning techniques while the control group was not. The result of this study indicated that the science achievement mean and the science process skill mean of the experimental group were significantly higher than those of the control group.

Riley (1991 : Abstract) examined the impact of quality questions by a home economics teacher on the critical thinking abilities and achievement test scores of twelfth grade high school students. The experimental design included an experimental group taught with the use of questioning techniques and a control group taught in a traditional manner. Findings confirmed the questioning technique did improve critical thinking ability of the experimental group.

Green (1983 : Abstract) developed a questioning strategy based on Bloom's taxonomy for use with thematic studies in literature for the secondary school. By using all levels of questioning, so as to require students to interact with the subject matter, the teacher helps the student to practice thinking processes. Not only the levels of thinking are important, but also the organized sequence of questions will lead to optimal learning. This study revealed

that classroom teachers could use questioning strategies to teach all levels of thinking, lead students toward generalizations, and aid students in retention.

For these reasons, teaching by questioning was used as instructional techniques. The purposes of instructional techniques using questions were to assess background knowledge, provoke a class discussion, emphasize a point, introduce a new topic, see if students have read the textbook, motivate students thinking, and to correct a misconception or to lead students to a better understanding. Questions were asked at the beginning of a lesson, during a lesson, and after a lesson. Questioning were used continuously in an informal way during instruction to monitor student understanding and to motivate thinking and communication skills as well as to promote classroom discussion.

#### **4) Small Group Discussion**

The purpose of using small group discussion was to promote an exchange of information and ideas among members of a group or class. Many research studies conducted on group learning have shown small group discussion to be an effective instructional method (Slavin. 1992; Johnson,D.W; & Johnson, R.T. 1987). Small group discussion helps students to pay attention and think more actively in learning (MaKeachie. 2002 : 31). In addition, McMilland (2004 : 116), pointed out that “discussions are used to promote student questioning and exchange ideas and opinions to clarify issues, promote thinking, generate ideas, or solve problems”. Orlich et al,. (1998 : 257) pointed that using small groups is one of the best ways to promote student autonomy, cooperation, and learning in classroom.

Small group discussion is an effective way for many students to develop their theoretical frameworks and to learn problem-solving skills as they try out their own ideas on other students and the instructor. Students must learn to explain in their own words about what they are thinking and doing. Students are more motivated to prepare for a class in which they are expected to participate actively.

Therefore, small group discussion was used as one technique for this curriculum. The relevant literature to small group discussion was reviewed in the next section, which divided into three domains: 1) Elements of a small group discussion, 2) Planning and guiding discussion, and 3) Research on small group discussion.

### **Elements of a Small Group Discussion**

- A small number of students (preferably six to eight) meeting together
- Recognition of a common topic or problem
- Introduction, exchange, and evaluation of information and ideas
- Direction toward some goal or objective (often of the participants' own choosing)
- Verbal interaction, both rational and emotional

The discussion method requires the teacher to develop a viewpoint and to tolerate and facilitate the exchange of a wide range of ideas. Discussion is an active process of student-teacher involvement in the classroom environment. Discussion allows a student to discover and state a personal opinion or perspective, not merely to repeat what the teacher or text has already presented. In discussion groups, students are active learners.

### **Planning and Guiding Discussions**

National Research Council (1997 : 14-15) defined the elements of discussion that teachers have to consider for using discussion in the classroom:

- Decide on the goals of class discussion. What does the teacher expect the students to get from each class session such as concepts, problem-solving skills, decision-making skills?. The ability to make connections to other disciplines or to technology or broader perspective. The teacher should keep in mind that the goals may change as you progress through the material during the quarter or semester.
- Explain to the students how discussions will be structured. Will the discussion involve the whole class or will students work in smaller groups? Make clear what the teacher expects from them about the questions at the end of the chapter.
- If the teacher wants students to discuss questions and concepts in small groups, explain to students how the groups will be formed.
- Do not allow a few students to dominate the discussion. Some students will naturally respond more quickly, but they must be encouraged to let others have a chance. Be sure that all students participate at an acceptable level.
- Look for opportunities for teacher or students to bring to class mini-demonstrations in order to illustrate important points of the day's topic. This is a very effective way to stimulate discussion.



- Be willing to adjust to the needs of students and to take advantage of strengths as a teacher. Watch for signs that the students need more or less guidance.

### **Research on Small Group Discussion**

According to Valdes (2000), hands-on learning through the use of tools or manipulative representative of science concepts has long been an important component of the middle school science curriculum. He investigated how the use of tools by students engaged in small group discussion about the concept of electrical resistance and the explanations that accompany such use leads to improved understandings of the concept. The study found that the important implications of this study for teaching are that (1) teachers should group students heterogeneously and should monitor students' small groups to insure that students are producing content-oriented discussion, and (2) students should be allowed to manipulate tools that allow experimentation as students build understandings and promote communication.

Windschitl (1999 : 23-27) examined professors' use of small-group discussions in science lectures. Participants were two professors and their students at a large midwestern university. Results revealed that the two professors generally adhered to the basic elements of the in-lecture discussion design. A majority of the students indicated that the small-group discussions helped them in understanding the class material, made learning more enjoyable, and made the time valuable.

Brice (1998 : Abstract) investigated student discourse within the context of an issues-centered global study course in order to describe how students participate in discussions of public issues and the nature of their discussions. The study suggested that recognizing the multiple forms and functions of talk within a group's discussion can help educators assess a group's interaction and identify ways to support students' development in communicative skills which is necessary for participation in deliberative democratic discussion.

From reviewing the related literature, teaching by discussion can be an effective instructional technique of helping students apply abstract ideas and think critically about what they are learning. In fact, studies showed that discussions build students' problem solving skills more effectively. The advantages of discussion teaching include helping students develop higher-order reasoning skills such as analysis, synthesis, and evaluation, as well as developing motivation and enthusiasm for a subject. Students can improve their communication skills and presentation skills through small group discussions and provide a

chance for the group members to learn from each other so that those weaker members can learn from the stronger members within the group. Within the group, students were encouraged to ask questions to each other and discussed the topic together. Students from different backgrounds have different viewpoints on the same issue so that they can learn from each other through small group discussion. From this technique, they also learned to organize and present their ideas. For these reason as mentioned above, small group discussion was used in designing the lesson plans in this study.

In designing the teaching-learning processes of the lesson plans, students work in small groups of four or five. Students worked together to complete worksheet. The students received a handout with the discussion questions and group activities. All students in each group discussed and gave their opinions within their group. As for this assignment, students presented their ideas on a topic. Students from each group presented their work from the small group discussion. The students of each group were asked to give an oral presentation in front of the class after discussion. Other students were enhanced to ask questions about the topic, its scope and feasibility, and make criticisms or suggestions.

The role of the teacher was to provide worksheets and materials for each group, introduced students to small group activities and group assignments. The teacher should demonstrate ways to conduct conversations and ways to store information as well as explain to students how to converse and discuss with the learners how to work together e.g., how the group will make decisions; set ground rules. Teacher should facilitate the learners' active participation, invite learners to process and summarize what occurs during the session, and ask them to discuss with their peers in small groups during the lesson so that they can get more ideas and have a better understanding of the topics. The teacher may assign students' role in each group to keep the discussion going smoothly. Some of the roles might be: question asker, encourager, note taker, reporter, timekeeper.

#### **4. The Literature on “Chemicals in Daily Life”**

The rapid economic growth and use of modern technology have resulted in the expansion of chemical use in both occupational and household settings. Many of the chemical products that are used in everyday life can be deemed to be hazardous substances. They are products used in cleaning, home improvements, automobile maintenance, lawn and garden care, hobbies, and a variety of other tasks such as cleaning agents, mirror cleaners, bleach cleaners, degreasers, automotive products, bug sprays,

household batteries, paint, pesticides, herbicides, fertilizers, and insecticides (Chayakul; & Silkavute. 2003 : Online; Norwegian Pollution Control Authority. 2003 : Online). The improperly handled hazardous products can harm human health and the environment.

Hazardous chemicals can get into the human body in different ways depending on the substance and how it is used. The major routes of exposure to hazardous substances are: by breathing in the substance (inhalation); absorption through the skin (dermal); and accidental swallowing (ingestion), for example by eating or smoking with contaminated hands. Hazardous substances may cause immediate or long-term health effects. Exposure to these substances may result in poisoning, irritation, chemical burns, sensitization, cancer, birth defects or diseases of certain organs such as the skin, lungs, liver, kidneys and nervous system. The severity of the health effects depends on the substance and the dose absorbed. Hazardous substance may cause the following symptoms: dry or burning mucous membranes in the nose, eyes, and throat; sneezing; stuffy or runny nose; fatigue or lethargy; headache; dizziness; nausea; irritability and forgetfulness. The use of man-made chemicals, such as pesticides, has increased substantially over the last several decades. Exposure to dangerous chemicals can lead to a range of consequences, from the development of cancer and chronic respiratory diseases, to death.

Chemicals can affect the environment. Using improper chemicals from various sources such as industrial sector, agriculture sector, and consumption have resulted in environmental problems, such as air pollution and water pollution. Environmental pollution can hurt animals and humans. It can cause health problems. There are hundreds of pollutants that float around in the air (United States Environmental Protection Agency [EPA], 2003 : Online)..

Pesticides are chemicals designed to kill living organisms. Pesticides include insecticides, herbicides, fungicides, wood preservatives, and disinfectants. All household pesticides have some degree of toxicity and the potential to harm human health and the environment. The impact of pesticides is present in the environment, where the residue of pesticides is found in living tissues, soil, air and water supplies around the world. Pesticides can spread through the environment from consumption. Excess amounts of pesticides applied to gardens and lawns can run off and contaminate streams, rivers and groundwater. When thrown away with household trash or poured down drains, pesticides may be released into the air, soil, surface water or groundwater. These pesticides are poisons when used improperly or without sufficient knowledge of their effects, endanger humans, animals

and the environment. Moreover, hazards are created by residues from persistent organic pollutants (POPs) that build up in the food chain and contaminate the environment.

The Basic Education Curriculum B.E. 2544 (A.D.2001) has provided a framework for development of the school curriculum. The subject of science consists of 8 substances. In this study, the researcher focused on substance 3: Property of matter, standard 3.2 topic 4, which related to the chemicals in daily life and the Impact of Chemicals on health and environment. The contents of the curriculum consist of seven learning units:

Unit 1 : Household Chemicals

Unit 2 : Hazardous Substances

Unit 3 : Toxic Substance in the Environment

Unit 4 : Pesticides

Unit 5 : Contaminants in Foods

Unit 6 : Hazardous Substance Pollution

Unit 7 : The Impact of Chemicals on Health and Environment

## CHAPTER 3

### RESEARCH METHODOLOGY

The research design of the development a learner-centered science curriculum on “Chemicals in Daily Life” in this study is the Research and Development (R and D) type. The research methodology for this study consists of 7 main stages as follows:

#### **Stage 1: Studying Basic Data**

The purpose of this stage was to investigate and study the relevant literature including the problem situations in order to bring the information for developing the curriculum. This stage was divided into two main steps:

Step 1 : Studying the relevant literature from several documents.

Step 2 : Interviewing the students using focus group discussion.

#### **Stage 2: Curriculum Design**

This stage was the designing step of the draft science curriculum on “ Chemicals in Daily Life” using the information collected from the first stage.

#### **Stage 3: Curriculum Evaluation by Experts**

The draft curriculum was evaluated by five experts to assess the effectiveness of the curriculum regarding the appropriateness and the consistency of the curriculum components. After evaluating the draft curriculum by experts, the draft curriculum was revised according to experts' suggestions.

#### **Stage 4: Conducting a Pilot Study**

A pilot study was conducted to try out the draft curriculum. After conducting the pilot study, the draft curriculum was revised again.

#### **Stage 5: Curriculum Implementation**

The draft curriculum was implemented with the sample group (8<sup>th</sup> grade students) to assess the effectiveness of the draft curriculum.

#### **Stage 6: Curriculum Evaluation after Implementing the Curriculum**

The draft curriculum was evaluated regarding the student learning achievement and the problem-solving ability of students as well as the students' opinions toward the instruction.

#### **Stage 7: Curriculum Revision**

The curriculum was revised again after implementing and evaluating the curriculum. The plan for curriculum development in this study was shown in Appendix N.

The research methodology for curriculum development was summarized as shown in Figure 4.

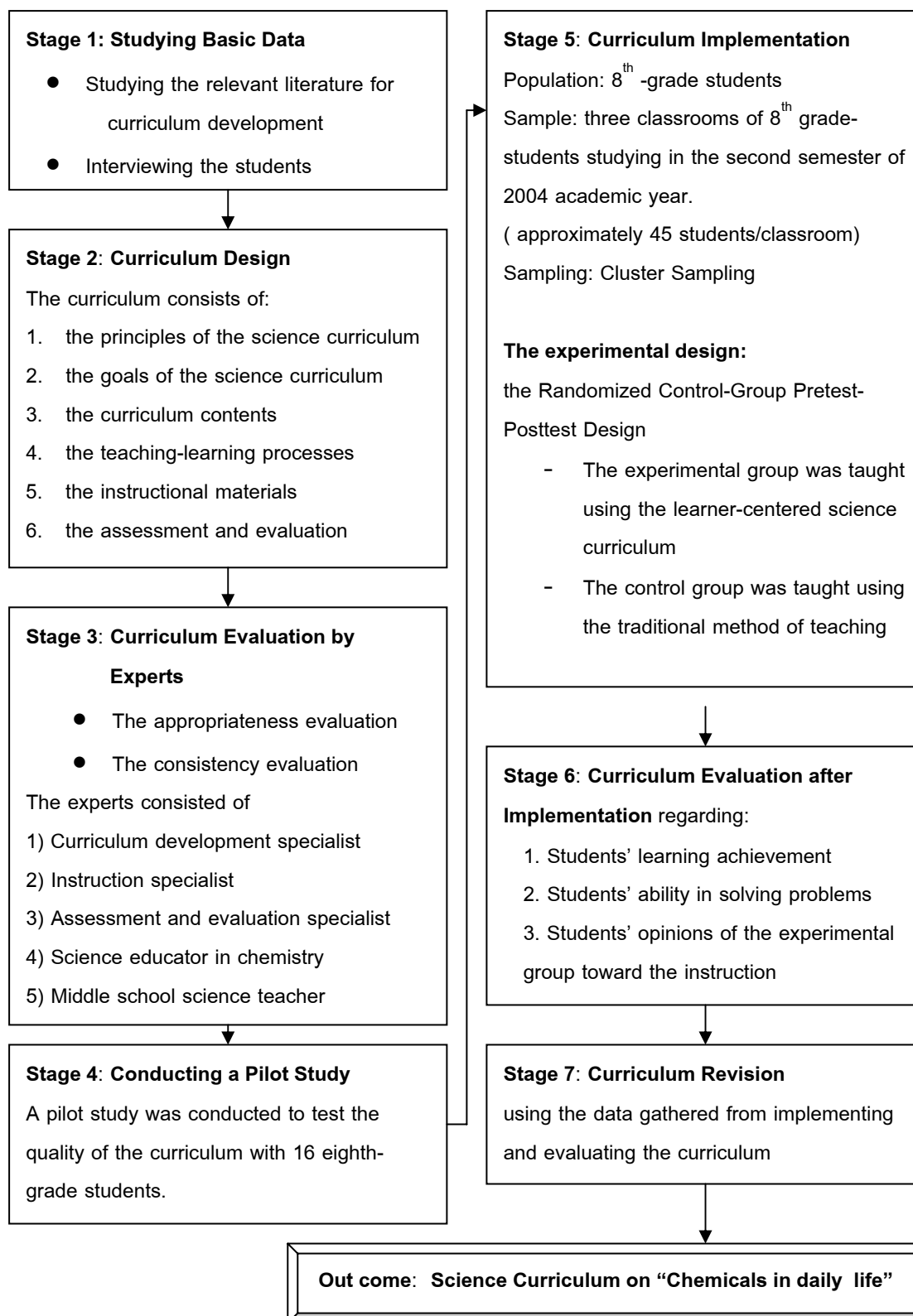


Figure 4 The Conceptual Framework for Curriculum Development

The procedures of each stage were as follows:

### **Stage 1: Studying Basic Data for Curriculum Development**

The purpose of this stage was to study the basic data and problem situations about teaching-learning processes for designing the draft curriculum. This stage was divided into two steps:

Step 1 : Studying the relevant literature for the curriculum development.

Step 2 : Interviewing the students

The following section describes the details

#### **Step 1 : Studying the relevant literature for the curriculum development**

The purpose of this step was to study and investigate the relevant literature about the development of the curriculum such as the National Education Act A.D.1999, Basic Education Curriculum A.D.2001, the science curriculum A.D.1979 (revised A.D.1990), and several research reports such as reform of curriculum and learning in Thailand, the problems about Thai education, the needs of Thai society, as well as studying the documents for use in designing the draft curriculum such as curriculum development, learner-centered approaches, instructional techniques, and assessment. In order to study basic data about the instruction and the science curriculum that teachers were using at the present. The researcher had interviewed three science teachers of Phutthirangsriphibul School using informal interviews. The result of this step was used in designing the science curriculum for this study.

#### **Step 2 : Interviewing the Students**

The purpose of this step was to study the basic data, problems and needs about instruction by interviewing the students using technique of focus group discussion.

##### **Sample Group**

The sample group used in this step was 15 the eighth-grade students of Phutthirangsriphibul School divided into three groups (five students per group). These students were randomly selected from eight classrooms of eighth-grade students. Three classrooms were selected from eight classrooms by lottery method and then five students were randomly selected from each classroom. The selected group was interviewed by using

focus group discussion. The questions developed by the researcher were used for interviewing as shown in Appendix B.

### **The Research Tool**

The research tool for gathering data from students' opinions was the structure interview form, which was developed according to the following procedures.

1. Studying how to construct the interview form from documents and the relevant literature.
2. Formulating the questions for use in the interviews; the questions were divided into five parts:
  - Part 1: The science content about the chemicals in daily life
  - Part 2: The instruction
  - Part 3: The learning materials
  - Part 4: The assessment and evaluation
  - Part 5: The other suggestions
3. The interview form was approved by the dissertation advisors who checked the appropriateness and the accuracy of the questions.
4. The interview form was revised following the dissertation advisors' suggestions.
5. The interview form was prepared and used for interviewing the students.

### **Data Collection and Data Analysis**

The researcher interviewed three groups of students using the interview form that the researcher had developed. The data from interviewing was analyzed and summarized by using the content analysis as shown in Appendix J.

### **Stage 2: Curriculum Design**

The purpose of this stage was to design the draft science curriculum on "Chemicals in Daily Life". The components of the curriculum consist of:

- 1) The principles of the curriculum
- 2) The goals of the curriculum
- 3) The curriculum content
- 4) The teaching-learning processes
- 5) The instructional materials
- 6) The assessment and evaluation



Designing the draft curriculum in this study consisted of seven main steps as follows:

### **Step 1: Assessment of the Learners' Needs**

The purpose of this step was to analyze the basic data, the problems and needs of the learner. The data gathered from the Stage 1 were used to analyze the learners' needs such as the science content, the instruction, and the instructional materials including general information on students such as current proficiency level, age, educational background, previous learning experiences, the problems in learning, educational and life goals.

### **Step 2: Formulation of the Principles of the Curriculum**

The principles of the curriculum was set by considering the basic data, the problems and needs of learners, and Thai society. The principles of the curriculum were determined in line with the 1999 National Education Act, the Basic Education Curriculum A.D.2001 and the concept of learner-centered approaches.

### **Step 3: Formulation of the Goals of the Curriculum**

The curriculum goals were formulated in order to provide a framework for choosing what to teach and help to understand the scope of the curriculum. Formulation of the goal has to be consistent with the principles of the curriculum, the problems, and necessity of this study regarding the goals of the National Education Act A.D. 1999, the goals of the Basic Education Curriculum A.D.2001, and also with diagnostic data of the needs of the learners.

### **Step 4: Selection and Organization of the Curriculum Content**

The selection of the curriculum content was based on the Basic Education Curriculum A.D.2001. The Basic Education Curriculum in science subject was analyzed regarding leaning standard, learning substances, expected learning outcomes as well as other themes that related to designing the content of the curriculum. The curriculum content in this study is in the subject of science, Substance 3: Properties of Matter, standard 3.2, topic 4 for lower secondary students (grades 7-9) which is about " Chemicals in Daily Life". After selecting the topic of curriculum content, the next step was to gather information about content area regarding the expected learning outcomes, the potential of learners, ages, grade level, previous instructional experiences of the students as well as considering the available instructional materials. Framework of content of the science curriculum in this study consisted of seven learning units as shown in Table 5.

TABLE 5 LEARNING UNIT FOR THE SCIENCE CURRICULUM

### Learning Unit

**Subject:** Science

**Unit Title:** Chemicals in Daily Life

**Lesson Plans:** 7 units **The Number of Class Periods:** 19 periods (50 minutes/ period)

Learning Unit	Content	Periods
0. Introduction and pretest	Introduction and pretest	2
1. Household Chemicals	1.1 The meaning of chemicals 1.2 Acid and base 1.3 Household chemicals 1.4 Chemicals in daily life	2
2. Hazardous Substances	2.1 The meaning of hazardous substances 2.2 The characteristic of hazardous substances 2.3 The categories of hazardous substances 2.4 The Symbol of hazardous substances 2.5 How hazardous substances get into human body	2
3. Toxic Substances in the Environment	3.1 Sources of toxic substances 3.2 The categories of toxic substances 3.3 The collection of toxic substances in the environment 3.4 The danger of using the toxic substances	2
4. Pesticides	4.1 The categories of pesticides 4.2 The danger from using pesticides 4.3 The protection from the danger of pesticides	2
5. Contaminants in Foods	5.1 The categories of contaminants in foods 5.2 The sources of contaminants in foods 5.3 The danger of contaminants in foods 5.4 The protection from the danger of contaminants in foods	2
6. Hazardous Substance Pollution	6.1 The sources of pollution from hazardous substances 6.2 The dissemination of hazardous substance to the environment 6.3 The effect of pollution 6.4 The control and protection of pollution	2
7. The Impact of Chemicals on Health and Environment	7.1 The impact of chemicals on health 7.2 The impact of chemicals on the environment	2
8. Posttest	Students do the posttest	2
9. Assessing the students' opinions toward instruction	The students of the experimental group answered the questionnaire	1

### Step 5: Selection and Organization of Instructional Techniques

The selection of instructional techniques has to be consistent with the principles and the goals of the curriculum. The instructional design for this study was based on the learner-centered approach using four instructional techniques: 1) cooperative learning, 2) problem solving, 3) small group discussion, and 4) teaching by questioning. The framework of instructional techniques for lesson plans is shown in Table 6

TABLE 6 THE FRAMEWORK OF INSTRUCTIONAL TECHNIQUES FOR LESSON PLANS

Lesson Plans	Instructional Techniques				
	Cooperative Learning		Problem Solving	Small Group Discussion	Teaching By Questioning
	Learning Together Technique	Group Investigation Technique			
1. Household Chemicals		√		√	√
2. Hazardous Substances	√		√		√
3. Toxic Substance in the Environment		√			√
4. Pesticides			√	√	√
5. Contaminants in Foods			√	√	√
6. Hazardous Substance Pollution	√		√	√	√
7. The Impact of Chemicals on Health and Environment		√		√	√
Total	2	3	4	5	7

### Step 6: Organization of Learning Activities and Instructional Materials

Selection of learning activities has to be consistent with the curriculum content, the objectives of each learning unit, learners' needs and learners' background knowledge. The lesson plans were designed to include the learning materials such as documents for instruction, handouts, worksheets, and evaluation tools.

The lesson plans consisted of eight important components:

- 1) Significant concept,
- 2) Learning objective,
- 3) Topics of content,
- 4) Teaching-learning processes,

- 5) Instructional materials,
- 6) Learning resources,
- 7) Assessment and evaluation,
- 8) Extension activities

The learning unit of this study consisted of seven lesson plans as follows:

Lesson Plan 1: Household Chemicals (2 Class periods)

Lesson Plan 2: Hazardous Substances (2 class periods)

Lesson Plan 3: Toxic Substances in the Environment (2 class periods)

Lesson Plan 4: Pesticides (2 class periods)

Lesson Plan 5: Contaminants in Foods (2 class periods)

Lesson Plan 6: Hazardous Substance Pollution (2 class periods)

Lesson Plan 7: The Impact of Chemicals on Health and Environment (2 class periods)

The example of the lesson plan is shown in Appendix K.

#### **Step 7: Determination of Assessment and Evaluation**

The purpose of assessment and evaluation was to improve student learning, to develop understanding of what students know, understand, and can do with their knowledge as well as to assess the effectiveness of instructional techniques, and to assess and improve the effectiveness of the draft curriculum. Information gathered through assessment helps to determine students' achievement. This information also serves to guide in adapting curriculum and instructional approaches to students' needs. The format of assessment was determined to be consistent with the goals of the curriculum, the content of the curriculum, the teaching-learning processes.

The procedure of assessment and evaluation consisted of:

- 1) The evaluation of students' learning achievement.

The formats of assessment consisted of formative assessment and summative assessment. Formative assessment is undertaken during the class using authentic assessment by a variety of assessment methods such as questioning and asking, observations, worksheets, students' group working, students' group discussion, and students' presentation as well as self-evaluation. The students have to do the self-evaluation form after finishing the instruction in each learning unit. Summative assessment is the test given at the end of the instruction in order to measure achievement or outcomes of the students. The learning achievement of the student was compared regarding the pretest and posttest scores in which the students have to take the test both before and after

the instruction. The evaluation tools consisted of two types of the tests: 1) the learning achievement test and 2) the problem-solving test.

2) The evaluation of implementing the curriculum by considering the students' opinion toward the instruction. The evaluation tools were the self-evaluation form and the students' opinions questionnaire. The self-evaluation form was distributed to the students at the end of the class of each learning unit. The students' opinions questionnaire was distributed to the students in the last class period of implementing the curriculum.

### **The Construction of the Research Tools for Gathering Data**

The research tools used in gathering data consist of:

1. The achievement test
2. The problem-solving test
3. The student opinion questionnaire toward the instruction
4. The student self-assessment form
5. The record form of the instructional result for teachers

The following section described the details of constructing the research tools.

#### **(1) Constructing the Achievement Test**

Constructing the achievement test was proceeded as follows.

**Step 1:** Studying the construction of the achievement test and the relevant documents. Consideration was focus on the purposes of the test, the type of the test, the content of the test, the construction of the test involving item analysis in order to clarify the item discriminability and item difficulty of the test, as well as the validity and reliability of the test.

**Step 2:** Analyzing the curriculum contents and the learning objectives by constructing the analysis table of curriculum regarding the coverage of objectives and content of the curriculum. The test items consisted of four types of questions: 1) knowledge, 2) comprehension, 3) application, and 4) analysis. The analysis table of curriculum is shown in Appendix C.

**Step 3:** Constructing the achievement test on " Chemicals in Daily Life". The test consists of 50 items of multiple-choice questions, each of which has four alternatives and one correct answer.

**Step 4:** The draft test was presented to the three dissertation advisors for their advice on the appropriateness, precision, accuracy, ambiguity and wording of the test. After

that the draft test was revised according the dissertation advisors' suggestions. The test and the test evaluation form (See Appendix C) were offered to the five experts (See Appendix A) for the content validity check and suggestions such as the type of questions, accuracy of the test, wording. The quality of the test was considered from Index of Item Objective Consistency (IOC) obtainable from the achievement test evaluation form.

**Step 5:** Analyzing the IOC index of the test items. The formula used to calculate the IOC index is:

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

Where	IOC	means	Index of Item Objective Consistency
	$\sum R$	means	Summation of experts' opinion marks
	N	means	A number of experts

If the Index of Item Objective Consistency (IOC) of each item of the test is higher than 0.5 that means it can be used in the test. The result of analyzing the IOC index showed that all test items were appropriate and could be used in the test. (See Appendix D).

**Step 6:** Revising the test according to the experts' comments and suggestions.

**Step 7:** Measuring the item difficulty (p) and item discriminability (r) including reliability by trying out the test to the 113 ninth-grade students of Phutthirangsriphibul School who had learned these content.

**Step 8:** Analyzing each item of the test to find out the item difficulty (p) and item discriminability (r) including reliability. The reliability of the test was computed using the formula of Kuder and Richardson formulas 20 (Kuder; & Richardson. 1939 : 681-687). The item difficulty (p) and item discriminability (r) (Cohen; Manion; & Morrison. 2000 : 326) were computed using the following formula:

The formula for the item difficulty is:  $p = A/N$

where  $p$  = the item difficulty

$A$  = the number of students who answered the item correctly

$N$  = the total number of students who attempted the item

The formula for the item discriminability is:  $r = [(A - B) / (N/2)]$

where  $r$  = the item discriminability

$A$  = the number of correct scores from the high scoring group

$B$  = the number of correct scores from the low scoring group

$N$  = the total number of students in two groups

The data were analyzed using computer programs of the Statistical Package for the Social Sciences for Windows version 10.0 (SPSS for Windows version 10.0). The data were used to compute the item difficulty ( $p$ ) and item discriminability ( $r$ ) including reliability as shown in Appendix E. The finding showed that the reliability of the achievement test is 0.82.

**Step 9:** After analyzing data, 30 items of the test that had the item difficulty ( $p$ ) between 0.20-0.80 and item discriminability ( $r$ ) from 0.20 up were selected for use in the achievement test.

The achievement test used in gathering data with the sample groups is shown in Appendix F.

## **(2) Constructing the Problem-Solving Test**

The following steps were the procedure of constructing the problem-solving test.

**Step 1:** Studying the construction of the problem-solving test and the relevant documents. The problem-solving test used in this study was adapted from the method of Weir (Weir. 1974 : 17), consisting of four steps as follows:

- 1) Statement of the problem,
- 2) Defining the cause of the problem,
- 3) Searching and formulating a plan to solve the problem, and
- 4) Summarizing the result of problem solving and applying it in daily life.

**Step 2:** Analyzing the curriculum contents and the learning objectives to design the problem situations.

**Step 3:** Constructing the problem-solving test. The format of the test is an essay test consisting of seven problem situations. Each problem situation consists of four open-ended questions.

**Step 4:** The draft test was offered to the three dissertation committee to check its appropriateness, precision, accuracy, ambiguity and wording of the test. After that the draft test was revised according the dissertation committees' suggestions. The test and the test evaluation form (See Appendix C) were given to the five experts (See Appendix A ) to check on content validity and suggestions were sought. The quality of the test was determined from Index of Item Objective Consistency (IOC).

**Step 5:** Analyzing the IOC index of the test items. The same formula used to calculate the IOC index of the achievement test as shown above was applicable here. If the IOC index of each item of the test is more than 0.5 that means it can be used in the test.

The result of analyzing the IOC index showed that all test items was appropriate to use in the test. (See Appendix D).

**Step 6:** Revising the test according to the experts' comments and suggestions.

**Step 7:** Measuring the item difficulty ( $p$ ) and item discriminability ( $r$ ) including reliability by trying out the test to the 50 ninth-grade students of Phutthirangsriphibul School who had learned these content.

**Step 8:** Analyzing each item of the test to find out the item difficulty ( $p$ ) and item discriminability ( $r$ ) including reliability. The reliability of the test was computed by finding out the Alpha Coefficient of Conbrach. The data analysis was computed using computer programmes of the Item Analysis Program for Essay Item of Sakorn Saengphueng. (Sakorn Saengphueng. 2548. Online). The finding showed that the reliability of the problem-solving test is 0.76. The data reporting of the computed item difficulty ( $p$ ), item discriminability ( $r$ ) and reliability is shown in Appendix E.

**Step 9:** After analyzing data, the items of the test that has the item difficulty ( $p$ ) between 0.20-0.80 and item discriminability ( $r$ ) from 0.20 up were selected for use in the problem-solving test.

The problem-solving test used in gathering data with the sample groups is shown in Appendix F.

### **(3) Constructing the Student Opinion Questionnaire toward Instruction**

The purpose of using a questionnaire was to collect data regarding the students' opinions toward the instruction such as the content of curriculum, learning activities, and the instruction materials. The data from the questionnaire could be used to improve the curriculum, lesson plans, and instructional materials.

The following is the step of constructing the questionnaires.

**Step 1:** Studying documents that related to constructing questionnaires.

**Step 2:** Constructing a questionnaire. The questionnaire consisted of three sections: Section 1 recorded the students' personal information. Section 2 was the five-point scale Likert questionnaire ranging form very high, high, moderate, low, and very low. This section of the questionnaire consisted of 16 questions or statements asking about students' opinions toward the instruction. The statements of the questionnaire in this section were adapted from the student opinion questionnaire developed by the Department of General Education, the Ministry of Education (2542 : 45). Section 3 was open-ended questions



asking students' opinions toward instruction in terms of the content of the curriculum, the learning activity, the instructional materials, assessment and evaluation. Also provide space was provided for additional opinions or other suggestions.

**Step 3:** Offering the draft questionnaire to the three dissertation committees to check the appropriateness of the questionnaire such as the format of the questionnaire, the accuracy of the statement, wording.

**Step 4:** Revising the questionnaire according to dissertation committees' comments and suggestions.

**Step 5:** Trying out the quality of the questionnaire to 16 eighth- grade students who received teaching by the researcher while conducting the pilot study to check ambiguity in the language used in the questionnaire and wording. After that the questionnaire was revised for use in data collection in the stage of curriculum implementation.

The Student Opinion Questionnaire toward Instructions is shown in Appendix G.

#### **(4) Constructing the Student Self-Assessment Form**

The Student Self-Assessment Form was used as an evaluation tool for the instruction. The purpose of using student self-assessment was to have student assess what they have learned after finishing the class of each learning unit. These data could be used to improve the lesson plans and learning materials as well as making the teachers understand the problems that occur during the class.

The procedures of constructing the Student Self-Assessment Form were as follow:

**Step 1:** Studying the related literature on constructing the Student Self-Assessment Form.

**Step 2:** Constructing the Student Self-Assessment Form. The form consisted of five open-ended questions as follows:

1. What have you learned from this learning unit?
2. How do you apply this knowledge in daily life?
3. How did you participated in the class?
4. Do you like the learning activities in this unit? Why?
5. What problems did you find in doing learning activities?

**Step 3:** Offering The Student Self-Assessment Form to five experts to check the appropriateness, and accuracy of questions including wording of the form.

**Step 4:** Revising the Student Self-Assessment Form according to the experts' suggestions.

**Step 5:** Trying out the Student Self-Assessment Form to 16 eighth-grade students who received teaching by the researcher while conducting the pilot study. After that the Student Self-Assessment Form was revised for use in data collection in the stage of curriculum implementation. The Student Self-Assessment Form is shown in Appendix G.

### **(5) Constructing the Record Form of the Instructional Result for Teachers**

The Record Form of the Instructional Result was used by the teachers who taught the experimental groups. After teaching in each unit, the teachers recorded the result of instruction, the problems that occurred during the instruction, comments, and suggestion for improvement of lesson plans. These data could be used to revise the lesson plans and instructional materials.

The procedures of constructing the Record Form of the Instructional Result for Teachers were as follows:

**Step 1:** Studying the relevant literatures to constructing the Record Form of the Instructional Result

**Step 2:** Constructing the record form. The form consisted of three open-ended questions asking about the instructional result and the problems that occur during the instruction as well as provision of the space for comments and suggestions.

**Step 3:** Offering the form to five experts to check the appropriateness, and accuracy of questions including wording of the form.

**Step 4:** Revising the form according to the experts' suggestions.

**Step 5:** Trying out the quality of the Record Form of the Instructional Result to two science teachers to check the appropriateness and wording of the form. After that the form was revised for use in data collection in the stage of curriculum implementation. The Record Form of the Instructional Result for Teachers is shown in Appendix G.

### **Stage 3: Curriculum Evaluation by Experts**

The purpose of curriculum evaluation was to assess the effectiveness of the draft curriculum before its implementation. The draft curriculum was evaluated by five experts regarding an appropriateness and consistency of the curriculum elements. The appropriateness evaluation involved the appropriateness of curriculum elements such as the

principles of the curriculum, the goal of the curriculum, the content of the curriculum, the teaching-learning process, the instructional materials and the assessment and evaluation. The consistency evaluation dealt with the internal consistency of the curriculum elements such as the consistency between the principles and the goals of the curriculum, the consistency between the goals and the content of the curriculum, the consistency between the content and the teaching-learning process.

Five experts who evaluated the draft curriculum consisted of a curriculum development specialist, an instruction specialist, an assessment and evaluation specialist, a science educator in chemistry, and a middle school science teacher (See Appendix A).

### **The research tool**

The tool used in evaluating the draft curriculum was the curriculum evaluation form consisting of five sections. Section 1 recorded the personal information about the experts. Section 2 was the appropriateness evaluation form of the components of the draft curriculum such as the principles, the goal, the contents, the teaching-learning processes of the draft curriculum. The format of the form was a five-point rating scale questionnaire ranging the level of the appropriateness from very high level, high level, moderate level, low level and very low level. Section 3 was the consistency evaluation form among the components of the draft curriculum. The format of the form was a three-point rating scale questionnaire ranging from consistent, not sure, and inconsistent. Section 4 provided space for additional opinions where the experts can express ideas, comments and suggestions to improve the draft curriculum. And section 5 was the lesson plan evaluation form, which the experts evaluated the appropriateness of components of the lesson plans. The form is five-point rating scale of questionnaire ranging the level of the appropriateness from very high level, high level, moderate level, low level and very low level.

The procedures of constructing the curriculum evaluation form were as follows:

**Step 1:** Studying the documents related to constructing curriculum evaluation form.

**Step 2:** Determining the statements for evaluating components of the draft curriculum.

**Step 3:** Writing drafts of the curriculum evaluation form.

**Step 4:** Checking the content validity and wording of the curriculum evaluation form by three dissertation advisors.

**Step 5:** Revising the curriculum evaluation form according to the dissertation advisors' comments and suggestions.

The curriculum evaluation form used in this study is shown in Appendix C.

### **Data Collection and Data Analysis**

The data were gathered by the researcher. The draft science curriculum and the curriculum evaluation form were offered to five experts to evaluate the draft curriculum. After gathering the data, the data were analyzed for the appropriateness and the consistency of the curriculums (See Appendix D).

#### **The appropriateness evaluation of the draft curriculum**

The appropriateness level of each statement was ranged as following scores: (Boonshom Srisaaud. 2543 : 99-100: & Best. 1981 : 182)

The appropriateness level		Scale value (points)
Very high level	=	5
High level	=	4
Moderate level	=	3
Low level	=	2
Very low level	=	1

The data from the curriculum evaluation form was analyzed by calculating the mean scores and assigned weightings as follows:

Mean scores	Appropriateness level
4.51 – 5.00	Very high level
3.51 – 4.50	High level
2.51 – 3.50	Moderate level
1.51 – 2.50	Low level
1.00 – 1.50	Very low level

If the draft curriculum evaluated by the experts has the level of appropriateness higher than 3.51 meaning the draft curriculum was appropriate.

#### **The consistency evaluation of the draft curriculum**

The consistency of the draft curriculum was analyzed by calculating Index of Item Objective Consistency (IOC). (Samroeng Boonruangrat. 2528 : 63-64; citing Rovinelli and Hambleton. 1977).The ranging of items was assigned weightings as follows:

The consistency level	Scale value (points)
Consistent	+1
Not sure	0
Inconsistent	-1

The data from the curriculum evaluation form (Section 3: the consistency evaluation form) was analyzed to find the Index of Item Objective Consistency (IOC) using the following formula:

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

Where      IOC      means    Index of Item Objective Consistency  
                   $\sum R$       means    Summation of experts' opinion marks  
                  N            means    A number of experts

If the Index of Item Objective Consistency (IOC) is higher than 0.5, it means the components of the curriculum have internal consistency.

After analyzing the data obtained from the curriculum evaluation form, the draft curriculum was revised according to the experts' suggestions for improvement.

#### **Stage 4: Conducting a Pilot Study**

The purpose of conducting a pilot study was to test the quality of the draft curriculum before implementing the curriculum and to inspect the feasibility of using the draft curriculum as well as to check wording of handouts and learning materials. In addition, conducting a pilot study helped reveal the problems that happened during the use of the curriculum.

##### **The Research Tools**

The research tools used in conducting a pilot study were the curriculum that the researcher developed including lesson plans as well as the learning materials for students. A pilot study in this study was conducted a micro scale. In fact, four lesson plans were selected to use in doing a pilot study with 16 eighth- grade students.

##### **The Procedure of a Pilot Study**

The researcher contacted the director of Putthirangsriphibul School to ask for permission to collect the data. The pilot study was conducted with 16 eighth-grade students of Putthirangsriphibul School. This group of students was not the same group as sample group for implementing the curriculum.

The subjects were selected using the purposive sampling. One classroom of eighth-grade students was selected from eight classrooms. Sixteen students were selected for the a pilot study. These students were taught by the researcher. Conducting the pilot study took four weeks (2 class periods/ week). Four lesson plans

were selected for use in conducting the pilot study; there were: Lesson Plan 1: Household Chemicals, Lesson Plan 4: Pesticides, Lesson Plan 5: Toxic Substances in the Environment, and Lesson Plan 6: Hazardous Substance Pollution. Each lesson plan took two class periods of teaching (50 minutes/class period). The example of lesson plan is shown in Appendix K.

## Stage 5: Curriculum Implementation

The purpose of implementing the draft curriculum was to assess the effectiveness of the draft curriculum, and also to test the feasibility of using the curriculum. In addition, implementing the draft curriculum helped to gain information and insight into improving the draft curriculum.

### The Methodology of Curriculum Implementation

#### Experimental Design

The experimental design used in this study was the Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design (adapted from Campbell; & Stanley. 1963 : 12) as shown in Table 7.

TABLE 7 EXPERIMENTAL DESIGN (THE RANDOMIZED CONTROL-GROUP PRETEST-POSTTEST DESIGN)

Group	Pretest	Treatment	Posttest
RC	T <sub>1</sub>	~X	T <sub>2</sub>
RE <sub>1/1</sub>	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>
RE <sub>1/2</sub>	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

Where

R: Random Assignment

C : Control Group

E<sub>1/1</sub>: Experimental Group: Room 1

E<sub>1/2</sub>: Experimental Group: Room 2

T<sub>1</sub> : Pretest

T<sub>2</sub> : Posttest

~X: Instruction using the traditional method of teaching

X: Instruction using the learner-centered science curriculum

#### Note:

Both experimental groups (Room 1 and Room 2) were taught by two coresearcher-teachers who were trained how to use the curriculum and curriculum documents before the instruction. The control group was taught by the traditional method of teaching. Both experimental group and control group were received the same content but different method of instruction.

## **Selection of Population and Sample**

### **Population**

The draft curriculum was implemented at Phutthirangsriphibul School (grades 7-12) located in Chachoengsao province in Thailand, which was selected by using purposive sampling regarding the characteristics of the school and classrooms. The number of students in each classroom were the same or almost equal (45-46 students/classroom). The teachers had all taught science for not less than 5 years. In addition, the school director and science teachers realized the importance of this research and gave their cooperation and support. This school is typical of many other schools in Chachoengsao province. This school had 59 teachers (23 men and 36 women). There were 1317 secondary students consisting of 994 lower secondary students and 323 upper secondary students.

The population for this study consisted of 368 eighth-grade students from eight classrooms of which students were divided into eight classrooms randomly. Therefore each classroom had the same characteristics. Each classroom had approximately 45 students.

### **Sample**

The sample of this study consisted of three classrooms of eighth-grade students (approximately 45 students/classroom) studying in the second semester of the 2004 academic year. The sampling technique used in this stage was the cluster sampling by which three classrooms were randomly selected from eight classrooms by lottery method. Three classrooms of subjects were randomly assigned to be the experimental group: room 1 and experimental group : room 2 and the control group. The three science teachers of Phutthirangsriphibul School taught the experimental and control groups. These three teachers were selected by purposive sampling with regard to their being on par teaching experiences, and background of knowledge. Also these teachers were ready to give the cooperation in this study. Two coresearcher-teachers who taught the experimental groups received training on using the curriculum by the researcher, while the teacher who taught the control group did not receive training. She taught the control group using the traditional method of teaching. Both experimental groups and control group were taught the same content but different method of instruction.

### **The research tools**

The research tools used in the experiment consisted of:

1. The learner-centered science curriculum on “Chemicals in Daily Life”
2. The lesson plans and instructional materials
3. The achievement test
4. The problem-solving test
5. The student self-assessment form
6. The student opinion questionnaire toward the instruction
7. The record form for the instructional result

### **Data Collection**

#### **Experimental Methodology**

The researcher contacted the director of Phutthirangsriphibul School to ask for permission in implementing the curriculum and gathering the data (see Appendix A for the letter from Graduate School, Srinakharinwirot University to the director of Phutthirangsriphibul School). The curriculum was implemented to the sample groups in the second semester of the 2004 academic year. The procedures of curriculum implementation were as follows:

#### **1. The preparation before implementing the curriculum**

Before implementing the curriculum to the sample group, the researcher prepared these processes:

Preparing and training the two coresearcher-teachers on using the science curriculum on “Chemicals in Daily Life” and curriculum documents. The teacher training took six hours (three hours per day).

Preparing the curriculum documents for use in instruction such as lesson plans, instructional materials, and evaluation tools.

Preparing the classrooms and arranging the tables and chairs.

#### **2. Implementing the curriculum**

The procedures for implementing the curriculum were as follows:

The three classrooms were randomly selected from eight classrooms of eighth-grade students by lottery method to be the sample group.

The sample groups were given the pretest consisting of two types of the tests: 1) the learning achievement test and 2) the problem-solving test.

After analyzing the pretest scores of the three classrooms, it was found that



there was no significant difference in the learning achievement and problem-solving ability among these three classrooms (the data analysis was shown in Chapter 4 : Findings). The three classrooms of the sample group were randomly assigned as two experimental groups and one control group.

The experimental groups were taught by using the learner-centered science curriculum. Each experimental group was taught by the coresearcher-teachers who were trained how to use the curriculum and curriculum documents from the researcher. The control group was taught by the traditional method of teaching.

The students in the experimental groups were arranged in small groups of four students. The members of each group consisted of one high scoring student, two moderate scoring students, and one low ability student. The students were assigned to a group regarding their pretest scores of the achievement test and the problem-solving test. (see Appendix H).

Both experimental groups were taught employing the lesson plans as shown in Table 8. The allocation time for the instruction is shown in Appendix G.

After finishing the instruction, both the experimental groups and the control group received the posttest, which was the same tests as the pretests. The tests consisted of the learning achievement test and the problem-solving test. The tests are shown in Appendix F. The results of pretest and posttest scores of the sample groups are shown in Appendix H.

The experimental groups were offered the questionnaire to express their opinions toward the instruction (see Appendix G).

During the instruction, the researcher observed and recorded the data about the teaching-learning processes, classroom atmosphere, learning management, learning environment, students' behavior, and teachers' behavior that occurred in the class, in order to gain the data pertaining to the use of the curriculum documents. After finishing the instruction in each lesson plan, the researcher discussed with two coresearcher-teachers about the instructional results and the problems that occurred during the instruction. Besides, the researcher asked the teachers about the results of using the instructional materials in order to gain the data for the improvement of instructional materials.

TABLE 8 THE SCHEDULE FOR THE CURRICULUM IMPLEMENTATION

Time	Date	Class Periods	Lesson Plans
1	December 28, 2004	2	Introduction and Pretest (The learning achievement test and the problem-solving test)
2	January 4, 2005	2	Lesson Plan 1: Household Chemicals
3	January 6, 2005	2	Lesson Plan 2: Hazardous Substances
4	January 11, 2005	2	Lesson Plan 3: Toxic Substances in the Environment
5	January 13, 2005	2	Lesson Plan 4: Pesticides
6	January 18, 2005	2	Lesson Plan 5: Contaminants in Foods
7	January 25, 2005	2	Lesson Plan 6: Hazardous Substance Pollution
8	January 27, 2005	2	Lesson Plan 7: The Impact of Chemicals on Health and Environment
9	February 1, 2005	2	Posttest (The learning achievement test and the problem-solving test)
10	February 3, 2005	1	Answering the questionnaire
	Total	19	

Note: 50 minutes/ class period

In this study, the researcher used two classrooms for the experimental group in order to study the result of the curriculum implementation by different teachers. But both teachers who taught the experimental groups were trained how to used the curriculum that the researcher developed before instruction. These two teachers were selected by purposive sampling regarding their similar characteristics such as teaching experiences, and background of knowledge including the importance fact that these teachers were ready to give the cooperation in this study.

The conceptual framework of the curriculum implementation is shown in Figure 5

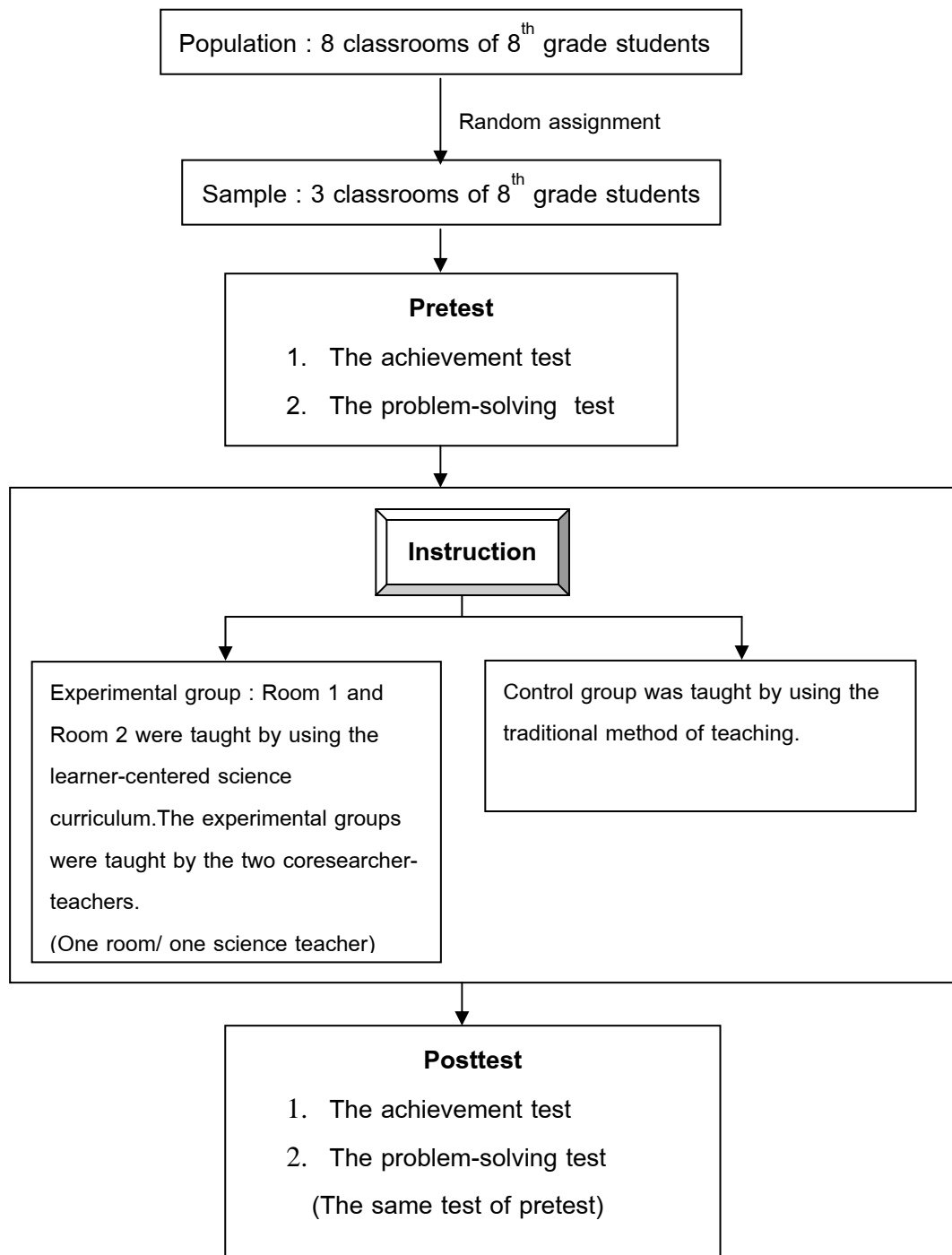


Figure 5 The Conceptual Framework of the Curriculum Implementation

### **Data Analysis**

In this study, data were both of quantitative data and qualitative nature. Quantitative data were analyzed by using the program of Statistical Package for the Social Sciences for Windows version 10.0 (SPSS for Windows version 10.0) and qualitative data were analyzed and interpreted in terms of a descriptive report.

Basic statistics such as Percentage, Mean and Standard Deviation was used to analyze the achievement test scores, mean scores from the questionnaire about students' opinions toward instruction. The statistics used in determining the significant difference between the means of the pretest scores of the three groups of the samples was One-Way Analysis of Variance (One-Way ANOVA). And the statistics used in determining the significant difference between the means of the posttest scores of the three groups of samples was One-Way Analysis of Covariance (One-Way ANCOVA) and comparing the difference between the mean scores in each pair (Post-hoc comparisons) by the method of Fisher-Hayter Test (LSD) (Laun Saiyot, & Angkana Saiyot. 2540 : 324-325). The data for statistical computations was statistically analyzed at a 0.05 level of significance using the SPSS for windows version 10.0.

### **Stage 6: Curriculum Evaluation after Implementation**

The purpose of curriculum evaluation is to assess the effectiveness of the curriculum after its implementation. The effectiveness of the curriculum was judged according to the following criteria:

- 1) Students' learning achievement of the experimental groups after learning has a higher score than that of the control group with a statistically significance difference.
- 2) Students' ability in solving problems of the experimental groups after learning has a higher score than that of the control group with a statistically significance difference.
- 3) Students' opinions toward instruction of the experimental groups show mean scores at the high level.

### **Stage 7: Curriculum Revision**

The curriculum was revised again using the data gathered from implementing and evaluating the curriculum. The data were analyzed regarding the Student Opinion Questionnaire, the Student Self-Assessment and the Record Form for the Result of Instruction. The results of curriculum revision were shown in Chapter 4.

## **CHAPTER 4**

### **FINDINGS**

This chapter presented the findings of the data analysis for the development of learner-centered science curriculum. In this study there were seven stages for the procedures of the development of the curriculum as described in chapter 3. The findings from the data analysis of each stage are presented in the following sections:

Section 1: The results of studying basic data for curriculum development

Section 2: The results of the curriculum design

Section 3: The results of the curriculum evaluation by experts

Section 4: The results of conducting the pilot study

Section 5: The results of the curriculum implementation

Section 6: The results of the curriculum evaluation

Section 7: The results of curriculum revision

#### **Section 1: The Results of Studying Basic Data for Curriculum Development**

The results from studying the basic data could be divided into 2 types: 1) the results of studying the relevant literature for curriculum development and 2) the results of student interview about problems and needs for science instruction. The detailed descriptions are as follows:

##### **1) The results of studying the relevant literature for curriculum development**

The results of studying the relevant literature revealed information that was necessary for the development the science curriculum. The data from the relevant literature were collected and analyzed in order to gain ideas in designing the draft curriculum including the processes of curriculum development. There were several documents that were related to this study such as the 1999 National Education Act and the second National Education Act, (A.D. 2002), the 2001 Basic Education Curriculum, the principle of curriculum development, the instructional techniques based on learner-centered approaches, the methods of the assessment and evaluation as well as other research reports related to this study. The data gathered from the study were helpful in designing the draft curriculum.

## **2) The results of student interview about problems and needs for science instruction.**

The sample groups of the fifteen eighth-grade students were interviewed using focus group interview. The data were gathered by using tape recorder and making notes by the researcher. And in order to get the basic data about the problems and needs of science instructions. These fifteen students were divided into three groups (five students per group). Each group was interviewed by the researcher using the student structured interview form that contained five-point questions concerning: 1) the content of science curriculum about chemicals 2) the instruction 3) the instructional materials 4) the assessment and evaluation and 5) other comments and suggestions

The results of interviewing students could be summarized as follows:

### **1) The content of science curriculum on chemicals**

From the interview, it was found that the science content on chemicals in daily life had not many details and the contents in the textbooks were not up to date and not in line with real life situations. In addition, the students lacked knowledge and understanding about chemicals in daily life. They would like to learn more because these contents were very important and useful to them.

### **2) The instruction**

Most of the science instructions focused on lectures following very closely what were written in the textbooks, and which hardly used learning activities. The students would like the teachers to use several instructional techniques and they also would like to participate more in learning activities.

### **3) The instructional materials**

Most of the instructional materials that the students used in class were textbooks. There were some handouts sometimes. Most of the time, the teachers taught in front of the class and had the students answering the questions in the textbooks. And the instructional materials were not enough for students.

### **4) The assessment and evaluation**

From interviewing, it was found that most of the assessments were doing midterm tests, final tests, and scoring from assignments such as paper works.

### **5) The other comments and suggestions**

The students commented about the classroom size which was not commensurable with 45 students and also the tense learning atmosphere.

The details of the student interview are presented in Appendix J. The results from studying the basic data and the relevant literatures and from interviewing the students were used in designing the draft curriculum.

## **Section 2: The Results of the Curriculum Design**

The science curriculum on “Chemicals in Daily Life” consists of six components: 1) the principles of the curriculum 2) the goal of the curriculum 3) the curriculum contents 4) the instructions 5) the instructional materials and 6) the assessment and evaluation. The details of each component are as follows:

### **1) The principles of the curriculum**

The principles of this curriculum were based on learner-centered approaches which promoted and encouraged students to have more participation in learning as well as helped students to be able to construct their own knowledge. Students learned and worked as a team of four students through using four instructional techniques: cooperative learning, problem solving, small group discussion, and teaching by questioning. The teachers acted as facilitator that promoted and advised students how to learn and how to improve their capacities.

### **2) The goals of the curriculum**

The goals of this curriculum were to enhance students learning and understanding about chemicals in daily life and to make students realize the impact of chemicals on health and environment. Also students should be able to develop their learning skills such as critical thinking skill, problem-solving skill, planning for working as a team, investigating the data, analyzing the data, presenting the data in the class including improving the communication skills. In addition, this curriculum wanted to promote students' application of the knowledge in daily life.

### **3) The contents of the curriculum**

The contents of the curriculum consisted of seven learning units: 1) household chemicals 2) hazardous substances 3) toxic substances in the environment 4) pesticides 5) contaminants in foods 6) hazardous substance pollution and 7) the impact of chemicals on health and environment. Each learning unit took two class periods of teaching time (50 minutes per class period).

### **4) The instructions**

The instructional techniques used in this study consisted of four techniques: 1)

cooperative learning 2) problem solving 3) small group discussion and 4) teaching by questioning.

#### **5) The instructional materials**

The instructional materials used in each unit consisted of seven lesson plans, handouts, worksheets, and other instructional materials for the instruction.

#### **6) The assessment and evaluation**

There were two categories of the assessment:

1) The assessment of student learning achievement using the authentic assessment such as the classroom observation, group working observation, student presentation observation, asking and answering of students in the class, expression of ideas of the students, checking from their assignments, including worksheets and paper works.

2) The assessment of the effectiveness of the curriculum regarding the scores from doing the achievement test and the problem-solving test including assessing the students' opinions toward the instruction using the questionnaire.

### **Section 3: The Results of the Curriculum Evaluation by Experts**

The results of the curriculum evaluation by experts are divided into 3 parts: 1) the curriculum appropriateness evaluation 2) the curriculum consistency evaluation and 3) the lesson plan appropriateness evaluation. The results from the data analysis are presented as follows:

#### **1) The curriculum appropriateness evaluation**

The mean scores, the standard deviation and the level of the appropriateness of list of evaluation are presented in Table 9



TABLE 9 THE RESULTS OF CURRICULUM APPROPRIATENESS EVALUATION

No.	List of Evaluation	$\bar{X}$	S.D.	Level of appropriateness
1	The principles of the curriculum are appropriate for implementation	4.8	0.45	Very high
2	The goals of the curriculum are appropriate for implementation	5	0.00	Very high
3	The goals of the curriculum are appropriate for the needs of the society	5	0.00	Very high
4	The goals of the curriculum are appropriate for students	5	0.00	Very high
5	The curriculum contents are appropriate for the goal of the curriculum	4.4	0.55	high
6	The curriculum contents are appropriate for students' learning	4.2	0.45	high
7	The teaching-learning processes are appropriate for the goal of the curriculum	4.4	0.55	high
8	The teaching-learning processes are appropriate for the curriculum content	4.4	0.55	high
9	The instructional materials are appropriate for the teaching-learning processes	4.4	0.55	high
10	The assessment and evaluation are appropriate for the teaching-learning processes	4.2	0.45	high
11	The assessment and evaluation are appropriate for students	4.2	0.45	high
12	The format of the curriculum is appropriate for students	4.2	0.45	high
13	Time allocation in each learning unit is appropriate for learning of students	4.4	0.55	high

In Table 9, the results of the curriculum appropriateness evaluation showed mean scores from 4.20 to 5.00 and standard deviation from 0.00 to 0.55 which means the curriculum was appropriate at the high level to the very high level. The appropriateness of the curriculum components were appropriate in the very high level, which supported the principles and the goals of the curriculum, whereas the rest was appropriate at the high level.

## 2) The curriculum consistency evaluation

The draft curriculum was evaluated by five experts to check the consistency of curriculum components. After gathering the data, the curriculum evaluation forms were analyzed. The results of the Index of Item Objective Consistency (IOC) from evaluating the consistency of the curriculum components are presented in Table 10.

TABLE 10 THE CURRICULUM CONSISTENCY EVALUATION

No.	List of evaluation	IOC	Meaning
1	The principles of the curriculum with the goals of the curriculum	0.8	Consistent
2	The principles of the curriculum with the content of the curriculum	1.0	Consistent
3	The principles of the curriculum with the teaching-learning processes	0.8	Consistent
4	The goals of the curriculum with the content of the curriculum	1.0	Consistent
5	The goals of the curriculum with the teaching-learning processes	0.8	Consistent
6	The goals of the curriculum with the assessment and evaluation	1.0	Consistent
7	The content of the curriculum with the teaching-learning processes	0.8	Consistent
8	The content of the curriculum with the instructional materials	1.0	Consistent
9	The content of the curriculum with the assessment and evaluation	1.0	Consistent
10	The teaching-learning processes with the instructional materials	1.0	Consistent
11	The teaching-learning processes with the assessment and evaluation	0.8	Consistent

The Index of Item Objective Consistency (IOC) showed scores between 0.8 – 1.0 which were higher than the criteria (0.5) as shown in Table 10. This means that every components of the curriculum evaluated by experts is consistent with one another.

## 3) The lesson plan appropriateness evaluation

The results from evaluating the appropriateness of the lesson plans by experts showed mean scores between 4.2 – 5.0 and standard deviation between 0.00 – 0.55 which means that the appropriateness level of each component of the lesson plans evaluated by experts is at high level to very high level. The details are shown in Appendix D.

### **The Curriculum Revision before Implementation**

After analyzing the data, the draft curriculum was revised according to the experts' suggestions, which were:

1. The principles of the curriculum should be explained clearly as regard to curriculum implementation.
2. The statement of the curriculum goals should be revised to avoid ambiguity.
3. The contents of the curriculum should be described in more details and also adjusted for the consistency based on students' learning experiences but still kept the content in line with the curriculum goals. Pictures related to contents should be add in order to make the contents more interesting.
4. The teaching-learning processes should be adjusted regarding to the time of doing the activities. In addition, the teaching-learning process should have a variety of instructional techniques. The handouts and worksheets should be added in some learning units
5. The instructional materials such as handouts and worksheets should be revised in terms of wording and the lesson plans should be improved regarding the steps in doing the activities.
6. The assessment and evaluation should be designed to be consistent with the learning objectives.

### **Section 4: The Results of Conducting the Pilot Study**

After revising the curriculum according to experts' suggestions, the curriculum was used to check the possibility of implementing the curriculum in real situations of instruction. The researcher conducted the pilot study to try out the curriculum with 16 eighth-grade students of Phutthirangsriphibul School. Some of lesson plans were tried out to check the possibility to classroom use for the learning activities of students. The lesson plans and the instructional materials that the researcher developed were used for the instruction. During the instruction, problems of using the lesson plans and the instructional materials were observed and recorded as a data for improvement.

The result from conducting the pilot study revealed the problems of the teaching-learning processes. The data gathered from conducting the pilot study were used to revise the curriculum, the lesson plans, and the instructional materials on the following points:

1. Adjusting for appropriateness of the time for doing the activities.

2. Revising the wording of handouts and worksheets and avoiding the ambiguity.
3. Revising handouts by adding more details and giving more examples of each content as well as adding the pictures related to the contents.
4. Adjusting the number of handouts used in the pilot study to be two sets per group instead of one set per group.
5. Improving the lesson plans regarding the steps for instructions and time for doing activities.

### **Section 5: The Results of the Curriculum Implementation**

The curriculum was implemented with eighth-grade students at Phutthirangsriphibul School in the second semester of 2004 academic year. The subjects were divided into three groups, which were experimental group: room 1, experimental group: room 2, and control group. The Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design was used in this study to test the effectiveness of the curriculum regarding the learning achievement and the problem-solving ability of students. The results of the curriculum implementation are presented as the following.

1. Comparison of the learning achievement pretest scores between the experimental and control groups.
2. Comparison of the problem-solving pretest scores between the experimental and control groups.
3. Comparison of the learning achievement posttest scores between the experimental and control groups.
4. Comparison of the problem-solving posttest scores between the experimental and control groups.
5. The results of assessment of students' opinions toward the instruction.
6. The results of the qualitative data analysis.

The results of each point mentioned above are presented as follows:

#### **1. Comparison of the learning achievement pretest scores between the experimental and control groups.**

The learning achievement test consisted of 30 multiple-choice items (30 points). The mean pretest scores of the experimental and control groups are presented as mean ( $\bar{X}$ ) and standard deviation (S.D.) in Table 11.

TABLE 11 DATA OF LEARNING ACHIEVEMENT PRETEST SCORES

Groups	N	$\bar{X}$	S.D.
Experimental Group : Room 1	45	14.27	2.54
Experimental Group : Room 2	43	13.09	3.80
Control Group	46	13.87	3.97

N = number of students

Table 11 showed the mean scores standard deviation of the learning achievement pretest. The results showed that the mean pretest score of the experimental group: room 1 and room 2 were 14.27 and 13.09 respectively. The mean pretest score of the control group was 13.87.

The One-Way Analysis of Variance (One-Way ANOVA) was used to compare the difference of the mean pretest scores among groups. The result of data analysis is shown in Table 12.

TABLE 12 ANALYSIS OF VARIANCE RESULTS FOR PRETEST SCORES OF LEARNING ACHIEVEMENT TEST AMONG GROUPS

Sources	SS	df	MS	F	p
Between Groups	31.228	2	15.614	1.279	.282
Within Group	1599.645	131	12.211		
Total	1630.873	133			

It was found that the p value (.282) was higher than the .05 level of significance as shown in Table 12. This indicated that the mean scores of learning achievement pretest between the experimental and control groups were not significantly different at the .05 level.

## **2. Comparison of the problem-solving pretest scores between the experimental and control groups.**

The problem-solving pretest consisted of a total of 28 questions (56 points, 2 points per questions) in seven problem situations and four open-ended questions in each. The mean ( $\bar{X}$ ) and standard deviation (S.D.) of the pretest scores are presented as in Table 13.

TABLE 13 DATA OF PROBLEM-SOLVING PRETEST SCORES

Groups	N	$\bar{X}$	S.D.
Experimental Group : Room 1	45	23.02	5.82
Experimental Group : Room 2	43	22.00	5.59
Control Group	46	23.06	6.11

Table 13 showed the mean scores and standard deviation of the problem-solving pretest. It was found that the mean pretest score of the experimental group : room 1, room 2, and control group were 23.02, 22.00 and 23.06 respectively.

The One-Way Analysis of Variance (One-Way ANOVA) was used to compare the significant difference of the mean pretest scores among groups. The data analysis is shown in Table 14.

TABLE 14 ANALYSIS OF VARIANCE RESULTS FOR PRETEST SCORES OF PROBLEM-SOLVING TEST AMONG GROUPS

Sources	SS	df	MS	F	p
Between Groups	31.867	2	15.934	.465	.629
Within Group	4489.782	131	34.273		
Total	4521.649	133			

Table 14 shows the p value (.629) was higher than the .05 level of significance. This indicated that the mean scores among groups were not significantly different at the .05 level, so there were no significant difference in the pretest scores of problem-solving test between the experimental and control groups.

### **3. Comparison of the learning achievement posttest scores between the experimental and control groups.**

Both the experimental and control groups were tested with the posttest of learning achievement test in which the test is the same test as the pretest. The mean posttest scores of the experimental and control groups are presented as mean ( $\bar{X}$ ) and standard deviation (S.D.) in Table 15.

TABLE 15 DATA OF LEARNING ACHIEVEMENT POSTTEST SCORES

Groups	N	$\bar{X}$	S.D.
Experimental Group : Room 1	45	20.02	2.46
Experimental Group : Room 2	43	19.49	3.01
Control Group	46	15.07	4.54

Table 15 showed the mean scores of the learning achievement posttest. It was found that the mean posttest score of the experimental group : room 1, room 2 and control group were 20.02, 19.49, and 15.07 respectively.

The One-Way Analysis of Covariance (One-Way ANCOVA) was used to compare the significant difference of the adjusted means of the posttest scores among groups. The data analysis is shown in Table 16.

TABLE 16 ANALYSIS OF COVARIANCE RESULTS OF LEARNING ACHIEVEMENT TEST AMONG GROUPS

Sources	SS	df	MS	F	p
Between Groups	702.434	2	351.217	56.547	.000
Within Group	807.443	131	6.211		
Total	46388.000	133			

Table 16 shows the p value (.000), which was less than the .05 level of significance. This indicated that there were significant differences among the groups at the .05 level of significance. To compare the difference between the adjusted means of the scores in each pair, the statistical analysis of Post-hoc comparisons by the method of Fisher-Hayter Test (LSD) was used to analyze the data with the results as shown in Table 17.

TABLE 17 RESULTS OF PAIRWISE COMPARISONS OF THE DIFFERENCE OF THE LEARNING ACHIEVEMENT SCORES

Mean ( $\bar{X}$ )	$\bar{X}$ of Experimental Group : Room 1 (19.67)	$\bar{X}$ of Experimental Group : Room 2 (19.95)	$\bar{X}$ of Control Group (14.99)
$\bar{X}$ Experimental Group : Room 1 (19.67)	-	.280	4.682*
$\bar{X}$ Experimental group : Room 2 (19.95)		-	4.962*
$\bar{X}$ Control Group (14.99)			-

\*. The mean difference is significant at the .05 level

Table 17 showed the results of pairwise comparison of difference of the achievement scores were significant differences between the experimental group : room 1 and control group and between the experimental group : room 2 and control group at the .05 level of significance, which indicated that the experimental groups had significantly higher learning achievement than the control group.

#### 4. Comparison of the problem-solving posttest scores between the experimental and control groups.

Both the experimental and control groups were tested with the problem-solving posttest, which was the same test as the pretest. The mean( $\bar{X}$ ) and standard deviation (S.D.) of the posttest scores for the experimental and control groups are presented in Table 18.

TABLE 18 DATA OF PROBLEM-SOLVING POSTTEST SCORES

Groups	N	$\bar{X}$	S.D.
Experimental Group : Room 1	45	43.00	6.91
Experimental Group : Room 2	43	40.93	6.66
Control Group	46	27.43	6.20



Table 18 showed that the mean posttest score of the experimental group : room 1, room 2, and the control group were 43.00, 40.93 and 27.43 respectively.

The One-Way Analysis of Covariance (One-Way ANCOVA) was used to compare the significant difference of the adjusted means of the posttest scores among groups. The data analysis is shown in Table 19.

TABLE 19 ANALYSIS OF COVARIANCE RESULTS OF PROBLEM-SOLVING TEST AMONG GROUPS

Sources	SS	df	MS	F	p
Between Groups	6779.282	2	3389.641	133.069	.000
Within Group	3311.474	131	25.473		
Total	19559.000	133			

The Table 19 showed the p value (.000) less than the .05 level of significance, which indicated that there were significant differences among the groups at the .05 level of significance.

To compare the difference between the adjusted means in each pair, the statistical analysis of Post-hoc comparisons by the method of Fisher-Hayter Test (LSD) was used to analyze the data. The results are shown in Table 20.

TABLE 20 RESULTS OF PAIRWISE COMPARISONS OF THE DIFFERENCE OF THE PROBLEM-SOLVING SCORES

Mean ( $\bar{X}$ )	$\bar{X}$ of Experimental Group : Room 1 (42.77)	$\bar{X}$ of Experimental Group : Room 2 (41.45)	$\bar{X}$ of Control Group (28.18)
$\bar{X}$ Experimental Group : Room 1 (42.77)	-	1.33	15.597*
$\bar{X}$ Experimental Group : Room 2 (41.45)		-	14.271*
$\bar{X}$ Control Group (28.18)			-

\*. The mean difference is significant at the .05 level

Table 20 indicates that there were significant differences between the experimental group : room 1 and control group and between the experimental group : room 2 and the control group at the .05 level of significance. The results indicated that the experimental groups had significantly higher problem-solving scores than the control group.

### 5. The results of assessment of students' opinions toward the instruction

After implementing the curriculum, the students' opinions toward the instruction were assessed by using the five-point scale Likert questionnaire with 16 statements of evaluation. The mean scores ( $\bar{X}$ ), standard deviation (S.D.) and the result of evaluation are presented in Table 21.

TABLE 21 STUDENTS' OPINIONS TOWARD THE INSTRUCTION

List of evaluation	Experimental Group: Room 1 (N = 45)			Experimental Group: Room 2 (N = 43)		
	$\bar{X}$	S.D.	Level of performance	$\bar{X}$	S.D.	Level of performance
1. Students have used the prior knowledge and experiences in doing activity	3.89	0.57	high	3.95	0.58	high
2. Students have worked in group	4.16	0.71	high	3.95	0.79	high
3. There are learning activities for real practicing	3.42	0.84	high	3.51	0.83	high
4. Students have investigated information from several sources	3.29	0.76	moderate	3.51	0.74	high
5. Students participate in designing and selecting the learning methods	3.29	0.84	moderate	3.42	0.85	moderate
6. Students participate in discussing and expressing their ideas	3.84	0.95	high	3.58	0.98	high
7. Students participate in presenting result of works	3.60	0.89	high	3.23	0.97	moderate
8. Students have summarized knowledge from learning	3.84	0.64	high	3.25	1.05	moderate

TABLE 21 (Continued)

List of evaluation	Experimental Group: Room 1 (N = 45)			Experimental Group: Room 2 (N = 43)		
	$\bar{X}$	S.D.	Level of performance	$\bar{X}$	S.D.	Level of performance
9. Students and friends help each other summarize the result of group works	4.00	0.92	high	3.70	0.77	high
10. Students have summarized steps in working	3.41	0.81	moderate	3.44	0.88	moderate
11. Students have opportunities for investigating the information form several sources	3.22	0.88	moderate	3.19	1.20	moderate
12. Students participate in using the learning materials	3.62	0.91	high	3.40	0.88	moderate
13. Students have learned from several learning materials	3.36	1.02	moderate	3.49	0.80	moderate
14. Students can link what they have learned with real life	3.80	0.84	high	3.67	0.89	high
15. Students participate in assessing the result of works	3.93	0.78	high	3.67	0.87	high
16. Students can use the result of evaluation to improve learning	3.80	0.59	high	3.56	0.96	high
Total	3.64	0.49	high	3.53	0.57	high

Table 21 indicated that the students' opinions toward the instruction showed positive attitude at the high level. There were some statements of evaluation which showed mean scores at moderate level. But the overall of evaluation mean scores were 3.64 for the experimental group : room 1 and at 3.53 for the experimental group : room 2, which indicated that the students in the experimental groups who were taught using the learner-centered science curriculum had the opinions toward the instruction at the high level.

### 6. The results of the qualitative data analysis

The qualitative data gathered in the stage of the curriculum implementation consisted of:

6.1 The Students Opinion Questionnaire toward the instruction

6.2 The Record Form of the Instructional Result for Teachers

6.3 The Students Self- Assessment Form

The results of the data analysis are presented as follows:

### **6.1 The Students Opinion Questionnaire toward the instruction**

The data concerned with students' opinions toward the instruction were gathered by using the questionnaire, which consisted of five open-ended questions to assess the students' opinions toward the instruction. The results of content analysis are presented as the following:

#### **6.1.1 The Contents of Curriculum**

The students gave the opinions that the contents were very interesting and easy to understand, also the contents were very useful and important to living. Students had learned more about chemicals in daily life and were able to apply their knowledge to use in daily life. Besides that, the curriculum contents made the students aware of the impact of chemicals to health and environment. The data gathered from the student opinion questionnaires showed that the students had positive attitude to the curriculum content. For example, the students gave opinions that " Learning about chemicals in daily life was very useful because be able to apply this knowledge in daily life" Some students answered that " I liked learning about this content because it helped me have more awareness on the impact of chemicals on health and the environment". Some answered that " I was able to tell other members in my family about the danger of chemicals such as pesticides and contaminants in food"

#### **6.1.2 Learning Activity**

The students were impressed with group working because they had the opportunity to discuss, shared ideas and exchanged knowledge with others. They enjoyed the learning activities, which allowed them opportunity for practicing the critical thinking, the problem solving , investigating, analyzing and presenting data. These are the example of students' opinions: " I like doing the learning activities because I had exchanged ideas with others, have discussed on the learning topic, which made me understand more in learning". And " doing the learning activities made me participated more in the class and had more courage to express my ideas to others".

### **6.1.3 Instructional Materials**

The students thought that the instructional materials such as handouts and worksheets were very useful. They participated in doing activities in worksheets and other assignments such as writing reports, creating brochures and presenting news about chemicals in daily life and the impact of chemicals on health and the environment. These activities promoted a cooperative learning and made positive impression on the students. For the example, the students gave the opinions in the questionnaire that “ the learning materials were very interesting, the handouts were very useful for the instruction and also gave the important details of the contents” and “ the instructional materials opened the chance to work together as a team and helped each other in learning”.

### **6.1.4 Assessment and Evaluation**

Most of the students preferred doing the self-assessment after finishing the class because they had more understanding and also they had the opportunity to summarize what they had learned. But some students did not like open-ended questions. They preferred multiple-choice questions instead.

### **6.1.5 Other suggestions**

Even though most of the students enjoyed learning activities, they still would like to have outside classroom learning activities and field trips. Some of them would like to have more explanation in some contents and more examples related to concept of the subject content. Some of them asked for an experiment in the laboratory. They also asked for having more time in doing activities. Details of the students' opinions toward the instruction are presented in Appendix J.

## **6.2 The Record Form of the Instructional Result for Teachers**

The instructional results were gathered by using the record form in which the teachers who taught the experimental groups made notes after finishing the instruction in each learning unit. The record form consisted of three main points: 1) the result of instruction, 2) the problems of instruction, and 3) suggestions. The details of each point are presented as follows:

### **6.2.1 The result of instruction**

The teachers from both the experimental group : room 1 and room 2 agreed with the instructional processes. Their overall opinions of instruction were good. Most of the students were more attentive to learning and doing activities. They understood what they

were learning. The teamwork activities made the students help each other in learning and workings and students participated more in the class. Some groups of students could present their works very well, but some group should be improved. Some groups finished their work on time, whereas but some group could not. For the classroom atmosphere, students enjoyed learning and had more fun in doing activities.

### **6.2.2 The problems of instruction**

The teachers found that most of the students did not dare to ask questions or express their ideas. In addition, the students had no experiences in presenting data in front of the classroom. Some of the students did not know how to adapt to the new learning techniques or do the assigned activities. Some of them were not familiar with working as teamwork and lacked communication skills.

### **6.2.3 Suggestions**

The teachers agreed with the teaching-learning processes, but recommended the addition of other methods of teaching, a variety of instructional techniques including instructional materials. Students' research projects on applying what they have learned should be included in lesson plans. The results of analysis of data on the record form of the instruction are shown in Appendix J.

## **6.3 The Students Self- Assessment Form**

The Students Self-Assessment Form was used to let the participating students assessed themselves after finishing each learning unit. The Students Self-Assessment Form consisted of five open-ended questions as follows:

1. What have you learned from this learning unit?
2. How do you apply this knowledge to the daily life?
3. How did you participate in the class?
4. Do you like the learning activities in this unit? Why?
5. What problems did you find in the learning activities?

The data gathered from Students Self-Assessment Forms were analyzed and summarized as the following:

### **1) What have you learned from this learning unit?**

The students recorded the content of what they learned in each unit, which consisted of 7 units: Unit 1 : Household Chemicals, Unit 2 : Hazardous Substances, Unit 3 : Toxic Substance in the Environment, Unit 4 : Pesticides, Unit 5 : Contaminants in Foods,

Unit 6 : Hazardous Substance Pollution, and Unit 7 : The Impact of Chemicals on Health and Environment.

**2) How do you apply this knowledge in daily life?**

The students applied the knowledge from learning to the daily life for example, in buying household chemical products, buying foods, and other things that contains chemicals. The students understood more about the danger of chemicals such as pesticides and contaminants in foods and knew how to prevent themselves from this danger. In addition, the students also shared the knowledge and awareness with their family of the impact of chemicals on health and environment.

**3) How did you participate in the class?**

The students worked and helped each other to finish assignments. They participated in doing activities, discussing the result of work, and presenting data with high responsibility. The students helped each other in planning the work and solving problems, which occurred during instruction. They discussed concepts of what they learned. In addition, they helped each other in searching and analyzing data in order to present their works in front of the class.

**4) Do you like the learning activities in this unit? Why?**

The students liked to do activities. The activities made them help each other in learning and working. In addition, doing these activities improved their critical thinking skill, problem-solving skill, and planning in working. They exchanged knowledge with other members in the group. The activities also gave them the opportunities to present their works in the class and share the ideas with other students.

**5) What problems did you find in the learning activities?**

Most of the students found that there were no problems throughout the learning activities. Some students had little problems in group working for example some students in the group were not responsible for their duty, did not express their ideas, and some of them could not finish the assignments in time because they did not read the handouts before starting the activities.

The details of the result from analyzing the Students Self-Assessment Forms are shown in Appendix J.

## Section 6: The Results of the Curriculum Evaluation

The curriculum was evaluated regarding the following criteria:

1) The criteria of curriculum evaluation by experts before implementing the curriculum regarding the appropriateness and the consistency of the curriculum.

2) The criteria of curriculum evaluation for the curriculum implementation regarding:

2.1 The comparison of learning achievement between the experimental groups using the learner-centered science curriculum and the control group using the traditional method of teaching.

2.2 The comparison of problem-solving ability between the experimental groups using the learner-centered science curriculum and the control group using the traditional method of teaching.

2.3 The students' opinions of the experimental groups toward the instruction.

The results of evaluating the effectiveness of the curriculum are presented below:

1) The results of the curriculum evaluation by experts before implementing the curriculum indicated that:

1.1 The appropriateness level of the curriculum was at the high level to the very high level with the mean scores ranging from 4.2 to 5.0, which were higher than the criteria (3.51) as shown in Table 9. This indicated that the curriculum was appropriate for implementation to the students.

1.2 The consistency level of the curriculum components showed the IOC index of 0.8 – 1.0, which was higher than the criteria (0.5) as shown in Table 10. This indicated that the curriculum components had the consistency.

1.3 The appropriateness level of evaluating the lesson plans was higher than the criteria (3.51) with the mean scores of 4.2 – 5.0 as shown in Appendix D. This indicated the lesson plans were appropriate for implementation to the students.

2) The results of evaluating the curriculum by implementing the curriculum indicated that:

2.1 The learning achievement of the experimental groups was higher than that of the control group at the statistically significant .05 level as shown in Table 17.

2.2 The problem-solving ability of the experimental groups was higher than that of the control group at the statistically significant .05 level as shown in Table 20.

2.4 The students' opinions toward instruction in the experimental group : room 1



and room 2 had the mean scores at 3.64 and 3.53 respectively, which indicated that the students' opinions toward instruction showed positive attitude at high level.

The findings from the curriculum evaluation supported the hypotheses of this study.

### **Section 7: The Results of Curriculum Revision**

The data gathered from implementing and evaluating the curriculum were used to revise the curriculum again. The results of the curriculum revision could be summarized as follows:

1. Revising the lesson plans about the introductory steps by giving more questions examples in order to encourage students to participate in the class. Writing the questions more clearly including adding the questions that relate to students' life.
2. Revising the lesson plans in terms of teaching-learning processes. Each lesson plan consisted of two to four learning activities, which should be arranged for the appropriateness of time for doing activities.
3. Writing the details of organizing activities.
4. Adjusting the time for the students' presentation in front of the classroom by adding more time for presentation for each group of students.
5. Describing the details of arranging and preparing groups of students for the presentations in the lesson plans in order to make teacher understand more how to explain to students about presenting their works in front of the class.
6. Improving the handouts by adding the contents and describing the details of each concept with examples.
7. Adding interesting articles related to the contents in each unit.
8. Revising the handouts to look more interesting.
9. Adding the questions at the ends of the lesson plans.
10. Checking and improving wording of instructional materials.

## **CHAPTER 5**

### **CONCLUSION AND DISCUSSION**

This chapter presents the conclusions of the study, discussions, and recommendations by presenting according to the following topics:

#### **Research Objectives**

The main purposes of this study were:

1. To develop a learner-centered science curriculum on “Chemicals in Daily Life” for lower secondary students (grades 7-9).

2. To assess the effectiveness of the curriculum by means of:

Curriculum evaluation by experts before curriculum implementation regarding the appropriateness and consistency of the curriculum components.

Curriculum evaluation by curriculum implementation assessing:

2.2.1) The comparison of learning achievement between the experimental group using the learner-centered science curriculum and the control group using the traditional method of teaching.

2.2.2) The comparison of problem-solving ability between the experimental groups using the learner-centered science curriculum and the control group using the traditional method of teaching.

2.2.3) The students’ opinions of the experimental group toward the instruction based on learner-centered approaches.

#### **Research Hypotheses**

The hypothesis of this study was:

The learner-centered science curriculum on “Chemicals in Daily Life” for lower secondary students is effective according to the following criteria:

1. The curriculum evaluation by experts before implementation shows the result that the draft curriculum is appropriate at the high level and there is consistency among the curriculum components.
2. Students’ learning achievement of the experimental group after learning has a higher score than that of the control group with a statistically significant difference.

3. Students' ability in solving problems of the experimental group after learning has a higher score than that of the control group with a statistically significant difference.
4. Mean scores from the Student Opinion Questionnaire toward Instruction of the experimental group have high level of performance.

### **Research Instruments**

The research instruments used in this study consisted of:

- 1) The science curriculum on "Chemicals in Daily Life"
- 2) The lesson plans
- 3) The curriculum evaluation form by experts
- 4) The achievement test
- 5) The problem-solving test
- 6) The student opinion questionnaire toward the instruction
- 7) The student self-assessment form
- 8) The record form of the instructional result for teachers
- 9) The student interview form

### **Research Methodology**

The methodology for developing the curriculum in this study consisted of seven stages as follows:

#### **Stage 1: Studying Basic Data for Curriculum Development**

The purpose of this stage was to study the basic data and problem situations about teaching-learning processes for designing the draft curriculum. The data were gathered through studying the relevant literatures and interviewing the students using an interview technique of focus group discussion.

#### **Stage 2: Curriculum Design**

The draft science curriculum on "Chemicals in Daily Life" was designed using the basic data from stage 1. The components of the curriculum consisted of:

- 1) The principles of the curriculum
- 2) The goals of the curriculum
- 3) The contents of the curriculum
- 4) The instructional techniques or teaching-learning processes

- 5) The instructional materials
- 6) The assessment and evaluation

### **Stage 3: The Curriculum Evaluation by Experts**

The draft curriculum and the lesson plans were evaluated by experts regarding the appropriateness and consistency of the curriculum. The data were gathered using the curriculum evaluation form.

### **Stage 4: Conducting a Pilot Study**

The pilot study was conducted to test the quality of the draft curriculum and to inspect the feasibility of using the curriculum as well as to check wording of handouts and learning materials. In addition, conducting a pilot study identified any problems that happened during instruction.

### **Stage 5: Curriculum Implementation**

The curriculum was implemented to eighth-grade students to assess the effectiveness of the curriculum. The subjects were 134 students (three classrooms) of Phutthirangsrirhibul School located in Chachoengsao province in Thailand. The subjects were obtained through the cluster sampling. The Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design was used in this stage. The subjects were randomly assigned to be the experimental group: room 1 and experimental group: room 2 and control group. The experimental groups were taught by their science teachers using the learner-centered science curriculum that the researcher developed. The students in the control group were taught by their science teacher using the traditional method of teaching. The experimental group : room 1 and the experimental group : room 2 were taught by different teachers. But both teachers were trained to use the learner-centered science curriculum by the researcher before instruction.

The data were gathered using the achievement test, the problem-solving test, the student self-assessment form, the student opinion questionnaire toward the instruction, and the record form of the instructional result for teachers.

In this study, there were both quantitative and qualitative data. Quantitative data were analyzed by using the program of Statistical Package for the Social Sciences for Windows version 10.0 (SPSS for Windows version 10.0) and qualitative data were analyzed in terms of a content analysis.

### **Stage 6: Curriculum Evaluation after Implementation**

The curriculum was evaluated regarding the following criteria:

- 1) Students' learning achievement of the experimental groups after learning has a higher score than that of the control group with a statistically significance difference.
- 2) Students' ability in solving problems of the experimental groups after learning has a higher score than that of the control group with a statistically significance difference.
- 3) Students' opinions toward Instruction of the experimental groups show mean scores at the high level.

### **Stage 7: Curriculum Revision**

The curriculum was revised again using the data collected from implementing and evaluating the curriculum. The data were analyzed regarding the Student Opinion Questionnaire and The Record Form for the Instructional Result. The suggestions obtained from the students and the teachers were used to revise the curriculum.

### **Conclusions**

The findings of this study are presented in the following sections:

#### **Section 1: The results of studying the basic data**

The results from studying the basic data could be divided into 2 types: 1) the results of studying the relevant literature for this study and 2) the results of student interview about problems and needs for science instruction.

##### **1) The results of studying the relevant literature for this study**

The data from studying the relevant literature were useful in designing the draft curriculum. And also the information gathered from teacher interviews in terms of informal interviews was used to design the draft curriculum.

##### **2) The results of student interview about problems and needs for science instruction.**

The data were gathered through interviewing with three groups of eighth-grade students (5 students/group) using focus group discussion. The interview revealed the problems and needs for science instruction in terms of 1) the content of science curriculum about chemicals 2) the instruction 3) the instructional materials 4) the assessment and evaluation and 5) other comments and suggestions.

The results from studying the basic data and the relevant literatures and from interviewing the students were used in designing the draft curriculum.

**Section 2: The results of the curriculum design**

The science curriculum on “Chemicals in Daily Life” was designed consisting of six components: 1) the principles of the curriculum 2) the goal of the curriculum 3) the content of the curriculum 4) the instructions 5) the instructional materials and 6) the assessment and evaluation.

**Section 3: The results of the curriculum evaluation by experts**

The finding from evaluating the curriculum by experts before implementing the curriculum could be divided into 3 parts:

**1) The curriculum appropriateness evaluation**

The appropriateness of the curriculum evaluated by the experts showed the mean scores from 4.20 to 5.00 and standard deviation from 0.00 to 0.55; that means the curriculum was appropriate at the high level to the very high level

**2) The curriculum consistency evaluation**

The result of consistency evaluation of each component of the curriculum showed the Index of Item Objective Consistency (IOC) from 0.8 to 1.0. This indicated that the curriculum had consistency among the components.

**3) The appropriateness evaluation of the lesson plans**

The results from evaluating the appropriateness of the lesson plans showed the mean scores from 4.2 to 5.0 and standard deviation from 0.00 to 0.55. This means that the appropriateness level of each component of the lesson plans was at high level to very high level.

**Section 4: The results of conducting the pilot study**

The results of conducting the pilot study anticipated the problems occurring during the instruction in the real situations and to gain the insight for revising the curriculum. After conducting the pilot study, the curriculum, the lesson plans, and the instructional materials were revised in terms of adjusting the time for doing the activities of students and the handouts and worksheets were also revised.

**Section 5: The results of the curriculum implementation**

The findings of the curriculum implementation to the subjects are presented as follows:

**1. Comparison of the learning achievement pretest scores between the experimental and control groups.**

The result indicated that the mean scores among groups were not significantly

different at the .05 level. This means that there was no significant difference in the pretest scores of learning achievement test between the experimental and control groups in basic knowledge.

## **2. Comparison of the problem-solving pretest scores between the experimental and control groups.**

The results indicated that the mean scores among groups were not significantly different at the .05 level, which means there was no significant difference in the pretest scores of problem-solving test between the experimental and control groups.

## **3. Comparison of the learning achievement posttest scores between the experimental and control groups.**

The results of One-Way Analysis of Covariance (ANCOVA) indicated that there were significant differences of mean scores among the groups at the .05 level of significance. And analysis by Post-hoc comparisons found that there was significant difference of mean scores between the experimental group : room 1 and control group and there was significant difference of mean scores between the experimental group : room 2 and control group. The result showed that the experimental groups had significantly higher learning achievement than the control group.

## **4. Comparison of the problem-solving posttest scores between the experimental and control groups.**

The results of One-Way Analysis of Covariance (ANCOVA) indicated that there were significant differences of mean scores among the groups at the .05 level of significance. Analysis by Post-hoc comparisons showed that there were significant differences of mean scores between the experimental group : room 1 and control group and there were significant differences of mean scores between the experimental group : room 2 and control group. The results showed that the experimental groups had significantly higher problem-solving scores than the control group.

## **5. The results of assessment of students' opinions toward the instruction**

The results indicated that the students' opinions toward the instruction were at the high level. The overall evaluation showed the mean scores of the experimental group : room 1 and the experimental group : room 2 at 3.64 and 3.53 respectively. As a result, the students in the experimental groups who were taught using the learner-centered science curriculum had positive opinions toward the instruction in at the high level.

## **6. The results of the qualitative data analysis**

The qualitative data were gathered by using these research instruments:

- 1) The Students Opinion Questionnaire toward the instruction
- 2) The Record Form of the Instructional Result for Teachers
- 3) The Students Self- Assessment Form

The results of analyzing data are presented as follows:

### **1) The Students Opinion Questionnaire toward the Instruction**

The students gave the opinions that the contents were very interesting and easy to understand and also built up the awareness about the impact of chemicals on health and environment. Students learned and worked as teamwork and helped each other complete the assignments. In addition, they gained several learning skills such as critical thinking skill, problem-solving skill, investigating data, analyzing data, and presenting data. The instructional materials were very useful and made the students participated in learning. For assessment and evaluation, most students preferred the self-assessment test but some still preferred a multiple-choice test. However, students suggested that several instructional techniques should be used.

### **2) The Record Form of the Instructional Result for Teachers**

The data were recorded by the teachers who participated in using the curriculum. The results of data analysis showed that teachers agreed with teaching-learning processes, which made the students pay more attention to learning and doing activities. Students were happy and had more fun in learning. But there were some problems during teaching-learning processes such as the students had no experiences in presenting data in front of the classroom, the students dared not ask questions or express their ideas, some of the students lacked communication skills and group working skills. The teachers suggested that a variety of instructional techniques and instructional materials should be included in this curriculum.

### **3) The Students Self- Assessment Form**

Most students did the self-assessment test well. But some students needed improvement about writing. Students learned how to summarize the learning issues. They were able to apply the knowledge to daily life. They participated in doing activities, discussing the result of works, presenting data with high responsibility. They were impressed with the instructional processes, which made them improve their critical thinking skills, problem-solving skills, and planning in working.



### **Section 6: The results of the curriculum evaluation**

The results of evaluating the effectiveness of curriculum indicated that:

1. The mean scores of the learning achievement of the experimental groups were higher than that of the control group at the statistically significant .05 level.
2. The mean scores of the problem-solving ability of the experimental groups was higher than that of the control group at the statistically significant .05 level.
3. The opinions of students in the experimental groups toward instruction showed the mean scores at the high level of performance.

The findings from evaluating the curriculum supported the hypotheses of this study.

### **Section 7: The results of the curriculum revision**

The curriculum was revised at the last stage of developing the curriculum. The main points to use in improving the curriculum were revising the lesson plans, handouts, worksheets and organizing the teaching-learning processes and time for doing activities in each lesson plan.

## **Discussions**

The results of the study could be described as follows:

1. The result of studying basic data for curriculum development
2. The result of curriculum design
3. The result of curriculum evaluation by experts
4. The result of conducting a pilot study
5. The result of curriculum implementation
6. The result of curriculum evaluation after implementing the curriculum
7. The result of curriculum revision

The detailed description of the results could be discussed as follows:

#### **1. The Result of Studying Basic Data for Curriculum Development**

This study aimed to develop the science curriculum based on learner-centered approaches. This was the part of designing the draft curriculum, which used the several instructional techniques. There were learning activities that opened the opportunity for students' participation in doing activities in group and by themselves. The students used learning skills such as cooperative learning skills, group working skills, critical thinking skills, and problem solving skills including discussions and exchanging knowledge with each

other. In addition, the students also practiced and developed the investigation skills to construct their own knowledge.

Studying basic data, such as the principle of curriculum development, the process of curriculum development, the curriculum implementation and the curriculum evaluation including the relevant literature, was the first stage to gain the useful data for designing the draft curriculum. The development of science curriculum in this study was based on the curriculum development of Taba (1962) and Saylor and Alexander (1981). In addition, the other informations related to this study, such as the learner-centered instructions, the assessment and evaluation, especially the authentic assessment, designing the lesson plans, creating instructional materials including analyzing the old science curriculum in order to use these data to design the curriculum, were applied in this study.

Before the curriculum design, 15 eighth-grade students had been interviewed using the focus group technique in order to question them about science instruction. The questions for interviewing were divided into five points: 1) Content of science on chemicals in daily life, 2) Instruction, 3) Instructional materials, 4) Assessment and evaluation, and 5) Other opinions and suggestions. The results of studying basic data gave information about the problems of instructions and needs of the students. Somsak Pakwan (2002) had studied factors affecting to learner-centered instruction and his findings indicated that the curriculum is one of the factors affecting learner-centered instruction, and the curriculum should be developed in line with changing of Thai society at present.

## **2. Curriculum Design**

The draft curriculum was designed based on the Taba's model (1962) consisting of 7 steps: Step 1: Diagnosis of problems and needs of learners, Step 2: Formulation of principles and goals of curriculum, Step 3: Selection of content, Step 4: Organization of content, Step 5: Selection of learning experiences, Step 6: Organization of learning experiences, and Step 7: Determination of the method of assessment and evaluation.

This study aimed to develop the science curriculum based on the learner-centered approaches to be consistent with the education reform and the National Education Act B.E. 2542 (1999) and Amendments (Second National Education Act B.E. 2545 (2002)) which focus on the learner-centered instructions. According to the National Education Act, the teaching-learning processes aim to enhance students'

ability to construct their own knowledge through several learning activities. Students are to have more participation in instruction and they can use learning skills such as investigating, discussing, interpreting data, and generalizing data by themselves. In addition, they can work with others in a group and should be able to apply knowledge in daily life. The instructional management has to be consistent with daily living of students regarding the ability and the interest while teachers are to act as facilitators.

In this study four instructional techniques were used in designing the lesson plans: 1) Cooperative learning, 2) Problem solving, 3) Small group discussion and 4) Teaching by questioning. From reviewing many research, it was found that these four instructional techniques possessed the effectiveness in developing students' leaning achievements and learning skills. (Shachar; & Sharan. 1994; Slavin; & Madison. 1999; Lambros. 2002; McMilland. 2004; McKeachie. 2002).

### **3. Curriculum evaluation by experts**

The curriculum evaluation by experts was the process of assessing the effectiveness before implementation. The draft curriculum was evaluated by five experts regarding the appropriateness and the consistency of curriculum components. The findings showed that the curriculum was appropriate at the high level as indicated by the mean scores of appropriateness level between 4.2-5.0. And from evaluating the consistency of the curriculum it was found that the IOC Index was between 0.8-1.0 which was higher than the criteria setting at 0.5. This finding indicated that the curriculum components were consistent with each other. The result of evaluating the appropriateness of the lesson plans indicated that the lesson plans were appropriate at high level to very high level, which showed the mean scores between 4.2-5.0. The results of curriculum evaluation by experts indicated that the curriculum was developed systematically using the basic data surveyed in the first stage. This made the curriculum is appropriate and consistent.

### **4. Conducting a pilot study**

A pilot study is the stage of trying out the draft curriculum with small group of students in order to test the effectiveness of the curriculum documents such as instruction materials, lesson plans and to study the possibility of using the curriculum in the real situation. The subjects were 16 eighth-grade students taught by the researcher using the science curriculum that the researcher developed. The pilot study was conducted as a

micro scale of experiment in which four lesson plans were tried out in 8 class periods of 50 minutes each. The findings of conducting a pilot study revealed the problems that occur would during the instruction. Some students could not finish the activities and assignment in time. They did not understand some statements in the worksheets and also in the handouts. Most students did not know how to work in group and they dare not express their ideas. And they did not know how to discuss and exchange experiences. In addition students wanted more documents and handouts.

The results of conducting a pilot study were used to revise the curriculum documents, lesson plans, and instructional materials.

### **5. Curriculum implementation**

The curriculum was implemented to the eighth-grade students in order to assess the effectiveness of the curriculum. The following topics are the results of implementing the curriculum:

#### **The result of comparison of learning achievement scores after learning of experimental and control groups.**

The findings showed that mean scores of learning achievement after learning of the experimental group were higher than that of the control group at the .05 level of significance which means that the students who were taught using the learner-centered science curriculum had higher learning achievement than the students who were taught with the traditional methods of teaching. The results of this study were consistent with the study of Aujchara Khuajun (2002), which found that the students who had been taught using the learner-centered instructional activities had a better learning achievement. This findings were consistent with the study of Nittaya Yonwichai (2002) and Jirakan Hongchuta (2002). This was because the instructional activities had been developed and organized the students worked together in mixed groups disregarding their learning ability, allowing them to learn cooperatively and to participate in various activities. This approach would enable students to participate in the activities physically, intellectually, emotionally and socially, while the teacher acted as a facilitator or advisor. This was consistent with the study of Jaruthat Junburom. (2002) which indicated that teachers' role in the learner-centered classroom was important factor to promote students' learning. In addition there were some research studies to support the belief that learner-centered approaches are the effective way to develop learning skills, for example, the learning activities allowed them an

opportunity to interact with other students both in a group and in classroom. Students discussed and exchanged ideas and were able to draw a conclusion of what they learned by themselves. They became more expressive and self-confident. They learned through group working, group discussion, and brainstorming, and this finding was consistent with some research studies in which the findings showed that students who had participated in the learner-centered instruction developed the critical thinking skill, and problem-solving skill the use of which encouraged students to investigate and construct knowledge by themselves (Nunhanart Muangmooltree. 2000; Rawadee Lasa. 2002; Frence. 2001; Tamburo. 1989).

The use of the learner-centered science curriculum can develop the students' learning achievement and also learning skills, social skills, communication skill, critical thinking skill, problem-solving skill. The findings of this study were consistent with the findings of Kwanta Boonvas (2003), which showed that constructive learning skills of students in the experimental group, who were taught using the learning management model with cooperative knowledge construction were higher than those in the control group by which the traditional method of teaching was used. And the cooperative learning skills of students in the experimental group were higher than those in the control group with .05 level of significance.

The goals of the instruction in this study focused on the learners to construct their own knowledge through a variety of instruction techniques and for them to be able to link the previous experiences and the new experiences together by themselves as well as to allow them an opportunity to interact with other and participate in learning. The learner-centered instruction can promote learning skills. (Meece, 2003; Nunan, 1988; McCombs, 2000, Trowbridge;& Bybee, 1996).

#### **The result of comparison of problem solving ability after learning of experimental and control groups.**

The findings showed that mean scores of problem-solving ability of the experimental group was higher than that of the control group at the .05 level of significance, which means that the students who were taught using the learner-centered science curriculum have higher problem-solving ability than the students who were taught with the traditional methods of teaching. The results of this study were consistent with the study of Phodchanart Buakheo (1992), which found that the learning achievement of the students

who were taught with the problem solving instruction was higher than students that were not. According to Yuwadee Luecha (1993), students who were taught with training curriculum on problem-based learning got competency scores on problem-based learning higher than students that were not. The findings support the development of the learner-centered instructional activities as the effective way to allow students an opportunity to interact with people and the environment. The students were able to draw a conclusion of what they had learned and were able to apply knowledge to daily life. They had learned how to plan for problem, to organize their knowledge for easy understanding, and to create works. This method of instruction encourages students to work cooperatively with others. They discussed and exchanged ideas and developed problem-solving skills. In addition they also developed group-working skills.

There are many researches supporting the use of the learner-centered instruction as means of developing the problem-solving skills of students. This is because the learning activities offer students a chance to construct their own knowledge through working and doing activities by themselves. The students developed learning skills such as critical thinking skill and problem-solving skills. These activities promote students' participation in discussing and exchanging their learning experiences with others. They learned more about social skills and knew how to work with others. The students worked together in group to solve problems, to make a decision, to plan group working, and learned together. (Natkaanya Jarearnkietboworn. 2004; Nuchanart Muangmooltree. 2002; Rawadee Lasa. 2002; Matheus. 2002; Faubion. 2001; Ratana Buara. 1997; Kontharot Roswan. 1996; Prodchanart Buakheo. 1992).

### **The result of assessing students' opinion toward the learner-centered instruction**

The findings showed that the mean scores of performance level of students gathered from the questionnaire are at the high level. The overall evaluation shows mean scores at 3.64 for the experimental group : room 1 and at 3.53 for the experimental group : room 2, which indicates that the students in the experimental groups who were taught using the learner-centered science curriculum have the opinions toward the instruction at the high level. The students of both experimental groups agree with this method of the instruction which gives them the opportunity to work together and to help each other in investigating knowledge. The students liked learning activities that allowed

them to participate in the instruction and to do activities by themselves. They liked discussion among friends in group to exchange their ideas and to work on assignment together. They liked working as a team using the several instructional techniques such as cooperative learning, problem solving, and small group discussion. In addition the instructional activities also encouraged them to investigate for data from many learning sources such as the Internet, magazines, newspapers, journals, articles, and data from libraries. The students thought that learning like this helped them developing learning skills and also applying the knowledge to daily life. They linked the knowledge of what they learn with the real life. In addition, they participated in the self-evaluation and were able to improve their works including their own learning.

The results of this study were consistent with the study of Natkanya Jarearnkietbowworn (2004), which found that students who were taught using the problem solving and cooperative learning had higher problem-solving abilities than before learning at the .01 level of significance. In addition, the research study of Aujchara Khuajun (2002); Sukanya Thongwat (2002); and Kamonwan Phothibundit (2000) found that the use of the learner-centered instructional activities made the students' learning achievement better. The data gathered from the interview form and questionnaires showed that students had positive attitudes toward the learner-centered instruction.

## **6. Curriculum Evaluation after Implementation**

The findings showed that the learner-centered science curriculum was effective according to the prescribed criteria as follows:

The results of curriculum evaluation by experts before implementation showed that the curriculum components were appropriate at the high level to very high level and the curriculum components were consistent with each other. Also the seven lesson plans were appropriate at the high level.

The results of curriculum evaluation after implementation showed that:

The learning achievement scores after learning of the experimental groups were higher than those of the control group at the .05 level of significance.

The problem solving ability scores after learning of the experimental groups were higher than those of the control group at the .05 level of significance.

The results of assessing the students' opinions in the experimental groups toward the instruction showed mean scores of performance level at the high level.

The results of this study revealed that the learner-centered science curriculum was effective as a means to develop science learning achievement and problem-solving skills of students. The curriculum also made students feel positively toward the instruction. There are some researches in support of this conclusion, indicating that the method of learner-centered instruction encouraged students to be cooperative with other in learning, to let them have opportunities to work together in which students were allowed to participate in doing activities. It also stimulated the students to become more interested in the subject, with a better comprehension of what they have learned. In addition, the learning activities were in line with the learners' interests and needs.

According to the research study of Nittaya Yonwichai (2002), the use of the learner-centered instruction helped the students construct a body of knowledge by themselves and resulted in meaningful learning in the students. They acquired the learning process and learning skills. The findings showed that the students who learned through learner-centered instruction activities based on cooperative learning developed various personal qualities such as relational thinking and problem-solving skills. They also developed group working skills.

## **7. Curriculum Revision**

The curriculum revision was the important stage to make the curriculum more complete and more effective. The curriculum was revised after implementing the curriculum to the subjects. The data such as the data from the student opinion questionnaire toward the instruction, the student self-assessment form, and the record form of the result of teachers' instruction gathered from the stage of implementing and evaluating the curriculum were used to revise the curriculum. Both the students and the teachers who participated in this study expressed their opinions, which the researcher employed to revise for more effective curriculum.



## **Recommendations**

In this study, the following recommendations are thought to be useful for instructions and for further study.

### **1. Recommendations for policy making**

The director or school administrators should give the importance to a curriculum development and should promote teachers to have knowledge in designing curriculum and should budget support for creating the instructional materials. Teachers should be received training in developing instructional materials, learning management in classroom including using a variety of instructional activities.

The director or school administrators should organize workshops for teachers to enhance the knowledge and understanding about learner-centered approaches, a curriculum development, instructional techniques, assessment and evaluation, in particular authentic assessment so that teachers will be able to teach more effective.

### **2. Recommendations for applying the results of this study**

Before bringing the curriculum to use in the classroom, teachers should study the curriculum and the curriculum documents first such as the lesson plans and the instructional materials in order to make instruction more effective.

2.2 Teachers should study the pattern of using instructional techniques such as cooperative learning, small group discussion, problem solving, and teaching by questioning in order to explain how to do learning activities to students before the beginning of instruction.

Teachers should understand the use of learner-centered instructions and make ready instructional materials before starting teaching-learning processes.

2.4 Teachers should encourage students to express their ideas and use social skills so that they can work as a team with group-working skills, communication skills and to responsible in doing activities with others.

2.5 Teachers should study on the authentic assessment and how to assess students' learning. In addition, teachers should use the authentic assessment and various kind of assessments in order to assessing the students' learning achievement more effective.

### **3. Recommendations for further research study**

3.1 The learner-centered instructions are at the heart of a learning reform. Therefore a development of learner-centered science curriculum should be studied in order to develop students' learning achievement and learning skills. In this study, the researcher had developed the science curriculum on " Chemicals in Daily Life". But there are still many science contents that should be developed.

3.2 One important principle of the use of learner-centered instructions is the use of a variety of instructional techniques. In this study, four instructional techniques based on the learner-centered approach were used: cooperative learning, small group discussion, problem solving and teaching by questioning. Therefore the research study about using other instructional techniques to develop science learning achievement and science learning skills should be studied.

3.3 Teachers have important roles in teaching-learning processes. Therefore teachers should be supported to develop the learner-centered science curriculum by encouraging teachers to participate in designing the curriculum. Therefore the research study on a development of the learner-centered science curriculum focusing on teachers' role in the participation in the curriculum design should be studied.

## **BIBLIOGRAPHY**

## BIBLIOGRAPHY

- American Psychological Association [APA]. (2003). *Learner-Centered Psychological Principles*. (Online). Available: <http://www.apa.org/ed/lcp2/lcp14.html>. Retrieved October 9, 2003.
- Armstrong, D.G. (2003). *Curriculum Today*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Aujchara Khujun. (2002). *The Development of Students-Centered Instructional Activities for Bio-Physical Science for Mathayom Suksa IV Students in Sichompusuksa School, Sichompu District, Khon Kaen Province*. Master thesis, M.Ed. (Curriculum and Instruction). Khon Kaen : Graduate School, Khon Kaen University. Photocopied.
- Barbato, R. A. (2000). *Policy Implications of Cooperative Learning on the Achievement and Attitudes of Secondary School Mathematics Students*. Doctoral dissertation, Fordham University [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 61 (06): (Online). (UMI No. 9975337). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/9975337>. Retrieved November 22, 2003.
- Basamh, S. A. (2002). *Principals' and Teachers' Attitudes toward Implementing Cooperative Learning Methods at Girls' Private Middle Schools in Jeddah, Saudi Arabia* [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 64 (01): (Online). (UMI No. 3078822). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/3078822>. Retrieved November 22, 2003.
- Beane, J. A., Toepfer, C. F., & Alessi, S. J. (1944). *Curriculum Planning and Development*. Boston: Allyn and Bacon.
- Best, Jhon W. (1981). *Research in Education*. New Jersey : Prentice Hall.
- Bloom, B.(1956). *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I Cognitive Domain*. New York: David McKay.
- Brice, L. M. (1998). *Democratic Public Discourse and Small Group Discussion in a High School Social Studies Classroom* [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 59 (10): (Online). (UMI No. 9909266). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/9909266>. Retrieved November 22, 2003.
- Brinson, S.A., & Therrien, B. (1988). *A Comparison of Two Teaching Methods: a Game and a Lecture to Review Mandatory Workplace Safety in Acute Care Hospitals* [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 49 (07): (Online). (UMI No. 8816841). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/8816841>. Retrieved November 29, 2003.

- Brown, Bettina L. (2003). *Using Problem-Solving Approaches in Vocational Education*. (Online). Available: <http://ericacve.org/docgen.asp?tbl=pab&ID=73>. Retrieved November 12, 2003.
- Cambell, D.T; & Stanley, J.C. (1963). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Chicago: Rand McNally.
- Campbell, C; & Kryszevska, H. (1992). *Learner-Based Teaching*. Oxford: Oxford University Press.
- Center for Instructional Development and Research University of Washington (2003). *Classroom Observation*. (Online). Available: [http://depts.washington.edu/cidrweb/TLBulletins/1\(4\)ClassroomObservation.html](http://depts.washington.edu/cidrweb/TLBulletins/1(4)ClassroomObservation.html). Retrieved December 21, 2003.
- Chanphen Paiboon. (1996). *The Curriculum Development of Life Experiences Area for Prathom Suksa Six Students in Urban Area*. Master thesis, M.Ed. (Elementary Education). Bangkok : Graduate School, Chulalongkorn University. Photocopied.
- Chowwalit Chookhampaeng. (2003). *The curriculum Development for Remediating Basic Skills of Learning among Primary School Children with Learning Disabilities*. Dissertation, Ed.D. (Curriculum Research and Development). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Photocopied.
- Cohen, L; Manion, L; & Morrison, K. (2000). *Research Methods in Education*. New York: Taylor and Francis Group.
- Coombe, C.; & Kinney, J. (1998, August). *Learner-Centered Listening Assessment for the EFL Classroom, United Arab Emirates university ThaiTESOL Bulletin*, 11 (2): (Online). Available: <http://www.thaitesol.org/bulletin/1102/110202.html>. Retrieved November 10, 2003.
- Division of Instructional Development, Office of Instructional resources, University of Illinois at Urbana-Champaign (2003). *Improving Your Lecturing*. (Online). Available: <http://www.oir.uiuc.edu/Did/docs/lecture.htm>. Retrieved November 15, 2003.
- Dyer, J. E.; & Osborne, E. (1996). Effects of Teaching Approach on Achievement of Agricultural Education Students With Varying Learning Styles. *Journal of Agricultural Education*. 37(3) : 43-51.
- Education Research Service (1990). *Cooperative learning*. Arlington, Virginia Education Research Service.
- English, F.W. (1992). *Deciding What to Teach and Test, Developing, Aligning, and Auditing the Curriculum*. California: Corwin Press.

- Faculty Development Institute, Virginia Tech. (2003). *Learner-Centered and Teacher-Centered Instruction: A Comparison*. (Online). Available: <http://www.fdi.vt.edu/summer/2002/Content/TrackH/UnitB/B-41.html>. Retrieve October 24, 2003.
- Falk, B. (1993). *The Learner at the Center of Curriculum: a Case Study of the Process of Developing a Learner-Centered Curriculum at the Bronx New School* (New York school) [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 54 (08): (Online). (UMI No. 9400553). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/9400553>. Retrieved September 21, 2003.
- Fan, Chung Teh. (1952). *Item Analysis Table*. New Jersey: Education Testing Service.
- Faubion, K.A. (2001). If you already knew how to do it, it would not be a problem: Middle school problem solving strategies [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 40 (02), (UMI No.1406540). (Online). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/1406540>. Retrieved November 23, 2003.
- Felder, R.M.; & Brent, R. (1996). *Navigating the Bumpy Road to Student-Centered Instruction*. (Online). Available: <http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/Resist.html>. Retrieved April 14, 2004.
- Flynn, M.A. (1999). *Cooperative Learning in the Chemistry Classroom* [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 38 (04): (Online). (UMI No. 1398594). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/1398594>. Retrieved November 22, 2003.
- Fornari, A. Beth. (2001). The Development of an Ethics Curriculum for Dietetics Students Utilizing Learner-Centered Pedagogy. *Dissertation Abstracts International*, 38 (04): (Online). (UMI No. 3064537). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/3064573>. Retrieved November 22, 2003.
- Gawthrop, J. C. (1990). *Effects of the Problem-Solving Approach in Ethics Teaching* [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 30 (03), (UMI No. MM62400). (Online). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/MM62400>. Retrieved November 23, 2003.
- Gillies, R.M.; & Ashman, A.F. (2003). *Co-operative Learning, the Social and Intellectual Outcomes of Learning in Groups*. London and New York: Taylor&Francis Group.
- Goossen, L. H. (2002). *Classroom Questioning Strategies as Indicators of Inquiry Based Science Instruction* [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 63 (07): (Online). (UMI No. 3060705). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/3060705>. Retrieved October 1, 2003.

- Green, B.W. (1983). *A Questioning Strategy for Use With the Thematic Approach to Literature for Adolescents (Taxonomy, Cognitive Objectives)* [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 45(01) : (Online). (UMI No. 8405735). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/8405735>. Retrieved October 1, 2003.
- Henley, J. (2003). *Cooperative Learning: It's in There!* (Online). Available: <http://tiger.coe.missouri.edu/%7Evlib/Joan%27s.stuff/Joan%27s.Page.html>. Retrieved October 1, 2003.
- Huba, M.E.; & Freed, J.E. (2000). *Learner-Centered Assessment on College Campuses, Shifting the focus from teaching to learning*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Jacobs, G.M.; & Power, M.A. (2002). *The Teacher's Sourcebook for Cooperative Learning: Practical Techniques, Basic Principles, and Frequently Asked Questions*. California: Corwin Press.
- Jaruthat Junburom. (2002). *The Management of Learner-Centered Instructional Activities in the Secondary Schools under the Department of General Education, Kalasis Province*. Master thesis, M.Ed. (Educational Administration). Khon Kaen : Graduate School, Khon Kaen University. Photocopied.
- Jirakan Hongchuta. (2002). *The Development of Chile-centered Instructional Activities based on CIPPA Model for Teaching Fraction to Prathomsuksa III Students*. Master thesis, M.Ed. (Elementary Education). Khon Kaen : Graduate School, Khon Kaen University. Photocopied.
- Johnson, D. W.; & Johnson, R. T. (1987). *Learning Together and Alone : Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning*. 2nd ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Johnson, D. W.; Johnson, R. T.; & Holubeck, E. J. (1992). *Advanced Cooperative Learning*. Edina, Minn.: Interactive Book.
- Johnson, D.W.; Johnson, R.T.; & Smith, K.A. (1991). *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*. Edina, MN: International.
- Kagan, S. (1994). *Cooperative Learning*. CA. San Juan Capistrano.
- Kamonwan Phothibundit. 2000. *A Development of Teaching/Learning Activities for Science Subject for Mathayom Suksa I based on Cooperative Learning Model*. Master thesis, M.Ed. (Science Education). Khon Kaen : Graduate School, Khon Kaen University. Photocopied.

- Kayler, M. A. M. (1998). *Middle School Students' Perceptions of Cooperative Learning* [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 60 (04) : (Online). (UMI No. 9925853). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/9925853>. Retrieved November 22, 2003.
- Kittichai Suthasinobol. (1998). *The Effects of Using Teacher's Questioning Techniques on Science Achievement, Science Process Skills and Group Behaviors of Prathom sukha V Students*. Master thesis, M.Ed. (Elementary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Photocopied.
- Kwanta Boonvas. (2003). *A Development of Learning Management Model in Nursing with Cooperative Knowledge Construction*. Dissertation, Ed.D. (Higher Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Photocopied.
- Kuder, G.F.; & Richardson, M.W. (1939, May). The Calculation of Test Reliability Coefficients Based-upon the Method of Rational Equivalence. *Journal of Educational Psychology*. 30(2) : 681-687.
- Lambros, A. (2002). *Problem-Based Learning in K-8 Classroom; A Teacher's Guide to Implementation*. California, Corwin Press, Inc.
- Elizabeth, Leu. (2003). *Learner-Centered Teaching, Active Learning and Group Work in the Classroom for Effective Teaching and Learning*. (Online). Available: <http://www.besoproject.org/pdf%20files/LEARNER.pdf>. Retrieved September 17, 2003.
- Lindsay, P.W. (1999). *Cooperative Learning in the Science Classroom: a Qualitative View*[Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 38 (04): (Online). (UMI No. 1395857). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/1395857> Retrieved November 22, 2003.
- Matheus, J. A. (2000). *Problem-Solving Processes in an Integrated Content Sixth-Grade Social Studies Class* [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 62 (01): (Online). (UMI No. 3003027). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/3003027>. Retrieved November 23, 2003.
- McCombs, B. L. (2000, July). *Learner-Centered Psychological Principles: A Framework for Technology Evaluation*. Invited paper presented at the U.S. Department of Education's Regional Conferences on "Evaluating Technology in Education," Atlanta.
- McCombs, B.L. & Whisler, J.S. (1997). *The Learner Centered Classroom and School: Strategies for Increasing Student Motivation and Achievement*. San Francisco: Jossey-Bass.



- McKeachie, W. J.; & Hofer, B. K. (2002). *McKeachie's Teaching Tips : Strategies, Research, and Theory for College and University Teachers*. 11th ed. Boston: Houghton Mifflin Co.
- McMillan, J.H. (2004). *Classroom Assessment: Principles and Practice for Effective Instruction*. 3rd ed. Boston, MA: Pearson Education, Inc.
- Meece, J. L. (2003, July). Applying learner-centered principles to middle school education. *Theory into Practice* 42 (2) : 109-116.
- Mills,L.C.; &.Dean,P.M. (1958). *Problem Solving Methods In Science Teaching, Manpower Project Monographs, Bureau of Publications, Teachers College Columbia University, N.Y.*
- Ministry of Education, Thailand. (1995). *1995 Education Statistics in Brief*. Bangkok: Ministry of Education, Bureau of Policy and Planning.
- Ministry of Education. (2002). *Basic Education Curriculum B.E. 2544 (A.D. 2001)*. Bangkok: Metropolis: Feligious Affairs. Express Transportation Organization of Thailand. (ETO).
- Natkanya Jarearnkietboworn. (2004). *A Study of Mathematical Problem-Solving Abilities in "Function" of The Second-Year Vocational Students through Cooperative Learning*. Master Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Photocopied.
- National Research Council. (1997). *Science Teaching Reconsidered*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Nilubol Seetape. (2003). *Effects of Cooperative Learning on English Reading Achievement and Learning Behaviors of Mathoayomsuksa Three Students in Kanchanaphisekwittayalai Uthaithani School*. Master's Project, M.A. (Educational Linguistics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Photocopied.
- Nittaya Yonwichai. (2002). *The Development of Child-Centered Instruction Activities Based on Cooperative Learning for Teaching Decimals to Prathomsuksa V Students*. Master thesis, M.Ed. (Elementary Education) Khon Kaen: Graduate school, Khon Kaen University. Photocopied.
- Norwegian Pollution Control Authority (SFT). (2003).*Chemicals Hazardous to Health and the Environment*. (Online). Available: <http://www.sft.no/eindex.asp>. Retrieved December21,2003.

- Nuchanart Muangmooltree. (2002). *The Development of Teaching and Learning Activities in Life Experiences (Social Studies) for Prothomsuksa VI Students by Using a Student-Centered Instruction*. Master thesis, M.Ed. (Elementary Education) Khon Kaen: Graduate school, Khon Kaen University. Photocopied.
- Nunan, D. (1988) *The Learner-Centred Curriculum*. New York: Bell & Bain Lrd, Glasgow.
- Oliva, P. F. (1982). *Developing the Curriculum*. Boston: Little Brown.
- Office of the National Education Commission [ONEC]. (1999a). *Learning Reform : A Must For A Nation*. (Online). Available: <http://www.edthai.com/reform/dec03a.htm>. Retrieved October 9, 2003.
- Office of the National Education Commission [ONEC]. (1999b). *National Education Act of B.E. 2542 (A.D.1999)*. (Online). Available: <http://www.onec.go.th/> Retrieved October 9, 2003.
- Orlich, Donald C. et al (1998). *Teaching Strategies A Guide to Better Instruction*. 5<sup>th</sup> ed. Boston Newyork: Houghton Mifflin company.
- Panitz, Ted (2003). *Ted's Cooperative Learning e-book* . (Online). Available: <http://home.capecod.net/~tpanitz/tedsarticles/Assessment.htm/> Retrieved October 28, 2003
- Patraporn Patrayotin. (2002). *The Development of Adult Nursing Course for Enhancing Critical Thinking*. Dissertation, Ed.D. (Curriculum Research and Development). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Photocopied.
- Phodchanart Buakheo. (1992). *A Study of Achievement and Self-Analysis Ability of Mathoyom sukxa 2 Students through Problem-Solving Instruction with Yonisomanasikan*. Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Photocopied.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Gardent City, New York : Doubleday and Company.
- Poonsuk Udom. (2003). *A Development of a Multidisciplinary Science Curriculum Integrating Science with Mathematics and English for Mathayomsuksa I of Princess Culabhorn's College, Trang*. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Photocopied.
- Riley, V.M. (1991). *Teachers' Questioning for Improvement of Critical Thinking Skills*. Dissertation, Ed.D (Curriculum and Instruction). Wisconsin : Graduate school, University of Wisconsin-Madison.
- Sanders, N. M. (1966). *Classroom Questions: What Kinds?* New York: Harper & Row.

- Saylor, J. G.; & Alexander, W. M. (1974). *Planning Curriculum for Schools*. New York,: Holt Rinehart and Winston.
- Saylor, J. G.; Alexander, W. M.; & Lewis, A. J. (1981). *Curriculum Planning for Better Teaching and Learning*. 4th ed. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Slavin, Robert E. (1992). *Cooperative Learning: Theory, Research, and Practice*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Slavin, Robert E. (1994) A practical Guide to Cooperative Learning, Needham Heights, Massachusetts: Allyn and Bacon
- Slavin, R.; Madden, N.; & Stevens, R. (1989, March). Cooperative Learning Models for the 3 R's. *Educational Leadership*. 47(1): 22-28.
- Slavin, R.S. (1987, June). Cooperative learning and the cooperative school. *Educational Leadership*. 45(4) : 7-13.
- Somchit Sawathanapaiboon. (2003). *Research and Development on Activity Package for Child-Centered Learning Process with Multi Activities*. Science Education Center, Srinakharinwirot University, Bangkok.
- Somsak Pakwan. (2002). *Factors Affecting Child-Centered in the Medium-Sized Schools under the General Education Department, Khon Kaen Province*. Master thesis, M.Ed. (Educational Administration). Khon Kaen : Graduate School, Khon Kaen University. Photocopied.
- Pisarn Soydhurum. (2001). *Science Education in Thailand*. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. Bangkok: Kul Press.
- Sukanya Thongwat. (2002). *The Development of Teaching and Learning Science Activities with the Use of the Inquiry Training Model and the Cooperative Learning Model for Mathayon Suksa 3 Students*. Master thesis, M.Ed. (Science Education). Khon Kaen : Graduate School, Khon Kaen University. Photocopied.
- Taba, H. (1962). *Curriculum Development; Theory and Practice*. New York,: Harcourt Brace & World.
- Tamburo, C. (1986). *Learner-Centered Strategies and Activities for Elementary, Intermediate and Advanced-Intermediate Spanish Language Classes* [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 62 (01): (Online). (UMI No. 8702648). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/8702648>. Retrieved September 21, 2003.

- The Graduate School and Center for Instructional Development and Research University of Washington. (2003). *Teaching Problem Solving*. (Online). Available: <http://depts.washington.edu/cidrweb/TAHandbook/ProblemSolving.html>. Retrieved November 12, 2003.
- The Public Relations Department, Office of the Prime Minister, (2003). *Chemical Safety in a Vulnerable World*. (Online). Available: [http://www.prd.go.th/ebook/focus\\_thailand/v\\_detail1.php?focusid=207](http://www.prd.go.th/ebook/focus_thailand/v_detail1.php?focusid=207). Retrieved February, 29, 2003.
- Todd, E. A. (1965). *Curriculum Development and Instructional Planning*. Nederland, TX.: Nederland.
- United States Environmental Protection Agency, (2003). *Hazardous Substances and Hazardous Waste*. (Online). Available: [http://www.epa.gov/superfund/students/clas\\_act/haz-ed/ff\\_01.htm](http://www.epa.gov/superfund/students/clas_act/haz-ed/ff_01.htm). Retrieved February, 29, 2003.
- Vaidya, N. (1968). *Problem Solving in Science*. Delhi,: S. Chand.
- Valdes, R. M. (2000). *The Use of Tools for Learning Science in Small Groups* [Abstract]. *Dissertation Abstracts International*, 61 (02): (Online). (UMI No. 9961665). Available: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/9961665>. Retrieved November 22, 2003.
- Weir, John Joseph. (1974, April). "Problem Solving is Everybody's Problem" *The Science Teacher*. 4 : 16-18.
- Wichitporn Lausuwanagoon. (2000). *A Development of Enrichment Curriculum to Promote Critical Thinking Skills in Nursing Process*. Dissertation, Ed.D. (Curriculum Research and Development). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Photocopied.
- Wilén, W.; & Clegg, A. (1986). Effective Questions and Questioning: A Research Review. *Theory and Research in Social Education*. 14(2): 153-161.
- Windschitl, M. (1999). Using Small-Group Discussions in Science Lectures. *CollegeTeachin*. 47(1) : 23-27.
- Woods, D.R.; et al. (1975, December). Teaching Problem-Solving Skills. *Engineering Education*. 66 (3) : 238-243.
- Yeary, M. B. (2003). *Teacher Centered to Learner Centered Educational Model*. (Online). Available: <http://fie.engrng.pitt.edu/fie98/papers/yeary.pdf>. Retrieved September 17, 2003.

- Yuwadee Luecha. (1993). *A Development of Training Curriculum on Problem-Based Learning for Nurses Instructor*. Dissertation, Ed.D. (Curriculum Research and Development). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Photocopied.
- Boonshom Srisaaad. (2543). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- Laun Saiyot, & Angkana Saiyot,. (2540). *สถิติวิทยาทางการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- Samroeng Boonruangrat. (2528, กันยายน-ธันวาคม).”แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : ความเที่ยงและความตรง” *วารสารวัดผลการศึกษา*. 7(20) : 58-64.
- The Department of General Education, the Ministry of Education (2542). *เอกสารชุด แนวทางปฏิรูปการศึกษาในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา: การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

## **APPENDIX**

## **Appendix A**

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย
- สำเนาหนังสือของความอนุเคราะห์ในการวิจัย

## รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้ได้ให้ความอนุเคราะห์ตรวจเครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับร่าง แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

1. รศ. ดร. ประเสริฐ ศรีไพโรจน์  
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. รศ. นิภา ศรีไพโรจน์  
ภาควิชาวัดผล และ ประเมินผล คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. รศ. สมจิต สวธนไพบูลย์  
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. ผศ.ดร. ดิลก ดิลกานนท์  
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. อาจารย์ อรุณี คุณสมบัติ  
อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเซนต์ดอมินิก กรุงเทพฯ

## รายนามครูผู้ร่วมวิจัยการทดลองใช้หลักสูตร

รายนามครูดังต่อไปนี้ ได้ให้ความอนุเคราะห์ ในการนำหลักสูตรวิทยาศาสตร์เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวันและผู้วิจัยได้พัฒนาไปทดลองใช้สอนเพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตรกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. อาจารย์ สมมาตร สงวนสัตย์ โรงเรียนพุทธรังสีพิบูล สอนวิทยาศาสตร์ห้อง ม.2/1
2. อาจารย์ กัญกร พลูสมบัติ โรงเรียนพุทธรังสีพิบูล สอนวิทยาศาสตร์ห้อง ม.2/4
3. อาจารย์ เกรียงไกร ชัยศิริ โรงเรียนพุทธรังสีพิบูล สอนวิทยาศาสตร์ห้อง ม.2/5





## Appendix B

- แบบสัมภาษณ์นักเรียน

## แบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์นักเรียนฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้วิจัยใช้สัมภาษณ์นักเรียน เพื่อที่จะได้มาซึ่งข้อมูลที่จะเป็นแนวทางในการออกแบบหลักสูตร เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยมีแนวทางการสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

### แนวทางการสัมภาษณ์

#### 1. การสนทนาสร้างความคุ้นเคย

เริ่มการสนทนา โดยแนะนำตนเอง และ ขอให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แนะนำตนเอง

อธิบายวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์

ต้องการทราบข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในประเด็นต่างๆ เช่น เนื้อหาที่เรียน กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล สภาพบรรยากาศในการเรียนการสอน

อธิบายเงื่อนไข/ ข้อตกลงในการสัมภาษณ์

ขออนุญาตบันทึกเทปการสัมภาษณ์ เพราะจดบันทึกไม่ทัน และ จะไม่นำไปเผยแพร่ในลักษณะรายบุคคล แต่จะเสนอเป็นภาพรวมหรือข้อสรุปของการสัมภาษณ์ทั้งหมด และ ขอให้ผู้สัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรี เพราะข้อมูลจากการสัมภาษณ์จะนำเสนอเป็นภาพรวม ไม่มีผลกระทบต่อผู้ให้สัมภาษณ์แต่อย่างใด

#### 2. ประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์

##### 2.1 ด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับเรื่อง สารเคมี

##### 2.1.1 นักเรียนเคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับเรื่องสารเคมี อะไรบ้าง

.....

.....

##### 2.1.2 นักเรียนคิดว่าสารเคมีในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง

.....

.....

##### 2.1.3 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าสารเคมีมีผลกระทบต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

.....

.....

##### 2.1.4 นักเรียนเคยติดตามข่าวสารที่เกี่ยวกับเรื่องการใช้สารเคมี อันตรายของสารเคมี และผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

.....

.....

2.1.5 นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรบ้างเกี่ยวกับการเรียนรู้เนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับเรื่อง  
สารเคมีในชีวิตประจำวัน และ ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

.....

.....

2.1.6 ถ้าให้นักเรียนเลือกเนื้อหาที่จะเรียนซึ่งเกี่ยวข้องกับสารเคมีในชีวิตประจำวัน  
นักเรียนอยากเรียนเรื่องอะไรบ้าง ช่วยยกตัวอย่าง

.....

.....

## 2.2 ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

2.2.1 บรรยากาศในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเรียนอยู่เป็นอย่างไร

.....

.....

2.2.2 รูปแบบการเรียนการสอนที่ครูใช้อยู่เป็นอย่างไร

.....

.....

2.2.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2.2.4 นักเรียนมีโอกาสได้ซักถาม แสดงความคิดเห็นระหว่างเรียนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2.2.6 มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการให้นักเรียนทำงานกลุ่มหรือไม่อย่างไร

.....

.....

2.2.7 นักเรียนได้เรียนแบบอภิปรายกลุ่มย่อยหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2.2.8 ครูสอนโดยใช้คำถามกับนักเรียนระหว่างเรียนหรือไม่

.....

.....

2.2.9 นักเรียนเคยเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนแบบแก้ปัญหาหรือไม่อย่างไร

.....

.....

2.2.10 นักเรียนอยากให้คุณจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไร

.....

.....

## 2.3 ด้านสื่อการเรียนรู้

2.3.1 ครูมีสื่อการเรียนรู้อย่างไรบ้าง

.....

.....

2.3.2 นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการใช้สื่อการเรียนรู้ที่ครูใช้อยู่

.....

.....

2.3.3 นักเรียนมีปัญหาอย่างไรบ้างในการใช้สื่อการเรียนรู้

.....

.....

2.3.4 นักเรียนต้องการให้มีสื่อการเรียนรู้อย่างไรบ้าง

.....

.....

## 2.4 ด้านการวัดและประเมินผล

2.4.1 ครูใช้วิธีการวัดผลและประเมินผลอย่างไรบ้าง

.....

.....

2.4.2 ครูชี้แจงเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลให้นักเรียนทราบหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2.4.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดผลและประเมินผลอย่างไรบ้าง

.....

.....

2.4.4 นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลที่ครูใช้อยู่

.....

.....

2.4.5 นักเรียนอยากให้มีการวัดผลและประเมินผลอย่างไร

.....

.....

## 2.5 ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Appendix C

- แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบประเมิน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
- แบบประเมินโครงร่างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางวิเคราะห์หลักสูตร สำหรับ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินที่ใช้สำหรับประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของหลักสูตรวิทยาศาสตร ์ เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์ให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา การใช้คำถาม การใช้ตัวเลือก และ ความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่วัด รวมทั้ง ความถูกต้อง และ ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้
2. ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวัดพฤติกรรม 4 ด้าน ดังนี้
  - 1) **ด้านความรู้ ความจำ** หมายถึง ความสามารถในการระลึก ถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อเท็จจริง ศัพท์ การจัดประเภท และ การบรรยายลักษณะ
  - 2) **ด้านความเข้าใจ** หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ดีความ ขยายความ สร้างข้อสรุป ซึ่งความสามารถด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนก จัดหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ และ แสดงความคิดเห็นได้
  - 3) **ด้านการนำไปใช้** หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และ ความเข้าใจในสิ่งต่างๆ หรือ เรื่องราวต่างๆ ที่ได้รับจากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาแปลกใหม่ที่ต่างจากที่เคยเรียน
  - 4) **ด้านการวิเคราะห์** หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะส่วนประกอบของเรื่องราว เหตุการณ์ การกระทำ ข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อให้ได้มาถึงสิ่งที่เป็นสาระสำคัญ

3. แบบประเมินฉบับนี้ประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

.....  
**ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน**

ชื่อ นามสกุล.....

สถานที่ทำงาน.....

ที่อยู่.....

.....

.....

โทรศัพท์.....

E-mail.....

## ตอนที่ 2 แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 3 ระดับ คือ

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อสอบ ข้อที่	พฤติกรรมที่วัด	ระดับความคิดเห็น			คำแนะนำและข้อเสนอแนะอื่นๆ
		+1	0	-1	
1	ความรู้ ความจำ				
2	ความเข้าใจ				
3	ความเข้าใจ				
4	ความรู้ ความจำ				
5	การวิเคราะห์				
6	ความเข้าใจ				
7	การวิเคราะห์				
8	ความรู้ความจำ				
9	ความเข้าใจ				
10	การวิเคราะห์				
11	ความเข้าใจ				
12	ความรู้ ความจำ				
13	การวิเคราะห์				
14	การวิเคราะห์				
15	การวิเคราะห์				
16	ความเข้าใจ				
17	ความเข้าใจ				
18	การวิเคราะห์				
19	ความเข้าใจ				
20	การนำไปใช้				
21	การวิเคราะห์				
22	ความรู้ ความจำ				
23	ความเข้าใจ				
24	การนำไปใช้				
25	การนำไปใช้				
26	การวิเคราะห์				
27	การนำไปใช้				
28	การวิเคราะห์				
29	ความเข้าใจ				



ข้อสอบ ข้อที่	พฤติกรรมที่วัด	ระดับความคิดเห็น			คำแนะนำและข้อเสนอแนะอื่นๆ
		+1	0	-1	
30	ความเข้าใจ				
31	ความเข้าใจ				
32	การนำไปใช้				
33	การวิเคราะห์				
34	การนำไปใช้				
35	การนำไปใช้				
36	ความเข้าใจ				
37	การวิเคราะห์				
38	การวิเคราะห์				
39	ความเข้าใจ				
40	การนำไปใช้				
41	การนำไปใช้				
42	การนำไปใช้				
43	ความเข้าใจ				
44	ความเข้าใจ				
45	ความเข้าใจ				
46	การนำไปใช้				
47	การวิเคราะห์				
48	ความเข้าใจ				
49	ความรู้ ความจำ				
50	การวิเคราะห์				

### คำแนะนำและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วัน/เดือน/ปี ที่ประเมิน.....

## แบบประเมิน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

### คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินที่ใช้สำหรับประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์ให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของสถานการณ์ปัญหา การใช้คำถาม รวมทั้ง ความถูกต้อง และ ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้
2. แบบทดสอบ ประกอบด้วย สถานการณ์ปัญหา 7 สถานการณ์ และ ข้อคำถามแบบเขียนตอบสถานการณ์ละ 4 คำถาม ซึ่งรวมเป็นข้อคำถามทั้งหมด 28 คำถาม
3. ในการประเมินแบบทดสอบฉบับนี้ขอให้ท่านได้พิจารณาเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการพิจารณา

แบบประเมินฉบับนี้ประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

### ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ชื่อ นามสกุล.....

สถานที่ทำงาน.....

ที่อยู่.....

.....

.....

โทรศัพท์.....

E-mail.....

## ตอนที่ 2 แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

### คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 3 ระดับ คือ

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าสถานการณ์ปัญหานั้นสอดคล้องกับเนื้อหา
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสถานการณ์ปัญหานั้นสอดคล้องกับเนื้อหา
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าสถานการณ์ปัญหานั้นไม่สอดคล้องกับเนื้อหา

สถานการณ์ ปัญหาที่	ระดับความคิดเห็น			คำแนะนำและข้อเสนอนั้นอื่น ๆ
	1	0	-1	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

คำแนะนำและข้อเสนอนั้นอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วัน/เดือน/ปี ที่ประเมิน.....

## แบบประเมินโครงร่างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

### คำชี้แจง

แบบประเมินโครงร่างหลักสูตรฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญ ได้พิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของหลักสูตร พร้อมทั้งให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ

แบบประเมินฉบับนี้แบ่งออกเป็น 5 ตอน คือ

- ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน
- ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร
- ตอนที่ 3 แบบประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร
- ตอนที่ 4 แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆของหลักสูตร
- ตอนที่ 5 แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง  
นางสาวน้ำฝน คุเจริญไพศาล  
นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

### ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ชื่อ นามสกุล.....

ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน.....

ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี

สถานที่ทำงาน.....

ที่อยู่.....

โทรศัพท์.....

e-mail.....

## ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตร

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อ ที่	ประเด็นประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
1	หลักการของหลักสูตรเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ ปฏิบัติจริง					
2	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมีความเป็นไปได้ในการนำไป ปฏิบัติจริง					
3	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเหมาะสมกับความต้องการ ของสังคมปัจจุบัน					
4	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเหมาะสมสำหรับนักเรียน					
5	เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของ หลักสูตร					
6	เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของ นักเรียน					
7	กระบวนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมาย ของหลักสูตร					
8	กระบวนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมสำหรับเนื้อหาของ หลักสูตร					
9	สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้					
10	การวัดและการประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้ที่ใช้					
11	การวัดและการประเมินผลเหมาะสมสำหรับนักเรียน					
12	รูปแบบของหลักสูตรเหมาะสมสำหรับนักเรียน					
13	ระยะเวลาการเรียนรู้เหมาะสมกับการเรียนรู้ในแต่ละ หน่วยการเรียนรู้					

คำแนะนำและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....



ตอนที่ 4 แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆของหลักสูตร  
คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับองค์ประกอบของหลักสูตรดังต่อไปนี้  
ท่านคิดว่าควรปรับ หรือ เปลี่ยนแปลง หรือ แก้ไขอย่างไรบ้าง

1. หลักการของหลักสูตร

.....  
 .....

2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

.....  
 .....

3. เนื้อหาของหลักสูตร

.....  
 .....

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

.....  
 .....

5. สื่อการเรียนรู้

.....  
 .....

6. การวัดและการประเมินผล

.....  
 .....

7. รูปแบบของหลักสูตร

.....  
 .....

8. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....  
 .....

ผู้ประเมิน.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

## ตอนที่ 5 แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

### คำชี้แจง

1. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบต่างๆของแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับหลักสูตร วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมด 7 แผนดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สารเคมีในบ้าน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารอันตราย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารพิษในสิ่งแวดล้อม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสัตว์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารเคมีปนเปื้อนในอาหาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง มลพิษจากสารอันตราย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ผลกระทบของสารเคมีต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

2. โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ คือ

เหมาะสมมากที่สุด = 5 คะแนน

เหมาะสมมาก = 4 คะแนน

เหมาะสมปานกลาง = 3 คะแนน

เหมาะสมน้อย = 2 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด = 1 คะแนน



รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>1. ลักษณะภายนอก</b>					
1.1 รูปแบบ					
1.1.1 ปกสวยงาม การพิมพ์ถูกต้อง	.....	.....	.....	.....	.....
1.1.2 ขนาดรูปเล่มกะทัดรัด เหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
1.1.3 เนื้อหาในแต่ละตอนมีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	.....	.....	.....	.....	.....
1.1.4 มีรูปแบบแสดงการสอนเป็นระบบ	.....	.....	.....	.....	.....
1.1.5 ระบุถึงสื่อการเรียนรู้ได้ชัดเจน ในทุกแผน	.....	.....	.....	.....	.....
1.1.6 มีเครื่องมือวัดและประเมินผลประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน	.....	.....	.....	.....	.....
1.2 คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้					
1.2.1 มีคำชี้แจงในการใช้แผนการจัดการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
1.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ได้ระบุเวลาเป็นรายคาบที่พอเหมาะ และสอดคล้องกับเนื้อหาของการเรียนการสอน	.....	.....	.....	.....	.....
1.2.3 แผนการจัดการเรียนรู้ได้ระบุการวัดและประเมินผลไว้ชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
1.2.4 แผนการจัดการเรียนรู้อ่านแล้ว เข้าใจง่ายและสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตามแผน	.....	.....	.....	.....	.....
1.2.5 เนื้อหาตรงกับหลักสูตร	.....	.....	.....	.....	.....
1.2.6 มีเอกสารอ้างอิงบอกแหล่งที่มาของข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
<b>2. ลักษณะภายใน</b>					
2.1 เนื้อหาโดยทั่วไป	.....	.....	.....	.....	.....
2.1.1 ให้ความรู้ทันสมัย	.....	.....	.....	.....	.....
2.1.2 ความสมบูรณ์ของเนื้อหาในแผนการสอน	.....	.....	.....	.....	.....
2.1.3 เนื้อหาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	.....	.....	.....	.....	.....
2.1.4 ภาษาที่ใช้เข้าใจง่ายและถูกต้องเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
2.1.5 การจัดลำดับเนื้อหาแต่ละเรื่องมีความต่อเนื่อง	.....	.....	.....	.....	.....
2.1.6 เนื้อหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	.....	.....	.....	.....	.....

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>2. ลักษณะภายใน (ต่อ)</b>					
2.2 ความสอดคล้องของหลักสูตร					
2.2.1 เนื้อหาตรงตามหลักสูตร	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.2 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.3 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.5 มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.6 กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.7 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.8 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.9 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.10 การวัดและประเมินผลเป็นการประเมินตามสภาพจริง	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.11 ใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.12 การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.13 การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วัน/เดือน/ปี ที่ประเมิน.....

ตารางวิเคราะห์หลักสูตร สำหรับ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรม				รวม (ข้อ)
	ความรู้ ความจำ ข้อที่	ความ เข้าใจ ข้อที่	การ นำไปใช้ ข้อที่	การ วิเคราะห์ ข้อที่	
<b>เรื่องที่ 1 สารเคมีในบ้าน</b>					
1.1 อธิบายสารที่เป็นกรดและเบสได้	1	2, 3			3
1.2 อธิบายสารเคมีที่ใช้ในบ้านที่นักเรียนใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	4	6		5, 7	4
<b>เรื่องที่ 2 สารอันตราย</b>					
2.1 บอกลักษณะของสารอันตราย, คุณสมบัติทาง กายภาพ และ คุณสมบัติทางเคมีของสารอันตรายได้		9			1
2.2 อธิบายความหมายของสารอันตรายได้	8				1
2.3 จำแนกประเภทของสารอันตราย และ สามารถ อธิบายลักษณะของสารอันตรายได้				10	1
2.4 อธิบายอันตรายที่เกิดจากสารอันตรายได้		11			1
2.5 ระบุเครื่องหมายของสารอันตรายได้	12				1
2.6 บอกวิธีป้องกันตนเองจากสารเคมีอันตรายได้				13, 14	2
<b>เรื่องที่ 3 สารพิษในสิ่งแวดล้อม</b>					
3.1 ระบุแหล่งกำเนิดของสารพิษในสิ่งแวดล้อมได้				15	1
3.2 จำแนกประเภทของสารพิษ และ สามารถ อธิบายลักษณะของสารพิษได้		16, 17			2
3.3 บอกแหล่งแพร่กระจาย หรือ สะสมของสารพิษ ในสิ่งแวดล้อมได้		19		18	2
3.4 อธิบายอันตรายจากการใช้สารพิษได้			20	21	2
<b>เรื่องที่ 4 สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสัตว์</b>					
4.1 อธิบายประเภทของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและ สัตว์ได้	22				1
4.2 อธิบายอันตรายจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และสัตว์ได้		23			1
4.3 บอกวิธีป้องกันอันตรายจากสารเคมีกำจัดศัตรู พืชและสัตว์ได้			24, 25, 27	26, 28	5

## ตารางวิเคราะห์หลักสูตร (ต่อ)

เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรม				รวม (ข้อ)
	ความรู้ ความจำ ข้อที่	ความ เข้าใจ ข้อที่	การ นำไปใช้ ข้อที่	การ วิเคราะห์ ข้อที่	
<b>เรื่องที่ 5 สารเคมีปนเปื้อนในอาหาร</b>					
5.1 ระบุประเภทของสารเคมีปนเปื้อนในอาหารได้		29			1
5.2 ยกตัวอย่างอาหารที่มักพบสารเคมีปนเปื้อนได้		30, 31		33	3
5.3 อธิบายอันตรายของสารเคมีปนเปื้อนในอาหารได้			32		1
5.4 อธิบายวิธีป้องกันและหลีกเลี่ยงจากการได้รับ อันตรายจากสารเคมีปนเปื้อนในอาหารได้			34, 35		2
<b>เรื่องที่ 6 มลพิษจากสารอันตราย</b>					
6.1 จำแนกประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษจากสาร อันตรายได้				37, 38	2
6.2 อธิบายการแพร่กระจายของสารอันตรายสู่ สิ่งแวดล้อมได้		39			1
6.3 อธิบายผลกระทบของมลพิษจากสารอันตรายได้		36	40		2
6.4 อธิบายวิธีป้องกันและควบคุมมลพิษจากสาร อันตรายได้			41, 42		2
<b>เรื่องที่ 7 ผลกระทบของสารเคมีต่อสุขภาพและ สิ่งแวดล้อม</b>					
7.1 อธิบายถึงผลกระทบของสารเคมีต่อสุขภาพและ สิ่งแวดล้อมได้	49	43, 44	46		4
7.2 อธิบายถึงปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมได้		45, 48		47, 50	4
รวม	6(12%)	18 (36%)	11(22%)	15(30%)	50

## Appendix D

- ตารางผลการประเมินความเหมาะสมของส่วนประกอบของโครงร่างหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางผลการประเมินความสอดคล้องของส่วนประกอบของโครงร่างหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

**ตารางผลการประเมินความเหมาะสมของส่วนประกอบของโครงร่างหลักสูตร  
โดยผู้เชี่ยวชาญ**

ข้อ ที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	S.D.	แปลผล (ระดับความ เหมาะสม)
		1	2	3	4	5			
1	หลักการของหลักสูตรเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ ปฏิบัติจริง	5	5	5	4	5	4.8	0.45	มากที่สุด
2	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมีความเป็นไปได้ในการนำไป ปฏิบัติจริง	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
3	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเหมาะสมกับความต้องการ ของสังคมปัจจุบัน	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
4	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเหมาะสมสำหรับนักเรียน	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
5	เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของ หลักสูตร	4	4	5	4	5	4.4	0.55	มาก
6	เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของ นักเรียน	4	4	5	4	4	4.2	0.45	มาก
7	กระบวนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมาย ของหลักสูตร	4	5	4	4	5	4.4	0.55	มาก
8	กระบวนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมสำหรับเนื้อหาของ หลักสูตร	4	5	4	4	5	4.4	0.55	มาก
9	สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.4	0.55	มาก
10	การวัดและการประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้ที่ใช้	4	5	4	4	4	4.2	0.45	มาก
11	การวัดและการประเมินผลเหมาะสมสำหรับนักเรียน	4	5	4	4	4	4.2	0.45	มาก
12	รูปแบบของหลักสูตรเหมาะสมสำหรับนักเรียน	4	5	4	4	4	4.2	0.45	มาก
13	ระยะเวลาการเรียนรู้เหมาะสมกับการเรียนรู้ในแต่ละ หน่วยการเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.4	0.55	มาก

**หมายเหตุ**

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสมของส่วนประกอบของโครงร่างหลักสูตรให้ความหมายดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

**ตารางผลการประเมินความสอดคล้องของส่วนประกอบของโครงร่างหลักสูตร  
โดยผู้เชี่ยวชาญ**

ข้อ ที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม $\Sigma R$	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1	หลักการของหลักสูตรกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
2	หลักการของหลักสูตรกับเนื้อหาของหลักสูตร	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	หลักการของหลักสูตรกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
4	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับเนื้อหาของหลักสูตร	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
6	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับการวัดและการประเมินผล	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	เนื้อหาของหลักสูตรกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
8	เนื้อหาของหลักสูตรกับสื่อการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	เนื้อหากับการวัดและการประเมินผล	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
10	กระบวนการจัดการเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
11	กระบวนการจัดการเรียนรู้กับการวัดและการประเมินผล	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง

ตารางผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	S.D.	แปลผล (ระดับความ เหมาะสม)
	1	2	3	4	5			
	<b>1. ลักษณะภายนอก</b>							
1.3 รูปแบบ								
1.3.1 ปกสวยงาม การพิมพ์ถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
1.3.2 ขนาดรูปเล่มกะทัดรัด เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
1.3.3 เนื้อหาในแต่ละตอนมีความเหมาะสมกับ เวลาที่กำหนด	5	5	5	5	4	4.8	0.45	มากที่สุด
1.3.4 มีรูปแบบแสดงการสอนเป็นระบบ	5	5	4	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
1.3.5 ระบุถึงสื่อการเรียนรู้ ได้ชัดเจน ในทุกแผน	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
1.3.6 มีเครื่องมือวัดและประเมินผลประกอบใน แผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน	4	5	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
1.4 คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้								
1.4.1 มีคำชี้แจงในการใช้แผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
1.4.2 แผนการจัดการเรียนรู้ได้ระบุเวลาเป็นราย คาบที่พอเหมาะและสอดคล้องกับเนื้อหาของ การเรียนการสอน	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
1.4.3 แผนการจัดการเรียนรู้ได้ระบุการวัดและ ประเมินผลไว้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
1.4.4 แผนการจัดการเรียนรู้อ่านแล้ว เข้าใจง่ายและ สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตาม แผน	5	5	4	4	5	4.6	0.55	มากที่สุด
1.4.5 เนื้อหาตรงกับหลักสูตร	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
1.4.6 มีเอกสารอ้างอิงบอกแหล่งที่มาของข้อมูล	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
<b>2. ลักษณะภายใน</b>								
2.1 เนื้อหาโดยทั่วไป								
2.1.1 ให้ความรู้ทันสมัย	5	5	5	5	4	4.8	0.45	มากที่สุด
2.1.2 ความสมบูรณ์ของเนื้อหาในแผนการสอน	5	5	4	4	4	4.4	0.55	มาก
2.1.3 เนื้อหาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	4	4	4.4	0.55	มาก
2.1.7 ภาษาที่ใช้เข้าใจง่ายและถูกต้องเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
2.1.8 การจัดลำดับเนื้อหาแต่ละเรื่องมีความต่อเนื่อง	4	4	4	4	5	4.2	0.45	มาก
2.1.9 เนื้อหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน	4	5	5	4	5	4.6	0.55	มากที่สุด



ตารางผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	S.D.	แปลผล (ระดับความเหมาะสม)	
	1	2	3	4	5				
<b>2. ลักษณะภายใน (ต่อ)</b>									
2.2 ความสอดคล้องของหลักสูตร									
2.2.1	เนื้อหาตรงตามหลักสูตร	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
2.2.13	เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
2.2.14	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	4	5	5	4	5	4.6	0.55	มากที่สุด
2.2.15	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	5	5	4	5	4.6	0.55	มากที่สุด
2.2.16	มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย	4	5	5	4	4	4.4	0.55	มาก
2.2.17	กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4	5	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
2.2.18	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
2.2.19	สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
2.2.20	สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.45	มากที่สุด
2.2.21	การวัดและประเมินผลเป็นการประเมินตามสภาพจริง	5	5	5	5	4	4.8	0.45	มากที่สุด
2.2.22	ใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย	4	5	5	5	4	4.6	0.55	มากที่สุด
2.2.23	การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4	4	4.4	0.55	มาก
2.2.24	การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้								

**หมายเหตุ**

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสมของส่วนประกอบของโครงร่างหลักสูตรให้ความหมายดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อสอบ ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
2	1	1	0	0	1	3	0.6	ผ่าน
3	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
4	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
5	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
6	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
7	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
8	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
9	1	1	1	1	0	4	0.8	ผ่าน
10	1	1	0	0	1	3	0.6	ผ่าน
11	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
12	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
13	1	1	0	1	1	4	0.8	ผ่าน
14	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
15	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
16	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
17	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
18	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
19	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
20	1	1	0	0	1	3	0.6	ผ่าน
21	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
22	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
23	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
24	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
25	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
26	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
27	1	0	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
28	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
29	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
30	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
31	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
32	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน

ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5			
33	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
34	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
35	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
36	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
37	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
38	1	1	1	1	0	4	0.8	ผ่าน
39	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
40	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
41	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
42	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
43	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
44	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
45	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
46	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
47	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
48	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
49	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
50	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน

หมายเหตุ

- การแปลผลค่าของคะแนนมีความหมายดังนี้
  - 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
  - 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
  - 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จัดว่าเป็นข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ

**ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ  
ในการแก้ปัญหา**

สถานการณ์ปัญหาที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
2	1	1	1	0	1	4	0.8	ผ่าน
3	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
4	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
5	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
6	1	1	1	0	0	3	0.6	ผ่าน
7	1	1	1	1	0	4	0.8	ผ่าน

**หมายเหตุ**

- การแปลผลค่าของคะแนนมีความหมายดังนี้
  - 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
  - 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
  - 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จัดว่าเป็นข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ

## Appendix E

- ตารางแสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ตารางแสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ตารางแสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	p	r	ข้อที่ใช้ได้	ปรับเป็นข้อที่ (ข้อสอบจริง)	ข้อที่	p	r	ข้อที่ใช้ได้	ปรับเป็นข้อที่ (ข้อสอบจริง)
1	0.73	0.17	-		26	0.68	0.38	/*	14
2	0.66	0.37	-		27	0.30	0.24	/*	15
3	0.65	0.39	/*	1	28	0.67	0.46	/*	13
4	0.32	0.31	/*	2	29	0.66	0.18	-	
5	0.21	-0.06	-		30	0.38	0.32	/*	16
6	0.22	0.17	-		31	0.51	0.24	/*	17
7	0.41	0.24	/*	3	32	0.31	0.25	/*	18
8	0.83	0.27	-		33	0.52	0.39	/*	19
9	0.07	-0.14	-		34	0.83	0.39	-	
10	0.74	0.32	/*	4	35	0.74	0.56	/*	20
11	0.72	0.31	/		36	0.63	0.03	-	
12	0.47	0.30	/*	5	37	0.84	0.30	-	
13	0.79	0.32	/		38	0.35	0.25	/*	21
14	0.62	0.41	/*	6	39	0.78	0.40	/*	22
15	0.15	-0.13	-		40	0.74	0.45	/*	23
16	0.62	0.22	/*	7	41	0.29	0.27	/*	24
17	0.54	0.40	/*	8	42	0.68	0.57	/*	25
18	0.85	0.25	-		43	0.62	0.25	/*	26
19	0.68	0.29	/*	9	44	0.79	0.45	/	
20	0.66	0.46	/*	10	45	0.77	0.34	/	
21	0.55	0.28	/*	12	46	0.59	0.41	/*	27
22	0.92	0.36	-		47	0.41	0.20	/*	28
23	0.81	0.41	-		48	0.42	0.36	/*	29
24	0.45	0.39	/*	11	49	0.24	0.28	/*	30
25	0.81	0.33	-		50	0.46	-0.03	-	

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.82

หมายเหตุ

- นักเรียนที่ทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีจำนวน 113 คน
- ข้อสอบที่ใช้ได้หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป
- / หมายถึง ข้อที่ใช้ได้ตามเกณฑ์ ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 34 ข้อ
- \* หมายถึง จำนวนข้อที่คัดเลือกไว้ใช้สำหรับจัดพิมพ์ข้อสอบจริงซึ่งมีจำนวน 30 ข้อ

ตารางแสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถในการแก้ปัญหา

สถานการณ์ที่ (ข้อสอบข้อที่)	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.46	0.17	ปรับปรุงข้อสอบแล้วนำไปใช้จริง
2	0.39	0.28	นำไปใช้ทดลองจริง
3	0.30	0.32	นำไปใช้ทดลองจริง
4	0.51	0.29	นำไปใช้ทดลองจริง
5	0.39	0.26	นำไปใช้ทดลองจริง
6	0.46	0.33	นำไปใช้ทดลองจริง
7	0.50	0.42	นำไปใช้ทดลองจริง

ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบเท่ากับ 0.76

**หมายเหตุ**

- ข้อสอบที่ใช้ได้หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป
- จำนวนผู้ตอบหรือนักเรียนที่ทำแบบทดสอบชุดนี้มีจำนวน 50 คน

## **Appendix F**

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา



**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**  
**สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน**  
**สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3**

\*\*\*\*\*

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาสอบ 30 นาที
2. แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมายกากบาท ( X ) ลงในช่อง ก ข ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0.		X		

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ใช้เครื่องหมาย = ขีดทับคำตอบเดิม ดังตัวอย่าง  
แล้วจึงทำเครื่องหมายกากบาท ( X ) ตัวเลือกใหม่ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0.		<del>X</del>	X	

3. ห้ามขีด ทำเครื่องหมาย หรือเขียนข้อความใดๆลงในแบบทดสอบ
4. ให้นักเรียนส่งคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบแก่กรรมการคุมสอบเมื่อเสร็จสิ้นการสอบ

\*\*\*\*\*

1. สารเคมี ในข้อใดที่มีสมบัติเป็นเบสทั้งหมด
 

ก. น้ำปูนใส น้ำขี้เถ้า น้ำอืดลม	ข. น้ำขี้เถ้า น้ำอืดลม น้ำมะกรูด
ค. น้ำปูนใส น้ำขี้เถ้า โซดาไฟ	ง. น้ำยาล้างห้องน้ำ โซดาไฟ น้ำปูนใส
2. สารเคมีชนิดใดที่มักจะนำมาเป็นส่วนประกอบของผงฟู เพื่อให้ขนมเค้กที่ทำมีเนื้อนุ่ม และ เบา
 

ก. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	ข. โซเดียมซัลเฟต (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
ค. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	ง. โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO <sub>3</sub> )
3. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง
  - ก. น้ำส้มสายชูแท้ ได้จากการหมักแป้ง น้ำตาล หรือ น้ำผลไม้เป็นกรดแอซติก
  - ข. น้ำส้มสายชูปลอมเกิดจากการนำกรดน้ำส้มหรือกรดแอซติกมาเจือจางในน้ำ
  - ค. ภาชนะที่ใช้บรรจุกรดควรเป็นแก้วหรือกระเบื้องที่สามารถทนการกัดกร่อนได้
  - ง. ผงชูรสแท้มีชื่อทางเคมีว่าโมโนโซเดียมกลูตาเมต ถ้ารับประทานมากเกินไปอาจเกิดพิษได้
4. ก๊าซหุงต้มจัดเป็นสารเคมีอันตรายประเภทใด
 

ก. ก๊าซไวไฟ	ข. ของเหลวไวไฟ
ค. วัตถุออกซิไดส์	ง. วัตถุที่เกิดการลุกไหม้ได้เอง

5. สัญลักษณ์ต่อไปนี้ เป็นสัญลักษณ์ของสารอันตรายประเภทใด



ก. ก๊าซพิษ                      ข. วัตถุมีพิษ                      ค. วัตถุติดเชื้อ                      ง. วัตถุกัมมันตรังสี

6. “สารอันตรายได้ถูกนำเข้ามาใช้ในด้านต่างๆ ทั้งอุตสาหกรรม เกษตรกรรม สาธารณสุข ซึ่งยังคงมีอยู่แพร่หลาย ส่งผลให้เกิดการแพร่กระจายของสารอันตรายสู่สิ่งแวดล้อม เข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร และส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนเป็นจำนวนมาก” จากข้อความดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. ในอนาคตประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะใช้สารเคมีมากขึ้น  
 ข. ประชาชนนำสารเคมีมาใช้ในชีวิตประจำวันมากมายเกินความจำเป็น  
 ค. สารเคมีจากกระบวนการอุตสาหกรรมส่งผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมมากที่สุด  
 ง. สารอันตรายถูกนำมาใช้หลายด้านด้วยกัน และ ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

7. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. ปรอท จัดเป็นสารพิษประเภทโลหะหนัก  
 ข. สารกัมมันตภาพรังสีถูกจัดว่าเป็นสารพิษชนิดหนึ่ง  
 ค. แคดเมียมจัดเป็นสารกัมมันตภาพรังสีที่เป็นอันตราย  
 ง. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จัดเป็นสารพิษประเภทก๊าซพิษ

8. คุณสมบัติของสารกัมมันตรังสีคือข้อใด

ก. เป็นสารที่ทนความร้อนได้สูงและเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ดีกับน้ำมัน  
 ข. เป็นสารที่สามารถแผ่รังสีมาจากตัวเองได้ เช่น รังสีอัลฟา รังสีเบตา และ รังสีแกมมา  
 ค. เป็นสารพิษพวกโลหะหนักที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุที่หายาก และ ทนความร้อนได้สูง  
 ง. เป็นสารเคมีที่ระเหยและให้อิทธิพลเมื่อทำปฏิกิริยากับตัวทำละลายบางชนิดจะระเบิดได้ง่าย

9. สารพิษที่แพร่กระจายและสะสมตัวอยู่ในดินส่วนใหญ่เป็นสารพวกใด

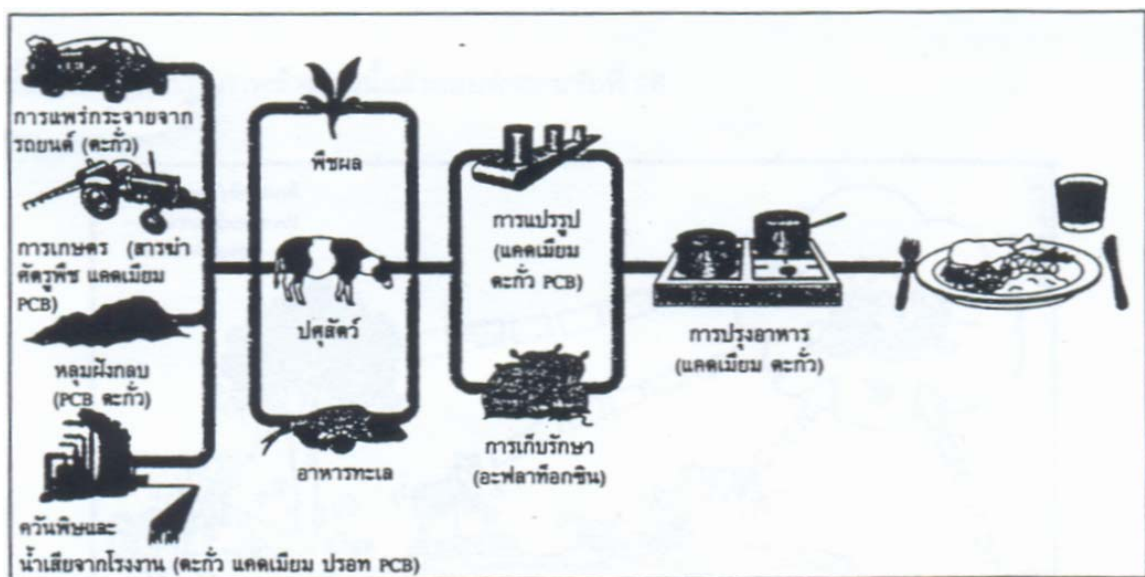
ก. ตะกั่ว แคดเมียม ปรอท                      ข. สารเคมีพวกไนโตรเจนออกไซด์  
 ค. เกลือของโลหะหนักต่างๆ                      ง. สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช และ สัตว์

10. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. เมื่อมีเหตุการณ์ที่สารเคมีรั่วไหลควรพยายามอยู่เหนือลม หรือ ที่สูงๆ  
 ข. จุดเดือด จุดหลอมเหลว และ ค่าความไวไฟ จัดเป็นคุณสมบัติทางเคมีของสารอันตราย  
 ค. ความหนาแน่นและความหนืดของสาร จัดเป็นคุณสมบัติทางกายภาพของสารอันตราย  
 ง. เมื่อร่างกายได้รับสารพิษจะมีขบวนการทำลายพิษให้น้อยลง และขับสารนั้นออกทางเหงื่อ

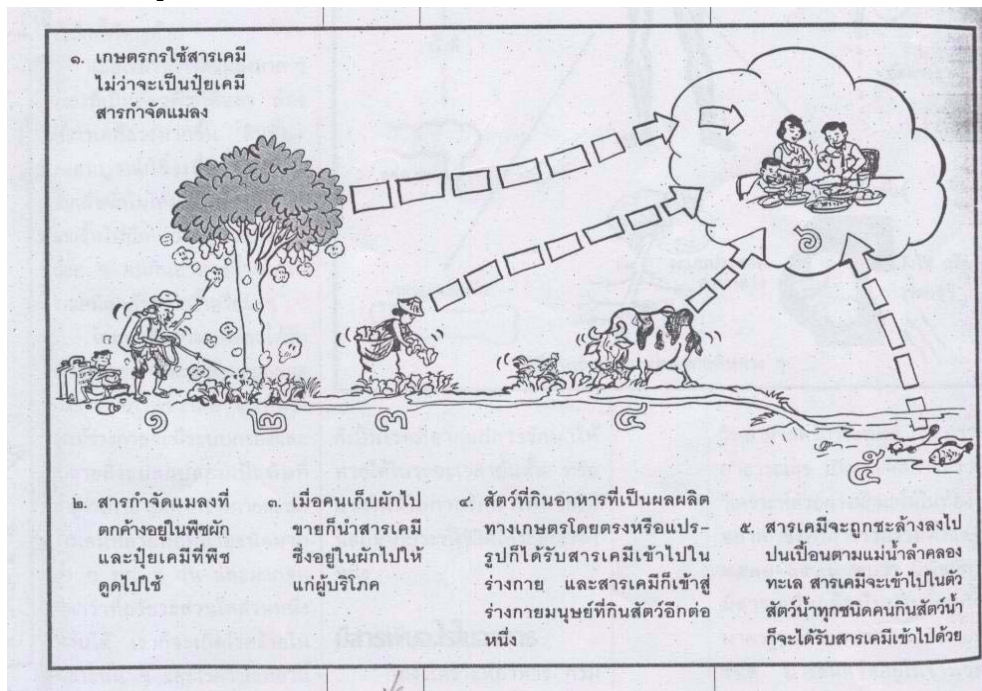
11. สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสัตว์นั้นส่วนใหญ่จะแสดงอาการเป็นพิษต่อระบบประสาทของสิ่งมีชีวิต โดยอาการที่เกิดอาจเป็นชนิดรุนแรงหรือเรื้อรังได้ โดยมีสาเหตุหลายปัจจัยด้วยกัน ยกเว้นข้อใด
- ปริมาณของสารตกค้างที่สะสมอยู่ในร่างกาย
  - ชนิดและปริมาณของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสัตว์
  - ความสามารถในการสลายตัวของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสัตว์
  - ได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทางปาก ผิวหนัง หรือ ทางการหายใจ

คำชี้แจง พิจารณาภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 12



12. จากภาพนี้ สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร
- มนุษย์สามารถได้รับสารพิษสะสมในร่างกายได้หลายทางด้วยกัน
  - สารพิษสามารถเกิดขึ้นได้จากการสังเคราะห์ โดยพืช สัตว์ และ จุลินทรีย์ชนิดต่างๆ
  - อาหารอาจมีการปนเปื้อนสารอันตรายจากแหล่งต่างๆรวมทั้งจากการแปรรูปและหุงต้ม
  - สารพิษจากสิ่งแวดล้อม เกิดจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์
13. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง
- เมื่อร่างกายได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเข้าไปสะสม อาจทำให้เป็นโรคมะเร็งได้
  - สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดเชื้อราไม่ถูกจัดว่าเป็นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสัตว์
  - การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากเกินไปอาจก่อให้เกิดการเสียมดุลตามธรรมชาติได้
  - เมื่อร่างกายของมารดาได้รับสารพิษของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จะทำให้ทารกในครรภ์ได้รับพิษด้วย

### คำชี้แจง พิจารณารูปภาพข้างล่างนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 13



14. จากภาพนี้ สามารถสรุปได้อย่างไร
- การใช้สารกำจัดแมลงในพืชผักก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
  - การรับประทานอาหารที่ไม่สะอาด ไม่ถูกหลักอนามัย จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
  - สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ด้วยการรับประทานอาหารที่มีสารพิษเข้าไปหรือจากการหายใจ
  - สารกำจัดแมลงตกค้างในดิน ในพืชผัก และปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำ ส่งผลกระทบต่อประชาชนผู้บริโภค
15. บ้านของสมจิต สมใจ สมคิด และ สมปอง มีแมลงสาบชุกชุม ดังนั้น ทั้ง 4 คนจึงปรึกษากันว่าจะไปเลือกซื้อยาฆ่าแมลงสาบแบบใดมาใช้ แต่ละคนได้เสนอความคิดเห็นแตกต่างกันดังนี้
- สมจิต : ควรซื้อยาฆ่าแมลงที่ฆ่าได้เฉพาะแมลงสาบและมีฤทธิ์ทนนาน
- สมใจ : ควรซื้อยาฆ่าแมลงเฉพาะแมลงสาบและมีฤทธิ์ไม่นาน
- สมคิด : ควรซื้อยาฆ่าแมลงที่ฆ่าแมลงทุกชนิดและมีฤทธิ์ทนนาน
- สมปอง : ควรซื้อยาฆ่าแมลงที่ฆ่าแมลงได้ทุกชนิดและมีฤทธิ์อยู่ได้ไม่นาน
- นักเรียนเห็นด้วยกับความคิดของใคร เพราะอะไร
- สมคิด เพราะฆ่าแมลงได้ทุกชนิดและไม่ต้องใช้บ่อยๆ
  - สมปอง เพราะ ฆ่าแมลงได้ทุกชนิดและมีอันตรายน้อย
  - สมใจ เพราะฆ่าแมลงที่ต้องการกำจัดและพิษตกค้างน้อย
  - สมจิต เพราะฆ่าแมลงเฉพาะที่ต้องการกำจัดและไม่ต้องใช้บ่อยๆ
16. อาหารประเภทใดที่อาจมีการปนเปื้อนของบอแรกซ์
- ผักและผลไม้สด
  - อาหารแห้งต่างๆ เช่น ปลาเค็มตากแห้ง



24. การกระทำข้อใดไม่ใช้การควบคุมและป้องกันมลพิษจากสารอันตราย
- ไม่ใช้วัตถุกันเสีย และ สารกันเหี่ยว ในอุตสาหกรรมผลิตอาหาร
  - มีมาตรการควบคุมการขนส่ง ขนถ่าย และ เคลื่อนย้ายสารอันตราย
  - กำหนดให้มีการเรียกคืนบรรจุภัณฑ์ของสารอันตรายเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่
  - ลดปริมาณการผลิตเคมีภัณฑ์จากสารอันตรายแต่สั่งซื้อและนำเข้าจากต่างประเทศแทน
25. ข้อใดที่สามารถช่วยป้องกันและควบคุมมลพิษจากสารอันตรายได้
- ราตรี เผาขยะจำพวกกล่องโฟมเพื่อช่วยลดปริมาณขยะ
  - บงกช เทน้ำทิ้งผงซักฟอกลงคลองหน้าบ้าน เพื่อให้เป็นแหล่งอาหารของพืชน้ำ
  - นกทิงน้ำยาล้างฟิล์มจากการล้างอัดรูปในคลองเพื่อช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ
  - นารีนำภาชนะใส่สารเคมีที่ใช้หมดแล้วไปฝังดิน เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของสารเคมีในอากาศ
26. ในแต่ละวันเราได้รับสารพิษประเภทใด เข้าสู่ร่างกายมากที่สุด
- สารที่ใช้ในการกำจัดแมลงในบ้าน
  - สารปรุงแต่งอาหาร และ สารพิษที่ติดมากับอาหาร
  - เครื่องสำอางชนิดต่างๆ เช่น โลชั่น แป้ง และลิปสติก
  - สารที่ใช้ทำความสะอาดต่างๆ เช่น สบู่ ผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน
27. การกระทำข้อใดไม่ใช่สาเหตุของการใช้สารเคมีที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม
- นงนุชใช้สารฟอกขาวแช่หน่อไม้ดองเพื่อให้หน่อไม้มีสีสวยน่ารับประทาน
  - บัวผันใช้น้ำส้มสายชู ที่ทำจากการรดน้ำส้มสายชูมาเจือจางในน้ำเพื่อใช้ใส่ในถ้วยเตี๋ยว
  - สินจัยใช้สารกันบูดที่มีกรดซาลิซิลิกใส่ในมะม่วงดองเพื่อป้องกันไม่ให้มะม่วงเน่าเสีย
  - ราตรีนำผักและผลไม้สดมาแช่สารฟอร์มาลินเพื่อเก็บรักษาความสดของผักไว้ได้นานๆ
28. พระที่นั่งอนันตสมาคมทำด้วยหินอ่อนถูกกัดกร่อนทุกวันสาเหตุของการกัดกร่อนมาจากสาเหตุใด
- มลพิษทางน้ำ
  - มลพิษทางดิน
  - มลพิษทางเสียง
  - มลพิษทางอากาศ
29. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสารที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ
- ฝุ่นละออง เขม่า คิวินดำ ซีเก้้า จัดเป็นสารที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ
  - ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นก๊าซพิษสีด้า มีกลิ่นเหม็น ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง
  - ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และ โอโซน มีอันตรายต่อสุขภาพทำให้แสบตาและ หายใจไม่สะดวก
  - ไอเสีย และ กลิ่นที่เกิดจากการเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ จัดว่าเป็นสารที่ก่อให้เกิดปัญหา มลพิษทางอากาศ
30. สารเคมีใดที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ โดยจะทำลายโอโซน ทำให้บรรยากาศชั้นโอโซนลดลง ทำให้รังสีอัลตราไวโอเล็ต สามารถส่งมาถึงพื้นโลกได้มากขึ้น
- สารตะกั่ว
  - ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
  - ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
  - สารซีเอฟซี (คลอโรฟลูออโรคาร์บอน)

## แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาทั้งหมด 7 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามแบบเขียนตอบ 4 ข้อ รวมคำถามย่อยทั้งหมด 28 ข้อ ใช้เวลา 40 นาที
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล เลขที่ ชั้น/ห้อง และ โรงเรียน ลงในกรอบข้างล่าง
3. ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยเขียนคำตอบลงในแบบทดสอบฉบับนี้

ชื่อ นามสกุล.....เลขที่.....

ชั้น/ห้อง.....

โรงเรียน.....

### สถานการณ์ที่ 1

สมพรมักจะช่วยคุณแม่ทำงานบ้านอยู่เสมอ โดยเธอมีหน้าที่ต้องทำความสะอาดห้องน้ำ สมพรได้ใช้น้ำยาล้างห้องน้ำยี่ห้อหนึ่งทำความสะอาดห้องน้ำเป็นประจำ วันหนึ่งเธอสังเกตเห็นว่า พื้นห้องน้ำส่วนที่ใช้วัสดุที่เป็นปูนขาวถูกกัดกร่อน และ บริเวณรอยต่อของกระเบื้องเคลือบซึ่งเป็นปูนขาวก็ถูกกัดกร่อนเสียหายด้วย

#### คำถาม

1. จากสถานการณ์ข้างต้นปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

.....

.....

2. ปัญหาที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากอะไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะสรุปผลและนำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหานี้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....



## สถานการณ์ที่ 2

ปริมาณการผลิตและนำเข้าสารเคมีในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้นทุก ๆ ปี มีทั้งสารที่ใช้ในการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ซึ่งสารอันตรายดังกล่าว มีปัญหาเกี่ยวกับการใช้ที่ไม่ถูกต้อง ตามหลักวิชาการ ทำให้เกิดปัญหา การตกค้างของสารอันตรายในสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถตรวจสอบ ปริมาณสารพิษตกค้างทางเกษตรใน ตัวอย่างดิน และน้ำ การตกค้างของ สารป้องกันศัตรูพืชและสัตว์ นอกจากนี้ยังพบว่า มีปัญหาการปนเปื้อนของสารอันตรายในอาหาร

### คำถาม

1. จากสถานการณ์ข้างต้นปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

.....

.....

.....

2. ปัญหาที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากอะไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะสรุปผลและนำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

### สถานการณ์ที่ 3

สถาบันอาหารได้สุ่มตัวอย่างอาหารที่วางจำหน่าย ตามท้องตลาดในเขตกรุงเทพฯ เพื่อมาวิเคราะห์ หากการปนเปื้อนของโลหะหนัก 2 ชนิดคือ ตะกั่ว และ แคดเมียม ตัวอย่างที่สุ่มมาวิเคราะห์ การตกค้างของสารตะกั่ว ได้แก้ไขเยี่ยมมา 5 ตัวอย่าง ปรากฏว่าพบการปนเปื้อน 4 ตัวอย่าง และได้สุ่มตัวอย่างหอยนางรมและตับไก่สดเพื่อหาการตกค้างของแคดเมียม 10 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนทั้ง 10 ตัวอย่าง

#### คำถาม

1. จากสถานการณ์ข้างต้นปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

.....

.....

.....

2. ปัญหาที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากอะไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะสรุปผลและนำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

#### สถานการณ์ที่ 4

การใช้สารเคมีทางการเกษตรในการผลิตพืช ทำให้เกิดการสะสมของสารพิษในอาหารประเภทต่างๆในระดับที่สูงมาก ผลจากการสำรวจของหน่วยงานของรัฐหลายหน่วยงานระบุไว้อย่างชัดเจนและสอดคล้องกันว่า พืชผักที่วางขายอยู่ในท้องตลาดนั้น ส่วนใหญ่มีสารเคมีตกค้างอยู่ในระดับที่สูงจนไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค พืชผักหลายชนิด เช่น ผักกวางตุ้ง กะหล่ำปลี พริกหยวก พริกชี้หนูสด และ แม้แต่พริกแห้ง ล้วนแต่มีสารพิษตกค้างอยู่ทั้งนั้น

#### คำถาม

1. จากสถานการณ์ข้างต้นปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

.....

.....

.....

2. ปัญหาที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากอะไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะสรุปผลและนำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

.....

.....

.....

## สถานการณ์ที่ 5

ร้านขายอาหารบางแห่ง อาจขายอาหารบางชนิดที่ต้องเก็บไว้นานๆ เช่น หมูยอ แหนม กะปิ กุนเชียง พริกดอง แยมผลไม้ สังขยาทาขนมปัง น้ำพริกสำเร็จรูป หรืออาหารหมักดองต่างๆ อาหารเหล่านี้มักตรวจพบว่ามีสารกันบูด ซึ่งสารกันบูดบางชนิดเป็นสารที่ห้ามใช้เจือปนในอาหารโดยเด็ดขาด เช่น กรดซาลิซิลิก หากนำมาเจือปนอาหารย่อมก่อให้เกิดอันตรายได้

### คำถาม

1. จากสถานการณ์ข้างต้นปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

.....

.....

.....

2. ปัญหาที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากอะไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะสรุปผลและนำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

## สถานการณ์ที่ 6

ผู้ใหญ่บ้านของหมู่บ้านแห่งหนึ่ง ได้สังเกตเห็นว่า แหล่งน้ำ ลำคลองของหมู่บ้านมีปลา ลอยตายเป็นจำนวนมาก อีกทั้งจากการพูดคุยกับประชาชนที่อาศัยอยู่ริมน้ำ ที่มีการใช้น้ำจากลำคลองแห่งนี้ ก็พบว่า มีคนเจ็บป่วย ไม่สบาย กันหลายคน ผู้ใหญ่บ้านจึง สอบถามไปยังลูกบ้าน จึงได้ความว่าโรงงานชุบโลหะที่ตั้งอยู่บริเวณใกล้เคียงแหล่งน้ำนั้น ได้ลักลอบระบายน้ำทิ้ง โดยไม่ได้ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียก่อน

### คำถาม

1. จากสถานการณ์ข้างต้นปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

.....

.....

.....

2. ปัญหาที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากอะไร

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะสรุปผลและนำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

## สถานการณ์ที่ 7

ละมัย แสนสี มีอาการเวียนศีรษะ หน้ามืด และเป็นลมเป็นประจำ แต่ยังมีแรงช่วยสามีทำงานในไร่นา ละมัยได้เคยไปหาหมอหลายครั้ง บางครั้งก็ซื้อยากินเอง หมอบอกว่าเป็นเพราะพักผ่อนน้อย หมอบางคนบอกว่าความดันโลหิตต่ำ บางคนบอกว่าเพราะเครียด แต่สามีเห็นว่าการเจ็บป่วยของละมัยอาจจะเกี่ยวข้องกับสารเคมีการเกษตร พวกเขาฆ่าแมลงที่ตนใช้อยู่ จึงเลิกใช้สารเคมีเหล่านั้นอย่างเด็ดขาด หลังจากนั้นภรรยา ก็ค่อยๆมีอาการดีขึ้นและ กลับสู่ภาวะปกติ

### คำถาม

1. จากสถานการณ์ข้างต้นปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

.....

.....

2. ปัญหาที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากอะไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะสรุปผลและนำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

.....

.....

.....

## Appendix G

- กำหนดการสอนสำหรับครูผู้สอน
- กำหนดการสอนสำหรับนักเรียน
- แบบบันทึกผลการสอนของผู้สอน
- แบบประเมินตนเองของผู้เรียน
- แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

**กำหนดการสอนสำหรับครูผู้สอน (การทดลองใช้หลักสูตร)  
หลักสูตรวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จำนวนเวลาเรียนทั้งหมด 19 คาบ ( คาบละ 50 นาที)

อาจารย์ผู้สอน อาจารย์ สมมาตร สงวนสัตย์ ห้อง ม. 2/1

อาจารย์ เกரியงไกร ชัยสิริ ห้อง ม. 2/5

ครั้งที่	วันที่	เวลาเรียน		จำนวน คาบ	กิจกรรม
		อ.สมมาตร ห้อง ม. 2/1	อ. เกரியงไกร ห้อง ม. 2/5		
1	อังคาร 28 ธ.ค.	คาบ 3-4	คาบ 3-4	2	ทดสอบก่อนเรียน
2	อังคาร 4 ม.ค.	คาบ 3-4	คาบ 3-4	2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สารเคมีในบ้าน
3	พฤหัสบดี 6 ม.ค.	คาบ 2-3	คาบ 3-4	2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารอันตราย
4	อังคาร 11 ม.ค.	คาบ 3-4	คาบ 3-4	2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารพิษในสิ่งแวดล้อม
5	พฤหัสบดี 13 ม.ค.	คาบ 2-3	คาบ 3-4	2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสัตว์
6	อังคาร 18 ม.ค.	คาบ 3-4	คาบ 3-4	2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารเคมีปนเปื้อนในอาหาร
7	อังคาร 25 ม.ค.	คาบ 3-4	คาบ 3-4	2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง มลพิษจากสารอันตราย
8	พฤหัสบดี 27 ม.ค.	คาบ 2-3	คาบ 3-4	2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ผลกระทบของสารเคมีต่อ สุขภาพและสิ่งแวดล้อม
9	อังคาร 1 ก.พ.	คาบ 3-4	คาบ 3-4	2	ทดสอบหลังเรียน
10	พฤหัสบดี 3 ก.พ.	คาบ 2	คาบ 3	1	นักเรียนทำแบบสอบถามความ คิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนการ สอน

**หมายเหตุ**

ข้อสอบสำหรับทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เวลา 30 นาที)
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (เวลา 40 นาที)







## แบบบันทึกผลการสอนของผู้สอน

ชื่อผู้สอน..... ชั้นที่สอน..... ห้อง.....  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

---

### คำชี้แจง

แบบบันทึกนี้ใช้สำหรับครูเพื่อบันทึกผลการสอนหลังจากที่ได้สอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

#### 1. ผลการสอน

##### 1.1 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยภาพรวม

.....  
 .....

##### 1.2 ผลการสังเกตกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนโดยภาพรวม

.....  
 .....

##### 1.3 ผลการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย (ใบงาน/แบบฝึก/ชิ้นงาน/การนำเสนอผลงาน)

.....  
 .....

##### 1.4 ผลการประเมินด้านลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

.....  
 .....

##### 1.5 ผลการประเมินบรรยากาศในการเรียนการสอน

.....  
 .....

##### 1.6 ผลการประเมินเจตคติของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....  
 .....

##### 1.7 ความคิดเห็นของครูผู้สอนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....  
 .....



## แบบประเมินตนเองของผู้เรียน

ชื่อ นามสกุล.....ชั้นมัธยมศึกษาที่.....ห้องที่.....เลขที่.....  
 โรงเรียน.....วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....  
 ผู้สอน.....

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องอะไรบ้างจากการเรียนในครั้งนี้

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

2. นักเรียนคิดว่านักเรียนจะสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

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

3. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร

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

4. นักเรียนชอบกิจกรรมการเรียนการสอนนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

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

5. นักเรียนพบปัญหา หรือ อุปสรรคอะไรบ้างในการเรียนและในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้

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

## แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

### คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน หลักสูตรวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน
2. ขอให้นักเรียนตอบแบบสอบถามนี้ให้ครบถ้วนและตรงกับความเป็นจริง
3. แบบสอบถามฉบับนี้มี 3 ตอน คือ
  - ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน
  - ตอนที่ 2 แบบสอบถามแสดงความคิดเห็นแบบเลือกตอบ
  - ตอนที่ 3 แบบสอบถามแสดงความคิดเห็นแบบคำถามปลายเปิด

### ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

คำชี้แจง โปรดเติมข้อมูลส่วนตัวของนักเรียนลงในช่องว่างที่กำหนดให้ หรือ ทำเครื่องหมาย / ลง

ใน  หน้าตัวเลือก

1. อายุ \_\_\_\_ ปี
2. เพศ  ชาย  หญิง
3. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ \_\_\_\_
4. เกรดเฉลี่ยสะสมครั้งล่าสุด
 

<input type="checkbox"/> ต่ำกว่า 1.00	<input type="checkbox"/> 1.00 - 1.49	<input type="checkbox"/> 1.50 - 2.49
<input type="checkbox"/> 2.50 - 3.49	<input type="checkbox"/> 3.50 - 4.00	
5. นักเรียนเข้าเรียนรายวิชานี้บ่อยครั้งเพียงใด
 

<input type="checkbox"/> เข้าเรียนเสมอ	<input type="checkbox"/> เข้าเรียนเป็นส่วนใหญ่
<input type="checkbox"/> เข้าเรียนบ้าง	<input type="checkbox"/> แทบจะไม่ได้เข้าเรียน

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณารายการต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็น  
ของนักเรียน

ข้อ ที่	รายการพฤติกรรม	ระดับการปฏิบัติ				
		มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
1	กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนทบทวนความรู้และ ประสบการณ์เดิม					
2	นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม					
3	มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง					
4	นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ					
5	นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดและเลือกวิธีการ เรียนรู้					
6	นักเรียนมีโอกาสร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็น อย่างกว้างขวาง					
7	นักเรียนมีโอกาสเสนอผลงานของตนเอง					
8	นักเรียนได้สรุปข้อความรู้ด้วยตนเอง					
9	นักเรียนและเพื่อนๆ ร่วมกันสรุปผลงานของกลุ่ม					
10	นักเรียนมีโอกาสสรุปขั้นตอนการทำงาน					
11	นักเรียนมีโอกาสศึกษาค้นคว้าหาความรู้และข้อมูล ข่าวสารจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และวิทยากร ท้องถิ่น					
12	นักเรียนมีส่วนร่วมฝึกปฏิบัติการใช้สื่อการเรียนรู้					
13	นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้จากสื่อหลายประเภท					
14	นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่เรียนกับชีวิตจริง					
15	นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลงาน					
16	นักเรียนมีโอกาสนำผลการประเมินมาปรับปรุง และพัฒนาการเรียนของตนเอง					

ความคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

.....

**ตอนที่ 3** ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

**คำชี้แจง** นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อองค์ประกอบต่างๆที่ได้เรียนจากหลักสูตรวิทยาศาสตร  
 เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน ขอให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ในองค์ประกอบต่างๆดังต่อไปนี้

1. เนื้อหาสาระที่เรียน

.....

.....

.....

.....

2. กิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

3. สื่อการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

4. การวัดผลและประเมินผล

.....

.....

.....

.....

5. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

ประเมินเมื่อวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



## Appendix H

- ตารางแสดงคะแนนก่อนเรียนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาที่ใช้ในการจัดกลุ่มนักเรียนของห้อง ม.2/1 (กลุ่มทดลอง ห้องที่ 1)
- ตารางการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มของนักเรียนห้อง ม.2/1 (กลุ่มทดลอง ห้องที่ 1)
- ตารางแสดงคะแนนก่อนเรียนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาที่ใช้ในการจัดกลุ่มนักเรียนของห้อง ม.2/5 (กลุ่มทดลอง ห้องที่ 2)
- ตารางการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มของนักเรียนห้อง ม.2/5 (กลุ่มทดลอง ห้องที่ 2)
- ตารางแสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลอง ห้องที่ 1 (N = 45)
- ตารางแสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลอง ห้องที่ 2 (N = 43)
- ตารางแสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มควบคุม (N = 46)

**ตารางแสดงคะแนนก่อนเรียนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ  
ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ใช้ในการจัดกลุ่มนักเรียน ของ ห้อง ม.2/1 (กลุ่มทดลอง ห้อง  
ที่ 1)**

นักเรียน คนที่	คะแนน ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ก่อนเรียน (เต็ม 30 )	คะแนน ความสามารถใน การแก้ปัญหา ก่อนเรียน (เต็ม 56)	คะแนน รวม (เต็ม 86 คะแนน)	นักเรียน คนที่	คะแนน ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ก่อนเรียน (เต็ม 30 )	คะแนน ความสามารถใน การแก้ปัญหา ก่อนเรียน (เต็ม 56)	คะแนน รวม (เต็ม 86 คะแนน)
1	16	25	41	25	17	28	45
2	13	26	39	26	17	24	41
3	9	9	18	27	17	27	44
4	7	19	26	28	14	28	42
5	16	29	45	29	14	25	39
6	12	18	30	30	11	24	35
7	13	20	33	31	16	25	41
8	15	29	44	32	15	29	44
9	15	28	43	33	11	19	30
10	18	26	44	34	14	29	43
11	17	22	39	35	17	28	45
12	14	20	34	36	15	24	39
13	17	29	46	37	15	25	40
14	16	24	40	38	9	13	22
15	15	24	39	39	14	18	32
16	14	14	28	40	12	21	33
17	16	31	47	41	16	10	26
18	14	29	43	42	16	21	37
19	13	28	41	43	13	22	35
20	15	19	34	44	16	31	47
21	15	21	36	45	9	6	15
22	16	23	39				
23	17	22	39				
24	11	24	35				

**หมายเหตุ**

นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการ  
แก้ปัญหา รวมกันแล้วนำมาจัดลำดับเพื่อจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม โดยแบ่งนักเรียนเป็น กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และ  
กลุ่มอ่อน โดยให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนกลุ่มละ 4 คนโดยจัดแบ่งเป็นนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และ อ่อน 1  
คน ซึ่งจัดได้ทั้งหมด 11 กลุ่ม

ตารางการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มของนักเรียนห้อง ม. 2/1 (กลุ่มทดลอง ห้องที่ 1)

ระดับนักเรียน	ลำดับที่	เลขที่ของนักเรียนห้อง ม.2/1	คะแนนรวม (เต็ม 86)	กลุ่ม
กลุ่มเก่ง	1	นักเรียนเลขที่ 44	47	A
	2	นักเรียนเลขที่ 17	47	B
	3	นักเรียนเลขที่ 13	46	C
	4	นักเรียนเลขที่ 5	45	D
	5	นักเรียนเลขที่ 25	45	E
	6	นักเรียนเลขที่ 35	45	F
	7	นักเรียนเลขที่ 8	44	G
	8	นักเรียนเลขที่ 10	44	H
	9	นักเรียนเลขที่ 27	44	I
	10	นักเรียนเลขที่ 32	44	J
	11	นักเรียนเลขที่ 9	43	K
กลุ่มปานกลาง	12	นักเรียนเลขที่ 18	43	A
	13	นักเรียนเลขที่ 34	43	B
	14	นักเรียนเลขที่ 28	42	C
	15	นักเรียนเลขที่ 1	41	D
	16	นักเรียนเลขที่ 19	41	E
	17	นักเรียนเลขที่ 26	41	F
	18	นักเรียนเลขที่ 31	41	G
	19	นักเรียนเลขที่ 14	40	H
	20	นักเรียนเลขที่ 37	40	I
	21	นักเรียนเลขที่ 2	39	J
	22	นักเรียนเลขที่ 11	39	K
	23	นักเรียนเลขที่ 15	39	A
	24	นักเรียนเลขที่ 22	39	B
	25	นักเรียนเลขที่ 23	39	C
	26	นักเรียนเลขที่ 29	39	D
	27	นักเรียนเลขที่ 36	39	E
	28	นักเรียนเลขที่ 42	37	F
	29	นักเรียนเลขที่ 21	36	G
	30	นักเรียนเลขที่ 24	35	H
	31	นักเรียนเลขที่ 30	35	I
	32	นักเรียนเลขที่ 43	35	J
	33	นักเรียนเลขที่ 12	34	K
	34	นักเรียนเลขที่ 20	34	A
กลุ่มอ่อน	35	นักเรียนเลขที่ 7	33	B
	36	นักเรียนเลขที่ 40	33	C
	37	นักเรียนเลขที่ 39	32	D
	38	นักเรียนเลขที่ 6	30	E
	39	นักเรียนเลขที่ 33	30	F
	40	นักเรียนเลขที่ 16	28	G
	41	นักเรียนเลขที่ 4	26	H
	42	นักเรียนเลขที่ 41	26	I
	43	นักเรียนเลขที่ 38	22	J
	44	นักเรียนเลขที่ 3	18	K
	45	นักเรียนเลขที่ 45	15	A

ตารางแสดงคะแนนก่อนเรียนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ  
ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ใช้ในการจัดกลุ่มนักเรียน ของ ห้อง ม.2/5 (กลุ่มทดลอง ห้อง  
ที่ 2)

นักเรียน คนที่	คะแนน ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ก่อนเรียน (เต็ม 30)	คะแนน ความสามารถใน การแก้ปัญหา ก่อนเรียน (เต็ม 56)	คะแนน รวม (เต็ม 86 คะแนน)	นักเรียน คนที่	คะแนน ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ก่อนเรียน (เต็ม 30 )	คะแนน ความสามารถใน การแก้ปัญหา ก่อนเรียน (เต็ม 56)	คะแนน รวม (เต็ม 86 คะแนน)
1	11	21	32	23	14	27	41
2	12	17	29	24	13	21	34
3	11	22	33	25	15	28	43
4	16	13	29	26	14	27	41
5	14	21	35	27	17	28	45
6	16	16	32	28	7	19	26
7	6	15	21	29	11	24	35
8	8	29	37	30	14	28	42
9	10	12	22	31	13	31	44
10	14	28	42	32	15	22	37
11	12	12	24	33	16	28	44
12	11	31	42	34	8	25	33
13	11	18	29	35	17	22	39
14	11	18	29	36	12	25	37
15	13	8	21	37	19	26	45
16	14	21	35	38	22	32	54
17	10	17	27	39	22	22	44
18	19	24	43	40	10	23	33
19	8	22	30	41	11	16	27
20	8	25	33	42	15	20	35
21	20	24	44	43	11	18	29
22	12	20	32				

หมายเหตุ

นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการ  
แก้ปัญหา รวมกันแล้วนำมาจัดลำดับเพื่อจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม โดยแบ่งนักเรียนเป็น กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และ  
กลุ่มอ่อน โดยให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนกลุ่มละ 4 คนโดยจัดแบ่งเป็นนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และ อ่อน 1  
คน ซึ่งจัดได้ทั้งหมด 11 กลุ่ม

ตารางการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มของนักเรียนห้อง ม. 2/5 (กลุ่มทดลอง ห้องที่ 2)

ระดับนักเรียน	ลำดับที่	เลขที่ของนักเรียนห้อง ม.2/5	คะแนนรวม (เต็ม 86)	กลุ่ม
กลุ่มเก่ง	1	นักเรียนเลขที่ 38	54	A
	2	นักเรียนเลขที่ 27	45	B
	3	นักเรียนเลขที่ 37	45	C
	4	นักเรียนเลขที่ 21	44	D
	5	นักเรียนเลขที่ 31	44	E
	6	นักเรียนเลขที่ 33	44	F
	7	นักเรียนเลขที่ 39	44	G
	8	นักเรียนเลขที่ 18	43	H
	9	นักเรียนเลขที่ 25	43	I
	10	นักเรียนเลขที่ 10	42	J
	11	นักเรียนเลขที่ 12	42	K
กลุ่มปานกลาง	12	นักเรียนเลขที่ 30	42	A
	13	นักเรียนเลขที่ 23	41	B
	14	นักเรียนเลขที่ 26	41	C
	15	นักเรียนเลขที่ 35	39	D
	16	นักเรียนเลขที่ 8	37	E
	17	นักเรียนเลขที่ 32	37	F
	18	นักเรียนเลขที่ 36	37	G
	19	นักเรียนเลขที่ 5	35	H
	20	นักเรียนเลขที่ 16	35	I
	21	นักเรียนเลขที่ 29	35	J
	22	นักเรียนเลขที่ 42	35	K
	23	นักเรียนเลขที่ 24	34	A
	24	นักเรียนเลขที่ 3	33	B
	25	นักเรียนเลขที่ 20	33	C
	26	นักเรียนเลขที่ 34	33	D
	27	นักเรียนเลขที่ 40	33	E
	28	นักเรียนเลขที่ 1	32	F
	29	นักเรียนเลขที่ 6	32	G
	30	นักเรียนเลขที่ 22	32	H
	31	นักเรียนเลขที่ 19	30	I
32	นักเรียนเลขที่ 2	29	J	
กลุ่มอ่อน	33	นักเรียนเลขที่ 4	29	A
	34	นักเรียนเลขที่ 13	29	B
	35	นักเรียนเลขที่ 14	29	C
	36	นักเรียนเลขที่ 43	29	D
	37	นักเรียนเลขที่ 17	27	E
	38	นักเรียนเลขที่ 41	27	F
	39	นักเรียนเลขที่ 28	26	G
	40	นักเรียนเลขที่ 11	24	H
	41	นักเรียนเลขที่ 9	22	I
	42	นักเรียนเลขที่ 7	21	J
	43	นักเรียนเลขที่ 15	21	K

ตารางแสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ  
ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลอง ห้องที่ 1 (N = 45)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (เต็ม 30 คะแนน)		คะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหา (เต็ม 56 คะแนน)		นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (เต็ม 30 คะแนน)		คะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหา (เต็ม 56 คะแนน)	
	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง		ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง
1	16	21	25	51	25	17	26	28	47
2	13	20	26	37	26	17	25	24	52
3	9	17	9	37	27	17	22	27	49
4	7	17	19	33	28	14	22	28	48
5	16	20	29	51	29	14	18	25	39
6	12	20	18	29	30	11	14	24	49
7	13	18	20	39	31	16	21	25	46
8	15	18	29	48	32	15	22	29	48
9	15	22	28	45	33	11	19	19	47
10	18	20	26	50	34	14	24	29	52
11	17	20	22	35	35	17	23	28	46
12	14	20	20	52	36	15	18	24	38
13	17	21	29	43	37	15	21	25	40
14	16	20	24	39	38	9	17	13	33
15	15	20	24	35	39	14	19	18	53
16	14	17	14	38	40	12	22	21	52
17	16	19	31	43	41	16	19	10	42
18	14	20	29	44	42	16	20	21	43
19	13	19	28	51	43	13	19	22	37
20	15	20	19	36	44	16	20	31	48
21	15	20	21	31	45	9	15	6	27
22	16	25	23	41					
23	17	23	22	47					
24	11	18	24	44					

หมายเหตุ

นักเรียนกลุ่มทดลอง ห้องที่ 1 ได้แก่นักเรียนห้อง ม.2/1 ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 45 คน แบ่งเป็น  
นักเรียนชาย 26 คน และ นักเรียนหญิง 19 คน

**ตารางแสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ  
ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลอง ห้องที่ 2 (N = 43)**

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (เต็ม 30 คะแนน)		คะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหา (เต็ม 56 คะแนน)		นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (เต็ม 30 คะแนน)		คะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหา (เต็ม 56 คะแนน)	
	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง		ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง
1	11	21	21	39	25	15	28	28	46
2	12	17	17	38	26	14	27	27	45
3	11	18	22	49	27	17	28	28	48
4	16	20	13	46	28	7	19	19	38
5	14	21	21	39	29	11	24	24	45
6	16	19	16	28	30	14	28	28	50
7	6	15	15	32	31	13	31	31	49
8	8	17	29	42	32	15	22	22	50
9	10	16	12	29	33	16	28	28	50
10	14	20	28	50	34	8	25	25	40
11	12	17	12	30	35	17	22	22	40
12	11	15	31	40	36	12	25	25	45
13	11	14	18	33	37	19	26	26	50
14	11	18	18	40	38	22	32	32	51
15	13	19	8	31	39	22	22	22	40
16	14	21	21	40	40	10	23	23	42
17	10	17	17	35	41	11	16	16	37
18	19	24	24	35	42	15	20	20	36
19	8	22	22	40	43	11	18	18	30
20	8	25	25	40					
21	20	24	24	42					
22	12	20	20	45					
23	14	27	27	50					
24	13	21	21	35					

**หมายเหตุ**

นักเรียนกลุ่มทดลอง ห้องที่ 2 ได้แก่นักเรียนห้อง ม.2/5 ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 43 คน แบ่งเป็น  
นักเรียนชาย 22 คน และ นักเรียนหญิง 21 คน

ตาราง แสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ  
ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มควบคุม (N = 46)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (เต็ม 30 คะแนน)		คะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหา (เต็ม 56 คะแนน)		นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (เต็ม 30 คะแนน)		คะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหา (เต็ม 56 คะแนน)	
	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง		ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง
1	11	13	10	10	25	12	8	27	38
2	10	17	19	30	26	6	14	21	31
3	10	13	26	31	27	10	12	29	30
4	13	9	20	24	28	17	19	20	20
5	8	5	23	23	29	16	18	28	29
6	15	10	20	24	30	15	15	27	33
7	13	8	25	30	31	18	17	26	33
8	13	16	30	24	32	19	23	35	37
9	8	6	12	19	33	17	18	26	23
10	12	11	16	17	34	17	21	28	30
11	10	13	18	19	35	22	20	24	26
12	12	10	25	29	36	16	21	27	33
13	14	19	27	30	37	8	14	11	36
14	14	18	27	33	38	13	19	30	31
15	10	9	19	22	39	14	14	31	34
16	23	20	14	26	40	10	15	23	24
17	8	13	19	26	41	13	12	27	29
18	13	13	26	31	42	17	20	22	29
19	14	17	23	24	43	22	20	32	35
20	14	11	19	27	44	13	13	18	26
21	17	20	17	20	45	16	23	32	33
22	12	13	10	13	46	21	20	30	33
23	18	18	24	34					
24	14	15	18	23					

หมายเหตุ

นักเรียนกลุ่มควบคุม ได้แก่นักเรียนห้อง ม.2/4 ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 46 คน แบ่งเป็น  
นักเรียนชาย 26 คน และ นักเรียนหญิง 20 คน



## Appendix I

- ตารางแสดงคะแนนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

ตารางแสดงคะแนนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

ข้อ ที่	ประเด็นการประเมิน	กลุ่มทดลอง ห้องที่ 1 (N = 45)			กลุ่มทดลอง ห้องที่ 2 (N = 43)		
		$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนทบทวน ความรู้และประสบการณ์เดิม	3.89	0.57	มาก	3.95	0.58	มาก
2	นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม	4.16	0.71	มาก	3.95	0.79	มาก
3	มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง	3.42	0.84	มาก	3.51	0.83	มาก
4	นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งความรู้ ต่างๆ	3.29	0.76	ปานกลาง	3.51	0.74	มาก
5	นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดและเลือก วิธีการเรียนรู้	3.29	0.84	ปานกลาง	3.42	0.85	ปานกลาง
6	นักเรียนมีโอกาสร่วมอภิปรายแสดงความ คิดเห็นอย่างกว้างขวาง	3.84	0.95	มาก	3.58	0.98	มาก
7	นักเรียนมีโอกาสเสนอผลงานของตนเอง	3.60	0.89	มาก	3.23	0.97	ปานกลาง
8	นักเรียนได้สรุปข้อความรู้ด้วยตนเอง	3.84	0.64	มาก	3.25	1.05	ปานกลาง
9	นักเรียนและเพื่อนๆร่วมกันสรุปผลงาน ของกลุ่ม	4.00	0.92	มาก	3.70	0.77	มาก
10	นักเรียนมีโอกาสสรุปขั้นตอนการทำงาน	3.41	0.81	ปานกลาง	3.44	0.88	ปานกลาง
11	นักเรียนมีโอกาสศึกษาหาความรู้และ ข้อมูลข่าวสารจากแหล่งความรู้ต่างๆและ วิทยากรท้องถิ่น	3.22	0.88	ปานกลาง	3.19	1.20	ปานกลาง
12	นักเรียนมีส่วนร่วมฝึกปฏิบัติการใช้สื่อการ เรียนรู้	3.62	0.91	มาก	3.40	0.88	ปานกลาง
13	นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้จากสื่อหลาย ประเภท	3.36	1.02	ปานกลาง	3.49	0.80	ปานกลาง
14	นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่เรียนกับชีวิต จริง	3.80	0.84	มาก	3.67	0.89	มาก
15	นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลงาน	3.93	0.78	มาก	3.67	0.87	มาก
16	นักเรียนมีโอกาสนำผลการประเมินมา ปรับปรุงและพัฒนาการเรียนของตนเอง	3.80	0.59	มาก	3.56	0.96	มาก
	รวม	3.64	0.49	มาก	3.53	0.57	มาก

## Appendix J

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

- ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์นักเรียนเพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบหลักสูตร
- ผลการวิเคราะห์แบบบันทึกผลการสอนของผู้สอนหลังการเรียนการสอน
- ผลการวิเคราะห์แบบประเมินตนเองของผู้เรียนหลังการเรียนการสอน
- ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

## ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์นักเรียน

การสัมภาษณ์นักเรียนมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปใช้ในการออกแบบหลักสูตร การสัมภาษณ์นักเรียน ผลจากการสัมภาษณ์สามารถสรุปประเด็นที่สำคัญได้ 5 ด้านดังต่อไปนี้

### 1. ด้านเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง สารเคมี

จากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า เนื้อหาสาระที่เรียนในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ มีเรื่องเกี่ยวกับสารเคมีน้อยมาก อีกทั้งเนื้อหาเดิมที่มีอยู่ก็ยังคงขาดรายละเอียด และมีตัวอย่าง หรือ ภาพประกอบน้อย เนื้อหาบางส่วนไม่ทันสมัย ยังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน นักเรียนที่ให้สัมภาษณ์บอกว่า พวกเขาเคยเรียนเรื่อง สารเคมีมาบ้าง แต่ยังไม่ค่อยเข้าใจ บางคนก็บอกว่า จำไม่ได้ นักเรียนรู้จักสารเคมีในชีวิตประจำวัน น้อยมาก แต่นักเรียนเห็นว่าการเรียนเรื่องสารเคมีนั้นมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตของพวกเขา แต่นักเรียนไม่ค่อยได้ติดตามข่าวสาร หรือ หนังสือ หรือ บทความที่เกี่ยวกับเรื่อง สารเคมี อันตรายของสารเคมี และ ผลกระทบของสารเคมีต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม นักเรียนบางคนเล่าประสบการณ์ที่ตัวเองเคยได้รับอันตรายจากการใช้สารเคมีให้ฟัง เช่น การแพ้ผงซักฟอก การแพ้เครื่องสำอาง อันตรายจากน้ำยาล้างห้องน้ำ อันตรายจากสารปนเปื้อนในอาหาร และ อันตรายจากยาฆ่าแมลง นักเรียนมีความเห็นว่า อยากให้มีเนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับเรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน สารเคมีในบ้าน รวมทั้งสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน เพราะเขาคิดว่า เป็นเรื่องที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อตัวพวกเขา ซึ่งพวกเขาสามารถที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

### 2. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

จากการสัมภาษณ์พบว่า การเรียนการสอนที่เกิดขึ้นนั้น บรรยากาศในการเรียนค่อนข้างเครียด ครูชอบดู ครูใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นส่วนมาก ครูจะให้ให้นักเรียนจดตามที่ครูเขียนบนกระดาน หรือ บางครั้งให้เรียนจากในหนังสือเรียน มีใบความรู้ให้บ้างเป็นบางครั้ง นักเรียนได้ทำกิจกรรม ได้ลงมือปฏิบัติ เป็นบางครั้ง นักเรียนบอกว่า เครื่องมือ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ นักเรียนมีหลายกลุ่ม กลุ่มละ 7-8 คน (ห้องละประมาณ 45 คน) บางครั้งครูไม่มีเวลาเตรียมอุปกรณ์ และ สื่อการเรียนให้ เนื่องจากครูมีภาระงานสอนหลายวิชา หลายคาบ และ ครูไม่มีเจ้าหน้าที่คอยช่วยเหลือในการเตรียมอุปกรณ์ และสื่อการเรียนให้ ดังนั้นบางครั้งครูจะทำการทดลองโดยสาธิตให้ดูหน้าห้อง แต่นักเรียนไม่มีโอกาสได้ลงมือปฏิบัติจริง

กิจกรรมการเรียนส่วนใหญ่ครูจะให้นั่งเป็นกลุ่ม แต่จะให้เรียนตามหนังสือ และตอบคำถาม หรือ ทำแบบฝึกหัดตามหนังสือเรียน นักเรียนไม่ค่อยมีโอกาสที่จะเรียนแบบการอภิปรายกลุ่ม หรือ การแก้ปัญหา รวมทั้งการนำเสนองานหน้าชั้น

นักเรียนอยากให้ครูใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย อยากให้ครูสอนแบบสนุกสนาน ไม่เครียด ในเรียนอยากให้บรรยากาศในการเรียนเป็นกันเอง ไม่ชอบให้ครูบ่น

### 3. ด้านสื่อการเรียนการสอน

นักเรียนบอกว่า ครูใช้สื่อการสอนน้อย ครูสอนแบบบรรยาย หรือ ให้จดบนกระดานบ้าง ส่วนใหญ่นักเรียนจะเรียนจากหนังสือเรียน มีการแจกใบความรู้บ้างเป็นบางครั้ง นักเรียนไม่มีโอกาสใช้สื่อการเรียนต่างๆ ทั้งนี้ นักเรียนบอกว่า อุปกรณ์ และ เครื่องมือมีไม่เพียงพอ นักเรียนมีความเห็นว่าอยากให้ครูได้ใช้สื่อการเรียนที่หลากหลาย เช่น ใบความรู้ ใบกิจกรรม วีดิทัศน์ ตัวอย่างของจริง ภาพประกอบ และ อยากทำการทดลองมากขึ้น และทำกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติจริงมากขึ้น รวมทั้งนักเรียนอยากเรียนจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เช่น ห้องสมุด และ สืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตบ้าง

### 4. ด้านการวัดและประเมินผล

จากการสัมภาษณ์พบว่า ครูชี้แจงการวัดและประเมินผลให้นักเรียนทราบก่อนเรียน การประเมินผลการเรียน ครูใช้วิธีการทดสอบเก็บคะแนน ทั้งสอบระหว่างภาคและสอบปลายภาค มีการสอบย่อยบ้างเป็นบางครั้ง และ มีการให้ทำงานส่งเพื่อเก็บคะแนนบ้างเป็นบางครั้ง นักเรียนบอกว่าบางครั้ง ข้อสอบที่ออกไม่ตรงกับสิ่งที่ได้เรียน นักเรียนอยากให้ครูใช้วิธีการวัดผลที่หลากหลาย เช่น การให้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ และ เก็บคะแนนจากงานนั้นๆ ควรมีใบงาน หรือ ใบกิจกรรม ให้ทำ และ ผลงานอื่นๆประกอบการเรียนการสอน

### 5. ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

นักเรียนคิดว่าห้องที่เรียนมีความคับแคบเกินไป เนื่องจากในห้องเรียนมีนักเรียนประมาณ 45 คน ทำให้เวลาเรียนครูจะจัดโต๊ะให้นักเรียนเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-8 คน บางครั้งเพื่อนในกลุ่มคุยกันส่งเสียงดัง จนต้องโดนครูทำโทษ นักเรียนอยากให้ครูพาไปเรียนนอกสถานที่บ้าง นักเรียนบางคนอยากให้ไปเรียนที่ห้องสมุด บางคนบอกว่าอยากให้ครูพาไปทัศนศึกษา ปัญหาอีกอย่างที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนคือว่าบางครั้งนักเรียนต้องเข้าห้องเรียนช้าเนื่องจากว่าเวลาเปลี่ยนคาบเรียน ต้องเดินเปลี่ยนอาคารเรียนจากอาคารเรียนหนึ่งไปยังอาคารเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนอยากให้ครูสอนแบบสนุกสนาน ไม่เครียด

## ผลการวิเคราะห์แบบบันทึกผลการสอนของผู้สอนหลังการเรียนการสอน

จากการวิเคราะห์เนื้อหาในแบบบันทึกผลการสอนของผู้สอน สามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้

### 1. ผลการสอน

ครูผู้สอนมีความเห็นว่า ผลการเรียนรู้ในภาพรวมของนักเรียนนั้นดี นักเรียนให้ความสนใจในเนื้อหาที่เรียน เนื่องจากเป็นเรื่องใกล้ตัว และ เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน แต่บางเนื้อหาเช่นเรื่องสารอันตราย นักเรียนจะยังไม่ค่อยคุ้นเคยกับสัญลักษณ์ของสารอันตราย แต่เนื้อหาสาระอื่นๆ นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ดี

กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม ได้ช่วยเหลือกัน ได้แลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนสนใจในการเรียนและกล้าแสดงออกมากขึ้น นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดี มีการแบ่งหน้าที่กันทำงาน ตั้งใจทำงาน นักเรียนได้มีโอกาสในการอภิปรายและนำเสนองาน แต่ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนจะยังไม่มีความประสพการณ์ในเรื่องเหล่านี้ จึงอภิปราย หรือ นำเสนองานได้ไม่ค่อยดี บางคนอาจ ไม่กล้าพูดหน้าชั้น บางคนก็ประหม่า พูดเสียงค่อย บางคนก็พูดเสียงไม่ชัดเจน ซึ่งครูบอกว่าเนื่องจากนักเรียนไม่ค่อยมีประสบการณ์ และ ไม่เคยเรียน หรือ ทำกิจกรรมในรูปแบบนี้มากนัก บางครั้งเวลาครูถามนักเรียนทั้งชั้น นักเรียนจะไม่ค่อยยกมือพูด ไม่ยกมือแสดงความคิดเห็น แต่จะมีบางคนที่กล้าถามกล้าตอบ

ผลจากการให้นักเรียนทำงานกลุ่มพบว่า ผลงานออกมามี นักเรียนช่วยเหลือ และ ร่วมมือกันทำงาน นักเรียนเก่งช่วยเหลือนักเรียนที่อ่อนกว่า แต่บางกลุ่มก็มีปัญหาเนื่องจาก นักเรียนเก่งจะทำงานเพียงคนเดียว จนครูต้องอธิบายและชี้แจงถึงบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่ม

สำหรับงานที่มอบหมายให้นักเรียนทำนั้น ผลปรากฏว่า นักเรียนทุกกลุ่มสามารถส่งงานได้ครบ บางกลุ่มมีผลงานออกมามี รายละเอียดครบ แต่ว่าบางกลุ่มก็ทำได้ไม่เต็มที่เท่าที่ควร การเรียนที่ให้นักเรียนได้เขียนแผนผังมโนทัศน์ ทำให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ ความเข้าใจได้ดีขึ้น

สำหรับบรรยากาศในการเรียน โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน ไม่เครียด นักเรียนสนใจและตั้งใจทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย แต่ยังมีปัญหาในการเรียนบ้าง เช่น นักเรียนยังไม่กล้าถาม ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น

### 2. ปัญหา หรือ อุปสรรค

ครูมีความคิดเห็นว่า การแบ่งกลุ่มนักเรียนตามความสามารถ อาจมีทั้งผลดีและผลเสีย ผลดี เช่น บางกลุ่มนักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ช่วยกันทำงาน มีการซักถาม อภิปรายกัน และ แสดงความคิดเห็นกันในกลุ่ม แต่ว่า บางกลุ่มนักเรียนที่เก่งกว่าจะทำงานเป็นส่วนใหญ่ นักเรียนบางคนอาจทำงานร่วมกับเพื่อนได้ไม่ค่อยดี เนื่องจากไม่สนิทกัน

นักเรียนยังเขียนรายงานไม่ถูกต้อง บางกิจกรรมนักเรียนไม่ได้นำสื่อการเรียนที่ครูมอบหมายให้ไปเตรียมมา เช่น ขว้างจากหนังสือพิมพ์ หรือ บทความจากวารสารจึงทำให้กิจกรรมไม่เป็นไปตามที่วางแผนไว้

ในระยะแรกๆของการเรียน นักเรียนยังไม่เข้าใจรูปแบบการเรียนแบบนี้ จึงทำให้ไม่สามารถปฏิบัติตามกิจกรรมเสร็จทันตามกำหนด ครูต้องใช้เวลาอธิบายวิธีการทำกิจกรรม และ กระตุ้นให้นักเรียนพยายามมีส่วนร่วมในการเรียน

ปัญหาพฤติกรรมกรเรียนส่วนใหญ่ของนักเรียน คือ นักเรียนไม่กล้าแสดงออก ไม่กล้าถามตอบ หรือไม่แสดงความคิดเห็น นักเรียนยังขาดทักษะในการอภิปราย และ การนำเสนองาน เนื่องจากยังไม่มีประสบการณ์

ปัญหาการเข้าห้องเรียนช้า เนื่องจากนักเรียนต้องเดินเปลี่ยนตึกเรียนจากที่หนึ่งมายังตึกที่จะสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จึงทำให้บางกิจกรรมนักเรียนไม่สามารถทำกิจกรรมเสร็จทันกำหนด

### 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

ครูมีความคิดเห็นว่าการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญนั้นดีและมีประโยชน์ เพราะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ได้ฝึกปฏิบัติการทำกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกทักษะการสื่อสาร การตัดสินใจ รวมทั้งยังได้พัฒนาทักษะทางการเรียนด้านต่างๆด้วย เช่น การวางแผน การอภิปราย การแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การสืบค้นข้อมูล การสรุปผลข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล การทำงานเป็นกลุ่มได้ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน แต่ครูมีความเห็นว่าควรจะมีการชี้แจง อธิบาย ให้นักเรียนเข้าใจถึงรูปแบบการเรียนแบบนี้เพื่อให้นักเรียนได้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ครูเห็นว่าควรชี้แจงถึงเรื่องทักษะทางสังคมให้กับนักเรียน เช่น ความรับผิดชอบ การแบ่งหน้าที่กันทำงาน การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งทักษะการสื่อสาร เพราะนักเรียนบางคนยังมีปัญหาในเรื่องเหล่านี้

ครู อยากให้จัดกิจกรรมแบบอื่นบ้าง เพื่อนักเรียนจะได้ไม่รู้สึกเบื่อ ครูอยากให้มีการใช้ชีวิตทัศนมาประกอบการเรียนการสอน เพราะจะทำให้นักเรียนสนใจมากขึ้น นอกจากนี้บางหน่วยการเรียนเช่น เรื่องสารเคมีในบ้าน ควรหาสื่อการเรียนรูที่เป็นของจริง เช่น ตัวอย่างของสารเคมีพวงยาฆ่าแมลงมาให้ให้นักเรียนได้ดูบ้าง จะทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ครูคิดว่าการให้นักเรียนออกมานำเสนองานหน้าชั้นนั้นควรเตรียมกระดาษแผ่นใหญ่เพื่อให้นักเรียนได้เขียนและนำเสนอ

ครูอยากให้นักเรียนได้คิดโครงการเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน โดยนำความรู้จากเรื่องที่เรียนมาใช้ทำโครงการและครูอยากให้มีกิจกรรมการเรียนที่ให้นักเรียนได้ทำการทดลองบ้างสำหรับบางหน่วยการเรียน เช่น ในหน่วยการเรียนเรื่อง สารเคมีปนเปื้อนในอาหาร ควรให้นักเรียนได้ทดลองทดสอบสารเคมีปนเปื้อนในอาหารบ้าง

ครูมีความเห็นว่าใบความรู้บางหน่วยมีคำอธิบายได้ไม่ละเอียด เช่น เรื่อง สารอันตราย ครูจึง  
อยากให้เพิ่มรายละเอียดให้มากขึ้น มีตัวอย่างมากขึ้น และ ควรใช้ภาพสีประกอบการทำใบความรู้  
ครูอยากให้มิกิจกรรมเสริมอย่างอื่นเช่น การให้นักเรียนไปค้นคว้าที่ห้องสมุด การค้นคว้า  
จากอินเทอร์เน็ต



## ผลการวิเคราะห์แบบประเมินตนเองของผู้เรียน

จากการวิเคราะห์แบบประเมินตนเองของผู้เรียน สามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้

### ตารางผลการวิเคราะห์แบบประเมินตนเองของผู้เรียน

ประเด็นคำถาม	ความคิดเห็นของนักเรียน
1. สิ่ง que ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนจะบันทึกความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
2. การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถนำความรู้ไปใช้ในการเลือกซื้อสินค้าที่ต้องใช้ในชีวิตประจำวันเช่น น้ำยาทำความสะอาด เครื่องสำอาง และ อาหารต่างๆ</li> <li>- นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างเหมาะสม และ เพิ่มความระมัดระวังกับการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารเคมี</li> <li>- ทำให้รู้จักวิธีการใช้สารเคมีในบ้าน</li> <li>- ทำให้รู้จักเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีสารเคมีเป็นส่วนผสม</li> <li>- รู้จักเลือกซื้ออาหารที่ไม่มีสารเคมีปนเปื้อน</li> <li>- หลีกเลี่ยงการซื้อผัก ผลไม้ที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืช</li> <li>- รู้จักวิธีการล้างผัก ผลไม้ที่อาจมีการปนเปื้อนสารเคมีกำจัดศัตรูพืช</li> <li>- ทำให้ตระหนักและระมัดระวังการใช้สารเคมีในบ้านมากขึ้น</li> <li>- ทำให้ทราบแหล่งแพร่กระจายของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม</li> <li>- ทำให้ระวังอันตรายที่อาจเกิดจากสารพิษในสิ่งแวดล้อม</li> <li>- ได้รู้จักวิธีการป้องกัน และ หลีกเลี่ยงอันตรายที่เกิดจากการใช้สารเคมี</li> <li>- นำความรู้ไปบอกเล่าให้คนในครอบครัว และ คนที่รู้จักให้รับทราบ</li> <li>- ได้ทำให้สนใจติดตามข่าวสาร ที่เกี่ยวกับอันตรายจากสารเคมีมากขึ้น</li> </ul>
3. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ได้แสดงความคิดเห็น ช่วยคิด และ หาคำตอบ</li> <li>- ตรวจรายละเอียดของงาน</li> <li>- ช่วยทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายในใบกิจกรรม</li> <li>- ร่วมอภิปรายกับเพื่อนๆในกลุ่ม</li> <li>- ช่วยเป็นคนเขียนคำตอบในใบกิจกรรม</li> <li>- อ่านคำชี้แจง และ คำถามในใบกิจกรรม</li> <li>- อ่านใบความรู้ให้เพื่อนๆในกลุ่มฟัง</li> <li>- ช่วยค้นคว้าข้อมูล จัดเตรียมข้อมูล</li> <li>- เป็นคนนำเสนองานหน้าชั้น</li> <li>- ได้สรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมให้เพื่อนในกลุ่มฟัง</li> <li>- ได้มีส่วนร่วมกันการวางแผนงาน การคิดวิเคราะห์ และ การแก้ปัญหา ในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย</li> </ul>

ประเด็นคำถาม	ความคิดเห็นของนักเรียน
<p>4. นักเรียนชอบหรือไม่ชอบในกิจกรรมที่ได้เรียน เพราะอะไร</p>	<p>นักเรียน 99 % ตอบว่า ชอบกิจกรรมที่ได้เรียน เพราะ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เป็นการเรียนที่ไม่เครียด สนุกสนาน</li> <li>- ได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ</li> <li>- ได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ ฝึกการแก้ปัญหา และ รู้จักวางแผน</li> <li>- ได้ฝึกการสืบค้นข้อมูล</li> <li>- ได้แสดงความคิดเห็น และ ความสามารถของตนเองออกมา</li> <li>- ได้แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนๆ</li> <li>- ได้กล้าแสดงออก และ ได้ฝึกการนำเสนองานหน้าชั้น</li> <li>- ได้ทำงานเป็นกลุ่ม และ ได้ช่วยเหลือกันในการทำงาน</li> <li>- รู้จักความสามัคคีในหมู่เพื่อน</li> <li>- ได้เรียนรู้ และ เข้าใจเนื้อหาสาระที่เรียนได้ง่ายขึ้นโดยไม่ต้องท่องจำ</li> <li>- ได้ให้นักเรียนได้ระดมความคิด เพื่อแก้ปัญหาในการเรียนร่วมกัน</li> <li>- ได้รับความรู้ในเรื่องที่ใกล้ตัว และ เกี่ยวข้องต่อตัวเอง รวมทั้งยังสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้</li> <li>- ได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับเพื่อนๆ</li> </ul> <p>มีนักเรียนเพียง 1 % ตอบว่าไม่ชอบกิจกรรมที่เรียน เพราะ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เรียนไม่รู้เรื่อง</li> <li>- สมาชิกบางคน ไม่ออกความเห็น</li> <li>- ไม่สามารถร่วมงานกับเพื่อนในกลุ่มได้</li> <li>- รู้สึกว่ามีความยุ่งยากในการทำงาน และ ไม่ชอบการอภิปรายหน้าชั้นเรียน</li> </ul>
<p>5. ปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียน และ การทำกิจกรรม</p>	<p>นักเรียนบางคนตอบว่าไม่พบ บางคนตอบว่าพบปัญหา อย่างเช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สมาชิกในกลุ่มบางคนไม่ช่วยทำงาน ไม่รอบคอบในหน้าที่</li> <li>- สมาชิกในกลุ่มบางคนไม่แสดงความคิดเห็น</li> <li>- สมาชิกในกลุ่มบางคนชอบคุยกันเสียงดัง</li> <li>- สมาชิกบางคนมีความคิดขัดแย้งกัน</li> <li>- การเขียนสรุปรงาน นักเรียนจะลอกจากใบความรู้ ไม่ได้สรุปจากความคิดเห็นของกลุ่ม</li> <li>- ยังไม่เข้าใจการสรุปความรู้ด้วยตนเอง</li> <li>- ทำงานไม่ทัน</li> </ul>

## ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน สามารถสรุปประเด็นได้ดังต่อไปนี้

ประเด็นคำถาม	ความคิดเห็นของนักเรียน
1. เนื้อหาสาระที่เรียน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เนื้อหาที่เรียนเข้าใจง่าย และ ให้ความรู้ได้มาก</li> <li>- เรื่องที่เรียนมีประโยชน์ และ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้</li> <li>- เนื้อหาที่เรียนมีความสำคัญมากต่อชีวิต</li> <li>- หลังจากที่ได้เรียนแล้วทำให้เอาใจใส่ในการกินอยู่ และ ดูแลเรื่องสุขภาพมากขึ้น</li> <li>- ทำให้เห็นถึงความสำคัญของการดูแลสุขภาพดีมากขึ้น</li> <li>- บางคนบอกว่าเนื้อหาที่ให้เรียนในแต่ละหน่วยน้อยเกินไป แต่บางคนก็บอกว่ามากเกินไป และ บางคนก็บอกว่าเนื้อหาเหมาะสมดีแล้ว</li> </ul>
2. กิจกรรมการเรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> <li>- รู้สึกว่ากิจกรรมเหล่านี้ฝึกให้มีความรับผิดชอบในหน้าที่ และ สร้างความสามัคคีในการทำงาน</li> <li>- กิจกรรมสนุกและได้แสดงความคิดเห็นกันในกลุ่ม</li> <li>- ชอบกิจกรรมการเรียนแบบนี้เพราะได้แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน ๆ</li> <li>- มีกิจกรรมหลากหลาย สนุกดี ไม่เครียด ชอบมาก</li> <li>- ชอบกิจกรรมที่ได้เรียนเพราะทำให้ฝึกวิเคราะห์</li> <li>- กิจกรรมได้ฝึกให้รู้จักคิด และ แก้ปัญหา</li> <li>- กิจกรรมสร้างความสนุก และ ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม</li> <li>- ชอบทำแผนผังความคิด เพราะเพื่อน ๆ ช่วยกันสรุปงาน ทำให้เข้าใจมากขึ้น</li> <li>- ชอบกิจกรรมที่ทำให้มีการออกมานำเสนองานหน้าชั้น</li> <li>- อยากให้จัดกิจกรรมแบบนี้อีก เพื่อสร้างความสามัคคี และ ควรให้เวลามากกว่านี้</li> <li>- บางคนบอกว่ารู้สึกไม่พอใจเพื่อนในกลุ่มบางคนที่ไม่ให้ความร่วมมือ</li> <li>- ในการทำกิจกรรมในกลุ่มมีปัญหาบ้างเพราะเพื่อนบางคนไม่ช่วยทำงาน</li> <li>- อยากให้มีการทำการทดลอง</li> <li>- อยากให้มีการค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน</li> <li>- อยากให้ครูจัดไปสำรวจ และ เรียนรู้จากสถานที่จริง ๆ หรือพาไปทัศนศึกษา</li> <li>- อยากให้มีการฉายวีดิทัศน์ประกอบการเรียน</li> <li>- อยากให้พาไปเรียนที่ห้องสมุด</li> <li>- อยากให้ครูได้อธิบายเนื้อหามากกว่านี้</li> </ul>
3. สื่อการเรียนรู้อ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สื่อการเรียนรู้อให้ความรู้ได้ดีมาก และ สนุก ไม่เครียด</li> <li>- สื่อการเรียนเช่นใบความรู้ และ ใบกิจกรรม รู้อ่านและเข้าใจง่าย</li> <li>- ชอบที่มีสื่อการเรียนรู้อให้เรียน และ มีใบกิจกรรมมาให้ฝึกทำ</li> <li>- อยากให้มีการฉายวีดิทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนประกอบ</li> <li>- การทำแผนผังมโนทัศน์ทำให้เข้าใจและสรุปประเด็นสำคัญของเรื่องที่เรียนได้ดี</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สื่อการเรียนรู้ฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์</li> <li>- อยากให้แจกใบความรู้ให้สมาชิกในกลุ่มครบทุกคน</li> <li>- อยากให้ใช้สื่อการเรียนอื่นๆมาช่วยด้วย</li> <li>- บางคนคิดว่าใบความรู้มีเนื้อหาน้อยไป แต่บางคนก็บอกว่าเนื้อหาดีแล้ว</li> </ul>
4. การวัดและประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ชอบที่มีการประเมินตนเองทุกครั้งที่ในการเรียนและการทำกิจกรรม เพราะทำให้ได้รู้ว่ามีความรู้มากน้อยแค่ไหนหลังจากที่ได้เรียนไป</li> <li>- มีการทำแบบประเมินทุกครั้งหลังจากเรียนจบหน่วยทำให้เข้าใจมากขึ้น</li> <li>- อยากให้มีข้อสอบแบบเลือกตอบมาให้นักเรียนทำทุกครั้ง</li> <li>- นักเรียนบางคนไม่ชอบข้อสอบแบบเขียนตอบ แต่ชอบข้อสอบแบบเลือกตอบมากกว่า</li> <li>- อยากให้เพิ่มเวลาในการให้นักเรียนทำแบบประเมินตนเอง เพราะทำไม่ทัน</li> <li>- อยากให้เพิ่มเวลาในการทำข้อสอบ</li> <li>- นักเรียนบอกว่าข้อสอบแบบเขียนตอบมีจำนวนข้อมากเกินไป</li> </ul>
5. ข้อเสนอแนะอื่นๆ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อยากให้มีการจัดกิจกรรมแบบนี้อีกเพราะมีประโยชน์ต่อผู้เรียน ช่วยเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ และ ทักษะในการดำเนินชีวิต</li> <li>- อยากให้เพิ่มสื่อการเรียนรู้ให้มากยิ่งขึ้น</li> <li>- อยากให้มีการนำตัวอย่างของจริง มาประกอบการสอน</li> <li>- อยากให้มีการทดลอง และ ให้เพิ่มเวลาสำหรับทำกิจกรรมให้มากกว่าเดิม</li> <li>- อยากให้เพิ่มเวลาในการทำกิจกรรม</li> <li>- อยากให้เพิ่มเวลาในการนำเสนองานหน้าชั้นมากขึ้น</li> <li>- นักเรียนหลายคนเสนอแนะว่าควรมีเกมส์ให้เล่นเพื่อผ่อนคลายสมอง</li> <li>- อยากให้ครูให้คำแนะนำในการนำเสนองานหน้าชั้น</li> <li>- อยากให้อาจารย์สอนเนื้อหา อธิบายรายละเอียดก่อนที่ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม</li> <li>- บางคนชอบที่ให้ในแต่ละกลุ่มมีทั้งนักเรียนเก่งและไม่เก่งอยู่ด้วยกัน เพราะจะได้ช่วยเหลือกัน แต่ บางคนบอกว่า ควรให้นักเรียนจัดกลุ่มและเลือกเพื่อนๆเองตามความสมัครใจ</li> <li>- บางครั้งเพื่อนคุยกันเสียงดัง ครูควรมีวิธีตักเตือน</li> <li>- สถานที่เรียนคับแคบไม่สะดวกสบายในการเรียน</li> <li>- นักเรียนหลายคนอยากให้ครูพาไปเรียนนอกสถานที่ เช่น ในห้องสมุด หรือ ที่อื่นๆ</li> </ul>

## Appendix K

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

หลักสูตรวิทยาศาสตร์เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นหลักสูตรที่จัดทำขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 โดยกำหนดให้การจัดการเรียนการสอนต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้นการจัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นหลักสูตรที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีหลักการสำคัญของการจัดการเรียนการสอน ที่ให้ผู้เรียนได้เป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เรื่องที่เรียนสอดคล้องกับความต้องการ ความสนใจ และ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน รวมทั้งผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ จะส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการคิด และการทำงานกลุ่ม โดยใช้เทคนิคการสอนที่หลากหลาย โดยยึดหลักให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในเรียนรู้ และให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองทั้งด้านสติปัญญา ความรู้ คุณธรรม จริยธรรม และ วัฒนธรรมในการดำรงชีวิต และ อยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

เอกสารหลักสูตรฉบับนี้เรียบเรียงขึ้นโดยยึดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีเนื้อหาเกี่ยวกับ เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน สารเคมีในบ้าน สารอันตราย สารพิษในสิ่งแวดล้อม สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ สารเคมีปนเปื้อนในอาหาร มลพิษจากสารอันตราย และ ผลกระทบของสารเคมีต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความรู้ ความคิด และ ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน สาระสำคัญของเอกสารหลักสูตรฉบับนี้ประกอบด้วย หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างของเนื้อหาสาระของหลักสูตร การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล รวมทั้งสื่อการเรียนการสอน ต่างๆ เช่น กำหนดการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ ใบความรู้ ใบงาน และ เครื่องมือวัดผล หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 7 แผนซึ่งในแต่ละแผนจะประกอบด้วย สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ แหล่งการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล และ กิจกรรมเสนอแนะ สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) ขั้นสรุปผลการเรียนรู้

แต่เนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถนำเอกสารหลักสูตรที่ได้พัฒนาเผยแพร่ ernerนี้ได้ ดังนั้นหากท่านใดสนใจกรุณาติดต่อผู้วิจัยโดยตรง แต่เพื่อให้ผู้อ่านได้เข้าใจถึงรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนา ผู้วิจัยจึงได้ให้ตัวอย่างของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ 1 แผน และ กำหนดการสอน ดังปรากฏในหน้าถัดไป

## กำหนดการสอน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จำนวนเวลา 19 คาบ ( 50 นาที/คาบ)

ครั้ง	เนื้อหา	คาบ	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	งานที่มอบหมาย
1	ปฐมนิเทศและ ทำการทดสอบก่อนเรียน	2	บรรยาย และ ทดสอบ	แบบทดสอบ
2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สารเคมีในบ้าน	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ การสอนโดยใช้การถามคำถาม</li> <li>● การเรียนแบบร่วมมือ ด้วยเทคนิค กลุ่มสี่คน</li> <li>□ การเรียนแบบการอภิปรายกลุ่มย่อย</li> </ul>	ใบบงาน ที่ 1/1: สำรวจสืบค้น สารเคมีในบ้าน ใบบงานที่ 1/2: ร่วมกันอภิปราย เรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวัน
3	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 สารอันตราย	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ การสอนโดยใช้การถามคำถาม</li> <li>★ การเรียนแบบร่วมมือด้วย เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน</li> <li>△ การเรียนแบบแก้ปัญหา</li> </ul>	ใบบงานที่ 2/1: มาทำความเข้าใจกับ สารอันตรายกันเถอะ ใบบงานที่ 2/2: ปัญหาจากสาร อันตราย
4	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สารพิษในสิ่งแวดล้อม	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ การสอนโดยใช้การถามคำถาม</li> <li>● การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค กลุ่มสี่คน</li> </ul>	ใบบงานที่ 3/1 : บอกข่าวเล่าเรื่อง สารพิษในสิ่งแวดล้อม
5	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และ สัตว์	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ การสอนโดยใช้การถามคำถาม</li> <li>□ การเรียนแบบการอภิปรายกลุ่มย่อย</li> <li>△ การเรียนแบบแก้ปัญหา</li> </ul>	ใบบงานที่ 4/1: ชีวิตเป็นอันตราย ใบบงานที่ 4/2: พิษภัยของสารเคมี กำจัดศัตรูพืช
6	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 สารเคมีปนเปื้อนในอาหาร	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ การสอนโดยใช้การถามคำถาม</li> <li>□ การเรียนแบบการอภิปรายกลุ่มย่อย</li> <li>△ การเรียนแบบแก้ปัญหา</li> </ul>	ใบบงานที่ 5/1: ร่วมกันอภิปราย สารเคมีปนเปื้อนในอาหาร ใบบงานที่ 5/2: ร่วมแรงร่วมใจ แก้ปัญหาสารเคมีปนเปื้อนใน อาหาร
7	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 มลพิษจากสารอันตราย	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ การสอนโดยใช้การถามคำถาม</li> <li>△ การเรียนแบบแก้ปัญหา</li> <li>★ การเรียนแบบร่วมมือด้วย เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน</li> <li>□ การเรียนแบบการอภิปรายกลุ่มย่อย</li> </ul>	ใบบงานที่ 6/1: ร่วมกันเรียนรู้มลพิษ จากสารอันตราย ใบบงานที่ 6/2: ร่วมด้วยช่วยกัน แก้ปัญหามลพิษ ใบบงานที่ 6/3: วิเคราะห์สถานการณ์ สารอันตราย
8	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ผลกระทบของสารเคมีต่อ สุขภาพและสิ่งแวดล้อม	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ การสอนโดยใช้การถามคำถาม</li> <li>□ การเรียนแบบการอภิปรายกลุ่มย่อย</li> <li>● การเรียนแบบร่วมมือ ด้วยเทคนิค กลุ่มสี่คน</li> </ul>	ใบบงานที่ 7/1: ผลกระทบต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมอย่างไร ใบบงานที่ 7/2: แผนภาพความคิด ผลกระทบของสารเคมีต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม
9	ทดสอบหลังเรียน	2	ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบ
10	สอบถามความคิดเห็นของ นักเรียน	1	นักเรียนตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน	แบบสอบถามความคิดเห็น
	รวมเวลา	19		

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สารเคมีในบ้าน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร  
หน่วยที่ 1 เรื่อง สารเคมีในบ้าน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จำนวนเวลา 2 คาบ

### สาระสำคัญ

สารเคมี มีอยู่รอบๆตัวเรา หลายสิ่งรอบตัวเราล้วนเป็นสารเคมี สารเคมี มีทั้งที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติและเกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ มีทั้งที่มีพิษและไม่มีพิษต่อคน มีการนำสารเคมีจากธรรมชาติและจากการสังเคราะห์มาใช้ประโยชน์ในแง่ต่างๆมากมาย หากเรามองถึงปัจจัย 4 ของมนุษย์ คือ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และ ยา รักษาโรค จะพบว่าสารเคมีมีส่วนสำคัญอยู่ในทุกๆปัจจัยดังกล่าวทั้งสิ้น

สารเคมีที่ใช้ในบ้านมีหลายประเภท เช่น อาหารและสารที่ใช้ในการปรุงแต่งอาหาร สารที่ใช้ในการทำ ความสะอาด สารที่ใช้ในการรักษาโรค เช่น ยาชนิดต่างๆ สารที่ใช้ในการกำจัดแมลงในบ้าน และ สารที่ใช้ในบ้านอื่นๆ เช่น ปุ๋ย เครื่องสำอาง สีทาบ้าน วัสดุก่อสร้างต่างๆ สารเหล่านี้ให้ประโยชน์แก่เรามากมาย แต่ก็อาจให้โทษมากมายเช่นเดียวกัน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายสารที่เป็นกรดและเบสได้
2. อธิบายสารเคมีที่ใช้ในบ้านและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. ยกตัวอย่างสารเคมีที่ใช้ในบ้านและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้

### เนื้อหา

เนื้อหา เรื่อง สารเคมีในบ้าน ประกอบด้วยสาระสำคัญดังนี้

- ความหมายของสารเคมี
- สารที่เป็นกรด
- สารที่เป็นเบส
- สารเคมีที่ใช้ในบ้าน
- สารเคมีในชีวิตประจำวัน



## กระบวนการจัดการเรียนรู้

### 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

- 1.1 ครูชี้แจงถึงแนวความคิดหลัก หรือ สารสำคัญ และ จุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยที่ 1 เรื่อง สารเคมีในบ้าน ให้แก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนตระหนักในสิ่งที่จะเรียน
- 1.2 ครูซักถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน และ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับเรื่องสารเคมีในบ้าน โดยครูส่งเสริมให้นักเรียนได้กล้าพูด กล้าแสดงความคิดเห็น กล้าแสดงออก ครูใช้เทคนิคการตั้งคำถามและร่วม สนทนากับนักเรียน ครูปลุกเร้าความสนใจ ใฝ่รู้ ให้แก่นักเรียน  
ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างคำถาม
  - ทำไมนักเรียนต้องเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องของสารเคมี
  - ในชีวิตประจำวันของนักเรียน นักเรียนเกี่ยวข้องกับสารเคมีอย่างไรบ้าง
  - นักเรียนช่วยยกตัวอย่าง สารเคมีที่ใช้ในบ้าน และ สารเคมีในชีวิตประจำวัน ว่ามีอะไรบ้าง และมีลักษณะของการใช้งานอย่างไร
  - การเรียนรู้เรื่องสารเคมีในบ้าน และสารเคมีในชีวิตประจำวันมีความสำคัญอย่างไร

### 2) ชั้นกิจกรรมการเรียนรู้ (80 นาที)

#### รูปแบบของกิจกรรม :

กิจกรรมที่ 1 : การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ด้วยเทคนิคกลุ่มสี่คน /

ใบงานที่ 1/1 : สำรวจสี่คนสารเคมีในบ้าน

กิจกรรมที่ 2 : การเรียนแบบการอภิปรายกลุ่มย่อย (Small Group Discussion)

ใบงานที่ 1/2 : ร่วมกันอภิปรายเรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวัน

- 2.1 จัดนักเรียนเข้ากลุ่มๆละ 4 คน แบบคละความสามารถ ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วย เด็กเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และ เด็กอ่อน 1 คน (โดยครูได้จัดเตรียมรายชื่อนักเรียนเข้าแต่ละกลุ่มไว้ก่อนแล้ว โดยพิจารณาจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน) ซึ่งจัดได้ทั้งหมด 11 กลุ่ม
- 2.2 ครูอธิบายวิธีการเรียนแบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคกลุ่มสี่คนและการเรียนแบบอภิปรายกลุ่มย่อยให้นักเรียนทราบ
- 2.3 ครูชี้แจงบทบาทของสมาชิกในกลุ่ม ก่อนว่านักเรียนควรแบ่งหน้าที่ในการทำงาน มีความรับผิดชอบร่วมกันต่อการทำงานกลุ่ม และ แนะนำนักเรียนในการใช้ทักษะทางสังคม และ ทักษะความร่วมมือในการทำงาน เช่น นักเรียนจะต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ใช้ทักษะในการสื่อสาร กล้าแสดงความคิดเห็น และ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สมาชิกในกลุ่มมีความสำคัญเท่าเทียมกัน ทุกคนต้องมีความรับผิดชอบงานของกลุ่ม
- 2.4 ครูแจกใบความรู้ เรื่อง สารเคมีในบ้าน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มๆ ละ 2 ชุด และ ให้นักเรียนใช้เวลาศึกษาใบความรู้ประมาณ 10 นาที
- 2.5 ครูมอบหมายให้นักเรียนทำกิจกรรมตามใบงานที่ 1/1 เรื่อง “สำรวจสี่คนสารเคมีในบ้าน” โดยศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สารเคมีในบ้าน ประกอบการทำกิจกรรม นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ใบกิจกรรมหรือใบงานกลุ่มละ 1 ชุด และ ใบความรู้ กลุ่มละ 2 ชุด โดยใช้เวลาในการทำกิจกรรม 30 นาที

2.6 หลังจากนักเรียนทำใบงานที่ 1/1 เสร็จ ครูแจกใบงานที่ 1/2: ร่วมกันอภิปรายเรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนทำกิจกรรมตามใบงานที่ 1/2 โดยใช้เวลาในการทำกิจกรรม 20 นาที (ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูประเมินการทำงานกลุ่มของนักเรียนโดยใช้ แบบสังเกตพฤติกรรมกลุ่ม)

2.6 นักเรียนส่งตัวแทนนำเสนอผลงาน กลุ่มละ 5 นาที แต่เนื่องจากมีนักเรียนทั้งหมด 11 กลุ่ม ดังนั้นครูต้องใช้วิธีจับฉลากเลือกกลุ่มที่จะนำเสนอผลงานประมาณ 4 กลุ่ม ขึ้นอยู่กับเวลาที่เหลือ และมอบหมายให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน โดยแบ่งงานดังนี้

กลุ่มที่ 1 นำเสนอผลงานในใบงานที่ 1/1 กิจกรรมที่ 1: ระดมความคิด สืบค้นสารเคมีในบ้าน

กลุ่มที่ 2 นำเสนอผลงานในใบงานที่ 1/1 กิจกรรมที่ 2: ร่วมด้วยช่วยกันคิด

กลุ่มที่ 3 นำเสนอผลงานในใบงานที่ 1/1 กิจกรรมที่ 3: แผนผังมโนทัศน์ เรื่อง สารเคมีในบ้าน

กลุ่มที่ 4 นำเสนอผลงานในใบงานที่ 1/2: ร่วมกันอภิปราย สารเคมีในชีวิตประจำวัน

### 3) ชั้นสรุปผลการเรียนรู้ (10 นาที)

3.1 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปสาระสำคัญเพื่อให้ได้ความรู้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งใบงาน

3.2 นักเรียนทำแบบประเมินตนเอง

### สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สารเคมีในบ้าน
2. ใบงานที่ 1/1 เรื่อง สืบค้นสารเคมีในบ้าน
3. ใบงานที่ 1/2 เรื่อง ร่วมกันอภิปราย สารเคมีในชีวิตประจำวัน
4. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากสารเคมีที่ใช้ในบ้าน
5. บทความน่ารู้ และ คำถามชวนคิด
6. แผนภาพ รูปภาพ โปสเตอร์ ที่เกี่ยวกับสารเคมีในบ้าน
7. แผ่นโปร่งใส และ เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ
8. ปากกาเมจิก และ ซอล์ด
9. สื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ เช่น หนังสือเรื่อง อันตรายจากสารเคมี หนังสือสารเคมีในชีวิตประจำวัน หนังสือเรื่อง สารเคมีในบ้าน และ หนังสืออื่นๆที่เกี่ยวกับเรื่องสารเคมีอันตราย รวมทั้ง วารสาร และ หนังสือพิมพ์
10. แบบสังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
11. แบบประเมินผลงาน การทำใบงาน
12. แบบประเมินตนเองของนักเรียน

### แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องสมุดโรงเรียน
2. อินเทอร์เน็ต (internet) เว็บไซต์ต่างๆที่มีเนื้อหาเรื่องสารเคมี โดยนักเรียนสามารถเข้าไปที่ <http://www.google.com> แล้วพิมพ์คำสำคัญ (key word) ของหัวข้อที่นักเรียนต้องการค้นคว้า
3. เว็บไซต์แนะนำ เช่น

- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

35 <http://www.anamai.moph.go.th/env/cbb/html/health2.html>

- กองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข  
36<http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/food/files/news/contaminants.htm>
- สำนักงาน คณะกรรมการอาหารและยา 37<http://www.fda.moph.go.th/news/toxic-food.html>
- ศูนย์วิทยบริการ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา <http://elib.fda.moph.go.th/library>

## การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตการเสนอความคิดเห็นและการตอบคำถาม (ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูควรกระตุ้นความสนใจในการเรียนของนักเรียน ด้วยการถามคำถาม และ การสังเกตการตอบคำถามและการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไร และ ระหว่างการเรียนการสอนครูควรถามคำถามที่สอดคล้องกับการเรียนการสอนเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน และ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิด)
2. สังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมระหว่างเรียน สังเกตการทำงาน การร่วมกิจกรรมการเรียน (ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมตามใบงาน ครูควรคอยให้คำปรึกษา และ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน)
3. ตรวจสอบผลงาน ตรวจสอบใบงาน โดยใช้แบบประเมินใบงาน (ซึ่งประเด็นการประเมินประกอบด้วย ความถูกต้องของคำตอบ การให้รายละเอียดของคำอธิบาย ความเข้าใจในเนื้อหา การแสดงความคิดเห็น การใช้ภาษา และความเรียบร้อยของงาน)
4. สังเกตการทำงานกลุ่ม โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมกลุ่ม (ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเช่น ความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย การแบ่งหน้าที่ในการทำงาน การซักถามและแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายในกลุ่ม การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม)

## กิจกรรมเสนอแนะ

1. ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าข่าวสาร หรือ บทความ เกี่ยวกับ สารเคมี ชนิดต่างๆ หรือ เรื่องอื่นๆที่เกี่ยวข้องจาก สื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ นิตยสาร วารสาร รวมทั้งจาก วิทยุ โทรทัศน์ และ อินเทอร์เน็ต แล้วนำข้อมูลมาบอกเล่า และ แสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน ในชั่วโมงต่อไป
2. ให้นักเรียนจัดบอร์ด หรือ ป้ายนิเทศ เกี่ยวกับ เรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวัน หรือ สารเคมีในบ้าน
3. ให้นักเรียนเขียนคำขวัญ รณรงค์ให้ประชาชนเพิ่มความตระหนักเรื่อง การใช้สารเคมี และ เรื่อง ความปลอดภัยจากการใช้สารเคมี

## ใบความรู้ที่ 1 สารเคมีในบ้าน



### สารเคมี

คำว่า “สารเคมี” มีความหมายโดยทั่วไปว่าเป็น “สารที่เกิดขึ้นหรือสารที่ใช้ในกระบวนการทางเคมี ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในระดับอะตอมหรือในระดับโมเลกุล” สารเคมีมีอยู่รอบ ๆ ตัวเรา น้ำที่เราต้องดื่มเพื่อยังชีวิตก็เป็นสารเคมี หลายสิ่งหลายอย่างที่เราไม่ได้คิดถึงล้วนเป็นสารเคมี

สารเคมีมีทั้งที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติและเกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ มีทั้งที่มีพิษและไม่มีพิษต่อคน มีการนำสารเคมีจากธรรมชาติและจากการสังเคราะห์มาใช้ในประโยชน์ในแง่ต่าง ๆ มากมาย หากเรามองถึงปัจจัย 4 ของมนุษย์ คือ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และ ยารักษาโรค จะพบว่าสารเคมีมีส่วนสำคัญอยู่ในทุก ๆ ปัจจัยดังกล่าวทั้งสิ้น

ในอาหารที่เรารับประทานกัน เมื่อจำแนกลงไปแล้วจะประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน และเกลือแร่ ซึ่งล้วนมีองค์ประกอบของสารเคมีทั้งสิ้น



ภายในที่พักอาศัยของเรามีการตกแต่งให้สวยงาม ไม่ว่าจะเป็นกระเบื้องเซรามิกส์ หรือ หินอ่อนที่ปูพื้น สีที่ใช้ทาผนัง ผ้าม่าน เฟอร์นิเจอร์ ฯลฯ และมีเครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ มากมาย เช่น วิทยุ โทรทัศน์ หรือแม้แต่โซฟา ทั้งหมดมีองค์ประกอบ หรือมีกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีทั้งสิ้น เช่น มีส่วนประกอบที่เป็นพลาสติก เป็นใยสังเคราะห์ เป็นหนังเทียม เป็นสารเคลือบผิวหน้าเพื่อกันการขีดข่วน กันสนิม หรือเพื่อให้มีความเงางาม เป็นต้น



เครื่องนุ่งห่มในยุคปัจจุบัน นอกจากจะสวมใส่เพื่อป้องกันความหนาว ป้องกันแสงแดด หรือ เพื่อปกปิดร่างกายแล้ว ยังมีการออกแบบให้มีรูปทรงตามแฟชั่นซึ่งเป็นไปตามยุคสมัย วัสดุที่ใช้ในการตัดเย็บก็มีพัฒนาการมาจากวิวัฒนาการของวัสดุสังเคราะห์

ยารักษาโรคบางชนิดมาจากธรรมชาติในรูปของสมุนไพร ในสมุนไพรมีสารเคมีชนิดต่างๆ มากมายที่พืชเป็นผู้สังเคราะห์ ซึ่งมีฤทธิ์แตกต่างกันไปและมีอยู่ในปริมาณน้อย การรับประทานสมุนไพรโดยตรงต้องรับประทานในปริมาณมาก ต่อมาเมื่อมีความต้องการใช้ยาสูงขึ้น นักเคมีจึงได้ทำการค้นหาสารเคมีที่ออกฤทธิ์ในสมุนไพรแล้วทำการสังเคราะห์เลียนแบบ ได้เป็นยาแผนปัจจุบันมากมายหลายชนิดที่สามารถผลิตได้ในปริมาณมากๆ และ ออกฤทธิ์ได้อย่างรวดเร็ว

สารเคมีต่างๆที่ใช้ในบ้านประกอบด้วยสารหลายชนิด มีทั้งสารที่เป็นกรด สารที่เป็นเบส สารที่เป็นกลาง สารที่เป็นเกลือ

### สารที่เป็นกรด

สารที่ใช้ในบ้านบางชนิดมีสมบัติเป็นกรด คำว่ากรดในภาษาอังกฤษแปลว่า เปรี้ยว น้ำมะนาวมีรสเปรี้ยว เพราะว่ามีกรดผสมอยู่ น้ำสมสายชูก็เป็นกรดอ่อนอย่างหนึ่ง มันจึงมีรสเปรี้ยวเช่นกัน

นักวิทยาศาสตร์ยังสามารถผลิตกรดได้อีกหลายชนิดจากสารอื่นๆ กรดเหล่านี้ส่วนใหญ่มักเป็นพิษ อาจทำให้ผิวหนังไหม้ และ เสื้อผ้าขาดเสียหายได้ กรดบางชนิดละลายโลหะได้ด้วย มีกรดรุนแรงมากชนิดหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ผลิตขึ้นเรียกว่า กรดกำมะถัน เป็นกรดที่เราใช้ในแบตเตอรี่รถยนต์ มันทำอันตรายแก่ผิวหนังและเสื้อผ้าของเราได้ และ ถ้าใครบังเอิญทำกรดตัวถึงรถยนต์ มันก็จะกัดโลหะจนละลาย เราใช้กรดกำมะถันในการทำปุ๋ย สีย้อม พลาสติก รวมทั้งใช้ในการผลิตสารเคมีชนิดอื่นๆอีก

กรดที่รุนแรงอีกชนิดหนึ่ง คือ กรดเกลือ นักวิทยาศาสตร์มักใช้กรดชนิดนี้ในการผลิตสารเคมีใหม่ๆขึ้นอีก ในกระเพาะอาหารของคนเราก็มีกรดเกลืออยู่ มันช่วยย่อยอาหาร แต่ถ้าหากว่ามีกรดนี้อยู่ในกระเพาะมากเกินไป จะกลับเป็นอันตรายเพราะมันจะทำให้อาหารไม่ย่อย

กรดสามารถจำแนกตามแหล่งที่มาได้ 2 ประเภท คือ กรดจากพืช และ กรดจากแร่ธาตุ กรดที่ใช้ในการปรุงแต่งอาหารเป็นกรดที่ได้จากพืชหรือ อาจเป็นกรดที่สังเคราะห์ขึ้นและมีสมบัติเช่นเดียวกับกรดที่ได้จากพืช กรดที่ได้จากแร่ธาตุมักเป็นกรดที่รุนแรงเป็นอันตรายต่อคน สัตว์ และ พืช จึงไม่ควรใช้ในการปรุงแต่งอาหาร อย่างไรก็ตามแม้จะเป็นกรดที่ได้จากพืชแต่ถ้าเข้มข้นมากก็เป็นอันตรายต่อคน สัตว์ และ พืชได้เช่นกัน นอกจากนี้ กรดยังมีสมบัติในการกัดกร่อน จึงสามารถกัดกร่อนภาชนะ บางชนิดที่ใช้บรรจุได้ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาชนะที่ทำจากพลาสติกและโลหะจะถูกกัดกร่อนได้มาก นอกจากนี้ภาชนะพลาสติกยังมีสารเคมีอื่นๆผสมอยู่ด้วย ซึ่งทั้งพลาสติกและสารเคมีเหล่านี้เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ ดังนั้น ภาชนะที่ใช้บรรจุกรดจึงควรเป็นภาชนะแก้วหรือกระเบื้องแทนที่จะเป็นพลาสติก

น้ำส้มสายชูเป็นสารละลายที่มีกรดแอซิดิก (กรดน้ำส้ม) อยู่น้อย ได้จากการหมักแป้ง น้ำตาล หรือ น้ำผลไม้ให้เป็นกรดแอซิดิก ถ้าเราใช้น้ำส้มสายชูในการปรุงแต่งรสของอาหารจะไม่เป็นอันตราย แต่พอคั่วบางรายอาจทำน้ำส้มสายชูปลอมโดยนำกรดซัลฟิวริก (กรดกำมะถัน) มาผสม ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เราอาจทดสอบง่ายๆ ว่า น้ำส้มสายชูที่เราซื้อมารับประทานนั้นไม่เป็นอันตราย โดยนำไปผัดหรือพริกสดหั่นเป็นแว่นแช่ในน้ำส้มสายชูทิ้งไว้สักครู่ ถ้าน้ำส้มยังใสและผักชีหรือพริกยังสดอยู่ แสดงว่า เป็นน้ำส้มสายชูที่รับประทานแล้วไม่เป็นอันตราย ถ้าน้ำส้มสายชูปลอมขึ้นผักจะขุ่น น้ำส้มสายชูจะขุ่น เพราะกรดซัลฟิวริก มีฤทธิ์กัดกร่อนรุนแรง น้ำส้มสายชูประเภทนี้เมื่อรับประทานแล้วจะเป็นอันตราย ดังนั้นก่อนที่นักเรียนจะบริโภคน้ำส้มสายชูควรจะมีใจก่อนว่า น้ำส้มสายชูนั้นไม่เป็นอันตราย

### สารที่เป็นเบส

เบสมียู่ด้วยกันหลายชนิด ส่วนใหญ่มักผลิตโดยนักวิทยาศาสตร์ เบสที่รุนแรงมากชนิดหนึ่งคือ โซดาไฟ ซึ่งเราใช้ในการทำสบู่และกระดาษ โซดาไฟเป็นสารเคมีที่เป็นอันตราย ไม่ควรแตะต้องหรือ ลองชิมเป็นอันขาด เพราะมันจะกัดผิวหนังไหม้ ทำให้เสื้อผ้าทะลุหรือละลายโลหะเป็นรูโหว่ได้

เบสอีกชนิดหนึ่งเป็นต่างที่เราใช้กันได้อย่างปลอดภัยกว่า คือ โซดาซักผ้า โซดาซักผ้าเป็นตัวการที่ทำให้สบู่เป็นฟองง่ายขึ้น และ มันช่วยละลายไขมันด้วย

มีเบสอีกชนิดหนึ่งที่เราใช้กันอยู่ตามบ้าน คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผงฟู เวลาที่โซเดียมไบคาร์บอเนตได้รับความร้อน มันจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้เค้กมีเนื้อนุ่มและเบา บางทีเราก็รับประทานโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นยาช่วยย่อย เพราะมันจะเข้าไปลดความรุนแรงของกรดในกระเพาะอาหารให้เจือจางลง

ผงฟู น้ำปูนใส และ น้ำซี้เถ่าที่เราใช้เพียงเล็กน้อยในการปรุงแต่งอาหารจะไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายมากนัก แต่ถ้าเราใช้เป็นปริมาณมากก็อาจให้โทษแก่ร่างกายได้ เบสบางชนิดเช่นโซเดียมคาร์บอเนต (โซดาซักผ้า) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) เป็นเบสที่รุนแรง ซึ่งในบางครั้งคนที่รู้เท่าไม่ถึงการณ์อาจนำมาใช้ปรุงแต่งอาหารก็อาจเป็นอันตรายแก่ร่างกายได้

สารเคมีที่ใช้ในบ้านอาจแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท เช่น

1. อาหารและสารที่ใช้ในการปรุงแต่งอาหาร เช่น น้ำปลา น้ำมันพืช ซอสปรุงรส ผงชูรส
2. สารที่ใช้ในการทำความสะอาด เช่น น้ำยาล้างจาน น้ำยาล้างห้องน้ำ สบู่ และ ผงซักฟอก
3. สารที่ใช้ในการรักษาโรค เช่น ยาชนิดต่างๆ ทั้งยาที่ใช้ทาภายนอก และ ยาที่ใช้ภายใน
4. สารที่ใช้ในการกำจัดแมลงในบ้าน เช่น ยากันยุง ยาฆ่าปลวก ยาฉีดสเปรย์ฆ่าแมลงชนิดต่างๆ
5. สารที่ใช้ในบ้านอื่นๆ เช่น ปุ๋ย เครื่องสำอาง สีทาบ้าน วัสดุก่อสร้างต่างๆ



สารเหล่านี้ให้ประโยชน์แก่เรามากมาย แต่ก็อาจให้โทษมากมายเช่นเดียวกัน นักเรียนรู้จักพิษและอันตรายของสารเหล่านี้บ้างไหม เราลองมาทำความรู้จักกับสารเคมีในบ้านกัน



ตัวอย่างของสารเคมีในบ้าน



เกลือ



48

เกลือ คือ สารเคมีที่เป็นของแข็งชนิดหนึ่ง เราใช้ในการปรุงอาหาร บางทีก็โรยลงในอาหาร ในหยาดเหงื่อ และ หยดน้ำตาของคนเราก็มีเกลือผสมอยู่ รวมทั้งในเลือดของเราด้วย เวลาที่เราเหงื่อไหล ร้องไห้ หรือ ปัสสาวะ เราจะเสียเกลือไปส่วนหนึ่ง เราต้องได้เกลือมาทดแทนส่วนที่สูญเสียไป โดยรับประทานอาหารที่เกลือผสมอยู่

เราใช้เกลือจำนวนมากในการผลิตสารเคมีอื่นๆ เช่นโซดาซักผ้า โซดาไฟ โซดาไฟเป็นต่างที่รุนแรงมากเราใช้ในการทำสบู่ และ ทำกระดาษ



49

สบู่และผงซักฟอก



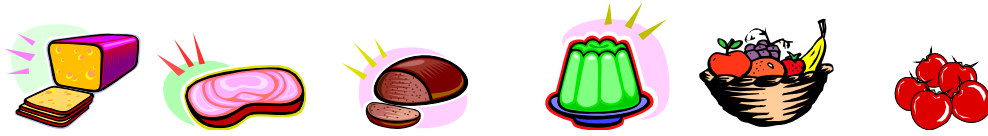
50





สุทธิภัณฑ์ไทย จำกัด 1,500 กรัม

สบู่ช่วยในการทำความสะอาด สบู่ทำมาจากไขมันและน้ำมัน ซึ่งมีทั้งที่ได้จากพืชและจากสัตว์ เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วลิสง ถั่วเหลือง หรือ เมล็ดฝ้าย น้ำมันและไขมันที่จะใช้ทำสบู่ต้องเอามาเทลงในถังขนาดใหญ่พร้อมกับโซดาไฟแล้วต้ม น้ำมัน ไขมัน และโซดาไฟ ดังกล่าวจะกลายเป็นสบู่และกลีเซอริน เมื่อเติมน้ำเกลือลงไป กลีเซอรินจะจมลงก้นถัง สบู่จะลอยขึ้นข้างบน และ ถูกตักแยกออก ส่วนใหญ่จะมีการผสมหัวน้ำหอม และ สีลงไปในสบู่ด้วย เมื่อสบู่แข็งตัวก็จะนำไปตัดเป็นก้อน ห่อให้เรียบร้อย


วิธีทำผงซักฟอกก็คล้ายคลึงกับการทำสบู่ แต่ผงซักฟอกนั้นทำจากสารเคมีที่ได้จากน้ำมันและถ่านหิน ผงซักฟอกบางชนิดเป็นของแข็ง บางชนิดก็เป็นของเหลว เราใช้ผงซักฟอกซักเสื้อผ้าและล้างจานชาม







53



54

**ผงชูรส**

ผงชูรสแท้มีชื่อทางเคมีว่า “โมโนโซเดียมกลูตาเมต” ถ้ารับประทานมากเกินไปอาจเกิดพิษได้ โดยเฉพาะทารกและสตรีมีครรภ์ ไม่ควรรับประทานผงชูรส เพราะเป็นอันตรายต่อสมองของเด็ก อาจทำให้เด็กปัญญาอ่อน โดยปกติยกเว้นทารก ไม่ควรบริโภคผงชูรสเกินวันละ 120 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักร่างกาย 1 กิโลกรัม เช่น ไม่เกิน 6 กรัมหรือประมาณ 1 ซ้อนชาพูนต่อน้ำหนักตัว 50 กิโลกรัม

สำหรับผงชูรสปลอมที่มีสารบอแรกซ์ปลอมปนอยู่ เมื่อรับประทานเข้าไปจะทำให้เกิดอาการผิปกดขึ้น เช่น วิงเวียนศีรษะ อาเจียน ถ้ารับประทานมากอาจหมดสติได้



**อาหารผสมสี**



อาหาร และ ขนมต่างๆที่วางขายอยู่ทั่วไป มักมีสีสดสวยงาม โดยเฉพาะสีที่เข้มจัด เช่น หมูแดง กุ้งแห้ง ลูกกวาด มักพบว่าเป็นสีย้อมผ้า ซึ่งมีสารประกอบของโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย

อาหารที่ปลอดภัยควรเป็นสีธรรมชาติของอาหารเองหรือผสมสีจากสีธรรมชาติ เช่น สีจากใบเตย หรือ ถ้าเป็นสีสังเคราะห์ควรเป็นสีผสมอาหารที่มีเลขดัชนีสีและเลขทะเบียนอาหารระบุไว้ชัดเจน เช่น สีขององค์การเภสัชกรรมเป็นต้น









### น้ำยาล้างเครื่องสุขภัณฑ์

น้ำยาล้างเครื่องสุขภัณฑ์ ส่วนใหญ่มักเป็นสารละลายของกรดเกลือ หรือ กรดกำมะถัน จึงควรใช้กับกระเบื้องเคลือบเท่านั้น ถ้านำมาใช้กับวัสดุที่เป็นปูนขาว หรือ บริเวณรอยต่อของกระเบื้องเคลือบที่เป็นปูนขาว หรือ โลหะต่างๆ จะเกิดการกัดกร่อนเสียหาย นอกจากนี้ในขณะที่ใช้จะต้องระมัดระวังไม่ให้น้ำยาถูกผิวหนัง หรือ กระเด็นเข้าตา เพราะ จะก่อให้เกิดอันตรายได้





59



61

ร้านขายอาหารบางแห่ง อาจขายอาหารบางชนิดที่ต้องเก็บไว้นานๆ เช่น หมูยอ แหนม กะปิ กุนเชียง พริกดอง แยมผลไม้ สังขยาทาขนมปัง น้ำพริกสำเร็จรูป หรือ อาหารหมักดองต่างๆ อาหารเหล่านี้มักตรวจพบว่าใส่สารกันบูด ซึ่งสารกันบูดบางชนิดเป็นสารที่ห้ามใช้เจือปนในอาหารโดยเด็ดขาด เช่น กรดซาลิซิลิก หากนำมาเจือปนอาหารย่อมก่อให้เกิดอันตรายได้



63



64



65






เครื่องสำอางในปัจจุบันมีหลายชนิด และ หลายยี่ห้อ การเลือกใช้จึงควรระมัดระวัง เพราะอาจก่อให้เกิดการแพ้เป็นอันตรายต่อร่างกายได้ เช่น ลิปสติกทำให้ปากแห้ง ลอก หรือ บวมแดง แป้งรองพื้นทำให้หน้าเป็นสิ่ว สเปรย์ทำให้เกิดการอักเสบในบริเวณที่ถูกลมสัมผัส สีทาตา ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตา น้ำหอม ทำให้เกิดอาการคัน และ อักเสบบนผิวหนังบริเวณที่ทา หรือ ถูกลมสัมผัสได้



**เอกสารอ้างอิง**

1. กระทรวงศึกษาธิการ. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)
2. นิตยา แซ่ลิ้ม. (2541). สารเคมีในบ้าน. สุวีริยาสาส์น.
3. พิสิฐ วงศ์วัฒนะ. (2535). คู่มือการใช้สารพิษทางการเกษตรและในบ้านเรือน. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์
4. สารานุกรมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์. (2529). สารเคมีในชีวิตประจำวัน. ไทยวัฒนาพานิช.



## กรดและด่าง



กรดที่เรารู้จักดีมีสองชนิดด้วยกัน คือ น้ำมะนาว และน้ำส้มสายชู

สารเคมีสำคัญสองประเภทที่นักวิทยาศาสตร์ใช้อยู่เสมอก็คือ กรดและด่าง กรดหลายชนิดได้จากสิ่งที่มีชีวิต คำว่ากรดในภาษาอังกฤษแปลว่าเปรี้ยว น้ำมะนาวมีรสเปรี้ยวเพราะว่ามีกรดผสมอยู่ น้ำส้มสายชูก็เป็นกรดอ่อนอย่างหนึ่ง มันจึงมีรสเปรี้ยวเช่นกัน

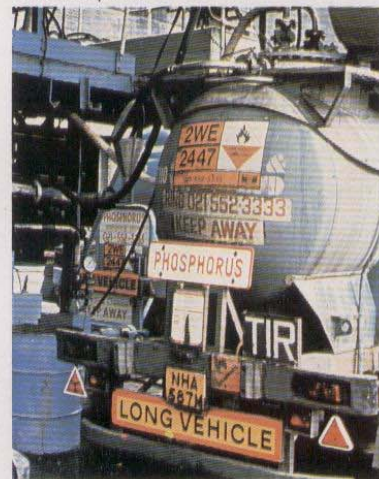
นักวิทยาศาสตร์ยังสามารถผลิตกรดได้อีกหลายชนิดจากสารอื่นๆ กรดเหล่านี้ส่วนใหญ่มักเป็นพิษ อาจทำให้ผิวหนังไหม้ และเสื้อผ้าขาดเสียหายได้ กรดบางชนิดละลายโลหะได้ด้วย มีกรดรุนแรงมากชนิดหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ผลิตขึ้นเรียกว่า กรดกำมะถัน เป็นกรดที่เราใช้ในแบตเตอรี่รถยนต์ มันทำอันตรายแก่ผิวหนังและเสื้อผ้าของเราได้ และถ้าใครบังเอิญทำกรดต้วถั่งรถยนต์ มันก็จะกัดโลหะจนละลาย เราใช้กรดกำมะถันในการทำปุ๋ย สีย้อม พลาสติก รวมทั้งใช้ในการผลิตสารเคมีชนิดอื่นๆ อีก

กรดที่รุนแรงอีกชนิดหนึ่ง คือ กรดเกลือ นักวิทยาศาสตร์มักใช้กรดชนิดนี้ในการผลิตสารเคมีใหม่ๆ ขึ้นอีก ในกระเพาะอาหารของคนเราก็มีกรดเกลืออยู่ มันช่วยย่อยอาหาร แต่ถ้าหากว่ามีกรดนี้อยู่ในกระเพาะมากเกินไป จะกลับเป็นอันตรายเพราะมันจะทำให้อาหารไม่ย่อย

อาหารไม่ย่อยทำให้เราปวดท้องได้



ขวดบรรจุกรด

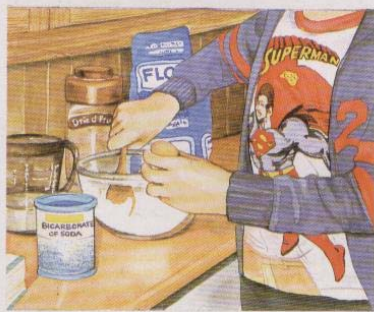


รถบรรทุกกำมะถัน





เราใช้โซดาซักผ้าล้างพื้นที่เปื้อนไขมัน



เราใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตทำขนม



## ต่าง

ต่างมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ส่วนใหญ่มักผลิตโดยนักวิทยาศาสตร์ต่างที่รุนแรงมากชนิดหนึ่ง คือ โซดาไฟ ซึ่งเราใช้ในการทำสบู่และกระดาษ โซดาไฟเป็นสารเคมีที่เป็นอันตราย ไม่ควรแตะต้องหรือลองชิมเป็นอันขาด เพราะมันจะกัดผิวหนังไหม้ ทำให้เสื้อผ้าทะลุหรือละลายโลหะเป็นรูโหว่ได้

ต่างอีกชนิดหนึ่งเป็นต่างที่เราใช้กันอย่างปลอดภัยกว่า คือ โซดาซักผ้า โซดาซักผ้าเป็นตัวการที่ทำให้สบู่เป็นฟองง่ายขึ้น และมันช่วยละลายไขมันด้วย

มีต่างอีกชนิดหนึ่งที่เราใช้กันอยู่ตามบ้าน คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผงฟู เวลาที่โซเดียมไบคาร์บอเนตได้รับความร้อน มันจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้เค้กมีเนื้อนุ่มและเบา บางที่เราได้รับประทานโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นยาช่วยย่อย เพราะมันจะเข้าไปลดความรุนแรงของกรดในกระเพาะอาหารให้เจือจางลง

เมื่อหินชอล์กหรือหินปูนได้รับความร้อนในเตาเผา มันจะเปลี่ยนเป็นปูนขาว ปูนขาวเป็นต่างชนิดหนึ่ง ชาวไร่ชาวนาใช้ปูนขาวโรยผสมลงในดินที่มีความเป็นกรดสูง หรือดินเปรี้ยว เพื่อช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น เพราะพืชส่วนใหญ่จะเติบโตได้ดีในดินที่ไม่เป็นกรดมากนัก ด้วยการนำกรดและต่างต่างๆ ชนิดมาผสมกัน นักวิทยาศาสตร์ก็สามารถผลิตสารเคมีใหม่ๆ ขึ้นได้มากมาย

การผสมปูนขาวลงในดินแก้ดินเปรี้ยว

# บทความหน้า

## กรด เบส และเกลือ

เมื่อคนทั่วไปเห็นลักษณะที่มีป้าย “กรด” มักจะลอยไปอยู่ห่าง ๆ พร้อมกับความไม่สบายใจกับด้วยความคิดที่ว่า ของเหลวที่มองดูไม่น่ามีอันตรายอะไรเช่นเดียวกับน้ำนั้น สามารถกัดกร่อนวัสดุที่ช่วยป้องกันตัวเราตามปกติ เช่น หนังสั้ว เหล็ก เหล็กกล้า และอื่น ๆ เป็นที่ทราบกันแล้วว่า กรดที่มีอำนาจกัดกร่อนนี้ถ้าตกลงบนถนนจะสามารถกัดกร่อนขวางรถยนต์และรองเท้าบูทของผู้ที่มาช่วยเก็บกวาดได้

ยังนับว่าเป็นโชคดีที่ยังมีสารอีกชนิดหนึ่งคือเบส ที่สามารถทำปฏิกิริยากับกรดทำให้อันตรายนหมดไป เบสนั้นบางครั้งก็มีอำนาจกัดกร่อนพอ ๆ กับกรด แต่เมื่อมารวมกับกรดจะทำให้ต่างก็เป็นกลาง เกิด “เกลือ” ที่ไม่เป็นอันตราย และน้ำ ภาวะที่บรรจสารอันตรายจะต้องมีป้ายเตือนว่า “สารอันตราย” และจะต้องมีคำแนะนำคิดไว้ข้าง ๆ ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุว่าจะสามารถใช้สารอะไรดับพิษได้

เนื่องจากชื่อเสียงของกรดดังที่กล่าวมาแล้ว เราอาจจะแปลกใจถ้ามีคนบอกเราว่าในบ้านของเราก็มีกรดหลายชนิด แม้แต่ในครัวและในตู้ยา นมเปรี้ยวหรือยาแอสไพรินก็เป็นกรด ร่างกายเราก็คือผลิตกรดที่มีโครงสร้างซับซ้อนหลายชนิดเพื่อสร้างเนื้อเยื่อชั้นใหม่ เพื่อนำคำสั่งไปส่งทั่วร่างกาย และเพื่อย่อยอาหาร

เบสก็เป็นสารที่มีประโยชน์ในบ้านเหมือนกัน โซดาหรือน้ำยาล้างจานที่พบในบ้าน เช่น โซดาอบขนมปัง โซดาซักผ้า ต่างก็เป็นเบสทั้งนั้น แต่เบสที่ใช้กันมากที่สุดคือปูนขาว นอกจากจะใช้ในการเกษตรแล้ว ปูนขาวยังเป็นองค์ประกอบสำคัญในซีเมนต์ ปูนสอ ปูนฉาบผนัง และคอนกรีต ปูนขาวทำปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ เกิดสารที่ช่วยทำให้ของผสมนั้น ๆ แข็งตัวเมื่อแห้ง



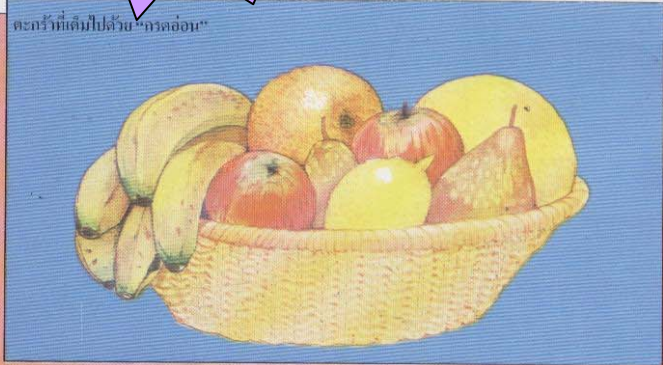
**การทดสอบกรดและเบส**

สารหลายชนิดมีปฏิกิริยาต่อกรดและเบสต่างกัน จึงสามารถนำมาใช้เป็น “อินดิเคเตอร์” ได้ เราสามารถทำอินดิเคเตอร์หรือเครื่องชี้บอกระดับได้ง่าย ๆ โดยนำผักกะหล่ำแดงมาต้มเอาแต่น้ำ น้ำผักกะหล่ำแดงนี้จะเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้มเมื่อเราเติมกรด (เช่น น้ำส้มสายชู หรือน้ำมะนาว) ลงไป แต่จะเปลี่ยนเป็นสีชมพู-น้ำเงิน เมื่อเราเติมเบส (เช่น โซดาซักผ้า) ลงไป

# บทความหน้ารู้

## กรดอ่อน

ไม่ใช่ว่ากรดจะเป็นอันตรายและมีฤทธิ์กัดกร่อนไปเสียทั้งหมด กรดหลายชนิดเช่น วิตามินซี (กรดแอสคอร์บิก) เป็นสิ่งจำเป็นต่อสุขภาพ แม้กระทั่งร่างกายเราก็กผลิตกรด โดยเฉพาะกรดที่ช่วยย่อยในระบบทางเดินอาหาร

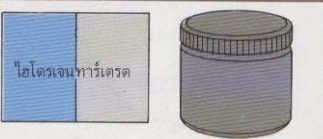


ตะกร้าที่เต็มไปด้วยผลไม้ "กรดอ่อน"

### กรดอ่อนสามัญบางชนิด



**มะนาว**  
น้ำมะนาว ครีมทาร์ทาร์ และน้ำส้มสายชู ต่างก็ทำให้โซดาไบคาร์บอเนตเป็นฟอง แสดงว่าต่างก็เป็นกรด



**ครีมทาร์ทาร์**  
กรดไฮโดรเจนทาร์เตรตนั้น มีชื่อเรียกทั่วไปว่าครีมทาร์ทาร์ซึ่งเตรียมมาจากการหมักไวน์



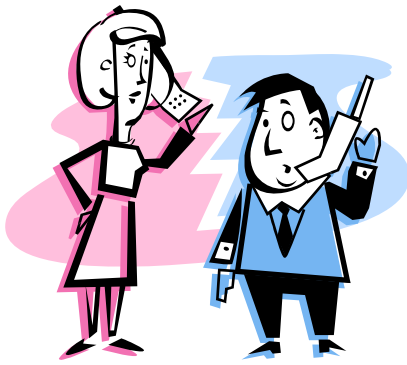
**น้ำส้มสายชู**  
น้ำส้มสายชู กรดที่พบมากที่สุดในบ้าน ก็ทำมาจากไวน์หรือเบียร์ที่หมักจนเปรี้ยว

รสเปรี้ยวของผลไม้เกิดจากกรดที่มีอยู่เฉพาะในผลไม้ชนิดนั้น เช่น ผลไม้ "ซีตรัส" ก็มีกรดซิตริก ผลไม้บางชนิดมีน้ำตาลรสหวานจึงกลบรสเปรี้ยว

เราอาจคิดว่ากรดเป็นเกลือไฮโดรเจนที่มีไฮโดรเจนมาแทนที่โลหะ กรดอะซิติก (ในน้ำส้มสายชู) อาจถือว่าเป็น "ไฮโดรเจนอะซิเตด" น้ำมะนาวอาจถือว่าเป็นไฮโดรเจนซัลเฟต




**อาหารจากนมเปรี้ยว**  
วัตถุดิบที่เล็ก ๆ น้อยที่ทำให้เกิดกรดแลคติก ซึ่งทำให้นมเปรี้ยวและเกาะตัวเป็นก้อน ทำให้นมเสีย แต่เป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตนมเปรี้ยวและเนยแข็ง เราอาจเลียนแบบกระบวนการนี้โดยหยดน้ำมะนาวหรือกรดอ่อนชนิดอื่นลงในน้ำนม



## บทความหน้ารู้

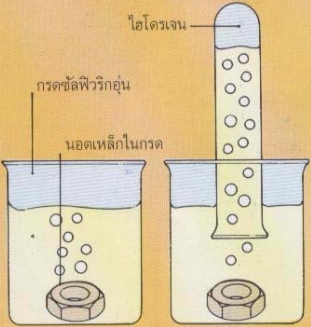
แบตเตอรี่รถยนต์



**กรดแก่**

แบตเตอรี่รถยนต์มีกรดซัลฟิวริก ซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อนแรง ถึงแม้จะนำกรดแบตเตอรี่มาทำให้เจือจางก็ยังมีแรงพอที่จะกัดเสื้อผ้าได้ แต่ก็แปลกที่กรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่เย็น จะไม่ทำปฏิกิริยา

สิ่งที่เกิดขึ้น



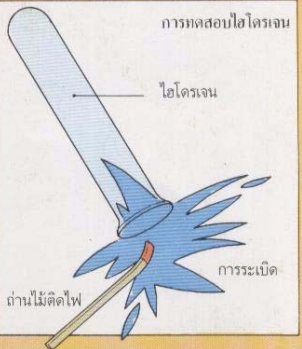
ไฮโดรเจน

กรดซัลฟิวริกอ่อน

นอตเหล็กในกรด

กับเหล็ก จึงใช้บรรจุในภาชนะเหล็กได้ เหล็กจะละลายในกรดซัลฟิวริกอ่อน ให้ก๊าซไฮโดรเจนหลักแทนที่ไฮโดรเจนใน "ไฮโดรเจนซัลเฟต" และ

**กำเดียน!**  
นี่เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ



การทดสอบไฮโดรเจน

ไฮโดรเจน

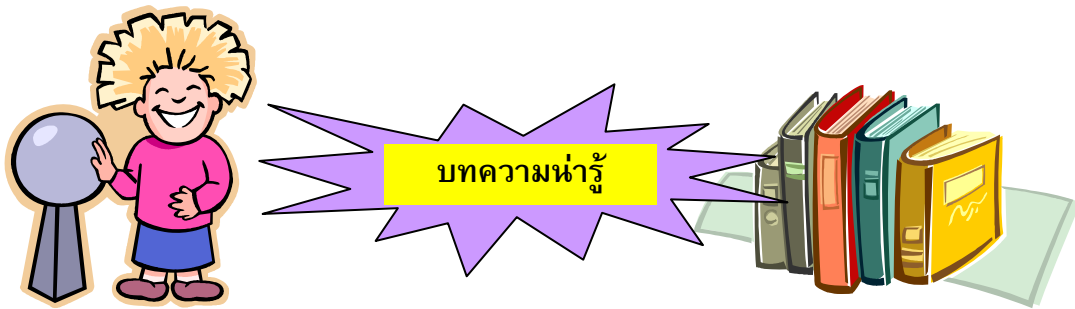
การระเบิด

ถ่านไม้ติดไฟ

เนื่องจากก๊าซไฮโดรเจนติดไฟง่าย ถ้านำถ่านไม้ที่ติดไฟแล้วมาถือไว้ที่ปากหลอดทดลองที่มีก๊าซไฮโดรเจน จะได้ยินเสียงระเบิดดัง "ป๊อบ"

ที่มา: เดเร็ก วอลเตอร์. (2531). โลกวิทยาศาสตร์. ไทยวัฒนาพานิช.





เบสแก่



เมื่อมีกรดแก่กรดอ่อนแล้วย่อมต้องมี เบสแก่เบสอ่อนด้วย เบสแก่ที่รู้จักกัน แพร่หลายตัวหนึ่งคือโซดาไฟ หรือโซ เดียมไฮดรอกไซด์ สารนี้มีฤทธิ์กัด กร่อนรุนแรงต่อไขมันและสารที่มา จากสัตว์ จึงนิยมใช้เป็นสารทำความสะอาด สะอาดเตาอบและท่อระบายน้ำ

กรด	เบส
ไฮโดรเจน	ออกซิเจน
อนุมูล	โลหะ
เกลือ	
อนุมูล	โลหะ
น้ำ	
ไฮโดรเจน	ออกซิเจน

ศัพท์อีกคำหนึ่งที่มีความหมายเหมือน เบสคือ "ด่าง" ซึ่งก็คือเบสละลายน้ำ นั้นเองแต่ไม่ใช่ว่าเบสทุกตัวจะละลาย น้ำ เบสเป็นสารตรงข้ามกับกรด มี ออกซิเจนเป็นส่วนหนึ่ง หรือทั้งหมด ของ "อนุมูล" ของโลหะ เช่น แมก- นีเซียมออกไซด์

เมื่อกรดกับเบสทำปฏิกิริยากันจนเป็น กลาง ไฮโดรเจนในกรดกับออกซิเจน ในเบสจะมารวมกันเป็นน้ำ ส่วนประ กอบที่เหลือจะรวมกันเป็น "เกลือ" ใน กรดนี้ของกรดไฮโดรคลอริกกับโซดา ไฟ เกลือที่ได้ก็คือเกลือแกงนั่นเอง

เบสอ่อน



อาการปวดท้องมักเกิดจากการรับ ประทานอาหารที่เป็นกรดมากเกินไป เมื่อเป็นเช่นนี้เรามักใช้เบสอ่อนมาลบล้างความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร "มิลค์ออฟแมกนีเซียม" (แมกนีเซียมไฮ- ดรอกไซด์) คือเบสอ่อนชนิดหนึ่งที่ใช้ กันมากสำหรับจุดประสงค์นี้ สารนี้ สามารถทำให้กรดในกระเพาะเป็น กลางโดยไม่มีผลข้างเคียงใด ๆ



ที่มา: เดเร็ก วอลเตอร์. (2531). โลกวิทยาศาสตร์. ไทยวัฒนาพานิช.



## สารเคมีจากถ่านหิน

ถ่านหินเป็นสารที่มีประโยชน์มากที่สุดชนิดหนึ่ง ไม่เพียงแต่เราจะใช้เป็นเชื้อเพลิงเท่านั้น เรายังสกัดสารเคมีจากถ่านหินได้หลายชนิดอีกด้วย สีย้อมและสีเขียนภาพก็ทำมาจากถ่านหิน รวมทั้งยาแอสไพริน ปู่ย ดินระเบิด พลาสติก ยาฆ่าเชื้อโรค รวมทั้งกาวบางชนิดก็ได้จากถ่านหิน รวมแล้วเราได้สารเคมีต่างๆ จากถ่านหินมากกว่า 2,000 ชนิดทีเดียว

ถ่านหินเกิดจากพืช เมื่อหลายๆ ล้านปีก่อนนั้นพื้นดินส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยป่าทึบ เมื่อต้นไม้และพืชพรรณต่างๆ ตายลง ก็จะถูกทับถมด้วยดินโคลนและทราย ต่อมาโคลนและทรายเหล่านั้นจะค่อยๆ กลายเป็นหิน ซากพืชเมื่อถูกทับถมด้วยหินจำนวนมากเข้า มันจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นถ่านหิน ดังนั้น บางครั้งบางครั้งเราอาจพบซากพืชที่กำลังจะกลายเป็นถ่านหินอยู่ในชั้นหินใต้ดิน

หากถ่านหินเกิดอยู่ใกล้ผิวพื้นดิน เราสามารถใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ขุดขึ้นมาได้ แต่ถ้าถ่านหินนั้นอยู่ลึกลงไปใต้ดินมากๆ ก็จะต้องเจาะอุโมงค์ลงไป แล้วให้คนงานเหมืองถ่านหินลงไปขุดขึ้นมาอีกทีหนึ่ง ถ่านหินส่วนมากที่ขุดได้ เราจะนำไปเผาในเตาขนาดใหญ่ให้กลายเป็นถ่านโค้ก ถ่านโค้กจึงเป็นถ่านหินที่สุกแล้ว และนำไปใช้ดีกว่าถ่านหินเพราะไม่มีควัน ในขณะที่เราเผาถ่านหินให้เป็นถ่านโค้กนั้น จะเกิดก๊าซขึ้นเป็นจำนวนมาก ก๊าซเหล่านี้มีน้ำมันดินผสมอยู่ด้วย จากน้ำมันดินและก๊าซเหล่านี้เอง นักวิทยาศาสตร์จึงสกัดเอาสารเคมีจำนวนมากมาใช้งานได้



เครื่องจักรที่ใช้ตัดถ่านหิน

เหมืองถ่านหิน





# บทความน่ารู้

## สารเคมีจากน้ำมัน



รถน้ำมันกำลังขนถ่ายน้ำมัน

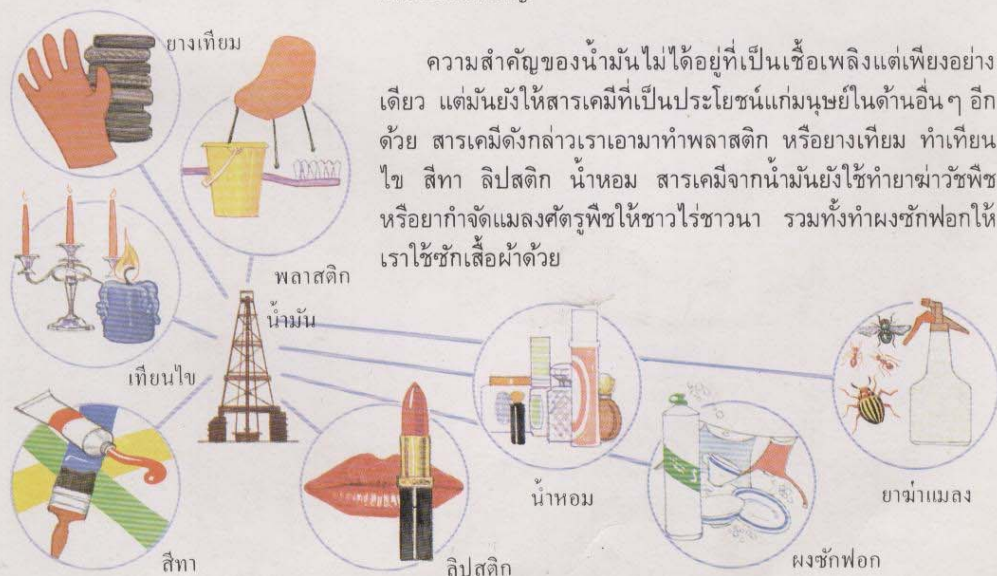


แท่นขุดเจาะน้ำมันในทะเล

นอกจากถ่านหินแล้ว เรายังสกัดสารเคมีจำนวนมากได้จากน้ำมัน น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงที่สำคัญชนิดหนึ่ง เราใช้น้ำมันขับเคลื่อนรถบรรทุกขนาดใหญ่ รถแทรกเตอร์ รถเมล์ และรถไฟด้วย น้ำมันเบนซิน หรือน้ำมันก๊าดล้วนกลั่นมาจากน้ำมันดิบทั้งสิ้น นอกจากนั้นเรายังใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนและแสงสว่างทั้งในบ้าน โรงงาน และร้านค้าต่างๆ ด้วย

น้ำมันเกิดจากพืชและสัตว์ทะเลตัวเล็กๆ ที่เคยมีชีวิตอยู่เมื่อนานแสนนานมาแล้ว ต่อมาชั้นหินได้กดทับถมลงบนซากพืชและสัตว์ทะเลเล็กๆ เหล่านี้ ทำให้น้ำมันเปลี่ยนสภาพไปเป็นน้ำมัน ดังนั้นเมื่อเราต้องการน้ำมันขึ้นมาใช้ เราจึงต้องขุดเจาะลงไปใต้ดิน หรือบางครั้งก็ต้องขุดเจาะลงไปใต้ท้องทะเล ถ้าทะเลตื้นนั้นลึกมาก ก็ต้องสร้างแท่นขุดเจาะขนาดใหญ่ น้ำมันที่เจาะและสูบขึ้นมาได้ จะขนส่งไปยังแผ่นดินใหญ่ด้วยท่อขนาดยักษ์ หรือไม่ก็ใช้เรือบรรทุกน้ำมันขนาดใหญ่

ความสำคัญของน้ำมันไม่ได้อยู่ที่มันเป็นเชื้อเพลิงแต่เพียงอย่างเดียว แต่มันยังให้สารเคมีที่เป็นประโยชน์แก่มนุษย์ในด้านอื่นๆ อีกด้วย สารเคมีดังกล่าวเราเอามาทำพลาสติก หรือยางเทียม ทำเทียนไข สีทา ลิปสติค น้ำหอม สารเคมีจากน้ำมันยังใช้ทำยาฆ่าวัชพืช หรือยากำจัดแมลงศัตรูพืชให้ชาวไร่ชาวนา รวมทั้งทำผงซักฟอกให้ เราใช้ซักเสื้อผ้าด้วย





การพ่นปุ๋ยคอก



บางครั้งต้องใช้ปุ๋ยเคมีด้วย



เฮลิคอปเตอร์พ่นยาปราบวัชพืช



## สารเคมี ในไร่นาและสวน

ชาวไร่ชาวนาและชาวสวนใช้สารเคมีกันหลายชนิด บางชนิดใช้เพื่อช่วยให้พืชเจริญงอกงามได้ดีขึ้น เมื่อเราใส่สารเคมีลงในดิน รากของพืชจะดูดซึมเข้าไปในลำต้น ชาวไร่ชาวนามักใช้ปุ๋ยธรรมชาติด้วยเป็นจำนวนมาก ปุ๋ยธรรมชาติหรือปุ๋ยคอกได้จากคอกสัตว์ ในปุ๋ยคอกมีอาหารพืชอยู่มาก ซึ่งเราเรียกว่าเกลือแร่ แต่ปุ๋ยคอกอย่างเดียวไม่พอที่จะใช้ในไร่ชาวนา ชาวไร่ชาวนาจึงต้องใช้สารเคมีที่เรียกว่าปุ๋ยเคมี ด้วย ปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยที่สะอาด ปราศจากกลิ่นเหม็น ประกอบด้วยเกลือแร่จำนวนมากที่พืชต้องการ

นักวิทยาศาสตร์ยังผลิตสารเคมีอื่นๆ ที่ช่วยให้ชาวไร่ชาวนาได้ผลผลิตที่ดีขึ้นอีก เช่น ยาฆ่าวัชพืช ซึ่งจะทำลายวัชพืชแต่ไม่ทำลายพืชที่ปลูกไว้ ชาวไร่ชาวนาต้องทำลายวัชพืช มิฉะนั้นมันจะแย่งน้ำและเกลือแร่ในดินที่พืชต้องการไปหมด ยังมีสารเคมีที่ใช้กำจัดแมลงศัตรูพืชด้วย แมลงเหล่านี้กินพืชผลของชาวไร่ชาวนา ยาฆ่าแมลงศัตรูพืชที่ดีจะฆ่าแมลงศัตรูพืชเท่านั้น แต่ไม่ทำอันตรายต่อแมลงที่มีประโยชน์อย่างผึ้งหรือแมลงเต่าทอง

นักวิทยาศาสตร์ได้ผลิตยาหลายชนิดสำหรับสัตว์เลี้ยงในไร่ชาวนาด้วย สารเคมีเหล่านี้ช่วยให้วัว แกะ ม้า หมู และสัตว์เลี้ยงไร่ชาวนาอื่นๆ เติบโตเร็วและสุขภาพดี

ยาหรือสารเคมีสำหรับสัตว์เลี้ยง

ที่มา: สารานุกรมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ สารเคมีในชีวิตประจำวัน. (2529). ไทยวัฒนาพานิช.




**ใบงานที่ 1/1**  
**เรื่อง สํารวจสืบคํนสารเคมีในบําน**




**คําชี้แจง**

1. ให้นักเรียนจัดกลุ่มตามรายชื่อที่ครูเตรียมไว้แล้วเลือกประธานกลุ่มและเลขานุการกลุ่มพร้อมกับตั้งชื่อกลุ่ม
2. ใบงานฉบับนี้ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ใช้เวลาทำ 30 นาที
3. นักเรียนทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด โดยศึกษาจากใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สารเคมีในบ้าน ประกอบการทำกิจกรรม
4. แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเพื่อนำเสนอผลงานของกลุ่ม กลุ่มละ 5 นาที



กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....



**สมาชิกในกลุ่ม**

- 1.....ประธานกลุ่ม
- 2.....เลขานุการ
- 3.....สมาชิก
- 4.....สมาชิก
- 5.....สมาชิก

หน้าที่ประธาน	หน้าที่เลขานุการ	หน้าที่สมาชิก
1. วางแผนและควบคุมเวลาในการอภิปราย	1. คอยจดบันทึกความคิดเห็นของสมาชิกในกระดาษ	1. แสดงความคิดเห็น
2. กระตุ้นให้สมาชิกแสดงความคิดเห็น	2. เสริมความคิดเห็นร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม	2. ชักถามเมื่อมีปัญหา
3. พยายามกระจายคำถามให้สมาชิกในกลุ่มได้ออกความคิดเห็น	3. เตือนประธานถ้าสมาชิกยังไม่ได้อภิปรายทั่วถึงกัน	3. เสริมความคิดเห็นร่วมกับสมาชิกคนอื่นๆ
4. เสริมความคิดเห็นร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม	4. เตือนประธานในเรื่องการใช้เวลาในการอภิปราย	4. รับผิดชอบงานในส่วนที่ตนได้รับมอบหมาย
5. ปรึกษาอาจารย์ กรณีมีปัญหาหรือข้อสงสัย	5. สรุปด้วยวาจาให้สมาชิกในกลุ่มทราบถึงประเด็นสำคัญในการเรียนรู้ของงาน	
6. รวบรวมแบบประเมินต่างๆ และ ชิ้นงานของสมาชิกกลุ่ม		





**กิจกรรมที่ 1: ระดมความคิด สืบค้นสารเคมีในบ้าน**



คำชี้แจง ในบ้านของนักเรียนมีสารเคมีอยู่มากมาย นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่ามีสารอะไรบ้าง  
ให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างสารเคมีที่ใช้ในบ้าน รวมทั้งบอกลักษณะของการใช้งาน

สารเคมีในบ้าน	ลักษณะการใช้งาน
1.....	1.....
2.....	2.....
3.....	3.....
4.....	4.....
5.....	5.....
6.....	6.....
7.....	7.....
8.....	8.....
9.....	9.....
10.....	10.....
11.....	11.....
12.....	12.....
13.....	13.....
14.....	14.....
15.....	15.....



ระดมความคิด และ ความตั้งใจ  
ทำงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนดนะคะ





**กิจกรรมที่ 2 : ร่วมด้วยช่วยกันคิด**



คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามด้านล่าง

สารที่ใช้ในการทำมาความสะอาดอาจมีสมบัติเป็นกรดหรือเบสก็ได้ เช่น สารที่ใช้ทำความสะอาดห้องน้ำหรือเครื่องสุขภัณฑ์ ส่วนมากเป็นสารละลายของกรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) หรือ กรดซัลฟิวริก (กรดกำมะถัน) สารทำความสะอาดที่เป็นกรดเหล่านี้จะทำปฏิกิริยากับหินปูน ปูนขาวที่ต่อเชื่อมแผ่นกระเบื้องและโลหะ ทำให้ได้สารที่ไม่เกาะกับผิวของวัตถุเหล่านั้น เมื่อใช้น้ำล้าง สารเหล่านี้จะหลุดออกจากผิวหน้าของวัตถุ ทำให้พื้นผิวของห้องน้ำและเครื่องสุขภัณฑ์สะอาด



1. นักเรียนคิดว่าถ้าใช้สารทำความสะอาดเหล่านี้บ่อยครั้งจะเกิดผลอย่างไรกับพื้นห้องน้ำ  
 .....  
 .....  
 .....
2. ถ้ากรดเหล่านี้หกหรือกระเด็นถูกร่างกายหรือเสื้อผ้าหรือกระเด็นเข้าตาจะเกิดผลอย่างไร  
 .....  
 .....  
 .....
3. นักเรียนควรใช้และเก็บสารเหล่านี้อย่างไรจึงจะปลอดภัย  
 .....  
 .....  
 .....





กิจกรรมที่ 3 : แผนผังมโนทัศน์ (Mind Map)  
เรื่อง สารเคมีในบ้าน



คำชี้แจง ให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดและเขียนแผนผังมโนทัศน์ หรือ แผนผังความคิด (Mind map) เกี่ยวกับ สารเคมีในบ้านประเภทต่างๆ รวมทั้งให้ตัวอย่างประกอบ




ช่วยกันทำนะคะ





## ใบงานที่ 1/2

### เรื่อง ร่วมกันอภิปราย สารเคมีในชีวิตประจำวัน



#### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็น ตามประเด็นคำถามที่กำหนดให้ พร้อมทั้งสรุปผลที่ได้ลงในกรอบสี่เหลี่ยม ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 20 นาที
2. ศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องสารเคมีในบ้านประกอบการทำกิจกรรม



ประเด็นอภิปราย ที่ 1:  
การเรียนรู้เรื่องสารเคมีในบ้าน และ  
สารเคมีในชีวิตประจำวันมีความสำคัญอย่างไร





ประเด็นอภิปรายที่ 2 :  
ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสาระที่ได้  
จากใบความรู้ที่ 1 เรื่องสารเคมีที่ใช้ใน  
บ้าน และสรุปผลการอภิปรายที่ได้



A large section of the page containing horizontal dotted lines for writing.





### คำถามชวนคิด

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ในบ้านของนักเรียนมีทั้งสารเคมีที่เป็นกรด และ สารเคมีที่เป็นเบส นักเรียนคิดว่ามีอะไรบ้าง จงยกตัวอย่าง
2. สารเคมีที่ใช้ในบ้านมีอยู่หลายประเภท นักเรียนช่วยจำแนกประเภทของสารเคมีที่ใช้ในบ้าน พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ
3. นักเรียนจะมีวิธีทดสอบน้ำสมสายชูปลอมได้อย่างไร
4. ถ้าหากว่านักเรียนทานผงชูรสปลอมที่มีสารบอแรกซ์ปลอมปนอยู่ จะทำให้เกิดอาการอย่างไร
5. เพราะเหตุใด เวลาล้างห้องน้ำจึงต้องควรระมัดระวังไม่ให้น้ำยาถูกผิวหนัง หรือ กระเด็นเข้าตา

### สืบค้น ค้นคว้า หาความรู้ เพิ่มเติม...

- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข  
70 <http://www.anamai.moph.go.th/env/cbb/html/health2.html>
- กองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข  
71 <http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/food/files/news/contaminants.htm>
- สำนักงาน คณะกรรมการอาหารและยา  
72 <http://www.fda.moph.go.th/news/toxic-food.html>
- ศูนย์วิทยบริการ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา  
<http://elib.fda.moph.go.th/library>

## **Appendix L**

ภาพประกอบการวิจัย



สัมภาษณ์นักเรียนเพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่จะใช้ในการออกแบบหลักสูตร



ตรวจสอบคุณภาพของหลักสูตรโดยการศึกษาในห้อง เพื่อทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ และ สื่อ การเรียนการสอน



นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรม ตามใบงานที่มอบหมายให้ ในขั้นตอนของการศึกษานำร่อง



ชี้แจงและอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งสื่อการเรียนการสอนแก่ครูผู้ร่วมวิจัย 2 ท่านที่จะเป็นครูผู้สอนสำหรับกลุ่มทดลองกลุ่ม 1 และ กลุ่มทดลองกลุ่ม 2



สังเกตการเรียนการสอนที่เกิดขึ้น ระหว่างที่ครูผู้ร่วมวิจัยทำการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้



พูดคุยซักถามถึงผลการเรียนการสอน การใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน พร้อมทั้งพูดคุยเกี่ยวกับแนวทางการแก้ไขปัญหา

ตัวอย่าง ภาพกิจกรรมของนักเรียนห้อง ม.2/5



ร่วมแรงร่วมใจกันศึกษาไปความรู้



แบ่งหน้าที่และช่วยกันทำใบงาน



มีครูคอยเป็นที่ปรึกษา เวลามีปัญหาที่ซักถามได้



ร่วมกันทำงานกลุ่ม และ ช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม



ครูคอยชี้แนะเวลานักเรียนไม่เข้าใจใบงาน



ครูคอยช่วยเหลือและเตรียมใบกิจกรรมให้

ตัวอย่าง ภาพกิจกรรมของนักเรียน ห้อง ม. 2/1



ร่วมด้วยช่วยกันทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย



แบ่งหน้าที่ในการทำงานกลุ่ม



นักเรียนตั้งใจทำกิจกรรม ครูคอยเป็นที่ปรึกษา



นักเรียนอภิปรายแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม



แลกเปลี่ยนความรู้ พุดคุยซักถาม



เมื่อมีปัญหาสามารถซักถามครูได้เสมอ



ตัวอย่าง ภาพกิจกรรมของนักเรียน



เพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม



แบ่งหน้าที่และช่วยกันและกันทำงาน



ทำกิจกรรมโดยใช้สื่อสิ่งพิมพ์ประกอบ      เมื่อมีปัญหา ปรึกษาครูได้เสมอ



ผู้วิจัยสังเกตบรรยากาศการเรียนการสอน การทำกิจกรรมของนักเรียน



นักเรียนนำเสนอผลงานหน้าชั้น



กล้าคิด กล้าพูด กล้าแสดงความคิดเห็น



นักเรียนมีบทบาทในการถ่ายทอดความรู้ให้แก่เพื่อนๆ



ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียน



ช่วยกันทำแผนภาพความคิด (Mind Mapping)



รับผิดชอบงานกลุ่มร่วมกัน



ส่งตัวแทนนำเสนอผลงานหน้าชั้น



อาจารย์และนักเรียนสรุปผลการเรียนรู้ร่วมกัน



ศึกษาใบความรู้ร่วมกันในกลุ่ม



อภิปราย พูดคุย แลกเปลี่ยนตามประเด็นของงาน



อาคารเรียนวิทยาศาสตร์ที่ทดลองใช้หลักสูตร



ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมที่ห้องสมุด



สภาพห้องเรียนขณะที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรม ผลงานการทำรายงานของนักเรียน

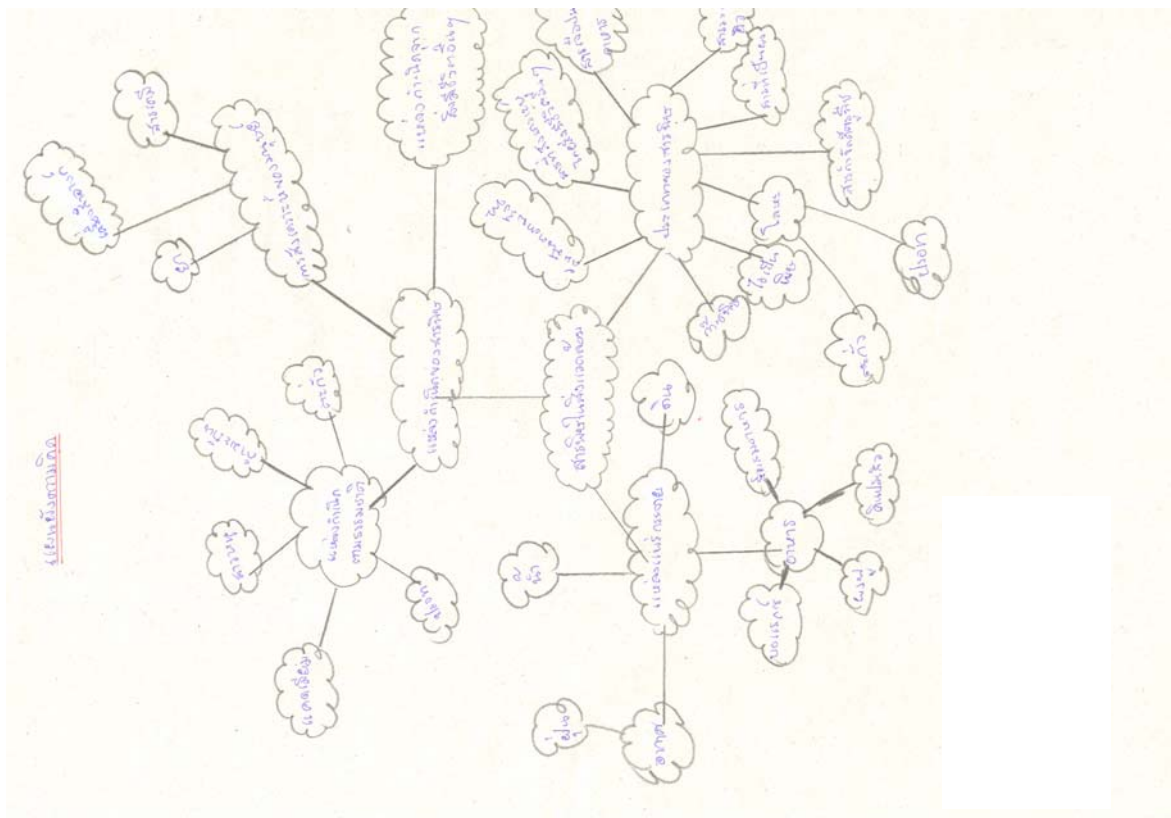
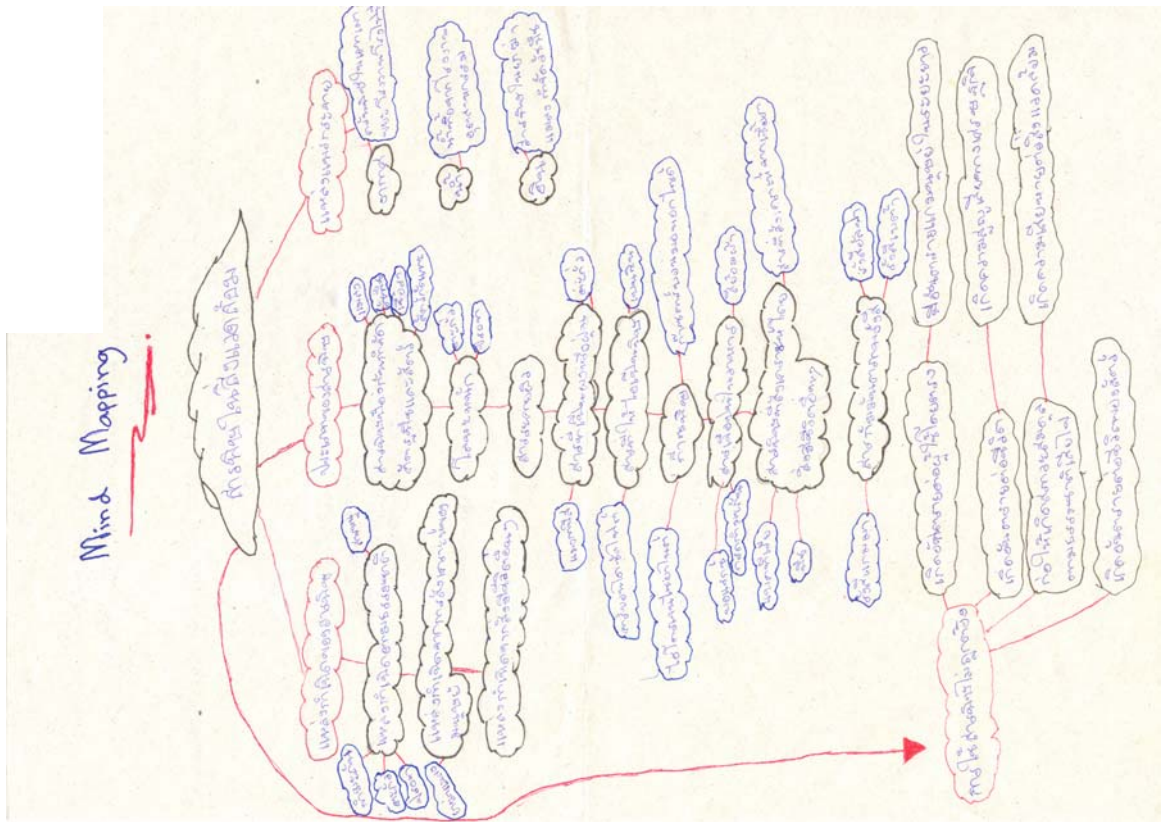


ผลงานการทำแผ่นพับเรื่องสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ใบกิจกรรมหรือใบงานที่นักเรียนช่วยกันทำ

## Appendix M

- ตัวอย่างผลงานการทำแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน
- ตัวอย่างใบงานของนักเรียน
- ตัวอย่างแบบประเมินตนเองของนักเรียน
- ตัวอย่างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน
- ตัวอย่างแบบบันทึกผลการสอนของครูผู้สอน

ตัวอย่าง ผลงานการทำแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียน



ตัวอย่าง ผลงานการทำแผนผังโน้ตสน้ของนักเรียน

**กิจกรรมที่ 3 : แผนผังโน้ตสน้ (Mind Map) เรื่อง สารเคมีในบ้าน**

คำชี้แจง ให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดและเขียนแผนผังโน้ตสน้ หรือ แผนผังความคิด (Mind map) เกี่ยวกับสารเคมีในบ้านประเภทต่างๆ รวมทั้งให้ตัวอย่างประกอบ

ช่วยกันทำนะ

**กิจกรรมที่ 3 : แผนผังโน้ตสน้ (Mind Map) เรื่อง สารเคมีในบ้าน**

คำชี้แจง ให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดและเขียนแผนผังโน้ตสน้ หรือ แผนผังความคิด (Mind map) เกี่ยวกับสารเคมีในบ้านประเภทต่างๆ รวมทั้งให้ตัวอย่างประกอบ

ช่วยกันทำนะ

## ตัวอย่างใบงานของนักเรียน



### ใบงานที่ 3/1 เรื่อง บอกข่าวเล่าเรื่อง สารพิษในสิ่งแวดล้อม



#### คำชี้แจง

- ให้นักเรียนจัดกลุ่มตามรายชื่อที่ครูเตรียมไว้แล้วเลือกประธานกลุ่มและเลขานุการกลุ่ม
- นักเรียนร่วมกันศึกษาใบความรู้ที่ 3 เรื่อง สารพิษในสิ่งแวดล้อม ประกอบการทำกิจกรรม
- ให้นักเรียนนำข่าวจากหนังสือพิมพ์ นิตยสาร หรือ อินเทอร์เน็ต ที่นักเรียนได้ค้นคว้ามา กลุ่มละ 1 ข่าว มาวิเคราะห์ อภิปรายและ นำเสนอ โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดดังต่อไปนี้
  - ให้นักเรียนติดข่าวในกระดาษที่กำหนดให้
  - ให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ข่าว ร่วมกันอภิปราย และ ตอบคำถามตามที่กำหนดให้
  - เวลาสำหรับการทำกิจกรรม 15 นาที
- นักเรียนเลือกตัวแทน เพื่อนำเสนอผลงานของกลุ่มหน้าชั้นเรียน โดยใช้เวลาในการนำเสนอ กลุ่มละ 5 นาที



กลุ่มที่ 6... ชื่อกลุ่ม... ราชินี.....



#### สมาชิกในกลุ่ม

1. ด.ญ. พัชรา	รัชดาพัชรา	ว. 21	เลขที่ 36	ประธาน
2. ด.ญ. แสงดาว	ภรณ์รุ่งงาม	"	" 44	เลขานุการ
3. ด.ญ. ไพโรจน์	กุลอำนาจ	"	" 34	สมาชิก
4. ด.ญ. อรุณชัย	พาวิจิตรมา	"	" 19	สมาชิก
5.....	.....	.....	.....	สมาชิก

#### การเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคกลุ่มสืบค้น (Group Investigation)

การเรียนรู้แบบกลุ่มสืบค้นมีขั้นตอนสำคัญดังนี้

- เลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา
- แบ่งภาระงานออกเป็นงานย่อยๆ ที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนร่วมกันทำงาน
- วางแผนร่วมมือกันในการทำงาน
- ดำเนินงานตามแผนที่วางไว้
- วิเคราะห์และสังเคราะห์งานที่ทำ
- นำเสนองานต่อชั้นเรียน





ให้นักเรียนติดตามที่สืบค้นมาได้ลงในช่องว่างข้างล่างนี้ครับ



ประอรพิชญ์ คัจฉวัฒน์

### เจลแอลกอฮอล์เหลวไร้พิษ

มลพิษที่เกิดจากการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ถือเป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เพราะมลพิษที่เกิดขึ้นนั้น ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์โดยตรงเท่านั้น แต่ยังมีผลต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมอีกด้วย ดังนั้นการหันมาใช้พลังงานชีวภาพคือ พลังงานที่ได้มาจากธรรมชาติ พืช หรือสิ่งมีชีวิต จึงกลายเป็นอีกหนทางหนึ่งที่จะช่วยบรรเทาปัญหาตรงนี้ได้

เช่นเดียวกับเจลแอลกอฮอล์เหลวที่ใช้กันอยู่ทั่วไปเพื่อให้ความร้อนกับอาหาร โดยเฉพาะอาหารที่เสิร์ฟในแบบหม้อไฟ ซึ่งส่วนใหญ่จะมาจากเมทิลแอลกอฮอล์ที่มีส่วนผสมของสารเคมีต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดมลพิษและกลิ่นเหม็นรบกวนขณะรับประทานอาหาร อ.วานิช โสภณ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ได้คิดค้น "ชุดสาธิตการผลิตเจลแอลกอฮอล์เชื้อเพลิงโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์" ขึ้นมา โดยผลิตมันท์เจลแอลกอฮอล์ที่ได้ยังทำมาจากเอทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งสกัดได้จากพืช และสามารถนำมาแต่งกลิ่นเลียนแบบธรรมชาติ ทำให้ปัญหากลิ่นเหม็นหมดไป

อ.วานิช อธิบายหลักการทำงานของชุดสาธิตดังกล่าวว่าเป็นการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยผลิตน้ำอุ่นจากพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยการปล่อยน้ำให้ไหลเวียนเข้าไปในแผงรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ เมื่อน้ำร้อนก็จะไหลเข้าสู่ถัง 3 ชั้น ซึ่งชั้นนอกเป็นถังที่หุ้ม

ด้วยฉนวนกันความร้อน ชั้นกลางเป็นส่วนบรรจุน้ำร้อน และชั้นในเป็นส่วนบรรจุแอลกอฮอล์ที่จะนำมาใช้ทำเจลแอลกอฮอล์เหลว ซึ่งเมื่อน้ำร้อนมีอุณหภูมิขึ้นถึงประมาณ 70 องศาเซลเซียส ก็จะถูกนำเอากล่องที่มีอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส แล้วจึงเติมกรดโซเดียมสเตียเรทลงไปประมาณ 15 กรัมต่อแอลกอฮอล์ 1 ลิตร กวนให้เข้ากัน จากนั้นเติมผลเซลลูโลส ประมาณ 15 กรัมต่อ 1 ลิตร เพื่อให้ส่วนผสมเกิดความหนืด แล้วจึงแต่งกลิ่นเจือสีธรรมชาติ เช่น กลิ่นมะลิ มะนาว หรือกุหลาบ แล้วก็กวนให้เข้ากันอีกครั้ง หลังจากนั้นให้เติมโซดาไฟ ประมาณ 20 กรัมต่อลิตร เพื่อเร่งให้ส่วนผสมแข็งตัวได้เร็วขึ้น แล้วจึงนำส่วนผสมที่ได้มาบรรจุลงในภาชนะที่ต้องการ

**"ชุดสาธิตนี้สามารถผลิตเจลแอลกอฮอล์เหลวได้ประมาณ 5,000 ชิ้นต่อวัน ซึ่งทางราชวงศ์ได้วางจำหน่ายอันละ 4 บาท แม้ว่าจะแพงกว่าเจลที่ทำจากเมทิลแอลกอฮอล์ แต่เจลจากเอทิลแอลกอฮอล์จะสร้างมลพิษน้อยกว่ามาก ดังนั้นการรณรงค์ให้ผู้ใช้หันมาใช้เจลกับการดูแลปกป้องสิ่งแวดล้อม โดยหันมาใช้เจลที่ผลิตจากเอทิลแอลกอฮอล์จึงเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริมอย่างมาก"** อ.วานิช กล่าว

เขาเป็นว่าหากใครสนใจการผลิตเจลแอลกอฮอล์เหลวแบบที่ช่วยปกป้องสิ่งแวดล้อม หรืออยากจะทำชุดสาธิตนี้ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อการผลิตสบู่ เทียนหอม หรืออุปกรณ์กลิ่นสนุไฟที่ติดต่อขอคำปรึกษาได้ที่ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า อ.ฉัตรบุรี จ.ปทุมธานี โทร. 0-2549-3511 ต่อ 709 ในวันและเวลาราชการ.






หลังจากที่นักเรียนได้อ่านและวิเคราะห์ข่าวแล้ว  
ขอให้สรุปสาระตามประเด็นต่อไปนี้



**หัวข้อข่าว**


เจอลงจอดของเครื่องบิน


**สาระสำคัญของข่าว**

แอลกอฮอล์ โดยทั่วไปส่งผลกระทบต่อทัศนคติ ทน-ทรูใช้แอลกอฮอล์  
ซึ่งเป็นอันตราย และยังสร้างมลพิษที่อาจส่งผลต่อสุขภาพอีกด้วย

**ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อข่าว**



เป็นความดีที่ที่คิดว่า แอลกอฮอล์ ทำให้ฉัน เมื่อถึงของคอมพิวเตอร์  
ทางสื่อมวลชน และยังมีผลต่อสุขภาพอีกด้วย



**นักเรียนได้รับประโยชน์อย่างไรบ้างจากการได้ศึกษาข่าวนี้**

ทำให้รู้ในเรื่องต่างๆ ที่ยังไม่เคยรู้มาก่อน




ใบงานที่ 6/1 เรื่อง  
“ร่วมกันเรียนรู้มลพิษจากสารอันตราย”




คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนจัดกลุ่มๆละ 4 คน โดยความสมัครใจ แล้วเลือกประธานกลุ่มและเลขานุการกลุ่ม
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับแจกใบงานกลุ่มละ 1 ชุด ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบในการร่วมมือกันทำงาน เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม
3. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 6 เรื่อง มลพิษจากสารอันตรายและช่วยกันตอบคำถามที่กำหนดให้ โดยใช้เวลาในการทำกิจกรรมนี้ 30 นาที



กลุ่มที่ ...1... ชื่อกลุ่ม ... I.Q.(สูง) .....

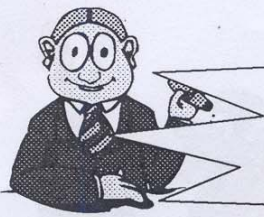


สมาชิกกลุ่ม

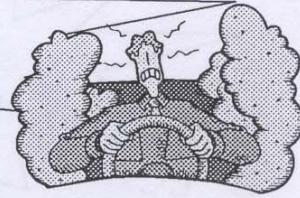
1. ด.ญ. อรุณรัตน์	บุญสุดดี	ประธาน
2. ด.ญ. พรประภา	จ.ศ. สีสกรณ	เลขานุการ
3. ด.ศ. อานนท์	เจริญหาวิ	สมาชิก
4. ด.ช. ศราวุฒ	โพธิ์ประเสริฐ	สมาชิก
5. ด.ช. สันพงษ์	ทัตมาภกุล	สมาชิก

**การเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน**

- นักเรียนจะได้รับใบงานกลุ่มละ 1 ชุด นักเรียนต้องช่วยกันทำกิจกรรมโดยแบ่งหน้าที่แต่ละคน เช่น
  - สมาชิกคนที่ 1 อ่านคำแนะนำ คำสั่ง หรือโจทย์ ในการดำเนินงาน
  - สมาชิกคนที่ 2 ฟังขั้นตอนและรวบรวมข้อมูล
  - สมาชิกคนที่ 3 อ่านสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบแล้วหาคำตอบ
  - สมาชิกคนที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ
- เมื่อนักเรียนทำแต่ละข้อหรือแต่ละส่วนเสร็จแล้ว ให้นักเรียนหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันในการทำโจทย์ข้อถัดไปทุกครั้งจนเสร็จใบงานนั้นๆ
- แต่ละกลุ่มส่งกระดาษคำตอบหรือผลงานเพียงชุดเดียว ถือว่าเป็นผลงานที่สมาชิกทุกคนยอมรับ และเข้าใจการทำงานชิ้นนี้แล้ว



คำถามข้อที่ 1  
 แหล่งกำเนิดมลพิษจากกากของสาร  
 อันตรายเป็นอะไรบ้าง



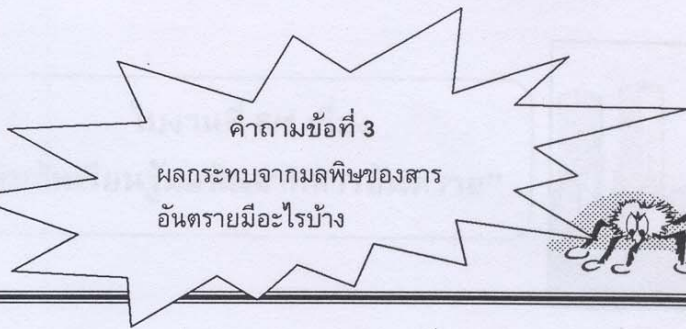
- 1 โรงงานอุตสาหกรรม เช่น กากตะกอน ใสหะหนัก
- 2 ภาชนะบรรจุและภาชนะบรรจุภัณฑ์ เช่น ภาชนะบรรจุสารเคมี
- 3 สถานพยาบาล เช่น มูลฝอยติดเชื้อจากโรงพยาบาล
- 4 ท่าเรือและกิจการท่าเรือ เช่น น้ำมัน กากน้ำมัน
- 5 บ้านเรือน เช่น กากกั้นไฟฉาย ขวดพลาสติกอะคริลิก
- 6 เกษตรกรรมและกิจการอื่นๆ เช่น สารพิษบรรจุใส่ยัดเคมีต่างๆ



คำถามข้อที่ 2  
 สารอันตรายแพร่กระจายเข้าสู่  
 สิ่งแวดล้อมได้อย่างไรบ้าง



- 1 การปนเปื้อนและตกค้างของสารอันตรายในธรรมชาติ  
 เช่น การเผาไหม้เศษซากที่ ก่อเกิดมลพิษ
- 2 การปนเปื้อนและการตกค้างของสารอันตรายในสิ่งน้ำและตะกอน  
 ใต้ดิน เช่น การลักลอบเทของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
- 3 การปนเปื้อนและการตกค้างของสารอันตรายในดิน เช่น สาร  
 มลพิษที่ทุกมีซูดอกี ๑.๕ มในพืช

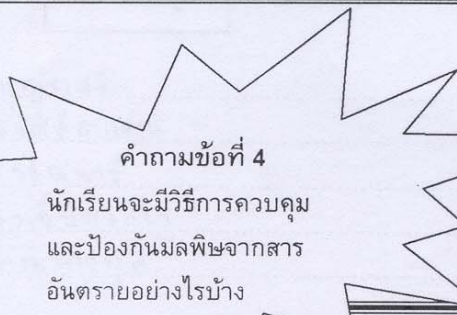


คำถามข้อที่ 3

ผลกระทบจากมลพิษของสาร  
อันตรายมีอะไรบ้าง



1. ก่อให้เกิดสารตกค้างของสารไม่กั้นศัตรูพืช
2. ทำให้เกิดมลพิษสิ่งแวดล้อม
3. ทำให้เกิดอุบัติเหตุในขณะลำเลียงขนส่งสารอันตราย
4. ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับทกเกิด ส.ว.อันตรายในกิจวัตรสินค้า
5. ทำให้ผู้บริโภคมั่นใจได้ว่าปลอดภัยกับสารพิษ
6. ทำให้เกิดโรคระบาด

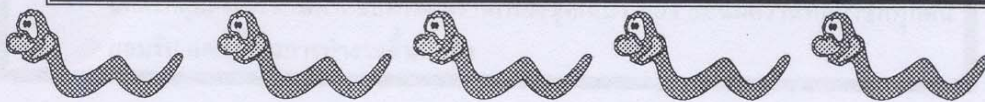


คำถามข้อที่ 4

นักเรียนจะมีวิธีการควบคุม  
และป้องกันมลพิษจากสาร  
อันตรายอย่างไรบ้าง



1. มาตรการลดปริมาณการใช้สารอันตรายและลดปริมาณการใช้ดินทราย
2. ควบคุมคนขนส่ง-ภายใน และเคลื่อนย้าย
3. ควบคุมงานนำส่งของเสียอันตราย
4. ควบคุมการกำจัดสารอันตราย และ กากของเสียอันตราย
5. ควบคุมการเก็บขยะอันตรายจากครัวเรือนที่ พืชผัก ไม้ที่
6. มาตรการด้านกฎหมาย ควบคุมคนจัดการสารอันตราย



ตัวอย่างแบบประเมินตนเองของนักเรียน

**แบบประเมินตนเองของผู้เรียน**

ชื่อ นามสกุล...กมลรัตน์... ชั้นมัธยมศึกษาที่...๕... ห้องที่...๓๖... เลขที่...๖๖...  
 โรงเรียน...วัดราชบพิธสถิตมหาสีมาราม... วันที่...๕...เดือน...สิงหาคม... พ.ศ...๒๕๖๑...  
 แขนงการศึกษา...มัธยมศึกษา... เรื่อง...การเขียนเรียงความ...  
 ผู้สอน...อ. อรุณดา สุวรรณสิทธิ์...

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องอะไรบ้างจากการเรียนในครั้งนี้  
 ...ได้รู้ถึงคุณค่าของชีวิตที่ควรค่าแก่การเสียสละเพื่อส่วนรวม... การเสียสละของบรรพบุรุษ...  
 ...มีหน้าที่... โอบอ้อมอารี... ความซื่อสัตย์สุจริต... เป็นต้น
2. นักเรียนคิดว่านักเรียนจะสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง  
 ...สามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการช่วยเหลือผู้อื่น... การเสียสละเพื่อส่วนรวม...  
 ...มีหน้าที่... โอบอ้อมอารี... ความซื่อสัตย์สุจริต... เป็นต้น
3. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร  
 ...มีส่วนร่วมอย่างเต็มที่... ทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน...  
 ...มีหน้าที่... โอบอ้อมอารี... ความซื่อสัตย์สุจริต... เป็นต้น
4. นักเรียนขอรับการเรียนการสอนหรือไม่ เพราะเหตุใด  
 ...ขอเรียน... เพราะต้องการความรู้เพิ่มเติม... ต้องการความรู้เพิ่มเติม...  
 ...มีหน้าที่... โอบอ้อมอารี... ความซื่อสัตย์สุจริต... เป็นต้น
5. นักเรียนพบปัญหา หรือ อุปสรรคอะไรบ้างในการเรียนและการทำกิจกรรม  
 ...ไม่มีปัญหา... เพราะเรียนด้วยใจ...  
 ...มีหน้าที่... โอบอ้อมอารี... ความซื่อสัตย์สุจริต... เป็นต้น

**แบบประเมินตนเองของผู้เรียน**

ชื่อ นามสกุล...ปวีณา... ชั้นมัธยมศึกษาที่...๒... ห้องที่...๑... เลขที่...๓๔...  
 โรงเรียน...นวมินทราชินสถิตสินธุรังษี... วันที่...๕...เดือน...สิงหาคม... พ.ศ...๒๕๖๑...  
 แขนงการศึกษา...มัธยมศึกษา... เรื่อง...การเขียนเรียงความ...  
 ผู้สอน...อ. อรุณดา สุวรรณสิทธิ์...

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องอะไรบ้างจากการเรียนในครั้งนี้  
 ...ได้รู้ถึงคุณค่าของชีวิตที่ควรค่าแก่การเสียสละเพื่อส่วนรวม... การเสียสละของบรรพบุรุษ...  
 ...มีหน้าที่... โอบอ้อมอารี... ความซื่อสัตย์สุจริต... เป็นต้น
2. นักเรียนคิดว่านักเรียนจะสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง  
 ...สามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการช่วยเหลือผู้อื่น... การเสียสละเพื่อส่วนรวม...  
 ...มีหน้าที่... โอบอ้อมอารี... ความซื่อสัตย์สุจริต... เป็นต้น
3. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร  
 ...มีส่วนร่วมอย่างเต็มที่... ทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน...  
 ...มีหน้าที่... โอบอ้อมอารี... ความซื่อสัตย์สุจริต... เป็นต้น
4. นักเรียนขอรับการเรียนการสอนหรือไม่ เพราะเหตุใด  
 ...ขอเรียน... เพราะต้องการความรู้เพิ่มเติม... ต้องการความรู้เพิ่มเติม...  
 ...มีหน้าที่... โอบอ้อมอารี... ความซื่อสัตย์สุจริต... เป็นต้น
5. นักเรียนพบปัญหา หรือ อุปสรรคอะไรบ้างในการเรียนและการทำกิจกรรม  
 ...ไม่มีปัญหา... เพราะเรียนด้วยใจ...  
 ...มีหน้าที่... โอบอ้อมอารี... ความซื่อสัตย์สุจริต... เป็นต้น



### ตัวอย่าง แบบบันทึกผลการสอนของครูผู้สอน

**แบบบันทึกผลการสอนของครูผู้สอน**

ชื่อผู้สอน.....นางศุภาพร..... ชั้นที่สอน..... ๗.๒ / ๖ ..... ห้อง.....  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... ๗.๒.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑.....

คำชี้แจง  
 แบบบันทึกนี้ใช้สำหรับครูผู้บันทึกผลการสอนหลังจากที่ได้สอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

1. ผลการสอน

1.1 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยภาพรวม  
 นักเรียน..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑.....

1.2 ผลการสังเกตกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนโดยภาพรวม  
 นักเรียน..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑.....

1.3 ผลการปฏิบัติงานที่ตีพิมพ์มอบหมาย (ใบงานแบบฝึกหัดชิ้นงานการนำเสนอผลงาน)  
 นักเรียน..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑.....

1.4 ผลการประเมินด้านทักษะและอันพึงประสงค์ของผู้เรียน  
 นักเรียน..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑.....

1.5 ผลการประเมินบรรยากาศในการเรียนการสอน  
 นักเรียน..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑.....

1.6 ผลการประเมินเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนการสอน  
 นักเรียน..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑.....

1.7 ความคิดเห็นของครูผู้สอนต่อการจัดการเรียนการสอน  
 นักเรียน..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑..... ๓.๑๑.....

2. ปัญหา หรือ อุปสรรค

- เวลาที่ใช้สอน มีน้อยเกินไป ทำให้ไม่สามารถสอนเนื้อหาครบถ้วนได้

- นักเรียนบางคนมีความเข้าใจเนื้อหาได้ไม่ดีนัก โดยเฉพาะในเรื่องการอ่านออกเสียง

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

- จัดกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน เพื่อช่วยกันเรียน

- ใช้เวลาว่างสอนแบบบูรณาการ

(ลงชื่อ)..... น.ศ. ศุภาพร..... ผู้สอน  
 (..... น.ศ. ศุภาพร.....)  
 วันที่..... ๓.๑๑..... พ.ศ. ๒๕๖๓



### ตัวอย่าง แบบบันทึกผลการสอนของครูผู้สอน

2. ปัญหา หรือ อุปสรรค

บทเรียนยาวเกินไป ทำให้สมาธิ  
 นานเกินไป ทำให้เสียเวลา

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

- ลดเนื้อหาที่ยาก / ยืดเวลา
- ควรใช้สื่อช่วยสอน เช่น รูปภาพ เสียง วีดิโอ
- ควรใช้สื่อช่วยสอน เช่น รูปภาพ เสียง วีดิโอ

(ลงชื่อ) ..... ผู้สอน  
 (ตำแหน่ง) .....  
 วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

แบบบันทึกผลการสอนของผู้สอน

ชื่อผู้สอน .....  
 ตำแหน่ง .....  
 แผนกจัดการเรียนรู้ที่ .....

คำชี้แจง  
 แบบบันทึกนี้ใช้สำหรับเพื่อนักพัฒนาตนเองหลังจากที่ได้สอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย  
 การเรียนรู้

1. ผลการสอน

1.1 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยรวม  
 นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา  
 และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา

1.2 ผลการสังเกตกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนโดยภาพรวม  
 นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจเรียน

1.3 ผลการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย (ใบงานแบบฝึกหัดงานการนำเสนอผลงาน)  
 นักเรียนสามารถนำเสนอผลงาน

1.4 ผลการประเมินด้านทักษะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน  
 นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา

1.5 ผลการประเมินบรรยากาศในการเรียนการสอน  
 นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจเรียน

1.6 ผลการประเมินเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนการสอน  
 นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจเรียน

1.7 ความคิดเห็นของผู้สอนต่อการจัดการเรียนการสอน  
 นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจเรียน

## Appendix N

แผนการดำเนินงานการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน

แผนการดำเนินงานวิจัย การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนการวิจัย	วิธีดำเนินการ	ระยะเวลาดำเนินการ
<p><b>ขั้นตอนที่ 1</b> การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน</p>	<p>ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-พระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ.2542</li> <li>-หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544</li> <li>- คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544</li> <li>- หลักสูตรวิทยาศาสตร์พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)</li> <li>- รายงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับการวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศไทย</li> </ul> <p>เช่น การปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน รวมทั้ง การวัดและการประเมินผล และ อื่นๆ</p>	<p>มกราคม – กรกฎาคม 2547</p>
<p><b>ขั้นตอนที่ 2</b> การออกแบบหลักสูตร</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ศึกษาวิธีการออกแบบหลักสูตรจากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเอกสารหลักสูตร เช่น โครงการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนการสอน การประเมินตามสภาพจริง การสร้างสื่อการเรียนรู้ การสร้างแบบทดสอบ การสร้างแบบสอบถาม และ แบบประเมินต่างๆ</li> <li>2. สัมภาษณ์นักเรียนและครูเพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบโครงสร้างหลักสูตร</li> <li>3. สร้างโครงร่างหลักสูตร ซึ่งมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> <li>● หลักการของหลักสูตร</li> <li>● จุดมุ่งหมายของหลักสูตร</li> <li>● เนื้อหาของหลักสูตร</li> <li>● กระบวนการจัดการเรียนรู้</li> <li>● สื่อการเรียนการสอน</li> <li>● การวัดและการประเมินผล</li> </ul> </li> <li>4. สร้างเอกสารประกอบหลักสูตร</li> </ol>	<p>สิงหาคม – ตุลาคม 2547</p>

ขั้นตอนการวิจัย	วิธีดำเนินการ	ระยะเวลาดำเนินการ
<p><b>ขั้นตอนที่ 3</b> การประเมินหลักสูตร โดยผู้เชี่ยวชาญ</p>	<p>นำโครงร่างหลักสูตร และ เอกสารหลักสูตรที่สร้างให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประเมิน ความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบของหลักสูตร พร้อมหาคำแนะนำและข้อเสนอแนะ เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล แล้วทำการปรับปรุงโครงร่างหลักสูตร เอกสารประกอบหลักสูตรตามคำแนะนำ และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ</p>	<p>พฤศจิกายน 2547</p>
<p><b>ขั้นตอนที่ 4</b> การศึกษานำร่อง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ติดต่อประสานงานกับผู้อำนวยการและอาจารย์ที่เกี่ยวข้องของโรงเรียนที่จะขอทดลองใช้หลักสูตร</li> <li>- ศึกษานำร่อง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2</li> <li>- ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ข้อสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา</li> <li>- วิเคราะห์ข้อมูล</li> <li>- ปรับปรุง และ แก้ไขหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร</li> </ul>	<p>ธันวาคม 2547</p>

<p><b>ขั้นตอนที่ 5</b> การทดลองใช้หลักสูตร</p>	<p>ทดลองใช้หลักสูตร กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยดำเนินการทดลองดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ติดต่อประสานงานกับอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อขอความร่วมมือในการทดลองใช้หลักสูตรและเก็บข้อมูลวิจัย</li> <li>- อบรมและชี้แจงเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร และ เอกสารประกอบหลักสูตรกับครูผู้ร่วมวิจัย</li> <li>- เตรียมสถานที่ ห้องเรียนที่ใช้สำหรับการเรียนการสอน</li> <li>- เตรียมสื่อการเรียนการสอนที่ใช้สำหรับการทดลองใช้หลักสูตร</li> <li>- ดำเนินการสอนตามกำหนดการสอน</li> </ul>	<p>ธันวาคม 2547 – กุมภาพันธ์ 2548</p>
<p><b>ขั้นตอนที่ 5</b> การทดลองใช้หลักสูตร</p>	<p>ทดลองใช้หลักสูตร กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยดำเนินการทดลองดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ติดต่อประสานงานกับอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อขอความร่วมมือในการทดลองใช้หลักสูตรและเก็บข้อมูลวิจัย</li> <li>- อบรมและชี้แจงเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร และ เอกสารประกอบหลักสูตรกับครูผู้ร่วมวิจัย</li> <li>- เตรียมสถานที่ ห้องเรียนที่ใช้สำหรับการเรียนการสอน</li> <li>- เตรียมสื่อการเรียนการสอนที่ใช้สำหรับการทดลองใช้หลักสูตร</li> <li>- ดำเนินการสอนตามกำหนดการสอน</li> </ul>	<p>ธันวาคม 2547 – กุมภาพันธ์ 2548</p>
<p><b>ขั้นตอนที่ 6</b> การประเมินประสิทธิภาพ หลักสูตร</p>	<p>ประเมินผลการใช้หลักสูตรโดยพิจารณาจาก</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน</li> <li>2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา</li> <li>3. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ</li> <li>4. แบบบันทึกผลการสอนของผู้สอน</li> <li>5. แบบประเมินตนเองของนักเรียน</li> </ol>	<p>กุมภาพันธ์ – เมษายน 2548</p>
<p><b>ขั้นตอนที่ 7</b> การปรับปรุงหลักสูตร</p>	<p>ปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร แผนการจัดการเรียนรู้ และ สื่อการเรียนการสอน โดยใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากขั้นตอนการทดลองใช้หลักสูตรและการประเมินหลักสูตร</p>	<p>พฤษภาคม 2548</p>