

THE DEVELOPMENT OF A HIGH SCHOOL CHEMISTRY CURRICULUM BY  
USING THE INQUIRY CYCLE APPROACH INCORPORATING  
REAL – LIFE SITUATIONS

A DISSERTATION  
BY  
DAUNGORN PUPAKA

fulfilment of the Requirements  
for the Doctor of Education degree in Science Education  
at Srinakharinwirot University

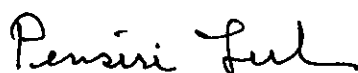
March 2005

Copyright 2005 by Srinakharinwirot University

The Dissertation Titled  
"The Development of High-school Chemistry Curriculum by Using Inquiry Cycle Approach  
Incorporating Real-life Situations"

by  
Daungporn Pupaka

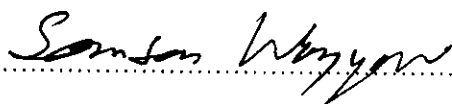
Has approved by The Graduate School as partial fulfillment of the requirements  
for the Doctor of Education degree in Science Education  
of Srinakharinwirot University.



.....Dean of Graduate School  
(Asst. Prof. Dr. Pensiri Jeradechakul)

28 February 2005

Oral Defense Committee



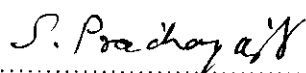
.....Chair  
(Assoc. Prof. Dr. Somson Wongyounoi)



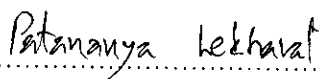
.....Co-advisor  
(Dr. Precharn Dechsri)



.....Co-advisor  
(Dr. Chinda Tambunchong)



.....Reader  
(Assoc. Prof. Dr. Supaluk Prachayasittikul)



.....Reader  
(Asst. Prof. Col. Dr. Patananya Lekhavat)

## Acknowledgements

This thesis has been successfully completed with the kindness and helpful of Assoc. Prof. Dr. Somsan Wongyounoi., Dr. Precharn Dechsri., and Dr. Chinda Tambunchong, of the Advisor Committee. They all sacrificed their time to give advice and make suggestions, as well as had the grace to correct mistakes and make improvements. I am truly grateful for their help and thank them profusely.

Very special thanks should be expressed to Dr. John Moore, my academic advisor in University of Wisconsin, USA for his advice and encouragement during the course of my doctoral study in abroad. Also, Thanks to Prof. Dr. Hewson, Peter W., Prof. Dr. Steward, and Prof. Treichel, Paul M. for their suggestions and validations of my assessment materials.

Thank you to Assoc. Prof. Dr. Prayong Pongtongjalearn, who gave his time to offer suggestions about the writing of the thesis paper. His kind and thoughtful support gave me the willpower to finish.

Thanks to Assoc. Prof. Dr. Supaluk Prachayasittikul and Asst. Prof. Col. Dr. Patananya Lekhavat who gave advice and suggestions to improve the research.

Thank you to Assoc. Prof. Dr. Vichai Wongyai, Dr. Anan Chankawee, Dr. Pramoun Siripankaew, Assoc. Prof. Dr. Chutima Wattanakrere, Assoc. Prof. Dr. Sunee Heammaprasit, and Dr. Sompratana Wongboonnuk, the qualified experts who examined the real-life chemistry curriculum and tools.

Thank you to the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), whose constant financial support of educational funds enabled me to undertake this study. They also inspired me by their lofty goals of improving and promoting science education, and encouraging educational institutions to develop local curriculum by emphasizing a variety of quality science teaching-learning strategies, especially the inquiry cycle approach.

Thank you to the teachers of high school in Chachoengsao province, especially Ratree Wattanaarpornchai, Arunee Mannark, Boonsuk Lippaiboonpon and Kangkai Chaisiri, who shared their knowledge and experience. Thank you to the other teachers of

high school and every other kind person who has not been mentioned; I will always be deeply grateful for their help.

Thanks to all the fellow students in the Mattayomsuksa 4 classes of high school in Chachoengsao province, who gave their support and help in this study.

Lastly, special words of thanks are due to my mother, Mrs. Boonsom Pupaka; aunt, Assoc. Prof. Chaweewan Kaewsaiha, Miss. Somboon Chintin; and uncle, Dr. Tongyoo Keawsaiha for their understanding, love, encouragement, emotional support, and their unwavering confidence in my ability to succeed.

Daungporn Pupaka

## TABLE OF CONTENTS

| Chapter                                  | Page |
|------------------------------------------|------|
| 1 INTRODUCTION                           |      |
| Needs for the study.....                 | 1    |
| Research objectives.....                 | 4    |
| Significance of the study.....           | 4    |
| Delimitations of the study.....          | 4    |
| Definitions of terms.....                | 5    |
| Research hypotheses.....                 | 6    |
| 2 REVIEW OF THE LITERATURE               |      |
| Curriculum development.....              | 9    |
| Learning theory.....                     | 19   |
| Inquiry.....                             | 22   |
| Science process skill.....               | 29   |
| Scientific mind.....                     | 31   |
| Curriculum evaluation.....               | 31   |
| Classroom assessment.....                | 33   |
| The Basic Education Curriculum 2001..... | 33   |
| Soil salinity.....                       | 34   |
| 3 METHODOLOGY                            |      |
| Procedures.....                          | 40   |
| Roles of persons of relevance.....       | 50   |
| Design.....                              | 52   |
| Samplings.....                           | 52   |
| Materials.....                           | 53   |
| Data analysis.....                       | 61   |

## TABLE OF CONTENTS (Continued)

| Chapter                                 | Page |
|-----------------------------------------|------|
| 4 RESULTS.....                          | 63   |
| 5 CONCLUSION AND DISCUSSION.....        | 81   |
| BIBLIOGRAPHY.....                       | 99   |
| APENDIX.....                            | 106  |
| THE SAMPLE OF ACTIVITIES (in Thai)..... | 181  |
| VITAE.....                              | 273  |

## LIST OF TABLES

| Table                                                                                                                                                                                       | Page |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 List of samples and periods of time in implementation step on topic of chemical solutions by using inquiry cycle incorporating real – life experiences.....                               | 68   |
| 2 Learning achievement score before and after the study of learning units (n = 112).....                                                                                                    | 69   |
| 3 The results of analysis learning achievement test before and after the study of learning units (n = 112) .....                                                                            | 69   |
| 4 Authentic assessments score of science laboratory skill section in learning activities of teacher that is observer. (n = 3).....                                                          | 70   |
| 5 Authentic assessment score of manipulative skills in learning activity of teachers that is observer (n = 3).....                                                                          | 71   |
| 6 Students' opinion score from questionnaires about chemistry curriculum by using inquiry cycle incorporating real – life situations after implementing this curriculum.....                | 72   |
| 7 Students' opinion score from questionnaires about chemistry curriculum by using inquiry cycle incorporating real – life situations after implementing this curriculum (n = 112).....      | 72   |
| 8 Teacher behavior score after implementing chemistry curriculum 3 schools by examining each sections of question (n = 3).....                                                              | 73   |
| 9 The result of assessment about styles of teachers' teaching behaviors after implement step (n=3).....                                                                                     | 74   |
| 10 Scores of learning assessment in scientific mind section of students after implementing chemistry curriculum by using inquiry cycle incorporating real-life situations (n = 35).....     | 75   |
| 11 Scores of learning assessment in scientific mind section of students after implementing chemistry curriculum by using inquiry cycle incorporating real – life situations. (n = 112)..... | 75   |

## LIST OF TABLES (Continued)

| Table                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Page |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 12 National Science Education Standard 3.2: Understanding the nature and changing situation of matter, matter solution, chemical reaction, skills in searching for knowledge procedures and possessing science consciousness, communicating acquired knowledge and application of knowledge experiences..... | 121  |
| 13 The content of learning Units in high – school chemistry curriculum by using inquiry cycle approach incorporating real – life situations.....                                                                                                                                                             | 137  |
| 14 Timeframe of learning Units in high – school chemistry curriculum by using inquiry cycle approach incorporating real – life situations.....                                                                                                                                                               | 138  |
| 15 Assessment for High School Science Curriculum in the Topic of Chemical Solutions Incorporating Real-Life learning Experience Intended for experts to evaluate curriculum.....                                                                                                                             | 141  |
| 16 Student' s behaviors about manipulative skill in teaching/learning activities by using inquiry cycle approach incorporating real-life situations.....                                                                                                                                                     | 162  |
| 17 Scoring scheme for observing manipulative skills.....                                                                                                                                                                                                                                                     | 164  |
| 18 Student ' opinions to assess their toward chemistry curriculum using inquiry cycle incorporation of real-life experiences.....                                                                                                                                                                            | 167  |
| 19 Teachers' opinions about classroom environment.....                                                                                                                                                                                                                                                       | 170  |
| 20 Teachers' opinions about management of Inquiry cycle approach in the classroom.....                                                                                                                                                                                                                       | 170  |
| 21 Teachers' opinions about general behavior of students.....                                                                                                                                                                                                                                                | 176  |
| 22 Topic of questionnaires about student scientific mind toward inquiry-based teaching and the incorporation of real-life experiences in the learning of chemistry student scientific mind toward inquiry-based teaching and the incorporation of real-life experiences in the learning of chemistry.....    | 178  |

## LIST OF FIGURES

| Table |                                                                                                                                     | Page |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | Relations among curriculum philosophy, curriculum theory, curriculum model, curriculum development, and curriculum design.....      | 12   |
| 2     | Macdonald's model of curriculum. Curriculum is seen as one of four interacting systems.....                                         | 15   |
| 3     | Johnson 's model of curriculum. Curriculum is the output of a curriculum development system.....                                    | 16   |
| 4     | Zais' model of curriculum The principal variables and their relationships that curriculum planners need to consider are shown ..... | 16   |
| 5     | The steps of methodology of developing high-school chemistry curriculum incorporating real-life Situations.....                     | 41   |

# CHAPTER 1

## INTRODUCTION

### Need for the study

In the modern era of globalization, where the political, economic, educational and environmental concerns of one nation assume international importance, the development of technology for the advancement of society through education becomes an imperative. In order to ensure the relevancy between changes in technology and the development of a country, the component of human quality comes to the fore (UNESCO. 1990: 3-4), as in Community Economy Development and Learning Community Economy Development (1997: 12). However, preeminent tool of development is Education. As foundation of the greatest importance, education guides human development toward the redemption of economic and social inequities, as well as establishing sustainable national security. Furthermore, the study of science has been identified as a fundamental subject in the service of humanity, for creating potentiality in thinking, and developing creative thought (Korpkeaw Aikup. 1996: 7). The National Research Council of the United States (1999: 11) emphasizes that "everyone needs to use scientific information to make choices that arise everyday. Everyone needs to be able to engage intelligently in public discourse and debates about important issues in science and technology. And everyone deserves to share in the excitement and personal fulfillment that can come from understanding and learning about the natural world" (National Research Council. 1996: 6).

Thailand is a developing country. The education of its citizens is one essential element of the national strategy to further economic, social and scientific development. Thus, science and technology education are an integral part of the national education policy. Thongchai Chewpreecha (2000: 80) stated that Thailand is in need of revision of science teaching-learning strategy. Greater effort needs to be directed towards developing a science curriculum to improve the overall quality of life, in accordance with the national science curriculum. In 1990, the Department of Curriculum and Instruction Development of the Thai Ministry of Education (MOE) implemented a new curriculum based on an analysis of limitations and weaknesses that had been identified in the 1978 national curriculum.

Ongoing monitoring, assessment, and research continued over the next ten years, and the MOE 2002 report based its findings on exhaustive program evaluations. The major limitations identified in the report are:

- 1) The formulation of a curriculum by central authorities neither reflects nor responds to the needs of schools and provincial society.
- 2) An analysis shows that curriculum development and learning outcome of mathematics, science, and technology fail to develop leaders in these fields. Therefore, teaching and learning procedures need to be improved in order to develop problem-solving skills, creativity, and attitudes appropriate to learning in mathematics, sciences, and technology.
- 3) The application of the curriculum fails to foster the foundations of critical thinking, to create learning procedures in the management of life skills, and to enable learners to effectively tackle rapid changes in social and economic areas.

Due to these limitations and weaknesses of the Thai educational system, the Thai Ministry of Education made further revisions and implemented a new curriculum, referred to as "The Basic Education Curriculum 2001". These new curriculums were thought to better meet and reflect the needs of educational institutions and provincial society, especially in the areas of foreign languages (specifically, English) mathematics, science, and technology. The new curriculum was also thought to better respond to the need to improve teaching and learning strategies, to promote skills and creativity, and to foster attitudes for life-long learning among Thai people (MOE. 2002: 1). The goals of the new Basic Education Curriculum, which is the national core curriculum, are to help students grow morally and intellectually, and apply knowledge in order to enhance the quality of life. These goals focus on enhancing the potential of learners, enabling them to lead happy lives according to national and international citizenship standards, developing learners' professional and/or vocational abilities, and increasing decision-making skills related to advanced education in line with learner competencies, interests, and experience (MOE. 2002: Preface). Moreover, the Thai Ministry of Education has designed flexibility into the curriculum: the development of local educational institutes' curriculum should be appropriate to local contexts, embodying local wisdom and relevant to local problems.

According to the guidelines and recommendations of the science curriculum of the Basic Education Curriculum 2001, a student-centered approach, which assists both

learners and teachers to construct their own knowledge and emphasizes a variety of quality science teaching-learning strategies (Nuntiya Boonkurb. 2000: 3), should be promoted. Furthermore, learners should develop an awareness of solving community problems, of local wisdom, and of desirable characteristics specifically related to science.

Following MOE guidelines and recommendations, the duty of educational institutes is the development of a local curriculum based on national standards, local wisdom (by surveying local wisdom in their own communities), and the selection of topics for developing their own curricula (MOE). These local wisdoms should be adapted to be agreeable with real-life situations (Nuntasan Seesalub. 1999: 5). Aekavit Natalang stated that real-life situation means local problem and community, faith for daily life, art, learning strategies, and educational transfer, occupation, politics, government, health care (Chulalongkorn University. 1998: 5) agriculture, environment, community management, and health maintenance (The National Culture Commission. 1999: 5).

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) sets the following goals to improve and promote science education, and to encourage educational institutions to develop local curriculum, by emphasizing a variety of quality science teaching-learning strategies, especially the inquiry cycle approach. Educators in Thailand and abroad view the inquiry cycle approach as the most important teaching-learning strategy to develop problem-solving ability, by training students to be competent in acquiring knowledge through investigation, where critical thinking and imagination meet the process skills of science (MOE: 1996; Pisarn Soydhurum. 2001: 34; Curriculum Corporation. 1996; Aikenhead; & Ryan. 1992; & Driel; et al. 2001).

These studies on inquiry cycle approach reveal that inquiries are important skills for the success of students' daily living, as learning by memorizing or a complete reliance on learning from books does not help students to recognize or solve real-life problems.

As it is important to develop high-school chemistry curriculum by using an the inquiry cycle approach incorporating real-life situations, and focusing on problem-solving processes that put an emphasis on higher-order thinking and the application of science process skills for developing quality of life in the future, it is equally important to develop an awareness in students of the societal and environmental problems in their local area. In Chachoengsao province of Thailand, a pilot study was done where local and informed

residents were interviewed about local wisdom and environmental problems in their everyday life. It was found that soil salinity is one of their main problems, and that the academic study of chemistry and soil science, especially chemical solutions, should be developed to help solving this problem. Therefore, soil salinity will be the main focus of the unit on chemical solutions in the inquiry cycle-approach of classroom activities.

### **Research objectives**

The research objectives of this study are:

1. To develop a high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations using the inquiry cycle approach,
2. To evaluate the learning outcome of the students who participate in the curriculum and the inquiry cycle approach in the high-school chemistry classes that incorporate real-life situations,
3. To investigate teachers' and students' opinions on the implementation of a high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations using the inquiry cycle approach.

### **Significance of the study**

This study will show the benefits of the development of high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach. It also represents a method for the assessment of the effects of using the high-school chemistry curriculum that has followed the Basic Education Curriculum 2001.

### **Delimitations of the study**

In this study, the following delimitations have been recognized:

#### **Resources**

1. Teachers involved in this curriculum are from Benchama Rat Ransarit school II, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school in Chachoengsao province.
2. There are 112 students involved, enrolled in additional science course, at Mathayomsuksa 4 high school level from Benchama Rat Ransarit school II, Datdaruni

school, and Puttirangsripiboon school in Chachoengsao province during the academic year 2003.

#### **Time**

High - school chemistry curriculum is taken for thirty-six hours, between November and January 2003 in the second semester of the academic year.

#### **Content for the development of curriculum**

Chemical solutions incorporating soil salinity, as real-life situations in Chachoengsao province, will be the focus in this development of curriculum.

#### **Definitions of terms**

1. Students' science learning outcome related to this research is composed of 3 components as follows:

1.1 Learning achievement component - This involves defining as the score that an individual student receives on the learning outcome test.

1.2 Science process skill component - This involves broadly transferable abilities, appropriate to many science disciplines, reflective of the behavior of scientists and investigative understanding of controlling variables, defining operationally, formulating hypotheses, and experimenting.

1.3 Scientific mind component - This involves human characteristic or habit that comes from educational processes using scientific process skill.

2. Inquiry cycle approach means a method of structuring a science lesson that is based upon inquiry learning theory, research-based best practices in science pedagogy, and cognitive psychology. It is a recursive cycle of distinctive cognitive stages of learning that include:

2.1 Engagement - The introduction to the lesson that motivates or hooks the students' interest in the learning to follow. It can be a demonstration, a discussion, a reading, or other activity used to tap into prior knowledge about the lesson that engages the students' curiosity.

2.2 Exploration - Activity that allows students to have experience with the concepts and ideas of the lesson. Students observe, question, and investigate the concepts to develop a fundamental awareness of the nature of the materials and ideas.

2.3 Explanation – Activity that encourages students to explain concepts and definitions in their own words. Students are asked to justify and clarify their ideas. Formal definitions, and explanations are provided.

2.4 Elaboration – Activity that allows students to apply their new definitions, explanations, and skills in new, but similar situations. It often involves experimental inquiry, investigative projects, problem-solving, and decision-making.

2.5 Evaluation – Activity that assesses both learning and teaching by using a wide variety of informal and formal assessment strategies. Teachers frequently observe students as they apply new concepts and skills to assess students' knowledge and/or skills, looking for evidence that the students have changed their thinking or behaviors.

3. 'Real-life situations' means students experiences that concern problems of soil salinity in Chachoengsao province as the topic of study and activity management, or examples for the development of high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach.

4. 'High school chemistry curriculum' means chemistry curriculum at the high school level incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach.

5. 'Science learning units' means learning units consisting of content, scientific concept, and processes presented in both the basic learning unit and additional learning units that students must study.

6. 'Additional science learning' units means learning units for students that educational institutions must create to form a new learning unit, or a variety of intensive courses for students to choose to satisfy their inclination, interest, needs and individual differences.

7. 'Opinions on curriculum' means teachers' and students' opinions about the implementation of the high school chemistry curriculum incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach.

## Research Hypotheses

1. Students' learning achievement score after the study of learning units incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach is higher than before the study.

2. Students' manipulative skill score after the study of learning units incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach is higher than before the study.

3. Students' opinions about the inquiry cycle approach for high school chemistry curriculum incorporating real-life situations have a score above a certain level.

4. Teachers' opinions about the inquiry cycle approach for high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations have a score above certain level.

5. Students' scientific mind component after the study of learning units incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach has a score above certain level.

## CHAPTER 2

### REVIEW LITERATURE

#### Introduction

In this study for developing high school chemistry curriculum incorporating real-life learning experiences by using the inquiry cycle approach; concepts, theories, and related research work that have bearing on this research were reviewed. There are 9 important issues as follows:

1. Curriculum development
2. Learning theory
3. Inquiry
4. Science process skill
5. Scientific mind
6. Curriculum evaluation
7. Classroom assessment
8. The Basic Education Curriculum 2001
9. Soil salinity

## 1. Curriculum development

To develop an effective high school chemistry curriculum incorporating real-life situations, it is important to first explore some of the fundamental issues in curriculum development: the nature of curriculum, definitions of curriculum, types of curriculum, curriculum perspectives and theories, frameworks for curriculum planning, major modes of curriculum design, and criteria for selecting curriculum content.

### 1.1 Nature of curriculum

The term "curriculum" has been used in a variety of ways in education. Almost every curriculum specialist admits that defining "curriculum" is not a simple matter. Goodlad, Klein, and Tye (1979: 42) and McNeil (1996: 6-7) introduce five different domains of curriculum to illustrate the complexity of the study and the problem of obtaining any one single, suitable definition of curriculum. These five domains are: ideal curriculum, formal curriculum, perceived curriculum, operational curriculum, and experiential curriculum. According to McNeil, these curricula operate at the levels of curriculum rhetoric, official proclamations, and curriculum practice. It is the formal curriculum operating at the level of official proclamation that the current study examines.

### 1.2 Definitions of curriculum

One of the first challenges a researcher in the field of curriculum confronts is the fact that the very concept of curriculum has been defined in many different ways. The literature seems to place great importance on the exact wording used to define the curriculum. Initially, one might think that such specificity is unnecessary, given the myriad concerns curriculum planners must address. For example, is it really so crucial to distinguish whether programs are "experienced" or "intended"? In fact, there is good reason for such detailed definitions; it is the definition of the task that serves to define the scope of curricular responsibilities. Additionally, programs are defined by the work to be done.

Traditionally, curriculum was perceived as information passed from one generation to another in the form of organized knowledge. Under such a definition,

curriculum is comprised of essential subjects or the mastery of a collection of books. Later, during the massive social changes of the early twentieth century, the definition of curriculum broadened concurrently alongside the expansion of public education to the general population, no longer being the exclusive domain of the elite. Frustration in delivering such a curriculum caused planners to define it as an intention, rather than a subject. The four common definitions of curriculum by well-known curriculum leaders from each group are presented below.

#### 1.2.1 Curriculum as subject matter

The curriculum should consist of permanent studies: the rules of grammar; reading, rhetoric, and logic; mathematics; and, at the secondary level, the greatest books of the Western world (Hutchins. 1968: 64).

The curriculum must consist essentially of disciplined study in five areas: command of the mother tongue; systematic study of grammar, literature, and writing; the science of history; and foreign languages (Bestor. 1955: 5).

The Curriculum should consist entirely of knowledge that comes from the disciplines (Phenix. 1964: 74).

The curriculum is a written document (Beauchamp. 1968: 16).

#### 1.2.2 Curriculum as a plan

The curriculum is a planned program of learning opportunities to achieve broad educational goals and related objectives (Alexander. 1981: 6).

The curriculum is all of the learning of students that is planned and directed by the school to attain its educational goals (Tyler.1969: 14-15).

The curriculum is a set of planned and guided learning experiences for the learners' continuous and willful growth (Tanner. D&L 1970: 53).

The curriculum is a plan for learning (Taba. 1962: 19).

The curriculum is a plan for what is to be taught, and is composed of what, to whom, when, and how it is to be taught (McNeil. 1996: 49).

#### 1.2.3 Curriculum as an experience

The curriculum is a collection of those experiences set up by the school for the purpose of disciplining students and youth toward group ways of thinking and acting (B.O. Smith; et al. 1950: 5).

The curriculum is generally considered to be all of the experiences that learners have under the auspices of the school (Doll. R. 1978: 9).

The curriculum is the life and program of the school. (Rugg. 1969: 53)

The curriculum is a goal or set of values that is activated through a development process and culminates in classroom experiences for students (Wiles. 1981: 11).

#### 1.2.4 Curriculum as an outcome

The curriculum is a structured set of learning outcomes for which the school is responsible (Popham. 1969: 16).

The curriculum is a structured set of learning outcomes (objectives) resulting from instruction (Howell. 2000: 19).

The curriculum is concerned not with what students will do in the learning situation, but with what they will learn as a consequence of what they do.

The curriculum is concerned with results (Jacquelyn. 1996: 8).

The curriculum is all of the experiences that individual learners have in a program of education whose purpose is to achieve broad goals and related specific objectives (Hass. 2000: 12-13).

### 1.3 Curriculum perspectives and theories

Before studying curriculum perspectives and theories, it is helpful to understand the nature and relations of several commonly used terms, such as curriculum philosophy, curriculum theory, curriculum model, curriculum development, and curriculum design.

Generally speaking, curriculum philosophy provides a framework for settling broad educational issues as well as making precise classroom decisions. The events of curriculum development and their relationships are then described and directed by curriculum theories. Curriculum theory is usually drawn from philosophical orientations.

In theory construction, it is also a concise representation of the theory. Curriculum design focuses on the principles for arranging elements of curriculum, such as purpose, content or experience, organization, and evaluation; while curriculum development includes curriculum design, as well as its context and the means for its actualization. The relations among these terms are shown in Figure 1.

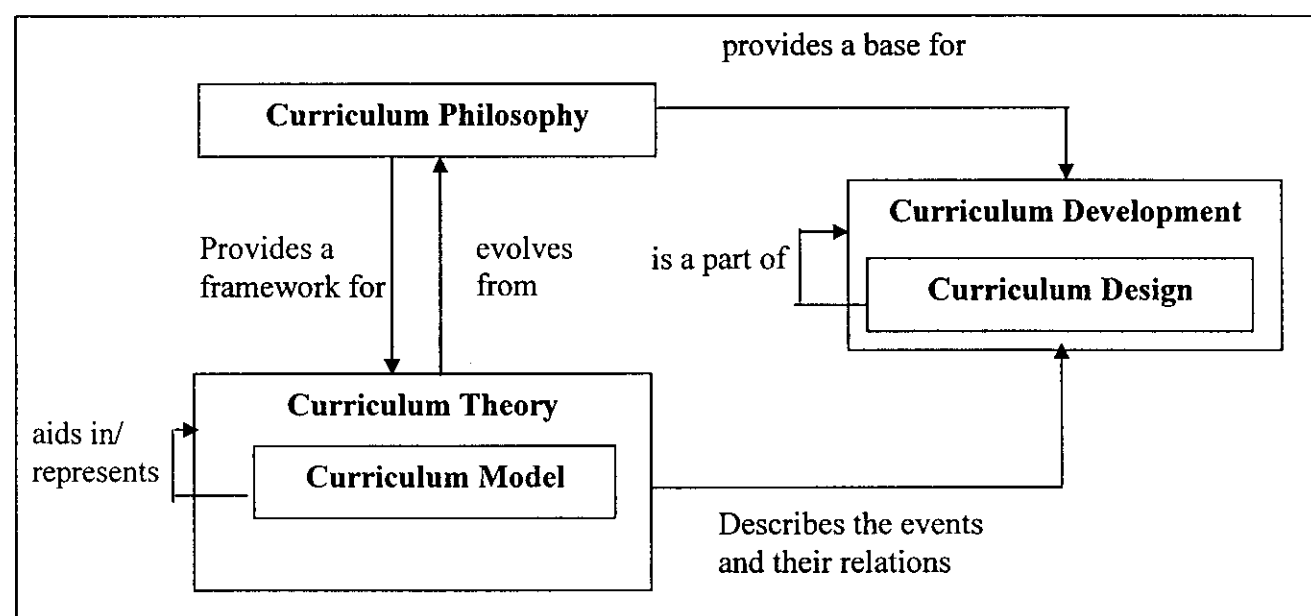


Figure 1. Relations among curriculum philosophy, curriculum theory, curriculum model, curriculum development, and curriculum design.

#### 1.4 Curriculum theory

Because a certain amount of obscurity surrounds the concept of curriculum, its definition is especially important. Some educators use the term to refer to something as specific as the curriculum guide for a particular school.

The publication, in 1918, of Bobbitt's "The Curriculum" is felt by some to have started curriculum as a field of professional specialization in its own right and, not simply, as it had been considered earlier, an offshoot of general educational considerations (Bobbitt. 1941: 14).

Ralph W. Tyler later helped Bobbitt's idea become more popular when he clarified and amplified the scientific view of curriculum that Bobbitt originated by putting it into four broad categories (Tyler, 1950: 17).

What educational purposes should the school seek to attain?

What educational experiences can be provided that are likely to attain these purposes?

How can these educational experiences be effectively organized?

How can we determine whether these purposes are being attained? (Tyler, 1950 : 22).

The Tyler model is considered by some to be the model most closely associated with the scientific view of curriculum. However, other models were also developed, possibly in an attempt to improve on the Tyler model. One example is that developed by Hilda Taba. The Taba model consists of six steps:

Diagnosis of needs

Formulation of objectives

Selection of contents

Organization of contents

Selection of learning experiences

Organization of learning experiences

Goodlad's model uses only three main elements and is more value oriented (Goodlad, J.I.; Klein, M.F.; & Tye, K.A.1979: 36):

Values

Educational aims

Contents

The development of the cognitive process approach to curriculum is primarily concerned with the refinement of intellectual operations and has minimal concern for curriculum content. The major focus seems to be on the how of education, rather than on the what. The cognitive process approach views the learner as an interactive and adaptive element in a system, which, if given the appropriate intellectual tools, could grow almost

indefinitely. This approach illustrates the way in which assumptions about how people learn influence the development of educational programs.

The curriculum as technology approach focuses on processes: the "how," rather than the "what," of education. It differs from the cognitive process approach in that it is concerned not with the processes of knowing or learning, but with the technology by which knowledge is communicated and learning is facilitated, making little or no reference to content. The focus is more on the most efficient way of presenting the material to the learner.

### **1.5 Curriculum theory and the curriculum model**

In this section, the characteristics of curriculum theory are examined. A theory provides a foundation for action and a direction for an individual to think along particular lines. Theories are defined to deal with sets of phenomena and the relationships among them. According to Schubert (1986: 75), theory faces "what is and what ought to be" in curriculum. Theory can also be used to reflect the language used in curriculum and to clarify its meaning.

As summarized by Manen (1992: 56), theories have four functions: description, prediction, explanation, and guidance. McNeil (1996: 4) noted that curriculum theory parallels the major curriculum orientations. Being drawn from different philosophical orientations, theories may appear in various forms. As Kliebard (1996: 35) emphasized in curriculum planning, theories are used to explain things to be observed. However, because people observe the world through various philosophical lenses, theories are value-oriented.

Curriculum models are used to aid in theory building by representing phenomena and their relationships. Zais (1976: 16) notes that there are four types of models;

- The physical or working models;
- The conceptual or verbal models;
- The mathematical models;
- The graphical representation.

Theoretical curriculum models are generally limited to the conceptual or graphical types. From the humanistic orientation, there are concept models of feminist theory, which raise the consciousness concerning the role of emotions, compassion, and human relationships in knowing; and those of phenomenological theory, used by teachers in understanding their relations with children (McNeil. 1996: 128). With regard to graphic models, there are three instances indicated by MacDonald, Leeper (1995: 14), Johnson (1967: 245), and Zais (1976: 45). Macdonald's model saw schooling as one of four interacting systems: curriculum, teaching, instruction, and learning (see Figure 2). In Johnson's model, curriculum is shown as the output of the process of curriculum development (see Figure 3). Zais's model is a portrayal of components of curriculum and the principal forces that affect its substance and design (see Figure 4).

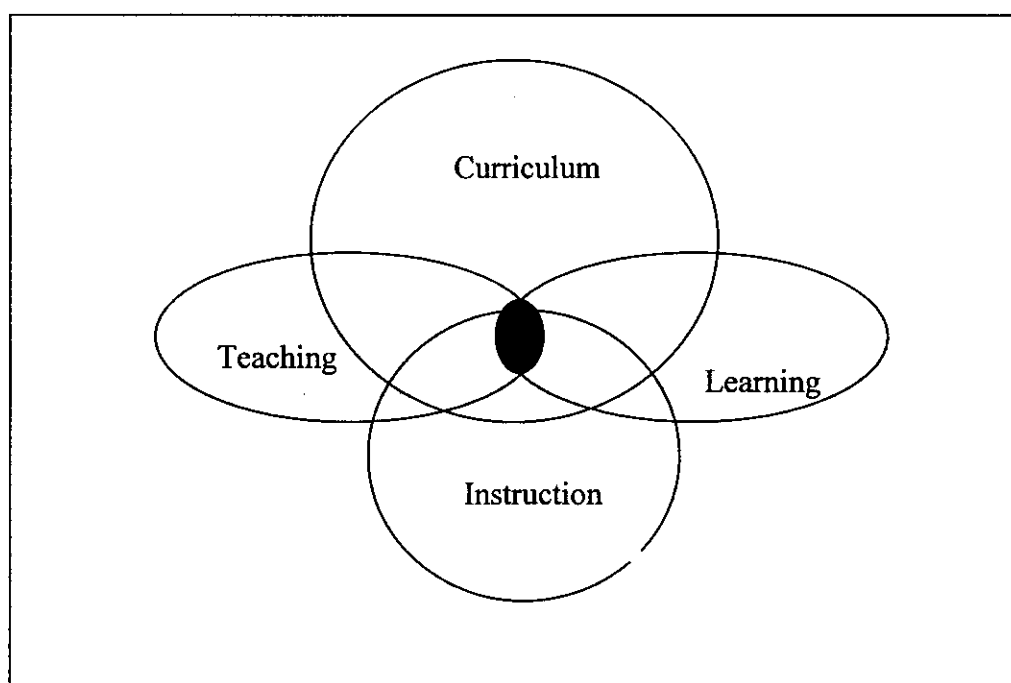


Figure 2. Macdonald's model of curriculum. Curriculum is seen as one of four interacting systems

(Macdonald. 1995: 76).

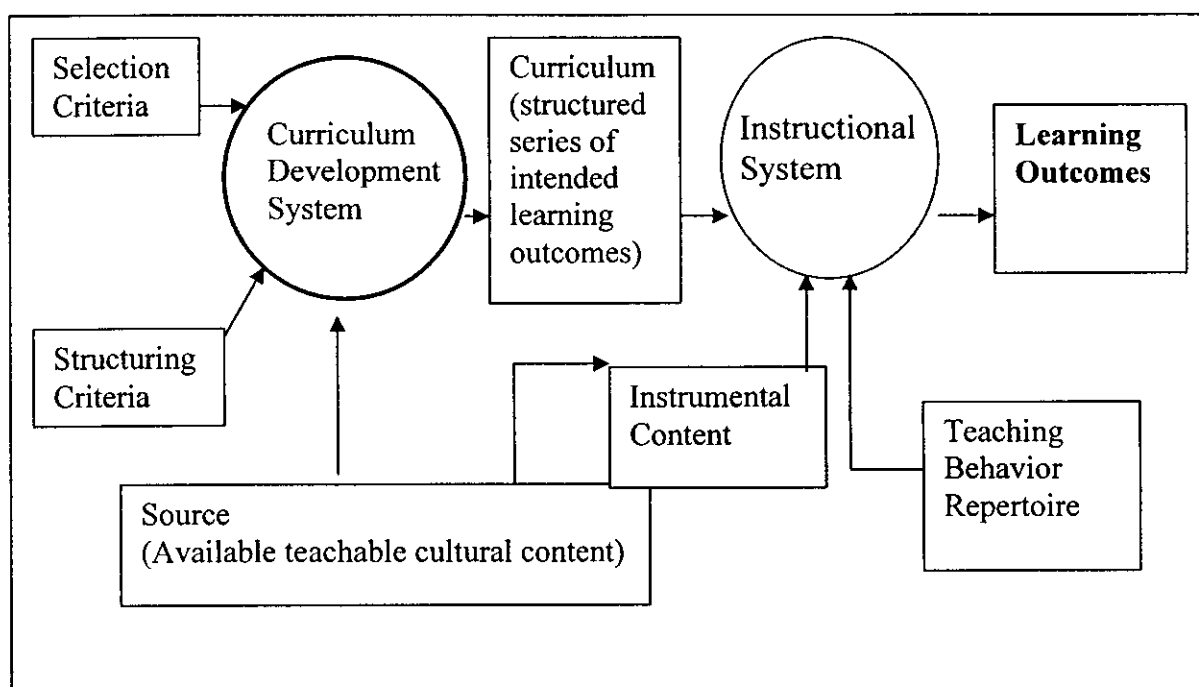


Figure 3. Johnson's model of curriculum. Curriculum is the output of a curriculum-development system

(Johnson, 1967:15)

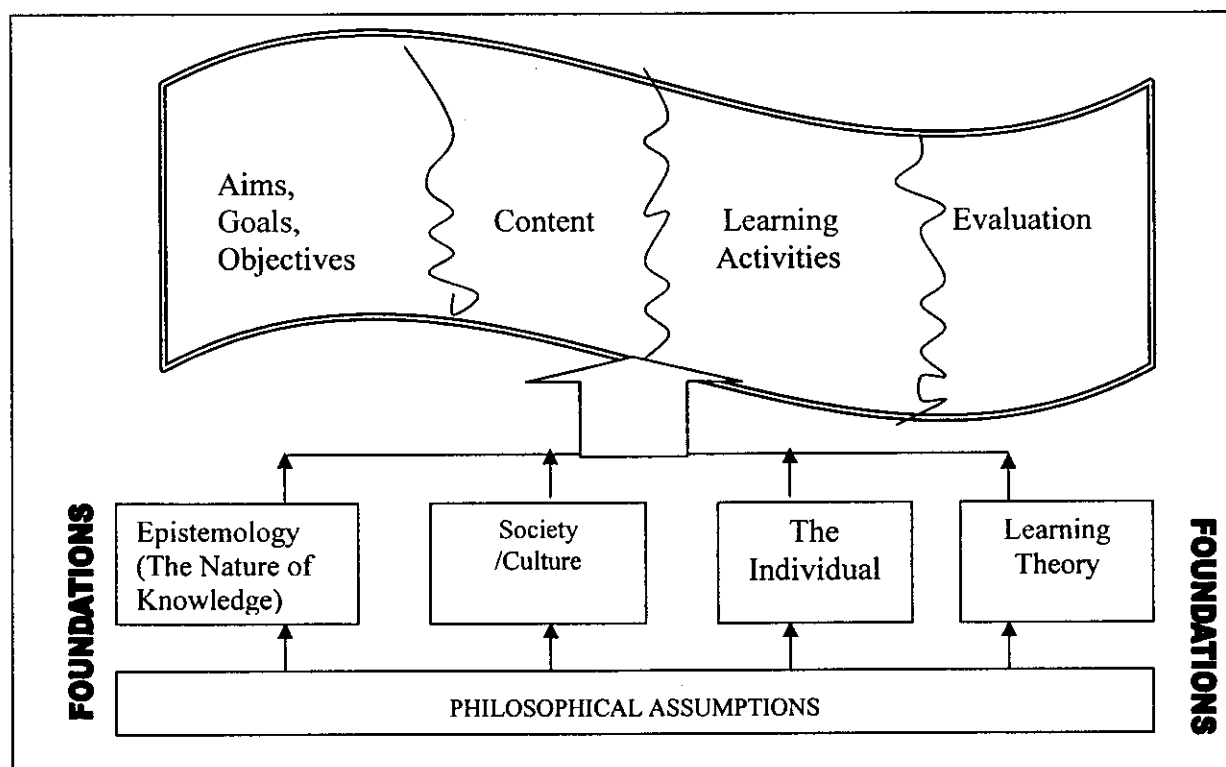


Figure 4. Zais' model of curriculum. The principal variables and their relationships that curriculum planners need to consider are shown.

(Zais, 1976: 19).

### Application

From concepts, theories and models reviewed, high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach was developed in this study through the following phases:

#### Phase 1 Curriculum Design

- 1.1 Review of basic information for developing a chemistry curriculum
- 1.2 Drafting the structure of real-life high school chemistry curriculum
- 1.3 Evaluation of the high school chemistry curriculum
- 1.4 Revision of the first draft of the high school chemistry curriculum
- 1.5 Pilot study of the chemistry curriculum
- 1.6 Revision of the final draft of the chemistry curriculum

#### Phase 2 The Implementation of The Curriculum Step

- 2.1 Preparing a small-scale implementation of the high school chemistry curriculum.
- 2.2 Completing the high school chemistry curriculum.

### Related literatures

Pranit Supawasitti (1995: 5) studied the effectiveness of curriculum on the learning of law for 50 local community leaders of Chiangmai Province. It was found that the resulting knowledge about laws of the experimental group, studied through the curriculum developed by the researcher, was significantly higher than that of the comparison group. Regarding the application of the knowledge gained to real-life situations, the data showed that the experimental group was better able to apply their knowledge of law than the comparison group.

In a study of curriculum development in educational institutions, Wichai Kongpetch (1992: 3) looked at the development of the curriculum for vocational teachers in secondary schools under the Department of General Education, in Bangkok, Thailand. The results of the study showed that a high percentage of vocational teachers needed more academic skills, and, furthermore, indicated that the Department of General Education should be responsible for the program. Suree Suttisakdi (1996: 2) studied the local

curriculum on THAI 031 (T031) Subject: Folk Tales for Junior High School Students in Nakornsrihammarat Province. The summaries of the research were as follows: 1) during the preparation phase, the researcher studied the teaching models and selected two, teacher-centered and student-centered; 2) curriculum materials were developed in stages.

Oswald (1996: 45) pointed out in "Chemistry curriculum modulation: an investigation of text, teacher and learner interactions in a classroom milieu" that the purpose of the study was to gain experience, document, and analyze the transformation of a chemistry curriculum through the phases of the intended curriculum, its enactment, and subsequent learning. Subdivisions of the research question investigated: the development of the intended curriculum by the teacher; the affect of his or her knowledge, beliefs, and values upon implementation; characteristics of the classroom culture created by associations of teacher, students, and curriculum; and student learning in five science objectives.

Analysis of the curriculum enactment supported the conclusion that the teacher served as the instructional leader in an activating, rather than controlling, role. The text provided a framework for instruction, based upon its content, sequence, format, and science emphasis.

Chinhyu (1996: 82) conducted a study titled, "Development of demonstration-enhanced courses throughout the chemistry curriculum and a comparative study of student response." A set of demonstration materials was designed to teach chemistry concepts in the lecture setting. All existing demonstrations were examined and categorized as being ready for overhead projection, adaptable for overhead projection, or unsuitable for use on the overhead. New overhead projection demonstrations were developed, along with new devices and methods to adapt standard experiments and bench-top demonstrations to overhead projection. All demonstrations were tested and organized according to concepts covered in the typical general chemistry curriculum. Results of the surveys indicated that, in general, students found demonstrations interesting. In most cases, they also found them to be informative, as long as the demonstrations were clearly connected to a single concept.

In their study, "The development and implementation of two industrial chemistry case studies for the Israeli high school chemistry curriculum," Kensner, Ben-Zvil & Hofstein

(1997: 45) discussed the development and implementation of two case studies based on local chemical industries for the Israeli high school chemistry curriculum.

Premchit Bunsai (1998: 23) conducted the study, "A development of high school biology curriculum on basic biotechnology utilizing waste-based laboratories." This study is a basic research and development (R&D) type attempting to develop a high school biology curriculum modeled on basic biotechnology by utilizing waste-based laboratories.

The research was accomplished by applying the six stages of the curriculum development process: a) surveying of basic information, b) developing of an initial draft, c) pre-trial, d) revision of the initial draft, e) try-out of the draft, and f) post-trial improvement. Following the stated stages, twenty laboratories from five sub-areas of basic biotechnology were developed: the developed curriculum was introduced for intensive comments in a science teacher's seminar, and was also used in a classroom laboratory situation for one full semester by ninety MS. VI students of the Prachinrasadom-amroong. These students exhibited positive improvement on all three measures: cognitive outcome (memory, comprehension, application, and science process skills), affective outcome (scientific attitude, general characteristics, career development-based characteristics, social development-based characteristics, and health-based characteristics) and psycho-motor outcome (experimentation skills). In comparison with the control group exposed to the IPST's traditional curriculum, the experimental group attained higher scores on all the measures.

## **2. Learning theories**

There are five diverse, contemporary theories of learning. These theories are generally referred to as: a) traditionalism, b) behaviorism, c) neobehaviorism, d) cognitivism, and e) humanism (Belkin and Gray. 1977: 216).

### **2.1 Traditionalism**

Traditionalism represents a collection of principles and assumptions about learning that have been passed down through the years. Traditional theory assumes that the learner is endowed with natural tendencies to relate actively to the environment.

Unfortunately, with the advancement of civilization, these natural tendencies are often undesirable responses. These behaviors must be curbed and replaced with behaviors that are desirable in today's society.

## **2.2 Behaviorism**

The second and third theories, behaviorism and neobehaviorism, are both part of the behavioristic family of learning theories. Associationistic, conditioning, behavioral, and stimulus-response learning theories are usually labelled as S-R theories. The underlying assumption of these theories is that one's behavior results from one's experience or situational condition (Belkin and Gray. 1977: 218).

## **2.3 Neobehaviorism**

Neobehaviorism distinguishes between performance, learning conditions, and outcomes. In addition, provisions are made for learning processes as intervening variables between learning conditions and outcomes. Furthermore, reinforcement is the only situational condition in behaviorism, but in neobehaviorism, it is merely one of the situational conditions. Situational conditions prior to the response are always important in neobehaviorism, but are only sometimes important in behaviorism (Belkin and Gray. 1977: 218-219).

In neobehaviorism, the primary condition for the acquisition of new behavior, and, subsequently, learning, is reinforced practice of stimulus-response associations. Reinforcement is required, because effective performance increases learning. In addition, overlearning of the associations is important in minimizing forgetting, which may occur through the interference of similar stimuli and responses in the environment.

## **2.4 Cognitivism**

Cognitivism is sometimes referred to as cognitive-field or gestalt theory. Originally, cognitive theory was concerned with perception and thinking. Lately, situational conditions, as well as the relationship between thinking and observable performance, have been incorporated into the theory (Belkin and Gray. 1977: 222).

As the word, "cognitive," means "to know," cognitivism is concerned with the way an individual comes to know something. Thus, learning is examined in terms of thought processes.

## 2.5 Humanism

Humanism represents several viewpoints, including dynamic psychology, phenomenology, existentialism, and perceptualism. In this theory, the learner is conceived of as having a built-in mechanism to foster his/her own development through experiences. Mechanisms not apparent at birth will naturally unfold through the course of development (Belkin and Gray. 1977: 224).

The essence of the humanistic theory is that the learner is in the best position to understand his/her own needs and how to meet them. This means that the learner chooses his/her own situational conditions, rather than having them imposed upon him/her by others.

## Application

The aforementioned learning theories can be summarized as being contributive to the development of individual by increasing their learning-effectiveness, thus leading to success.

Having reviewed the concepts and theories of curriculum and learning, these were applied in this research through the development of a high school science curriculum on the topic of chemical solutions incorporating real-life learning experiences. The theoretical foundation of this curriculum is the learning theory of behaviorism. The underlying assumption of this theory is that one's behavior results from one's experience or situation condition (Belkin and Gray. 1977: 218).

## Related literature

Kathryn (1998: 3-4) wrote the study, "Semantic construction of relationships in curriculum of algebra II and chemistry related to behaviorism". The curriculum integration between algebra II and chemistry was investigated within a unit on gas laws. High school students, enrolled in both algebra II and chemistry, and their teachers participated in the qualitative study. Data were analyzed using a scheme developed from the findings of

Lemke and Lampert (1993:14). Importance in the study was linguistic register findings, integration barriers and perceptions held by students. The study examined three areas of analyses of linguistic registers including cognitive (personal and within each course), interactive (personal and between courses) and negotiative (interactive between students) as questions of how students constructed meaning using their registers were explored. Activities were constructed that identified areas of problem solving approaches, perceptions of course applications, possibilities of and barriers to course integration, linguistic register findings, and student perceptions of curriculum.

### 3. Inquiry

The American Association for the Advancement of Science (AAAS. 1993: 48) and the National Research Council (NRC. 1996: 25) have identified the content and performance standards necessary for the United States to develop a scientifically literate society and continue its international standing in science. Both organizations have recommended that inquiry needs to be a fundamental component of an up-to-date science curriculum (Etheredge and Rudnitsky. 2003: 6) and a central strategy for teaching science (Llewellyn. 2002: 9). Moreover, inquiry has been identified as the preferred method of instruction within the teaching and professional development sections of *the National Science Education Standards (NSES)* (NRC. 1996: 71). As pointed out in *the National Science Education Standards* (National Research Council. 1996: 8), students who use inquiry to learn science engage in many of the same activities and thinking processes as scientists seeking to expand human knowledge of the natural world. Yet, the activities and thinking processes used by these scientists are not always known explicitly by the educator seeking to introduce inquiry into the classroom (National Research Council. 1996: 1).

It was found that an inquiry approach is beneficial and that even young children can learn through inquiry. Many of the most innovative science curriculum projects developed over the past 30 years have embraced an inquiry approach.

### 3.1 What is inquiry?

Scientific inquiry is more complex than the traditional notion of it (Etheredge and Rudnitsky. 2003: 35; AAAS. 1993: 4). More than a systematic method of making observations and organizing them, scientific inquiry is a subtle, flexible, and demanding process, states the *Benchmarks for Science Literacy* (AAAS. 1993: 25; Llewellyn. 2002: 11).

From a science perspective, inquiry oriented instruction engages students in the investigative nature of science, says David L. Haury in his article, *Teaching Science through Inquiry* (1993: 5-6). Haury cites Alfred Novak's definition: Inquiry is the set of behaviors involved in the struggle of human beings for reasonable explanations of phenomena about which they are curious." In other words, inquiry involves activities and skills that focus on the active search for knowledge or understanding to satisfy a curiosity, says Haury.

#### 3.1.1 Inquiry is on a continuum

In practice, inquiry often occurs on a continuum. On one end of the continuum of inquiry might be the use of highly structured hands-on activities and "cookbook" experiments; in the middle might be guided inquiry or the use of science kits; and, at the farthest end, students might be generating their own questions and investigations. A teacher's goal should be to strive for the farthest end of the continuum, where students are involved in full inquiry. There are times when the teacher will find it necessary to employ lower-level inquiry strategies to meet specific goals. However, the instructor should not assume that a structured, hands-on activity would necessarily have all of the elements of inquiry.

When choosing from the continuum, teachers will need to consider a number of variables, such as their own teaching skills; student readiness, maturity, and ability; and pedagogical goals. Occasionally, the teacher will move back and forth on the inquiry continuum to meet certain goals and circumstances. Berk Moss, science curriculum coordinator for the Beaverton School District in Oregon, provides an example of how a teacher's progression toward full inquiry might proceed:

- Activities focus on textbooks, library reports, and worksheets;

- Demonstrations are done for students;
- Students conduct "cookbook experiments" (student replications, not discoveries);
- Students do laboratory activities that lead to student discoveries;
- Students answer questions generated by the teacher from open-ended laboratory activities;
- Students answer questions of their own from open-ended laboratory activities. Each step represents significantly more risk taken by the teacher and increasingly complex classroom management. It is quite reasonable to supply some of the inquiry steps to students so that they can focus their learning on other steps, for example, by supplying the question and ask them to devise the investigation or give data and ask them to analyze and test a given hypothesis. The complexity of these activities will vary with student age and experience, but there are entrances for every child. Students can do investigations requiring data collection that do not require complex laboratory preparation by the teacher. All inquiry experiences do not need to involve a mop and apology to the custodian. Students engaged in full inquiry are doing the following:

- Learning in a rich environment,
- Thinking of a question, and shaping it into something they can
- Investigate,
- Hypothesize,
- Plan an investigation,
- Collect data,
- Analyze those data,
- Form a conclusion,
- Communicate their findings,
- Inquiry is "just good teaching". (Moss, 1999: 9-13)

Research has identified effective teaching strategies, many of which are core elements of inquiry. In the book *Effective Teaching: Current Research* (Waxman & Walberg. 1991: 4), Kenneth Tobin and Barry Fraser identify teaching strategies that are used by exemplary mathematics and science teachers. According to research, exemplary

teachers ensure that activities are set up to allow students to be physically and mentally involved in the academic subjects. Activities are based on the use of materials to investigate questions and solve problems. Teachers use verbal interaction to monitor student understanding of the content, and facilitate peer interactions by setting up small group discussions.

At all levels, teachers are effective in a range of verbal strategies, which include asking questions to stimulate thinking; probing student responses for clarification and elaboration; and providing explanations to students, say Tobin and Fraser. (1998, 11) The most successful teachers have deep content knowledge of the subject areas they teach, as well as the relevant pedagogical theories and strategies. They use skillful questioning to focus student engagement and to probe for misunderstandings. They provide clear and appropriate explanations. They use concrete examples and analogies, relevant to students' experiences, to illustrate abstract concepts and facilitate understanding. They anticipate areas of content that are likely to give students trouble, and they conclude lessons by highlighting the main points (Tobin & Fraser. 1991: 7).

### 3.1.2 Inquiry is an approach to learning

Inquiry is an approach to learning that involves a process of exploring the natural or material world, and that leads to asking questions, making discoveries, and rigorously testing those discoveries in the search for new understanding. Inquiry, as it relates to science education, should mirror as closely as possible the enterprise of doing real science.

The inquiry process is driven by one's own curiosity, wonder, interest, or passion to understand an observation or solve a problem. The process begins when the learner notices something that intrigues, surprises, or stimulates a question - something that is new, or something that may not make sense in relationship to the learner's previous experience or current understanding. The next step is to take action through continued observing, raising questions, making predictions, testing hypotheses, and creating theories and conceptual models.

The learner must find his or her own pathway through this process. It is rarely a linear progression, but rather more of a back-and-forth, or recursive, series of events.

Good science education requires both learning scientific concepts and developing the skills of scientific thinking. Effective classrooms rely on many different ways of teaching science. Inquiry learning has proven to be a powerful tool in learning science, and in keeping wonder and curiosity alive in the classroom.

### 3.2 The process skills of inquiry (BSCS: 1970: 5)

#### - Teaching using the 5E's

The 5E's Learning Cycle is a method of structuring a science lesson that is based upon inquiry learning theory, research-based, best practices in science pedagogy and cognitive psychology. Moreover, the 5E's Learning Cycle is one of the most familiar and effective models for science instruction. It was originally proposed in the early 1960s by Atkin and Karplus (1962: 6). The model was later used as the instructional basis for the science curriculum by Lawson, Abraham, and Renman (1989: 12-13); Beisenhez and Dantonio (1996: 25-26); Marek and Cavallo (1997: 4); Bybee (1997: 31); Abraham (1997: 37); and Colblurn and Clough (1997: 92) (Llewellyn. 2002: 9).

Initially, the Learning Cycle was proposed as a 3-phase model (Exploration, Concept Development, and Application). In another model, however, Martin, Sexton, and Gerlovich (1999: 85-86) suggested 4 Es (Exploration, Explanation, Expansion, and Evaluation). With the recent emphasis on constructivism and assessing prior knowledge, the Engagement phase has been added, making the 5E's Learning Cycle model:

Engagement  
Exploration  
Explanation  
Elaboration or Extension  
Evaluation

The first stage is the "engagement." This is the introduction to the lesson that motivates or hooks the students' interest in the learning to follow. It can be a demonstration,

a discussion, a reading, or some other activity used to tap into the students' prior knowledge about the lesson and engage their curiosity. It is used to uncover what students know and think about the concept or topic.

This is followed with an "exploration" activity that allows the students to experience the concepts and ideas of the lesson. Students are encouraged to work together without direct instruction from the teacher. They observe, question, and investigate the concepts to develop fundamental awareness of the nature of the materials and ideas.

The "explanation" stage encourages students to explain concepts and definitions in their own words. Students are asked to justify and clarify their ideas. Formal definitions, explanations, and labels are provided. This is done through such activities as discussions, chalk talks, and films, etc. and can be didactic in nature.

The "extension" stage allows students to apply their new labels, definitions, explanations, and skills in new, but similar situations. It often involves experimental inquiry, investigative projects, problem solving and decision-making. Laboratory work is common. Students frequently develop and complete their own well-designed investigations.

The "evaluation" stage assesses both learning and teaching and can use a wide variety of informal and formal assessment strategies. Teachers frequently observe students as they apply new concepts and skills to assess students' knowledge and/or skills, looking for evidence that the students have changed their thinking or behaviors. The opportunity to allow students to assess their own learning and group-process skills are often provided.

Even though the 5E's are described in a linear order, there are times when it is appropriate to loop back into the cycle before going forward. For example, several explore/explain loops may need to occur before students have the full ability to move forward into an extended session. It may be that, during the extended stage, the teacher may find students who need to revisit an engagement activity. Evaluation is an ongoing process and is not generally left for the end activity. It is helpful to think of the 5E's Learning cycle as recursive and looping back on itself. It is also possible for a single E activity to have the other E's embedded within it. For example, an extended session may well begin with engagement, followed by brief exploration/explanation, and be embedded with

informal evaluations along the way. The idea of the 5E's cycle being somewhat like a fractal, with mini 5E's building upon one another to create a 5E's lesson, is an appropriate analogy.

### **Application**

From concepts, theories, and model reviewed, this research developed a high school chemistry curriculum incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach. The National Science Education Standards (NSES) posits that "teaching science as inquiry provides teachers with the opportunity to develop student abilities and to enrich student understanding of science" (National Research Council. 1996: 6). Further, it also states that " Science teaching must involve students in inquiry oriented investigations in which they interact with their teachers and peers."

### **Related literature**

Driel; et al. (2001: 7) has recommended that one of the aims of science education is "to focus on inquiry as a central element of the curriculum, to promote students to actively develop their understanding of scientific concepts, along with reasoning and thinking skills" ( Driel; et al. 2001: 131). These goals are similar to reform efforts in other countries found in articles and reports, such as those on a new science curriculum in Australia (Curriculum Corporation. 1994 cited by Driel; et al. 2001), and the implementation of 'science, technology and society in Canada' (Aikenhead; & Ryan. 1992 cited by Driel; et al. 2001). In the Netherlands, the national curriculum of traditional subjects, which only contained physics, chemistry, and biology, has been changed to promote students in active learning activities, especially through inquiry (Driel; et al. 2001: 10).

In an attempt to improve science teaching in the United States, The National Science Education Standards (NSES), apart from the citation previously quoted, posits that "teaching science as inquiry provides teachers with the opportunity to develop student abilities and to enrich student understanding of science" (National Research Council. 1996: 6). Further, it also states that "Science teaching must involve students in inquiry oriented investigations in which they interact with their teachers and peers, and also adds that hands-on activities are not enough - students must also have 'minds on' experiences"

(National Research Council. 1996: 20). The teacher plays a vital role in successful inquiry instruction. Children cannot be simply turned loose to make discoveries, nor be expected to develop a meaningful grasp of scientific inquiry (Etheredge; & Rudnitsky. 2003: 57-58).

National Research Councils, such as the National Science Resources Center, the National Academy of Sciences, and the Smithsonian Institution (1997: 5), emphasize that "people have to be prepared to think critically, solve problems, and use technology effectively, and one proven way to achieve these goals is to begin to teach science in elementary school. Through a particular approach to science education, called inquiry-centered science, children learn to ask questions, experiment, develop theories, and communicate their ideas" (1997: 1).

These studies on inquiry-based, teaching-learning strategy reveal that inquiry is an important skill in the success of students' daily lives, as learning by memorizing or a complete reliance on learning from books does not help students to recognize or solve real-life problems.

#### **4. Science process skill**

One of the most important and pervasive goals of schooling is to teach students to think. All school subjects should share in accomplishing this overall goal. Science contributes its unique skills, with its emphasis on hypothesizing, manipulating the physical world, and reasoning from data (Tomera. 1998: 12).

The scientific method, scientific thinking, and critical thinking are terms that have been used at various times to describe these science skills. Today the term, "science process skills," is commonly used. Popularized by the curriculum project, Science - A Process Approach (SAPA), these skills are defined as a set of broadly transferable abilities, appropriate to many science disciplines and reflective of the behavior of scientists. SAPA grouped process skills into two types, basic and integrated. The basic (simpler) process skills provide a foundation for learning the integrated (more complex) skills. These skills are listed and described below.

#### **4.1 Basic science process skills (Wideen. 1975: 82).**

Observing - using the senses to gather information about an object or event.

Example: Describing a pencil as yellow.

Inferring - making an "educated guess" about an object or event based on previously gathered data or information. Example: Saying that the person who used a pencil made a lot of mistakes, because the eraser was well worn.

Measuring - using both standard and nonstandard measures or estimates to describe the dimensions of an object or event. Example: Using a meter stick to measure the length of a table in centimeters.

Communicating - using words or graphic symbols to describe an action, object, or event. Example: Describing the change in height of a plant over time in writing or by a graph.

Classifying - grouping or ordering objects or events into categories based on properties or criteria. Example: Placing all rocks having certain grain size or hardness into one group.

Predicting - stating the outcome of a future event based on a pattern of evidence. Example: Predicting the height of a plant in two weeks time based on a graph of its growth during the previous four weeks.

#### **4.2 Integrated science process skills (Wideen. 1975: 82).**

Controlling variables - being able to identify variables that can affect an experimental outcome, keeping most constant while manipulating only the independent variable. Example: Realizing through past experiences that amount of light and water need to be controlled when testing to see how the addition of organic matter affects the growth of beans

Defining operationally - stating how to measure a variable in an experiment. Example: Stating that bean growth will be measured in centimeters per week.

Formulating hypotheses - stating the expected outcome of an experiment. Example: The greater the amount of organic matter added to the soil, the greater the bean growth.

Interpreting data - organizing data and drawing conclusions from it. Example:

Recording data from the experiment on bean growth in a data table and forming a conclusion, which relates trends in the data to variables.

Experimenting - being able to conduct an experiment, including asking an appropriate question, stating a hypothesis, identifying and controlling variables, operationally defining those variables, designing a "fair" experiment, conducting the experiment, and interpreting the results of the experiment. Example: The entire process of conducting the experiment on the affect of organic matter on the growth of bean plants.

Formulating models - creating a mental or physical model of a process or event. Examples: The model of how the processes of evaporation and condensation interrelate in the water cycle.

#### **Application**

From theories reviewed, this research developed a high school chemistry curriculum incorporating real-life situations by following science process skill in the laboratory. The underlying assumption was that science process skills are one of the key variables affecting learning outcomes in the high school curriculum.

### **5. Scientific mind**

These days, educators talk a great deal about scientific mind or science oriented thought. Political leaders, in a proverbial style, also often advise us to be scientifically minded, and they promise to turn society into one based on scientific thought and culture. People want scientifically oriented society; they want science-based free thinking; they want to solve every problem that confronts them today in a scientific way - whatever the nature of the problem, be it economic or social (Gabel. 1993: 64-65).

### **6. Curriculum evaluation**

Curriculum Evaluation is an important step in developing a curriculum. The concepts and models on curriculum evaluation are presented as follows:

Curriculum evaluation is the process of making the value judgment of a curriculum, with the aim to determine which part should be improved, in order to make the up-to-date curriculum that fits to the present social and economic situation. With regard to the improvement of curriculum, the Department of Education, Ministry of Education, and the teachers are to carry that out during the implementation of the curriculum or after the curriculum has been used.

The curriculum evaluation is the process of making a comparison between the outcomes measured and the objectives started, to find out whether or not the outcomes have met the objectives (Wichai Wongsyai. 1989 : 15).

### **Application**

The aforementioned curriculum evaluation models can be summarized as being beneficial to the development of curriculum in a variety of ways. This study developed high school science curriculum on the topic of chemical solutions incorporating real-life learning experiences by using as Tyler's Model which emphasizes the achievement of evaluation objectives. The tests have been used widely and are appropriate for the evaluation of learning and teaching, However this study included these two activities before try-out process.

### **Related literature**

Patumas Nonprasert (1998 : 3-4) studied the development of a curriculum on environmental education project management for secondary school teachers. Three steps were used as follows: preparing for the creation of the curriculum by surveying the needs of the target group, creating the curriculum by developing the structure and factors of the curriculum, and training and assessment of the curriculum by using Stake's curriculum evaluation model. That research study aimed to change, improve, and develop the activities involved in curriculum development in order to better curriculum. The research results showed that participants had gained an increase in knowledge after the training at a statistically significant level of 0.05, had better skills in planning and presenting projects, and thought that the training was appropriate.

## 7. Classroom assessment

Many assessment theories identify two categories of classroom assessment: one being the substance of the assessment and the other being how they are used. The substance of classroom assessments must be congruent with learning goals. In contrast to the reductionistic and decontextualized view of subject matter knowledge produced by the scientific measurement paradigm, here, the content of assessments must match challenging subject matter standards and be connected to contexts of application. As part of this, assessments must mirror important thinking and learning processes, especially modes of inquiry and discourse as they are valued and practiced in the classroom.

The purpose of assessment in classroom must also be changed fundamentally so that it is used to help students learn and to improve instruction, rather than being used only to rank students or to certify the end products of learning. The nearly exclusively normative use of tests in the U.S. to compare students to one another and to determine future educational and occupational possibilities is one of the main reasons why classroom cultures have become dominated by an exchange value of learning, where students perform to please the teacher or to get good grades, rather than to pursue a compelling purpose. By contrast, in classrooms where participation in learning is motivated by its useful value, students and teachers have a shared understanding that finding out what makes sense and what doesn't is a joint and worthwhile project, essential to taking the next steps in learning. To serve this end, more specific principles of classroom assessment require that expectations and intermediate steps for improvement be made visible to students, and that students be actively involved in evaluating their own work.

## 8. The Basic Education Curriculum 2001

In 1990, the Department of Curriculum and Instruction Development at the Thai Ministry of Education (MOE) implemented a new curriculum based on an analysis of limitations and weaknesses that were identified in the 1978 national curriculum. In 1999, the Thai Ministry of Education made further revisions and implemented a new curriculum, referred to as "The Basic Education Curriculum 2001." This new curriculum was thought to better meet and reflect the needs of educational institutions and provincial society,

especially in the areas of foreign languages (specifically, English), mathematics, science, and technology.

The Basic Education Curriculum, 2001 is composed of knowledge, learning processes, values, morals, and good attitudes, and consists of eight major categories: 1) Thai language, 2) Mathematics, 3) Science, 4) Social studies, religion and culture, 5) Health and physical education, 6) Art, 7) Career and Technology, and 8) Foreign languages (MOE. 2002: 5). The science category consists of eight subcategories; 1) Living beings and Life existence process, 2) Life and environment, 3) Properties of matter, 4) Force and mobility, 5) Energy, 6) Evolution of earth, 7) Astronomy and space, and 8) Nature of science and technology (MOE. 2002: 14-16). "Chemical solutions" is one of the topics related to "Properties of matter," so it is important to develop "chemical solutions" in the high school science curriculum. Furthermore, in a formal pilot study (1997: 23), it was found that saline soil is one of the main problems in Chachoengsao province, and the content of chemistry, especially chemical solutions, should be developed for solving this problem. Therefore, saline soil will be the main focus of the study of chemical solutions.

Content of chemistry curriculum in this research stress on content of chemistry by using inquiry cycle approach incorporated the real-life situations as soil salinity in Chachoengsao province.

## 9. Soil salinity

Soil salinity is a major environment problem in Thailand, caused by biophysical human factors and environmental factors. It affects many parts of the country, both rural and urban. Unless speedy action is taken by the government, community and individuals, the problem is going to spread and become worse (Thailand Research Funds. 2001: 45).

### 9.1 What is Salinity? (Waissman. 2000: 61-62)

Salinity means "saltiness.". Soil can become too salty for plants to grow, and in turn, the rivers and streams that run through this salty land become salty themselves and pollute areas downstream.

There is salt in many parts of the landscape of Thailand. Salinity is the presence of salt in the land surface, in soil or rocks, or dissolved in the water of rivers or groundwater. Salinity can develop naturally, but where human intervention has disturbed natural ecosystems, the movement of salt into rivers and onto land is accelerated. There are different types of salinity, depending on their causes, including irrigation, dry land, and urbanization.

### 9.2 How does it happen? (Waissman. 2000: 61-62)

Strangely, for a land as dry as Thailand, it all starts with rain. When rain falls on the ground, some evaporates, some ends up in streams and rivers, and some is directly absorbed by plants. But some of it also ends up in groundwater - far below the surface, where it moves through tiny holes and gaps in the rocks and the soil. Some taller trees have roots so deep that they get a lot of the water they need from that groundwater: these then trees pump this water back into the atmosphere. However, most groundwater flows out, usually very slowly, through springs, streams, and rivers. Often, the groundwater becomes essentially trapped underground, and after a while, when the amount exceeds the capacity of the ground to contain it, it starts rising towards the surface, as there is nowhere else for it to go. But it isn't just a case of too much water. As the groundwater rises, it also dissolves salts in the soil, and carries that salt to the surface.

### 9.3 Effects of dry land salinity

Dry land salinity has many environmental, economic, and social consequences. The costs associated with salinity are potentially enormous, and are borne, not only by the rural community, but also ultimately by the whole country and its environment. Dry land salinity has an impact on:

1. Agriculture (Manemi. 2001: 12),
  2. Water quality (Waissman. 2000: 61-62),
  3. Public infrastructure and urban households,
  4. Biodiversity and the environment.
- Agricultural impact

The impact of dry land salinity on soil has adversely affected agriculture in Thailand. The consequences include:

1. Significant losses of productivity in agriculture, with some land entirely out of production. With increasing soil salinity, plants always find it more difficult to extract water from the altered soils. Most normal crop and pasture plants are not highly salt-tolerant and will eventually die out under saline conditions (Waissman. 2000: 61-62).

2. Damaged soil structure and increasing content of toxic substances that may limit plant growth (Manemi. 2001 : 12).

3. More serious soil erosion, both by wind and by water, due to worsening soil structure and declining vegetation cover.

- Impacts on water usage (Manemi. 2001: 12).

Dry land salinity may increase salt concentrations in streams and rivers, and has a significant impact on a wide range of uses, including:

1. Declining suitability for drinking by humans and livestock, and for irrigation.

2. Increasing costs for water treatment.

3. Corroding water pipes, concrete channels, similar infrastructure, and various machines and household appliances.

4. Affecting industrial and domestic uses, such as washing and food processing.

- Impacting public infrastructure, buildings and houses (Manemi. 2001: 12).

Dry land salinity also affects rural towns. Apart from land clearing, salinity is partly caused by human activities, such as over watering of gardens and sports grounds. It has potential effects on infrastructure, buildings and domestic houses. These include:

1. Damage to houses, buildings, and other structures caused by the deterioration of brick, mortar, and concrete due to saline water crystallizing in brickwork.

2. Corrosion of metals buried in the ground or set in structural concrete may also occur.

3. Shifting or sinking of foundations may result in structural cracking,

damage, or collapse. Damage to heritage buildings may be of particular concern, and land values may be degraded by salinity.

4. Salt damage to roads and highways includes the breakdown of concrete, bitumen, and asphalt with their associated pot holing, cracking, and crumbling of the road base.

5. Damage to underground pipes, cables, and other infrastructure due to the breakdown of unprotected metals, cement, and other materials.

6. Loss of amenity in recreational areas, such as gardens and sports fields due to the appearance of bare, exposed patches where grass and other plants can not grow.

7. Failure of septic tanks caused by high water tables. This often leads to other environmental and health problems.

#### - Impacts on biodiversity and the environment

Rising water tables and increasing salinity have serious a impact on native vegetation, in the same way as they do for crops and pastures. Remnant vegetation may be threatened, and with this, a variety of animal species and their habitats are affected.

### **9.4 How can it be managed? (Waissman. 2000: 61-62)**

Planting more vegetation can stop the salinity process and save the land for the generations to come - generations of farmers and farm animals, as well as generations of native plants and animals. But it takes a long time to grow a tree, and we have already lost so many trees that replanting them all is an impossible task. Although it is best to plant trees and shrubs, there are other things, such as pumps and drains, which can sometimes be used to lower groundwater levels.

### **9.5 Causes of dry land salinity**

Dry land salinity occurs where there is removal or loss of native vegetation, and its replacement with crops and pastures that have shallower roots. This results in more water reaching the groundwater system. The groundwater rises to near the surface in low-lying areas. It carries dissolved salts from the soil and bedrock material through which it

travels. As saline groundwater comes close to the soil surface (within 2m), salt enters the plant root zone. Even where the groundwater does not bring much salt with it, the water logging of the plant root zone alone can damage or kill vegetation.

### 9.6 Soil pH and salinity

Maintaining a balanced pH level is very important in producing high yields of crops. While every crop is different, most favor a pH range of 6.5 to 7.0 in the soil type. In natural ecosystems, soil pH is balanced by the varied plant species and natural processes. Mono cropping creates an artificial ecosystem, which alters the pH of the field. The only method of stopping a change in pH is adding lime periodically to the field to buffer it. Poorer countries may not always have enough capital to purchase lime to restore fields. Besides the crops, many beneficial soil organisms require the soil to be kept within a certain pH range. When the soil pH changes, they die, and lower crop yields result.

Weathering of the parent rock material can influence pH change. Calcium-removing crops, such as alfalfa, tend to make the soil more acidic. Grassland vegetation with high nutrient recycling can create alkaline conditions. In humid regions, water quickly leaches away basic cations. Within three years of deforestation in rain forest areas, the forest becomes highly acidic. Only with the application of lime will the soils recover and become useful again without waiting generations for the soils to naturally recover.

Those interested in developing sustainable agriculture also worry about acid rain. Acid rain speeds up the process of nutrient leaching and creates even more pressure to use lime to rejuvenate soils.

It is important that salinity must be controlled. Fields can naturally become saline over time. In general, irrigation and the subsequent evaporation of water leaves salt on the soil. This process, along with desertification, is what led to the decline of the ancient civilizations lining the Tigris and Euphrates rivers. When salt builds up on the fields, crop yields decrease. If the salt content is high, plants have a more difficult time absorb water; they will then wilt and become more vulnerable to pests.

A good way to slow down the salting of soils is to irrigate at night. This reduces the evaporation. Drip watering is also beneficial and uses less water. The problem with drip irrigation systems is they are more expensive to construct.

Agricultural systems must be careful not to allow salt build up in the soil. Once salt becomes a problem, it is very difficult and expensive to get rid of. The pH value of a field is easier to correct. However, this is a re-occurring problem in agricultural systems and must continue to be addressed.

## CHAPTER 3

### METHODOLOGY

This chapter is concerned with the design and methodology that is used to answer the research questions and test the hypotheses. Included is information regarding: (a) procedures, (b) roles of persons of relevance, (c) design, (d) samplings, (e) materials, (f) data analysis, and (g) statistical analysis procedures.

#### Procedures

To design a high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations. This section focuses on the steps of the procedures:

1. Curriculum design was the step relating to the revision of fundamental educational information and the existing curriculum with regard to curriculum structure, objectives, course content, teaching-learning activities, teaching materials, and classroom assessment for developing a draft of the high-school chemistry curriculum. This draft was then reviewed for appropriateness and relevance of its components by specialists. Based on suggestions by the specialists, the draft curriculum was again revised. Afterwards, the high-school chemistry curriculum was implemented in one high-school chemistry classroom serving as a trial group.

2. The implementation of the curriculum was the step that investigated the efficiency of the curriculum. This involved the implementation of the high-school chemistry curriculum with a sampling group by using a students' learning outcome test and questionnaire of their opinions about this curriculum both prior to and after having used it. The final version of the curriculum, based on revisions suggested by this try-out was then obtained.

The steps of methodology are presented in figure 5.

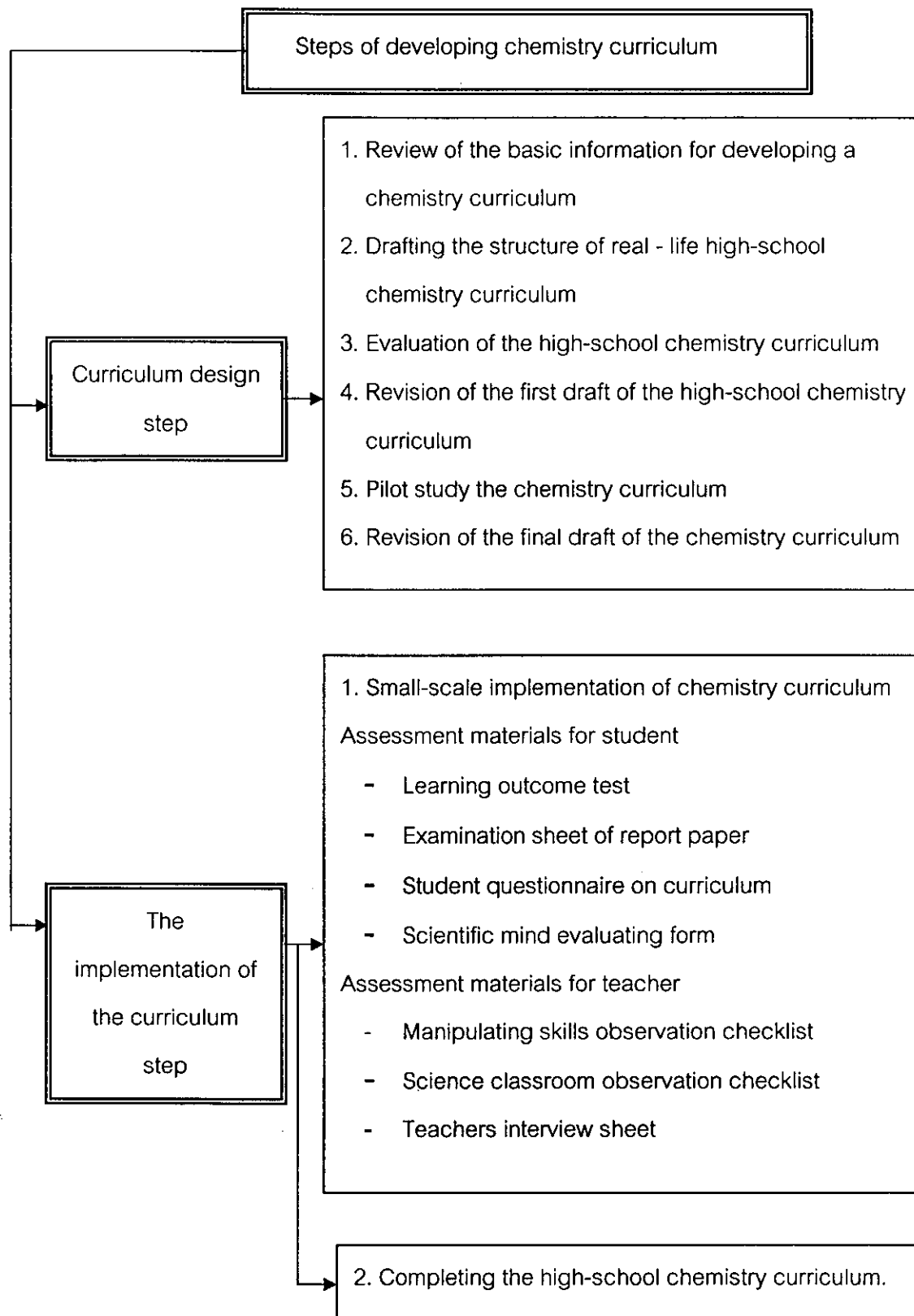


Figure 5 The steps of methodology of developing high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations.

From figure 5, the steps of methodology of developing high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations, were composed of 2 steps as follows:

### 1. Curriculum design

The curriculum construction step consisted of the following six phases:

#### 1.1 Reviewing basic information for developing and planning a high-school chemistry curriculum

1.1.1 Investigating related documents and research, such as curriculum development, methods of curriculum, the inquiry cycle approach, and the importance of chemical solutions as perceived by the local community.

1.1.2 Analyzing learning outcomes and sub-standard 3 (Properties of matter) of all levels (grades 1-12) related to Thailand's Basic Education Curriculum, B.E.2544 (A.D. 2001) (MOE. 2002) (Appendix B).

1.1.3 Interviewing local resource persons about local wisdom, and local environmental problems in everyday living in Chachoengsao province, Thailand. This information was integrated into the core of Thailand's Basic Education Curriculum, B.E. 2544(A.D. 2001).

Interviewing 18 local resource persons composed of 5 agriculturists, 5 government officers from an educational institute, 2 government officers in Office of Land Development, 3 specialists in the community and 3 community persons. This interview on 27 – 29 July 2002 concluded that the most common environmental problem in community of Chachoengsao is soil salinity.

1.1.4 Analyzing and reviewing the content of chemistry that is related to soil salinity

Analyzing and reviewing the content of chemistry, which is related to soil salinity that results from a brainstorming workshop for 8 high-school teachers, and integrating this with the life experiences taken from the interview data of local resource persons. From this step, it was found that the content of chemical solutions was closely connected to soil salinity

1.1.5 Analyzing and reviewing the content of chemical solutions used in grades 1-12 as they are related to standard 3.2.

1.1.6 Developing and selecting the topic of chemical solutions that are related to soil salinity used in level 4 (grades 10 –12).

Analyzing and reviewing the topic of chemical solutions that are related to soil salinity in grades 10 –12, the outcome of which was used in the brainstorming workshop for high-school teachers in phase 1.2.

## 1.2 Drafting the structure of a real - life high-school chemistry curriculum

The structure of draft, which incorporated the real - life situations with an inquiry cycle approach, was developed for use in the workshop: “ *Workshop on developing a high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations with inquiry cycle approach*”. There were 8 participants in the workshop: 5 high-school chemistry teachers from Chachoengsao province, 1 curriculum developer, 1 science educator, and 1 researcher. This draft and basic information from the first step of designing the high-school chemistry curriculum was reviewed by those participants. The objective of this workshop was to develop quality learning management, to help teachers and participants understand Thailand's Basic Education Curriculum, B.E.2544 (A.D. 2001), and to realize the importance of institute curriculum.

In the first activity of this workshop, curriculum developers and science educators shared information with participants on curriculum development, the inquiry cycle approach, creation of inquiry cycle approach incorporating real-life situations, and assessment techniques. This involved group discussions and active participation. Afterwards, participants contributed to a pool of opinions on the Basic Educational Curriculum of B.E. 2544 (A.D. 2001). In this discussion, local wisdom and local environmental problems related to the curriculum were also included. The second activity was to develop components of the curriculum (such as rationale background, principles, purposes of curriculum, course syllabi, lesson plans, learning outcomes, activities, and assessment tools); and to plan how to teach and assess students in each unit. For teaching and learning activities, a strategy was developed for the application of the inquiry cycle approach that used the 5E's Learning Cycle composed of the 5 steps: a) engagement, b) exploration, c) explanation, d) elaboration, and e) evaluation.

### 1.3 Evaluation of the high-school chemistry curriculum

#### 1.3.1 Evaluation of the initial draft of the high-school chemistry curriculum by specialists

##### Objectives

1. To examine the appropriateness of components of the curriculum.
2. To examine the relevance of components of the curriculum, such as problem situations, curriculum objectives, and learning objectives.

##### Evaluation specialists

The initial draft of the high-school chemistry curriculum resulting from the workshop in phase 1.2 was examined by 3 groups of evaluation specialists as follows: the content section by experienced high-school chemistry teachers and university instructors; the curriculum organization section by a science educational administrator specialist, science educators, and a curriculum development specialist; the teaching-learning activities section by a science educational administrator specialist, science educators, experienced high-school chemistry teachers, and university instructors.

##### Evaluation tool

A curriculum evaluation form was sent with the initial draft of the high-school chemistry curriculum to these specialists. These persons reviewed the draft of high-school chemistry curriculum and all teaching documents, with attention given to quality as well as validity. The first revision of the draft curriculum was based on recommendations as suggested by the above three groups of specialists, was written (Appendix K).

#### 1.3.2 Scrutinizing the quality of the components of the high-school chemistry curriculum

##### Objectives

To scrutinize the quality of the components of the high-school curriculum and to train teachers.

### Participants

Four participating teachers from Benchama Rat Rahsarit I school, Benchama Rat Rahsarit II school, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school in Chachoengsao province, attended a three-day Teacher as Investigator Workshop for scrutinizing the quality of the components of the high-school chemistry curriculum. The evaluation included instructional activities, lesson plans, laboratories, assignments, classroom materials, and assessment tools.

### Time Three days

### Procedures

The first unit of the course syllabus was taught and the inquiry method demonstrated by this researcher. Each teacher then taught a unit in turn until all units were completed. In this workshop, teachers gained experience learning in the way we wanted the students to learn. From this workshop, all activities and laboratories were to be reviewed and tested, repeatedly. After each of the learning units, teachers provided feedback and reflected on the quality of the instructional activities, laboratories, assignments, classroom materials, and assessment tools.

#### 1.4 Revision of the first draft of the high-school chemistry curriculum

A curriculum evaluation form with the first revised draft of the high-school chemistry curriculum was sent to the previously mentioned specialists. These persons reviewed the first revised draft of high-school chemistry curriculum and all teaching documents for scrutinizing the quality of the components of the high-school chemistry curriculum, such as laboratory and teaching-learning activities. The second revised draft curriculum, based on suggestions made by the three groups of specialists, was then composed.

#### 1.5 Pilot study on the chemistry curriculum

This phase comprised 2 sections dealing with trying out the high-school chemistry curriculum and preparation of the teachers to be observers in the classroom.

##### 1.5.1 Trying out the high-school chemistry curriculum

The high-school chemistry curriculum was implemented in one high-school chemistry classroom in Chachoengsao province. One of the teachers who participated in the earlier workshop was the active chemistry teacher for this pilot study.

#### Objective

To implement the high-school chemistry curriculum in one high-school chemistry classroom in Chachoengsao province as a try-out on a micro-scale.

#### Sampling

One teacher and 38 students involved in this curriculum were from Benchama Rat Ransarit II school in Chachoengsao province. Students were in Mathayomsuksa 4 high-school level in Chachoengsao province, and enrolled in additional science course during the 2003 academic year.

#### Time

The micro-scale trial of the high-school chemistry curriculum, the content of which appeared in grades 10-12 of the Basic Education Curriculum, occurred over thirty-six hours of teaching time (October), before the second semester of the academic year in 2003.

#### Procedure

The high-school chemistry curriculum was implemented in one high-school chemistry classroom in Chachoengsao province as a try-out of the high-school chemistry curriculum on a micro scale. The second revised draft of the high-school chemistry curriculum was evaluated by using qualitative research instruments. Qualitative methods of science classroom observations and tape-recorded interviews with students and teachers were used.

#### Tools

These research instruments were of 2 types: a) Science Classroom Observations Checklist, and b) Student / Teacher Interview Questions.

The curriculum was revised before being used with the sampling group in step 2.

#### 1.5.2. Preparation of teachers to be observers in the classroom

This phase was the preparation for teachers to be classroom observers. Teachers were drawn from 3 schools: Benchama Rat Ransarit II school, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school and were given the training about observing classroom activities of this curriculum try-out.

#### Objectives

To practice procedures about observing classroom activities and the use of observation checklist form for implementation in the try-out of this curriculum.

#### Sampling

The three teachers were from Benchama Rat Ransarit II school, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school, respectively.

#### Time

The teachers as observers participated in thirty-six hours of teaching in the pilot study school in phase 1.5.1. The observation checklist form, based on suggestions by the above three teachers, was to be revised.

#### Procedure

This phase was the preparation of teachers as observers in order to train them in the observation of classroom activities and for a thorough understanding of the topics in the observation checklist form by explaining expected students' behaviors in each learning unit. Later they observed classroom activities in the pilot study school. Subsequently, they discussed the results of the observation. Finally, the correlation coefficient ( $R$ ) of the student observation checklist was computed after the revision was made.

#### Tools

Observation checklist form was used in this phase.

### 1.6 Revision of the final draft of the chemistry curriculum

The final phase was to write the final draft of the high-school chemistry curriculum. Based on the information and suggestions from the above observations, tests, questionnaires, and interviews; a final draft version of the high-school chemistry curriculum was made for implementation in step 2.

## 2. The implementation of the curriculum

This step was composed of 2 sub-steps: 2.1) preparation and pilot study with the sampling group, and 2.2) revising the high-school chemistry curriculum

### 2.1 Small scale implementation of the high-school chemistry curriculum

This sub-step was composed of 2 phases: 2.1.1) preparation of high-school chemistry teachers and 2.1.2) small scale implementation of the high-school chemistry curriculum with a sampling group.

#### 2.1.1 Preparation of high-school chemistry teachers

This phase was the preparation of teachers for using the high-school chemistry curriculum. Teachers were introduced to the inquiry cycle approach, tools, classroom management, and classroom assessments.

The high-school chemistry curriculum consisted of curriculum, curriculum planner's guide, students' guide, lesson plan, and tests, and was developed from the pilot study of step 2.1.2.

#### Objectives

To prepare high-school chemistry teachers to use the high-school chemistry curriculum in three chemistry classrooms in Chachoengsao province in order to investigate the efficiency of the curriculum.

#### Sampling

The three teachers and 112 students involved in this curriculum were from Benchama Rat Ransarit II school, Datdaruni school, and Puttirangscripiboon school in Chachoengsao province.

#### Time

The preparation of high-school chemistry teachers covered a period of seven hours (one day) in October before the second semester of the academic year (2003) began.

2.1.2 Small-scale implementation of the high-school chemistry curriculum with sample group

The high-school chemistry curriculum consisted of curriculum, curriculum planner's guide, students' guide, lesson plan, and tests developed from trying out this curriculum step.

The high-school chemistry curriculum was implemented in three chemistry classrooms (approximately 112 high-school science students) in Chachoengsao province, Thailand. The same teachers who attended the workshop and were involved in implementing and evaluating the initial pilot draft curriculum also taught these classes.

#### Objectives

To implement the high-school chemistry curriculum in three chemistry classrooms in Chachoengsao province in order to investigate the efficiency of the curriculum.

#### Sampling

The three teachers and students involved in this curriculum were from Benchama Rat Ransarit II school, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school in Chachoengsao province. 112 students involved in this study were from Mathayomsuksa 4 high-school level in Chachoengsao province and enrolled in additional science course during the 2003 academic year.

#### Time

This revised curriculum consisted of thirty-six hours of teaching time (between October and December) during the second semester of the 2003 academic year. The students in this study attended this course from 10.00 – 12.00 a.m. on Monday and Friday for a total of four hours of classes per week.

#### Tools

The research instruments can be classified into 5 groups: a) Science Classroom Observation Checklist, b) Student / Teacher Interview Questions, c) Student Learning Outcome Test, d) Student Manipulative Skill Test, and e) Student Questionnaire about the Inquiry Cycle Approach.

### 2.2 Completing the high-school chemistry curriculum

This step was the final complete revision of the high-school chemistry curriculum after trying it out. The revision was based on suggestions made by teachers and on information received in each previous step.

## **Roles of persons of relevance**

### **Step 1 Curriculum Design**

The draft was examined in the content section, curriculum organization section, and teaching-learning-activities section by 3 groups of specialists.

#### **Role of the specialists**

The specialists examined the appropriateness and relevance of components of the curriculum, such as problem situations, curriculum objectives, and learning objectives. These persons reviewed the draft of the high-school chemistry curriculum and all other teaching documents for quality and validity.

#### **Preparation**

Invitations to specialists were made. Afterwards, the curriculum evaluation form was sent to these persons together with the draft of the high-school chemistry curriculum. The high-school chemistry teachers were from Benchama Rat Ransarit II school in Chachoengsao province.

#### **Role of high-school chemistry teachers**

- One teacher involved in this curriculum study was from Benchama Rat Ransarit II school in Chachoengsao province.

Implementation of the high-school chemistry curriculum in one high-school chemistry classroom in Chachoengsao province was made by a high-school chemistry teacher who carried out thirty-six hours of teaching (October) before the second semester of the 2003 academic year, as indicated in 1.5.1.

- One teacher involved in this curriculum as observer in the classroom was from Benchama Rat Ransarit II school in Chachoengsao province, as indicated in 1.5.2.

#### **Preparation**

- Administrators and heads of educational institutions were contacted for permission.

- Invitations to high-school chemistry teachers were made.
- " Workshop on developing the high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations with the inquiry cycle approach " was conducted.

## Step 2 The Implementation of The Curriculum

High-school chemistry teachers in Benchama Rat Ransarit II school, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school in Chachoengsao province.

### Role of high-school chemistry teachers

- Three teachers involved in this curriculum were from Benchama Rat Ransarit II school, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school in Chachoengsao province, respectively.

The high-school chemistry curriculum was implemented in three high-school chemistry classrooms in Chachoengsao province by the high-school chemistry teachers who carried out thirty-six hours of teaching during the second semester of the academic year (October- December 2003), as indicated in 2.1.1.

- There were six teachers involved in this step. Three of them were the observers and another three was the instructors. They were from Benchama Rat Ransarit II school, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school in Chachoengsao province, respectively.

Classroom observations were comprehensive and followed the Observation Checklist form on student and teacher actions and interactions.

### Preparation

- Administrators and heads of educational institutions were contacted for permission.
- Contacting invitation to high-school chemistry teachers made.
- " Workshop on developing a high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations" was conducted.

## Design

The study was based on a pretest-posttest group design. Pre-classroom and post-classroom student learning outcomes in concepts related to the inquiry cycle approach were measured. The groups of learning outcomes consisted of content sections that schools had self-selected through additional course registration before the semester began. The students were assigned to do activities using curriculum materials with the inquiry cycle approach incorporating real-life situations.

## Samplings

Samplings in this research were composed of 2 sections as follows:

### 1. Curriculum design

Thirty-eight science students involved in this curriculum tryout from Benchama Rat Ransarit II school in Chachoengsao province were used. The students were in Mathayomsuksa 4 high-school level in Chachoengsao province and enrolled in additional science course during the 2003 academic year. The high-school chemistry curriculum consisted of thirty-six hours of teaching time (October) before the second semester of the 2003 academic year, as indicated in 1.5.1.

### 2. The implementation of the curriculum

One hundred and twelve students involved in this curriculum were from Benchama Rat Ransarit II school, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school in Chachoengsao province. Students were in Mathayomsuksa 4 high-school level in Chachoengsao province and enrolled in additional science course during the 2003 academic year. The high-school chemistry curriculum consisted of thirty-six hours (between October and December) during the second semester of the 2003 academic year, as indicated in 2.1.1. The additional science course was for students that educational institutions created to form a new learning unit, or a variety of intensive courses that students selected to satisfy their inclination, interest, needs or individual difference. To control the time variable, the selected activities met about 4 periods per week.

## Materials

### 1. Curriculum

This was a Research and Development (R&D) composed of 2 steps as follows:

#### 1.1 Curriculum design

This step related to the revision of fundamental educational information and the existing curriculum with regard to curriculum structure, objectives, course content, teaching-learning activities, teaching materials, and classroom assessment for drafting the high-school chemistry curriculum. This comprised 6 phases as follows: 1.1) reviewing basic information for developing and planning a high-school chemistry curriculum, 1.2) drafting an initial high-school chemistry curriculum, 1.3) evaluation of the high-school chemistry curriculum, 1.4) revision of the first draft of the high-school chemistry curriculum, 1.5) pilot study the chemistry curriculum, and 1.6) revising the final draft of the high-school chemistry curriculum.

#### 1.2 The implementation of the curriculum

This was the step for investigating the effectiveness of the curriculum when it was implemented to the sampling group. This consisted of 2 phases as follows: 1) Small scale implementation of the chemistry curriculum and 2) completing the high-school chemistry curriculum.

### 2. Curriculum evaluation

This curriculum evaluation comprised 2 sections as follows: 1) curriculum design and 2) the implementation of the curriculum.

#### 2.1 Curriculum design

Related materials are:

- Data on reviewing an initial draft of the high-school chemistry curriculum
- Data on science classroom observation checklist form
- Data on teacher/student interview questions
- Data on students' learning achievement
- Data on manipulative skills test
- Data on student questionnaire about the inquiry cycle approach

## 2.2 The implementation of the curriculum

Related materials were:

- Data on science classroom observation checklist form
- Data on teacher/student interview questions
- Data on students' learning achievement
- Data on manipulative skills test
- Data on student questionnaire about the inquiry cycle approach

### 3. Materials in two sections are explained below:

3.1 Questionnaire form for specialists about reviewing the initial draft of the high-school chemistry curriculum.

#### Purpose

1. To examine the appropriateness of components of the curriculum
2. To examine the relevance of components of the curriculum, such as problem situations, curriculum objectives and learning objectives

#### Evaluation specialists

The questionnaire was examined by 3 groups of specialists as follows:

1. Content section: by experienced high-school chemistry teachers and university instructors
2. Curriculum organization section: by a science educational administrator specialist, science educators, and a curriculum development specialist
3. Teaching-learning activities section: by a science educational administrator specialist, science educators, experienced high-school chemistry teachers and university instructors.

#### Evaluation tool

A curriculum evaluation form was sent to these specialists together with the draft of the high-school chemistry curriculum. These persons reviewed the draft of high-school chemistry curriculum and all teaching documents for quality and validity. A revision of this draft curriculum, based on suggestions by the above three groups of specialists, was composed.

#### Tool developed

- Defining objectives of questionnaire form for specialists about reviewing the initial draft of the high-school chemistry curriculum

- Developing questionnaire form

- Scrutinizing the quality of the questionnaire form

The questionnaire form was examined by a science educator and a curriculum development specialist.

- Subsequent revision was made.

### 3.2 Manipulating skills observation checklist

Classroom observations were comprehensive and followed the observation checklist form on student and teacher actions and interactions. A class was tape recorded for reference purposes and additional notes for behaviors not appearing on the observation checklist form. Information on classroom objectives, format, homework, and events also were recorded. The observation form was designed to capture both general and specific information.

#### Purposes

The purposes of these observations were two-fold: 1) to investigate how teachers use activities, and how students make oral presentations. 2) to investigate how capable students were in learning the content of chemical solutions incorporating inquiry cycle approach involving real-life situations.

#### Sampling

Three teachers and 112 students involved in this curriculum were from Benchama Rat Ransarit II school, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school in Chachoengsao province. The number of students involved was 112, and they were in Mathayomsuksa 4 high-school level in Chachoengsao province, enrolled in an additional science course during the 2003 academic year.

#### Tool developed

- Defining objectives of science classroom observation

- Developing science classroom observation checklist form

- Scrutinizing the quality of the "High-School Chemistry Classroom Observation Checklist Form"

The science classroom observation form was examined by 4 groups: a) science educators, b) curriculum development specialists, c) curriculum design instructors, and d) experienced high-school chemistry teachers. The science classroom observation was given to these persons together with Index of Item Objective Congruence (IOC) Assessment Form for assessing "High-School Chemistry Classroom Observation Checklist Form".

- The revision of the form was made subsequently

Observation data of student activities and actions in the classroom were used for final revision of the high-school chemistry curriculum in step 2.2. The observation form was intended to record classroom activities that reflected teachers' instruction and students' learning of cognitive activities, with a particular focus on learning and memorizing strategies (Moely; et al. 1986: 54). Authentic classroom events during the observation were audio-recorded and video-recorded. The following information was recorded in this study: a) the actions and interactions of the students and teachers, b) the actions and interactions of the students with each other, c) the students' responses to questions, d) the teachers' instruction, and e) classroom activities. This section also recorded descriptions extracted from the tape recorder and video recorder for each occurrence of speech, including what students expressed on the back of the observation form. After the completion of each phase, the teachers and researcher discussed the situation during instruction in order to adjust documents and lesson plans. The reliability of the observation checklist was determined by using observation scores generated by the researcher and additional scores from video recorder and tape recorder observation.

### 3.3 Student learning outcome test

#### Purpose

To investigate the effectiveness of the high-school chemistry curriculum from the student learning outcome test.

### Sampling

Students involved in this curriculum were from Benchama Rat Ransarit II school, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school in Chachoengsao province. The number of students involved were 112, and they were in Mathayomsuksa 4 high-school level in Chachoengsao province, enrolled in an additional science course, during the 2003 academic year.

### Tool developed

- Defining objectives of student learning outcome test
- Developing student learning outcome test
- Scrutinizing the quality of the student learning outcome test

The student learning outcome tests were examined by 4 groups: a) science educators, b) curriculum development specialists, c) curriculum design instructors, and d) experienced high-school chemistry teachers. The student learning outcome test was sent to these persons with the Index of Item Objective Congruence (IOC) Assessment Form for assessing the student learning outcome test. The revision was made subsequently.

- Tryout with the sample group of students

The revised student learning outcome test was tried out with the sample group of students. Kelly's 50 percent technique was used to analyze difficulty of the knowledge part (Katesingh, W. 1990: 97-99). The difficulty value ( $p$ ) was set at 0.2 – 0.8 and the discrimination value ( $r$ ) was 0.2 and higher.

- Computing reliability of the student learning outcome test by using KR-20 (Kuder-Richardson). The revision was made subsequently.

A multiple-choice test was composed of four choice items. It included content related to the learning units. A draft test produced in this study was used as a pilot study test for additional science course students in October 2003 in Puttasothon school in Chachoengsao province. The results of the test were used to determine the discrimination index of each test item. The degree of difficulty was set at 0.2-0.8 and the discrimination index was 0.2 and higher. A reliability test was computed by using KR-20 (Kuder-Richardson) (Katesingh, W. 1987 :139). Content validation of the test was done by

two chemistry professors and one high-school chemistry teacher. The results showed items accepted determined if the items accepted were appropriate for testing students.

The learning outcome test took 30 minutes to complete. This test was used as both pre-test and post-test.

### 3.4 Questionnaire form of teachers about the inquiry cycle approach for high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations

#### Purpose

To assess teachers opinions about the inquiry cycle approach for high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations.

#### Sampling

Teachers involved in this curriculum were from Benchama Rat Ransarit II school, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school in Chachoengsao province. The number of teachers involved was 3 and they taught science in Mathayomsuksa 4 high-school level in Chachoengsao province.

#### Tool developed

- Defining objectives of questionnaire form for teachers about the inquiry cycle approach for high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations.

- Developing questionnaire form for teachers

- Scrutinizing the quality of the questionnaire form for teachers

The questionnaire form for students was examined by 4 groups: a) science educators, b) curriculum development specialists, c) curriculum design instructors, and d) experienced high-school chemistry teachers. The questionnaire form for teachers was sent to these persons with the Index of Item Objective Congruence (IOC) Assessment Form for assessing the questionnaire form for students.

- The revision was made subsequently

- The questionnaire form for teachers was taken with sample group

- The data was analyzed after data collection by using statistical materials

- Examining average score used interpreting data as follow:

1.00 – 1.49    Improve

|             |           |
|-------------|-----------|
| 1.50 – 2.49 | Fair      |
| 2.50 – 3.49 | Medium    |
| 3.50 – 4.49 | Good      |
| 4.50 – 5.00 | Very good |

### 3.5 Questionnaire form of students about attitudes and feelings toward the inquiry cycle approach

#### Purpose

To assess student attitudes and feelings toward the inquiry cycle approach.

#### Sampling

Students involved in this curriculum were from Benchama Rat Ransarit II school, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school in Chachoengsao province. The number of students involved was 112, and they were in Mathayomsuksa 4 high-school level in Chachoengsao province, enrolled in an additional science course during the 2003 academic year.

#### Tool developed

- Defining objectives of questionnaire form for students about attitudes and feelings toward the inquiry cycle approach
- Developing questionnaire form for students
- Scrutinizing the quality of the questionnaire form for students

The questionnaire form for students was examined by 4 groups: a) science educators, b) curriculum development specialists, c) curriculum design instructors, and d) experienced high-school chemistry teachers. The questionnaire form for students was sent to these persons with the Index of Item Objective Congruence (IOC) Assessment Form for assessing the questionnaire form for students.

- The revision was made subsequently
- The questionnaire form for students was taken with sample group
- The data was analyzed after data collection by using statistical materials

- Examining average score as follow used interpreting data as follow:

|             |           |
|-------------|-----------|
| 1.00 – 1.59 | Improve   |
| 2.00 – 2.59 | Good      |
| 3.00 up     | Very good |

### 3.6 Questionnaire form of students about learning assessment in scientific mind section

#### Purpose

To assess students about learning assessment in scientific mind section

#### Sampling

Students involved in this curriculum were from Benchama Rat Ransarit II school, Datdaruni school, and Puttirangsripiboon school in Chachoengsao province. The number of students involved was 112, and they were in Mathayomsuksa 4 high-school level in Chachoengsao province, enrolled in an additional science course during the 2003 academic year.

#### Tool developed

- Defining objectives of questionnaire form for students about learning assessment in scientific mind section

- Developing questionnaire form for students
- Scrutinizing the quality of the questionnaire form for students

The questionnaire form for students was examined by 4 groups: a) science educators, b) curriculum development specialists, c) curriculum design instructors, and d) experienced high-school chemistry teachers. The questionnaire form for students was sent to these persons with the Index of Item Objective Congruence (IOC) Assessment Form for assessing the questionnaire form for students.

- The revision was made subsequently
- The questionnaire form for students was taken with sample group
- The data was analyzed after data collection by using statistical materials
- Examining average score as follow used interpreting data as follow:

|             |           |
|-------------|-----------|
| 1.00 – 1.59 | Improve   |
| 2.00 – 2.59 | Good      |
| 3.00 up     | Very good |

## Data analysis

This step consisted of two phases as follows: 1) curriculum design and 2) curriculum implementation.

### 1. Curriculum design

#### 1.1 Data

Related materials were:

- Data on reviewing an initial draft of the high-school chemistry curriculum
- Data from science classroom observation checklist form
- Data from teacher/student interview questions

#### 1.2 Data analysis

In the second phase, the data were analyzed after data collection by using statistical materials as follows:

1.2.1 Descriptive data regarding the evaluation of satisfaction of the high-school chemistry curriculum from reviewing an initial draft of the high-school chemistry curriculum were computed by using frequency and percentage.

1.2.2 Descriptive data regarding the evaluation of satisfaction of the high-school chemistry curriculum from science classroom observation checklist were computed by using frequency and percentage.

1.2.3 Descriptive data regarding the evaluation of satisfaction of the high-school chemistry curriculum from teacher/student interviews were computed by using frequency and percentage.

### 2. The implementation of the curriculum

#### 2.1 Data

Related materials were:

- Data from science classroom observation checklist form

- Data from teacher/student interview questions
- Data on student learning outcome test
- Data on manipulative skill test
- Data on student questionnaire about inquiry cycle approach

## 2.2 Data analysis

In the second phase, the data was analyzed after data collection by using statistical materials as follows:

2.2.1 Descriptive data regarding the evaluation of satisfaction of the high-school chemistry curriculum from science classroom observation checklist were computed by using frequency and percentage.

2.2.2 Descriptive data regarding the evaluation of satisfaction of the high-school chemistry curriculum from teacher/student interview were computed by using frequency and percentage.

2.2.3 The difference analysis of the learning outcome test scores, before and after the use of the high-school chemistry curriculum, was done by computing a dependent t-test.

2.2.4 The difference analysis of the manipulative skill test scores, before and after the use of the high-school chemistry curriculum, was done by computing a dependent t-test.

2.2.5 Descriptive data regarding the evaluation of satisfaction of the high-school chemistry curriculum from student questionnaire about inquiry cycle approach was computed by using frequency and percentage.

## CHAPTER 4

### RESULTS

This chapter presents the results of data analyses on the topic "Developing high-school chemistry curriculum using inquiry cycle approach incorporating real-life situations". This presentation includes: (1) curriculum design, and (2) the implementation of the curriculum as follows:

#### Step 1 Curriculum design

Developing the high school chemistry curriculum by using the inquiry cycle approach incorporating real-life situation comprises 6 steps, as follows:

##### 1.1 Review of the basic information for developing a chemistry curriculum

###### 1.1.1 Investigating related documents and research work

Documents and research works, such as curriculum development, teaching - learning processes, the importance of chemical solutions as perceived by the local community, and the inquiry-based teaching-learning process were investigated. Curriculum development was composed of 2 steps: 1) curriculum design and 2) implementation of the curriculum. This curriculum is based on the topic of chemical solutions as they apply to the environmental problems of Chachoengsao province. This enabled the students to realize the vital link between of the contents of chemistry and environmental problems, thus studying both content and scientific processes (Appendix A).

1.1.2 Analyzing learning outcomes and standard 3 (properties of matter) of all levels (grades 1-12) related to Thailand's Basic Education Curriculum, B.E.2544 (A.D. 2001) (MOE. 2002)

Analyses of learning outcomes and standard 3 (properties of matter) of all levels (grades 1-12) related to Thailand's Basic Education Curriculum, B.E.2544 (A.D. 2001) (MOE. 2002) were developed for use in the brainstorming workshop for 8 high-school teachers and researchers on 24-25 July 2002 at Rajabhat Rajanagarindra University. The results concluded that learning outcomes and standard 3 in all levels correspond to the objectives of Thailand's Basic Education Curriculum, B.E.2544 (A.D. 2001) (Appendix B)

### 1.1.3 Interviewing local resource persons about local wisdom and local environmental problems in everyday life in Chachoengsao province, Thailand

Interviewing 18 local resource persons: 5 agriculturists, 5 government officers from an educational institute, 2 government officers from the Office of Land Development, 3 specialists in the community and 3 community persons was done. This interview on 27 – 29 July 2002, the results concluded that the most common environmental problem in the community of Chachoengsao was soil salinity (Appendix C).

### 1.1.4 Analyzing and reviewing the content of chemistry related to soil salinity

Analyze and review the content of chemistry related to soil salinity that resulted from the brainstorming workshop for 8 high-school teachers and integrate into the life experiences taken from the interview data of local resource persons. These analyses were developed in separate 6 learning units, as follow: a) Environmental problems in Chachoengsao, b) How to explain soil salinity?, c) Measurement units of concentration of chemical solutions, d) Preparation of chemical solutions, e) Solving problems of salinity soil, f) Application of using chemical solutions in real-life situations (Appendix D). Additionally, the lesson plans were developed for each learning unit.

## 1.2 Drafting the structure of the real - life high school chemistry curriculum

The structure of draft, which incorporated the real - life situations with inquiry cycle approach, was developed for use in the workshop: “ *Workshop on developing a high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations with an inquiry cycle approach*”. There were 8 participants in the workshop: 5 high-school chemistry teachers from Chachoengsao province, 1 curriculum developer, 1 science educator, and 1 researcher. This draft and basic information from the first step of the designed high-school chemistry curriculum was reviewed by those participants. The objective of this workshop was to develop quality of learning management, helping teachers and participants understand Thailand's Basic Education Curriculum, B.E.2544 (A.D. 2001), and realize the importance of institute curriculum. This chemistry curriculum was categorized into 6: Rationale and Justification, Principles of Curriculum, Objectives, Content of Curriculum, Learning Units, and Lesson Plans.

Content of chemistry curriculum stresses the following concepts:

1. This chemistry curriculum emphasizes the content of chemistry by using an inquiry cycle approach incorporating real-life situations.
2. This chemistry curriculum required all teachers to plan learning activities together.
3. This chemistry curriculum encouraged students to develop and learn by themselves continuously.

Objectives of chemistry curriculum were as follow:

1. To understand the learning outcome in science on the topic of chemical solutions and can apply the new knowledge to real-life situations.
2. To use scientific knowledge for decisions in real-life problems.
3. To develop the manipulative skill necessary for work in science laboratory.
4. To have a scientific mind for learning science.

The follow-up sample of 3 schools in Chachoengsao provided the research data for a total of 112 participating students in Matayomsuksa 4, Benchama Rat Ransarit II school, Datdarunee school, and Puttirangsripiboon school in second semester of the 2003 academic year. The implementation for the 6 learning units was done in 9 weeks, each week taking 6 hours with the total of 36 hours. Six hours were used in each unit (Appendix E).

The content emphasized the preparation of chemical solutions in Matayomsuksa 4, and on the manipulative skills to solve the most common problems in soil salinity. The teaching and learning methodology focus on the students' learning outcomes, especially understanding scientific knowledge and decision making to solve the real-life problems by using the inquiry cycle approach. The factors of curriculum were examined for the relevance by using education specialists, for example objectives and lesson plans, objectives and evaluations, etc.

### 1.3 Evaluation of the high-school chemistry curriculum

Evaluation of the high-school chemistry curriculum for implementation by using 3 groups of specialists: 1) experienced high-school chemistry teachers and university instructors examine the accuracy of content; 2) a science educator, curriculum administrator, and curriculum development specialist examine the steps of curriculum

development, and 3) science educators examine the processes of teaching-learning activities. The tools for the examination in each group were curriculum evaluation forms (Appendix F).

The results of analyses concluded that each factor of curriculum had relevance with the other that had an Index of Item Objective Congruence (IOC) in high level about 0.75 to 1.00 (Appendix L).

#### 1.4 Revision of the first draft of the high-school chemistry curriculum

The first revision of the high school chemistry curriculum was based on the specialists' recommendations. Then implementation of the high-school chemistry curriculum pilot studies with samples in the micro scale level was implemented.

#### 1.5 Pilot study of the high school chemistry curriculum

Pilot study means trying out the high school chemistry curriculum on a micro scale level. The objective of this step was to try out the high school chemistry curriculum in micro scale and to prepare teachers as observers in the classroom. The pilot study is implemented with 28 student respondents in Matayomsuksa 4 from Benchama Rat Ransarit II school, Chachoengsao, on 1 - 12 November 2003. This lasted 36 hours. For the duration of this trial implementation of the curriculum, three teachers were prepared to be observers of the learning activities and students' behavior. The objectives of this step were to practice the teachers' skills on how to observe the procedures of classroom activities and how to use the observation checklist form correctly.

The preparation of teachers step, the researcher instructed the teachers to 1) be the observer both in microscale level and in classes during the implementation step, (2) use the lesson plan by using the inquiry cycle approach that incorporated the real-life situations and processes of learning activities, (3) use manipulating skills form in observing laboratory skills, (4) analyze the confident level of observation and evaluation form.

The result of implementing the high school curriculum in micro scale level concludes that teachers can make better lesson plans. For the duration of the implementation of this curriculum, teachers can use criterion in evaluating students' behaviors correctly and understand the roles of observers. Then the teachers are interviewed regarding the use of the observation evaluation form. These results reveal that

teachers had confidence to be observers and understand their roles with a confidence level of 0.7746.

The result of interviewing 12 students concluded that students were interested in the content of chemistry, because they could easily study, enjoyed doing their activities, understand environmental problems in local areas, and integrated their experiences with course content. However, the students had problems with the lack of resources and shortage of time for doing activities. The results of the curriculum implementation in micro scale level and interviews were used for the improvement of the curriculum in the next step.

#### 1.6 Revision of the final draft of the chemistry curriculum

The results of the pilot study step and recommendations for improving the chemistry curriculum in the second lesson plan (How to explain soil salinity?) suggested increasing the range of time by doing activities within 6 to 7 hours and increasing the amount of materials necessary for doing the activities. The improvement of the curriculum in this step was composed of 6 components: rationale and justification, principles of curriculum, objectives, content of curriculum, learning units, and lesson plans. An improved curriculum was used with real-samples in the second step.

### Step 2 The implementation of the curriculum

The implementation of the curriculum on the topic of chemical solutions by using inquiry cycle approach that incorporate the real-life situations was composed of 2 steps,

- 2.1) Small scale implementation of the chemistry curriculum
- 2.2) Completion of the high-school chemistry curriculum.

#### 2.1) Small-scale implementation of the chemistry curriculum

This step was composed of 2 sub-steps as follow:

##### 2.1.1 Examination of the completion before the implementation step

The completeness of the implementation curriculum is examined for knowledge and understanding of the teacher's role in the inquiry cycle activities, using scientific instruments and laboratory techniques, preparation of tools and materials in

learning activities and examining hypothesis. This curriculum was used with students in Matayomsuksa 4, as shown in Table 1

Table 1 List of samples and periods of time in implementation step on the topic of chemical solutions by using an inquiry cycle approach incorporating real – life situations.

| Name of school                     | Number of students | Period of implementing curriculum |
|------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| 1. Benchama Rat Ransarit II school | 35                 | 16 November 2003 – 8 January 2004 |
| 2. Datdarunee school               | 37                 | 15 November 2003 – 8 January 2004 |
| 3. Putirangsripiboon school        | 40                 | 16 November 2003 – 8 January 2004 |
| Total                              | 112                |                                   |

#### 2.1.2 Implementing curriculum step

Implementing curriculum step was used with samples as follows in Table 1. Collecting data was used to examine the research hypothesis by using a student learning achievement test before and after the study of learning units, a student opinion questionnaire about inquiry cycle approach, and a scientific mind test. Additionally, a science classroom observation checklist form and manipulating skill test were also implemented. The result supported the hypothesis, as follows:

##### The first hypothesis

The first hypothesis states that “students’ learning achievement score after the study of learning units incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach is higher than before the study” The data from the student learning achievement test (Appendix G) before and after the study of learning units were used and examine the hypothesis with 112 students in 3 schools. The mean and standard deviations of scores were obtained, as shown in Table 2.

Table 2 Learning achievement score before and after the study of learning units (n = 112)

| Name of school                          | $\bar{X}$ |       | S.D.   |       |
|-----------------------------------------|-----------|-------|--------|-------|
|                                         | Before    | After | Before | After |
| Benchama Rat Ransarit II school (n =35) | 9.84      | 27.30 | 1.75   | 1.83  |
| Datdarunee school (n =37)               | 7.45      | 29.48 | 2.05   | 1.78  |
| Putirangsripiboon school (n =40)        | 6.21      | 27.23 | 2.34   | 2.15  |

Data obtained from 112 students in 3 schools, as shown in Table 2, conclude that score from students' learning achievement tests after the studying of learning units incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach is higher than before the study.

From data in Table 2, a t-test dependent was used with this data and the results of the analysis of data as shown in Table 3:

Table 3 The result of the analysis of learning achievement score before and after the study of learning units (n = 112)

| Items                          | $\bar{X}$ | S.D. | $\bar{S.D.}$ | t        |
|--------------------------------|-----------|------|--------------|----------|
| Before implementing curriculum | 7.82      | 2.04 | 1.75         | 23.7234* |
| After implementing curriculum  | 28.00     | 1.92 |              |          |

(\* P < 0.05)

The result of data analysis of all schools examination (Table 3), concluding that scores from students' learning achievement tests after the study of learning units incorporating real-life situations using inquiry cycle approach are significantly higher than before.

Thus the results of the learning achievement tests before and after using chemistry curriculum show that students' learning achievement improves and supported the first hypothesis.

### The second hypothesis

The second hypothesis states that "students' manipulative skill score after the study of learning units incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach is higher than before the implementation this curriculum." Examining the hypothesis is used with data from the manipulative skill test before and after the study of learning units. The manipulating skill test (Appendix H) is used with 112 students in 3 schools by 3 teachers. The scores, average scores, percentage, difference of average score, and standard deviations are obtained by different schools, as shown in Table 4.

Table 4 Authentic assessments score of science laboratory skill section in learning activities of teacher who is observer (n = 3).

| Name of schools                 | Authentic assessment score of science laboratory skill section |                               |                             |      |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------|
|                                 | Total score                                                    | Average score (before/ after) | Difference of average score | SD   |
| Benchama Rat Ransarit II school | 42                                                             | 20 / 35.34                    | 15.34                       | 0.65 |
| Datdarunee school               | 42                                                             | 24 / 41.06                    | 17.06                       | 0.73 |
| Putirangsripiboon school        | 42                                                             | 13 / 38.72                    | 25.72                       | 0.54 |
| Total                           | 42                                                             | 19 / 38.71                    | 19.37                       | 0.79 |

The result of the data analysis in Table 4 concludes that students' manipulative skill score after the study of learning units incorporating real-life situations using the inquiry cycle approach is higher than before the implementation of this curriculum. The confidence limit level of the manipulating skills in the learning activity is 0.8443.

Table 4, t-test dependent was used with this data and the results of the analysis of data as shown in Table 5:

Table 5 Authentic assessment score of manipulative skills in learning activity of teachers as observers (n = 3)

| Authentic<br>assessment<br>score of science<br>laboratory skill<br>(before/ after) | Average score |       | Difference of<br>average score | SD   | t        |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|--------------------------------|------|----------|
|                                                                                    | Before        | After |                                |      |          |
|                                                                                    | 19            | 38.71 | 19.37                          | 0.79 | 21.4128* |

(\* P < 0.05)

From Table 5, the result of data analysis by examining 3 schools concluded that students' manipulative skill scores after the study of learning units incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach is significantly higher than before the implementation of this curriculum.

Thus the results of the students' manipulative skill before and after using the chemistry curriculum showed that students' manipulative skills were improved and supported the second hypothesis.

#### The third hypothesis

The third hypothesis states that " students' opinions about inquiry cycle approach for high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations have a score above certain level"(Average score between 2.51 and 3.00).

The hypothesis was examined by using data from students' questionnaires after using this chemistry curriculum on the topic of chemical solutions by using inquiry cycle approach incorporating real-life situations (Appendix I). This questionnaire was used with 112 students in 3 different schools. The data from the questionnaires was examined and compared with a standard score with a high level, which is equivalent to 2.51 up. The mean of scores, standard deviations, and difference of mean were obtained by schools, as shown in Table 6.

Table 6 Students' opinion score from questionnaires about chemistry curriculum by using an inquiry cycle approach incorporating real – life situations after implementing this curriculum.

| Name of schools                         | $\bar{X}$ | S.D. |
|-----------------------------------------|-----------|------|
| Benchama Rat Ransarit 2 school (n = 35) | 2.57      | 0.64 |
| Datdarunee school (n = 37)              | 2.52      | 0.71 |
| Puttirangsripiboon school (n = 40)      | 2.51      | 0.74 |

Data obtained from 112 students in 3 schools, as shown in Table 6, indicated that students' opinions about the inquiry cycle approach for high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations had a score above a certain level (average scores is equal 2.51 up).

From the data in Table 6, t-test dependent is used with this data and the results of the analysis of data as shown in Table 7:

Table 7 Students' opinion score from questionnaires about chemistry curriculum by using the inquiry cycle approach incorporating real – life situations after implementing this curriculum (n = 112)

| Item                                                             | $\bar{X}$ | S.D. | t        |
|------------------------------------------------------------------|-----------|------|----------|
| Students' opinion from questionnaires about chemistry curriculum | 2.53      | 0.72 | 21.8105* |

(\* P < 0.05)

The results of data analyses in Table 7 by examining all schools concluded that scores from students' opinions about the inquiry cycle approach for high school chemistry curriculum incorporating real-life situations are above a certain level significantly (average score between 2.51 and 3.00).

Thus the results of students' opinions show that students' opinions were positively improved and supported the third hypothesis.

The fourth hypothesis

The fourth hypothesis states that "teachers' opinions about inquiry cycle approach for high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations have a score in good level" (average score between 3.51 and 4.50).

The data from the teachers' questionnaire after the study of learning units (Appendix J) was used for examining hypothesis. This teachers' questionnaire was used with 3 teachers in 3 different schools. The opinion questionnaire for teachers was composed of 31 items in separate 3 sections as follows: 1) Environment of location section with 5 items, 2) inquiry learning activities section with 19 items, 3) general behaviors of student with 7 items. Teachers' behaviors in 3 different schools were examined, weighed scores, and compared with standard scores in high level that is equal above 3.51. The mean of scores and standard deviations were obtained by items of teachers' questionnaire, as shown in Table 8.

Table 8 Teacher behavior score after implementing chemistry curriculum 3 schools by examining each sections of question (n = 3)

| Items                           | $\bar{X}$ | S.D. |
|---------------------------------|-----------|------|
| Environment of location section | 3.61      | 0.72 |
| Inquiry learning activities     | 4.48      | 0.74 |
| General behaviors of students   | 4.00      | 0.72 |

Data obtained from 3 teachers in 3 schools, as shown in Table 8 indicated that teachers' opinions about the chemistry curriculum using the inquiry cycle approach incorporating real-life situations after the implementation step have a score in good level (average scores between 3.51 and 4.50).

From the data in Table 8, t-test dependent was used with this data and the results of the analysis of the data as shown in Table 9.

Table 9 The result of assessment about styles of teachers' teaching behaviors after the implementation step (n=3)

| Item                                                                        | $\bar{X}$ | S.D. | t        |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|------|----------|
| Assessment about teachers' teaching behaviors after the implementation step | 4.03      | 0.58 | 23.6417* |

(\* P < 0.05)

The result in Table 9 by examining all schools indicated that teachers' opinions about the chemistry curriculum using the inquiry cycle approach incorporating real-life situations after the implementation step have a score in high level significantly (average scores between 3.51 – 4.50).

Thus, from the teachers' opinions after using the chemistry curriculum showed that teachers' opinions about the chemistry curriculum by using the inquiry cycle approach incorporating real-life situations were positive and supported the fourth hypothesis.

#### The fifth hypothesis

The fifth hypothesis states that "students' scientific mind component after the study of learning units incorporating real-life situations using inquiry cycle approach has a score above certain level".

The hypothesis was examined with data taken from the learning assessment form in the scientific mind section after implementing the chemistry curriculum. This assessment form was composed of 3 items: thinking toward learning sciences, feelings toward sciences, and realizing the benefits of sciences (appendix K), and was used with 112 students in 3 different schools. The mean of scores and standard deviations were obtained by schools, as shown in Table 10.

Table 10 Scores of learning assessment in scientific mind section of students after implementing the chemistry curriculum by using the inquiry cycle approach incorporating real- life situations (n = 35)

| Name of schools                         | $\bar{X}$ | S.D. |
|-----------------------------------------|-----------|------|
| Benchama Rat Ransarit 2 school (n = 35) | 2.54      | 0.73 |
| Datdarunee school (n = 37)              | 2.75      | 0.74 |
| Puttirangsripiboon school (n = 40)      | 2.81      | 0.67 |

Data obtained from 112 students in 3 different schools, as shown in Table 10, conclude that students' scientific mind scores after the study of learning units incorporating real-life situations by the using inquiry cycle approach are above a certain level (average score is above 2.51).

From data in Table 10, t-test dependent is used with this data and the results of the analysis of the data as shown in Table 11.

Table 11 Scores of learning assessment in the scientific mind section of students after implementing the chemistry curriculum by using the inquiry cycle approach incorporating real – life situations. (n = 112)

| Item                                                                                               | $\bar{X}$ | S.D. | t        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|----------|
| Learning assessment in scientific mind section of students after implementing chemistry curriculum | 2.67      | 0.55 | 19.2911* |

(\* P < 0.05)

The result of the data analysis in Table 11 indicated that students' scientific mind scores after the study of learning units incorporating real-life situations by using an inquiry

cycle approach are above a certain level significantly (average score is above 2.51). Thus, the students' scientific mind scores show that learning in students' scientific mind had positively improved after implementing the chemistry curriculum by using the inquiry cycle approach incorporating real-life situations and supported the fifth hypothesis.

By examining the research hypotheses, it can be concluded that:

(1) Students' learning achievement score after the study of learning units incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach is higher than before the study.

(2) Students' science manipulative skill component after the study of learning units incorporating real-life situations using the inquiry cycle approach is higher than before the study.

(3) Students' opinions about inquiry cycle approach for high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations have a score above certain level.

(4) Teachers' opinions about inquiry cycle approach for high school chemistry curriculum incorporating real-life situations have a score above certain level.

(5) Students' scientific mind component after the study of learning units incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach has a score above certain level.

Data from the analyses and questionnaires are used to revise the curriculum in step 2.2 next.

## 2.2 Completing the high school chemistry curriculum.

Revising the chemistry curriculum on the topic of chemical solutions by using an inquiry cycle approach incorporating real – life situations forms 2 sub-steps, as follows:

### 2.2.1 Meeting chemistry teachers to assess the implementation of the curriculum

Brainstorming workshop for 3 high-school teachers and the researcher was done on 8 January 2004 at Rajabhat Rajanakrarindra University, Chachoengsao province. The objectives of this workshop were to assess the implementation of the revision of the chemistry curriculum and collecting recommendations from high-school teachers to further develop curriculum, such as teaching administration and content

management. The meeting recommend that time allocation should be adjusted according to number of students vs activities and materials.

### 2.2.2 Revising chemistry curriculum

The curriculum was revised following the recommendation of high-school teachers as follows:

(1) The curriculum was revised to be composed of 6 parts as follows: rationale and justification, principles of curriculum, objectives, content of curriculum, learning units, and lesson plans instead of 7 parts from the original.

(2) The timing of the lesson unit 2 (How to explain salinity of soil) was adjusted to be 7 hours according to the number of students vs activity and materials.

#### (3) Learning outcome units

3.1 The learning outcome of unit 1 on the topic of the environmental problem in Chachoengsao was revised in the engagement step of inquiry cycle where students are recommend to interview local persons in their community about environmental problems or local problems before the activities in the learning outcome of unit 1. This will serve as general information and background of the students' community to activate their interests toward real – life situations before encountering activities in the classroom.

3.2 The learning outcome of unit 4 on topic of preparation of chemical solutions is revised in the inquiry cycle as exploration step such that before the laboratory in each section, students should examine that each step of the laboratory activity for errors. Thus, students will learn to check procedures and equipment before beginning an experiment.

3.3 The learning outcome unit of 5 on the topic of solving problems of salinity soil is revised in the steps of the inquiry cycle as elaboration step to assist the students in transferring and publicizing their knowledge about solving the problem of saline soil with people in their community, or exchanging opinions, real – life situations, and recommendations with people in their community. This is to activate students' recognition of local problems and prepare them to solve these in the future. Also, the researcher interviewed high – school teachers about learning activities with opened – questionnaires about learning activities in chemistry after using this curriculum to support

the opinions of teachers as observers in the classroom and check research hypotheses.

The interview was composed of 4 parts as follows: location of learning activities, problems of learning management, need of high schools in management of learning activities, and benefits of management of inquiry learning activities. Respondents for the interview were high school teachers from 3 high schools: Banchama Rat Ransarit II school, Datdarunee school, and Putirangsripiboon school. The results of the interviews were:

#### 1. Location of learning activities

##### - Preparation of learning activities

Adequate preparation prior to the management of learning activities was recommended by high school teachers, such as reviewing the chemistry content and the steps of inquiry activities. Teachers should also practice by using the scientific tools and by instructing their students. Modern resources and materials are important for learning activities to motivate the students. The location of the learning activities should also be convenient for good academic position and resource center.

##### - Learning activities management

Limited the number of students in this kind of activity is important to ensure the best learning outcome. It is easy to implement the outlined activities in systematic order. The steps of the outlined activities are a prerequisite for the students to continuously understand their lesson. In addition, teachers should motivate and encourage students to study and follow the learning activities incorporating real – life situations and using the inquiry cycle approach for improving their learning behaviors.

##### - Assessment of using the inquiry cycle approach in learning activities

The method of assessment for the inquiry cycle activities can help teachers to gain confidence in evaluating their students' behavior correctly and examining every issue related to learning activities. Teachers can help in evaluating activity and advise their students of ways to improve their studies. Lastly, the learning outcomes of these activities are for the development of the students and to upgrade their knowledge by participation these activities.

The main objective of these learning activities is to motivate the students in their ideas and opinions of what they have learned. Asking questions is one of

the processes to show the learning outcome of the activities. Limiting the number of students and increasing the time of activities should be planned for the best results.

## 2. The problem of management about learning and teaching

Problem based learning can be generally described as being centered around the task of solving a problem. It is also a way to describe the approach to curriculum, which is problem centered rather than discipline centered. The results of the classroom management section serve to find out the preferred style most suitable to the students' learning activities. The successful teacher is one who can evaluate a situation and then apply the appropriate style. Remember the intent of these learning activities is to inform the students and teachers to arouse their curiosity regarding classroom management styles.

## 3. Need of teachers about learning activities.

The teachers' needs should be concerned by the school management. This is for the better teaching methodology for the welfare and benefit of the students. Their needs are as follows: modern scientific tools, standard laboratory rooms, textbooks, documents, teachers' assessment forms, and appropriate teaching time management.

## 4. Management of inquiry cycle activities

Management of the inquiry cycle activities can help students to develop their ideas and interest in learning. The students can be encouraged to show their opinions and exchange their ideas about real – life situations where knowledge of chemistry can help them formulate plausible solutions. They will learn to search for and survey information from academic resources, develop their observation skills, and laboratory planning systematically. Students can solve problems and search for knowledge independently, become responsible, and listen to the opinions of others, as well as present their own ideas.

The objectives of the research were to develop a chemistry curriculum on topic of chemical solutions by using an inquiry cycle approach incorporating real – life situations and assessment of students' learning outcome. The results of the data analysis cover all research objectives by implementing the chemistry curriculum on a micro scale with students that can follow the lesson plan well and study chemistry content easily. For the pilot study group, students' learning achievement and manipulative skill scores in learning activities incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach was

higher than before implementing the curriculum. Besides students' learning achievement and manipulative skill scores, interviews of students and teachers were conducted. Students' opinions about the inquiry cycle approach for high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations and students' scientific mind had scores above certain level. Teachers' opinions about the inquiry cycle approach for high school chemistry curriculum incorporating real - life situations had a score above certain level that relates to research hypothesis.

## CHAPTER 5

### CONCLUSIONS AND DISCUSSION

This chapter presents the key results which are related to the hypotheses, followed by a discussion of these in the related research studies on curriculum development in real - life situations and teaching – learning process focused on inquiry cycle approach. The classroom implications are outlined, along with some recommendations for improvement science teaching – learning process and further research.

#### Research Objectives

The objectives of this study were: (1) to develop a high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach; (2) to evaluate students' learning outcomes after finish studying high-school chemistry classes that incorporate real-life situations by using inquiry cycle approach; and (3) to investigate teachers' and students' opinions on the implementation of high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach. The methodology of pilot study and key findings of the results or conclusions presented in this research can be summarized as follows:

#### Methodology

Methodology of developing high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations composed of 2 steps as follows:

##### Step 1 Curriculum design

This step was conducted to review basic information, to analyze this information, and to draft the structure of real – life high school chemistry curriculum on the topic of chemical solutions that composed into 6 steps, as follows:

##### 1.1 Reviewing basic information for developing the chemistry curriculum

Reviewing basic information for developing the chemistry curriculum consisted of 4 categories: (1) investigating related documents and research works, (2) analyzing learning outcomes and sub-standard 3 (Properties of Matter) of all levels (grade 1 – 12) related to Thailand's Basic Education Curriculum, B.E. 2544(A.D.2001) , (3)

interviewing local resource persons about local wisdom and local environmental problems in everyday life in Chachoengsao province, Thailand, and (4) analyzing and reviewing the content of chemistry that is related to soil salinity.

#### 1.2 Drafting the structure of real - life high-school chemistry curriculum

Drafting the structure of real - life high-school chemistry curriculum by using inquiry cycle approach was developed for use in the workshop: *"Workshop on developing a high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations with inquiry cycle approach"*.

#### 1.3 Evaluation of the high-school chemistry curriculum

Evaluation of the high-school chemistry curriculum was taken by 3 groups of specialists:- (1) experienced high-school chemistry teachers and university instructors to examine the accuracy of content ; (2) science educator, curriculum administrator, and curriculum development specialist to examine the steps of curriculum development, and (3) science educators to examine the processes of teaching-learning activities. The tools of examining in each group were curriculum evaluation forms. Collecting data was analyzed by researcher such as the mean of scores, standard deviations, and Index of Item Objective Congruence (IOC).

#### 1.4 Revising the draft of the high-school chemistry curriculum

Revising the draft of the high-school chemistry curriculum was based on specialists' recommends and the results of examining real – life high school curriculum. Then the high-school chemistry curriculum was implemented with 3 sample schools in micro scale level.

#### 1.5 Pilot study the high-school chemistry curriculum

Pilot study the high-school chemistry curriculum composed of 2 sub-steps: (1) Trying out the high – school chemistry curriculum, and (2) Preparing teachers to be observers in learning activities and students' behaviors.

##### 1.5.1 Trying out the high – school chemistry curriculum

Trying out the high – school chemistry curriculum was conducted with 28 students in Matayomsuksa 4 at Benjamatrangsarit 2 school, Chachoengsao in 1 - 12 November 2003 which was taken 36 hours.

1.5.2 Preparing teachers to be observers in learning activities and students' behaviors

Preparing teachers to be observers in learning activities and students' behaviors was conducted every week. The objectives of this step were to practice the teachers to know how to observe the procedures of classroom activities and how to use the observation checklist form correctly.

#### 1.6 Improvement of chemistry curriculum

Improvement of chemistry curriculum was conducted by using the results of pilot study step and participants' recommendations.

### Step 2 Curriculum Implementation

This step was conducted to implement high-school chemistry curriculum that composed of 2 steps, as follows:

#### 2.1) Implementing high – school chemistry curriculum step

Implementing high – school chemistry curriculum step is conducted to investigate the efficiency of the high – school chemistry curriculum.

#### 2.2) Completing the high-school chemistry curriculum step

Completing the high-school chemistry curriculum step is conducted to revise the perfect prototype, followed by recommendation from high-school teachers, researchers and students.

## Conclusion

### Step 1 Curriculum Construction

Developing high-school chemistry curriculum using inquiry cycle approach incorporating real-life situation composed of 6 steps, as follows:

#### 1.1 Reviewing basic information for developing a chemistry curriculum composed of

##### 1.1.1 Investigating related documents and research works

Investigating related documents and research work concluded that developing curriculum conclude that Interested developing curriculum is developing curriculum incorporating real-life situation using inquiry cycle approach, which incorporated

between contents of chemical solution and the environmental problems of Chachoengsao province, which enable students, realize the correlation between content of chemistry and environmental problems, and improve in both content and scientific process (Appendix A).

#### 1.1.2 Analyses of learning outcomes and sub-standard 3

The results concluded that learning outcomes and sub-standard 3 in all level correspond to objectives of Thailand's Basic Education Curriculum, B.E.2544 (A.D. 2001) (Appendix B)

#### 1.1.3 Interviewing local resource persons about local wisdom, and local environmental problems in everyday life in Chachoengsao province, Thailand.

The result of interviewing local resource persons about local wisdom, and local environmental problems in everyday life concluded that environmental problem that is the most environmental problem in community of Chachoengsao is soil salinity. (Appendix C)

#### 1.1.4 Analyzing and reviewing the content of chemistry that is related to soil salinity.

The result of Analyzing and reviewing the content of chemistry, which is related to soil salinity concluded that learning units should be conducted, as follow: Environmental problem in Chachoengsao, How do I explain salinity of soil?, Measurement units of concentration of chemical solution, Preparation of chemical solutions, Solving problems of salinity soil, Application of using chemical solution in real-life situations (Appendix D).

#### 1.2 Drafting the structure of real - life high-school chemistry curriculum.

The structure of the draft curriculum which incorporated real - life situation with inquiry cycle approach was developed for use in the workshop which concludes that this chemistry curriculum is categorized into 7 sections, which were:- Rationale and Justification, Principles of Curriculum, Objectives, Content of Curriculum, Learning Units, and Lesson Plans.

#### 1.3 Determining the high-school chemistry curriculum

Determining the high-school chemistry curriculum for implementation by

3 groups of specialists. The results of analyses conclude that each factor of curriculum has relevance each other according to Index of Item Objective Congruence (IOC) in high level about 0.75 to 1.00.

#### 1.4 Revising the draft of the high-school chemistry curriculum

The first revision of high-school chemistry curriculum was based on the specialists' recommendations, and then the high-school chemistry curriculum pilot study with samples in micro scale level was implemented.

#### 1.5 Pilot study the high-school chemistry curriculum

The result of implementing high-school curriculum in micro scale level concluded that teachers can follow lesson plans well. In duration of implementing this curriculum, teachers can use criterion for evaluating students' behaviors correctly and understand the roles of observers. Then teachers were interviewed coping potential in using observation evaluation form. These results revealed that teachers had confidence to be observers and understand the roles of observer with confident level of 0.7746.

The result of interviewing 12 students concluded that students were interested in the content of chemistry, because they can study easily, enjoy doing activities, understand environmental problems in local area, and incorporate between their experiences and contents. However, the students had problems about the unsufficient of materials and shortage of time for doing activities. The results of curriculum implementation in micro scale level and interviews were used for improvement of the curriculum.

#### 1.6 Improvement of chemistry curriculum

The results of pilot study step and recommendations were improved chemistry curriculum in the second lesson plan (How do I explain salinity of soil?) by increasing range of time for doing activities from 6 hours to 7 hours and increasing the adequate amount of materials enough for doing the activity. The improved curriculum in this step composes of 6 components: rationale and justification, principles of curriculum, objectives, content of curriculum, learning units, and lesson plans. Improved curriculum was used in the next step.

## Step 2 Curriculum Implementation

Curriculum implementation on the topic of chemical solutions by using inquiry cycle approach incorporating real-life experiences composed of 2 steps:

- 2.1) Implementing high – school chemistry curriculum step,
- 2.2) Completing the high-school chemistry curriculum.

### 2.1 Implementing high – school chemistry curriculum step

Curriculum implementation on the topic of chemical solutions by using inquiry cycle approach incorporating real-life experiences was used with students in 3 schools provided research data for a total of 112 participating students in Matayomsuksa 4: Benchama Rat Ransarit II school, Datdarunee school, and Puttirangsripiboon school in second semester of the 2003 academic year. The results of the implementation are:

#### 2.1.1 Examining from learners

2.1.1.1 Examining students' learning achievement scores of students in 3 schools provided research data for a total of 112 participating students in Matayomsuksa 4: Benjamaratransarit 2 school, Datdarunee school, and Puttirangsripiboon school concluded that scores from students' learning achievement test after the study of learning units incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach was higher than before the study significantly and supports the first research hypothesis.

2.1.1.2 Examining students' manipulative skill score of students in 3 schools provided research data for a total of 112 participating students in Matayomsuksa 4 concluded that students' manipulative skill score after the study of learning units incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach was higher than before implementing this curriculum, and supports the second research hypothesis.

2.1.1.3 Examining students' scientific mind component of students in 3 schools provided research data for a total of 112 participating students in Matayomsuksa 4 concluded that students' scientific mind component after the study of learning units incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach had a score above certain level, learning in students' scientific mind were improved in positive view after implementing chemistry curriculum by using inquiry cycle approach incorporating real-life situations was in positive view, and supported the fifth research hypothesis.

## 2.1.2 Examining from teachers and learning activities.

2.1.2.1 Examining average scores of students' opinions in 3 schools provided research data for a total of 112 participating students in Matayomsuksa 4 concluded that students' opinions about inquiry cycle approach for high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations had a score above certain level, students' opinions were improved in positive view and supported the third research hypothesis.

2.1.2.2 Examining average scores of teachers' opinions in 3 schools concluded that teachers' opinions about inquiry cycle approach for high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations had a good score ( $X = 4.46$ ), and support the forth research hypothesis.

2.1.2.3 Presenting opinion of 3 teachers in 3 schools provided research data: Benchama Rat Ransarit II school, Datdarunee school, and Puttirangsripiboon school concludes that learning activities in the classroom can help students to understand and improve their scientific thinking, students can exchange their idea about knowledge in classroom with participants. Additionally, teachers can understand and apply real – life experiences with lesson plan, learning outcome, teaching – learning management, and teaching' behaviors. Teachers can improve classroom situation to activate students' learning and idea.

## 2.2 Completing the high-school chemistry curriculum.

Brainstorming workshop for 3 high-school teachers from Benchama Rat Rangsarit II school, Datdarunee school, and Puttirangsripiboon school was conducted by the researcher. There were two categories recommended to be adjusted which were: 1) the components of curriculum, 2) the timing of activities.

## Discussion

### Step 1 Curriculum Design

This step is process that construct real – life high – school chemistry curriculum. It is important to develop many components of this curriculum to conduct high – school curriculum that have high quality and effectiveness (Tyler. 1949: 395., Caswell & Campbell,

1935 : Taba. 1962., Tanner. 1980, and Loh, 1998). The research conclusions and interesting issues are as follows:

### 1.1 Reviewing basic information for developing a chemistry curriculum

Investigating related documents and research work such as curriculum development, teaching - learning process, the importance of chemical solutions as perceived by local community, and inquiry-based teaching-learning process were found that each curriculum development have a similarity of model, but these are their differential detail of steps in curriculum development. This research developed curriculum by using important point of each model to apply own model such as curriculum development model of Saylor Alexander and Lewis (Saylor Alexander and Lewis. 1981) and Vongyai (1995).

Additionally, methods of learning management in curriculum development by using inquiry cycle approach of educators was developed and integrated with the contents and real- life situations such as Rebecca Reiff. et al (2003)., White, B.Y. et al (1998). Moreover, students in groups of Biological Science Curriculum Study present that the most Interested curriculum development is inquiry cycle approach, because it can activate students to incorporate between their experiences and contents, enjoy doing learning activities, understand scientific problems, have self- confident to show their opinions and develop their knowledge (Brown, A. &Campione, J. C. :1996) (Greenlaw, M. J. :1982).

Characteristics of institute curriculum development of Nipa Petsom(2002) are found that interested curriculum development is curriculum development that emphasize learning experiences incorporating real – life situation in local area such as environmental problem(Kongbangpra. 1999: 45), local problem or real situation problem (Santachat. 1996). This connects between theory or contents and real- life learning experiences in the same area. This is consistent with the research of (Brown, A. &Campione, J. C.:2002) presented that students are interested in various contents, if teachers should have present contents by relating with local situations and various learning activities. This helps improve students to develop sections of knowledge, scientific attitude, and manipulative skill. Moreover, opinions of teachers and students presented that learning management by incorporating real situation help students study contents easily. Students are interested in real – life situation. Students realize in searching

and survey information from academic resources. Students have observation skill and laboratory planning step by step. Students can solve problems and search knowledge by themselves.

### 1.2 Drafting the structure of real - life high-school chemistry curriculum.

Greater effort needs to be directed towards developing science curriculum to improve the overall quality of life in accordance with the national science curriculum. As Thailand is a developing country, science and technological education should be an integral part of the national education policy. In 1990, the Department of Curriculum and Instruction Development of the Thai Ministry of Education (MOE) implemented a new curriculum based on an analysis of limitations and weaknesses that were identified in the 1978 national curriculum. Ongoing monitoring, assessment, and research continued over the next ten years, and the MOE 2002 report based its findings on program evaluations. The major limitations identified in the report are: 1) the formulation of a curriculum by central authorities neither reflects nor responds to the needs of schools and provincial society. 2) An analysis shows that curriculum development and learning outcome of mathematics, science and technologies fail to develop leaders in these fields. Therefore, teaching and learning procedures need to be improved in order to develop problem-solving skills, creativity, and attitudes appropriate to learning in mathematics, sciences and technologies. 3) The application of the curriculum fails to foster the foundations of critical thinking, to create learning procedures in the management of life skills, and to enable learners to effectively tackle rapid changes in social and economic areas.

Due to these limitations and weaknesses of Thai educational system, the Thai Ministry of Education made further revisions and implemented a new curriculum, referred to as "The Basic Education Curriculum 2001". This new curriculum was thought to better meet and reflect the needs of educational institutions and provincial society, especially in the areas of foreign languages (specifically, English) mathematics, science, and technology. This is consistent with the research of Taba (Taba. 1962) who said that schools should developed their curriculum and institute curriculum should be developed and designed curriculum. Lulla (Lulla. 1969: 56-60). Sunee Hamaprssit (1994: 58)., Jaitip chairattanapong (2539 : 14-15)., and Oliva (Oliva. 1992 :26) stated that each school should have own curriculum development to improve quality of education. Thus researcher

develop institutes curriculum by selecting the third standard about properties of matter. Additionally, researcher studied on inquiry cycle approach reveal that inquiries are important skills for the success of students' daily living, as learning by memorizing or a complete reliance on learning from books does not help students to recognize or solve real-life problems. As it is important to develop high-school chemistry curriculum by using an inquiry cycle approach incorporating real-life situations and focusing on problem-solving processes that put an emphasis on higher-order thinking and application of science process skills for developing quality of life in the future, and as it is equally important to develop an awareness of students in environmental problems and society in Chachoengsao province, a pilot study of interviewing local resource persons was organized about local wisdom, and local environmental problems in everyday living of Chachoengsao province, Thailand. It was found that soil salinity is one of the main problems in Chachoengsao province and the content of chemistry, especially chemical solutions, was developed for solving this problem, so soil salinity was the main focus of chemical solutions in inquiry cycle-approach classroom activities. After that, researcher developed workshop to draft real – life chemistry curriculum, develop quality of learning management, and lesson plan. There were 8 participants in the workshop: 5 high-school chemistry teachers from Chachoengsao province, 1 curriculum developer, 1 science educator, and 1 researcher. This is consistent with Saylor Alexander and Lewis (Saylor Alexander and Lewis. 1981), who stated that teachers should be educational manager by selecting their techniques of teaching, and materials to improve their students in section of knowledge, scientific attitudes, and manipulative skills.

The interested point of this institute curriculum was the incorporating the real –life situations and focusing on problem-solving processes, that put an emphasis on higher-order thinking and application of science process skills for developing quality of life in the future, and as it was equally important to develop an awareness of students in environmental problems and society.

## **Step 2 Curriculum Implementation**

Implementation of high-school chemistry curriculum on the topic of chemical solutions was used in 16 November 2003 – 8 January 2004 which was taken 36 hours with

112 students in 3 schools was found that teacher can follow lesson plans well. In duration of implementing this curriculum, teachers can use criterion for evaluating students' behaviors correctly and understand the roles of teachers in inquiry activities.

Students can study contents by following learning activities; can exchange their opinions and ideas with participants correctly. Additionally, students' learning achievement score after the study of learning units incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach was higher than before the study, and manipulative skill score after the study was higher than before implementing this curriculum. This was consistent with teachers' opinions presents that management of inquiry cycle activities can help students to activate their idea and interest in learning activities. Students showed their opinion by asking and exchanging their opinion with another persons. Students interest in real – life situation that relate to chemistry in daily life. Students realized in searching and survey information from academic resources. Students had observation skill and laboratory planning step by step. Students were able to solve problems and search knowledge by themselves, and there were responsible to their task. Students conceded opinion of another persons and present their idea.

This is consistent with the research of Beasley (Beasley. 1979: 5428- A), Heikkinen (Heikkinen. 1983), and Varee Akkasan (2537 : Abstract) who concluded that the results studying of manipulative skill by using real practice with incorporating real – situations. Learner can study new knowledge and develop basic knowledge to apply with everyday life. Moreover Team learning is conducted in their classroom. This is consistent with the research of Tisana Kammanee (Tisana. 1993) states that relationship of team study is a process that can occur and help group activities to follow effectively.

This assessments of the research separated into 4 sections: students' learning achievement test, manipulative skills test, report paper, and scientific mind test. This is authentic assessment that helps teachers evaluate students' learning. This is consistent with the report of Curriculum and Instruction Development Department (2001) presented that authentic assessment is assessment from real – practice or activities by students organize activities themselves that have complexity of each work and be holistic.

Implementing curriculum step was used with samples as follow in table 11. During implementing step, collecting data was used to examine research hypothesis by using

student learning achievement test before and after the study of learning units, student opinion questionnaire about inquiry cycle approach, and scientific mind test. Additionally, science classroom observation checklist form and manipulating skill test are implemented. The research hypothesis and the examination results are:

#### The first hypothesis

This examining hypothesis is used with data from student learning achievement test before and after the study of learning units. Additionally, scores from students' learning achievement test after the study of learning units incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach were higher than before the study significantly. This was consistent with the research of Erwin (2001: 122- 140) who develop a training curriculum on environmental education project management for secondary school students. It was found that the secondary school students studying the management of environmental education had their knowledge increase at a statistically significant level of 0.05. The score after training was higher than the score before. Additionally, this was consistent with the research of Roger (2003: 54 – 72) creating and trying out the formulation of environmental education training curriculum on forest and wildlife resources for senior students and was found that the scores after training was higher than the score before. Moreover, it was consistent with the study conducted by Max (2003: 43) who studied the comparative learning achievement in health education subject on sex education in Matayomsuksa 2 who used the learning module and normal learning technique. The study was found that learning achievement of the experimental group was higher than the comparison group with statistical significance. In contrast, Allen (2002: 89-132) develop curriculum on rural community waste management for volunteers: a case study of Manbinton school. It was found that were who had passed training; after new training, their scores did not increase. As for those who have never had training, the score was low.

#### The second hypothesis

The second hypothesis states that "students' manipulative skill score after the study of learning units incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach is higher than before implementing this curriculum." This examining hypothesis was used with data from manipulative skill test before and after the study of learning units. The results of

students' manipulative skill before and after using chemistry curriculum showed that students' manipulative skill was improved and support this hypothesis. This was consistent with the research of Exner (2002: 165), in development of manipulative skills of no dysfunctional 13- year- old children. It was found that approximately 30% of the children in the study showed improvement on the post- manipulative scores, whereas the others showed little change. The children who had lower pre- manipulative score showed greater score increases on the post-manipulative score than did the children who scored somewhat higher initially. Moreover, this was consistent with research of Precharn (1994) about the effectiveness of a chemistry laboratory manual design incorporating visual information processing characteristics on student learning and attitudes. It was found that experimental group students performed significantly higher on manipulative skills regarding experimental techniques and orderliness skills across all four activities.

#### The third hypothesis

The third hypothesis states that "students' opinions about inquiry cycle approach for high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations have a score above certain level". The results of students' opinions showed that students' opinions were improved in positive view and support this hypothesis. This was consistent with research of Ralan (1999) who developed about the development of local curriculum of sciences for secondary school in Marita school. It was found that students' opinions about learning activities had a score above high level. Students were interested in the training process regarding the teachers on their knowledge in content, ability to communicate, arrangement of topics, time spent on the topic, and his interpersonal skills. Moreover, these results were also in congruence with the result obtained Hopson (1998), who studied effects of a technology enriched learning environment on student development of higher order thinking skills. The purpose of this study was to determine the impact of a Technology Enriched Classroom on student development of higher order thinking skills and student attitudes toward the computer. The students were surveyed using the Computer Attitude Questionnaire developed by the Texas Center for Educational Technology. The questionnaire assessed sixty-five questions combined to measure eight attitudes. This was consistent with the research of Diza (2003), who improved student centered learning:

second generation mentoring and language support labs. In addition, they were asked to complete a questionnaire about how well the courses met their needs and how these might be improved. This was consistent with the research of Josh (1999: 121) studying problematizing complex datasets for students: Design principles for inquiry curriculum. Students created their own datasets initially by plotting the most recent earthquakes from Internet, making predictions from a large dataset, refining predictions with more data, and representing findings leads to new questions. After that, the students were surveyed doing inquiry cycle activities using attitude questionnaire developed by Northwestern University. This was consistent with the research about learning management by using inquiry cycle approach activities of Loh (1997), Loh et al (1998), Radinsky et al (1998), Robinson et al (1997), and Pott. et al (2003).

#### The fourth hypothesis

The fourth hypothesis states that "teachers' opinions about inquiry cycle approach for high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations have a score in good level" The results of teachers' opinions after using chemistry curriculum showed that teachers' opinions about chemistry curriculum by using inquiry cycle approach incorporating real-life situations was in positive view and support this hypothesis. This was consistent with the research of Yerushalmi and Eylon (2003), who studied teachers' approaches to promoting self-monitoring in physics inquiry cycle approach by their students. This study described the professional development of physics teachers during two years in which they collaboratively addressed the pedagogical question: "How can we promote self-monitoring by students in physics inquiry cycle approach?" The collaboration took place in computerized forums and e-conferences. . This was consistent with the research of Brian, L., Gerber, V., and Andrew, J (2002), who studied about site – based professional development: inquiry learning cycle and technology integration. Results of open-ended questionnaires administered to the teacher participants at the end of the school year indicated that in the use of the learning cycle, teaching procedure and integrating technology had important impacts on their students.

#### The fifth hypothesis

The fifth hypothesis states that "students' scientific mind component after the study of learning units incorporating real-life situations by using inquiry cycle approach

have a score above certain level". The results of students' scientific mind checking research hypothesis showed that the scientific mind after the study of learning units, the learning in students' scientific mind were improved in positive view after implementing chemistry curriculum by using inquiry cycle approach incorporating real-life situations was in positive view and support this hypothesis. This was consistent with the research of Anat. Et al (2003), who studies about learning biology through research papers: developing scientific mind and question- asking capabilities. The researcher compared between learning through a scientific article and a popular-science article in the 10th-12th grades: 272 high-school biology students were tested for their abilities to develop scientific mind and their inquiry skills (Science as inquiry), after reading a scientific article and popular-science article. Significant differences were marked:  $*p < 0.05$ .

All explanation showed that successfulness in chemistry curriculum development on the topic of chemical solutions by using inquiry cycle approach incorporates real – life situations can be developed into real-practices that have impact to students' learning. Moreover, it can develop students to have their critical thinking and can apply their ideas and learning in the future.

## Recommendations

1. From the results of this study, the following are recommended:

1. Recommendations for teaching – learning managements

1.1 The documents should be given to the participants before learning activities about 1 week, in order for them to have time to study and be able to express their opinions more.

1.2 It is necessary to analyze and choose appropriate approaches to curriculum development for different majors and subjects. Method of inquiry cycle has a lot of advantages, but it is time consuming and costly.

1.3 The results indicated that the real – life high – school curriculum is developed to meet the interest of students, which promote their participation and promote emphasis of inquiry cycle. This results in changing of knowledge, attitude, scientific skill, and scientific mind. Senior high – schools should be therefore appropriately applied this curriculum in order to promote the correct understanding in, and scientific mind.

1.4 Method of inquiry cycle has a lot of advantages both students and teachers. Students are more interested in the content of chemistry, because they can study easily, enjoy doing activities, understand environmental problems in local area, and incorporate between their experiences and contents.

1.5 Management of inquiry cycle activities can help students to activate their idea and interest in learning activities. Moreover students can encourage showing their opinion by asking and exchanging their opinion with another persons. Students interest in real – life situation that relate to chemistry in daily life. Students realize in searching and survey information from academic resources. Students have observation skill and laboratory planning step by step. Students can solve problems and search knowledge by themselves. Students are responsible to their task. Students can concede opinion of another persons and present own idea.

## 2. Recommendations for curriculum developments

2.1 In curriculum development, it is necessary to focus on the development of contents, methods, and teaching materials. However, as experience has shown, the application of inquiry cycle methods and the development of supporting teaching and learning materials require a certain level of capacity of the teachers.

2.2 The developed curriculum, before putting it to use, should pass the approval of qualified experts in various fields in order to check its quality and accuracy. In the content of lesson plan, teachers should be chosen based on their knowledge and their experience in various fields.

2.3 Paying attention is taken with the students and creating an informal atmosphere in classroom. They should be cooperative in creating various activities, thus making teaching- learning go by smoothly.

## 3. Recommendations for administration and managements.

3.1 Management of learning activities with students to participate all students by expanding duration of time of activities and decrease amount of students per classroom to set each activities appropriately. This is to activate students to show their ideas and opinions.

3.2 Students should be encouraged in exchanging ideas with their teachers to develop their self – confidence.

3.3 Activities may be adjusted so the students can finish the activities on time. The resources should be modern and show information for content effectively.

4. Recommendations from the further research.

4.1 There should be a follow- up and study of the effectiveness of implementing curriculum about awareness of participation in high – school chemistry curriculum development by using inquiry cycle approach incorporating real – life situations to see whether the information received in the curriculum is suitably modified.

4.2 The timeframe for the learning activities should be extended to include more than 2 months, since there is a lot of content in the classroom and discussions.

4.3 There should be more procedure for evaluations of the curriculum in order to obtain the more complete and appropriate curriculum.

4.4 There should be comparison among students who are in different schools, environmental condition and social condition.

## BIBLIOGRAPHY

## BIBLIOGRAPHY

- Abraham, M. (1997). *The learning Cycle Approach to Science Instruction* (Monograph No. 9701). Norman: National Association for Research in Science Teaching.
- Aikup, K. (1996). *Displacement, Development, and Modernity in the Colombian Pacific*. Dissertation (Library and Information Science). University of Wisconsin-Madison. Photocopied.
- Alexander , W. (1981). *Curriculum Planning for Better Teaching and Learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Science for All Americans*. Washington, D.C.: Author.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for Science Literacy: Project 2061*. New York: Oxford University Press.
- Atkin, J. M.; & Karplus, R. (1962, August). Discovery or Invention. *The Science Teacher*. 29 (2) : 121-143.
- Beauchamp, G. (1968). *Curriculum Theory*. Wilmette: Kagg Press.
- Beisenhez, P.; & Dantonio, M. (1996). *Using the Learning Cycle to Teach Physical Science*. Portsmouth. NH: Heinemann.
- Belkin, G. S.; & Gray, L.L. (1977). *Educational Psychology: An Introduction*. Dubuque. Iowa: William C. Brown.
- Bestor, A. (1955). *The Restoration of Learning: A Program for Redeeming the Unfulfilled Promise of American Education*. New York: Knopf.
- Biological Sciences Curriculum Study. (1970). *Biology Teacher's Handbook*. New York: John Wiley.
- Boonkurb, N. (2000). *UNESCO Statistical Year- Book, 1999*. Paris: UNESCO.
- Bunsai, P. (1998). *The Development of Training Curriculum on Appropriate Biotechnology of West for Change Agents in Communities of Prathumthani, Prachinburi and Srageaw Provinces*. Dissertation, Ed.D.(Science Education) Bangkok: Graduate school, Srinakrarinwirot University. Photocopied.

- Bybee, R. (1997). *Achieving Scientific Literacy*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Chewpreecha, T. (2000). *Integrated Planning in Thailand*. Bangkok Metropolis: Design.
- Chinhyu, H. (1996). *Drexel University: Development of Demonstration-Enhanced Courses Throughout the Chemistry Curriculum and A Comparative Study of Student Response*. Dissertation, Ph.D. (Library and Information Science). Madison : Graduate school. University of Wisconsin- Madison. Photocopied.
- Chulalongkorn University. (1998). *Modernity from below: local citizenship in Thailand*. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Colburn, A.; & Clough, M. (1997, March). Implementing the Learning Cycle. *The Science Teacher*, 64 (5) : 30-33.
- Community Economy Development and Learning Community Economy Development. (1997). *The Role of Human' Practical Knowledge*. Community Economy Development and Learning Community Economy Development Statistical Year-Book. 15 : 73-102.
- Doll, R. C. (1978). *Curriculum Improvement : Decision Making and Process*. Boston: Allyn & Bacon.
- Driel, J.H.; Beijaard, D.; & Verloop, N. (2001, January). Professional Development and Reform in Science Education: *The Role of Teachers' Practical Knowledge*. *Journal of Research in Science Teaching*. 38(12): 137-158.
- Etheredge, S.; & Rudnitsky, Al. (2003). *Introducing Students to Sciencific Inquiry: How do we know what we know?*. Boston: Pearson Education.
- Franklin, B. (1749). *Proposals Relating to the Education of Youth in Pensilvania*. Philadelphia Philadelphia: Printed [by] B. Franklin.; & D. Hall.
- Gabel, D. (1993). *Introductory Science Skills*. Prospect Heights. IL: Waveland Press.
- Goodlad, J.I.; Klein, M.F.; & Tye, K.A. (1979). *The Domains of Curriculum and Their Study*. Pensilvania: McGraw-Hill.
- Goodlad,.; et al. (1987). *Curriculum Inquiry: The Student of Curriculum Practice*. New York: McGraw-Hill.

- Hass, G. (1983). *Values and Goals*. In G. Hass (Ed.). *Curriculum Planning: A New Approach*. Boston: Ally.; & Bacon.
- Howell, K. W. (2000). *Curriculum-Based Evaluation: Teaching and Decision Making*. Australia. Belmont. CA: Wadsworth.
- Hutchins, R. (1968). *The Learning Society*. New York: McGraw-Hill.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2000). *Teaching-Learning Science Management*. Bangkok: IPST printing.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2000). *Guide of Teaching Learning Science Management*. Bangkok: Kurusapa Lardprao Publishing.
- Institute for the promotion of Teaching Science and Technology. (2000). *Thai School Science, Mathematics and Computer Teaching-Learning Environment, Working Document of the Symposium on the Conceptual Development of Science, Mathematics and Computer Education Reform in Accordance with the 1999 National Education Act*. Bangkok Metropolis: IPST.
- Jacquelyn, J. (1996). *Service Learning in the Middle School Curriculum : A Resource Book*. Boulder. CA: Social Science Education Consortium.
- Johnson, M. (1967). *Curriculum*. New York: Teacher College Press.
- Kathryn, T. (1998). *Enhancing the Acquisition of Conceptual Structures Through Hypermedia*. Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice. Cambridge. MA: MIT Press/Bradford.
- Kenser, M.; Hofstein, A.; & Ben-Zvi, R. (1997, October). "The Development an Implementation of Two Industrial Chemistry Case Studies for the Israeli High School Chemistry Curriculum," *International Journal of Science Education*. 19 (5) : 565- 576.
- Kliebard, T. (1996). *Curriculum Planning*. Washington D.C.: National Academic Press.
- Kongpetch, W. (1992). *The Development of the Curriculum for Vocational Teachers in Secondary Schools Under the Department of General Education, in Bangkok*. Dissertation, Ed.D.(Educational Administration). Bangkok: Graduate school Srinakrarinwirot University. Photocopied.
- Kuhn, D.; Amsel,E.; & O' Loughlin, M. (1988). *The Development of Scientific Thinking*

- Skills*. San Diego: Academic Press.
- Kuhn, D.; & Phelps, E. (1982, October). "The Development of Problem-solving Strategies," *Advances in Child Development and Behavior*. 17(2) : 1-44.
- Kuhn, T.S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lawson, A.; Abraham, M.; & Renman, J. (1989). *A Theory of Instruction: Using the Learning Cycle to Teach Science Concepts and Thinking Skills*. Manhattan. KS: National Association for Research in Science Teaching.
- Llewellyn, D. (2002, November). *Are you an inquiry teacher?* Paper presented at the 103<sup>rd</sup> Annual Conference of the Science Teachers Association of New York State. Ellenville. New York: Crowin Press.
- Llewellyn, D. (2002). *Inquire Within: Implementing Inquiry-Based Science Standards*. California: Crowin Press.
- Macdonald, J.B. (1975, October). *Curriculum Theory As Intentional Activity, Paper Delivered at Curriculum Theory Conference*. Charlottesville. Virginia.
- Macdonald, J.B. (1995). *Educational models for instruction*. In J.B. California: Crowin Press.
- MacDonald.; & Leeper R.R. (1995). *Theories of Instruction*. Washigton, D.C: Association for supervision and curriculum development.
- Manemi, E. (2001, April). "Utilization of Green Manure for Raising Soil Fertility in Thailand," *Soil Science*. 135(4): 65-69.
- Manen, P. (1992). *Curriculum Theory As Science Activity*. New York: Harper.
- Marek, E.; & Cavallo, A. (1997). *The Learning Cycle*. Portsmouth. NH: Heinemann.
- Martin, R.; Sexton, C.; & Gerlovich, J. (1999). *Science for All Children: Lessons for Constructing Understanding*. Needham Heights. MA: Allyn & Bacon.
- McNeil, J. (1996). *Curriculum: A Comprehensive Introduction*. New York: Harper.
- Ministry of Education. Department of Curriculum and Instruction Development. (1996). *Matter and Learning Standard of Science Basement Curriculum*. Bangkok: Kurusapa Lardprao Publishing.

- Ministry of Education. "Department of Curriculum and Instruction Development," (2002).  
*The Basic Education Curriculum, 2001*. Bangkok Metropolis: Religious Affairs.
- Natalang, A. (1998). *Curriculum Local Community in Thailand*. Bangkok: Odiestore.
- National Academy of Sciences, and Smithsonian Institution. (1997). *Development of Children's Science Instruction*. KS: National Association for Research in Science Teaching.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston. VA: Author.
- National Culture Commission. (1999). *The Development, Design and Evaluation of Sustainable Local Wisdom in Thailand*. Bangkok: National Culture Commission.
- National Research Council. (1996). *Everybody Counts*. Washington, DC: National Academy of Sciences.
- National Research Council. (1999). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Nonprasert, P. (1998). *The Development of A Curriculum on Environmental Education Project Management for Secondary School Teachers*. Dissertation. Bangkok: Chulalongkorn University. Photocopied.
- Nowell, L. (1992, April). *Rethinking the Classroom: A Community of Inquiry*. Paper presented at the meeting of the National Conference on Creating the Quality School. OK: Norman.
- Office of the National Education Commission. (2000). *1999 National Education Act*. Bangkok: Seven Printing Group.
- Oswald. (1996). *Chemistry Curriculum Modulation: An Investigation of Text, Teacher and Learner Interactions in A Classroom Milieu*. Dissertation (Library and Information Science). Madison: Graduate school. University of Wisconsin-Madison. Photocopied.
- Phenix, M. (1964). *Curriculum-making*. New York: John Wiley.
- Popham, J. (1969). *Instructional Objectives*. Chicago: Rand McNally.
- Popham, W.; Milin, J; & Baker. E. (1970). *Systematic Instruction*. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-hall.
- Rugg, H. (1969). *The Foundations of Curriculum-making*. New York: Arno Press.

- Schubert, W.H. (1986). *Curriculum: Perspectives, Paradigm, and Possibility*. New York: Macmillan.
- Seesalub, N. (1999). *Integrated Planning for Culturally and Ecologically Sustainable Tourism Development Through District and Local Community Management*. Bangkok Metropolis: Design.
- Smith, B.O.; et al. (1950). *Fundamentals of Curriculum Development*. Yonkers-on-Hudson. New York: World Book.
- Soydhum, P. (2001). *Science Education in Thailand*. Bangkok: IPST printing.
- Supawasitti, P. (1995). *The Curriculum on Law for 50 Local Community Leaders of Chiangmai Province*. Dissertation, (Ed.D). (Higher Education) Bangkok: Chulalongkorn University. Photocopied.
- Suttisakdi, S. (1996). *The local Curriculum on T.O.31: Folk Tales for Junior High School Students, Nakornsrithammarat Province*. Dissertation. Bangkok: Chulalongkorn University. Photocopied.
- Taba, H. (1967). *Teacher's Handbook for Elementary Social Studies*. Palo Alto. CA: Addison-Wesley.
- Taba, H. (1962). "Theory and Practice," *Curriculum Development*. New York: Harcourt, Brace and World.
- Tanner, D&L. (1970). *Curriculum Development*. Chicago: Rand-McNally.
- Thailand Research Funds. (2001). *Science Crisis*. Bangkok Metropolis: Design.
- Tobin, K.; & Fraser, B. (1991). Learning from Exemplary Teachers. In H. Waxman, & H. Walberg (Eds.). *Effective Teaching: Current Research*. Berkeley, CA: McCutchan Publishing Corporation.
- Tomera, A. (1974, May). "Transfer and Retention of Transfer of the Science Processes of Observation and Comparison in Junior High School Students," *Science Education*. 58(2): 195-203.
- Tyler, R. (1969). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago: University of Chicago Press.
- Tyler, R. W. (1950). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago: University of

Chicago Press.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (1990). Literacy Skills for the World of Tomorrow: Further Results from PISA. *UNESCO Statistical Year- Book*, 1988. Paris: UNESCO.

Wang, M.; & Walberg, H. (1991). *Teaching and Educational Effectiveness: Research Synthesis and Consensus from the Field*. In H. Waxman, & H. Boston: Allyn and Bacon.

Walberg, U. (1991). *Effective Teaching: Current research*. Berkeley. CA: McCutchan Publishing Corporation.

Wongsyai, V. (1989). *Curriculum Development and New Dimension Teaching*. Bangkok: Odiestore.

Waissman, R. (2000). *Salt Affected Soil in Southeast Asia*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Wideen, M. (1975, April). "Comparison of Student Outcomes for Science - A Process Approach and Traditional Science Teaching for Third, Fourth, Fifth, and Sixth Grade Classes: A Product Evaluation," *Journal of Research in Science Teaching*. 12(8): 31-39.

Wiles, D.; & Wiles, J. (1981). *Practical Politics for School Administrators*. Boston: Allyn and Bacon.

Zais, R.S. (1976). *Curriculum: Principles and Foundations*. New York: Addison-Wesley.

## APPENDIX

## Appendix A

### Development High School Chemistry Curriculum on the Topic of Chemical Solutions Using Inquiry Cycle Approach Incorporating Real Life Situations

#### Rationale, Justification, and Principles of Curriculum

Almost everyone sees education has essential to societal development, but until recently, very few of those responsible for formulating educational policy for the developing world have acknowledged the value of scientific knowledge and technological education within these policies (Bloom, 2002, p. 1). In most developing countries, much effort needs to be directed towards using knowledge from sciences to improve the overall quality of life. Thailand is one country that needs to improve its national science curriculum (Ministry of Education, 2002). In 1990, the Department of Curriculum & Instruction at the Thai Ministry of Education (MOE) implemented a new curriculum based on an analysis of limitations and weaknesses that were identified in the 1978 national curriculum. Ongoing monitoring, assessment, and research continued over the next ten years, and the MOE 2002 report based its findings on program evaluations. The major limitations identified in the report are:

- 1) The formulation of a curriculum by central authorities neither reflects nor responds to the needs of schools and provincial society.
- 2) Curriculum and learning development in mathematics, science and technologies fail

to develop leaders in these fields. Therefore, teaching and learning procedures need to be improved in order to develop problem-solving skills, creativity, and attitudes to learning in mathematics, sciences and technologies.

3) The application of the curriculum fails to foster the foundations of critical thinking, to create learning procedures in the management of life skills, and to enable learners to effectively tackle fast changes in social and economic areas (MOE, 2002, p. 1).

Results from the education quality assessment undertaken by the Department of Curriculum and Instruction Development have provided additional data to support the assertion of the MOE that Thai students are not appropriately prepared with regard to the science curriculum. A national study revealed that at the primary level, the average science score was 50%, at the lower secondary level, the average science score was 45.3%, and at the upper secondary level, it was below 50% (Soydhurum, 2001, pp. 42 - 43). Results from this study provide an overview of the less than adequate science achievements in Thai public primary and secondary schools.

Because of these limitations and weaknesses in Thailand's educational system, major educational reforms were recommended. In 1999, the Thai Ministry of Education made further revisions and implemented a new curriculum, referred to as "The Basic Education Curriculum 2001". This new curriculum was thought to better meet and reflect the needs of educational institutions and provincial society, especially in the areas of foreign languages

(specifically, English) mathematics, science, and technology. The new curriculum also responded to the need to improve teaching and learning strategies to promote skills and creativity, and to foster attitudes that enable life-long learning among Thai people (MOE, 2002, p. 1).

The goals of the new Basic Education Curriculum, which is the national core curriculum, are to help students grow morally and intellectually and to create new and greater knowledge in order to enhance the quality of life. These goals focus on enhancing the potential of learners, enabling them to live happy lives according to national and international citizenship standards, developing learners' professional and/or vocational abilities, and increasing decision-making skills related to advanced education in line with learner competencies, interests, and experience (MOE, 2002, Preface).

Following MOE guidelines and recommendations, the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, (IPST) set the following goals to improve and promote science education:

- develop local curricula based on national standards;
- promote a student-centered approach which assists both learners and teachers to construct their own knowledge;
- emphasize a variety of quality science teaching-learning strategies, especially inquiry-based teaching-learning processes (Boonklurb, 2000, p. 3).

In the past, Thailand had a national science curriculum for all schools, developed by the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). The IPST not only developed science curricula, but also generated instructional materials, including classroom teaching-learning activities. However, due to the educational reforms that have followed the Basic Education Curriculum 2001, it is expected that institutes or schools will develop their own curricula based on the substance (content) and standards stipulated by the Ministry of Education (Thailand Research Funds, 2001).

The Thai Ministry of Education has issued several reports relating to the necessity for schools to improve the content of the curriculum and to change to more student-centered instructional approaches. In 1994, a published report, by the Ministry of Education, on the study of science education, revealed that school science education in Thailand needed to be improved both in content and in the use of the scientific processes (Soydhurum, 2001, p. 34). In addition, The Thailand Research Funds (TRF) has also published a book on the crisis in Thai science education, stating, "...education, for the most part, still emphasizes rote learning rather than individual thinking. Students are forced to see science as another boring subject that exists only in the classroom or laboratory rather than as a journey through the world where curiosity and sense reign" (Soydhurum, 2001, p. 34).

In the U.S., the National Research Council made a similar statement, emphasizing that, "...everyone needs to use scientific information to make choices that arise every day.

Everyone needs to be able to engage intelligently in public discourse and debates about important issues in science and technology. And everyone deserves to share in the excitement and personal fulfillment that can come from understanding and learning about the natural world" (National Research Council, 1996, p. 6).

Based on these reports, it is evident that Thailand needs to improve its teaching strategies in order to enhance learning. One strategy to be explored is an inquiry-based approach.

#### **Inquiry Based Teaching-Learning Strategy**

In many countries around the world, significant efforts have been made to bring change to science education. Driel et al. (2001) state that in different countries, reform efforts share some important characteristics, which are clearly concerned with how science is traditionally taught. In keeping with this, different teaching-learning methods introduced in textbooks and teacher guides were thoroughly investigated by the IPST. After this review, specific methods were selected as preferable to others and were subsequently recommended to teachers for use in the classroom. Among the suggested teaching strategies was the inquiry method. As a teaching-learning strategy, inquiry emphasizes questioning, answering, collecting information (from classroom laboratory experiments and other sources), analyzing data, drawing conclusions, and solving problems by means of scientific processes is taken (Soydthorum, 2001, p. 34).

In an attempt to improve science teaching in the United States, The National Science Education Standards (NSES) posits that "teaching science as inquiry provides teachers with the opportunity to develop student abilities and to enrich student understanding of science" (National Research Council, 1996, p. 6). Further, it also states that "Science teaching must involve students in inquiry oriented investigations in which they interact with their teachers and peers . . . Hands-on activities are not enough - students must also have 'minds on' experiences"(National Research Council, 1996, p. 20). The teacher plays a vital role in successful inquiry instruction. Children cannot be turned loose to make discoveries nor be expected to develop a meaningful grasp of scientific inquiry (Etheredge and Rudnitsky, 2003).

Driel et al., (2001) have recommended that one of the aims of science education is "to focus on inquiry as a central element of the curriculum, to promote students to actively develop their understanding of scientific concepts, along with reasoning and thinking skills" (p. 131). These goals are similar to reform efforts in other countries, which can be found in articles and reports such as those on a new science curriculum in Australia (Curriculum Corporation, 1994 cited by Driel et al., 2001), and the implementation of 'Science, Technology and Society' in Canada (Aikenhead & Ryan, 1992 cited by Driel et al., 2001). In the Netherlands, the national curriculum of traditional subjects, which only contained physics, chemistry and biology, has been changed to promote students in active learning activities, especially through inquiry (Driel et al., 2001).

National Research Councils, such as the National Science Resources Center, the National Academy of Sciences, and Smithsonian Institution (1997), emphasize that "...people have to be prepared to think critically, solve problems, and use technology effectively, and one proven way to achieve these goals is to begin to teach science in elementary school. Through a particular approach to science education, called inquiry-centered science, children learn to ask questions, experiment, develop theories, and communicate their ideas" (1997, p. 1).

According to the research discussed above, the inquiry-based approach is a teaching-learning approach that develops students' critical thinking and promotes active learning. In the next section, I will discuss my approach to the development of a science curriculum which will incorporate inquiry-based approaches in classroom learning.

### Science Curriculum Development

Recent educational reforms following the 1999 National Education Act have expectations that Thailand's schools should develop their own curricula based on education standards stipulated by the Ministry of Education (MOE, 2002).

The Basic Education Curriculum 2001, is Thailand's National Core Curriculum. Learning standards have been developed for both primary and secondary levels. Local schools must base their curricula on these standards taking into consideration community problems, student abilities, and local wisdom (MOE, 2002, p. 11).

The Basic Education Curriculum 2001 is composed of knowledge, learning

processes, values, morals and good attitudes, and consists of eight major categories:

1) Thai language; 2) mathematics; 3) science; 4) social studies, religion and culture; 5) health and physical education; 6) art; 7) career and technology; and 8) foreign languages (MOE, 2002, p. 5).

The category of science consists of eight subcategories: 1) living beings and life existence processes; 2) life and environment; 3) properties of matter; 4) force and mobility; 5) energy; 6) evolution of earth; 7) astronomy and space; 8) nature of science and technology (MOE, 2002, pp. 14-16).

The third subcategory, "properties of matter", involves the contents of chemistry. I have chosen this content area as the focus of this curriculum.

This curriculum emphasizes two aspects: 1) curriculum content and 2) the inquiry-based teaching-learning approach. Much can be learned about chemistry by studying chemical solutions. It is an important topic that the most is a topic that most introductory high-school chemistry classes include in one form or another, for many reasons, including that chemical solutions are concerned with specific aspects or types of solutions, and that to begin to understand compounds, chemical principles and phenomena, students should understand the general principles of chemical solutions. It is not necessary to learn about chemical solutions first, but chemical solutions can help students to see the bigger picture and then begin working on more specific aspects such as reactions and compounds. I think

chemical solutions, such as sodium chloride or sodium hydroxide, affect many aspects of students' lives.

The second aspect of this curriculum concerns the inquiry-based teaching-learning approach. Certain classroom teaching approaches, including lectures, are problematic (MOE, 2002). Many teachers continue to teach in the traditional lecture style, not using real-life experiences of students, and not introducing topics or problems from real-life situation into the learning process, even though doing so could encourage critical thinking. Critical thinking and inquiry are important skills in the success of students' daily lives, whereas learning by memorizing or a complete reliance on learning from books does not help students to recognize or solve real-life problems. I think it is important to develop an inquiry-based teaching-learning process in the high-school science curriculum by using real-life learning experiences as they relate to the topic of chemical solutions.

In this curriculum, I concentrate on the high-school science curriculum (the fourth level) that is part of the Basic Education Curriculum 2001. I focus on selected chemistry knowledge: chemical solutions and related laboratory skills. My secondary focus is problem-solving processes in science and technology which emphasize active, creative thinking and their applications to life-long learning.

To inform curriculum and instruction decisions, I have undertaken this research within the context of the high-school school levels for grades 10 to 12. I use curricular materials

(textbooks, teacher guides, laboratory activities, and assessment tools), which I design. The goals of this research are to study the implementation of a curriculum based on chemical solutions, using an inquiry-based teaching-learning process, and to study student achievements.

My attempts to help students at the high-school level to understand chemical solutions by incorporating real-life learning experiences and concepts, drove me to search for more knowledge related to inquiry-based teaching-learning instruction. In an effort to contribute to an increase in the use of real-life learning experiences based on the inquiry-based teaching-learning approach in the classroom, for this project, I will create curriculum and instructional materials incorporating inquiry principles and scientific processes.

Developing a high-school science curriculum based on real-life learning experiences and the inquiry-based teaching-learning approach is an important step toward achieving science for all. My hope is that teachers will use their own experiences in conjunction with this curriculum to implement these real-life learning experiences in their teaching practices. I will explain this model in more detail in Chapter Three.

For students, the purpose of this study is to emphasize learner understanding of basic chemistry principles and theories. Students acquire and develop inquiry skills, open-mindedness, and the ability to apply scientific methods to problem solving. They should also develop greater interest in and a love for science and eventually realize the correlation between science, technology, the environment, and health, and most importantly,

be able to successfully apply their knowledge of chemistry for the benefit of society and their own lifestyles.

#### **Objectives of chemistry curriculum**

Objectives of chemistry curriculum as follow:

1. To understand learning outcome in science group on topic of chemical solutions and can apply new knowledge with the real-life situations.
2. To use scientific knowledge for decision for real-life problems.
3. To have a manipulative skill for science laboratory.
4. To have a scientific mind for learning science.

#### **Content of chemistry curriculum**

Content of chemistry curriculum stress on the following concepts:

1. This chemistry curriculum is a curriculum that emphasizes on content of chemistry by using inquiry cycle incorporated the real-life situations.
2. This chemistry curriculum is a curriculum that all teachers should plan learning activities together.
3. This chemistry curriculum is a curriculum that encourage for students in developing and learning by themselves continuously.

**Additional Science course syllabus : Chemical Solutions Incorporating Real Life****Situations**

**Instructor:** Science teacher in high-school in Chachoengsao, Thailand.

**Course description :**

This course explores the information of Chacheongsao, the problems of Chachoengsao, the problems of salty soils, the concentration of solutions, the preparations of solutions, solving the problems of salty soil in Chachoengsao, and application of chemical solutions in real-life situations.

**Course Objective:**

1. To achieve scientific literacy for all students.
2. To help students develop the relationships between the topic of chemical solutions and real life learning experience.
3. To use their science knowledge in making decisions about the problems of people and society in Chachoengsao.
4. To help students develop a variety of skills through doing laboratory and project work.
5. To help students know and employ safe practices and techniques in the laboratory, in field work or any other scientific investigation, and when using scientific or technological materials at home or work.
6. To provide opportunities for students to have experiences similar to those of scientists; for example, identifying problems, carrying through projects, and writing reports.
7. To help students develop attitudes essential to critical thinking.
8. To use inquiry based teaching-learning approach strategies to investigate and understand the real life teaching-learning experience about the topic of chemical solutions.
9. To help students to demonstrate an understanding of key concepts and principles of chemical solutions incorporating real-life learning experience.
10. To help students to use oral and written communication to describe and explain scientific concepts and ideas, and be able to apply scientific knowledge.

11. To be a model for further development of the high-school science curriculum on the topic of chemical solutions making use of real-life learning experiences.

12. To be a model for other research on the teaching of the high-school science making use of real-life learning experiences.

13. To be an alternative method for high-school science teachers in activity-based learning and teaching.

#### **Course Topic**

Environmental problem in Chachoengsao

How do I explain salinity of soil?

Measurement units of concentration of chemical solutions

Preparation of chemical solutions

Solving problems of salinity soil

Application of using chemical solutions in real-life situations

#### **Attendance & Participation**

A large part of your grade, 35%, will be based on punctuality, attendance, familiarity with the required laboratory, readings, short exercises/quizzes and constructive contributions to class discussions about laboratory. An attendance sheet will be circulated at the start of each class for students to sign. Those who do not prepare, contribute to discussions, complete assignments on time and attend class regularly can expect their final grade to be affected.

## Grades

Your grade will be based on

1. Punctuality, attendance, and participation in laboratory (15%)
  - You are expected to come prepared, on time and to every class.
  - You are expected to take responsibility for any necessary tardiness or absences by notifying me in advance and by preparing a one page memo describing what was covered in the class that you missed.
  - You are expected to contribute constructively to class dynamics.
2. Short assignments and quizzes about laboratory (20%)
  - No late assignments will be accepted unless arranged in advance.
  - No make-up quizzes will be given unless arranged in advance.
3. Seven shorter formal papers (40%)
  - No late papers will be accepted unless arranged in advance.
  - All shorter papers will require revisions.
4. Final paper (25%)

|               |          |          |         |              |
|---------------|----------|----------|---------|--------------|
| 94and above=A | 90-93=A- | 86-89=B+ | 83-85=B | 80-82=B-     |
| 76-79=C+      | 73-75=C  | 70-72=C- | 60-69=D | Below 60 = F |

## Required Course Texts and Materials (Tech Coop & in the library)

Pupaka, D. (2003) Chemical Solutions Incorporating Real Life Learning Experience.

Course Packet.

## Recommended Texts (available at Tech Coop or in the library)

Herr, Norman. (1999). *Hands-on chemistry activities with real-life applications* / Norman Herr,

James Cunningham. West Nyack, N.Y. : Center for Applied Research in Education.

Kotz, John C. (2003). *Chemistry & chemical reactivity*. Australia ; United States : Thomson.

A project of the American Chemical Society. *ChemCom : chemistry in the community*.

Dubuque, Iowa : Kendall/Hunt Publishing Co.

**Appendix B**  
**Thailand Learning Standards Analysis**

**Sub-substance 3: Properties of matter**

Table 12 National Science Education Standard 3.2: Understanding the nature and changing situation of matter, matter solution, chemical reaction, skills in searching for knowledge procedures and possessing science consciousness, communicating acquired knowledge and application of knowledge.

| Level                        | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Sample of activities                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Primary level, grades<br>1-3 | <p data-bbox="389 1536 418 1751">Students will be able to:</p> <ol data-bbox="475 1066 1279 1706" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="475 1066 587 1706">1. Display several objects with color, smell, shape, texture, and size differences. Allow students to examine objects in local community..</li> <li data-bbox="603 1066 753 1706">2. Guide students to contrast the texture, smell, shape, color, and size of the objects in local community. (Ask: How are these objects different? How are these objects alike?)Point out that all the objects are alike because they are all made up of matter.</li> <li data-bbox="769 1066 849 1706">3. Explain that color, size, shape, smell and texture of matter all describe what it is like.</li> <li data-bbox="865 1066 893 1706">4. Define matter in local community.</li> <li data-bbox="909 1066 938 1706">5. Observe and identify states of matter in local community.</li> <li data-bbox="954 1066 1024 1706">6. Classify matter in local community according to common attributes.</li> <li data-bbox="1040 1066 1069 1706">7. Discuss the properties of solids.</li> <li data-bbox="1085 1066 1114 1706">8. Discuss the properties of liquids.</li> <li data-bbox="1129 1066 1158 1706">9. Discuss the properties of gases.</li> <li data-bbox="1174 1066 1244 1706">10. Demonstrate solid, liquid, gas. Have a piece of ice go from one state to the next.</li> <li data-bbox="1260 1066 1279 1706">11. Discuss their findings and observations.</li> </ol> | <p data-bbox="411 878 440 1025"><b>FOR EXAMPLE:</b></p> <p data-bbox="481 362 510 1025"><b>CONCEPT:</b> Matter exists in various states and has identifiable properties.</p> <p data-bbox="564 295 721 1025"><b>MATERIALS:</b> Several different sizes of containers; water; eraser; old magazines; glue; scissors; poster paper; scales (one per group); objects made of solid, paper, foam or plastic; record sheet headed: OBJECT NAME, # OF GRAMS OR OUNCES, ice, water, sugar, shortening, Bunsen burner, pictures.</p> <p data-bbox="775 779 804 1025"><b>ACTIVE PARTICIPATION:</b></p> <p data-bbox="813 295 884 1025">Predict what will happen to a container of water if left alone. Explain what will happen to the water. Make a large chart divided into solids, liquids and gases.</p> <p data-bbox="903 295 1018 1025">Have the students cut magazine pictures as homework and paste on during science class. Have class draw a picture of a solid, a liquid and a gas, labeling each.</p> |

| Level                     | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Sample of activities                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Primary level, grades 4-6 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Understand that objects are made of more than one substance, by observing, describing and measuring the properties of earth materials, including properties of size, weight, shape, color, temperature, and the ability to react with other substances in local community.</li> <li>2. Group and/or classify objects and substances based on the properties of earth materials.</li> <li>3. Understand that substances can exist in different states-solid, liquid, gas.</li> <li>4. Observe and describe changes in form, temperature, color, speed, and direction of objects and construct* explanations* for the changes.</li> <li>5. Construct simple models of what is happening to materials and substances undergoing change, using simple instruments or tools to aid observations and collect data.</li> <li>6. Discuss and explain the problems of local community (Salty soil).</li> </ol> | <p><b>TITLE:</b> Crystals</p> <p><b>OVERVIEW:</b><br/>This lesson is introduced as a supplemental study of matter, chemistry, or as a fun activity for follow up on matter.</p> <p><b>PURPOSE:</b><br/>The purpose of this lesson is to introduce the student to the effects of the mixture of different components and also the effect of one chemical on another.</p> <p><b>OBJECTIVE:</b><br/>The objective of the lesson is that the child will form crystals in the classroom and understand the cause and effect of mixing different chemicals.</p> <p><b>MATERIALS:</b><br/>1 glass slide, 1 test tube, 1 dropper<br/>1 bottle of mucilage glue, magnesium sulfate</p> <p><b>ACTIVITIES AND PROCEDURES:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Put 3 ml of water into the test tube</li> <li>2) Add enough magnesium sulfate to make saturated solution</li> <li>3) Add a drop of glue, and stir until the glue is dissolved</li> <li>4) Using the dropper, put enough of the solution on the glass slide to cover it completely</li> <li>5) Wait a few minutes and the child will see the crystals start to form.</li> <li>6) Place the glass slide on the window sill and allow to dry.</li> </ol> |

| Level                          | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Sample of activities                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Secondary level,<br>grades 7-9 | <p>Students will be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Observe, describe, and measure physical and chemical properties of elements and other substances to identify and group them according to properties such as density, melting points, boiling points, conductivity.</li> <li>2. Use the major ideas of atomic theory and molecular theory to describe* physical and chemical interactions* among substances, including solids, liquids, and gases</li> <li>3. Understand how chemical interactions* and behaviors lead to new substances with different properties.</li> <li>4. Explain the relationship between problems of matter in local community and disadvantages.</li> </ol> | <p><b>TITLE:</b> Tasty Solution</p> <p><b>OVERVIEW:</b> The section covering solutions in the physical science curriculum often poses itself as a boring, hard to memorize, useless chapter to most ninth grade students. Although solutions, solvents, and solutes are evident in the students' everyday life, these ideas do not seem important unless they can be brought to the students as something they can touch, feel, see, and even taste.</p> <p><b>PURPOSE:</b> Science should be fun as well as thought provoking. In order for students to learn and remember what they learn, science class should be a hands on experience whenever possible. The Tasty Solution Lab helps students to identify the different parts of a solution and to determine that exposing more surface area of a solution speeds up the dissolving time. The purpose stated on the lab would be - to determine the fastest way to dissolve candy.</p> <p><b>OBJECTIVES:</b> As a result of this activity students will:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Know the difference between a solvent, solute, and solution.</li> <li>2. Know that by exposing a solution to chewing and stirring (exposing more surface area) the dissolving time will be shorter.</li> <li>3. Know that a solute dissolves by spreading out evenly throughout a solvent.</li> </ol> <p><b>MATERIALS:</b> 3 bite-sized pieces of soft candy for each student.</p> |

| Level                                         | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Sample of activities                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Secondary level,<br>grades 7-9<br>(continued) | <p data-bbox="770 1529 794 1742">Students will be able to:</p> <ol data-bbox="815 1061 1268 1697" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="815 1167 839 1697">1. Explain the problem of use matter in local community.</li> <li data-bbox="860 1084 922 1697">2. Select a problem in local community that is the most important such as salty soil.</li> <li data-bbox="943 1061 1005 1697">3. Explain the relationship between the kind of matter (solution) and a problem of salty soil.</li> <li data-bbox="1026 1205 1050 1697">4. Identify the state of solution and a kind of solvent.</li> <li data-bbox="1070 1070 1133 1697">5. Understand the relationship of the growth of plants in difference concentration of salt.</li> <li data-bbox="1153 1182 1177 1697">6. Calculate the concentration of solution in each unit.</li> <li data-bbox="1198 1061 1268 1697">7. Understand and perform calculations involving the concepts and methods of preparation of solution.</li> </ol> | <p data-bbox="379 707 403 1021"><b>ACTIVITIES AND PROCEDURES:</b></p> <ol data-bbox="424 297 743 1021" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="424 297 486 1021">1. Students are to place one of the candy pieces in their mouth without chewing or moving their tongues around.</li> <li data-bbox="507 450 531 1021">2. Record the time that it takes for this candy piece to dissolve.</li> <li data-bbox="552 297 614 1021">3. Students are to place a second candy piece in their mouth, this time moving their tongues, but not chewing.</li> <li data-bbox="635 521 659 1021">4. Record the time it takes to dissolve this candy piece.</li> <li data-bbox="679 338 703 1021">5. Students are to place the third piece of candy in their mouth and chew it.</li> <li data-bbox="724 521 748 1021">6. Record the time to dissolve this third piece of candy.</li> </ol> |
| Secondary level,<br>grades 10-12              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p data-bbox="770 958 794 1021"><b>TITLE:</b></p> <p data-bbox="807 607 831 1021">Visual models of solutions and concentrations</p> <p data-bbox="884 315 946 1021"><b>PURPOSE:</b> The purpose of this project is to give students hands on model to work with which will demonstrate the manner in which solutions are formed.</p> <p data-bbox="1007 365 1031 1021"><b>MATERIALS:</b> Materials needed are listed above in the activities section.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| Level                                           | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Sample of activities                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Secondary level,<br>grades 10-12<br>(continued) | <p>Students will be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Calculate the concentration of solution in each unit.</li> <li>9. Be able to comprehend that properties of a solution are dependent on solute and solvent involved.</li> <li>10. Explain why a solution has a lower vapor pressure, a higher boiling point, and a lower freezing point than the pure solvent of that solution.</li> <li>11. Help students to understand that even a small rise in sea level can lead to salinization of valuable agricultural land and to encourage students to start thinking of possible solutions to the problem</li> <li>12. Analyze, discuss, explain the importance of solution and disadvantages to apply in every day life, and the way of solving salty soil.</li> </ol> | <p><b>ACTIVITIES AND PROCEDURES:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Each lab table is provided with four 300 ml. beakers. Each beaker contains one size and one color of glass or plastic spheres. The spheres range in size from 1 mm. to 8 mm. In uniform increments, each size sphere having its own color.</li> <li>2. The students are led to understand that the beakers represent single molecules of pure substances.</li> <li>3. The students first record the volumes of each of the beakers and enter this information into their data tables.</li> <li>4. The students are then told to pour the beaker of smallest spheres into the beaker of largest spheres and mix well with a glass stirring rod. The new combined volume is then recorded in the data table. (The students note that the smaller spheres tend to fill in the spaces between the larger spheres, thus demonstrating the addition of a solid to a liquid forming a solution.)</li> <li>5. Students are encouraged to make many combinations of different sizes and colors of spheres and to record the volumetric changes.</li> </ol> |

**Appendix B-2**  
**Table Thailand's Basic Education Curriculum Learning Outcome: Grades 10-12**

| Topic                                                  | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                        | Concepts                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Skills                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1. The Problem of Salty Soil In Chachoengsao province. | <p>A soil may be rich in salts because the parent rock from which it was formed contains salts. Seawater is another source of salts in low - lying areas along the coast. A very common source of salts in irrigated soils is the irrigation water itself. Most irrigation waters contain some salts.</p> <p>After irrigation, the water added to the soil is used by the crop or evaporates directly from the moist soil. The salt, however, is left behind in the soil. If not removed, it accumulates in the soil; this process is called salinization. Very salty soils are sometimes recognizable by a white layer of dry salt on the soil surface.</p> | <p>Students will be able to</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explain problems related to using chemical solutions in their local communities.</li> <li>2. Select a environmental problem in their local communities that is the most important (such as salty soil).</li> <li>3. Explain the relationship between the kind of matters (solutions) and problems with salty soil.</li> </ol> |
| 2. The Concentration of Salt                           | <p>1. Solution: A solution is a homogeneous physical mixture of solvent and solute. The solute particle sizes are ions, atoms, molecules or small combinations of these units.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Students will be able to</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identify the state of solution and the kind of solvent.</li> <li>2. Understand the relationship of the growth of plants in difference concentration of salt.</li> <li>3. Calculate the concentrations of solution in each unit such as Molarity, Molality.</li> </ol>                                                         |

| Topic                                       | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Concepts | Skills |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|
| 2. The Concentration of Salt<br>(continued) | <p>2. <b>Solvent:</b> This is the substance in a solution that is present in the greater amount. It is the major part of a solution and determines the physical properties of the mixture.</p> <p>3. <b>Solute:</b> This is a substance that is present in the lesser amount. It is the smaller portion of a solution.</p> <p>4. <b>Percent by Mass.</b> Also called weight percent or percent by weight, this is simply the mass of the solute divided by the total mass of the solution and multiplied by 100%.</p> <p>5. <b>Percent by Volume.</b> Also called volume percent or percent by volume, this is typically only used for mixtures of liquids. Percent by volume is simply the volume of the solute divided by the sum of the volumes of the other components multiplied by 100%.</p> <p>6. <b>Percent by mass, per volume .</b> milligrams per milliliter (mg/ml) or milligrams per cubic centimeter (<math>\text{mg/cm}^3</math>)</p> <p>7. <b>Molarity</b> is the number of moles of solute dissolved in one liter of solution.</p> <p>8. <b>Molality</b> is the number of moles of solute dissolved in one kilogram of solvent.</p> |          |        |

| Topic                                               | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Skills                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | <b>Concepts</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2. The Concentration of Salt<br>(continued)         | <p>9. <b>Mole fractions</b>, the mole fraction of a solute in a solution is equal to the number of moles of solute divided by the total number of moles in the solution (moles of solute plus moles of solvent.) If the solution consists of more than one solute, then the denominator is the sum of the moles of all components.</p> <p>Mole fraction has no units.</p> <p>10. <b>Part per million (ppm)</b> is determined by comparing the mass of one constituent with the total mass of the sample. Liquid concentrations are often expressed in a ppm(w/w) format as opposed to the ppm(v/v) format used for gases.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3. Preparation of Solutions and<br>Making Dilutions | <p>Solutions are often prepared by dilutions of a more concentrated solution.</p> <p>For example, hydrochloric acid, HCl, is a solution that is purchased as a 12.0 M solution. In the laboratory, we may only need 250.0 ml. of a 2.00 M HCl solution. How do we prepare this dilute solution? The following equation is useful when you need to do calculations involving dilutions.</p> $V_1 M_1 = V_2 M_2$                                                                                                                                                                                                                | <p>Students will be able to</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Understand and perform calculations involving the concepts and methods of preparation of solution</li> <li>2. To calculate the concentration of solution in each unit such as Molarity, Molality.</li> </ol> |

| Topic                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concepts                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Skills                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>4. Colligative Properties of Solutions I (Freezing Point Depression)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>Students will be able to</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Be able to comprehend that properties of a solution are dependent on solute and solvent involved.</li> <li>2. Explain why a solution has a lower vapor pressure, a higher boiling point, and a lower freezing point than the pure solvent of that solution.</li> </ol> |
| <p>Colligative Property - A property that depends only on the number of solute molecules in a solution and not the identity of the solute.</p> <p>Colligative Properties are those properties of a liquid that may be altered by the presence of a solute. Examples of properties that fall under this category are the vapor pressure, melting and boiling points, and osmotic pressure. All of these properties ultimately relate to the vapor pressure, so we will begin our discussion by recalling what we have previously learned about vapor pressure. Colligative ("collective" or "linked together") properties of a solution refer to the following changes that occur when solute is added to a pure solvent:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vapor pressure lowering</li> <li>2. Boiling point elevation</li> <li>3. Freezing point depression</li> <li>4. Osmotic pressure elevation</li> </ol> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| Topic                                                                      | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concepts                                                                   | Skills                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>5. Colligative Properties of Solutions II (Boiling Point Elevation)</p> | <p>Colligative ("collective" or "linked together") properties of a solution refer to the following changes that occur when solute is added to a pure solvent:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vapor pressure lowering</li> <li>2. Boiling point elevation</li> <li>3. Freezing point depression</li> <li>4. Osmotic pressure elevation</li> </ol> <p>(continued)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>6. Solving of the Problem of Salty Soil</p>                             | <p>Most plants grow best in a pH range of 5.5 to 8.0. A pH of 7.0 is neutral; values above 7.0 are alkaline and those below 7.0 are acidic. In many areas of California, pH levels are too alkaline. Make soils more acidic (less alkaline) by lowering the pH with elemental sulfur, iron sulfate, aluminum sulfate, or through the use of acidifying fertilizers. Results might not be seen for several months to a year after application. Approximately 12 to 20 lbs. of sulfur/1,000 sq. ft. of area might be necessary to reduce pH from 8.0 to 6.5. Multiple applications of five lbs. of sulfur/1,000 sq. ft. or less are recommended to avoid injury to plants. Incorporate these materials eight inches or deeper to deliver the maximum benefit.</p> |

| Topic                                                  | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Skills |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                                                        | Concepts                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |
| 6. Solving of the Problem of Salty Soil<br>(continued) | Although It is seldom needed in Chachoengsao, soil may be made less acidic (more alkaline) by raising the pH with additions of lime (calcium carbonate).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |
| 7. Application to Real-Life Experiences                | <p><i>Gram-molecular weight determination:</i></p> <p>Gram molecular weight is expressed as a ratio of grams per mole. The number of a sample can be determined simply by massing it on a balance. The number of moles can be determined by examining its influence on any of the colligative properties of a solution since such properties are dependent only on the number of particles, and not on their identity. The gram-molecular weight is then determined by dividing the mass of the sample by the number of moles it moles it represents.</p> <p><i>Natural antifreeze:</i></p> <p>Some of the fish and insects that live in cold environments have been shown to contain special blood proteins that act as antifreeze. In some organism antifreeze proteins (AFPs) may behave colligatively, lowering the freezing point as predicted by the freezing point equation. In other situations AFPs appear to act Noncolligatively, lowering the freezing point proportionately more than they raise the osmotic pressure. An understanding of</p> | <p>Students will be able to</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Understand of basic chemistry principles and theories.</li> <li>2. Develop investigative skills, open-mindedness, and an ability to apply scientific method to solving problems.</li> <li>3. Realize the correlation between science, technology, mankind and the environment and be able to successfully apply their chemistry knowledge for the benefit of their society and their own living.</li> </ol> |        |

| Topic                                                | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Concepts | Skills |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|
| 7. Application to Real-Life Experiences. (continued) | <p>colligative properties has led chemist to surmise that certain AFPs work in a noncolligative manner, perhaps binding to incipient ice crystals, and thereby preventing their growth.</p> <p><i>Frost protection:</i></p> <p>Frost or ice formation can damage sensitive crops, certain foods, preserved organs, and other biological material. Chemists have long known that such material can be kept from freezing by increasing the concentration of dissolved solutes (<math>\Delta T_b = mK_b</math>), but the trick has been to find a solute that is safe and does not alter the desired properties of the product. Researchers are currently studying artificial antifreeze proteins (AFP's) similar to those found in cold-water fish because they are nontoxic and produce the desired effects. Researchers hope that eventually such proteins could be delivered in a nontoxic spray to save crops, foods and organs or de-ice airplanes and highways.</p> <p><i>Cold ocean waters:</i></p> <p>Ocean temperatures in polar regions are generally about <math>-1.9^\circ\text{C}</math>. Such cold temperatures would be impossible if not for the freezing point depression associated with the dissolved solutes.</p> |          |        |

| Topic                                                | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concepts                                             | Skills                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 7. Application to Real-Life Experiences. (continued) | <p data-bbox="389 943 552 1559"><i>Disinfectant:</i> Perhaps you have heard people compare a harsh comment to "rubbing salt in a wound." Salt in a wound be impossible if not for the freezing point depression associated with the dissolved solutes.</p> <p data-bbox="571 943 1031 1559"><i>Reverse osmosis and water purification:</i> Osmosis is a statistical phenomenon. It is much more likely for a molecule of water on the fresh side of a semi-permeable membrane to pass through than it is for a water molecule on the solution side to do so, simply because there are more water molecules in contact with the membrane on the pure water side. Since more water molecules flow into the solution, its volume increase. If, however, pressure is applied to the solution side; it will become more probable for the reverse to occur. "Reverse osmosis" reverse the process by forcing molecules back in the other direction. Reverse osmosis is used to purify drinking water.</p> |

| Topic                                                           | Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concepts                                                        | Skills                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>7. Application to Real-Life Experiences.<br/>(continued)</p> | <p><i>Dehydration:</i> Minerals are lost when you perspire. For many years people were given salt tablets to replace salts lost through perspiration. Physician now recommend that such salts be replenished through sports drinks because salt tablets only accelerate dehydration in the intestines though osmosis. Some fish die when they are swept by fast moving rivers into the sea. The osmotic pressure of the ocean is too great , and the fish die of dehydration.</p> |

## Appendix C

### Interviewing local resource persons about local wisdom, and local environmental problems in everyday life in Chachoengsao province

Name            Mr. Niwat                      Surname   Choeng  
 Occupation    Agriculturist - Mango orchard in Bangkra, Chachoengsao.  
 Address        12/45 Srisothon Road    Muang, Chachoengsao.

#### Interviewing local resource persons

1. What is your occupation?

Answer : Agriculturist - Mango orchard in Bangkra, Chachoengsao

2. What are the problems that you found in your community?

Answer : Mango orchard in Bangkra, Chachoengsao , A soil may be rich in salts because farmers put waste water from shrimp farm into mango orchards near their farm. Mango received the impact of wastewater. This is main problem in Chachoengsao province. Government officer can not help farmers for improvement of soil in mango orchard.

3. What is the most problem in Chachoengsao community?

Answer : Soil salinity

4. In your opinion, How to solve the soil salinity?

Answer : In my opinion, I think that every areas in my community have a problem about soil salinity, that it has impact with every orchard such as mango, orange, mangoteen, and durian. I think that government officer should help people in Chachoengsao such as giving new knowledge about development and improvement of land and orchard.

### Appendix D

Table 13 The content of learning Units in high – school chemistry curriculum by using inquiry cycle approach incorporating real – life situations.

| Learning units | Topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1              | Environmental problem in Chachoengsao                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2              | How do I explain salinity of soil?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3              | Measurement units of concentration of chemical solutions, <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Percent(%)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Percent by mass ( mass/mass)</li> <li>1.2 Percent by volume ( volume/volume)</li> <li>1.3 Percent by mass per volume</li> </ol> </li> <li>2. Molarity (mol/dm<sup>3</sup> or mol/l)</li> <li>3. Molality ( mol/kg)</li> <li>4. Mole fraction</li> <li>5. Parts per million (ppm)</li> </ol> |
| 4              | Preparation of chemical solutions                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5              | Solving problems of salinity soil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 6              | Application of using chemical solutions in real-life situations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Subject : Science Learning Substance group ( Additional Subject)

Topic : Chemical Solutions

## Appendix E

Table 14 Timeframe of learning Units in high – school chemistry curriculum by using inquiry cycle approach incorporating real – life situations.

| Learning units | Topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Total<br>(hours) |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1              | Environmental problem in Chachoengsao                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6                |
| 2              | How do I explain salinity of soil?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6                |
| 3              | Measurement units of concentration of chemical solutions,<br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. Percent(%) <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Percent by mass ( mass/mass)</li> <li>1.2 Percent by volume ( volume/volume)</li> <li>1.3 Percent by mass per volume</li> </ol> </li> <li>2. Molarity (mol/dm<sup>3</sup> or mol/l)</li> <li>3. Molality ( mol/kg)</li> <li>4. Mole fraction</li> <li>5. Parts per million (ppm)</li> </ol> | 6                |
| 4              | Preparation of chemical solutions                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6                |
| 5              | Solving problems of salinity soil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6                |
| 6              | Application of using chemical solutions in real-life situations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6                |
| Total          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 36               |

Subject : Science Learning Substance group ( Additional Subject)

Topic : Chemical Solution

Level : Matayomsuksa 4

Period of time : 36 hours

## Appendix F

### Assessment for High School Science Curriculum in the Topic of Chemical Solutions Incorporating Real-Life learning Experience Intended for experts to evaluate curriculum.

For purpose of this document and its goal of encouraging assessment, the high school science curriculum is considered to comprise everything students study in the topic of chemical solutions.

In this section you are encouraged to review, analyze, evaluate the science curriculum in the topic of chemical solutions incorporating real – life situations, and then 1) decide what you want or expect the science curriculum to accomplish, and 2) assess how well you think your science goals and desired results are being achieved. You should, of course, try to think in terms of the overall curriculum and develop judgments not unduly biased by infrequent exceptions.

This document consists of 2 sections:

Section 1 The goals of assessment are to consider of consistent of curriculum structure between:

- 1.1 The goals of the chemistry curriculum and Thailand's Basic Education Curriculum, B.E.2544?
- 1.2 The goals of the chemistry curriculum and the objectives of curriculum
- 1.3 The objectives of curriculum and the objectives of this research
- 1.4 Rationale and Justification, and real – life problems in Chachoengsao.
- 1.5 Rationale and Justification of chemistry curriculum, and the goals of curriculum
- 1.6 Rationale and Justification, and the objectives of curriculum
- 1.7 The goals of the chemistry curriculum and the objectives of curriculum
- 1.8 The goals of the chemistry curriculum and the content of curriculum
- 1.9 The objectives of the chemistry curriculum and the content of curriculum
- 1.10 The objectives of the chemistry curriculum and the learning units of curriculum
- 1.11 The content of curriculum and the learning units of curriculum

1.12 The learning units management and inquiry cycle approach  
management

1.13 The learning units of curriculum and materials

1.14 The learning units management and evaluations

1.15 The content of curriculum and evaluations of curriculum

1.16 The evaluations of curriculum and authentic assessment

Section 2 The goals of assessment are to consider each component of curriculum and to add some opinions of specialist for improving and developing curriculum structure such as:

2.1 Rationale and Justification

2.2 The principles of curriculum

2.3 The goals of the curriculum

2.4 The content of curriculum

2.5 Learning units

2.6 Course syllabus

- The objective
- Content
- Learning activities
- Materials
- Assessments

2.7 Styles of curriculum

2.8 The others

Table 15 Assessment for High School Science Curriculum in the Topic of Chemical Solutions Incorporating Real-Life learning Experience Intended for experts to evaluate curriculum.

Directions: Check ✓ appropriate answers. Add comment.

| Items                                                                                        | Examination about consistence |                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                                                                                              | Consistence                   | Not sure<br>that have<br>consistence<br>No<br>consistence |
| 1. The goals of the chemistry curriculum and Thailand's Basic Education Curriculum, B.E.2544 |                               |                                                           |
| 2. The goals of the chemistry curriculum and the objectives of curriculum                    |                               |                                                           |
| 3. The objectives of curriculum and the objectives of this research                          |                               |                                                           |
| 4. Rationale and Justification, and real – life problems in Chachoengsao.                    |                               |                                                           |
| 5. Rationale and Justification of chemistry curriculum, and the goals of curriculum          |                               |                                                           |
| 6. Rationale and Justification, and the objectives of curriculum                             |                               |                                                           |
| 7. The goals of the chemistry curriculum and the objectives of curriculum                    |                               |                                                           |
| 8. The goals of the chemistry curriculum and the content of curriculum                       |                               |                                                           |
| 9. The objectives of the chemistry curriculum and the content of curriculum                  |                               |                                                           |
| 10. The objectives of the chemistry curriculum and the learning units of curriculum          |                               |                                                           |
| 11. The content of curriculum and the learning units of curriculum                           |                               |                                                           |

| Items                                                                      | Examination about consistence |                                      |                   |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
|                                                                            | Consistence                   | Not sure<br>that have<br>consistence | No<br>consistence |
| 12. The learning units management and inquiry<br>cycle approach management |                               |                                      |                   |
| 13. The learning units of curriculum and materials                         |                               |                                      |                   |
| 14. The learning units management and<br>evaluations                       |                               |                                      |                   |
| 15. The content of curriculum and evaluations of<br>curriculum             |                               |                                      |                   |
| 16. The evaluations of curriculum and authentic<br>assessment              |                               |                                      |                   |

Section 2 The goals of assessment are to consider each component of curriculum and to add some opinions of specialist for improving and developing curriculum structure such as:

### 2.1 Rationale and Justification

.....

.....

.....

.....

### 2.2 The principles of curriculum

.....

.....

.....

.....

### 2.3 The goals of the curriculum

.....

.....

.....

## 2.4 The content of curriculum

.....

.....

.....

.....

## 2.5 Learning units

.....

.....

.....

.....

## 2.6 Course syllabus

### - The objective

.....

.....

.....

.....

### - Content

.....

.....

.....

.....

### - Learning activities

.....

.....

.....

.....

### - Materials

.....

.....

.....

.....

- Assessments

.....

.....

.....

.....

2.7 Styles of curriculum

.....

.....

.....

.....

2.8 The others

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Thank you

Daungporn Pupaka

## Appendix G

## Pre-test and post-test of science content for pilot study

1. Which of the following is the meaning of soil? a
  - a. Soil forms as rock is broken down by weathering and mixes with other materials on the surface.
  - b. Soil forms as only plant is broken down by weathering and mixes with water on the surface.
  - c. Soil forms as only organic matter is broken down by weathering and mixes with fungi on the surface.
  - d. None
2. Which of the following is not the composition of soil? d
  - a. minerals
  - b. rock particles
  - c. dry leaves
  - d. plastics
4. Which of the following is the meaning of salty soil? a
  - a. Soil has quantity of salt too much
  - b. Soil has quantity of fungi too much
  - c. Soil has quantity of water too much
  - d. Soil has quantity of fossil too much
5. Which of the following is causes salty soil? c
  - a. Only humans
  - b. Only nature
  - c. Both human and nature
  - d. None
6. How many kinds of salty soil are in Thailand? a
  - a. 2
  - b. 3

- c. 4
  - d. 5
8. How many methods exist to solve problems of salty soil? d
- a. Engineering method and biological method
  - b. Chemical method and biological method
  - c. Engineering method, biological method, and chemical method
  - d. Engineering method, biological method, and mixed method
9. Which of the following is the different materials that make up soil? d
- a. Rock particles
  - b. Minerals
  - c. Organic material
  - d. All of above
10. Which of the following is some techniques that farmers use to conserve soil? c
- a. Plowing fields along the curves of a slope
  - b. Disturbing the soil and its plant cover as little as possible.
  - c. Both a and b
  - d. None
11. Which of the following is the units of molarity? c
- a. moles/kg
  - b. Percent
  - c. moles/L
  - d. None
12. What is the molarity of a solution prepared from 10.0 g NaCl with a final solution d
- a. 2.12 M
  - b. 0.36 M
  - c. 10.0 M
  - d. 0.60 M

13. Sea water contains roughly 28.0 g of NaCl per liter. What is the molarity of sodium chloride in sea water? a
- a. 0.479 M
  - b. 4.790 M
  - c. 2.080 M
  - d. 20.80 M
14. What is the molarity of 245.0 g of  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dissolved in 1.00 L of solution? b
- a. 4.89 M
  - b. 2.50 M
  - c. 0.40 M
  - d. 5.24 M
15. What is the molarity of 5.30 g of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dissolved in 400.0 ml solution? c
- a. 20 M
  - b. 0.250 M
  - c. 0.125 M
  - d. 1.256 M
16. What is the molarity of 5.00 g of NaOH in 750.0 ml of solution? a
- a. 0.167 M
  - b. 1.670 M
  - c. 2.356 M
  - d. 3.256 M
17. How many moles of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  are there in 10.0 L of 2.0 M solution? c
- a.  $0.5 \text{ M} = x / 10.0 \text{ L}$
  - b.  $1.0 \text{ M} = x / 10.0 \text{ L}$
  - c.  $2.0 \text{ M} = x / 10.0 \text{ L}$
  - d.  $2.5 \text{ M} = x / 10.0 \text{ L}$

18. A sample of water contains 0.034 % m/v of lead, what mass of lead would be found in a 2.00 liter sample of the water? d
- a. 0.10 g
  - b. 0.45 g
  - c. 0.59 g
  - d. 0.68 g
19. A sample of vinegar has a label that shows 8.0% v/v acetic acid, what volume of acetic acid would be in a 375 ml container? a
- a. 30 ml
  - b. 40 ml
  - c. 50 ml
  - d. 60 ml
20. What is the mass percent of NaCl in a solution preparation from 10.0 g NaCl and 255 g of water? c
- a. 2.1%
  - b. 10%
  - c. 3.8%
  - d. 3.9%
21. Why is it essential that the denominator for the mass percent calculation must be the total mass of the solution? d
- a. Because the solute is the minor component.
  - b. Because the solvent is the major component of the solution
  - c. It is not essential.
  - d. So that the percentage of a solute is never greater than 100 %
22. What are the units of mole fraction? d
- a. moles/L
  - b. moles/kg
  - c. Percent
  - d. None

23. What is the mole fraction of water in a solution prepared from 10.0 g NaCl and 255g of water? b
- a. 0.012
  - b. 0.988
  - c. 1.26
  - d. None of the above
24. What is the maximum mole fraction for a component of a solution? d
- a. 0.1
  - b. 0.5
  - c. 1
  - d. None of the above
25. What are the units of normality? b
- a. moles/kg
  - b. molar equivalents/L
  - c. moles/ton
  - d. None of the above
26. What is the normality of a 1.5 M solution of  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ? c
- a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
27. What is the molality of a solution prepared from 10.0 g NaCl and 255 g of water?
- a. 0.67 m
  - b. 1.20 m
  - c. 0.32 m
  - d. Cannot be determined

28. In most lakes, there exists a temperature gradient. The warmest water is near the surface and the coldest is at the bottom. However, certain situations can cause a lake to "turn over" placing the coldest layers on top. Such an event is extremely dangerous to the nearby inhabitants because it can cause suffocation. Which of the following best explains why a lake turning over can cause the suffocation of nearby inhabitants? c

The warmest layers can dissolve the most oxygen. As the cool layer is

- a. placed on top, it suddenly warms, dissolving massive amounts of oxygen. Without oxygen, people can die of suffocation.
- b. A stochastic event like that requires no explanation.
- c. . The coolest layers can dissolve the most carbon dioxide. When placed on top of the lake, this layer rapidly warms by the sun's heat, releasing massive amounts of carbon dioxide into the atmosphere which can suffocate those nearby.
- d. None of these answers is true

29. How much NaOH would you have to weigh out to make 150 ml of 10N? c

- a. 20g
- b. 30 g
- c. 60 g
- d. 70 g

30. How much  $\text{BaCl}_2$  will you need to weigh to be equivalent to 88 g of  $\text{BaCl}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ? d

- a. 31.3 g
- b. 41.3 g
- c. 51.3 g
- d. 61.3 g

31. Convert 40 mg/dL  $\text{Ca}^{2+}$  to mM/L. c
- a. 5
  - b. 8
  - c. 10
  - d. 15
32. A glucose of 95 mg/dL is equivalent to how many mM/L? d
- a. 1.2
  - b. 2.3
  - c. 3.2
  - d. 5.3
33. How would you prepare 800 ml of a 10% sodium chloride ( $\text{NaCl}$ , a powder, formula weight 58.5) solution in water? d
- a. measure 5 g  $\text{NaCl}$ , add  $\text{H}_2\text{O}$  to final volume of 100 ml
  - b. measure 8 g  $\text{NaCl}$ , add  $\text{H}_2\text{O}$  to final volume of 100 ml
  - c. measure 30 g  $\text{NaCl}$ , add  $\text{H}_2\text{O}$  to final volume of 800 ml
  - d. measure 80 g  $\text{NaCl}$ , add  $\text{H}_2\text{O}$  to final volume of 800 ml
34. How would you prepare 500 mls of a 10% ethanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ , a liquid, formula weight 46) solution in water? d
- a. measure 5 ml ethanol, add 45 ml  $\text{H}_2\text{O}$
  - b. measure 15 ml ethanol, add 150 ml  $\text{H}_2\text{O}$
  - c. measure 50 ml ethanol, add 100 ml  $\text{H}_2\text{O}$
  - d. measure 50 ml ethanol, add 450 ml  $\text{H}_2\text{O}$
35. A stock solution of 1.00 M  $\text{NaCl}$  is available. How many milliliters needed to make 100.0 ml of 0.750 M a
- a. 0.0075
  - b. 0.0750
  - c. 0.750
  - d. 7.5

36. What volume of 0.250 M KCl is needed to make 100.0 ml of 0.100 M solution? c

- a. 20
- b. 30
- c. 40
- d. 50

37. Concentrated  $\text{H}_2\text{SO}_4$  is 18.0 M. What volume is needed to make 2.00 L of 1.00 M solution? a

- a.  $0.1 \text{ cm}^3$
- b.  $0.2 \text{ cm}^3$
- c.  $0.3 \text{ cm}^3$
- d.  $0.4 \text{ cm}^3$

38. Concentrated HCl is 12.0 M. What volume is needed to make 2.00 L of 1.00 M solution? b

- a.  $0.06 \text{ cm}^3$
- b.  $0.16 \text{ cm}^3$
- c.  $0.26 \text{ cm}^3$
- d.  $0.66 \text{ cm}^3$

39. A 0.500 M solution is to be diluted to 500.0 ml of a 0.150 M solution. How many ml of the 0.500 M solution are required? a

- a. 150 ml
- b. 250 ml
- c. 300 ml
- d. 450 ml

40. Calculate the molality of 25.0 grams of KBr dissolved in 750.0 ml pure water. b

- a. 0.58 m
- b. 1.58 m
- c. 2.58 m

d. 3.58 m

41. 80.0 grams of glucose ( $C_6H_{12}O_6$ , mol. wt = 180. g/mol) is dissolved in 1.00 kg of water. Calculate the molality. a

a. 0.44 m

b. 0.55 m

c. 0.66 m

d. 0.77 m

42. 100.0 grams of sucrose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ , mol. wt. = 342.3 g/mol) is dissolved in 1.50 L of water. What is the molality? d

a. 0.135 m

b. 0.155 m

c. 0.175 m

d. 0.195 m

43. 49.8 grams of KI is dissolved in 1.00 kg of solvent. What is the molality? c

a. 0.1 m

b. 0.2 m

c. 0.3 m

d. 0.4 m

44. Calculate the freezing point of a solution of 5.00 g of diphenyl  $C_{12}H_{10}$  and 7.50 g of naphthalene,  $C_{10}H_8$  dissolved in 200.0 g of benzene (fp = 5.5 °C) a

a. 3.17

b. 3.71

c. 7.31

d. 7.13

45. Vitamin K is involved in the blood clotting mechanism. When 0.500 g is dissolved in 10.0 g of camphor, the freezing point is lowered by 4.43 °C. c

Calculate the molecular weight of vitamin K.

a. 1160 g/mol

b. 7760 g / mol

- c. 8860 g / mol  
d. 9960 g / mol
46. What is the freezing point of a solution of 15.0 g of NaCl in 250 g of water? The molal freezing point constant,  $K_f$ , for water is  $1.86\text{ }^{\circ}\text{C kg / mol}$ . a
- a.  $3.8\text{ }^{\circ}\text{C}$   
b.  $-4.8\text{ }^{\circ}\text{C}$   
c.  $-5.8\text{ }^{\circ}\text{C}$   
d.  $-6.8\text{ }^{\circ}\text{C}$
47. What is the boiling point of a solution of a non-electrolyte ethylene glycol which is .05 m in water. The  $K_b = 0.512\text{ }^{\circ}\text{C/m}$ . b
- a.  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$   
b.  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$   
c.  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$   
d.  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$
48. Calculate the Freezing Point of the solution a
- a.  $-1.24\text{ }^{\circ}\text{C}$   
b.  $-1.42\text{ }^{\circ}\text{C}$   
c.  $-2.24\text{ }^{\circ}\text{C}$   
d.  $-3.24\text{ }^{\circ}\text{C}$
49. 60 g of naphthalene ( $\text{C}_{10}\text{H}_8$ ) is dissolved in 20.0 g of benzene. The freezing point of pure benzene is  $5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , and the freezing point of the mixture is  $2.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . What is the molal freezing point depression constant,  $K_f$  of benzene? a
- a.  $4.3\text{ }^{\circ}\text{C/m}$   
b.  $5.3\text{ }^{\circ}\text{C/m}$   
c.  $6.3\text{ }^{\circ}\text{C/m}$   
d.  $7.3\text{ }^{\circ}\text{C/m}$

50. The freezing point of a solution that contains 1.00 g of an unknown compound, (A), dissolved in 10.0 g of benzene is found to be 2.07 °C. The freezing point of pure benzene is 5.48 °C. The molal freezing point depression constant of benzene is 5.12 °C/molal. What is the molecular weight of the unknown compound? d
- a. 45 g/mol
  - b. 50 g/mol
  - c. 100 g/mol
  - d. 150 g/mol
51. Which solution will have a higher boiling point: A solution containing 105 grams of sucrose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) in 500 grams of water or a solution containing 35 grams of sodium chloride in 500 grams of water? a
- a. Sodium chloride
  - b. Sucrose
  - c. Equal
  - d. None
52. A 0.2 molal (mole/kg) aqueous solution of a drug gave a boiling point elevation of 0.103 C ( $T_b$ ). Calculate the approximate molal elevation constant ( $K_b$ ) for the solvent water. d
- a. 0.115
  - b. 0.215
  - c. 0.315
  - d. 0.515
53. What causes problems of salty soil by nature? d
- a. Rock particles and minerals

- b. Biological changing
  - c. Chemical changing
  - d. a, b, and c
54. What is human activity that is problems of salty soil ? b
- a. Rice field
  - b. Salt field
  - c. Shrimp field
  - d. Chemical changing
55. What is treatment of salty soil? c
- a. Improve the drainage.
  - b. Leach with water to flush salts from root zone.
  - c. a and b
  - d. None
56. What cause problems of salty soil by human? d
- a. Mismanagement of the agriculture sector.
  - b. A lack of suitable technology has placed further strain on the poor.
  - c. A lack of community people
  - d. a b and c
57. Which of the following statements is true? d
- a. Vetiver cultivation in half-circle around fruit trees
  - b. Vetiver is grass.
  - c. Vertiver is a very effective soil and water conservation
  - d. None
58. What is vetiver? d
- a. The grass which is the base of the Vetiver Grass System (VGS).
  - b. The grass which is a very effective soil and water conservation
  - c. The grass which is a very effective land rehabilitation system.
  - d. All of them

59. What is not characteristics of vertiver?

c

- a. Stiff and erect stem which can stand up to deep water flows
- b. Forming dense hedges when planted close together which reduces flow velocity and traps sediments.
- c. New roots grow from only node when buried by trapped sediment.
- d. New shoots emerge from the base of the plant thus withstanding traffic and heavy grazing pressure

60. What is tolerance of vetiver?

d

- a. Extreme climatic variations such as drought, flood, prolonged submergence and extreme temperatures
- b. Wide range of soil acidity, alkalinity, sodicity and salinity.
- c. Wide rage of toxicities including heavy metals in the soils.
- d. a, b and c.

61. What is not benefit of vetiver?

d

- a. Vetiver cultivation in half-circle around fruit trees
- b. Use of vetiver leaves for mushroom culture
- c. Use of vetiver leaves and stem for animal feed
- d. None

62. Why is the Ocean Salty?

c

- a. The gradual concentration of dissolved salt and fossil.
- b. The gradual concentration of dissolved only salt came from rocks.
- c. The gradual concentration of dissolved chemicals eroded from the Earth's crust and washed into the sea.
- d. None

63. What is meaning of distillation?

a

- a. Process used to separate the substances composing a mixture. It involves a change of state, as of liquid to gas.
- b. The passage of water from a region of high water concentration

through a semi-permeable membrane to a region of low water concentration.

- c. Removing suspended material from water as long as the pores in the filter paper are smaller than the particles of the suspended substance.
- d. None

64. What is meaning of osmosis?

b

- a. Process used to separate the substances composing a mixture. It involves a change of state, as of liquid to gas.
- b. The passage of water from a region of high water concentration through a semi-permeable membrane to a region of low water concentration.
- c. Removing suspended material from water as long as the pores in the filter paper are smaller than the particles of the suspended substance.
- d. None

65. Sugar is dissolved in water. The sugar and water are respectively the

b

- a. solvent and solution
- b. solute and solvent
- c. solution and solute
- e. solute and solution

66. All of the following concerning a solution are true except

a

- a. the homogeneous condition is permanent.
- b. a solid solution may exist
- c. a solution is clear but not necessarily colourless
- d. some solutions are gaseous

67. Which one of the following is not a solution?

a

- a. sugar and water
- b. kool-aid

c. smog

d. tea

68. Which of the following is an example of a solution consisting of a solid in a solid? d

a. dry ice (solid carbon dioxide)

b. sand and salt

c. sodium chloride

d. an alloy such as brass

69. A clear colourless liquid with density of 1.4 g/ml was boiled. The initial boiling point was 101°C and successive boiling points noted were 103°C, 105°C and 107°C. After cooling, the density was found to be 2.0 g/ml. The original colourless liquid was b

a. heterogeneous

b. a solution

c. an element

d. a compound

70. If a relatively small amount of solute is dissolved in a relatively large amount of solvent, the solution is said to be c

a. an electrolyte

b. concentrated

c. dilute

d. saturated

71. If much more solute can be dissolved in a solution without altering the temperature, the solution is said to be c

a. saturated

b. supersaturated

c. concentrated

d. dilute

72. A homogeneous mixture is known as d
- a. a compound
  - b. an element
  - c. a pure substance
  - d. a solution
73. A saturated solution of potassium nitrate may be made unsaturated by d
- a. raising the temperature
  - b. raising the pressure
  - c. adding a crystal of potassium nitrate
  - d. evaporating some of the water
74. All solutions are d
- a. aqueous
  - b. pure substances
  - c. heterogeneous
  - d. homogeneous
75. 8.00 g of NaOH is dissolved in sufficient water to make 200.0 ml of a  
solution. The molar concentration of the solution is
- a. 1.00
  - b. 0.200
  - c. 0.250
  - d. 0.500

**Appendix H****Observation Form for Observing Behavior in Section of Laboratory Skills****Learning Unit.....****Topic.....****Explanation**

1. This observation form consists of 14 students' behavior in teaching and learning activity.
2. Teacher should examine standard in table 2 for check science process skills in variety items as

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| Laboratory techniques section | item 1-4   |
| Steps of processes section    | item 5-7   |
| Confidential section          | item 8-10  |
| Cleaning section              | item 11-14 |

Table 16 Student' s behaviors about manipulative skill in teaching/learning activities by using inquiry cycle approach incorporating real-life situations.

| Items of student' s behaviors                                                                                  | Score level | Other |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|
| 1. Students can take Systematic plan for carrying out experiment before starting on it.                        |             |       |
| 2. Students can choose to use appropriate equipments for task to be completed.                                 |             |       |
| 3. Students can choose to use correct handling of equipments.                                                  |             |       |
| 4. Students can choose to use correct handling of chemicals.                                                   |             |       |
| 5. Students can close attention paid to sequence of instruction.                                               |             |       |
| 6. Students can organize steps of laboratory activities correctly.                                             |             |       |
| 7. Students can write the report and record laboratory activities correctly.                                   |             |       |
| 8. Students can do smooth working and confidence in execution of task, finish experiment before allotted time. |             |       |
| 9. Students can choose to use correct procedure.                                                               |             |       |
| 10. Students can Smooth working and confidence in execution of task.                                           |             |       |
| 11. Students can choose non-necessary equipments to outside laboratory area.                                   |             |       |
| 12. Students can clean glassware and equipments, after finish working.                                         |             |       |

Table 16 Student' s behaviors about manipulative skill in teaching/learning activities by using inquiry cycle approach incorporating real-life situations. (continue)

| Items of student' s behaviors                                                               | Score level | Other |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|
| 13. Students can use activities areas effectively.                                          |             |       |
| 14. Students can take neat working space, keep during the task, cleans up bence after work. |             |       |

TABLE 17 Scoring scheme for observing manipulative skills

|                         | Scores                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                              |  |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                         | 3                                                                                                                                             | 2                                                                                                                                                                        | 1                                                                                                                            |  |
| Component               |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                              |  |
| Methodical working      | Systematic plan for carrying out experiment before starting on it, close attention paid to sequence of instruction                            | Plan is acceptable only a few mistakes in sequence of task                                                                                                               | Unplanned, Incorrect sequence, cannot follow instructions easily                                                             |  |
| Experimental techniques | Correct choosing appropriate equipments for task to be completed, careful and correct handling of chemicals and equipments, correct procedure | Mostly correct choosing equipments, but sometime still incorrect handling, but take less care in using apparatus, safety of chemicals or make mistakes in the procedures | Incorrect choosing equipments for task to be completed, careless handling of apparatus and chemical, incorrect procedures    |  |
| Manual dexterity        | Smooth working and confidence in execution of task, finish experiment before allotted time                                                    | Lack of confidence and slow execution, finish experiment but no time to recheck experiment or try something else                                                         | Confused execution, quite unsure of what has to be done, very slow task performance thus finishing task beyond allotted time |  |
| Orderliness             | Neat working space, keeps during the task, cleans up bench after work, puts material and equipment away immediately after use                 | Take less care about tidiness of space, equipment and material are put away but not in very good order                                                                   | Working space is messy during the task, leave material and equipment after use, does not clean up bench                      |  |

## Appendix I

### Questionnaire to assess student toward chemistry curriculum using inquiry cycle incorporation of real-life experiences

#### Explanation

1. This pen-and-pencil questionnaire will consider to ask the opinion of student toward scientific activity using inquiry cycle incorporation of real-life experiences in section of content, management of learning activity, materials, evaluation and outcomes.
2. Student should read and make decision to select your answer yourself.
3. Read and evaluate your opinion that you won't think about your answer that it is correct or incorrect..
4. Put a tick in a box in column that same as your opinions mostly.

Table 18 Student ' opinions to assess their toward chemistry curriculum using inquiry cycle incorporation of real-life experiences

| Title | Statement                                                                                                                                                 | Evaluating you opinions |             |              |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|--------------|
|       |                                                                                                                                                           | Agree                   | Not<br>sure | Dis<br>agree |
| 1     | Learning activity using inquiry cycle will help me learn everything mostly.                                                                               |                         |             |              |
| 2     | Learning in content of chemistry incorporation of real-life learning experiences will help me to interest in learning mostly.                             |                         |             |              |
| 3     | I have confident that learning activity using inquiry cycle incorporation of real-life learning experiences can apply to solve problems in everyday life. |                         |             |              |
| 4     | Learning activity using inquiry cycle incorporation of real-life learning experiences will encourage you to receive new knowledge.                        |                         |             |              |
| 5     | Learning activity using inquiry cycle incorporating real-life learning situations will encourage you to have reason                                       |                         |             |              |

| Topic | Statement                                                                                                                                                                                    | Evaluating your opinion |             |              |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|--------------|
|       |                                                                                                                                                                                              | Agree                   | Not<br>sure | Dis<br>agree |
| 6     | Learning activity using inquiry cycle incorporation of real-life learning experiences will encourage you to have good creativity.                                                            |                         |             |              |
| 7     | Learning activity using inquiry cycle incorporation of real-life learning experiences have the important to development your idea to be good.                                                |                         |             |              |
| 8     | Learning activity using inquiry cycle incorporation of real-life learning experiences will encourage you enterprise to make decision about problems in everyday life.                        |                         |             |              |
| 9     | Learning activity using inquiry cycle incorporation of real-life learning experiences will encourage you can use your scientific knowledge to make decision about problems in everyday life. |                         |             |              |
| 10    | Learning activity using inquiry cycle incorporation of real-life learning experiences will encourage you to have scientific attitude toward scientific literacy.                             |                         |             |              |
| 11    | Learning activity using inquiry cycle incorporation of real-life learning experiences will encourage you to have self-confident.                                                             |                         |             |              |
| 12    | Learning activity using inquiry cycle incorporation of real-life learning experiences will encourage you to enterprise to show opinions.                                                     |                         |             |              |

| Topic | Statement                                                                                                      | Evaluating your opinion |          |          |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|----------|
|       |                                                                                                                | Agree                   | Not sure | Disagree |
| 13    | I am interesting in learning activity using inquiry cycle incorporation of real-life learning experiences.     |                         |          |          |
| 14    | I always enthusiastic to reread content in activity before having examination.                                 |                         |          |          |
| 15    | Learning that following chemistry curriculum should emphasis more understanding than memorizing.               |                         |          |          |
| 16    | The exchanging knowledge with your colleague in learning activity following chemistry curriculum is important. |                         |          |          |
| 17    | I always search addition document in learning chemistry curriculum.                                            |                         |          |          |
| 18    | I would like to have evaluation about doing activity better than examination.                                  |                         |          |          |
| 19    | I would like to have evaluation score of learning from tasks better than examination.                          |                         |          |          |

**Appendix J**  
**Observation form**

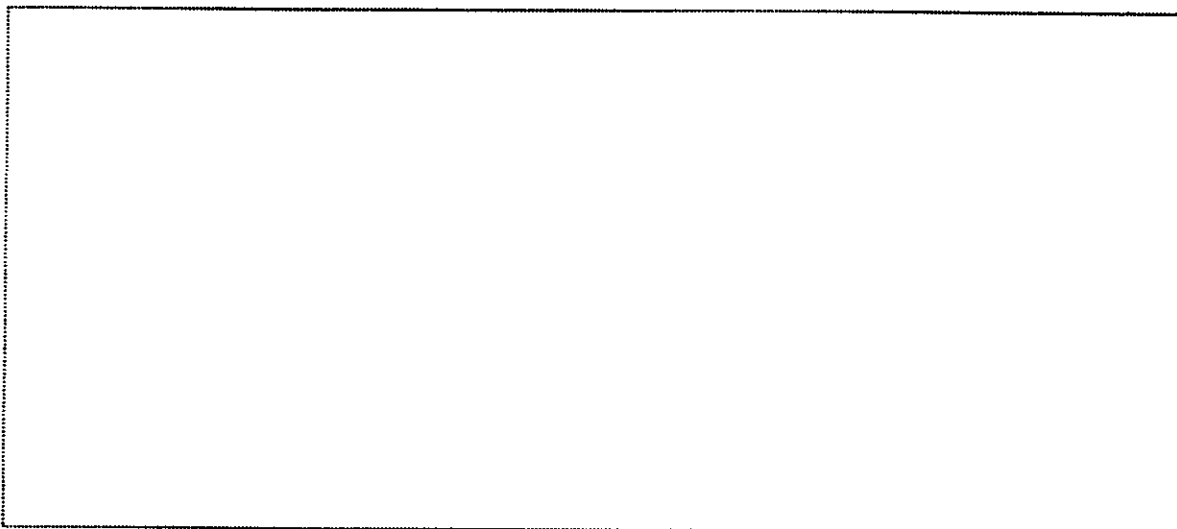
**The Development of High-school Science Curriculum on Chemical solutions  
incorporating Real-life Learning Experiences**

**For**  
**Teacher Assistants**

## High-School Science Classroom Observation Recording

**Instructions :** The purpose of this observation is to observe and identify the teaching style in high-school science classroom.

1. Date.....2. Observer.....
3. School.....
4. Class..... 5. Period.....
6. Teacher.....
7. Grade.....
8. Lesson Unit/Title .....
9. Classroom Description: Upon enter the classroom, sketch the classroom layout.



10. Other information: What is displayed in the classroom? Look for graphic organizers, student productions. List/ describe.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Instruction:** In each of the following areas please indicate your response to the teacher's work and student's activities by circling one point on the scale. All items represent demonstrations of required competencies for teachers/students. Follow the coding system below:

- 1 –*Improve: Teacher/student exhibits no regard for expected behavior.*
- 2 –*Fair: Teacher/student attempts to exhibit expected behavior, but fails.*
- 3 –*Medium: Teacher/student implements expected behavior to a limited degree.*
- 4 –*Good: Teacher/student regularly exhibits expected behavior.*
- 5 –*Very good : Teacher/student regularly exhibits expected behavior well.*

## Section 1 Classroom environment

Table 19 Teachers' opinions about classroom environment

| Issues                                 | Level of satisfaction |      |        |      |         | None |
|----------------------------------------|-----------------------|------|--------|------|---------|------|
|                                        | Very<br>good          | Good | Medium | Fair | Improve |      |
| 1. Classroom is clean and neat.        |                       |      |        |      |         |      |
| 2. Classroom is organized.             |                       |      |        |      |         |      |
| 3. Classroom setting is well light.    |                       |      |        |      |         |      |
| 4. Transferring air is well.           |                       |      |        |      |         |      |
| 5. There are enough tables and chairs. |                       |      |        |      |         |      |
| 6. others.....                         |                       |      |        |      |         |      |
| .....                                  |                       |      |        |      |         |      |
| .....                                  |                       |      |        |      |         |      |

## Section 2 Management of Inquiry cycle approach in the classroom

Table 20 Teachers' opinions about management of Inquiry cycle approach in the classroom

| Issues                                                                                      | Level of satisfaction |      |        |      |         | None |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|--------|------|---------|------|
|                                                                                             | Very<br>good          | Good | Medium | Fair | Improve |      |
| 1. Engagement step                                                                          |                       |      |        |      |         |      |
| 1.1 Students can offer problems that<br>guide scientific investigations.                    |                       |      |        |      |         |      |
| 1.2 Students can design scientific<br>investigations as activities to identify<br>problems. |                       |      |        |      |         |      |
| 1.3 Students can make connection<br>between prior experiences and<br>interested topics.     |                       |      |        |      |         |      |

| Issues                                                                                    | Level of satisfaction |      |        |      |         | None |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|--------|------|---------|------|
|                                                                                           | Very<br>good          | Good | Medium | Fair | Improve |      |
| 1.4 Students can use questions to<br>construct reasonable solutions.                      |                       |      |        |      |         |      |
| 1.5 Students can make limitation about<br>information of interested topic or<br>problems. |                       |      |        |      |         |      |
| 1.6 Other.....                                                                            |                       |      |        |      |         |      |
| .....                                                                                     |                       |      |        |      |         |      |

Other information.....

.....

.....

.....

## Section 2 Management of Inquiry cycle approach in the classroom (continue)

Table 20 Teachers' opinions about management of Inquiry cycle approach in the  
classroom (continue).

| Issues                                                                                | Level of satisfaction |      |        |      |         | None |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|--------|------|---------|------|
|                                                                                       | Very<br>good          | Good | Medium | Fair | Improve |      |
| 2. Exploration step                                                                   |                       |      |        |      |         |      |
| 2.1 Students can plan scientific<br>investigations to explore interested<br>problems. |                       |      |        |      |         |      |
| 2.2 Students can make hypothesis<br>and seek possible solution.                       |                       |      |        |      |         |      |
| 2.3 Students can collect data,<br>journals, or situations.                            |                       |      |        |      |         |      |
| 2.4 Students can seek to verify<br>hypothesis for solving problems.                   |                       |      |        |      |         |      |





## Section 2 Management of Inquiry cycle approach in the classroom (continue)

Table 20 Teachers' opinions about management of Inquiry cycle approach in the classroom (continue).

| Issues                                                                              | Level of satisfaction |      |        |      |         | None |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|--------|------|---------|------|
|                                                                                     | Very<br>good          | Good | Medium | Fair | Improve |      |
| 4. Elaboration step                                                                 |                       |      |        |      |         |      |
| 4.1 Students can use information to<br>make connection with prior<br>knowledge.     |                       |      |        |      |         |      |
| 4.2 Students can use knowledge to<br>make connection with searching<br>information. |                       |      |        |      |         |      |
| 4.3 Students can use demonstrate<br>model or conclusion to explain<br>situations.   |                       |      |        |      |         |      |
| 4.4 Other.....                                                                      |                       |      |        |      |         |      |
| .....                                                                               |                       |      |        |      |         |      |
| .....                                                                               |                       |      |        |      |         |      |

Other information.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





## Appendix K

### Questionnaire to assess student scientific mind toward inquiry-based teaching and the incorporation of real-life experiences in the learning of chemistry

#### 1. Background

Name of student.....Surname of student.....

Name of school.....

Sex.....Age.....Score of Sciences.....

#### 2. Topic of questionnaires

Topic of questionnaires compose of 4 sections such as scientific mind toward learning of sciences scientific mind toward sciences and attitude about utility of sciences by student read and evaluate the following statements about topic of questionnaires. Put a tick in the box under 3 if you think the statement is agree, 2 under no idea and 1 if you think the statement is disagree

#### 3. Explanation

3.1 Put your name surname and name of school clearly

3.2 Read and evaluate the following statements about topic of questionnaires.

3.3 .Read and evaluate your feeling and scientific mind that you won't think about your answer that it is correct or incorrect

3.4 In the important point, student should answer and evaluate by following your attitude mostly.

3.5 This questionnaire compose of 15 topics.

Table 22 Topic of questionnaires about student scientific mind toward inquiry-based teaching and the incorporation of real-life experiences in the learning of chemistry student scientific mind toward inquiry-based teaching and the incorporation of real-life experiences in the learning of chemistry.

| Topic of attitude about scientific mind                                          | Levels of attitude |         |          |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|----------|
|                                                                                  | Agree              | No idea | Disagree |
| You will enthusiastic to study Sciences.                                         |                    |         |          |
| You would like to study Sciences everyday.                                       |                    |         |          |
| You think about Sciences is easy and fun.                                        |                    |         |          |
| You like Science                                                                 |                    |         |          |
| You like to read scientific books.                                               |                    |         |          |
| Sciences learning will help you be curious.                                      |                    |         |          |
| Sciences learning will help you have observation skills.                         |                    |         |          |
| Sciences learning will help you to like to study and search answers of problems. |                    |         |          |
| Sciences learning will help you to have skills in observation.                   |                    |         |          |
| Sciences learning will help you to solve problems yourself.                      |                    |         |          |
| Sciences learning will help you to work collaboratively.                         |                    |         |          |
| Sciences learning will help you to have responsibility to work group.            |                    |         |          |
| Sciences learning will help you to listen the other opinions.                    |                    |         |          |
| Sciences learning will help you to apply your knowledge with everyday life.      |                    |         |          |
| Sciences learning will help the world development continuously.                  |                    |         |          |

## Appendix L

**The Results of Assessment for High School Science Curriculum by specialists**

**Table 23** The Results of Assessment for High School Science Curriculum in the Topic of Chemical Solutions Incorporating Real-Life learning Experience Intended for experts to evaluate curriculum.

|   | Items                                                                                     | N = 15 | Examination |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------|
|   |                                                                                           | IOC    |             |
| 1 | The goals of the chemistry curriculum and Thailand's Basic Education Curriculum, B.E.2544 | 1.00   | Consistence |
| 2 | The goals of the chemistry curriculum and the objectives of curriculum                    | 1.00   | Consistence |
| 3 | The objectives of curriculum and the objectives of this research                          | 1.00   | Consistence |
| 4 | Rationale and Justification, and real – life problems in Chachoengsao.                    | 1.00   | Consistence |
| 5 | Rationale and Justification of chemistry curriculum, and the goals of curriculum          | 0.78   | Consistence |
| 6 | Rationale and Justification, and the objectives of curriculum                             | 0.75   | Consistence |
| 7 | The goals of the chemistry curriculum and the objectives of curriculum                    | 0.78   | Consistence |
| 8 | The goals of the chemistry curriculum and the content of curriculum                       | 0.78   | Consistence |

| Items |                                                                                 | N = 15<br>IOC | Examination |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| 9     | The objectives of the chemistry curriculum and the content of curriculum        | 0.78          | Consistence |
| 10    | The objectives of the chemistry curriculum and the learning units of curriculum | 0.86          | Consistence |
| 11    | The content of curriculum and the learning units of curriculum                  | 1.00          | Consistence |
| 12    | The learning units management and inquiry cycle approach management             | 1.00          | Consistence |
| 13    | The learning units of curriculum and materials                                  | 1.00          | Consistence |
| 14    | The learning units management and evaluations                                   | 1.00          | Consistence |
| 15    | The content of curriculum and evaluations of curriculum                         | 1.00          | Consistence |
| 16    | The evaluations of curriculum and authentic assessment                          | 1.00          | Consistence |

The results of analyses concluded that each factor of curriculum has relevance with each other that has Index of Item Objective Congruence (IOC) in high level about 0.75 to 1.00

**THE SAMPLE OF ACTIVITIES**  
**( in Thai )**

## LEARNING UNIT 1

## แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในท้องถิ่นจังหวัดฉะเชิงเทราบ้านของเรา

เวลา 6 ชั่วโมง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถสำรวจปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น และปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหามากที่สุดในท้องถิ่นได้
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหามากที่สุด คือปัญหาดินเค็มได้
3. เพื่อให้นักเรียนสามารถเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาของปัญหาดินเค็มได้
4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุสาเหตุของปัญหาดินเค็มที่เกิดขึ้นในท้องถิ่นได้

### ความรู้ประสบการณ์เดิม

ดินเป็นแหล่งที่มาของธาตุอาหารที่จำเป็นเพื่อการเจริญเติบโตของพืช ดินที่บุกเบิกจากสภาพป่าใหม่ ๆ มีความอุดมสมบูรณ์สูง พืชที่ปลูกจะดึงดูดธาตุอาหารจากดิน เพื่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตผลธาตุอาหารพืชได้จากดิน

### แนวความคิดหลัก

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันนี้เป็นผลอันเนื่องมาจากการเร่งรัดพัฒนา ทางด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และเทคโนโลยี ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมในด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีการนำเอาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้มากเกินไป เน้นความเจริญ ทางด้านวัตถุ โดยคาดว่าจะสามารถทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้น แต่จริง ๆ แล้วกลับทำให้คุณภาพชีวิตแย่ลง ปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรที่สำคัญ ในปัจจุบันนี้เป็นผลมาจากการเร่งรัด ทางด้านความเจริญ ทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม

ปัญหาดินเค็มเป็นปัญหาหนึ่งที่มีพบมากในจังหวัดฉะเชิงเทรา ดินเค็มหมายถึง ดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้มากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช ดินเค็มในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ดินเค็มบก ดินเค็มชายทะเล

ดินเค็มในจังหวัดฉะเชิงเทราเกิดขึ้นมาจากสาเหตุหลายประการเช่น การตัดไม้ทำลายป่า หรือการเปิดป่าขยายพื้นที่เพาะปลูกทำให้พื้นดินไม่มีสิ่งปกคลุม น้ำจะละลายเกลือซึ่งอยู่ใต้ดิน ระบายขึ้นสู่บรรยากาศทำให้ส่วนที่เป็นเกลือตกค้างสะสมอยู่ในดินและที่บริเวณผิวดินหรือเกิดจากการทำนาเกลือแล้วปล่อยน้ำทิ้ง ไหลสู่บริเวณข้างเคียงทำให้มีการแพร่กระจายของดินเค็มได้ หรือ การทำเหมืองเกลือโดยวิธีที่ใช้น้ำลงไปละลายเกลือหินใต้ดินและสูบน้ำละลายเกลือขึ้นมา ฯลฯ วิธีต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุที่จะทำให้ดินเค็มมีการแพร่กระจายได้ทั้งสิ้น

| กิจกรรมการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | บทบาทครู                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | บทบาทนักเรียน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | การประเมินผล                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)</p> <p>1.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปัญหาสิ่งแวดล้อมอะไรบ้างที่เกิดขึ้นในจังหวัดฉะเชิงเทรา</li> <li>- ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหามากที่สุดในห้องเรียน</li> <li>- ปัญหานั้นเกิดขึ้นที่ใด บริเวณใด</li> <li>- สาเหตุของปัญหา</li> <li>- ผลกระทบที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร</li> <li>- ใครเป็นผู้ได้รับผลกระทบนั้น</li> </ul> <p>1.2 นักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นที่น่าสนใจและเลือกประเด็นนั้นๆ เพื่อใช้ในกิจกรรมต่อไป</p> <p>1.3 นักเรียน แต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอกิจกรรมและวางแผนเพื่อสำรวจปัญหานั้นในห้องเรียน จังหวัดฉะเชิงเทรา พร้อมออกแบบแบบสำรวจตามหัวข้อที่กำหนดไว้ เช่น ศึกษาอะไร เก็บข้อมูลอะไรบ้าง วิธีการเก็บข้อมูล</p> <p>งาน</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ชี้แนะประเด็นที่น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่มีนักเรียนยังไม่มีความสนใจ ใฝ่รู้ หรือเสนอประเด็นขึ้นมาก่อนแต่ไม่ครบถ้วนทำให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นนั้นๆ</li> <li>- ตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา และขอบเขตในการศึกษาของนักเรียน</li> <li>- ตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับประเด็นที่น่าสนใจในการอภิปรายของนักเรียน และข้อเสนอแนะ</li> <li>- ให้การเสนอแนะ ในกรณีที่การวางแผนเพื่อสำรวจปัญหานักเรียนไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหาที่ตั้งขึ้น</li> <li>- ให้การเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับแนวทางที่เป็นไปได้ในการสำรวจปัญหา</li> <li>- ตรวจสอบการวางแผนกิจกรรมการสำรวจของนักเรียน พร้อมให้ข้อเสนอแนะ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อภิปรายเพื่อเสนอประเด็น เช่น <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปัญหาสิ่งแวดล้อมอะไรบ้างที่เกิดขึ้นในจังหวัดฉะเชิงเทรา</li> <li>- ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหามากที่สุดในห้องเรียน</li> <li>- ปัญหานั้นเกิดขึ้นที่ใด บริเวณใด</li> <li>- สาเหตุของปัญหา</li> <li>- ผลกระทบที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร</li> <li>- ใครเป็นผู้ได้รับผลกระทบนั้น</li> </ul> </li> <li>- แบ่งประเด็นที่จะศึกษาและร่วมกันสรุปประเด็นที่น่าสนใจ เพื่อใช้ในกิจกรรมต่อไป</li> <li>- เสนอกิจกรรมและวางแผนเพื่อสำรวจปัญหานั้นในห้องเรียนจังหวัดฉะเชิงเทรา พร้อมออกแบบแบบสำรวจตามหัวข้อที่กำหนดไว้ เช่น ศึกษาอะไร เก็บข้อมูลอะไรบ้าง วิธีการเก็บข้อมูล เป็นต้น แล้วแบ่งงาน</li> </ul> | <p>การวัดผลประเมินผล แบ่งเป็น 2 ส่วน</p> <p>1. ครูเป็นผู้ประเมิน</p> <p>1.1 ประเมินแบบสะสมผลงานของนักเรียน</p> <p>1.2 ประเมินความรู้เกี่ยวกับลักษณะ องค์ประกอบ ปัญหา สมบัติ และประโยชน์จากความรู้ความถูกต้องในการนำเสนอข้อมูลและการอภิปรายลงข้อสรุป</p> <p>1.3 ประเมินพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียน โดยสังเกตระหว่างทำกิจกรรมนับตั้งแต่การวางแผน การแบ่งหน้าที่ที่ความรับผิดชอบ การร่วมมือปฏิบัติงานกลุ่ม การรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม</p> <p>2. นักเรียนเป็นผู้ประเมิน</p> <p>2.1 ประเมินผลงานของตนเอง (self-assessment)</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>2. <b>ขั้นสำรวจตรวจสอบ(Exploration)</b></p> <p>2.1 นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในการออกสำรวจเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน พร้อมกันบันทึกในสิ่งที่พบในแบบสำรวจอย่างละเอียด</p> <p>2.2 นักเรียนรวบรวมข้อมูลผลการสำรวจเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน</p> <p>2.3 นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม เช่นห้องสมุด เอกสารที่เกี่ยวข้อง ฯลฯ</p> <p>2.4 นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสำรวจ</p> <p>2.5 นักเรียนบันทึกผลการสำรวจ</p> | <p>- ตรวจสอบเกี่ยวกับความถูกต้องและความครอบคลุมในแผนกิจกรรมการสำรวจของนักเรียน พร้อมให้การเสนอแนะ</p> <p>- ให้การเสนอแนะเพิ่มเติมในการดำเนินการสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับความปลอดภัยและความสะดวก เช่น</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ข้อมูลที่ต้องการคืออะไร</li> <li>2. วิธีการรวบรวมข้อมูลมีอะไรบ้าง</li> <li>3. วิธีการบันทึกผลข้อมูล</li> <li>4. วิธีการหาข้อมูลเพิ่มเติม และแหล่งข้อมูล</li> </ol> | <p>- ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในการออกสำรวจเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน พร้อมกันบันทึกในสิ่งที่พบในแบบสำรวจอย่างละเอียด</p> <p>- รวบรวมข้อมูลผลการสำรวจเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน</p> <p>- สืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม เช่นห้องสมุด เอกสารที่เกี่ยวข้อง ฯลฯ</p> <p>- เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสำรวจ</p> <p>- บันทึกผลการสำรวจ</p> |  |
| <p>3. <b>ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation)</b></p> <p>3.1 นักเรียนอภิปรายผลการสำรวจ</p> <p>3.2 นักเรียนจัดทำข้อมูลที่ได้ออกการสำรวจให้เป็นระบบ</p> <p>3.3 นักเรียนแปลผลข้อมูลการสำรวจเกี่ยวกับประเด็นปัญหา</p> <p>3.4 นักเรียนจัดทำนำเสนอข้อมูล โดย</p>                                                                                                                                                                                                     | <p>- ตรวจสอบเกี่ยวกับความพอเพียง ความสอดคล้องและความถูกต้องของผลการสำรวจที่ได้มานักเรียน</p> <p>- ให้การเสนอแนะ เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ในรายละเอียดของข้อมูล</p>                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>- อภิปรายผลการสำรวจ</p> <p>- จัดกระทำข้อมูลที่ได้ออกการสำรวจให้เป็นระบบ</p> <p>- แปลผลการสำรวจเกี่ยวกับประเด็นปัญหา</p> <p>- จัดกระทำนำเสนอข้อมูล โดยครอบคลุมสาระ</p>                                                                                                                                                                                     |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>ครอบคลุมสาระหลักๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- วิธีการเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ</li> <li>- เครื่องมือที่ใช้สำรวจ</li> <li>- ระยะเวลาการเก็บข้อมูล</li> <li>- สถานที่เก็บข้อมูล</li> <li>- ปัญหาในการเก็บข้อมูล</li> </ul> <p>3.5 นักเรียนลงข้อสรุปผลการสำรวจค้นหา</p>                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>หลักๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- วิธีการเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ</li> <li>- เครื่องมือที่ใช้สำรวจ</li> <li>- ระยะเวลาการเก็บข้อมูล</li> <li>- สถานที่เก็บข้อมูล</li> <li>- ปัญหาในการเก็บข้อมูล</li> <li>- ลงข้อสรุปผลการสำรวจค้นหา</li> </ul> |  |
| <p>4.ชั้นขยายความรู้และเพิ่มเติมรายละเอียด (Elaboration)</p> <p>4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอในชั้นเรียน</p> <p>4.2 นักเรียนร่วมกันอธิบายเพิ่มเติมในรายละเอียดตามหัวข้อที่กำหนด</p> <p>4.3 ครูขยายขอบเขตความรู้โดยเพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น โดยเชื่อมโยงจากผลการสำรวจ</p> <p>4.3 นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันสรุปผลการอภิปราย</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบผลการสำรวจของนักเรียน</li> <li>- ให้การเสนอแนะในกรณีที่มีข้อมูลที่ได้จากการสำรวจของผู้เรียนไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา หรือในกรณีที่มีนักเรียนเกิดความคลาดเคลื่อนในแนวคิด</li> <li>- เสนอแนะแนวทางการหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถตอบปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น</li> <li>- ให้การเสนอแนะกับนักเรียนเกี่ยวกับการขยายขอบเขตความรู้ โดยเชื่อมโยงกับผลการสำรวจ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- นำเสนอในชั้นเรียน (กลุ่ม)</li> <li>- อภิปรายเพิ่มเติมในรายละเอียดตามหัวข้อที่กำหนด</li> <li>- สรุปผลการอภิปราย</li> <li>- ประเมินตนเอง โดยทำแบบบันทึกสรุปรายบุคคล</li> </ul>                                                         |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>5. <b>ชั้นประเมินผลและประยุกต์ใช้ (Evaluation)</b></p> <p>5.1 นักเรียนร่วมคิดอภิปรายผลการสำรวจปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นจังหวัดฉะเชิงเทรา สรุปว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง</p> <p>5.2 นักเรียนทำแบบประเมินความรู้</p> <p>5.3 นักเรียนประเมินผลการดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ร่วมอภิปรายกับนักเรียน และที่ประเด็นปัญหาในการสรุปผลว่านักเรียนเรียนรู้อะไรบ้าง</li> <li>- ให้การเสนอแนะเพื่อให้ได้ข้อสรุปของประเด็นปัญหา</li> <li>- ประเมินนักเรียนโดยประเมินความรู้โดยใช้แบบทดสอบและเพิ่มคะแนนผลงานของนักเรียน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อภิปรายผลการสำรวจปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นจังหวัดฉะเชิงเทรา สรุปว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง</li> <li>- ทำแบบประเมินความรู้</li> <li>- ประเมินผลการดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</li> </ul> |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## สรุปผลการใช้แผนการเรียนรู้

[illegible]

ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปหรือไม่

๑๕๖ ..... ไปทักกันแล้วก็เลยมาปรึกษา

๓. ฐานะทางครอบครัว บิดา มารดา

ข้อ ๑    ข้าราชการมีคุณสมบัติสมทบ      ๖๐ /      ๗๒ พันที่

2. ការព្យាបាលជំងឺរាតត្បាត

ตอบ. เก็บผักใส่หีหลายอย่าง ทิ้งไว้ เก็บผักเข้าปากเขาหนึ่ที่หาไปปลูกไว้ก่อน ไม่สั่งปลูกตลอด  
หน้าเวลาปลูกก็วิ่งไปดูดินจนเห็นสีของผาแล้ว ก็ไปบนที่เกลือกกลางผาแล้วเดิน  
ดินแล้วปลูกผัก

2. การทำเหมืองแร่เกิดขึ้นโดยวิธีใช้น้ำลงไปละลายเกลือสินเธาว์ได้ดังนี้

3. การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

4. ผลกระทบทางจิตใจต่อผู้ให้บริการ

ตอบ ทำให้ปลูกพืชไร่ได้ตามฤดูกาล

ไม่สนใจผลกำไรเพียงอย่างเดียว

๖. ผู้ได้รับผลประโยชน์คือใคร

41 เอกสารเข้าที่ว่าการเกษตร หรือเกษตรกิจ





47๕ วิศวกรรม  
๒๕/1

วิศวกรรม = พล  
เลขที่ 5

NO. ....

DATE / /  
(๒๕๖๓)

1/ ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในจังหวัดสุพรรณบุรี  
ปัญหามลพิษที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม

2/ ปัญหาที่เกิดขึ้นที่วัด ชะโนนบุรี

บริเวณที่เลี้ยงกบ ทำเหมือง ก่อสร้าง ถนน

3/ สาเหตุของปัญหา น้ำใต้ดินแห้ง

การขุดเจาะน้ำบาดาลเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลง  
น้ำจะลดลงเรื่อยๆ ซึ่งทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลงเรื่อยๆ ทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลงเรื่อยๆ  
และทำให้ระดับน้ำใต้ดินแห้ง ทำให้ระดับน้ำใต้ดินแห้ง ทำให้ระดับน้ำใต้ดินแห้ง ทำให้ระดับน้ำใต้ดินแห้ง  
วิธีที่ใช้น้ำบาดาลเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ทำให้ระดับน้ำใต้ดินแห้ง ทำให้ระดับน้ำใต้ดินแห้ง ทำให้ระดับน้ำใต้ดินแห้ง

4/ ผลกระทบที่เกิดขึ้นได้แก่

ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ทำให้ประชาชนป่วยด้วยโรคต่างๆ เช่น โรคผิวหนัง  
ปัญหาสุขภาพของประชาชน ทำให้ประชาชนป่วยด้วยโรคต่างๆ เช่น โรคผิวหนัง  
ปัญหาสุขภาพของประชาชน ทำให้ประชาชนป่วยด้วยโรคต่างๆ เช่น โรคผิวหนัง

5/ ปัญหาสุขภาพของประชาชน

ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ทำให้ประชาชนป่วยด้วยโรคต่างๆ

## LEARNING UNIT 2

## แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง เราจะบอกความเค็มของดินได้อย่างไร

เวลา 6 ชั่วโมง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองการหาความเค็มของดินได้
2. เพื่อให้ นักเรียนสามารถเปรียบเทียบผลการทดลองวิธีการทดลองหาความเค็มของดินจากการสืบค้นแหล่งข้อมูลกับวิธีที่ตนเองออกแบบได้

### ความรู้ประสบการณ์เดิม

ดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในสารละลายดินมากเกินไปจนมีผล กระทบต่อการเจริญเติบโต และผลิตผลของพืช เนื่องจากทำให้พืชเกิดอาการขาดน้ำและมีการสะสมไอออนที่เป็นพิษในพืชมากเกินไปนอกจากนี้ยังทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชด้วย ซึ่งเราเรียกดินในลักษณะนี้ว่า ดินเค็ม (Saline soil)

### แนวความคิดหลัก

ความเค็มของดินเกิดจากปริมาณเกลือต่างๆที่อยู่ในดิน คำจำกัดความของความเค็ม คือ ปริมาณเป็นกรัมของเกลืออนินทรีย์ที่มีอยู่ในดิน 1 กิโลกรัม การวัดความเค็มมีด้วยกันหลายวิธีเช่น

1. การหาความเค็มจากการวัดค่านำไฟฟ้า อุณหภูมิ และความดัน โดย The Practical Salinity Scale of 1978 เรียกความเค็มใหม่ว่า practical salinity ซึ่งหมายถึง อัตราส่วนของค่านำไฟฟ้าต่อค่าความนำไฟฟ้าของความเข้มข้นมาตรฐานของสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (Segar, 1998)
2. การหาความเค็มด้วย Reflecto- salinometer เป็นการวัดดัชนีหักเหของแสงของของเหลวที่บรรจุในเครื่องมือที่ใช้ที่เรียกว่า reflecto-salinometer ค่าความเค็มที่วัดด้วยวิธีนี้ให้ความละเอียด  $\pm 1$  ถึง  $\pm 2$  ส่วนในพันส่วน
3. การหาความเค็มโดยใช้เครื่อง Hydrometer เป็นการวัดค่าความเค็มโดยวัดจากค่าความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นของของเหลวและอุณหภูมิของน้ำ ซึ่งใช้หลักการที่ว่าความหนาแน่นของน้ำมีส่วนเกี่ยวข้องกับปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำ
4. การหาความเค็มโดยใช้วิธีการไตเตรทกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

หมายเหตุ: ในการหาความเค็มของดินหมายถึงการหาปริมาณเกลือในดิน ซึ่งต้องนำดินมาทำให้เป็นสารละลาย ถึงสามารถนำไปวัดหรือวิเคราะห์ได้ โดยนำดินมาละลายน้ำแล้วนำไปกรองเพื่อให้ได้สารละลาย หลังจากนั้นนำไปวัดค่าความเค็มในวิธีการข้างต้น

| กิจกรรมการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | บทบาทครู                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | บทบาทนักเรียน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | การประเมินผล                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. สร้างความสนใจ (Engagement)</p> <p>1.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่พบมากในท้องถิ่น จังหวัดจะเรียง</p> <p>1.2 ครูร่วมอภิปรายกับนักเรียนโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอปัญหาสิ่งแวดล้อมที่พบมากในท้องถิ่น จังหวัดจะเรียง เสร็จแล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายครั้งนี้ “เราจะเรียนรู้ประเด็นปัญหาใดในท้องถิ่นได้บ้าง”</p> <p>ครูพยายามให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายคำตอบที่เขียนไว้โดยให้มีคำอธิบายมากกว่า 1 คำตอบ</p> <p>1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอกิจกรรม วางแผนการทดลองการหาปริมาณเกลือในดินและออกแบบบันทึกผลการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบของประเด็นปัญหานี้ โดยครอบคลุมประเด็นปัญหานี้</p> <p>- กำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง</p> <p>- อุปกรณ์ที่ต้องการใช้มีอะไรบ้าง</p> | <p>- ชื่นชมประเด็นที่น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา หรือเสนอประเด็นปัญหาขึ้นมา ก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นนี้</p> <p>- ตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา และขอบเขตในการศึกษาของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็น “เราจะบอกปริมาณเกลือในดินได้อย่างไร”</p> <p>- ให้นักเรียนเสนอแนะให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายคำตอบที่เขียนไว้โดยให้มีคำอธิบายมากกว่า 1 คำตอบ</p> <p>- ให้นักเรียนเสนอแนะในการวางแผนการทดลองการหาปริมาณเกลือในดิน การออกแบบแบบบันทึกผลการทดลอง และแนวทางที่เป็นไปได้ในการทดลอง เพื่อให้ได้แนวทางในการหาคำตอบของประเด็นปัญหานี้</p> | <p>- อภิปรายเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่พบมากในท้องถิ่น จังหวัดจะเรียง</p> <p>- เสนอปัญหาสิ่งแวดล้อมที่พบมากในท้องถิ่น จังหวัดจะเรียง เสร็จแล้วให้นักเรียนเลือกประเด็นปัญหาใดในท้องถิ่น “เราจะบอกปริมาณเกลือในดินได้อย่างไร”</p> <p>- แบ่งประเด็นที่จะศึกษาและร่วมกันสรุปประเด็นเพื่อใช้ในกิจกรรมต่อไป</p> <p>- เสนอกิจกรรม วางแผนการทดลองการหาปริมาณเกลือในดินและออกแบบบันทึกผลการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบของประเด็นปัญหานี้</p> | <p>การวัดผลประเมินผล แบ่งเป็น 2 ส่วน</p> <p>1. ครูเป็นผู้ประเมิน</p> <p>1.1 ประเมินแบบสะสมผลงานของนักเรียน</p> <p>1.2 ประเมินความรู้เกี่ยวกับลักษณะ องค์ประกอบ ปัญหา สมบัติ และประโยชน์จากความรู้ที่แสดงออกของนักเรียน โดยสังเกตระหว่างทำกิจกรรมนี้</p> <p>1.3 ประเมินพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียน โดยสังเกตระหว่างทำกิจกรรมนี้</p> <p>แต่การวางแผน การแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ การร่วมมือปฏิบัติงานกลุ่ม การรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม</p> <p>2. นักเรียนเป็นผู้ประเมิน</p> <p>2.1 ประเมินผลงานของตนเอง (self-assessment)</p> |

|                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                    |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>- วิธีการศึกษาทดลองทำอย่างไร</p> <p>- จะบันทึกผลการทดลองอย่างไรบ้าง</p> <p>2. ขั้นสำรวจตรวจสอบ(Exploration)</p> <p>2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตามแผนการทดลองที่วางไว้ใน พร้อมบันทึกผลการทดลอง</p> | <p>- ตรวจสอบเกี่ยวกับความพอเพียง ความสอดคล้อง และความถูกต้องของผลการสำรวจที่ได้มานักเรียน</p> <p>- ให้นักเรียนเสนอแนะเพิ่มเติมในการดำเนินการสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับวิธีการทดลองที่กลุ่มเลือกใช้และความสมบูรณ์ในรายละเอียดของการทดลองรวมทั้งข้อระมัดระวังในการทดลอง</p> | <p>- ดำเนินการตามแผนการทดลองที่วางไว้ใน พร้อมบันทึกผลการทดลอง</p>                                                                  |  |
| <p>2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลวิธีการบอกปริมาณเกลือในดินและวิธีการหาปริมาณเกลือจากแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ</p>                                                    | <p>- รู้ประเด็นและให้ข้อเสนอแนะให้นักเรียนเกี่ยวกับแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการทดลองที่ตนเองออกแบบ</p>                                                                                                     | <p>- สืบค้นข้อมูลวิธีการบอกปริมาณเกลือในดิน และวิธีการหาปริมาณเกลือจากแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ</p> |  |
| <p>2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองดังกล่าว เพื่อตรวจสอบผลการทดลองที่กลุ่มเลือก</p>                                                                                                                  | <p>- ตรวจสอบผลการทดลองของนักเรียน</p> <p>- ให้นักเรียนเสนอแนะเกี่ยวกับผลการทดลอง</p>                                                                                                                                                                                 | <p>- ดำเนินการทดลองดังกล่าว เพื่อตรวจสอบผลการทดลองที่กลุ่มเลือกใช้</p>                                                             |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                           |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>ใช้</p> <p>2.5 นักเรียนบันทึกผลการทดลองอย่างละเอียด</p> <p>3.ชั้นอธิบายและตั้งข้อสรุป(Explanation)</p> <p>3.1 นักเรียนอภิปรายผลจากการทดลอง</p> <p>3.2 นักเรียนแปรผลการทดลอง</p> <p>3.3 นักเรียนจัดกระทำนำเสนอผลการทดลองและลงข้อสรุป</p> <p>4.ชั้นขยายความรู้และเพิ่มเติมรายละเอียด (Elaboration)</p> <p>4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองและข้อสรุปในชั้นเรียน</p> | <p>ที่นักเรียนได้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม</li> <li>- ให้นักเรียนเสนอแนะในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาด หรือยังไม่สมบูรณ์</li> <li>- เสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาค้นหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อสรุปการทดลองที่ถูกต้อง</li> </ul>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- บันทึกผลการทดลองอย่างละเอียด</li> <li>- อภิปรายผลจากการทดลอง</li> <li>- แปรผลการทดลอง</li> <li>- จัดกระทำนำเสนอผลการทดลองและลงข้อสรุป</li> </ul> |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม</li> <li>- ให้นักเรียนเสนอแนะในกรณีที่มีข้อสรุปได้จากผลการทดลองของนักเรียนไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา หรือในกรณีที่นักเรียนเกิดความคลาดเคลื่อนในแนวความคิด เสนอแนะแนวทางหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่สามารถตอบ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- นำเสนอผลการทดลองและข้อสรุปในชั้นเรียน</li> </ul>                                                                                                 |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                           |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>4.2 นักเรียนร่วมกันอธิบายเพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองและประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- วิธีการที่กลุ่มคิดขึ้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้หาความเข้มข้นของเกลือในดินได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร</li> <li>- การหาความเข้มข้นของสารมีประโยชน์อย่างไร</li> <li>- ในชีวิตประจำวัน เราใช้ความรู้เรื่อง การหาความเข้มข้นของสารในกิจกรรมใดบ้าง</li> <li>- ในห้องปฏิบัติการมีอุปกรณ์ที่ใช้ความรู้เรื่องการหาความเข้มข้นของสาร</li> </ul> <p>4.3 นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันสรุปผลการอภิปราย</p> | <p>ปัญหาได้ชัดเจน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ร่วมอภิปรายกับนักเรียน เกี่ยวกับการขยายขอบเขตความรู้ โดยเชื่อมโยงจากผลการทดลองที่ได้ ซึ่งอาจอภิปรายเพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองและประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ เช่น</li> <li>1. วิธีการที่กลุ่มคิดขึ้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้หาความเข้มข้นของเกลือในดินได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร</li> <li>2. การหาความเข้มข้นของสารมีประโยชน์อย่างไร</li> <li>3. ในชีวิตประจำวัน เราใช้ความรู้เรื่อง การหาความเข้มข้นของสารในกิจกรรมใดบ้าง</li> <li>4. ในห้องปฏิบัติการมีอุปกรณ์ใดบ้างที่ใช้ความรู้เรื่องการหาความเข้มข้นของสาร</li> <li>- ร่วมอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับการขยายความรู้เพิ่มเติม</li> </ul> | <p>- อภิปรายเพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองและประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ</p> <p>- สรุปผลการอภิปราย</p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                            |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>5. <b>ชั้นประเมินและประยุกต์ใช้ (Evaluation)</b></p> <p>5.1 นักเรียนรู้ร่วมกันคิดและอภิปรายผลการทดลองการหาความเข้มข้นของเกลือในดิน สรุปว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง</p> <p>5.2 นักเรียนทำแบบประเมินความรู้</p> <p>5.3 นักเรียนประเมินผลการดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</p> | <p>- ที่ประเด็นในการสรุปผลว่านักเรียนเรียนรู้อะไรบ้าง</p> <p>- ให้การเสนอแนะเพื่อให้ได้ข้อสรุปของประเด็นปัญหา</p> <p>- ประเมินนักเรียนโดยประเมินความรู้โดยใช้แบบทดสอบและแฟ้มสะสมผลงานของนักเรียน</p> | <p>- อภิปรายผลการทดลองการหาความเข้มข้นของเกลือในดิน สรุปว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง</p> <p>- ทำแบบประเมินความรู้ของตนเอง</p> <p>- ประเมินผลการดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## สรุปผลการใช้แผนการเรียนรู้

[illegible]

การตาม dõiในดินอุปกรณ์

ใช้ภาชนะใส่น้ำสะอาดในบ่อและอ่างเก็บน้ำที่วางตามดินของดินเพื่อสามารถนำไปใช้ได้  
ในบ่อดินเดิม

อุปกรณ์

1. ดินเดิมในบ่อและอ่างเก็บน้ำ
2. น้ำ
3. ไม้กวาด
4. เครื่องมือตาม dõiดิน

ขั้นตอนการทำงาน

1. ทำแผนที่ดินในบ่อและอ่างเก็บน้ำ
2. ทำการตาม dõiดินในบ่อและอ่างเก็บน้ำที่วางตามดินของดินแล้วเก็บดินในบ่อและอ่างเก็บน้ำไว้หว่าน  
หว่านดินในบ่อและอ่างเก็บน้ำ ( ทำตามข้อ 2 ในตอนจบที่บันทึกเพื่อนำมาเลี้ยงปลาในบ่อ )
3. นำดินที่ขุดขึ้นมาหว่านทั่วพื้นที่ที่เป็นบ่อและอ่างเก็บน้ำแล้วนำดินที่ขุดขึ้นมามาเลี้ยงปลาในบ่อและอ่างเก็บน้ำ
4. ทำการบันทึกดินตาม dõiดินและน้ำลงในตารางผลการทดลอง

การบันทึกผล

| ที่ | สถานที่    | ตาม dõiดิน | ภาชนะใส่น้ำ | ค่าตาม dõiดิน | ค่าตาม dõiดิน | หมายเหตุ |
|-----|------------|------------|-------------|---------------|---------------|----------|
|     | ( บ่อ 1 )  | บ่อ        | บ่อ         | น้ำ           |               |          |
| 1.  | บ่อเลี้ยง  |            |             |               |               |          |
|     |            |            |             |               |               |          |
|     |            |            |             |               |               |          |
| 2.  | บ่อน้ำดื่ม |            |             |               |               |          |
|     |            |            |             |               |               |          |
|     |            |            |             |               |               |          |
| 3.  | บ่อเลี้ยง  |            |             |               |               |          |
|     | บ่อเลี้ยง  |            |             |               |               |          |



129 2

NO. ....

DATE / /

## การนำค่าความเค็มในดิน

ข้อประสงค์

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการนำค่าความเค็มในดินในแต่ละอำเภอ

อุปกรณ์

1. เครื่องตรวจสอบความเค็ม

2. จีเคเค

3. น้ำ

4. ดินในแต่ละอำเภอ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. นำดินจากพื้นที่ที่จะศึกษา

2. นำดินมาบดจากบ่อลึก 5 เมตร ใช้กรวย 1 ฟุต กรวด 10 เซนติเมตร

3. นำดินปริมาณ 1 กรัม ใส่ภาชนะน้ำ 150 ml.

4. ใช้เครื่องตรวจสอบความเค็ม ตรวจสอบค่าที่นำดินมาวิเคราะห์บันทึกผล

ท่าอากาศยานดอนเมือง

ਅੰਤਰ: ਸੁਰਤ

ศึกษาความเข้มของสีในหลอดสีต่างๆ ทำในกรณีความเข้มของสี  
ต่างกัน เพื่อหาความสัมพันธ์

๑๒/๕๐๗

- 1.) ดมดมกลิ่น : เสพพริก
- 2.) ไข้
- 3.) ปวดท้อง
- 4.) ระวังตรวจความดันโลหิต

โรงเรียนเทศบาลบ้าน

- [illegible]

การขอขึ้นทะเบียน

| 31 | รหัสพื้นที่<br>(ตัว/เลข) | ตามลำดับ :<br>ชื่อ | ตำแหน่ง<br>โอบอุ้ม | ตำแหน่ง<br>ช่วยเหลือ | บันทึก :<br>ผู้บันทึก |
|----|--------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| 1. | ตัว/เลข<br>พื้นที่       |                    |                    |                      |                       |
| 2. | ตัว/เลข                  |                    |                    |                      |                       |
| 3. | ตัว/เลข                  |                    |                    |                      |                       |

## การเตรียมสารละลายตัวอย่างจากดินที่ต้องการหาความเค็ม

1. เครื่องมือและอุปกรณ์
  - 1.1 ครกกระเบื้องเคลือบ หรือขวด
  - 1.2 ฝาพลาสติก
  - 1.3 ตะแกรงร่อน
  - 1.4 ขุณพลาสติกแบบปิดได้ กล้องกระดาษ หรือขวดพลาสติก
2. วิธีเตรียมตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์
  - 2.1 ให้เลขที่ตัวอย่างดิน โดยเรียงตามลำดับการเก็บ
  - 2.2 ผึ่งดิน โดยเกลี่ยดินให้กระจายทั่วภาชนะที่รองกระดาษไว้ ผึ่งในห้องที่สะอาดไม่มีฝุ่นคลุ้ง หรือปนเปื้อนด้วย ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง เป็นต้น
  - 2.3 เลือกเศษพืช และกรวด หินออกทิ้งให้หมดเท่าที่จะทำได้
  - 2.4 เมื่อดินแห้ง บดดินด้วยครกกระเบื้อง หรือขวดแล้วร่อนดินที่บดด้วยตะแกรงร่อน ส่วนของดินที่ค้างบนตะแกรง ก็นำไปบดจนหมด แล้วเก็บในขุณพลาสติกแบบปิดได้ กล้องกระดาษ หรือขวดพลาสติก เขียนเลขที่ดิน แล้วเก็บไว้วิเคราะห์
3. การทำให้เป็นสารละลายเพื่อการวิเคราะห์

ในการวิเคราะห์ดินหลังจากเตรียมตัวอย่างดินแล้ว ดินตัวอย่างนั้นจะอยู่ในรูปของแข็ง แต่ในการวิเคราะห์หาค่าความเค็มของดินวิธีต่างๆ จำเป็นต้องให้สารตัวอย่างดินอยู่ในรูปสารละลาย โดยนำน้ำมาผสมในอัตราส่วน ดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 5

## การหาความหนาแน่นโดยประดิษฐ์ไฮโดรมิเตอร์แบบง่าย ๆ

### จุดประสงค์

เพื่อให้นักเรียนหัดทำไฮโดรมิเตอร์อย่างง่าย และสังเกตการทำงานของไฮโดรมิเตอร์ที่ทำขึ้นมา

### หลักการ

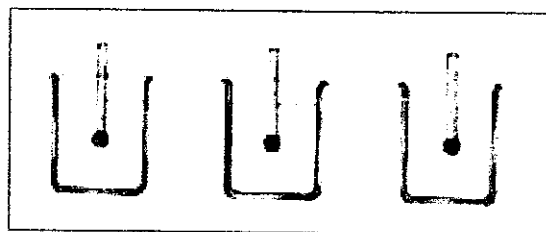
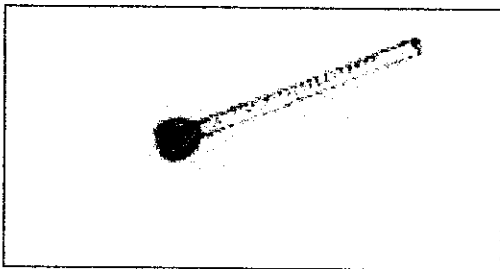
ไฮโดรมิเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยวัดความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นของของเหลว สำหรับไฮโดรมิเตอร์อย่างง่ายนี้ จะช่วยบอกได้ว่า ของเหลวชนิดใดมีความหนาแน่นมากหรือน้อยกว่ากัน โดยดูจากระดับการจมของก้อนดินน้ำมันที่ถ่วงหลอดกาแฟไว้ ถ้าไฮโดรมิเตอร์อย่างง่าย จมลงมากก็แสดงว่า ของเหลวมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลวที่ไฮโดรมิเตอร์จมลงน้อย แต่จะบอกค่าความหนาแน่นที่แน่ชัดเหมือนไฮโดรมิเตอร์มาตรฐานไม่ได้

### อุปกรณ์

หลอดกาแฟ ดินน้ำมัน ถ้วยกาแฟ ปีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร 3 ใบ แอลกอฮอล์ น้ำเกลือ น้ำ

### วิธีทำ

1. ทำไฮโดรมิเตอร์อย่างง่ายโดย ตัดหลอดกาแฟให้ยาวประมาณ 6 cm ใช้ดินน้ำมัน หุ้มที่ปลายข้างหนึ่ง แล้วทำเครื่องหมาย บนหลอดกาแฟทุกๆ 0.5 cm
2. ทดสอบไฮโดรมิเตอร์ที่ทำขึ้น โดยนำไปลอยในแอลกอฮอล์ น้ำ และน้ำเกลือ สังเกตระดับของไฮโดรมิเตอร์ที่อยู่ในของ เหลวแต่ละชนิด



### คำถาม

- ไฮโดรมิเตอร์จมลงมากที่สุดใดในของเหลวชนิดใด
- ไฮโดรมิเตอร์จมลงน้อยที่สุดใดในของเหลวชนิดใด
- นักเรียนทราบหรือไม่ว่าทำไมไฮโดรมิเตอร์จึงจมอยู่ในน้ำต่ำกว่า เมื่ออยู่ในน้ำเกลือ ระหว่างของเหลว 3 ชนิดที่นำมาทดลอง ของเหลวใด มีความ หนาแน่นมากกว่าน้ำ และของเหลวใด หนาแน่นน้อยกว่าน้ำ

## การหาความเค็มจากการวัดค่านำไฟฟ้า อุณหภูมิและความดัน

### จุดประสงค์

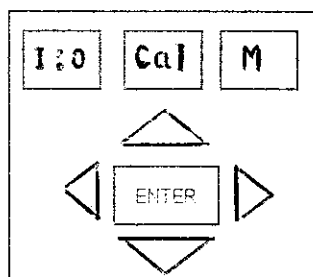
เพื่อตรวจวัดค่าความเค็มของสารละลายจากการวัดค่าการนำไฟฟ้า อุณหภูมิและความดัน

### หลักการ

ปริมาณเกลือ (ความเค็ม) ที่ละลายในน้ำเป็นปัจจัยหลักในการบ่งบอกว่า มีสิ่งมีชีวิตประเภทใดบ้างที่สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นได้ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำมีส่วนที่เกี่ยวกับปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำด้วย Conductometer เป็นเครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ดังนั้น ความเค็มของน้ำจึงสามารถตรวจวัดได้ โดยการวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ อุณหภูมิและความดันของน้ำ

### การตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

1. เสียบหัววัด salinity/conductivity เข้ากับตัวเครื่อง
2. Calibrated เครื่องวัด (Calibration Conductivity) ดังนี้
  1. จุ่มหัววัดใน Std. แล้วกด I:O (ปุ่ม on/off)



2. เลื่อนลูกศรไปที่ Set up แล้วกด Enter ดูที่จอ LCD ว่า Cal 1 (ms) เท่ากันกับ Std. หรือไม่ เช่น Std. = 12.880 ให้ดู Cal 1 (ms) = 12.880 เลื่อนลูกศรไปที่ Exit แล้วกด Enter

|      |      |       |
|------|------|-------|
| COND | TDS  | RESIS |
| TEMP | SAL  | ROL   |
| CAL  | ZERO | SETUP |

3. เลื่อนลูกศรไปที่ Cal แล้วกด Enter ดูค่าที่ Cal ว่า (12.880) เท่ากับค่าที่จอ LCD หรือไม่
4. เลื่อนลูกศรไปที่ Exit แล้วกด Enter เสร็จสิ้นการ Cal
3. เมื่อ calibrated เสร็จเรียบร้อยแล้วล้างหัววัดให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น

4. จากนั้น ถ้าต้องการวัด parameter ใด ให้เลื่อนลูกศรไปที่ตำแหน่งนั้น แล้วกด Enter

|       |                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------|
| COND  | Conductivity mode                                                    |
| TDS   | Total Dissolved Solids mode                                          |
| RESIS | Resistivity mode                                                     |
| TEMP  | Temperature mode                                                     |
| SAL   | Salinity mode                                                        |
| RCL   | Recall mode for stored readings                                      |
| CAL   | Conductivity calibration mode                                        |
| ZERO  | Conductivity zero offset                                             |
| SETUP | Used to set up mode specific parameters, instrument and clock set up |

5. ทำการวัดความเค็มของสารละลายตัวอย่างโดยจุ่มหัววัดลงในแหล่งน้ำที่ต้องการวัดหรือวัดในน้ำเก็บตัวอย่าง

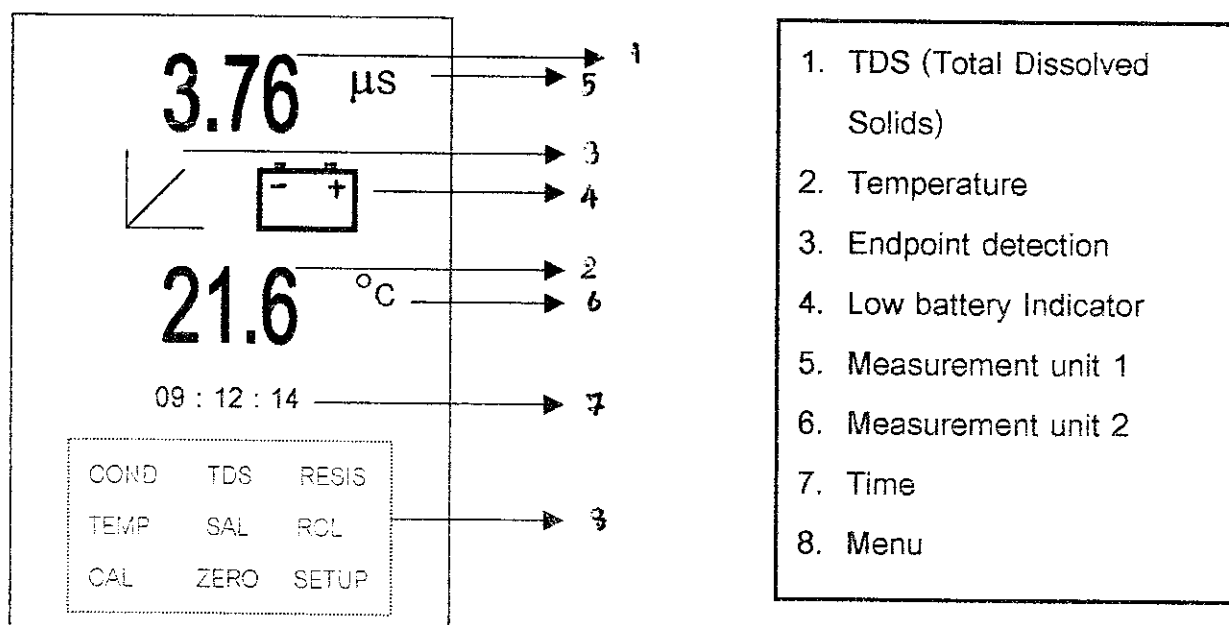
การวัด COND, TDS, RESIS ต้องอ่านค่าด้านบนของจอ LCD

การวัด TEMP, SAL, RCL ต้องอ่านค่าด้านล่างของจอ LCD

|      |      |       |
|------|------|-------|
| COND | TDS  | RESIS |
| TEMP | SAL  | RCL   |
| CAL  | ZERO | SETUP |

6. บันทึกค่าที่ได้

#### องค์ประกอบหน้าจอ LCD



## การหาความเค็มจากการวัดค่านำไฟฟ้า อุณหภูมิและความดัน

### จุดประสงค์

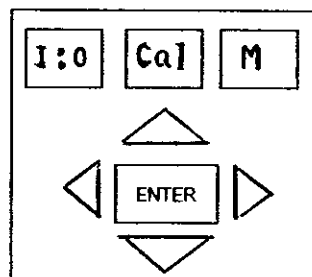
เพื่อตรวจวัดค่าความเค็มของสารละลายจากการวัดค่าการนำไฟฟ้า อุณหภูมิและความดัน

### หลักการ

ปริมาณเกลือ (ความเค็ม) ที่ละลายในน้ำเป็นปัจจัยหลักในการบ่งบอกว่า มีสิ่งมีชีวิตประเภทใดบ้างที่สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นได้ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำด้วย Conductometer เป็นเครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ดังนั้น ความเค็มของน้ำจึงสามารถตรวจวัดได้ โดยการวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ อุณหภูมิและความดันของน้ำ

### การตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

1. เสียบหัววัด salinity/conductivity เข้ากับตัวเครื่อง
2. Calibrated เครื่องวัด (Calibration Conductivity) ดังนี้
  1. จุ่มหัววัดใน Std. แล้วกด I:O (ปุ่ม on/off)



2. เลื่อนลูกศรไปที่ Set up แล้วกด Enter ดูที่จอ LCD ว่า Cal 1 (ms) เท่ากันกับ Std. หรือไม่ เช่น Std. = 12.880 ให้ดู Cal 1 (ms) = 12.880 เลื่อนลูกศรไปที่ Exit แล้วกด Enter

|      |      |       |
|------|------|-------|
| COND | TDS  | RESIS |
| TEMP | SAL  | RCL   |
| CAL  | ZERO | SETUP |

3. เลื่อนลูกศรไปที่ Cal แล้วกด Enter ดูค่าที่ Cal ว่า (12.880) เท่ากับค่าที่จอ LCD หรือไม่
4. เลื่อนลูกศรไปที่ Exit แล้วกด Enter เสร็จสิ้นการ Cal
3. เมื่อ calibrated เสร็จเรียบร้อยแล้วล้างหัววัดให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น

4. จากนั้น ถ้าต้องการวัด parameter ใด ให้เลื่อนลูกศรไปที่ตำแหน่งนั้น แล้วกด Enter

|       |                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------|
| COND  | Conductivity mode                                                    |
| TDS   | Total Dissolved Solids mode                                          |
| RESIS | Resistivity mode                                                     |
| TEMP  | Temperature mode                                                     |
| SAL   | Salinity mode                                                        |
| RCL   | Recall mode for stored readings                                      |
| CAL   | Conductivity calibration mode                                        |
| ZERO  | Conductivity zero offset                                             |
| SETUP | Used to set up mode specific parameters, instrument and clock set up |

5. ทำการวัดความเค็มของสารละลายตัวอย่างโดยจุ่มหัววัดลงในแหล่งน้ำที่ต้องการวัดหรือวัดในน้ำเก็บตัวอย่าง

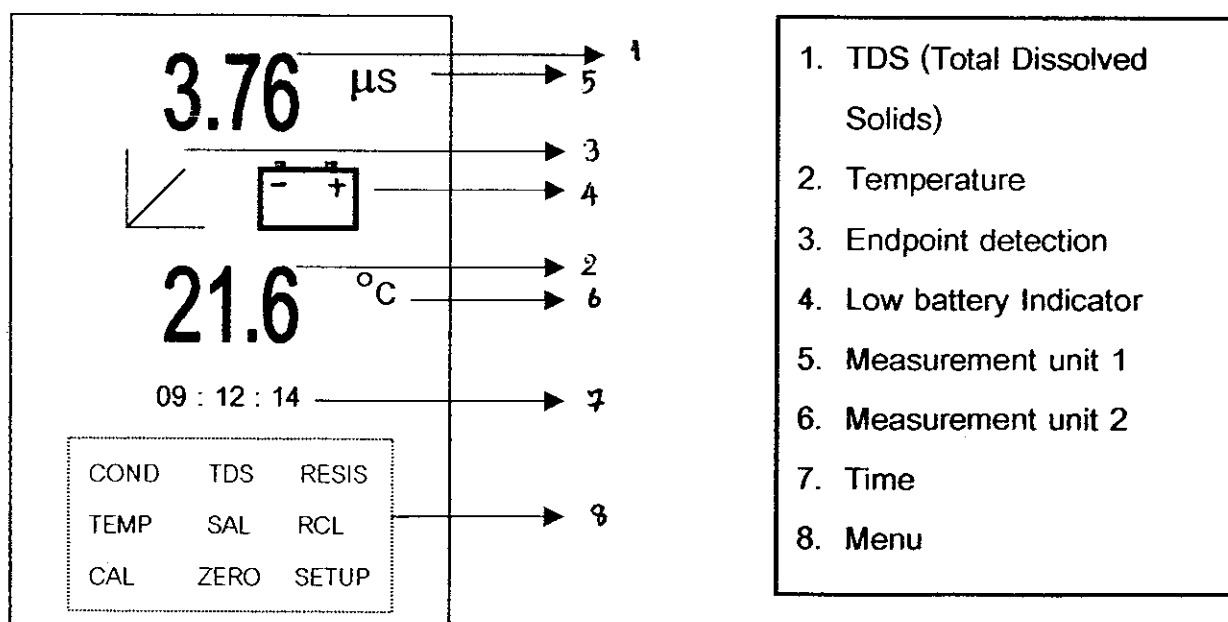
การวัด COND, TDS, RESIS ต้องอ่านค่าด้านบนของจอ LCD

การวัด TEMP, SAL, RCL ต้องอ่านค่าด้านล่างของจอ LCD

|      |      |       |
|------|------|-------|
| COND | TDS  | RESIS |
| TEMP | SAL  | RCL   |
| CAL  | ZERO | SETUP |

6. บันทึกค่าที่ได้

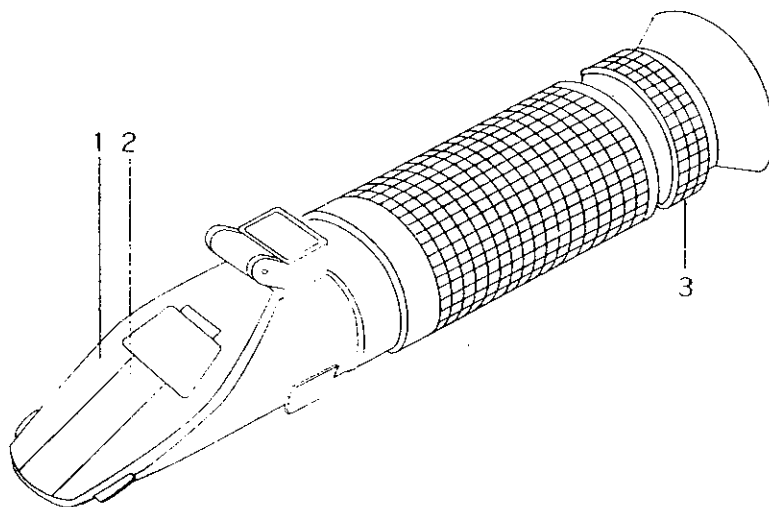
#### องค์ประกอบหน้าจอ LCD



## การหาความเค็มจากการวัดค่าดัชนีหักเหของแสงของสารละลาย

จุดประสงค์

เพื่อตรวจวัดค่าความเค็มของสารละลายจากการวัดค่าดัชนีหักเหของแสงของของเหลว  
โดยใช้เครื่อง Reflecto-salinometer



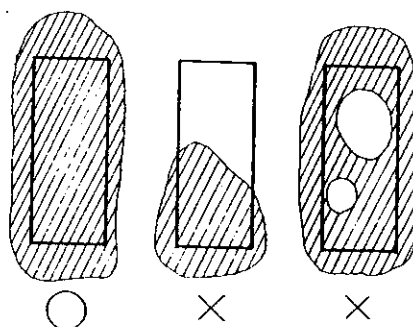
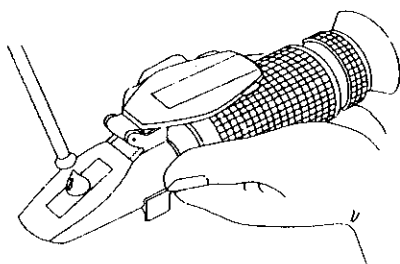
- 1 . Daylight plate
- 2 . Prism
- 3 . Eyepiece

หลักการ

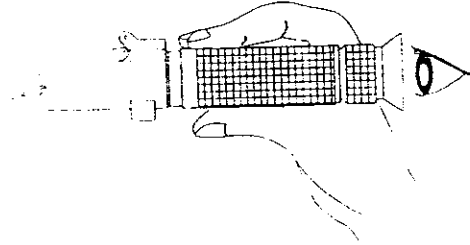
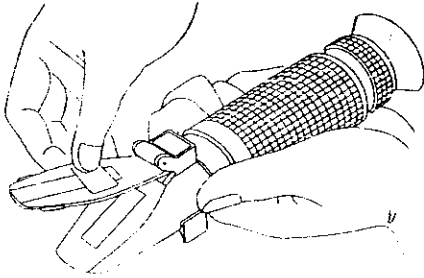
การวัดความเค็มด้วย reflecto-salinometer เป็นการวัดดัชนีการหักเหของแสงของของเหลวที่บรรจุในเครื่องมือที่ใช้ที่เรียกว่า **reflecto-salinometer** ค่าความเค็มที่วัดด้วยวิธีนี้ให้ความละเอียด +1 ถึง +2 ส่วนในพันส่วน (กรมควบคุมมลพิษ และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2541) เนื่องจากการหักเหของแสงในตัวกลางหนึ่ง ๆ ขึ้นกับค่าอุณหภูมิ ดังนั้นจึงไม่ควรวางเครื่องมือในที่ที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป

การตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

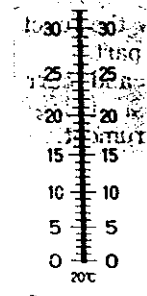
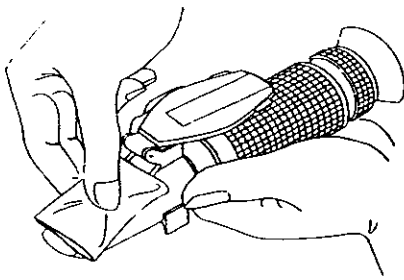
1. ตรวจสอบสเกล (scale) ของเครื่องวัดให้อยู่ที่ระดับ 0 โดยครั้งแรกหยดน้ำกลั่นลงบนแผ่นปริซึมเพื่อล้างความเค็มที่อาจตกค้างอยู่ เสร็จแล้วหยดน้ำกลั่นลงไปบนแผ่นปริซึมอีกครั้ง



2. ปิดแผ่นทาบปริซึม ยกเครื่องวัดขึ้นส่องไปยังบริเวณที่มีแสงสว่าง ถ้าสเกลของเครื่องวัดไม่อยู่ที่ระดับ 0 ปรับปุ่มปรับความเค็มที่อยู่ด้านบนเพื่อให้เครื่องอ่านค่าความเค็มได้เท่ากับ 0 ppt



3. เปิดแผ่นทาบปริซึมแล้วใช้กระดาษหรือผ้านุ่ม ๆ เช็ดน้ำที่เหลื้อออก แล้วหยดน้ำตัวอย่างที่ต้องการวัดลงไปบนปริซึม ปิดแผ่นทาบปริซึม อ่านค่าที่วัดได้โดยยกเครื่องวัดขึ้นส่องไปยังบริเวณที่มีแสงสว่าง



4. เมื่อวัดตัวอย่างเสร็จแล้วให้หยดน้ำกลั่นลงบนแผ่นปริซึมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อทำความสะอาดก่อนเก็บเข้าที่

## การตรวจวัดค่าความเค็มจากค่าความถ่วงจำเพาะ หรือความหนาแน่นของของเหลวโดยใช้เครื่องไฮโดรมิเตอร์

### จุดประสงค์

เพื่อตรวจวัดค่าความเค็มของสารตัวอย่าง โดยใช้เครื่องไฮโดรมิเตอร์

### หลักการ

ปริมาณเกลือ (ความเค็ม) ที่ละลายในน้ำเป็นปัจจัยหลักในการบ่งบอกว่า มีสิ่งมีชีวิตประเภทใดบ้างที่สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นได้ ความหนาแน่นของน้ำมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำด้วย ไฮโดรมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดความหนาแน่นของน้ำ ดังนั้นความเค็มของน้ำจึงสามารถตรวจวัดได้ โดยการวัดความหนาแน่นของน้ำและอุณหภูมิของน้ำ

#### การตรวจวัดค่าความเค็มของสารละลาย

1. ล้างกระบอกตวงพลาสติกไซขนาด 500 มิลลิลิตรด้วยสารละลายตัวอย่าง อย่างน้อย 2 ครั้ง ก่อนเริ่มทดลอง
2. เติมสารตัวอย่างลงในกระบอกตวงให้ระดับความสูงของสารละลายอยู่ต่ำกว่าปากกระบอกตวงประมาณ 2-3 เซนติเมตร
3. วัดค่าอุณหภูมิของสารตัวอย่างและบันทึกค่าที่วัดได้
4. จุ่มไฮโดรมิเตอร์ลงในสารในกระบอกตวงและรอให้ไฮโดรมิเตอร์หยุดนิ่ง โดยระวังไม่ให้แท่งไฮโดรมิเตอร์สัมผัสกับผนังด้านในของกระบอกตวงและให้อ่านค่าบนเครื่องไฮโดรมิเตอร์ ณ จุดโค้งต่ำสุดของสารละลายเท่านั้น ค่าที่อ่านได้คือ ค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลาย และบันทึกข้อมูล
5. นำค่าอุณหภูมิของสารละลายและความถ่วงจำเพาะของสารละลายไปเทียบกับตารางการเทียบค่าความเค็ม เพื่อให้ได้ค่าความเค็มของสารละลายตัวอย่าง ดังต่อไปนี้
  - 5.1 ให้หาค่าอุณหภูมิและความถ่วงจำเพาะที่วัดได้ ไปเทียบในตารางเทียบค่าความเค็ม
  - 5.2 ตรวจหาค่าความเค็มที่ได้จากตาราง (หน่วย ppt) แล้วบันทึกค่าความเค็มที่อ่านได้จากตาราง เช่น ถ้าสารละลายตัวอย่างมีอุณหภูมิเท่ากับ 22 องศาเซลเซียส ค่าความเค็มของตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 10.6 ppt
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำสารละลายตัวอย่างเดิมมาทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 2- 5 อีก 2 ครั้ง
7. คำนวณหาค่าเฉลี่ยของค่าความเค็มที่ได้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มของน้ำ (ส่วนในพันส่วน, พีพีที) กับความถ่วงจำเพาะ และอุณหภูมิของสารตัวอย่าง

|                                          | อุณหภูมิของน้ำในกระบอกตวงที่มีสเกลบอกปริมาตร (°C) |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ค่าที่อ่านได้<br>จริงจาก<br>ไฮโดรมิเตอร์ | 19                                                | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30   | 31   | 32   | 33   | 34   | 35   | 36   |
| -10.0                                    | 3.1                                               | 2.9 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.9  | 2.9  | 3.1  | 3.2  | 3.3  | 3.4  | 3.5  | 3.6  | 3.7  | 3.8  | 3.9  | 3.9  |
| -9.0                                     | 4.3                                               | 4.3 | 4.4 | 4.5 | 4.5 | 4.6 | 4.7  | 4.8  | 4.9  | 5.1  | 5.2  | 5.3  | 5.4  | 5.5  | 5.6  | 5.7  | 5.8  | 5.9  |
| -8.0                                     | 5.8                                               | 5.9 | 6.0 | 6.1 | 6.1 | 6.2 | 6.3  | 6.4  | 6.5  | 6.6  | 6.7  | 6.8  | 6.9  | 7.0  | 7.1  | 7.2  | 7.3  | 7.4  |
| -7.0                                     | 9.1                                               | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 6.5 | 6.6 | 6.7  | 6.8  | 6.9  | 7.0  | 7.1  | 7.2  | 7.3  | 7.4  | 7.5  | 7.6  | 7.7  | 7.9  |
| -6.0                                     | 6.6                                               | 6.7 | 6.8 | 6.9 | 7.0 | 7.1 | 7.2  | 7.3  | 7.4  | 7.6  | 7.7  | 7.8  | 7.9  | 8.0  | 8.1  | 8.2  | 8.3  | 8.4  |
| -5.0                                     | 7.0                                               | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 | 7.6 | 7.7  | 7.8  | 7.9  | 8.0  | 8.1  | 8.2  | 8.3  | 8.4  | 8.5  | 8.6  | 8.7  | 8.8  |
| -4.0                                     | 7.2                                               | 7.3 | 7.4 | 7.6 | 7.7 | 7.8 | 7.9  | 8.0  | 8.1  | 8.2  | 8.3  | 8.4  | 8.5  | 8.6  | 8.7  | 8.8  | 8.9  | 9.0  |
| -3.0                                     | 7.3                                               | 7.4 | 7.6 | 7.7 | 7.8 | 7.9 | 8.0  | 8.1  | 8.2  | 8.3  | 8.4  | 8.5  | 8.6  | 8.7  | 8.8  | 8.9  | 9.2  | 9.3  |
| -2.0                                     | 7.4                                               | 7.6 | 7.7 | 7.8 | 7.9 | 8.0 | 8.1  | 8.2  | 8.3  | 8.4  | 8.5  | 8.6  | 8.7  | 8.8  | 8.9  | 9.2  | 9.3  | 9.4  |
| -1.0                                     | 7.5                                               | 7.6 | 7.7 | 7.8 | 7.9 | 8.0 | 8.1  | 8.2  | 8.3  | 8.4  | 8.5  | 8.6  | 8.7  | 8.8  | 8.9  | 9.2  | 9.3  | 9.4  |
| 0                                        | 7.7                                               | 7.8 | 7.9 | 8.0 | 8.1 | 8.2 | 8.3  | 8.4  | 8.5  | 8.6  | 8.7  | 8.8  | 8.9  | 9.2  | 9.3  | 9.4  | 9.5  | 9.6  |
| 1.0                                      | 7.8                                               | 7.9 | 8.0 | 8.1 | 8.2 | 8.3 | 8.4  | 8.5  | 8.6  | 8.7  | 8.8  | 8.9  | 9.2  | 9.3  | 9.4  | 9.5  | 9.6  | 9.8  |
| 2.0                                      | 8.0                                               | 8.1 | 8.2 | 8.3 | 8.4 | 8.5 | 8.6  | 8.7  | 8.8  | 8.9  | 9.2  | 9.3  | 9.4  | 9.5  | 9.6  | 9.8  | 9.9  | 10.0 |
| 3.0                                      | 8.2                                               | 8.2 | 8.3 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.5  | 8.6  | 8.7  | 8.8  | 8.8  | 8.9  | 9.1  | 9.2  | 9.3  | 9.3  | 9.4  | 9.5  |
| 4.0                                      | 8.2                                               | 8.3 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.6  | 8.7  | 8.8  | 8.8  | 8.9  | 9.1  | 9.2  | 9.3  | 9.3  | 9.4  | 9.5  | 9.6  |
| 5.0                                      | 8.3                                               | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.6 | 8.7  | 8.8  | 8.8  | 8.9  | 9.1  | 9.2  | 9.3  | 9.3  | 9.4  | 9.5  | 9.5  | 9.6  |
| 6.0                                      | 8.3                                               | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.6 | 8.7  | 8.8  | 8.8  | 8.8  | 9.1  | 9.2  | 9.3  | 9.3  | 9.4  | 9.5  | 9.6  | 9.7  |
| 7.0                                      | 8.4                                               | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.6 | 8.7 | 8.8  | 8.8  | 8.9  | 9.1  | 9.2  | 9.3  | 9.3  | 9.4  | 9.5  | 9.5  | 9.6  | 9.7  |
| 8.0                                      | 8.4                                               | 8.4 | 8.5 | 8.6 | 8.7 | 8.8 | 8.8  | 8.9  | 9.1  | 9.2  | 9.3  | 9.3  | 9.4  | 9.5  | 9.5  | 9.6  | 9.7  | 9.8  |
| 9.0                                      | 8.5                                               | 8.6 | 8.7 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 9.1  | 9.2  | 9.3  | 9.3  | 9.4  | 9.5  | 9.6  | 9.7  | 9.8  | 9.9  | 10.1 | 10.2 |
| 10.0                                     | 8.6                                               | 8.7 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 9.1 | 9.2  | 9.3  | 9.3  | 9.4  | 9.5  | 9.6  | 9.7  | 9.8  | 9.9  | 10.1 | 10.2 | 10.2 |
| 11.0                                     | 8.7                                               | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 9.1 | 9.2 | 9.3  | 9.3  | 9.4  | 9.5  | 9.6  | 9.7  | 9.8  | 9.9  | 10.1 | 10.2 | 10.3 | 10.4 |
| 12.0                                     | 8.8                                               | 8.8 | 8.8 | 9.1 | 9.2 | 9.3 | 9.3  | 9.4  | 9.5  | 9.6  | 9.7  | 9.8  | 9.9  | 10.1 | 10.2 | 10.3 | 10.4 | 10.4 |
| 13.0                                     | 8.9                                               | 9.0 | 9.1 | 9.2 | 9.3 | 9.3 | 9.4  | 9.5  | 9.6  | 9.7  | 9.8  | 9.9  | 10.1 | 10.2 | 10.3 | 10.4 | 10.4 | 10.5 |
| 14.0                                     | 9.0                                               | 9.1 | 9.2 | 9.3 | 9.3 | 9.4 | 9.5  | 9.6  | 9.7  | 9.8  | 9.9  | 10.1 | 10.2 | 10.3 | 10.4 | 10.4 | 10.5 | 10.6 |
| 15.0                                     | 9.1                                               | 9.2 | 9.3 | 9.3 | 9.4 | 9.5 | 9.6  | 9.7  | 9.8  | 9.9  | 10.1 | 10.2 | 10.3 | 10.4 | 10.4 | 10.5 | 10.6 | 10.6 |
| 16.0                                     | 9.2                                               | 9.3 | 9.3 | 9.4 | 9.5 | 9.6 | 9.7  | 9.8  | 9.9  | 10.1 | 10.2 | 10.3 | 10.4 | 10.4 | 10.5 | 10.6 | 10.7 | 10.8 |
| 17.0                                     | 9.3                                               | 9.3 | 9.4 | 9.5 | 9.6 | 9.7 | 9.8  | 9.9  | 10.1 | 10.2 | 10.3 | 10.4 | 10.4 | 10.5 | 10.6 | 10.7 | 10.8 | 10.9 |
| 18.0                                     | 9.4                                               | 9.5 | 9.6 | 9.7 | 9.8 | 9.9 | 10.1 | 10.2 | 10.3 | 10.4 | 10.4 | 10.5 | 10.6 | 10.7 | 10.8 | 10.9 | 11.0 | 11.1 |

## สารบัญ

| เรื่อง                                                           | หน้า |
|------------------------------------------------------------------|------|
| 1. การตรวจวัดความเค็มจากค่าจำเพาะ<br>หรือความหนาแน่นของของเหลว   | 1    |
| 2. การหาค่าความหนาแน่นโดยประดิษฐ์<br>เครื่องไฮโดรมิเตอร์แบบง่ายๆ | 3    |
| 3. การหาความเค็มจากการวัดค่าดัชนีหัก<br>เหือง แสงของสารละลาย     | 5    |
| 4. การหาความเค็มจากการวัดค่านำไฟฟ้า<br>อุณหภูมิและความดัน        | 7    |

# การตรวจวัดความเค็มจากค่าความถ่วงจำเพาะ หรือความหนาแน่นของของเหลวโดยใช้เครื่องไฮโดรมิเตอร์

## จุดประสงค์

เพื่อตรวจวัดค่าความเค็มของสารตัวอย่าง โดยใช้เครื่องไฮโดรมิเตอร์

## หลักการ

ปริมาณเกลือ (ความเค็ม) ที่ละลายน้ำเป็นปัจจัยหลักในการบ่งบอกว่า มีสิ่งมีชีวิตประเภทใดบ้างที่สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นได้ ความหนาแน่นของน้ำมีส่วนเกี่ยวข้องกับปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำด้วย ไฮโดรมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดความหนาแน่นของน้ำ ดังนั้นความเค็มของน้ำจึงสามารถตรวจวัดได้โดยการวัดความหนาแน่นของน้ำและอุณหภูมิของน้ำ

## การตรวจวัดค่าความเค็มของสารละลาย

1. ถังกระบอกตวงพลาสติกไซขนาด 500 มิลลิลิตรด้วยสารละลายตัวอย่าง อย่างละ 2 ครั้ง ก่อนเริ่มทดลอง
2. เติมสารตัวอย่างลงในกระบอกตวงให้ระดับความสูงของสารละลายอยู่ต่ำกว่าปากกระบอกตวงประมาณ 2 – 3 เซนติเมตร
3. วัดค่าอุณหภูมิของสารตัวอย่างและบันทึกค่าที่วัดได้
4. จุ่มไฮโดรมิเตอร์ลงในสารในกระบอกตวงและรอให้ไฮโดรมิเตอร์หยุดนิ่ง โดยระวังไม่ให้แท่งไฮโดรมิเตอร์สัมผัสกับผนังด้านในของกระบอกตวงและให้อ่านค่าบนเครื่องไฮโดรมิเตอร์ ณ จุดโค้งต่ำสุดของสารละลายเท่านั้น ค่าที่อ่านได้คือ ค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลายและบันทึกข้อมูล
5. นำค่าอุณหภูมิของสารละลายและความถ่วงจำเพาะของสารละลายไปเทียบกับตารางการเทียบค่าความเค็ม เพื่อให้ได้ค่าความเค็มของสารละลายตัวอย่าง ดังต่อไปนี้
  - 5.1 ให้นำค่าอุณหภูมิและความถ่วงจำเพาะที่วัดได้ ไปเทียบในตารางเทียบค่าความเค็ม
  - 5.2 ตรวจสอบค่าความเค็มที่ได้จากตาราง (หน่วย ppt) แล้วบันทึกค่าความเค็มที่อ่านได้จากตาราง เช่น ถ้าสารละลายตัวอย่างมีอุณหภูมิเท่ากับ 22 องศาเซลเซียส ค่าความเค็มของตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 10.6 ppt
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำสารละลายตัวอย่างเดิมมาทำซ้ำข้อ 2 – 5 อีก 2 ครั้ง
7. คำนวณหาค่าเฉลี่ยของค่าความเค็มที่ได้

**การตรวจวัดความเค็มจากค่าความถ่วงเฉพาะ  
หรือความหนาแน่นของของเหลวโดยใช้เครื่องไฮโดรมิเตอร์**

| ชนิดของสาร     | ค่าที่อ่านได้จาก<br>ไฮโดรมิเตอร์ | อุณหภูมิของน้ำ<br>องศาเซลเซียส | ค่าความเค็ม |
|----------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------|
| H <sub>1</sub> | -2                               | 26                             | 8.2         |
| H <sub>2</sub> | -3                               | 26                             | 8.1         |
| H <sub>3</sub> | -5                               | 26                             | 7.8         |

**สรุปผลการทดลอง**

จากการทดลองจะพบว่า อุณหภูมิของน้ำแต่ละชนิดของสารละลายเท่ากัน แต่ค่าความเค็มของสารละลายต่างกัน จะพบว่า H<sub>1</sub> มีค่าความเค็มมากที่สุด H<sub>2</sub> รองลงมาคือ และค่าความเค็มน้อยที่สุดคือ H<sub>3</sub> ตามลำดับ

# การหาความหนาแน่นโดยประดิษฐ์ไฮโดรมิเตอร์แบบง่ายๆ

## จุดประสงค์

เพื่อให้นักเรียนหัดทำไฮโดรมิเตอร์อย่างง่ายและสังเกตการทำงานของไฮโดรมิเตอร์ที่ทำขึ้น

## หลักการ

ไฮโดรมิเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยวัดความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นของของเหลวสำหรับไฮโดรมิเตอร์อย่างง่ายนี้ จะช่วยบอกได้ว่าของเหลวชนิดใดมีความหนาแน่นมากหรือน้อยกว่ากัน โดยดูจากระดับการจมของก้อนดินน้ำมันที่ถ่วงหลอดคาแฟไว้ ถ้าไฮโดรมิเตอร์อย่างง่ายจมลงมากก็แสดงว่า ของเหลวมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลวที่ไฮโดรมิเตอร์จมลงน้อย แต่จะบอกค่าความหนาแน่นที่ชัดเหมือนไฮโดรมิเตอร์มาตรฐานได้

## อุปกรณ์

หลอดคาแฟ ดินน้ำมัน ถ้วยคาแฟ บีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร 3 ใบ แอลกอฮอล์ น้ำเกลือ น้ำ

## วิธีทำ

1. ทำไฮโดรมิเตอร์อย่างง่ายโดย ตัดหลอดคาแฟให้ยาวประมาณ 6 ซม. ใช้ดินน้ำมัน หุ้มที่ปลายหลอดข้างหนึ่ง แล้วทำเครื่องหมาย บนหลอดคาแฟทุกๆ 0.5 ซม.
2. ทดสอบไฮโดรมิเตอร์ที่ทำขึ้น โดยนำไปลอยในแอลกอฮอล์ น้ำ และน้ำเกลือ สังเกตระดับของไฮโดรมิเตอร์เมื่ออยู่ในของเหลวแต่ละชนิด

**การหาค่าความหนาแน่นโดยประดิษฐ์**  
**ไฮโดรมิเตอร์แบบง่าย ๆ การเปรียบเทียบความหนาแน่น**

| ชนิดของสาร | ขีดของการจม<br>การวัดค่าของการจม | ความหนาแน่นการเปรียบ<br>เทียบความหนาแน่น |
|------------|----------------------------------|------------------------------------------|
| น้ำ        | 4                                | กลางๆ                                    |
| น้ำเกลือ   | 3                                | มากที่สุด                                |
| แอลกอฮอล์  | 6                                | น้อยที่สุด                               |

**คำถาม**

1. ไฮโดรมิเตอร์จมมากที่สุดในของเหลวชนิดใด

ตอบ แอลกอฮอล์

2. ไฮโดรมิเตอร์จมน้อยที่สุดในของเหลวชนิดใด

ตอบ น้ำเกลือ

3. นักเรียนทราบหรือไม่ว่าทำไมไฮโดรมิเตอร์จึงจมอยู่ในน้ำต่ำกว่า เมื่ออยู่ในน้ำเกลือระหว่างของเหลว 3 ชนิดที่นำมาทดลอง ของเหลวใดมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำของเหลวชนิดใดหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ

ตอบ แอลกอฮอล์

**สรุปผลการทดลอง**

จากการทดลองพบว่า ขีดของการจมมีขีดมากแสดงว่ามีความหนาแน่นน้อย และถ้ามีขีดการจมมีขี دن้อยแสดงว่ามีความหนาแน่นมาก

# การหาความเค็มจากการวัดค่าดัชนีหักเหของแสงของสารละลาย

## จุดประสงค์

เพื่อตรวจวัดค่าความเค็มของสารละลายจากการวัดค่าดัชนีหักเหของแสงของของเหลว โดยใช้  
เครื่อง Reflecto – salinometer

## หลักการ

การวัดความเค็มด้วย reflecto – salinometer เป็นการวัดค่าดัชนีการหักเหของแสงของของเหลวที่บรรจุในเครื่องมือที่ใช้ที่เรียกว่า reflecto – salinometer ค่าความเค็มที่วัดด้วยวิธีนี้ให้ความละเอียด +1 ถึง +2 ส่วนในพันส่วน (กรมควบคุมมลพิษ และสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2541 ) เนื่องจากการหักเหของแสงในตัวกลางหนึ่ง ๆ ขึ้นกับค่าอุณหภูมิ ดังนั้นจึงไม่ควรวางเครื่องมือในที่ที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป

## การตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

1. ตรวจสอบสเกล (scale ) ของเครื่องวัดให้อยู่ที่ระดับ 0 โดยครั้งแรกหยคน้ำกลั่นลงบนแผ่นปริซึมเพื่อล้างความเค็มที่อาจตกค้างอยู่ เสร็จแล้วหยคน้ำกลั่นลงไปบนแผ่นปริซึมอีกครั้ง
2. ปิดแผ่นทาบปริซึม ยกเครื่องวัดขึ้นส่งไปยังบริเวณที่มีแสงสว่าง ถ้าสเกลของเครื่องวัดไม่อยู่ที่ระดับ 0 ปรับปุ่มปรับความเค็มที่อยู่ด้านบนเพื่อให้เครื่องอ่านค่าความเค็มได้เท่ากับ 0 ppt
3. เปิดแผ่นทาบปริซึมแล้วใช้กระดาษหรือผ้านุ่มๆ เช็ดที่เหลืออก แล้วหยคน้ำตัวอย่างที่ต้องการวัดลงบนปริซึม ปิดแผ่นปริซึม อ่านค่าที่วัดได้โดยยกเครื่องวัดขึ้นส่งไปยังบริเวณที่มีแสงสว่าง
4. เมื่อวัดอย่างเสร็จแล้วให้หยคน้ำกลั่นลงบนแผ่นปริซึมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อทำความสะอาดก่อนเก็บเข้าที่

**การหาความเค็มของดินโดยวิธีการหาความ  
เค็มจากการวัดค่าดัชนีหักเหของแสงของของเหลว**

| ชนิดของสาร     | ดัชนีหักเหของแสง ppt |
|----------------|----------------------|
| R <sub>1</sub> | 12                   |
| R <sub>2</sub> | 41                   |
| R <sub>3</sub> | 52                   |

**สรุปผลการทดลอง**

จากการทดลองพบว่าสารละลาย R<sub>1</sub> มีดัชนีหักเหของแสงมีค่าน้อยที่สุดรองลงมาคือสาร R<sub>2</sub> และลำดับสุดท้ายคือสาร R<sub>3</sub> ที่มีค่าดัชนีหักเหของแสงมากที่สุด

# การหาความเค็มจากการวัดค่านำไฟฟ้า อุณหภูมิและความดัน

## จุดประสงค์

เพื่อตรวจวัดค่าความเค็มของสารละลายจากการวัดค่าการนำไฟฟ้า อุณหภูมิและความดัน

## หลักการ

ปริมาณเกลือ (ความเค็ม) ที่ละลายน้ำเป็นปัจจัยหลักในการบ่งบอกว่า มีสิ่งมีชีวิตประเภทใดบ้างที่สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นได้ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำมีส่วนเกี่ยวข้องกับปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำ ด้วย Conductometer เป็นเครื่องมือวัดความหนาแน่นของน้ำ ดังนั้นความเค็มของน้ำจึงสามารถตรวจวัดได้ โดยการวัดความหนาแน่นของน้ำและอุณหภูมิของน้ำ

## การตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำ

1. เสียบหัววัด salinity / conductivity เข้ากับตัวเครื่อง
2. Calibrated เครื่องวัด ( Calibration conductivity ) ดังนี้
  - 2.1 จุ่มหัววัดใน Std. แล้วกด I: O ( ปุ่ม on / off )
  - 2.2 เลื่อนลูกศรไปที่ Set up แล้วกด Enter ดูที่จอ LCD ว่า Cal 1 ( ms ) เท่ากันกับ Std. หรือไม่  
เช่น Std. = 12.880 ให้ดู Cal 1 ( ms ) = 12.880 เลื่อนลูกศรไปที่ Exit แล้วกด Enter
  - 2.3 เลื่อนลูกศรไปที่ Cal แล้วกด Enter ดูว่า Cal ว่า (12.880) เท่ากับค่าที่จอ LCD หรือไม่
  - 2.4 เลื่อนลูกศรไปที่ Exit แล้วกด Enter เสร็จสิ้นการ Cal
3. เมื่อ Calibrated เสร็จเรียบร้อยแล้วล้างหัววัดให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น
4. จากนั้น ถ้าต้องการวัด parameter ใด ให้เลื่อนลูกศรไปที่ตำแหน่งนั้น แล้วกด Enter
5. ทำการวัดความเค็มของสารละลายตัวอย่างโดยจุ่มหัววัดลงในแหล่งน้ำที่ต้องการวัดหรือวัดในน้ำเก็บตัวอย่าง

การวัด COND , TDS , RESIS ต้องอ่านค่าด้านบนของจอ LCD

การวัด TEMP , SAL , RCL ต้องอ่านค่าด้านล่างของจอ LCD

6. บันทึกค่าที่ได้นั้นๆ

### การหาค่าความเค็มจากการวัดค่านำไฟฟ้า อุณหภูมิและความดัน

| ชนิดของสาร     | ค่านำไฟฟ้า ( COND ) | ค่าความเค็ม ( SAL ) |
|----------------|---------------------|---------------------|
| C <sub>1</sub> | 2.09                | 1.0                 |
| C <sub>2</sub> | 0.870               | 0.6                 |
| C <sub>3</sub> | 0.775               | 0.6                 |

#### สรุปผลการทดลอง

จะเห็นได้ว่าชนิดของสาร C<sub>1</sub> มีค่านำไฟฟ้ามากที่สุด ชนิดของสารละลาย C<sub>2</sub> และ C<sub>3</sub> เท่ากันแม้ว่าค่านำไฟฟ้าจะไม่เท่ากัน

## LEARNING UNIT 3

## แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

เวลา 6 ชั่วโมง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักเรียนสามารถสำรวจวิธีการหาความเข้มข้นของเกลือในหน่วยต่างๆได้

### ความรู้ประสบการณ์เดิม

สารละลายคือของผสมขององค์ประกอบสองชนิดหรือมากกว่า ซึ่งปริมาณขององค์ประกอบเปลี่ยนแปลงได้ โดยทั่วไปองค์ประกอบที่มีปริมาณมากกว่า เรียกว่า ตัวทำละลาย และองค์ประกอบอื่นๆที่มีปริมาณน้อยกว่า เรียกว่า ตัวถูกละลาย

ความเข้มข้นของสารละลาย สามารถระบุเป็นมวลของตัวถูกละลายต่อหน่วยปริมาตรของสารละลาย ความเข้มข้นของสารละลายใช้ โมลต่อลูกบาศก์เมตร

### แนวความคิดหลัก

ในการศึกษาสารละลายในเชิงปริมาณ เราจำเป็นต้องทราบความเข้มข้น (concentration) ของสารละลาย คือต้องทราบว่าในสารละลายที่กำหนดให้มีตัวถูกละลายอยู่เป็นปริมาณเท่าใด หน่วยความเข้มข้นที่ใช้มีอยู่หลายหน่วย แต่ที่นิยมใช้กันเพียง 4 หน่วยคือ

- ร้อยละของตัวถูกละลาย
  - ร้อยละโดยน้ำหนัก หมายถึง น้ำหนักของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยน้ำหนักเดียวกัน
  - ร้อยละโดยปริมาตร หมายถึง ปริมาตรของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร
  - ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร หมายถึง น้ำหนักของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร
- เศษส่วนโมล หมายถึง จำนวนโมลของสารองค์ประกอบหารด้วยจำนวนโมลของสารประกอบทั้งหมดในสารละลาย
- โมลต่อลิตร หมายถึง จำนวนโมลของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

| กิจกรรมการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | บทบาทครู                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | บทบาทนักเรียน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | การประเมินผล                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. สร้างความสนใจ (Engagement)</p> <p>1.1 นักเรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับความเข้มข้นของเกลียวที่ความเข้มข้นต่างกัน มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ และ ร่วมกันสรุปประเด็นที่น่าสนใจและเลือกประเด็นนั้นๆ เพื่อใช้ในกิจกรรมต่อไป เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สารละลายในแต่ละตัวอย่างมีความเข้มข้นเท่ากันหรือไม่</li> <li>- ปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช</li> <li>- ความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่</li> <li>- เราจะหาความเข้มข้นของสารละลายได้อย่างไร</li> <li>- เราสามารถหาความเข้มข้นของสารละลายได้อย่างไร</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ชี้แนะที่น่าสนใจ เพื่อให้ให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีนี้นักเรียนยังไม่มีความมั่นใจ หรือเสนอประเด็นปัญหาขึ้นมา ก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นนั้นๆ เช่น</li> <li>1. สารละลายในแต่ละตัวอย่างมีความเข้มข้นเท่ากันหรือไม่</li> <li>2. ปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช</li> <li>3. ความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่</li> <li>4. เราจะหาความเข้มข้นของสารละลายได้อย่างไร</li> <li>5. เราสามารถหาความเข้มข้นของสารละลายได้อย่างไร</li> <li>- ตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา และขอบเขตในการศึกษาของนักเรียน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ดูวิดีโอเกี่ยวกับความเข้มข้นของเกลียวที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ และ ร่วมกันสรุปประเด็นที่น่าสนใจและเลือกประเด็นนั้นๆ เพื่อใช้ใน กิจกรรมต่อไป เช่น</li> <li>- สารละลายในแต่ละตัวอย่างมีความเข้มข้นเท่ากันหรือไม่</li> <li>- ปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช</li> <li>- ความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่</li> <li>- เราจะหาความเข้มข้นของสารละลายได้อย่างไร</li> <li>- เราสามารถหาความเข้มข้นของสารละลายได้อย่างไร</li> </ul> | <p>การวัดผลประเมินผล แบ่งเป็น 2 ส่วน</p> <p>1. ครูเป็นผู้ประเมิน</p> <p>1.1 ประเมินแบบสังเกตผลงานของนักเรียน</p> <p>1.2 ประเมินความรู้เกี่ยวกับลักษณะ องค์ประกอบ ปัญหา สมบัติ และประโยชน์จากความถูกต้องในการนำเสนอข้อมูลและการอภิปรายลงข้อสรุป</p> <p>1.3 ประเมินพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียน โดยสังเกตระหว่างทำกิจกรรมนี้ตั้งแต่การวางแผน การแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ การมีส่วนร่วมปฏิบัติงานกลุ่ม การรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม</p> <p>2. นักเรียนเป็นผู้ประเมิน</p> <p>2.1 ประเมินผลงานของตนเอง (self-assessment)</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอประเด็นที่น่าสนใจและกิจกรรมรวมทั้งวางแผนเพื่อสำรวจประเด็นปัญหาของการหาข้อมูลเพื่อหาข้อมูลในหน่วยงานต่างๆ พร้อมออกแบบการทดลองตามหัวข้อที่กำหนดปัญหาได้ และระบุหน่วยของการวัด เช่น ศึกษาอะไร ตัวแปรที่ศึกษาอะไรบ้าง วิธีการทดลอง อุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง เป็นต้น</p> | <p>- ตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับประเด็นที่น่าสนใจในการอภิปรายของนักเรียน และให้การเสนอแนะเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ “เราจะหาความเข้มข้นของสารละลายได้โดยง่าย”</p> <p>- ตรวจสอบการวางแผนการทดลองเพื่อหาค่าตอบประเด็นปัญหาของนักเรียน</p> <p>- ให้การเสนอแนะในกรณีที่มีการวางแผนการทดลองไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา</p> <p>- เสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางที่เป็นไปได้ในการสำรวจ</p> <p>- ให้การเสนอแนะเพิ่มเติมในการดำเนินการทดลองตามแผนที่วางไว้ของนักเรียน</p> <p>เกี่ยวกับข้อจำกัดหรือข้อสงสัยในการทดลองและความปลอดภัย</p> | <p>1.2 เสนอประเด็นที่น่าสนใจและกิจกรรมรวมทั้งวางแผนเพื่อสำรวจประเด็นปัญหาของการหาข้อมูลเพื่อหาข้อมูลในหน่วยงานต่างๆ พร้อมออกแบบการทดลองตามหัวข้อที่กำหนดปัญหาได้ และระบุหน่วยของการวัด เช่น ศึกษาอะไร ตัวแปรที่ศึกษาอะไรบ้าง วิธีการทดลอง อุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง เป็นต้น</p> | <p>สื่อและแหล่งการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ห้องสมุด</li> <li>2. แหล่งชุมชน จังหวัด จะเริงเทรา</li> <li>3. <a href="http://www.scienciboc.cdc.edu/vw/09/0009-002-process.html">http://www.scienciboc.cdc.edu/vw/09/0009-002-process.html</a></li> <li>4. <a href="http://www.ilpi.com/msds/ref/concentration.html">http://www.ilpi.com/msds/ref/concentration.html</a></li> <li>5. <a href="http://www.chemistry.coach.com/tutorials-4.htm#Solutions">http://www.chemistry.coach.com/tutorials-4.htm#Solutions</a></li> <li>6. <a href="http://www.misu.edu/~scientia/journals/vol1/issue2/rafiq.html">http://www.misu.edu/~scientia/journals/vol1/issue2/rafiq.html</a></li> <li>7. <a href="http://www.healthyeatingclub.com/info/articles/diets-foods/salt.html">http://www.healthyeatingclub.com/info/articles/diets-foods/salt.html</a></li> <li>8. <a href="http://www.kmutt.ac.th">http://www.kmutt.ac.th</a></li> </ol> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <p><b>2. ขั้นสำรวจตรวจสอบ(Exploration)</b></p> <p>2.1 นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในการทดลองเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ของเกลือในหน่วยต่างๆ พร้อมกับบันทึกผลการทดลองอย่างละเอียด</p> <p>2.2 นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด เอกสารที่เกี่ยวข้อง อินเทอร์เน็ต ฯลฯ เกี่ยวกับวิธีการหาความสัมพันธ์ในหน่วยวัดอื่นๆ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง</p> <p>2.3 นักเรียนดำเนินการทดลองที่สืบค้นเพื่อตรวจสอบกับผลการทดลองที่นักเรียนออกแบบเปรียบเทียบ</p> <p>2.4 นักเรียนบันทึกผลการทดลองและเปรียบเทียบ</p> <p><b>3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation)</b></p> <p>3.1 นักเรียนอธิบายผลการทดลอง</p> <p>3.2 นักเรียนจัดทำข้อสรุปที่ได้จากการทดลองให้เป็นระบบ</p> <p>3.3 นักเรียนแปลผลข้อมูลการทดลอง</p> <p>3.4 นักเรียนจัดทำนำเสนอข้อมูล</p> <p>3.5 นักเรียนลงข้อสรุปข้อมูล</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบความถูกต้องและความครอบคลุมในแผนกิจกรรมการสำรวจของนักเรียน พร้อมให้ข้อเสนอแนะ</li> <li>- ชี้ประเด็นเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเพื่อให้ได้ข้อมูลในการตอบคำถามจากประเด็นปัญหา</li> <li>- ตรวจสอบเกี่ยวกับความเพียง ความสอดคล้อง และความถูกต้องของผลการทดลองที่ได้ของนักเรียน</li> <li>- ให้การเสนอแนะนักเรียนเกี่ยวกับข้อมูลที่นักเรียนได้ ในกรณีที่มีนักเรียนได้ผลการทดลองผิดพลาด หรือข้อมูลนั้นๆ ไม่สามารถตอบประเด็นปัญหา</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในการทดลองเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ของเกลือในหน่วยต่างๆ พร้อมกับบันทึกผลการทดลองอย่างละเอียด</li> <li>- สืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด เอกสารที่เกี่ยวข้อง อินเทอร์เน็ต ฯลฯ เกี่ยวกับวิธีการหาความสัมพันธ์ในหน่วยวัดอื่นๆ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง</li> <li>- ดำเนินการทดลองที่สืบค้นเพื่อตรวจสอบกับผลการทดลองที่นักเรียนออกแบบ</li> <li>- บันทึกผลการทดลองและเปรียบเทียบ</li> </ul> | <p>Organization/Research<br/>h/Intellect/pron13.htm</p> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อภิปรายผลการทดลอง</li> <li>- จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการทดลองให้เป็นระบบ</li> <li>- แปลผลข้อมูลการทดลอง</li> <li>- จัดกระทำนำเสนอข้อมูล</li> <li>- ลงข้อสรุปข้อมูล</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>4. ขยายความรู้และเพิ่มเติมรายละเอียด (Elaboration)</p> <p>4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองและข้อสรุปในชั้นเรียน</p> <p>4.2 นักเรียนร่วมกันอธิบายเพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองและประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- หน่วยของการวัดความเข้มข้นของเกลือจะอะไรบ้าง แตกต่างกันอย่างใด</li> <li>- หน่วยวัดที่กลุ่มคิดขึ้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ป็นหน่วยวัดความเข้มข้นของเกลือในดินได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร</li> <li>- ในชีวิตประจำวัน เราใช้ความรู้เรื่องหน่วยวัดความเข้มข้นของสารในกิจกรรมใดบ้าง และพบที่ใดบ้าง</li> <li>- ในห้องถื่นมีกิจกรรมใดบ้างที่ใช้หน่วยวัดความเข้มข้นของสาร</li> </ul> <p>4.3 นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันสรุปผลการอภิปราย</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบผลการทดลองของนักเรียน</li> <li>- เสนอแนะนักเรียนให้เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ในแต่ละกลุ่มในกรณีที่เกิดผลการทดลองแตกต่างกัน</li> <li>- ชี้ประเด็นเพื่อเสนอแนะให้กับนักเรียนเพิ่มเติม เพื่อพยายามขยายขอบเขตความรู้ เช่น             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. หน่วยของการวัดความเข้มข้นของเกลือจะอะไรบ้าง แตกต่างกันอย่างใด</li> <li>2. หน่วยวัดที่กลุ่มคิดขึ้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ป็นหน่วยวัดความเข้มข้นของเกลือในดินได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร</li> </ol> </li> <li>3. ในชีวิตประจำวัน เราใช้ความรู้เรื่องหน่วยวัดความเข้มข้นของสารในกิจกรรมใดบ้าง และพบที่ใดบ้าง</li> <li>4. ในห้องถื่นมีกิจกรรมใดบ้างที่ใช้หน่วยวัดความเข้มข้นของสาร</li> <li>- เสนอแนะแนวทางการหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- นำเสนอผลการทดลองและข้อสรุปในชั้นเรียน</li> <li>- อภิปรายเพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองและประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ</li> </ul> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                              |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>5. <b>ขั้นประเมินผลและประยุกต์ใช้ (Evaluation)</b></p> <p>5.1 นักเรียนร่วมกันคิดและอภิปรายผลการทดลองการหาความเข้มข้นของเกลือในดิน สรุปว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง</p> <p>5.2 นักเรียนทำแบบประเมินความรู้</p> <p>5.3 นักเรียนประเมินผลการดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</p> | <p>- อภิปรายกับนักเรียนและที่ประเด็นในการสรุปผลว่านักเรียนรู้อะไรบ้าง</p> <p>- ให้การเสนอแนะ เพื่อให้ได้ข้อสรุปคำตอบของประเด็นปัญหา</p> <p>- ประเมินนักเรียนโดยประเมินความรู้โดยใช้แบบทดสอบและแฟ้มสะสมผลงานของนักเรียน</p> | <p>- สรุปผลการอภิปราย</p> <p>- อภิปรายผลการทดลองการหาความเข้มข้นของเกลือในดิน สรุปว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง</p> <p>- ทำแบบประเมินความรู้</p> <p>- ประเมินผลการดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</p> |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## สรุปผลการใช้แผนการเรียนรู้

This image shows a single sheet of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

## LEARNING UNIT 4

## แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง การเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยต่าง ๆ

เวลา 6 ชั่วโมง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือมีปริมาตรตามต้องการได้

### ความรู้ประสบการณ์เดิม

การบอกปริมาณของตัวถูกละลายในสารละลาย หากปริมาณของตัวถูกละลายมีมาก เรียกว่าสารละลายที่เข้มข้น (Concentration Solution) และหากปริมาณของตัวถูกละลายมีน้อย เรียกว่าสารละลายที่เจือจาง (Dilution Solution)

### แนวความคิดหลัก

การเตรียมสารละลายมีอยู่ 2 วิธีคือ

1. เตรียมสารบริสุทธิ์ โดยการละลายของเหลวหรือของแข็งในตัวทำละลายที่เหมาะสม โดยอาศัยหลักการ

$$\text{จำนวนโมลก่อนเตรียม} = \text{จำนวนโมลหลังเตรียม}$$

2. เตรียมจากสารละลายเจือจาง คือนำสารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่ามาทำให้เจือจางลง โดยอาศัยหลักการ

$$\text{จำนวนโมลก่อนเจือจาง} = \text{จำนวนโมลหลังเจือจาง}$$

| กิจกรรมการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | บทบาทครู                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | บทบาทนักเรียน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | การประเมินผล                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. สร้างความสนใจ(Engagement)</p> <p>1.1 นักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการหาความเข้มข้นของเกลือในดิน</p> <p>1.2 นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับเรา</p> <p>สามารถระบุความเข้มข้นของเกลือได้อย่างไรบ้าง และความเข้มข้นจะนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร</p> <p>1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ในสถานการณ์ห้องจังหวัดจะเจิงเทรา พบปัญหาดินเค็มเราจะมีการลดความเค็มของดินได้อย่างไร</li> <li>- เราจะมีการลดความเค็มของเกลือในนาได้อย่างไร</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ชี้แนะประเด็นที่น่าสนใจให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่น่าสนใจ</li> <li>- เรารู้สึกยังไม่มีความเข้มข้นของเกลือได้อย่างไร</li> <li>- สามารถระบุความเข้มข้นของเกลือได้อย่างไรบ้าง</li> <li>- เพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน</li> <li>- ตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุมของการอภิปราย พร้อมให้การเสนอแนะ</li> <li>- ชี้แนะประเด็นที่น่าสนใจเพิ่มเติม เพื่อให้กระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ</li> <li>1. ในสถานการณ์ห้องจังหวัดจะเจิงเทรา พบปัญหาดินเค็ม เราจะมีการลดความเค็มของดินได้อย่างไร</li> <li>2. เราจะมีการลดความเค็มของเกลือในนาได้อย่างไร</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการหาความเข้มข้นของเกลือในดิน</li> <li>- อภิปรายเกี่ยวกับเราสามารถระบุความเข้มข้นของเกลือได้อย่างไรบ้าง และความเข้มข้นจะนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร</li> <li>- อภิปรายในกลุ่ม ดังนี้</li> <li>1. ในสถานการณ์ห้องจังหวัดจะเจิงเทรา พบปัญหาดินเค็ม เราจะมีการลดความเค็มของดินได้อย่างไร</li> <li>2. เราจะมีการลดความเค็มของเกลือในนาได้อย่างไร</li> </ul> | <p>การวัดผลประเมินผล แบ่งเป็น 2 ส่วน</p> <p>1. ครูเป็นผู้ประเมิน</p> <p>1.1 ประเมินแบบสะสมผลงานของนักเรียน</p> <p>1.2 ประเมินความรู้เกี่ยวกับลักษณะ องค์ประกอบ ปัญหา สมบัติ และประโยชน์จากความรู้ที่ได้จากการนำเสนอข้อมูลและการอภิปรายลงข้อสรุป</p> <p>1.3 ประเมินพฤติกรรมการที่แสดงออกของนักเรียน โดยสังเกตระหว่างทำกิจกรรมนับตั้งแต่การวางแผน การแบ่งหน้าที่ที่ความรับผิดชอบ การร่วมมือปฏิบัติงานกลุ่ม การรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม</p> <p>2. นักเรียนเป็นผู้ประเมิน</p> <p>2.1 ประเมินผลงานของตนเอง</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | (self-assessment) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <p>1.4 นักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นปัญหาที่น่าสนใจและเลือกประเด็นปัญหานั้นๆ ในกิจกรรมต่อไป</p> <p>1.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอกิจกรรม วางแผนการทดลองและออกแบบบันทึกการสำรวจการเตรียมเกลือในหน่วยต่างๆ อุปกรณ์ที่ใช้ และออกแบบแบบบันทึกผลการทดลองเพื่อให้คำตอบของประเด็นปัญหานั้นๆ โดยครอบคลุมประเด็นปัญหาดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- กำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง</li> <li>- อุปกรณ์ที่ต้องการใช้มีอะไรบ้าง</li> <li>- วิธีการศึกษาทดลองทำอย่างไร</li> <li>- จะบันทึกผลการทดลองอย่างไร</li> </ul> <p>2. ขั้นสำรวจตรวจสอบ(Exploration)</p> <p>2.1 นักเรียนดำเนินการตามแผนการทดลองที่วางไว้ใน พร้อมบันทึกผลการทดลอง</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้การเสนอแนะเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่นำเสนอและเลือกประเด็นปัญหานั้นๆ ในกิจกรรมต่อไป</li> <li>- ตรวจสอบความถูกต้อง ความพอเพียง และความสอดคล้อง เพื่อให้ใช้ในการหาคำตอบของประเด็นปัญหานั้นๆ</li> <li>- ให้การเสนอแนะในการบันทึกวางแผนการทดลองไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา เช่น             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง</li> <li>2. อุปกรณ์ที่ต้องการใช้มีอะไรบ้าง</li> <li>3. วิธีการศึกษาทดลองทำอย่างไร</li> <li>4. จะบันทึกผลการทดลองอย่างไร</li> </ol> </li> <li>- ให้การเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางที่เป็นไปได้ในการทดลอง</li> <li>- ตรวจสอบเกี่ยวกับความถูกต้องและความครอบคลุมในแผนกิจกรรมการสำรวจของนักเรียน พร้อมให้การเสนอแนะ</li> <li>- ให้การเสนอแนะเพิ่มเติมในการดำเนินการทดลองตามแผนที่วางไว้ของนักเรียน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อภิปรายในกลุ่ม</li> <li>- กำหนดประเด็นปัญหาที่น่าสนใจและเลือกประเด็นปัญหานั้นๆ ในกิจกรรมต่อไป</li> <li>- เสนอกิจกรรม วางแผนการทดลองและออกแบบบันทึกการสำรวจการเตรียมเกลือในหน่วยต่างๆ อุปกรณ์ที่ใช้ และออกแบบแบบบันทึกผลการทดลองเพื่อให้คำตอบของประเด็นปัญหานั้นๆ โดยครอบคลุมประเด็นปัญหาดังนี้</li> <li>- กำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง</li> <li>- อุปกรณ์ที่ต้องการใช้มีอะไรบ้าง</li> <li>- วิธีการศึกษาทดลองทำอย่างไร</li> <li>- จะบันทึกผลการทดลองอย่างไร</li> </ul> |                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2.2 นักเรียนสืบค้นข้อมูลวิธีการเตรียมความ<br/>เพิ่มขึ้นของสารละลายจากแหล่งการเรียนรู้เพิ่ม<br/>เติมเช่นห้องสมุด อินเทอร์เน็ต และดำเนินการ<br/>ทดลองจากการสืบค้นดังกล่าว เพื่อตรวจสอบ<br/>ผลการทดลองที่กลุ่มเลือกใช้</p> <p>2.4 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียม<br/>สารละลายแยกออกเป็น 2 ประเภท อะไรบ้างจาก<br/>แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติมเช่นห้องสมุด<br/>อินเทอร์เน็ต โดยสรุปเพื่อให้ได้สาระสำคัญว่า<br/>การเตรียมสารละลายแบ่งออกเป็น 2 ประเภท<br/>คือ การละลาย และการทำให้เจือจาง</p> <p>2.5 นักเรียนบันทึกผลการสืบค้นข้อมูลและ<br/>ผลการทดลองอย่างละเอียด</p> <p>3. ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป(Explanation)</p> <p>3.1 นักเรียนอภิปรายผลจากการทดลองและ<br/>ผลการสืบค้นข้อมูล</p> <p>3.2 นักเรียนแปรผลการทดลอง</p> <p>3.3 นักเรียนจัดกระทำนำเสนอผลการ<br/>ทดลองและการสืบค้น รวมทั้งลงข้อสรุปข้อมูลที่<br/>ได้</p> | <p>- ชี้ประเด็นเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลเพิ่ม<br/>เติม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเพื่อให้<br/>ได้ข้อมูลในการตอบคำถามจากประเด็น<br/>ปัญหา</p> <p>- ให้การเสนอแนะเกี่ยวกับสืบค้นข้อมูลเพื่อ<br/>ให้ได้ข้อสรุปว่าการเตรียมสารละลายแบ่ง<br/>ออกเป็น 2 ประเภท อะไรบ้าง จาก แหล่งการ<br/>เรียนรู้เพิ่มเติมเช่นห้องสมุด อินเทอร์เน็ต โดย<br/>สรุปเพื่อให้ได้สาระสำคัญว่า การเตรียมสาร<br/>ละลายแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การ<br/>ละลาย และการทำให้เจือจาง</p> <p>- ตรวจสอบเกี่ยวกับความพอเพียง ความ<br/>สอดคล้องและความถูกต้องของผลการ<br/>ทดลองที่ได้มานักเรียน</p> <p>- ให้การเสนอแนะแก่นักเรียนเกี่ยวกับผลการ<br/>ทดลองที่ได้</p> <p>- ให้การเสนอแนะนักเรียนเกี่ยวกับข้อมูลที่</p> | <p>- สืบค้นข้อมูลวิธีการเตรียมความเพิ่มขึ้นของ<br/>สารละลายจากแหล่งการเรียนรู้<br/>เพิ่มเติมเช่นห้องสมุด อินเทอร์เน็ต และ<br/>ดำเนินการทดลองจากการสืบค้นดังกล่าว<br/>เพื่อตรวจสอบผลการทดลองที่กลุ่มเลือกให้</p> <p>- สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมสารละลาย<br/>แบ่งออกเป็น 2 ประเภท อะไรบ้างจากแหล่ง<br/>การเรียนรู้เพิ่มเติมเช่นห้องสมุด อินเทอร์เน็ต<br/>โดยสรุปเพื่อให้ได้สาระสำคัญว่าการเตรียม<br/>สารละลายแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การ<br/>ละลาย และการทำให้เจือจาง</p> <p>- บันทึกผลการสืบค้นข้อมูลและผลการ<br/>ทดลองอย่างละเอียด</p> <p>- อภิปรายผลจากการทดลองและผลการสืบ<br/>ค้นข้อมูล</p> <p>- แปรผลการทดลอง</p> <p>- จัดกระทำนำเสนอผลการทดลองและการ<br/>สืบค้น รวมทั้งลงข้อสรุปข้อมูลที่</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>4. รั้นขยควมรู้และเพิ่มเดมรยละเยด (Elaboration)</p> <p>4.1 ักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนองผลการทดลองและข้อสรุปในชั้นเรียน</p> <p>4.2 ักเรียนร่วมกันอธิบายเพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองและประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ</p> <p>- วิธีการที่กลุ่มคิดขึ้นมีความเหมาะสมและถูกต้องที่จะนำไปใช้เตรียมความเข้มชั้นของเกลือในดินได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร</p> <p>- วิธีการที่กลุ่มคิดขึ้นมีความเหมาะสมและ</p> | <p>ักเรียนได้ ในกรณีนี้ที่ักเรียนได้ผลการทดลองผิดพลาด หรือข้อมูลนั้นๆ ไม่สามารถตอบประเด็นปัญหา</p> <p>- ตรวจสอบผลการทดลองของักเรียน</p> <p>- เสนอแนะักเรียนให้เปรียบเทียบข้อมูลการทดลองในแต่ละกลุ่มโมกรณผลการทดลองแตกต่างกัน</p> <p>- ใหการเสนอแนะในกรณีที่มีข้อมูลที่ได้จากการสำรวจของักเรียนไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา หรือในกรณีที่มีักเรียนเกิดความคลาดเคลื่อนในแนวคิด</p> <p>- ช้แนะประเด็นเพิ่มเติมเพื่อพยายามใหักเรียนขยายขอบเขตความรู้ เช่น</p> <p>1.วิธีการที่กลุ่มคิดขึ้นมีความเหมาะสมและถูกต้องที่จะนำไปใช้เตรียมความเข้มชั้นของเกลือในดินได้หรือไม่ อย่างไร</p> <p>2. วิธีการที่กลุ่มคิดขึ้นมีความเหมาะสมและถูกต้องที่จะนำไปใช้เตรียมความเข้มชั้นของ</p> | <p>- นำเสนอผลการทดลองและข้อสรุปในชั้นเรียน</p> <p>- อภิปรายเพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองและประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ</p> <p>1. วิธีการที่กลุ่มคิดขึ้นมีความเหมาะสมและถูกต้องที่จะนำไปใช้เตรียมความเข้มชั้นของเกลือในดินได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร</p> <p>2. วิธีการที่กลุ่มคิดขึ้นมีความเหมาะสม</p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>ถูกต้องที่จะนำไปใช้เตรียมความเข้มข้นของสารอื่นๆได้หรือไม่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การเตรียมความเข้มข้นของสารมีประโยชน์อย่างไร</li> <li>- ในชีวิตประจำวัน เราใช้ความรู้เรื่องเตรียมความเข้มข้นของสารในกิจกรรมใดบ้าง</li> <li>- ในห้องถื่นมีกิจกรรมใดบ้างที่ใช้ความรู้เรื่องการเตรียมความเข้มข้นของสาร</li> </ul> <p>4.3 นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันสรุปผลการอภิปราย</p> | <p>สารอื่นๆได้หรือไม่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3. การเตรียมความเข้มข้นของสารมีประโยชน์อย่างไร</li> <li>4. ในชีวิตประจำวัน เราใช้ความรู้เรื่องการเตรียมความเข้มข้นของสารในกิจกรรมใดบ้าง</li> <li>5. ในห้องถื่นมีกิจกรรมใดบ้างที่ใช้ความรู้เรื่องการเตรียมความเข้มข้นของสาร</li> </ul> | <p>และถูกต้องที่จะนำไปใช้เตรียมความเข้มข้นของสารอื่นๆได้หรือไม่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3. การเตรียมความเข้มข้นของสารมีประโยชน์อย่างไร</li> <li>4. ในชีวิตประจำวัน เราใช้ความรู้เรื่องการเตรียมความเข้มข้นของสารในกิจกรรมใดบ้าง</li> <li>5. ในห้องถื่นมีกิจกรรมใดบ้างที่ใช้ความรู้เรื่องการเตรียมความเข้มข้นของสาร</li> <li>- นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันสรุปผลการอภิปราย</li> </ul> |  |
| <p>5. ขั้นตอนประเมินและประยุกต์ใช้ (Evaluation)</p> <p>5.1 นักเรียนร่วมกันคิดและอภิปรายผลการทดลองการเตรียมความเข้มข้นของสารว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง</p> <p>5.2 นักเรียนทำแบบประเมินความรู้</p> <p>5.3 นักเรียนประเมินผลการดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</p>                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ที่ประเด็นในการสรุปผลว่านักเรียนเรียนรู้อะไรบ้าง</li> <li>- ประเมินนักเรียนโดยประเมินความรู้โดยใช้แบบทดสอบและเพิ่มคะแนนผลงานของนักเรียน</li> </ul>                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อภิปรายผลการทดลองการเตรียมความเข้มข้นของสารว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง</li> <li>- ทำแบบประเมินความรู้</li> <li>- ประเมินผลการดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</li> </ul>                                                                                                                                                              |  |

## ศูนย์การเรียนรู้ที่ 1

### เรื่อง ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวล

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของหน่วยความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลได้
2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายเป็นร้อยละโดยมวลได้

#### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดในใบงานที่ 1
2. ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองในใบงาน ลงในใบบันทึกผลการศึกษาเรียงตามลำดับข้อ และตามศูนย์ที่เข้าศึกษา
3. เก็บล้างอุปกรณ์ให้เรียบร้อย แล้วทำการศึกษาที่ศูนย์การเรียนรู้ต่อไปจนครบ 7 ศูนย์ เมื่อครบทุกศูนย์ ส่งใบบันทึกผลการศึกษา
4. ระยะเวลาในการทำกิจกรรม 15 นาที

# ใบงานที่ 1

## เรื่อง ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวล

### งานที่ปฏิบัติ

1. ชั่ง โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 2 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด  $100\text{ cm}^3$
2. เติมน้ำกลั่นลงไป 48 กรัม คนจน NaCl ละลายหมด

### คำถาม

1. สารละลาย NaCl ที่ได้ ตัวละลาย คือ ..... มีมวล ..... กรัม  
ตัวทำละลาย คือ ..... มีมวล ..... กรัม
2. สารละลายนี้มีมวลรวมทั้งหมด ..... กรัม มีตัวละลาย ..... กรัม
3. จากข้อ 3 ถ้าสารละลาย NaCl 100 กรัม จะมีมวล NaCl ..... กรัม  
ตัวเลขที่ได้นี้ คือ ค่าความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลของสารละลาย NaCl ที่เตรียมได้
4. ดังนั้นสารละลาย NaCl ที่เตรียมได้นี้ มีความเข้มข้นร้อยละ ..... โดยมวล
5. ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลหมายถึง .....  
.....
6. สารละลายซูโครส 150 กรัม มีซูโครสละลายอยู่ 25 กรัม สารละลายนี้ความเข้มข้นร้อยละเท่าใด  
โดยมวล (แสดงวิธีทำด้วย)

## ศูนย์การเรียนรู้ที่ 2

### เรื่อง ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยปริมาตร

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของหน่วยความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยปริมาตรได้
2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายเป็นร้อยละโดยปริมาตรได้

#### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดในใบงานที่ 2
2. ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองในใบงาน ลงในใบบันทึกผลการศึกษาเรียงตามลำดับข้อ และตามศูนย์ที่เข้าศึกษา
3. เก็บล้างอุปกรณ์ให้เรียบร้อย แล้วทำการศึกษาที่ศูนย์การเรียนรู้ต่อไปจนครบ 7 ศูนย์ เมื่อครบทุกศูนย์ ส่งใบบันทึกผลการศึกษา
4. ระยะเวลาในการทำกิจกรรม 15 นาที

ใบงานที่ 2

เรื่อง ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยปริมาตร

งานที่ปฏิบัติ

1. ใส่เอทานอล  $10\text{ cm}^3$  ลงในบีกเกอร์ขนาด  $100\text{ cm}^3$
2. เติมน้ำกลั่นลงไปจนสารละลายมีปริมาตร  $50\text{ cm}^3$  คนสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน

คำถาม

1. สารละลายเอทานอลที่ได้ ตัวละลาย คือ ..... มีปริมาตร .....  $\text{cm}^3$   
ตัวทำละลาย คือ .....
2. สารละลายนี้มีปริมาตรทั้งหมด .....  $\text{cm}^3$  มีตัวละลาย .....  $\text{cm}^3$
3. จากข้อ 3 ถ้าสารละลาย NaCl ปริมาตรมี  $100\text{ cm}^3$  จะมีเอทานอล .....  $\text{cm}^3$   
ตัวเลขที่ได้นี้ คือ ค่าความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยปริมาตรของสารละลายเอทานอลที่เตรียมได้
4. ดังนั้นสารละลายเอทานอลที่เตรียมได้นี้ มีความเข้มข้นร้อยละ ..... โดยปริมาตร
5. ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยปริมาตรหมายถึง .....  
.....
6. สารละลายเมทานอล  $200\text{ cm}^3$  มีเมทานอลละลายอยู่  $40\text{ cm}^3$  สารละลายนี้ความเข้มข้นร้อยละเท่าใดโดยปริมาตร (แสดงวิธีทำด้วย)

### ศูนย์การเรียนรู้ 3

#### เรื่อง ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของหน่วยความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรได้
2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายเป็นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรได้

#### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดในใบงานที่ 3
2. ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองในใบงาน ลงในใบบันทึกผลการศึกษารี้อยตามลำดับข้อ และตามศูนย์ที่เข้าศึกษา
3. เก็บล้างอุปกรณ์ให้เรียบร้อย แล้วทำการศึกษาที่ศูนย์การเรียนรู้ต่อไปจนครบ 7 ศูนย์ เมื่อครบทุกศูนย์ ส่งใบบันทึกผลการศึกษา
4. ระยะเวลาในการทำกิจกรรม 15 นาที

ใบงานที่ 3

เรื่อง ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

งานที่ปฏิบัติ

1. ชั่ง โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ( $\text{KMnO}_4$ ) 0.15 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด  $100 \text{ cm}^3$
2. เติมน้ำกลั่นลงไปในบีกเกอร์  $20 \text{ cm}^3$  คนจน  $\text{KMnO}_4$  ละลายหมดแล้วเติมน้ำจนสารละลายมีปริมาตร  $50 \text{ cm}^3$

คำถาม

1. สารละลาย  $\text{KMnO}_4$  ที่ได้ ตัวละลาย คือ ..... มีมวล ..... กรัม  
ตัวทำละลาย คือ .....
2. สารละลายนี้มีปริมาตรรวมทั้งหมด .....  $\text{cm}^3$  มีตัวละลาย ..... กรัม
3. จากข้อ 3 ถ้าสารละลาย  $\text{KMnO}_4$  ปริมาตร  $100 \text{ cm}^3$  จะมีมวล  $\text{KMnO}_4$  ..... กรัม  
ตัวเลขที่ได้นี้ คือ ค่าความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรของสารละลาย  $\text{KMnO}_4$  ที่เตรียมได้
4. ดังนั้นสารละลาย  $\text{KMnO}_4$  ที่เตรียมได้นี้ มีความเข้มข้นร้อยละ ..... โดยมวล
5. ความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรหมายถึง .....  
.....
6. สารละลายกลูโคส  $200 \text{ cm}^3$  มีกลูโคสละลายอยู่ 25 กรัม สารละลายนี้ความเข้มข้นร้อยละเท่าใด  
โดยมวลต่อปริมาตร (แสดงวิธีทำด้วย)

## ใบงานที่ 4

### เรื่อง ความเข้มข้นเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

#### งานที่ปฏิบัติ

1. ชั่ง คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4$ ) 1.60 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด  $100 \text{ cm}^3$
2. เติมน้ำกลั่นลงไปในบีกเกอร์  $50 \text{ cm}^3$  คนจนคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ละลายหมดแล้วเติมน้ำจนสารละลายมีปริมาตร  $100 \text{ cm}^3$

#### คำถาม

1. สารละลาย  $\text{Cu}(\text{SO}_4)$  ที่ได้ ตัวละลาย คือ ..... มีมวล ..... กรัม  
คิดเป็น ..... โมล (มวลอะตอม  $\text{Cu} = 64$   $\text{S} = 32$   $\text{O} = 16$ )  
ตัวทำละลาย คือ .....
2. สารละลายนี้มีปริมาตรทั้งหมด .....  $\text{cm}^3$  มีตัวละลาย ..... โมล
3. จากข้อ 3 ถ้าสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ปริมาตร  $1000 \text{ cm}^3$  จะมี  $\text{CuSO}_4$  ..... โมล  
ตัวเลขที่ได้นี้ คือ ค่าความเข้มข้นเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรหรือโมลาริตีของสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  ที่เตรียมได้
4. ดังนั้นสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  ที่เตรียมได้นี้ มีความเข้มข้น ..... โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
5. ความเข้มข้นเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรหมายถึง .....
6. สารละลายโพแทสเซียมไนเตรต ( $\text{KNO}_3$ )  $200 \text{ cm}^3$  มีโพแทสเซียมไนเตรต ละลายอยู่ 25 กรัม  
สารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (แสดงวิธีทำด้วย)  
(มวลอะตอม  $\text{K} = 39$   $\text{N} = 14$   $\text{O} = 16$ )

**ศูนย์การเรียนรู้ที่ 4**  
**เรื่อง ความเข้มข้นเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร(โมลาริตี)**

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของหน่วยความเข้มข้นเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรได้
2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรได้

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดในใบงานที่ 4
2. ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองในใบงาน ลงในใบบันทึกผลการศึกษาเรียงตามลำดับข้อ และตามศูนย์ที่เข้าศึกษา
3. เก็บล้างอุปกรณ์ให้เรียบร้อย แล้วทำการศึกษาที่ศูนย์การเรียนรู้ต่อไปจนครบ 7 ศูนย์ เมื่อครบทุกศูนย์ ส่งใบบันทึกผลการศึกษา
4. ระยะเวลาในการทำกิจกรรม 15 นาที

## ศูนย์การเรียนรู้ที่ 5

### เรื่อง ความเข้มข้นเป็นโมลต่อกิโลกรัม(โมแลล)

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของหน่วยความเข้มข้นเป็นโมลต่อกิโลกรัมได้
2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมลต่อกิโลกรัมได้

#### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดในใบงานที่ 5
2. ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองในใบงาน ลงในใบบันทึกผลการศึกษาเรียงตามลำดับข้อ และตามศูนย์ที่เข้าศึกษา
3. เก็บล้างอุปกรณ์ให้เรียบร้อย แล้วทำการศึกษาที่ศูนย์การเรียนรู้ต่อไปจนครบ 7 ศูนย์ เมื่อครบทุกศูนย์ ส่งใบบันทึกผลการศึกษา
4. ระยะเวลาในการทำกิจกรรม 15 นาที

**ใบงานที่ 5**  
**เรื่อง ความเข้มข้นเป็นโมลต่อกิโลกรัม**

งานที่ปฏิบัติ

1. ชั่งกลูโคส ( $C_6H_{12}O_6$ ) 1.80 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด  $100\text{ cm}^3$
2. เติมน้ำกลั่นลงไปในบีกเกอร์ 50 กรัม คนจน  $C_6H_{12}O_6$  ละลายหมด

คำถาม

1. สารละลาย กลูโคส ( $C_6H_{12}O_6$ ) ที่ได้ ตัวละลาย คือ ..... มีมวล ..... กรัม  
คิดเป็น ..... โมล (มวลอะตอม C = 12 H = 1 O = 16)  
ตัวทำละลาย คือ ..... มีมวล ..... กรัม
2. จากข้อ 1 ถ้าสารละลายกลูโคส มีตัวทำละลาย 1000 กรัม จะมีกลูโคส ..... โมล  
ตัวเลขที่ได้นี้ คือ ค่าความเข้มข้นเป็นโมลต่อกิโลกรัมหรือ โมแลล ของสารละลายกลูโคสที่เตรียมได้
3. ดังนั้นสารละลายกลูโคสที่เตรียมได้นี้ มีความเข้มข้น ..... โมลต่อกิโลกรัม
4. ความเข้มข้นเป็นโมลต่อกิโลกรัมหมายถึง .....
5. สารละลายซูโครส ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) 503.42 กรัม มีซูโครสละลายอยู่ 3.42 กรัม สารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่โมลต่อกิโลกรัม (แสดงวิธีทำด้วย) (มวลอะตอม C = 12 H = 1 O = 16)

## ศูนย์การเรียนรู้ที่ 6

### เรื่อง ความเข้มข้นเป็นเศษส่วนโมล

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของหน่วยความเข้มข้นเป็นเศษส่วนโมลได้
2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายเป็นเศษส่วนโมลได้

#### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดในใบงานที่ 6
2. ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองในใบงาน ลงในใบบันทึกผลการศึกษาเรียงตามลำดับข้อ และตามศูนย์ที่เข้าศึกษา
3. เก็บล้างอุปกรณ์ให้เรียบร้อย แล้วทำการศึกษาที่ศูนย์การเรียนรู้ต่อไปจนครบ 7 ศูนย์ เมื่อครบทุกศูนย์ ส่งใบบันทึกผลการศึกษา
4. ระยะเวลาในการทำกิจกรรม 15 นาที

ใบงานที่ 6  
เรื่อง ความเข้มข้นเป็นเศษส่วนโมล

งานที่ปฏิบัติ

1. ชั่งฟรุกโทส ( $C_6H_{12}O_6$ ) 1.8 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด  $100\text{ cm}^3$
2. เติมน้ำกลั่นลงไปในบีกเกอร์ 18 กรัม คนจน  $C_6H_{12}O_6$  ละลายหมด

คำถาม

1. สารละลายฟรุกโทส ( $C_6H_{12}O_6$ ) ที่ได้ ตัวละลาย คือ ..... มีมวล ..... กรัม  
คิดเป็น ..... โมล (มวลอะตอม C = 12 H = 1 O = 16)  
ตัวทำละลาย คือ ..... มีมวล ..... กรัม คิดเป็น ..... โมล
2. จากข้อ 1 สารละลายฟรุกโทสมีจำนวนโมลของตัวละลายและตัวทำละลายรวมทั้งหมด ..... โมล
3. สัดส่วนจำนวนโมลของฟรุกโทสต่อจำนวนโมลรวมของฟรุกโทสกับน้ำ = .....  
สัดส่วนจำนวนโมลของน้ำต่อจำนวนโมลรวมของฟรุกโทสกับน้ำ = .....  
ตัวเลขที่ได้นี้ คือ ค่าความเข้มข้นเป็นเศษส่วนโมลของสารละลายฟรุกโทสที่เตรียมได้
4. ดังนั้นสารละลายฟรุกโทสที่เตรียมได้ ค่าเศษส่วนโมลของกลูโคส = .....  
เศษส่วนโมลของน้ำ = .....
5. ความเข้มข้นเป็นเศษส่วนโมล หมายถึง.....
6. สารละลายซูโครส ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) มีซูโครสละลายอยู่ 3.42 กรัม มีน้ำ 18 กรัม ค่าความเข้มข้นเป็นเศษส่วนโมลของซูโครสและน้ำมีค่าเท่าใด (แสดงวิธีทำด้วย) (มวลอะตอม C = 12 H = 1 O = 16)

## ศูนย์การเรียนรู้ที่ 7

### เรื่อง ความเข้มข้นเป็นส่วนในล้านส่วน (ppm)

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

2. บอกความหมายของหน่วยความเข้มข้นเป็นส่วนในล้านส่วนได้
2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายเป็นส่วนในล้านส่วนได้

#### คำชี้แจง

2. ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดในใบงานที่ 7
2. ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองในใบงาน ลงในใบบันทึกผลการศึกษาเรียงตามลำดับข้อ และตามศูนย์ที่เข้าศึกษา
3. เก็บล้างอุปกรณ์ให้เรียบร้อย แล้วทำการศึกษาที่ศูนย์การเรียนรู้ต่อไปจนครบ 7 ศูนย์ เมื่อครบทุกศูนย์ ส่งใบบันทึกผลการศึกษา
4. ระยะเวลาในการทำกิจกรรม 15 นาที

## ใบงานที่ 7

### เรื่อง ความเข้มข้นเป็นส่วนในล้านส่วน (ppm)

#### งานปฏิบัติ

1. ชั่ง  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  (ยูเรีย) 0.1 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด  $100\text{ cm}^3$
2. เติมน้ำกลั่นลงไปในบีกเกอร์ 100 กรัม คนจนยูเรียละลายหมด

#### คำถาม

1. สารละลายยูเรียที่ได้ ตัวละลาย คือ ..... มีมวล ..... กรัม  
ตัวทำละลาย คือ ..... มีมวล ..... กรัม
2. สารละลายยูเรียมีมวลรวมทั้งหมด ..... กรัม มีตัวละลาย ..... กรัม
3. จากข้อ 2 สารละลายยูเรีย 1,000,000 กรัม จะมียูเรียละลายอยู่ ..... กรัม  
ตัวเลขที่ได้นี้ คือ ค่าความเข้มข้นเป็นส่วนในล้านส่วนของสารละลายยูเรียที่เตรียมได้
4. ดังนั้นสารละลายยูเรียที่เตรียมได้มีความเข้มข้นของยูเรีย = ..... ppm
5. ความเข้มข้นเป็นส่วนในล้านส่วน หมายถึง.....  
.....
6. สารละลายฟรุกโทส( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) มีฟรุกโทสละลายอยู่ 0.2 กรัม มีน้ำ 2000 กรัม สารละลายมีฟรุกโทสกี่ส่วนในล้านส่วน (แสดงวิธีทำด้วย)

## LEARNING UNIT 5

## แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

เรื่อง การแก้ไขปัญหาดินเค็ม

เวลา 6 ชั่วโมง

---

### จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถบอกวิธีแก้ไขปัญหาดินเค็มได้

### ความรู้ประสบการณ์เดิม

ดินเค็ม (saline soil) หมายถึงดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในสารละลายดินมากเกินไปจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช เนื่องจากทำให้พืชเกิดอาการขาดน้ำและมีการสะสมไอออนที่เป็นพิษในพืชมากเกินไปนอกจากนี้ยังทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชด้วย

### แนวความคิดหลัก

ดินเค็มในจังหวัดฉะเชิงเทราเกิดขึ้นมาจากสาเหตุหลายประการเช่น การตัดไม้ทำลายป่าหรือการเปิดป่าขยายพื้นที่เพาะปลูกทำให้พื้นดินไม่มีสิ่งปกคลุม น้ำจะละลายเกลือซึ่งอยู่ใต้ดินระเหยขึ้นสู่อากาศทำให้ส่วนที่เป็นเกลือตกค้างสะสมอยู่ในดินและที่บริเวณผิวดินหรือเกิดจากการทำนาเกลือแล้วปล่อยน้ำทิ้ง ไหลสู่บริเวณข้างเคียงทำให้มีการแพร่กระจายของดินเค็มได้ หรือการทำเหมืองเกลือโดยวิธีที่ใช้น้ำลงไปละลายเกลือหินใต้ดินและสูบสารละลายเกลือขึ้นมา

การแก้ไขปัญหาดินเค็ม ทำได้โดยทำได้โดยการใช้น้ำชะล้างเกลือที่มีอยู่ในดินให้ละลายออกไปเพื่อทำให้ความเค็มในดินเจือจางลงพอที่จะใช้พื้นที่นั้นทำการเพาะปลูกพืชทนเค็มบางชนิดได้ ส่วนการปรับปรุงบำรุงดินก็มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ได้แก่ การไถพรวนเพื่อปรับระดับพื้นที่ การปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด เช่น ถั่วพุ่ม โสน การใช้แกลบปรับปรุงบำรุงดิน การใช้ปุ๋ยหมัก การปลูกพืชทนเค็ม

| กิจกรรมการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | บทบาทครู                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | บทบาทนักเรียน                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | การประเมินผล                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1.ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)</p> <p>1.1 นักเรียนรวบรวมข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับสภาพปัญหาเดิมในท้องถิ่น จังหวัดะเชิงเทรา พร้อมยกตัวอย่าง</p> <p>1.2 นักเรียนอภิปรายต่อไปว่า ปัญหาเดิมในท้องถิ่น เกิดจากสาเหตุใด วิธีแก้ไขปัญหาคือ</p> <p>1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอกิจกรรม วางแผนการสำรวจและออกแบบแบบสำรวจเพื่อให้คำตอบของประเด็นปัญหานั้นๆ โดยครอบคลุมสาระหลักๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- วิธีการเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ</li> <li>- เครื่องมือที่ใช้สำรวจ</li> <li>- สถานที่เก็บข้อมูล</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ชี้แนะประเด็นที่น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่นักเรียนยังไม่ประเด็นใดน่าสนใจ หรือเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรรังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นนั้นๆ</li> <li>- ให้การเสนอแนะ ในกรณีที่มีการวางแผน เพื่อสำรวจปัญหาของนักเรียนไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหาที่ตั้งขึ้น</li> <li>- ให้การเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับแนวทางที่เป็นไปได้ในการสำรวจปัญหา</li> <li>- ตรวจสอบการวางแผนกิจกรรมการสำรวจของนักเรียน พร้อมให้ข้อเสนอแนะ</li> <li>- ให้การเสนอแนะเพิ่มเติมในการดำเนินการสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับความปลอดภัยและการได้มาซึ่งข้อมูล</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รวบรวมข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับสภาพปัญหาเดิมในท้องถิ่นจังหวัดะเชิงเทรา พร้อมยกตัวอย่าง</li> <li>- อภิปรายต่อไปว่า ปัญหาเดิมในท้องถิ่นเกิดจากสาเหตุใด วิธีแก้ไขปัญหาคือ</li> <li>- เสนอกิจกรรม วางแผนการสำรวจและออกแบบแบบสำรวจเพื่อให้คำตอบของประเด็นปัญหานั้นๆ</li> </ul> | <p>การวัดผลประเมินผล แบ่งเป็น 2 ส่วน</p> <p>1.ครูเป็นผู้ประเมิน</p> <p>1.1 ประเมินแบบสะสมผลงานของนักเรียน</p> <p>1.2 ประเมินความรู้เกี่ยวกับลักษณะ องค์ประกอบ ปัญหา สมบัติ และประโยชน์จากความถูกต้องในการนำเสนอข้อมูลและการอภิปรายลงข้อสรุป</p> <p>1.3 ประเมินพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียน โดยสังเกตระหว่างทำกิจกรรมนับตั้งแต่การวางแผน การแบ่งหน้าที่ที่ความรับผิดชอบ การร่วมมือปฏิบัติงานกลุ่ม การรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม</p> <p>2. นักเรียนเป็นผู้ประเมิน</p> <p>2.1 ประเมินผลงานของตนเอง (self-assessment)</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>2.ขั้นสำรวจตรวจสอบ(Exploration)</b></p> <p>2.1 นักเรียนดำเนินการตามแผนการสำรวจที่วางไว้ พร้อมบันทึกผลการสำรวจ</p> <p>2.2 นักเรียนรวบรวมข้อมูลผลการสำรวจเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาดินเค็มในท้องถิ่น จังหวัดฉะเชิงเทรา</p>                     | <p>- ตรวจสอบเกี่ยวกับความถูกต้องและความครอบคลุม ในแผนกิจกรรมการสำรวจของนักเรียน พร้อมให้การเสนอแนะ</p> <p>- เสนอแนะนำเกี่ยวกับวิธีการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติมเช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ</p> | <p>2.3 นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติมเช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ</p> <p>2.4 นักเรียนบันทึกผลการสำรวจอย่างละเอียด</p>                                      | <p>- ดำเนินการตามแผนการสำรวจที่วางไว้ พร้อมบันทึกผลการสำรวจ</p> <p>- อธิบายวิธีการรวบรวมข้อมูลผลการสำรวจเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาดินเค็มในท้องถิ่น จังหวัดฉะเชิงเทรา</p> <p>- รวบรวมข้อมูลผลการสำรวจ</p> | <p><b>สื่อและแหล่งการเรียนรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ห้องสมุด</li> <li>2. แหล่งชุมชน จังหวัดฉะเชิงเทรา</li> <li>3. เอกสารเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาดินเค็ม</li> <li>4. อินเทอร์เน็ต</li> </ol> <p><a href="http://www.swu.ac.th/royal/book1/b1c3i3.html">http://www.swu.ac.th/royal/book1/b1c3i3.html</a></p> <p><a href="http://www.thai.net/wannawath/sql/s-03.html">http://www.thai.net/wannawath/sql/s-03.html</a></p> <p><a href="http://www.idd.go.th/new_hp/project/detail4.html">http://www.idd.go.th/new_hp/project/detail4.html</a></p> <p><a href="http://classroom.psu.ac.th/user/s/y c h a m r o e / 5 1 0 - 111web/webpage/book/book111/chapter15.html">http://classroom.psu.ac.th/user/s / y c h a m r o e / 5 1 0 - 111web/webpage/book/book111/chapter15.html</a></p> |
| <p>3.ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation)</p> <p>3.1 นักเรียนอธิบายผลการสำรวจ</p> <p>3.2 นักเรียนจัดทำข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจให้เป็นระบบ</p> <p>3.3 นักเรียนแปลผลการทดลองการสำรวจเกี่ยวกับประเด็นปัญหา</p> <p>3.4 นักเรียนจัดทำนำเสนอผลการ</p> | <p>- ตรวจสอบเกี่ยวกับความพอเพียง ความสอดคล้อง และความถูกต้องของผลการสำรวจของนักเรียน</p> <p>- ให้การเสนอแนะเกี่ยวกับข้อมูลที่นักเรียนนำมาอภิปราย</p>                                                            | <p>- อภิปรายผลการทดลอง</p> <p>- จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจให้เป็นระบบ</p> <p>- แปลผลการทดลองการสำรวจเกี่ยวกับประเด็นปัญหา</p> <p>- จัดกระทำทำนำเสนอผลการทดลองและลงข้อ</p> | <p>- สืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ</p> <p>- บันทึกผลการสำรวจอย่างละเอียด</p>                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ทดลองและลงข้อสรุป โดยครอบคลุมสาระหลักๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- วิธีการเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ</li> <li>- เครื่องมือที่ใช้สำรวจ</li> <li>- สถานที่เก็บข้อมูล</li> <li>- ปัญหาการเก็บข้อมูล</li> </ul> <p>3.5 นักเรียนลงข้อสรุปผลการสำรวจค้นหา</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>สรุป</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- อภิปรายลงข้อสรุปผลการสำรวจค้นหา</li> </ul>                           | <p><a href="http://www.doe.go.th/spp/bjofertilizer/sall1.htm">http://www.doe.go.th/spp/bjofertilizer/sall1.htm</a></p> <p>5. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของสารกำจัดศัตรูพืชและสารเคมีบรรจขวด</p> |
| <p>4. ขยายความรู้และเพิ่มเติมรายละเอียด (Elaboration)</p> <p>4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสำรวจและข้อสรุปในชั้นเรียน</p>                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบผลการสำรวจของนักเรียน</li> <li>- ให้การเสนอแนะในกรณีที่มีข้อผิดพลาดจากการสำรวจของนักเรียนไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา หรือในกรณีที่มีนักเรียนเกิดความคลาดเคลื่อนในแนวคิด</li> <li>- เสนอแนะแนวทางการหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์และสามารถตอบปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น</li> <li>- ให้การเสนอแนะกับนักเรียนเกี่ยวกับการขยายขอบเขตความรู้ โดยเชื่อมโยงกับผลการสำรวจ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- นำเสนอผลการสำรวจและข้อสรุปในชั้นเรียน</li> </ul>                                 |                                                                                                                                                                                        |
| <p>4.2 นักเรียนร่วมกันอธิบายเพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับการสำรวจและประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ</p>                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายเพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับการสำรวจและประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ</li> </ul> |                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>4.3 นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันสรุปผลการอภิปราย</p> <p>5. ขั้นประเมินและประยุกต์ใช้ (Evaluation)</p> <p>5.1 นักเรียนร่วมกันคิดและอภิปรายว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง</p> <p>5.2 นักเรียนประเมินผลการดำเนินงานกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</p> <p>5.3 นักเรียนทำแบบประเมินความรู้</p> <p>5.4 นักเรียนประเมินผลการดำเนินงานกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</p> | <p>- ชี้ประเด็นปัญหาในการสรุปผลว่านักเรียนเรียนรู้อะไรบ้าง</p> <p>- ให้การเสนอแนะเพื่อให้ได้ข้อสรุปของประเด็นปัญหา</p> <p>- ประเมินนักเรียนโดยประเมินความรู้โดยใช้แบบทดสอบและเพิ่มคะแนนผลงานของนักเรียน</p> | <p>- สรุปผลการอภิปราย</p> <p>- อภิปรายว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง</p> <p>- ประเมินผลการดำเนินงานกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</p> <p>- ทำแบบประเมินความรู้</p> <p>- ประเมินผลการดำเนินงานกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</p> |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## สรุปผลการใช้แผนการเรียนรู้

This image shows a single sheet of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

# การแก้ไขปัญหาดินเค็ม

| ผู้ประสบคาม          | ผู้ดูแลประสบคาม       | ผลการประสบคาม                                                                                                                   | สถานที่                      |
|----------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| กิตดา<br>ใหม่ทุลลศรี | สมพงษ์<br>ใหม่ทุลลศรี | ดินบริเวณที่หมีคาบ<br>เดิม พรวนดินก็ทำได้<br>ใส่ปุ๋ยมาก ดินบริเวณ<br>หมีก็ได้รับปุ๋ยก็ไม่ได้<br>แต่ได้ใช้ระยะเวลาทาง<br>พอสมควร | ต. เหมืองใหม่<br>ล. ราชสาส์น |
| นางสาวพร<br>ใหม่ทอง  | สายันท์<br>ใหม่ทอง    | ดินบริเวณที่ไม่ค่อยเค็ม<br>เท่าไร แต่ก็ไม่ค่อย<br>ค่อยดีเท่าไร ใส่ปุ๋ย<br>และ ปรับสภาพดินโดย<br>ใส่ปุ๋ยจาก ก้อนหินปูน           | ต. ปากน้ำ<br>ล. นางค้ำ       |
| กิตดา<br>ใหม่โสธร    | สมพงษ์<br>ใหม่โสธร    | พรวนดินใหม่แล้วที่พรวน<br>ปุ๋ย ก็ยังได้ระยะทาง แล้ว<br>สามารถปลูกพืชได้                                                         | ล. เหมือง<br>ล. ราชสาส์น     |

แบบฟอร์มการสำรวจการแก้ปัญหาที่ดินเดิม

| ปีสำรวจ          | ชื่อผู้สัมภาษณ์            | ชื่อผู้ถูกสัมภาษณ์     | คำถาม                                                         | รายละเอียด                                                                                                                                                           | สถานที่                   |
|------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| ารสัม-<br>ภาษณ์  | นายอิศรินทร์<br>สุขขะ      | นายสำราญ<br>สุขขะ      | มีวิธีการแก้<br>ไขปัญหาที่ดิน<br>เดิมในหมู่บ้าน<br>ได้อย่างไร | ปลูกพืชตะกั่ว<br>ส้มใหม่อยู่ ๓๕<br>จากนั้นก็ฝังดิน<br>กลบลงไป                                                                                                        | หมู่บ้าน<br>ต. บางกระเจ็ด |
|                  | นายธรรตนา<br>ทรัพย์สมบูรณ์ | นายสมใจ<br>เกษมสวัสดิ์ | วิธีป้องกัน<br>ไม่ให้ดิน<br>เดิมในสวน<br>หรือไร่ค่อย<br>ไป    | ไม่รดน้ำจากหมู่บ้าน<br>ลงมาที่สวน<br>หรือไร่ เพราะจะทำให้<br>ดินไม่เดิม<br>ไป                                                                                        | สวนหรือไร่<br>ต. บางสน    |
| เรคัสนา<br>ชุมชน |                            |                        |                                                               | วิธีป้องกัน ดินเดิม<br>คือการที่ปลูกพืช<br>ที่ทนเค็มใน<br>บริเวณที่ดินเดิม<br>จะช่วยป้องกันไม่<br>ให้ดินเดิม แห้ง<br>กระจัดไปทั่ว และ<br>ทำให้ดินไม่เสื่อม<br>คุณภาพ | ห้องสมุด                  |
| เรคัสนา<br>ชุมชน |                            |                        |                                                               | ปัญหาที่ดินเดิม เกิด<br>จากภัยธรรมชาติ<br>และฝีมือของมนุษย์<br>เช่น การทำนาเกลือ<br>การทำเขื่อน การ<br>เลี้ยงกุ้ง เป็นต้น                                            | ห้องสมุด                  |

## สารบัญ

| เรื่อง                   | หน้า |
|--------------------------|------|
| สำรวจดินเค็ม             |      |
| แบบฟอร์มการสำรวจ         | 1    |
| การแก้ปัญหาดินเค็ม       | 2    |
| การบำรุงดิน              | 2    |
| สภาพดินเค็มในภาคตะวันออก | 3    |
| แบบสัมภาษณ์( ถาม-ตอบ )   | 4    |

## สำรวจดินเค็ม

### เรื่อง การแก้ปัญหาดินเค็ม

#### จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาดินเค็ม ทั้งระบบการใช้สารเคมี และระบบปลอดสารเคมี
2. เพื่อศึกษาวิธีการบำรุงดินเค็ม ในระบบธรรมชาติ

#### ข้อมูลที่เก็บ

1. ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเหมาะสมแก่การเพาะปลูกพืชหรือไม่
2. การแก้ปัญหาดินเค็มมีวิธีการแก้ปัญหายังไง

#### วิธีการเก็บ

1. สัมภาษณ์จากเกษตรกร
2. สำรวจจากอินเทอร์เน็ต
3. เก็บข้อมูลทางรายการเกษตรทางโทรทัศน์
4. เรียบเรียงข้อมูล

#### คำถาม

1. ดินเค็มมีผลกระทบต่ออาชีพของคุณหรือไม่
2. อาชีพของคุณทำให้เกิดดินเค็มหรือไม่อย่างไร (อธิบาย)
3. คุณมีวิธีการแก้ปัญหาดินเค็มอย่างไร (อธิบาย)

## การแก้ปัญหาดินเค็ม

1. การปลูกไม้คลุมความชื้น เพื่อกักน้ำใต้ดินที่มีความเค็มลงไป ไม้ที่ปลูกควรเป็นไม้ประเภทที่ทนสภาพความเค็มของดินได้เป็นอย่างดี
2. ปรับปรุงบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ขึ้น โดยใช้วิธีการปลูกพืชหมุนเวียน ปลูกพืชตระกูลถั่วคลุมดิน หรือปลูกไม้โตเร็ว สลับในทุ่งหญ้า การปลูกต้นไม้ยืนต้นสองข้างคูระบายน้ำ เช่น มะพร้าว มะม่วง ฯลฯ
3. การใช้น้ำชะล้างเกลือที่มีอยู่ในดินให้ละลายออกไปเพื่อทำความสะอาดความเค็มในดินเจือจางพอที่จะใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกพืชที่นั้น ทำการเพาะปลูกพืชทนความเค็มบางชนิดได้
4. กรณีที่เป็นดินเค็มมาก ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 1300 ไร่ ควรจะขอความช่วยเหลือจากกรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ช่วยปรับปรุงคุณภาพดินให้สามารถทำการเกษตรได้อย่างเหมาะสม
5. การไถดินไถยิปซัม หรือ กัมถันผง ลงไปด้วยเพื่อเปลี่ยนโซเดียมคาร์โบเนต และโซเดียมคลอไรด์ ให้เป็นโซเดียมซัลเฟต ซึ่งเป็นพิษแก่พืชน้อยกว่าเกลือ
6. การใช้อาหารเสริมการเติมจุลินทรีย์

## การบำรุงดิน

การบำรุงดิน ได้แก่ การไถพรวนเพื่อปรับระดับพื้นที่การปลูกพืชตระกูลถั่ว เพื่อไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด การใช้แกลบปรับปรุงบำรุงดิน การใช้ปุ๋ยหมัก การใช้พันธุ์พืชทนความเค็มปลูก การใช้ปุ๋ยคอก

## ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1. บริเวณที่มีคราบเกลือมากกว่า 50 % ของพื้นที่มีเนื้อที่ประมาณ 2 แสนไร่เศษไม่สามารถปลูกพืชเพาะปลูกได้ในบริเวณนี้
2. บริเวณที่มีคราบเกลือ 10 – 50 % ของพื้นที่มีเนื้อที่ประมาณ 1.3 ล้านไร่ บริเวณนี้จะมีผลกระทบทำให้ผลผลิตต่ำมาก
3. บริเวณที่มีคราบเกลือ 1 – 10 % ของพื้นที่มีเนื้อที่ประมาณ 4 ล้านไร่ บริเวณนี้จะมีผลกระทบทำให้ผลผลิตต่ำ
4. บริเวณที่ปัจจุบันยังไม่เป็นดินเค็ม แต่ศักยภาพเป็นดินเค็ม เนื่องจากมีน้ำในใต้ดินพบในบริเวณพื้นที่ราบลุ่ม

## แบบสัมภาษณ์

ชื่อ-สกุล นายแดง พูลเจริญ อายุ 43 ปี

อาชีพ เกษตรกร เลี้ยงกุ้ง

สถานที่ 115/3 หมู่ 8 ต.บางกระเจ็ด อ. บางคล้า จ. ฉะเชิงเทรา

ผลจากการสัมภาษณ์

1. ดินเค็มมีผลกระทบต่ออาชีพของคุณหรือไม่อย่างไร

ไม่มีผลกระทบต่อการใช้เลี้ยงกุ้ง

2. อาชีพของคุณทำให้เกิดดินเค็มหรือไม่อย่างไร (อธิบาย)

เกิด เพราะว่า ก้นบ่อจะเป็นที่กักปนดิน สาเหตุเพราะ อาหารกุ้งที่  
กุ้งกินเหลือมันจะตกลงก้นบ่อทำให้เกิดการเน่าของอาหาร

3. คุณมีวิธีการแก้ปัญหาดินเค็มอย่างไร (อธิบาย)

ฉีดน้ำในก้นบ่อด้วยน้ำจืด แล้วดูตื้น้ำออกจากบ่อ แล้วพักบ่อตาก  
ให้แห้ง พอแห้ง ใส่ปูน ใส่จุลินทรีย์

## บรรณานุกรม

แหล่งที่มาของข้อมูลจากเว็บไซต์

<http://203.150.73.21/rid11/srt/salinesoil.html>

[http://hospital.moph.go.th/somdetp/history\\_b45.3.html](http://hospital.moph.go.th/somdetp/history_b45.3.html)

## LEARNING UNIT 6

## แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

เรื่อง การประยุกต์การใช้สารละลายในชีวิตประจำวัน

เวลา 6 ชั่วโมง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเข้าใจและอธิบายสมบัติของสารละลายที่มีอยู่รอบตัว ในท้องถิ่นที่อาศัยอยู่ ได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายการนำเอาสารละลายมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

### ความรู้ประสบการณ์เดิม

สารละลาย คือสารที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิด มารวมเป็นสารเนื้อเดียว เช่น สารละลายไอโอดีนในเอทานอล (ทิงเจอร์ไอโอดีน), สารละลายโบมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์, พิวส์, เหยียบบาท และอากาศ

องค์ประกอบของสารละลาย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ตัวทำละลาย (solvent) และตัวถูกละลาย (solute)

### แนวความคิดหลัก

การแก้ไขปัญหาเดิมทำได้โดยอาศัยหลักการของการละลายของสารละลาย ซึ่งจะเห็นได้ว่าสารละลายมีบทบาทอย่างมากในการดำรงชีวิตของมนุษย์ รอบๆ ตัวเรา มีสารละลายมากมายหลายชนิด เช่น

อากาศ ที่หายใจเข้าไปก็ถือว่าเป็นสารละลาย ที่ประกอบด้วยแก๊สจำนวนหลายชนิด

แก๊ส ที่มีอยู่มากที่สุดคือไนโตรเจน ส่วนออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ หรือ อาร์กอน ก็นับว่าเป็นตัวถูกละลาย

น้ำในแม่น้ำลำธาร ก็เป็นสารละลาย มีน้ำเป็นตัวทำละลาย มีสารเคมีชนิดต่างๆ มีเกลือละลายอยู่ใน น้ำในแม่น้ำลำธาร

ระบบสารละลายที่น่าสนใจระบบหนึ่ง คือ น้ำทะเล น้ำทะเลเป็นสารละลาย ที่มีองค์ประกอบซับซ้อนมาก เพราะว่ามีสารเคมีละลายอยู่จำนวนมากนับไม่ถ้วน สารละลายต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำทะเล มีมวลรวมกันถึง ประมาณร้อยละ 3.5 ของน้ำทั้งหมด

| กิจกรรมการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | บทบาทครู                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | บทบาทนักเรียน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | การประเมินผล                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. สร้างความสนใจ(Engagement)</p> <p>1.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหา "สารละลายในชีวิตประจำวันที่เราพบเห็นมีอะไรบ้าง มีประโยชน์อย่างไร" เพื่อที่จะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของสารละลายในชีวิตประจำวัน พร้อมยกตัวอย่างสถานที่สำรวจ และตั้งประเด็นที่สนใจ</p> <p>1.2 นักเรียนอภิปรายต่อไปว่า สารละลายที่พบเห็นในชีวิตประจำวันมีประโยชน์อย่างไร</p> <p>1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอกิจกรรม วางแผนการสำรวจและสัมภาษณ์บุคคลในชุมชนและออกแบบสำรวจและแบบสัมภาษณ์เพื่อให้คำตอบของประเด็นปัญหานี้</p> | <p>- ชี้แนะประเด็นที่น่าสนใจ เพื่อให้ให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีนี้นักเรียนยังไม่ประเด็นใดน่าสนใจ หรือเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน เช่น "สารละลายในชีวิตประจำวันที่เราพบเห็นมีอะไรบ้าง มีประโยชน์อย่างไร"</p> <p>- ตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหาและขอบเขตในการศึกษาของนักเรียน และให้ข้อเสนอแนะ</p> <p>- ให้การเสนอแนะ ในกรณีที่มีการวางแผน เพื่อสำรวจปัญหาของนักเรียนไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหาที่ตั้งขึ้น</p> <p>- ให้การเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับแนวทางที่เป็นไปได้ในการสำรวจปัญหา</p> <p>- ตรวจสอบการวางแผนกิจกรรมการสำรวจของนักเรียน พร้อมให้ข้อเสนอแนะ</p> | <p>- อภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหา " สารละลายในชีวิตประจำวันที่เราพบเห็นมีอะไรบ้าง มีประโยชน์อย่างไร" เพื่อที่จะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของสารละลายในชีวิตประจำวัน พร้อมยกตัวอย่างสถานที่สำรวจ และตั้งประเด็นที่สนใจ</p> <p>- อภิปรายต่อไปว่า สารละลายที่พบเห็นในชีวิตประจำวันมีประโยชน์อย่างไรหรือโทษต่อชุมชน ถ้าเกิดโทษ เกิดจากสาเหตุใด วิธีแก้ไขปัญหายังไร</p> <p>- เสนอกิจกรรม วางแผนการสำรวจและสัมภาษณ์บุคคลในชุมชนและออกแบบแบบสำรวจและแบบสัมภาษณ์เพื่อให้คำตอบของประเด็นปัญหานี้</p> | <p>การวัดผลประเมินผล แบ่งเป็น 2 ส่วน</p> <p>1. ครูเป็นผู้ประเมิน</p> <p>1.1 ประเมินแบบประเมินผลงานของนักเรียน</p> <p>1.2 ประเมินความรู้เกี่ยวกับลักษณะ องค์ประกอบ ปัญหา สมบัติ และประโยชน์จากความรู้ที่ได้จากการนำเสนอข้อมูลและการอภิปรายลงข้อสรุป</p> <p>1.3 ประเมินพฤติกรรมการที่แสดงออกของนักเรียน โดยสังเกตระหว่างทำกิจกรรมนับตั้งแต่การวางแผน การแบ่งหน้าที่ที่ความรับผิดชอบ การร่วมมือปฏิบัติงานกลุ่ม การรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม</p> <p>2. นักเรียนเป็นผู้ประเมิน</p> <p>2.1 ประเมินผลงานของตนเอง (self-assessment)</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>2.ขั้นสำรวจตรวจสอบ(Exploration)</b></p> <p>2.1 นักเรียนดำเนินการตามแผนการสำรวจที่วางไว้ พร้อมบันทึกผลการสำรวจและผลการสัมภาษณ์</p> <p>2.2 นักเรียนศึกษาการประยุกต์ใช้สารละลายในปฏิกิริยาประจำวันจากแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม เช่นห้องสมุด เอกสารที่เกี่ยวข้อง และอินเทอร์เน็ต</p> <p>2.3 บันทึกผลการสำรวจและแบบสัมภาษณ์อย่างละเอียด</p> | <p>- ตรวจสอบเกี่ยวกับความถูกต้องและความครอบคลุมในแผนกิจกรรมการสำรวจของนักเรียน พร้อมให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการดำเนินการสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับความสอดคล้องและการได้มาซึ่งข้อมูล</p> <p>- ให้นักเรียนเสนอแนะเกี่ยวกับการสืบค้นความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้</p> | <p>- ดำเนินการตามแผนการสำรวจที่วางไว้ พร้อมบันทึกผลการสำรวจและผลการสัมภาษณ์</p> <p>- ศึกษาการประยุกต์ใช้สารละลายในชีวิตประจำวันจากแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม เช่นห้องสมุด เอกสารที่เกี่ยวข้อง และอินเทอร์เน็ต</p> <p>- อธิบายวิธีการบันทึกผลการสำรวจและแบบสัมภาษณ์อย่างละเอียด พร้อมลงมือปฏิบัติ</p> | <p><b>สื่อและแหล่งการเรียนรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ห้องสมุด</li> <li>2. แหล่งชุมชน จังหวัดฉะเชิงเทรา</li> <li>3. เอกสารเกี่ยวกับสารละลาย</li> <li>4. อินเทอร์เน็ต</li> </ol> <p><a href="http://www.swu.ac.th/royal/book1/b1c313.html">http://www.swu.ac.th/royal/book1/b1c313.html</a></p> <p><a href="http://www.thainet/wannawath/soll/s-03.html">http://www.thainet/wannawath/soll/s-03.html</a></p> |
| <p><b>3.ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation)</b></p> <p>3.1 นักเรียนอภิปรายผลจากการทดลอง</p> <p>3.2 นักเรียนแปรผลจากการทดลอง</p> <p>3.3 นักเรียนจัดกระทำนำเสนอผลการทดลองและลงข้อสรุป</p>                                                                                                                                                      | <p>- ตรวจสอบเกี่ยวกับความพอเพียง ความสอดคล้องและความถูกต้องของผลการสำรวจที่ได้มาของนักเรียน</p> <p>- ให้นักเรียนเสนอแนะเกี่ยวกับข้อมูลที่นักเรียนได้นำมาอภิปราย เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ในรายละเอียด</p>                                                          | <p>- อภิปรายผลจากการทดลอง</p> <p>- แปรผลจากการทดลอง</p> <p>- จัดกระทำนำเสนอผลการทดลองและลงข้อสรุป</p>                                                                                                                                                                                               | <p><a href="http://www.dd.go.th/new_hp/prjject/detail4.html">http://www.dd.go.th/new_hp/prjject/detail4.html</a></p> <p><a href="http://classroom.orsu.ac.th/user/s_y_c_h_a_m_r_o_e/_5_1_0_-111web/webpage/book/book111/chapter15.htm">http://classroom.orsu.ac.th/user/s_y_c_h_a_m_r_o_e/_5_1_0_-111web/webpage/book/book111/chapter15.htm</a></p>                                                                                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>4. <b>ชั้นขยายความรู้และเพิ่มเติมรายละเอียด (Elaboration)</b></p> <p>4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสำรวจและการสัมภาษณ์ รวมทั้งข้อสรุปในชั้นเรียน</p> <p>4.2 นักเรียนร่วมกันอธิบายเพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับการสำรวจและประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ</p> <p>4.3 นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันสรุปผลการอภิปราย</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบผลการสำรวจของนักเรียน</li> <li>- ให้การเสนอแนะในกรณีที่มีข้อมูลที่ขัดแย้ง การสำรวจของนักเรียนไม่ควรคลุมประเด็นปัญหา หรือในกรณีที่มีนักเรียนเกิดความคลาดเคลื่อนในแนวคิด</li> <li>- เสนอแนะแนวทางการหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตามารถตอบปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น</li> <li>- ให้การเสนอแนะกับนักเรียนเกี่ยวกับการขยายขอบเขตความรู้ โดยเชื่อมโยงกับผลการสำรวจ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- นำเสนอผลการสำรวจและการสัมภาษณ์ รวมทั้งข้อสรุปในชั้นเรียน</li> <li>- อธิบายเพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับการสำรวจและประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ</li> <li>- สรุปผลการอภิปราย</li> </ul> | <p><a href="http://www.doae.go.th/spp/biofertilizer/salt1.htm">http://www.doae.go.th/spp/biofertilizer/salt1.htm</a></p> |
| <p>5. <b>ชั้นประเมินและประยุกต์ใช้ (Evaluation)</b></p> <p>5.1 นักเรียนร่วมกันคิดและอภิปรายว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง</p> <p>5.2 นักเรียนประเมินผลการดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</p>                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อภิปรายกับนักเรียน และชี้ประเด็นปัญหาในการสรุปผลว่านักเรียนรู้อะไรบ้าง</li> <li>- ประเมินนักเรียนโดยประเมินความรู้ที่ใช้แบบทดสอบและเพิ่มคะแนนผลงานของนักเรียน</li> </ul>                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อภิปรายว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง</li> <li>- ประเมินผลการดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง (self assessment) และสรุปผลการเรียนรู้</li> </ul>                                                    |                                                                                                                          |

## สรุปผลการใช้แผนการเรียนรู้

[illegible]

VITAE

## VITAE

**Name:** Daungporn Pupaka  
**Date of Birth:** 28 February, 1972  
**Place of Birth:** Petchaburi province, Thailand  
**Address:** 102/1 Moban Vanaland Soi 7 Muang Chachoengsao

### Educational Background :

|      |                                                                                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1994 | Bachelor of Education (Science of Chemistry)<br>Srinakharinwirot University       |
| 1995 | Master of Science (Chemical Education)<br>Silapakorn University                   |
| 2005 | The Doctor of Education degree (Science Education)<br>Srinakharinwirot University |

540.7112

Doc 427

C-3

THE DEVELOPMENT OF A HIGH SCHOOL CHEMISTRY CURRICULUM BY  
USING THE INQUIRY CYCLE APPROACH INCORPORATING  
REAL – LIFE SITUATIONS

A DISSERTATION

BY

DAUNGORN PUPAKA

28 621.0. 2346

Presented in Partial fulfillment of the Requirements  
for the Doctor of Education degree in Science Education  
at Srinakharinwirot University

March 2005

Daungporn Pupaka. (2005). *The Development of a High-school Chemistry Curriculum by Using the Inquiry Cycle Approach Incorporating Real-life Situations*. Thesis, Ed.D. (English). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Somsan Wongyanoi, Dr. Precharn Dechsri, and Dr. Chinda Tambunchong.

The purposes of this study were 1) To develop a high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach; 2) To evaluate the learning outcome of the students who participated in the curriculum and the inquiry cycle approach in the high-school chemistry classes; and 3) To investigate teachers' and students' opinions on the implementation of high-school chemistry curriculum incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach.

Students participating in this study were registered for a required high school selective science course. The content of this curriculum is related to soil salinity as follows: Environmental problem in Chachoengsao, How do I explain the salinity of soil?, Measurement units of concentration of chemical solution, Preparation of chemical solutions, Solving problems of saline soil, Application of using chemical solutions in real-life situations. The curriculum implementation on the topic of chemical solutions by using inquiry cycle incorporating real-life experiences is used with students in 3 schools provided research data for a total of 112 participating students in Matayomsuksa 4: Benjamaratrangarit 2 school, Datdarunee school, and Puttirangscripiboon school in second semester of the 2003 academic year.

Five assessment instruments were developed: 1) an achievement test; 2) a questionnaire of student about inquiry cycle approach; 3) teacher/student interview questions; 4) science classroom observation checklist form; and 5) a manipulative skills observation checklist.

Five hypotheses were tested regarding the relative effectiveness of the high school chemistry curriculum by using the inquiry cycle incorporating real – life situations. These results were obtained:

1) Students' learning achievement score after the study of learning units incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach is higher than before the study.

2) Students' students' manipulative skills score after the study of learning units incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach is higher than before the study.

3) Students' opinions about the inquiry cycle approach for high school chemistry curriculum incorporating real-life situations has a score above certain level.

4) Teachers' opinions about the inquiry cycle approach for high school chemistry curriculum incorporating real-life situations has a score above certain level.

(5) Students' scientific mind component after the study of learning units incorporating real-life situations by using the inquiry cycle approach has a score above certain level".

The study's findings led to the conclusion that:

1) The high school chemistry curriculum by the inquiry cycle incorporating real-life situations help students to learn more achievement, express more positive attitudes, and perform better on manipulative skills.

(2) Assessment of learning outcomes can be accomplished by using an achievement test, a scientific mind test, a manipulative skills observation checklist, science classroom observation checklist form, and a student questionnaire about inquiry cycle approach respectively.