EFFECTS OF DEVELOPED SCIENCE LEARNING UNITS FOLLOWING THE PHILOSOPHER'S HEART PRINCIPLE ON SIXTH GRADE STUDENTS' SCIENTIFIC LITERACY AND LANGUAGE ABILITIES

A DISSERTATION

BY

PUNIKA PRAPUTTAKUN

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Doctor of Education Degree in Science Education

At Srinakharinwirot University

April 2012

Copyright 2012 by Srinakharinwirot University

EFFECTS OF DEVELOPED SCIENCE LEARNING UNITS FOLLOWING THE PHILOSOPHER'S HEART PRINCIPLE ON SIXTH GRADE STUDENTS' SCIENTIFIC LITERACY AND LANGUAGE ABILITIES

AN ABSTRACT

BY

PUNIKA PRAPUTTAKUN

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Doctor of Education Degree in Science Education

At Srinakharinwirot University

April 2012

Punika Praputtakun. (2012). *Effects of Developed Science Learning Units Following The Philosopher's Heart Principle on Sixth Grade Students' Scientific Literacy and Language Abilities.* Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School. Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr.Chanyah Dahsah, Assist. Prof. Dr.Chinda Tambunchong, Dr.Prasong Mateapinitkul.

The research objectives were 1) to develop science learning units following the Philosopher's Heart principle for sixth grade students, 2) to assess the effectiveness of the developed science learning units by means of the comparison of scientific literacy and language abilities between the experimental group and the control group, and 3) to study the student opinion, of the experimental group, towards the science learning units following the Philosopher's Heart Principle.

The design of this study was Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design. The samples were two classrooms of sixth grade students which were selected by using cluster sampling. One classroom was the experimental group (31 students) taught by using the science learning units following the Philosopher's Heart Principle and another was the control group (31 students) taught by using the normal instruction. The content was matter and properties of matter. The implementation time was 21 periods in the first semester of 2011academic year. The instruments were scientific literacy and language abilities test, the student opinion, of the experimental group, towards the instruction questionnaire, and the student opinion towards the science learning units following the Philosopher's Heart principle.

The results indicated that the mean scores, of scientific literacy and language abilities, of the experimental group taught by using the science learning units following the Philosopher's Heart principle were higher than the control group taught by using the normal instruction at the .05 level. The mean score from the student opinion, of the experimental group, towards the instruction by using the science learning units following the Philosopher's Heart principle was in the very high level.

ผลการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ที่มีต่อการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

บทคัดย่อ

ของ

ปุณิกา พระพุทธคุณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรศึกษา
เมษายน 2555

ปุณิกา พระพุทธคุณ. (2555). ผลการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ที่มีต่อการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตรศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.คณะกรรมการควบคุม: ดร.จรรยา ดาสา, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.จินดา แต้มบรรจง, ดร.ประสงค์ เมธีพินิตกุล

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ที่มีต่อการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยวิธีเปรียบเทียบการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster sampling) ทั้ง 2 ห้องเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน (นักเรียน 31 คน) ได้รับการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน (นักเรียน 31 คน) ได้รับการสอนแบบปกติ โดยเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ใช้คือ สารและสมบัติของสาร ระยะเวลาที่ใช้ทดลองคือ 21 คาบเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ แบบทดสอบการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนกลุ่มทดลองต่อการจัดการเรียนการสอน และแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัย คือ t-test กรณีกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระจากกัน

ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์อยู่ในระดับสูงมาก

This study was financially supported by

Srinakharinwirot University and the Institute for the Promotion of Teaching

Science and Technology (IPST), Thailand

The dissertation titled

"Effects of Developed Science Learning Units Following the Philosopher's Heart Principle on Sixth Grade Students' Scientific Literacy and Language Abilities'"

By

Punika Praputtakun

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

S. Santiwatanakul ..... Dean of the Graduate School

(Assoc. Prof. Dr.Somchai Santiwatanakul)

April 2, 2012

Dissertation Committee

Chanyah Dahsah .....Supervisor

(Dr.Chanyah Dahsah)

Chinda Tam .....Co-advisor

(Assist. Prof. Dr.Chinda Tambunchong)

Prasong Mateapinitkul .....Co-advisor

(Dr.Prasong Mateapinitkul)

Oral Defense Committee

Salinee Acharry ..... Chair

(Assist. Prof. Dr.Salinee Acharry)

Chanyah Dahsah ..... Committee

(Dr.Chanyah Dahsah)

Chinda Tam ..... Committee

(Assist. Prof. Dr.Chinda Tambunchong)

Prasong Mateapinitkul Committee

(Dr. Prasong Mateapinitkul)

S. Prachayasittikul ..... Committee

(Assoc. Prof. Dr.Supaluk Prachayasittikul)

ACKNOWLEDGEMENT

This has been an undertaking that I surely could not complete without help, support, guidance, and encouragement from a number of people.

Firstly, I am pleased to thank the teachers Science education center instructors and staffs who accepted me to be a doctoral student and the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) for the financial support throughout the study.

I owe my deepest gratitude to Dr.Chanyah dahsah, the supervisor, Assist. Prof. Dr.Chinda Tanbunchong, and Dr.Prasong Mateapinitkul, advisors, for their graceful, kind guidance, support, and encouragement.

I would like to thank a group of oral defense committee, Assist. Prof. Dr. Salinee Acharry, Assoc. Prof. Dr. Supaluk Prachayasittikul, supervisor and advisors, for contributing their time to participate in my oral defense.

I would like to express my appreciation to Dr. Orvil L. White, his family, and his colleagues for their warm welcome, helps, and taking care of my valuable year at State University of New York College at Cortland, New York, USA.

I also would like to thank Assoc. Prof. Dr.Nason Phonpoke, Director of Science Education Center, instructors, staffs, and friends for their helps, good advice, and valuable encouragement during the study.

I am pleased to thank group of experts which are Assoc. Prof. Dr.Prasert and Assist.Nipa Sripairoj, Dr.Porntip Siripathachai, Ms.Tippawan sudpathom, and Ms.Rungarun Rojruttanadamrong for their good suggestions and useful comments. Also, Directors of Wat Sawetchat School and Wat Phai Ton School allowed me to gather data during conducting pilot study and implementation. All research participants including teachers and students of both schools for their good cooperation.

Finally, I am indebted to my beloved family, my father, my mother, and my brother for their love, good spirit, and valuable encouragement during the good and the tough time.

Punika Praputtakun

TABLE OF CONTENTS

Chapter	Page
1 INTRODUCTION	1
Background	1
Objectives of the Study	6
Significance of the Study	7
Scope and Limitations of the Study	7
Definition of Terms	8
Conceptual Framework of the Study	12
Research Hypotheses	13
2 REVIEW OF THE LITERATURE	14
Scientific Literacy	14
Definition of scientific literacy	14
Ways to promote scientific literacy	19
Thai students' scientific literacy	20
Language and Science Learning	22
Reading in science	23
Writing in science	26
Philosopher's Heart Principle	32
3 METHODOLOGY	35
Phase one: Science learning units' development	37
Studying basic data	37
Developing, validating, and examining research instruments	37
Pilot Study	53
Phase two: Science learning units' implementation	54
Research Design	55
Research Participants	56
Research Instruments	56

TABLE OF CONTENTS (Continued)

Chapter	Page
3 (Continued)	
Phase three: Science learning units' evaluation	57
Data Collection	57
Data Analysis	57
4 FINDINGS	59
Phase one: Science learning units' developmen	59
Phase two: Science learning units' implementation	63
Phase three: Science learning units' evaluation	64
5 CONCLUSION AND DISCUSSION	78
Objectives of the Study	78
Research instruments	79
Research methodology	79
Conclusion	81
Discussion	83
Recommendations	84
BIBLIOGRAPHY	86
APPENDIX	93
VITAE	176

LIST OF TABLES

TABLES	Page
1 LEVEL AND TYPES OF SCIENTIFIC LITERACY	16
2 CHARACTERISTICS OF THE SCIENTIFIC LITERATES	17
3 A FRAMEWORK FOR USING NONFICTION AND FICTION TRADE BOOKS IN SCIENCE CLASSROOM	23
4 READING COMPREHENSION PROMPTS	26
5 TWO COMPONENTS OF SCIENCE WRITING HEURISTIC	29
6 THE SCIENCE LEARNING UNITS FOLLOWING THE PHILOSOPHER'S HEART PRINCIPLE	39
7 QUASI-EXPERIMENTAL DESIGN (THE ONE GROUP PRETEST-POSTTEST DESIGN)	54
8 QUASI EXPERIMENTAL DESIGN (NONRANDOMIZED CONTROLGROUP PRETEST- POSTTEST DESIGN	56
9 THE LEARNING UNITS CONSISTENCY EVALUATION	62
10 THE COMPARISON OF STUDENT'S SCIENTIFIC LITERACY MEAN SCORES BETWEEN THE EXPERIMENTAL GROUP AND THE CONTROL GROUP	64
11 THE COMPARISON OF STUDENT'S SCIENTIFIC LITERACY WITHIN GROUP	65
12 THE COMPARISON BETWEEN MEAN SCORES OF EACH COMPONENT IN SCIENTIFIC LITERACY WITHIN THE EXPERIMENTAL GROUP	66
13 THE COMPARISON BETWEEN MEAN SCORES OF EACH COMPONENT IN SCIENTIFIC LITERACY WITHIN THE CONTROL GROUP	66
14 THE COMPARISON OF STUDENT'S LANGUAGE ABILITIES MEAN SCORES BETWEEN THE EXPERIMENTAL GROUP AND THE CONTROL GROUP	67
15 THE COMPARISON OF STUDENT'S LANGUAGE ABILITIES MEAN SCORES WITHIN THE EXPERIMENTAL GROUP AND THE CONTROL GROUP	68
16 THE COMPARISON BETWEEN MEAN SCORES OF EACH COMPONENT IN LANGUAGE ABILITIES WITHIN THE EXPERIMENTAL GROUP	68

LIST OF TABLES (Continued)

TABLES	Page
17 THE COMPARISON BETWEEN MEAN SCORES OF EACH COMPONENT IN LANGUAGE ABILITIES WITHIN THE CONTROL GROUP	69
18 THE STUDENT OPINION TOWARDS THE INSTRUCTION	70

LIST OF FIGURES

FIGURES	Page
1 THE SCIENCE SCORE TREND OF THAI MIDDLE SCHOOL STUDENTS FROM TIMSS AND PISA	3
2 THE LEARNING PROCESS FOR SCIENCE LEARNING UNITS FOLLOWING THE PHILOSOPHER'S HEART PRINCIPLE	10
3 CONCEPTUAL FRAMEWORK OF THE STUDY	13
4 THE COGNITIVE PROCESS IN SCIENCE	22
5 WRITING SCIENCE: A MODEL OF A STUDENT'S COGNITIVE PROCESS	27
6 HERRINGBONE GRAPHIC	28
7 CONCEPT MAPPING	28
8 KWL CHART	30
9 RESEARCH FRAMEWORK	36
10 THE LEARNING PROCESS FOR SCIENCE LEARNING UNITS FOLLOWING THE PHILOSOPHER'S HEART PRINCIPLE	49
11 FRAMEWORK OF SCIENCE LEARNING UNITS IMPLEMENTATION	55

CHAPTER 1

INTRODUCTION

Background

Today science and technology plays an important role in everyone's daily life. The tools and appliances resulting from scientific and technological research make our life more comfortable. The development of science and technology could be used as an indicator to illustrate the progress of each country, so the development of manpower in science and technology becomes a responsibility for all countries. For example, in the United States, the federal government has also realized the importance of developing education in science and mathematics therefore the project 2061 established in 1985, aims to develop scientific literacy for all American students (AAAS. 1990: xvi).

The term "scientific literacy", first mentioned by Hurd in 1958, is defined as an understanding of science knowledge and its applications to social experience (Roberts. 2007: 736). Norris and Phillips (2003: 225-227) referred to the two senses of scientific literacy which composed of a derived sense of literacy and a fundamental sense of literacy. The derived sense of literacy viewed scientific literacy as a body of knowledge that comes from studying natural phenomena. It includes the ability to think scientifically, the ability to use scientific methods in solving problems, and the awareness of the impact of science. For the fundamental sense of literacy viewed scientific literacy as an ability of a person in reading and writing scientific texts. National Research Council (NRC) defines scientific literacy as the knowledge and understanding of key science concepts and principles, the application of scientific knowledge, and scientific ways of thinking for individual and social purposes. The NRC states that the individual should have the awareness of the impacts of science and technology both on the individual and society, as well as, the ability to read, write and participate in conversations about science. The American Association for the Advancement of Science (AAAS) described the qualification of a scientifically literate person as one who having the following abilities.

1) Enable to use basic science knowledge and process skills for surviving in scientific and technological world.

2) Understand the nature, strength and limitations of science.

3) Understand the interdependence of science, mathematics, and technology as human enterprises.

4) Participate in making decisions about scientific issues which directly impact in personal matters and on society (AAAS. 1990: xvii).

In addition Glynn and Muth (1994: 1058) mentioned that the scientifically literate people should have reading ability to evaluate the print - based information and the writing ability to communicate their thinking to others. In Thailand, the Ministry of Education (MOE) defines scientific literacy as the ability of people in having knowledge and understanding of science concepts, basic principles and science process skills; having scientific minds; enabling individuals to utilize them for living and to communicate with others (MOE. 2002: 190).

Laugksch (2000: 85-86) reported the importance of scientific literacy in both the macro and micro views. The macro view refers to the benefits of promoting scientific literacy that result in the progression of national economies, science itself, science policy, and democratic practices. For example, if any country has many workers who are well educated in science and technology, those people could support the producing of high technology products and also developing related science and technology researches which could be competed in the international markets. Whereas, the micro view emphasized on the advantages of having scientific literacy on the individual, that is scientifically literate persons may have more chances to negotiate ways of living. For example, they may have more opportunities to possess a favorable position and take advantage of technical developments in their place of work. Therefore, almost countries all over the world are aware of promoting scientific literacy for all citizens and need to compare the quality of education with others.

As mention earlier, the development of scientific literacy is important for all kinds of education and need to support with good and reliable assessments. Therefore, the Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) and the Programme for International Student Assessment (PISA) initiated and aimed to examine the quality of education for each participating country at the international level. Both projects have been gathered experiences in research and the development of evaluation and assessment. Even though TIMSS and PISA have different objectives of measurement, their findings reflect the standards and qualities of education. The purposes of the TIMSS project operated by International Association for Educational Assessment (IEA) need to examine knowledge and ability of learners in mathematics and science according to school program orientation. While the PISA project aims to assess knowledge and competencies of learners who can be survived in the scientific and technological world in the future. Three domains were assessed which comprised of scientific literacy, mathematical literacy, and reading literacy. Test results from

both assessment projects are accepted worldwide and could be an indicator for encouraging educational administrators and stakeholders considering the development of education. In Thailand, the MOE has not neglected to participate in both assessment projects. Recently, the PISA Thailand project the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) reported findings from both projects that more than a half of Thai middle school students have low performance in science knowledge, scientific inquiry and also scientific literacy which the mean score was lower than the international standard score required (Mean = 500) as shown in FIGURE 1 (IPST. 2009: 37).

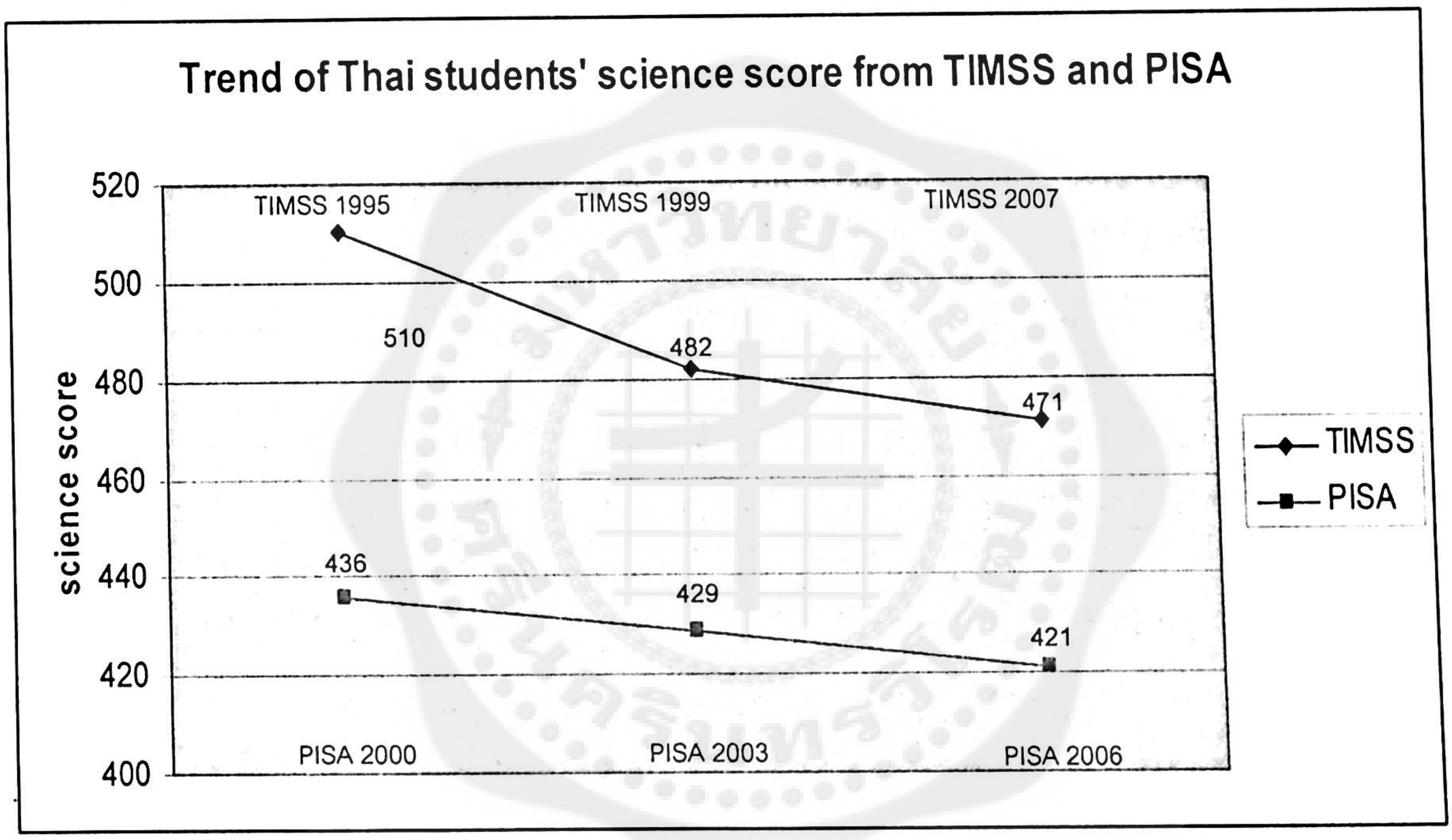


FIGURE 1 THE SCIENCE SCORE TREND OF THAI MIDDLE SCHOOL STUDENTS FROM TIMSS AND PISA

Source: PISA Thailand. (2009). Learning Quality of Thai Students: Synthesize International Student Assessment PISA 2006 and TIMSS 2007. p. 37.

The results from TIMSS 1995 – 2007 and PISA 2000 – 2006 showed that the trend, of mean science scores, of middle school Thai students tends to decrease consistently and stays at the unsatisfactory level both in the assessing of science knowledge and the application of science. These findings pointed out that other countries are moving forward but the standards of Thai education are moving backward (PISA Thailand, IPST. 2009: 37). In addition, the data from PISA Thailand found that the writing performance of middle

school students, who are approaching higher compulsory education, are in a crisis. Most of the test takers write and spell words incorrectly, use spoken language instead of proper written language, and could not write in a complete sentence. Moreover, some test takers have a difficulty in organizing and communicating their ideas to others so that most of written explanations were not clear and could not communicate their ideas to the readers (Sunee Klainin; Preechan Dechsri; & Ampalika Pramojnee. 2007: 79).

As stated before, the problems of both science and language achievements are not only found in the middle school levels, but also have similar problems in elementary school levels. The basic data from assessing scientific literacy of sixth grade students in a middle – size primary school under the Department of Education Bangkok Metropolitan Administration located in Klong San district, Bangkok conducted by a researcher indicated that the participating sixth grade students had low performance both science and Thai language subjects. Some students could not apply the knowledge for constructing scientific explanations, and hold misconceptions about changes state of matter, melting and dissolution, etc. Most of them lacked the science process skills such as identifying types of variables, selecting investigative questions, planning scientific investigations. In addition, this basic survey study pointed out that those participating students could not write explanations in terms of a complete sentence and they frequently misspelled in many words. The Bureau of educational testing also operated national assessment about Thai language literacy and mathematical literacy with 523,469 third grade students and the results indicated that around 7% have difficulty in reading and 18% have difficulty in writing especially in spelling words (Thaipost. 2010: Online). Wiroon Tungcharoen (2009: 11) mentioned that the problem of language use of Thai students today is in crisis, most of Thai children have difficulty in the use of language including reading, writing, summarizing, interpreting, analyzing and synthesizing data, and or even using punctuation. Choorin Laksanawisit, the assistance prime minister of Ministry of Education in 2008 - 2009, mentioned the cause of Thai students having low achievement on science and mathematics referred to the TIMSS and PISA findings, that was they do not have enough communicating skills such as reading and writing. Thus, the extent of problem is the Ministry of Education needs to accelerate and strengthen basic language skills and develop the quality of science and mathematics learning standards simultaneously (Thaipost. 2009: Online).

Many western research studies suggested that science teachers could integrate language instruction into science classroom to help students strengthen their achievement in both disciplines (Thier. 2002: xii; Romance; & Vitale. 2006: 394 - 395).

Miller (2008: 30) mentioned that the development of reading comprehension and writing ability could assist students in improving both language skills and science understanding. The use of printed materials such as science fiction and nonfiction trade books, science articles, science journals can develop both science achievement and reading comprehension, and also encourage reading motivation as well (Hapgood; & Palincsar. 2007: 56-60). Thier (2002: xviii) suggested that elementary school students could practice their language skills from learning of science in classroom because science learning activities provide meaningful context, excitement, and interest. Meanwhile students in upper grade levels could improve their knowledge and understanding by using language skills as conceptual tools for learning science.

However, there were many arguments from science teachers who have been cautious or even skeptical on how science teachers can integrate language literacy in science teaching stating, so it is too difficult to teach both disciplines within the time constraints (Their. 2002: xvi). Moreover, recently science teachers believe in engaging their students with hands-on activities and avoiding minds-on activities. For example, Creech and Hale (2006: 22) mentioned teaching science by using experiments, demonstrations, or even simulations gave not good results in students' proficiency in reading and writing. Thier (2002: xvi) suggested that if science teachers should change their attitudes to teach both disciplines at the same time may help students improve science achievement and language abilities simultaneously.

In Thailand, most of Thai people have heard about the Philosopher's Heart Principle or SU JI PU LI principle. This principle is claimed as an effective method of learning which learners can practice language skills and improve academic achievement. The Philosopher's Heart Principle consists of four skills which are listening, thinking, questioning, and writing skills related to language use skills (Wiroon Tungcharoen. 2009: 11). SU abbreviated from SU-TA-MA-YA-PAN-YA which means the wisdom occurs from perceiving data including listening, reading, and searching for data. JI abbreviated from JIN-TA-MA-YA-PAN-YA which means the wisdom occurs from thinking. When the individuals receive any messages or data, they should have analytical thinking in order to make a decision that they should believe or not. PU abbreviated from PUD-CHA, which means asking or questioning. When students ask a question means they need to find out the answer. LI abbreviated from LI-KIT, which means to write and may refer to record. When the individuals find out the answer, they should take notes or record data in order to help them remember and communicate to what they got to others. They should write and

communicate their findings to others in clear explanation. Writing today does not use only pens or pencils, but also covers typing and saving files in a database (H.R.H. Princess Maha Chakri Sirindhorn. 1999: 95-97).

Many Thai research studies have reported that the use of SU JI PU LI principle could enhance students' achievement. For example Thinnarat Kanchanakunchon (2007: abstract) mentioned that the mathematics learning activities following the SU JI PU LI approach could improve mathematics achievement and communication skills. Prabhasri Yosaphattharapinyo (Komchadluek. 2004: Online) supported the idea that the use of the Philosopher's Heart Principle could encourage students' interest in science learning, for example, students were more confident to pose questions, students pay attention to learn, students authorized themselves to keep records after receiving new data. Ubonrat rithdech (2007: Abstract) also pointed out that the benefits of using the SU JI PU LI principle could develop analytical thinking and Thai language achievement of secondary school students. The results also showed that the experimental group students were more satisfied with the instruction in a high level.

The basic data and literature reviews have encouraged the researcher to develop science learning units following the Philosopher's Heart Principle and to study the effectiveness of the developed of learning units base upon scientific literacy and language abilities at the primary school level. The results of this study may lead to the construction of science curriculum that could promote scientific literacy and language abilities for young learners.

Research objectives

The objectives of this study were:

1. To develop science learning units following the Philosopher's Heart Principle for sixth grade students

2. To assess the effectiveness of the science learning units following the Philosopher's Heart Principle by means of:

2.1 The comparison of scientific literacy between the experimental group using science learning units following the Philosopher's Heart Principle and the control group using normal instruction

2.2 The comparison of language abilities between the experimental group using science learning units following the Philosopher's Heart Principle and the control group using normal instruction

2.3 The student opinion, of the experimental group, towards the instruction using science learning units following the Philosopher's Heart Principle

Significance of the study

Scientific literacy is claimed as a slogan of science education (Bybee, 1997: 71). To achieve the goal of scientific literacy, students should have knowledge and understanding, skills and processes in science, mathematics, and technology. In addition, they should have the reading ability to evaluate informational science text and a writing ability to communicate their thoughts to others.Moreover, the responsibility to participate in meaningful conversations about science should be started at early grades. However, the limitation of language abilities may obstruct students' perception and reduce learning motivation. The outcomes of the developed science-learning units, following the Philosopher's Heart Principle, could encourage students to learn science effectively and also strengthen their language abilities for future academic success.

Scope and delimitation of the study

The scope and delimitations of the study were:

1. The participating teacher was an in-service science teacher who teaches science subjects for elementary school level at Wat Phai Ton School, Bangkok, in the first semester of 2011 academic year. The teacher was trained to use the developed science learning units following the Philosopher's Heart Principle before implementing the units.

2. The participating students were two classrooms of sixth grade students (62 students) at Wat Phai Ton School, Bangkok, in the first semester of 2011 academic year. Two classrooms were randomly selected from four classrooms using the cluster sampling. One classroom was the experimental group taught by using the developed science learning units following the Philosopher's Heart Principle and another was the control group taught by using normal instruction. Both groups were taught by the same teacher.

3. The core learning content is determined in the substance 3: Matter and Properties of Matter, standard 3.1 and 3.2, for sixth grade students based on the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008). The scope of content consisted of four

topics which are: 1) properties of matter 2) changes of substances, 3) separating substances and 4) substances used in daily life and could be taught for 21 classroom periods for sixth grade students at either the first or the second semester depending on the school curriculum arrangement.

Variables of the study

The variables of the study were:

1. Independent variable: Using science learning units following the Philosopher's Heart Principle

2. Dependent variables were scientific literacy, language abilities, and students' opinion towards the instruction using the developed science learning units following the Philosopher's Heart Principle

Definition of Terms

1. **Philosopher's Heart Principle** is a classic philosophy derived from the Buddha's teaching. It is claimed as an effective method for learning and academic achievement. The Philosopher's Heart Principle is also known as the SU JI PU LI principle. This principle relates to the use of four basic learning skills including listening, thinking, questioning, and writing. Learners use these skills to accumulate and construct their knowledge and understanding.

SU means perceiving data through listening, reading, and observing, etc. The SU activities are designed to stimulate learning motivation and curiosity. The behavioral objective of the learners should be listened to speakers, read printed materials intentionally, comprehend the purpose of the messengers, participate in giving opinions, use appropriate senses, tools and materials to make observations and avoid personal opinions, use scientific drawings to record if needed, etc. The examples of SU activities are reading printed materials, observing discrepant events, and talking about science issues, etc.

JI means thinking which represents learners' intellectual ability. After perceiving data from any sources, the learners will attempt to construct meaning from those data. The learners may retrieve their prior knowledge and connect to the new one or operate such data by using lower or higher order thinking skills. The behavioral objective of the learners should be to analyze and evaluate incoming data, design a plan for conducting experiments, solve problems, make decisions, use mathematics in calculations, and pose testable questions. The examples of JI activities are problem solving, decision making, questioning and answering, and using mathematics in science activities, etc.

PU means questioning, which is the process of learners' posing questions to initiate an investigation. Questions learners asked should reflect their curiosity and also testable. In addition, the questions should be descriptive and interesting, lead to observations, reasonable predictions and should be suitable to be selected for investigations. After learners formulate their own questions, those questions should be conducted in investigations by using various scientific methods. The examples of PU activities are hands-on science demonstrations, hands-on science experiments, bringing science to life applications, question and answer activity, etc.

LI means writing which is the process of the learners' communicating their ideas to others for a variety of purposes. When learners perceived new data, they may keep records by taking notes or drawing. If they want to communicate their ideas to others, they may select different types of graphic organizers such as diagrams, tables, and charts to represent their findings. In addition, learners should write and spell words correctly, use appropriately vocabulary and scientific terminology to report their findings, select appropriate methods for recording and presenting data, and communicate their ideas clearly. Furthermore, the written work should be well organized, neat and presentable. The examples of LI activities are writing science reports, drawing mind maps, using graphic organizers and illustrations, free journal writing, learning new vocabulary, etc.

2. **Science learning units following the Philosopher's Heart Principle** are science learning units that integrated the Philosopher's Heart as the guided learning principle into the learning and teaching process. The learning processes of every learning unit composed of 3 steps were: 1) engagement, 2) operation, and 3) evaluation (see FIGURE 2). In the engagement step which was the introduction of the new lesson, students were engaged in reading, observing, discussing, and sharing their own prior knowledge. In the operation step, students learned how to investigate data by using language and science process skills. In the evaluation step which is the step of assessing students' understanding, students summarized the knowledge they have learned, compared their prior knowledge to the new knowledge, and applied it to the new situation. In every learning step, students would practice language abilities and also use those abilities in order to help them construct their understanding about science concepts based on the Philosopher' s Heart Principle (SU, JI, PU, LI). In addition, the instructional techniques used in this study were cooperative learning, teaching by questioning, demonstrations, teacher-guided inquiry, and other instructional techniques for the instruction that supported students to read, think, ask, and

write. The science learning units following the Philosopher's Heart principle were developed for teaching the concepts of matter and properties of matter in sixth grade, including; properties of matter, changes of substances, separation of substances, and substances used in daily life.

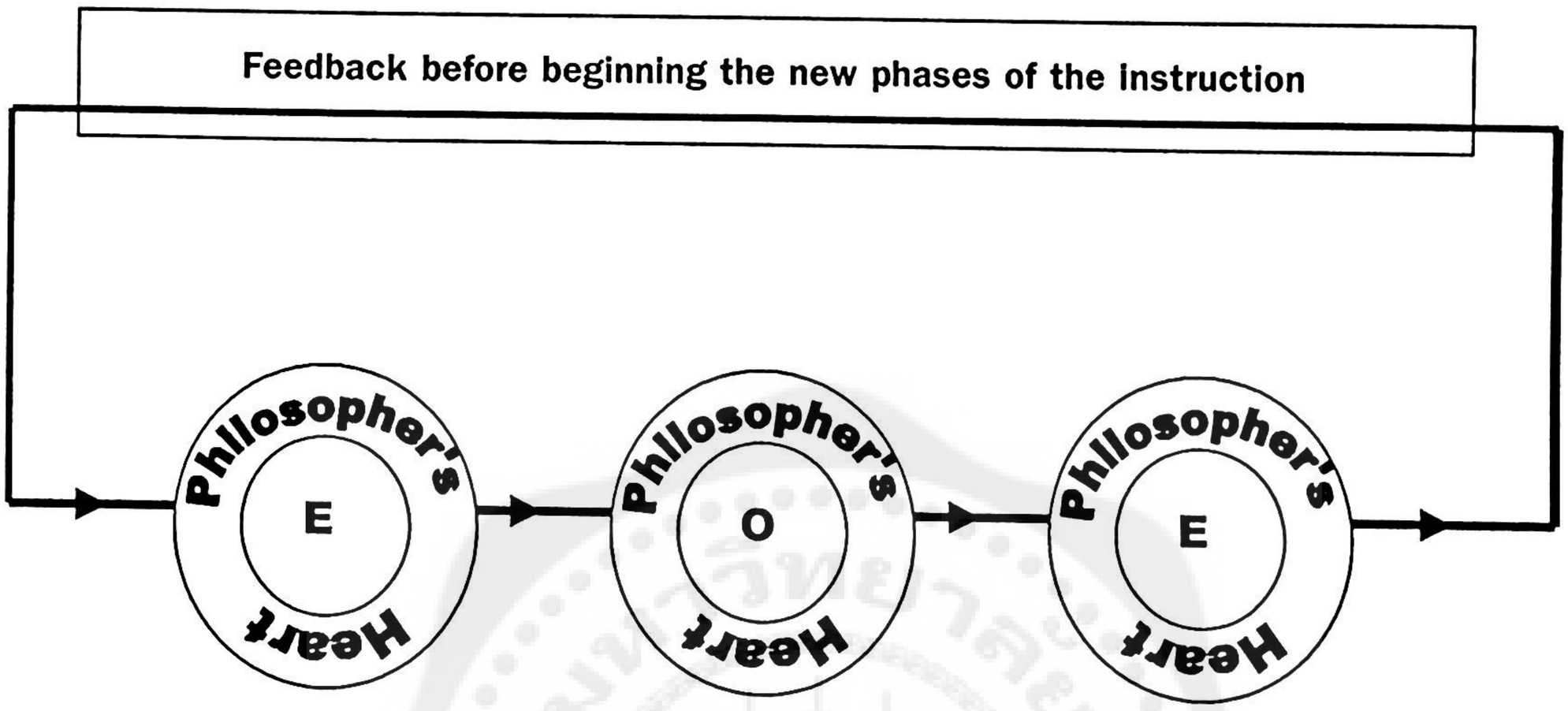


FIGURE 2 THE LEARNING PROCESS IN THE SCIENCE LEARNING UNITS FOLLOWING THE PHILOSOPHER'S HEART PRINCIPLE

3. **Scientific literacy** refers to a set of knowledge and abilities of learners to deal with scientific contexts. Three elements of scientific literacy assessment are Explain Phenomena Scientifically (EPS), Identify Scientific Issues (ISI), and Use Scientific Evidence (USE). The learners' expected behaviors for each component are described as follows:

3.1 Explain Phenomena Scientifically (EPS): use science knowledge and understanding for explaining phenomena derived from nature or experiments, predict changes based on evidence, and be familiar with scientific terms and vocabulary.

3.2 Identify Scientific Issues (ISI): formulate or identify simple investigative questions and hypotheses, identify types of variables, design an investigation plan for conducting experiments and collecting data.

3.3 Use Scientific Evidence (USE): use data and evidence to make decisions, interpret evidence, draw conclusions from their own or others' data, interpret evidence and draw conclusions, and select and present data in various forms of presentations.

4. **Language abilities** refer to the performance of students in reading, writing, asking and answering question during learning activities. The learners' expected behaviors are described as follows:

Reading ability: learners should be able to comprehend texts by retrieving information, getting the main ideas, and interpreting data about what they read. Then, students apply it for solving problems.

Writing ability: learners should be able to write sentences and write paragraphs using appropriate words with clear handwriting and clearly communicate feelings and explanations to others.

Student's scientific literacy and language abilities are assessed by using scientific literacy and language abilities test developed by the researcher. The test were evaluated r two times, pretest and posttest. The scientific literacy and language abilities test consisted of two parts which are multiple choices and essay. The multiple choices questions consisted of 30 questions were used to evaluate the scientific literacy and reading ability. The essay was used to evaluate the writing ability. The topic of an essay is "Destroyed the nature." In this essay, students need to write between 200 – 250 words. Writing ability was assessed in four dimensions which are story ordering, idea communicating, word spelling, and picture narrating.

5. **Opinion towards the science learning units following the Philosopher's Heart Principle** refers to the students' feelings or thoughts, towards the instruction, the learning activities, instructional materials, and assessment. These data were obtained from student opinion towards the instruction questionnaire and student opinion towards the learning units interview form. Questions in the student opinion questionnaire were adapted from the student opinion questionnaire of Department of General Education (MOE. 1999 : 45). The student opinion interview form was developed by the researcher. Opinion towards the science learning units following the Philosopher's Heart Principle were evaluated only the experimental groups who learned with the science learning units following the philosopher's heart principle.

6. **Normal instruction** refers to the regular instruction of the participating teacher who teaches science to the control group.

7. **The Effectiveness of the science learning units following the Philosopher's Heart Principle** refers to the quality of the learning units being assessed using these criteria:

7.1 The student's scientific literacy of the experimental group after participating in the intervention will have a higher score than the control group with a statistically significant difference at the .05 level.

7.2 The students' language abilities of the experimental group after participating in the intervention will have a higher score than the control group with a statistically significant difference at the .05 level.

7.3 Mean score from the student opinion towards the instruction questionnaire of the experimental group after participating in the intervention will be in the high level.

Conceptual framework of the study

According to the analysis from TIMSS and PISA, the results indicated that most middle school Thai students were not qualified as being scientifically literate person. The analysis for PISA Thailand project also reported that Thai students have difficulty in reading comprehension about informational text and writing ability to communicate their thoughts. Three main reasons why this study decided to develop language abilities and scientific literacy of students in elementary grades are as follows. First, the time allocation expands for science which emphasized on developing higher levels of basic process skills both Thai language and science (Ministry of Education. 2001: 13). Second, the cognitive development of students in primary grades supports learning that requires more critical thinking (Piajet. 1970). And third, learning of science provides a rich and meaningful context for students to practice language skills and also use those skills as tools to construct knowledge and understanding of science under evidence from investigations (Thier. 2002: 12).

The developed science learning units combined the Philosopher's Heart Principle into the process of science teaching and learning in an elementary school level. Thus, the experimental group students could construct science knowledge and understanding through the practice of science process skills and language skills together. The instructional process consisted of the engagement, operation and evaluation learning steps. The developed learning units provided lesson plans, learning activities, teacher's manual, student's manual, instructional materials and resources, and evaluation and assessment tools.

The ultimate goal of this study was students in the experimental group are expected to gain higher scores than students in the control group in the assessments of scientific literacy and language abilities and have a positive value on student's opinion towards the

instruction after participating in the intervention. An overview of the conceptual framework of the study is illustrated in FUGURE 3.

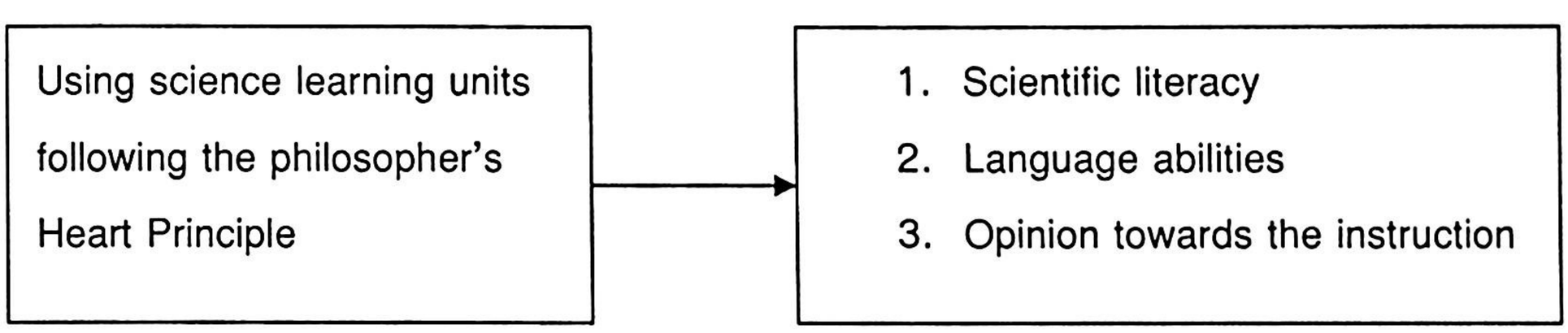


FIGURE 3 CONCEPTUAL FRAMEWORK OF THE STUDY

Research Hypotheses

1. The scientific literacy mean score, of the experimental group, is higher than the control group.

2. The language abilities mean score, of the experimental group, is higher than the control group.

3. The mean score from the student opinions towards the instruction questionnaire is in the high level.

CHAPTER 2

REVIEW OF THE LITERATURE

Main purpose of this study was to develop science learning units following the Philosopher's Heart Principle for promoting scientific literacy and language abilities for sixth grade students. The following related literature provides theoretical and methodological framework to gain knowledge and understanding for the development of the learning units. The elements of related literature are discussed as following:

1. Scientific Literacy
    1.1 The definition of scientific literacy and its importance
    1.2 Ways to promote scientific literacy
    1.3 Thai students' scientific literacy
2. Relationship between science and language
    2.1 Reading in science
    2.2 Writing in science
    2.3 Language and science teaching
3. Philosopher's Heart principle

1. Scientific literacy

Many authors referred to scientific literacy in numerous ways. Some stated that scientific literacy is a slogan of science education. Some proposed that scientific literacy represents personal performances to understand of and to deal with science. Among the statement of scientific literacy, what scientific is, needs to be clear cut.

1.1 The definitions of scientific literacy and its importance

Roberts (2007: 739-741) classified the meaning of scientific literacy related to literature into two groups. The first group focuses on the levels of science knowledge and understanding, whereas the second one focuses on the characteristics of the individuals.

Shen (1975: 46-49), Shamos (1995: 87-89), and Bybee (1997: 83-84) have similarly idea about the classification scientific literates from the ability of persons who use science knowledge and its application for specific purposes and the degree of sophistication as well as in the chronological development of the science-oriented mind. Three levels of scientific literacy are:

1) Level I, an individual has limited knowledge and understanding about science concepts. Shen (1975) categorized the individual in this level as Practical which means being in possession of science knowledge for solving practical problems, for examples, food, water, shelter, etc. Likewise, Shamos (1995) mentioned to Cultural SL which refers to the individual who are able to communicate their thoughts to audiences by using some basic science information. Bybee (1997) mentioned to Functional Scientific and technological Literacy which refers to the individual's ability that can read a newspaper, listen to science news, and write passages with simple scientific vocabulary. Their knowledge still lack of the conceptual discipline and consists of memorized lists of terminology.

2) Level II, an individual is able to construct scientific explanations, identify cause and effect, and also make decisions based on fact and evidence. In addition, they can communicate their thoughts to others clearly. Shen (1975) offered Civic which refers to the individual's interest towards science and science-related public issues. He/She involves in the decision making process based on evidence. Shamos (1995) proposed Functional SL in this category. In this level, the author stated that the individual does not only have command of a science lexicon, but also be able to converse, read, and write using science terms. Bybee (1997) also mentioned to Conceptual and Procedural Literacy, which is the more sophisticated ability than the two authors, occurs when individuals demonstrate their understanding of both the parts and the whole of science and technology as disciplines. At this level, the individuals should understand the structure of disciplines and the procedures for developing new knowledge and techniques.

3) Level III, an individual comprehends sophisticated concepts such as history of science, nature of science, etc. They also appreciate the benefits of scientific inquiry, and also become more aware of the impacts of science and technology on humanity. They use scientific ways of thinking to make decisions, give opinions, or even participate in driving public policies. Shen (1975) mentioned to Cultural which is the highest individual's competency. At this level, the individuals desire to know something about science as a major human achievement. Shamos (1995) referred to the individual's ability in order to know something about the overall scientific enterprises which the author called True SL. Bybee (1997) also categorized the Multidimensional Literacy in this level. At this level, the individuals understand the essential structures of science and technology, the history and nature of science, and the relationship of disciplines to society. The level and types of scientific literacy in terms of science knowledge and application is illustrated on TABLE 1.

TABLE 1 LEVEL AND TYPES OF SCIENTIFIC LITERACY

Authors	Shen (1975: 46-49)			Shamos (1995: 87-89)			Bybee (1997: 83-84)		
Types of SL	Practical	Civic	Cultural	Cultural SL	Functional SL	True SL	Technological Literacy	Functional Scientific and Procedural Literacy	Conceptual and Multidimensional Literacy
Level I	✓			✓			✓		
Level II		✓			✓			✓	
Level III			✓			✓			✓

The second focus group defined scientific literacy as a set of personal characteristics which can summarize into ten orders as following: scientifically literates should 1) understand key science concepts, principles, and theories, 2) use language ability to deal with science texts, 3) use scientific ways of thinking for individual and social purposes, 4) use scientific knowledge for constructing explanations about natural phenomena, 5) understand the features of science as a form of human knowledge and inquiry, 6) understand the nature of science, 7) understand the interrelationships and differences between science, technology, and mathematics, 8) recognize the limitations and the usefulness of science and technology in advancing human welfare, 9) be aware of the impacts of science and technology on society and humanities, and 10) be willing to participate in science-related issues as a reflective citizen. The research studies and the characteristics of scientific literates are shown in TABLE 2.

TABLE 2 CHARACTERISTICS OF THE SCIENTIFIC LITERATES

Authors/ Organizations / Characteristics	Pella, O'Hearn & Gale (1966: 206)	AAAS (1990: xvii)	Miller (1992: 25)	Yager (1993: 13)	Glynn & Muth (1994: 1058)	NSES (1996: 22)	PISA (2006: 23)	NAP-SL (2006: 13)
Understand science concepts, principles, and theories	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Use language ability to deal with science texts					✓	✓		
Use scientific ways of thinking for individual and social purposes		✓		✓		✓	✓	✓
Use scientific knowledge for constructing explanations about natural phenomena				✓		✓	✓	✓
Understand the features of science as a form of human knowledge and inquiry				✓	✓		✓	✓
Understand the Nature of Science	✓	✓	✓	✓				
Understand the interrelationships and differences between science, technology, and mathematics	✓			✓				
Recognize the limitations and the		✓		✓	✓			

TABLE 2 (continued)

Characteristics \ Authors/ Organizations	Pella, O'Hearn & Gale (1966: 206)	AAAS (1990: xvii)	Miller (1992: 25)	Yager (1993: 13)	Glynn & Muth (1994: 1058)	NSES (1996: 22)	PISA (2006: 23)	NAP-SL (2006: 13)
usefulness of science and technology in advancing human welfare								
Be aware of the impacts of science and technology on society and humanities	✓		✓	✓			✓	
Be willing to participate in science-related issues as a reflective citizen				✓		✓	✓	

Thai literature about scientific literacy shows that a Thai concept of scientific literacy is also related to the application of international perceptions. Reviewing Thai literature about scientific literacy suggests that scientific literacy is related to the application of science knowledge with social economic, technology, and values. Skuntala Kositchaiwat (1992: 10) defined scientific literacy as an individuals' desirable performance about basic science knowledge and skills with five characteristics which are: 1) understanding of basic science concepts, laws, and principles; 2) understanding of the nature of science; 3) inquiry skills; 4) scientific knowledge; and 5) scientific habits of mind. Sakolrat Sawatmul (2002: abstract) also stated that scientific literacy in the Thai context is related to a way in which a person can comprehend all science knowledge, which could be applied suitably in daily life. Chokchai and Pattawan (2009: 338) referred to a conceptual framework of scientific literacy developed by Sunan Sung-ong which composed of basic science knowledge, scientific processes, and scientific inquiry. IPST informed the characteristics of scientific literates should: 1) perceive questions that could be verified through a scientific method; 2)

identify evidences for inquiring; 3) give reasonable explanations within data and evidences; 4) explain conclusion of scientific issues to others; and 5) understand the principle and scientific concepts (IPST, 2002: 15).

In summary, scientific literacy in Thailand is viewed as the knowledge and ability of a person who: 1) comprehends the concepts, laws and principles, 2) engages in reasonable thinking, and 3) possesses scientific habits of mind.

The importance of scientific literacy

In the era of intensive economic competition and rapid agricultural and industrial growth, manufacturers need a qualified workforce who holds an understanding of scientific and technological knowledge. Therefore, the individuals who have scientific literacy, at the appropriate level can negotiate their ways of living namely salary, promotion and social acceptance. In addition, they can improve as an individual of the nation. (Laugksch, 2000: 87). When the nation needs to drive public policy such as education, environment, etc. scientifically literate population could participate in those issues (Laugksch, 2000: 87). If the nation is also faced with serious problems, for example, rapid population growth, environmental pollution, and food crisis, and other issues that need public solutions, scientifically literate citizens could brainstorm to solve such problems (AAAS, 1990: xiii).

1.2 Ways to promote scientific literacy

To promote scientific literacy, the National Research Council [NRC] suggested that science learning and teaching in classrooms should encourage students to learn science meaningfully. Many research studies supported that improving scientific literacy should begin with children in the early grades because students can practice all science process and language skills simultaneously. Not only both disciplines support each other, but also assist students to learn science meaningfully as NRC statement. Carin, Bass and Contant (2005: 34) stated that elementary science teachers should teach science as inquiry to help students construct their conceptual understanding. Commercial curriculum such as Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), Full Option Science System (FOSS), and Science Curriculum Improvement Study (SCIS) are examples of science curriculum using inquiry based in which each of them provides instructional models, lesson plans, learning activities, instructional materials, and ways to assess students' performance. Science teachers should provide hands-on and minds-on activities that have students explore natural phenomena so that they can observe, conduct experiments, and solve problems by themselves whereas the

teachers gradually put knowledge in, assess their thinking, and correct misconceptions (Binder, 2010: Online, Tuomi; & Tweed. 2005: 59-60).

Many research studies supported that integrating literacy or language instruction into science learning has a positive effect on students' science achievement. Hapgood and Palincsar (2007: 59) pointed out that reading, writing, and oral language serve as skills that support students learning science effectively. In the elementary grades, science provides a rich context for language instruction when students continue to upper the grade. Language skills served as a tool enable them to better comprehend what they read and to arrive at decisions and conclusions. Webb (2009: abstract) mentioned that some language tasks, for example, reading science related documents, writing in a science notebook, and arguing scientific issues are suitable for students in elementary and upper grades so as to enhance scientific literacy.

In summary, research supports and indicates that there are many ways to promote scientific literacy one of which is the science instruction that should have students use language skills as a tool for inquiry based science learning.

1.3 Thai students' scientific literacy

Thai students' scientific literacy was continually explored in both national and international levels. Skuntala Kositchaiwat (1992: abstract) studied seventh, eighth, and ninth grade students' scientific literacy in 11 schools (750 students) under the Auspices of General Education Department in Bangkok Metropolis. The author reported that girls higher had scientific literacy than boys, however, there were no differences among these groups seventh, eighth, and ninth grade students. Prasong Mateapinitkul (2005: abstract) conducted a survey on scientific literacy of ninth grade students in the Bangkok Metropolis area and its vicinity. The results indicated that students in Bangkok schools had a higher mean score, of scientific literacy, than the students in the vicinity schools. The scientific literacy's mean score of students in schools under the control of the Office of the Private Education Commission (OPEC) was higher than students in schools under the control of Department of General Education (DGE) and the Office of the National Primary Education Commission (ONPEC). The research study also found that scientific literacy's mean score, of girl students, was higher than boys'. This analysis was similar to Skuntala's study which indicated that Thai girl students had better scientific literacy than boys'. Although this study reported about the overview of Thai students' scientific literacy, the results did not compare the students' performance about scientific literacy in detail. In the international scientific

literacy assessment, Thai students participate in two well-known projects which are the Trends in International Mathematics and Science [TIMSS] and Programme for International Student Assessment [PISA]. Both TIMSS and PISA have a standard test and reliable criteria which their test results can demonstrate and compare the level of students' proficiency.

TIMSS assessment framework focuses on exploring fourth and eighth grade students' knowledge and understanding of science and mathematics based on school orientation and assessing students' cognition. In 2007, the result of TIMSS assessment revealed that eighth grade Thai students' average score was much lower than students in Singapore, Japan, Korea, and China but it was higher than in Indonesia. Thai students' average score was in the low benchmark which is about 471 points, lower than the IEA average by a whopping 29 score points. More than 50% of Thai students' science achievement stays at the low level, indicating that Thai students cannot apply basic knowledge and understanding in practical situations (IPST, 2009: 17).

PISA assessment aims to determine how well students, who are approaching the end of compulsory education, were prepared to meet challenges that they will encounter in the future. The result of the PISA assessment reported that the science education system in Thailand lacks of potentiality to enhance scientific literacy for our children. In 2009, Thai students scored an average 425 points which is lower than the standard criterion score. Thai students' performance was in the bottom quarter, and overall Thai students' average score was at the basic level (level 2). Approximately 42.8% of Thai students' scientific literacy was lower than level 2, meaning that Thai students only have adequate scientific knowledge to explain simple investigations (IPST, 2010: 170 - 171).

Findings from TIMSS and PISA pointed out that most of Thai students who are going to be power of the nation have a scientific literacy at the low level. They still lack the skills of critical thinking, scientific enquiry, and the ability to apply scientific knowledge in the context of life situations. Hence, there is an urgent need for Thai science education, in general, and scientific literacy, in particular, produce more trained science teachers. Teachers who are capable of producing students with the ability to engage in critical thinking and learn science related to everyday life in order that Thai students in the future are well prepared to survive in the world of science and technology competition.

In conclusion, findings from both national and international assessments indicated that Thai students, who have better performance in scientific literacy, are the students in Bangkok and study in the private school. However, the average Thai students' scientific

literacy compared to other countries stays at the low level. Thus, there is an urgent need that Thai education should enhance scientific literacy for all Thai students.

2. Language and science learning

Holliday, Yore and Alvermann (1994: abstract) stated that scientifically literate individuals should not only have science knowledge, but also have the reading ability to evaluate the print-based information and the writing ability to communicate their thoughts to others. Norris and Phillips (2003: 224) also supported that if the individuals do not have sufficient language abilities, they may not be knowledgeable, learned, and educated in science. Moreover, many research studies pointed out that making connections between science, reading, and writing can improve students' science achievement, scientific reasoning, and language skill development (Zmach; et al. 2007: 63, Hapgood; & Palincsar. 2007: 59, Guthrie; et al. 2006: abstract). Glynn and Muth (1994: 1059) proposed a model of a student's cognitive process during the learning of science (see also FIGURE 4).

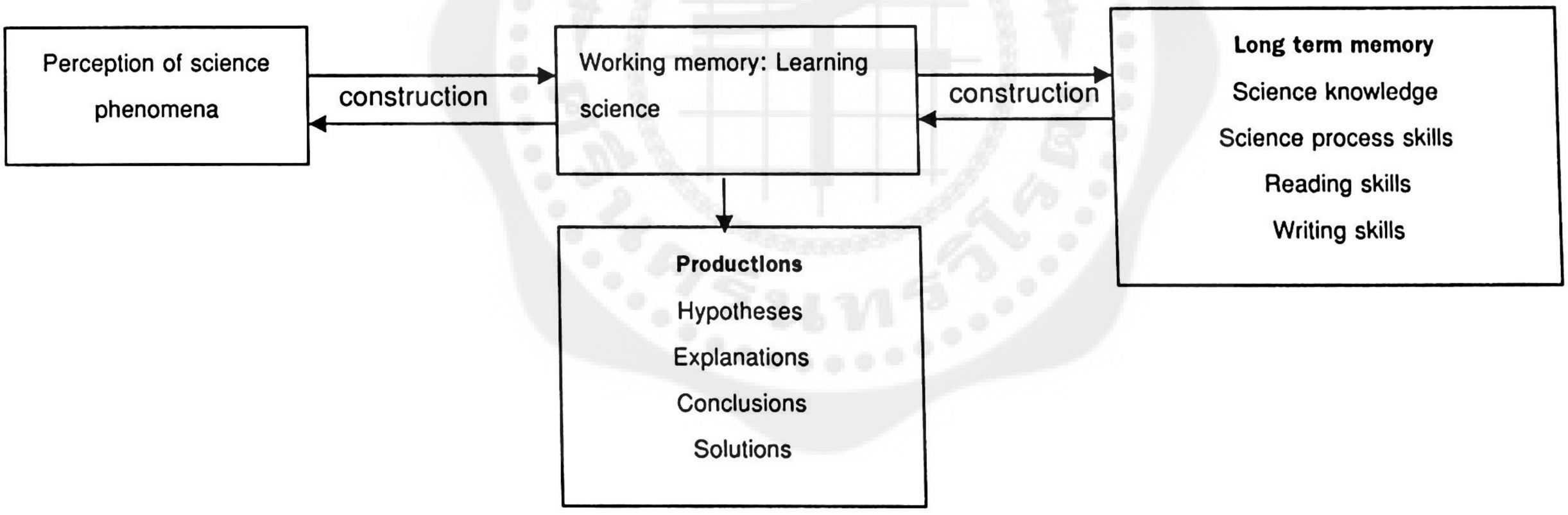


FIGURE 4 THE COGNITIVE PROCESS IN SCIENCE

Source: Shawn Glynn; & Denise Muth. (1994, September). Reading and Writing to Learn Science: Achieving Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*. 31(9): 1059.

As shown in FIGURE 4, the authors explained that when students perceived data either from observation or investigation their working memory would retrieve science knowledge and language skills kept in long-term memory in order to generate final products such as hypotheses, conclusions, explanations. These processes demonstrate the

connection between science, reading, and writing. Reading is often found in the science learning and students always learn the new knowledge through reading. The following paragraphs discusses the effectiveness of reading, and proposed reading strategies and activities that might be used in science instruction.

2.1 Reading in science

Reading is a skill that supports readers to develop minds, meditations, and imaginations (Panrawee Yongyuthvichai. 2005: 33). Guthrie and his colleagues (2006: abstract) discovered that engaging students in reading additional science books when doing investigations, could increase the student's interest, reading motivation, and learning achievement. Additional teacher provided reading materials serve as reference points and resources for students to facilitate them to learn science meaningfully (Mckee; & Ogle. 2005: 1-2). Glynn and Muth (1994: 1060-1061) give examples of reading materials, science journals, science fiction books, the award-winning science stories which can stimulate students' reading motivation. Meanwhile, Zales and Unger (2008: 42-45) proposed a framework for science teachers to integrate those materials into science instruction. Five steps of the framework were shown in TABLE 3.

TABLE 3 A FRAMEWORK FOR USING NONFICTION AND FICTION TRADE BOOKS IN SCIENCE CLASSROOM

Five steps of the framework	Characteristics	Evaluation questions
Step 1: determine science content	Text contains science topics such as solar system, air, soil, weather, animals, plants, matter and energy, etc.	What science content presented in this book?
Step2: identify relevant science process	Text illustrates or encourages students to do science process skills such as predicting, observing, experimenting, measuring, inferring, classifying, modeling, communicating, etc.	What science processes does this book demonstrate?
Step3: identify relevant literacy process	Texts indicates literacy process skills such as predicting, visualizing, questioning, summarizing, analyzing, inferring, determining importance, etc.	What literacy processes does this book demonstrate?

TABLE 3 (continued)

Five steps of the framework	Characteristics	Evaluation questions
Step 4: select teaching methods	Before-during-after strategies Before - activate prior knowledge - connect to students' daily lives - develop vocabulary - predict content from title - preview text structure - use graphic organizer During - encourage note taking and journaling - provide reading strategies After - conduct a discussion - connect to other disciplines - initiate projects	What teaching methods can I use before-during-after?
Step5: present the science lesson	Books initiate students to conduct research, construct models, carry out inquiry activity, etc.	How can I use this book engage students to learning?

Reading strategies and activities

Since reading is an important skill that supports students' learning, strategies and activities serve as a practice for students to develop their reading skill and ability. From the review literature, the following five strategies are chosen as effective methods to help students comprehend science texts these are SQ4R, Reciprocal teaching, Pre – During – Post reading, Write as you read science, and Reading comprehension prompts. Each strategy was discussed in detail as follows.

SQ4R is appropriate for developing reading comprehension and memorizing text. This model was developed by Thomas & Robinson in 1972 (Glynn; & Muth. 1994: 1062-1063). Six steps of the SQ4R consist of: 1) Survey: preview text, using headings as content guides to guess what the article is explaining. 2) Question: formulate questions related to the text content. 3) Read: read the text using questions as reading guides. 4) Reflect: analyze the text what has been read and link to prior knowledge.

5) Recite: answer questions that have been posed, and 6) Review: reread the difficult content.

Reciprocal teaching is suitable for helping students learn how to monitor their own reading. This strategy was developed by Palincsar and Brown in 1986 (Glynn; & Muth. 1994: 1063). This strategy encourages students to summarize the main idea, pose questions, and clarify any confused text before moving to the next paragraph. After ending a round process, students can share their thoughts to others to check their reading comprehension.

Pre, During, Post-reading was developed by Carin, Bass and Contant (2005: 261-262). This strategy combines the reciprocal teaching strategy into the reading process. In the pre-reading phase, the readers link their prior knowledge with the given text information. Then, the reciprocal teaching strategy is applied, to check reading comprehension in the during-reading phase. Finally, readers make connections between text information and prior knowledge.

Write as you read science is claimed as an effective strategy that engages students to become more active readers (Thier. 2002: 48-49). Available stationeries such as pencils, highlighters, sticky notes, etc. are necessary tools for readers to remark and remember text. For example, underline the main ideas using a colored highlighter; circle the parts you agree with, write notes about information you want to remember to remind yourself why it is important to you, etc.

Reading comprehension prompts is similar to the reciprocal teaching strategy, which enable students to monitor their own reading. However, this strategy provides guided prompts for students during reading. Thier (2002: 41-43) pointed out that teachers should demonstrate how to use the reading prompts before having students to practice. The reading comprehension prompts are described in TABLE 4 below.

TABLE 4 READING COMPREHENSION PROMPTS

Reading steps	reading comprehension prompts
Predicting	With a title like this, what is this reading probably about?
Reflective questioning before reading	Why am I reading this? Why does the author think I should read this? What do I expect to learn from reading this? How does this relate to my life? What do I already know about this topic?
Reflective questioning after reading	What do I still not understand? What do I still want to know? What questions do I still have about this topic?
Evaluating	What is the most important idea that the author presents? Why?
Paraphrasing	What was the reading about? Can I explain to my partner or group, in my own words, the meaning of what I just read?
Summarizing	Can I identify all the key concepts from reading and summarize them on my own word?
Identifying words and meaning	Does the word or passage make sense? Why or why not? Can I find something about the passage that can help me make sense of it? Do I know something about an unfamiliar word or its context that can help me understand what it means?

In conclusion, previous authors supported that integrating reading strategies and activities into science instruction could help students to develop their understanding about science concepts. Additionally, it is beneficial for all students in practicing reading skills and improving reading comprehension during the learning of science. In addition, teachers can assess students' reading comprehension using many methods i.e. individual observations, asking questions, or even using the reading ability tests.

2.2 Writing in science

Writing is an action of writers by combining alphabets, vowels, and sounds systematically to construct sentences for communication. Writing can transfer feeling and thoughts of the writers to readers, help the writers memorize fact and data, and construct knowledge and understanding (Aranya luechai. 1997: 34 - 35). Writing can happen in all of the process of science learning. For example, students use writing to pose their questions, record data, design experiments, and so on. Many research studies have supported that writing in science could improve students' thinking, science achievement,

develop their conceptual understanding and process skills (Romance; & Vitale. 2006: 396, Hand. 2006: 117-126). In addition, writing in science notebooks, science journals or even learning logs serve as learning evidence that science teachers can follow and check students' understanding. Also, those documents provide good feedback that teachers can use to shape their teaching (Klentschy. 2008: viii). Glynn and Muth (1994: 1064-1065) proposed a cognitive process diagram when students have to write about a science topic. The cognitive process in their minds will start from retrieving prior knowledge from their long-term memory, and selecting genres of science writing that are suitable for communication to illustrate their own ideas, then, drafting and revising many times until the final work is complete. The diagram is illustrated in FIGURE 5.

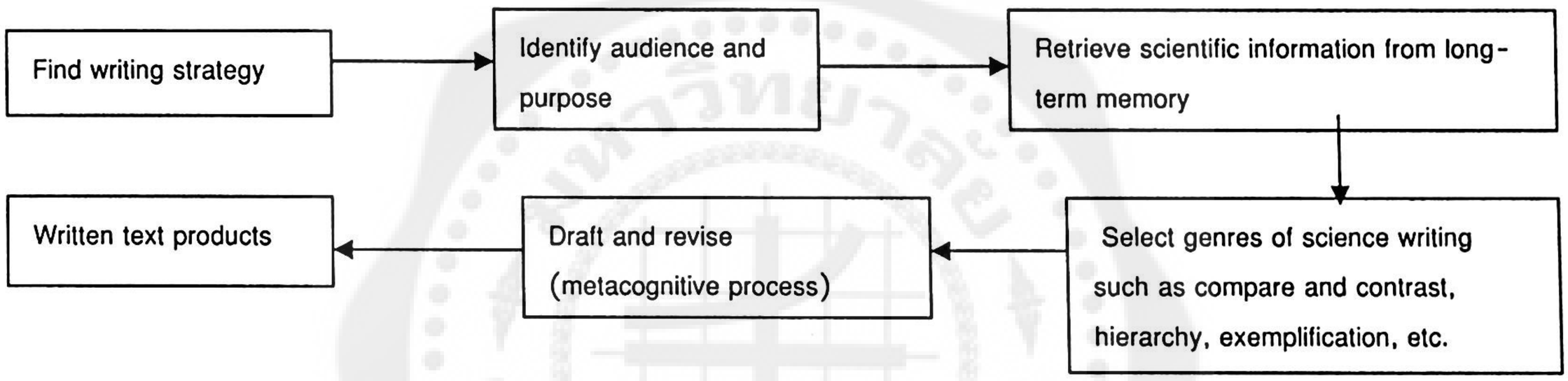


FIGURE 5 WRITING SCIENCE: A MODEL OF A STUDENT'S COGNITIVE PROCESS

Writing strategies and activities

Many authors proposed writing strategies and activities so that teachers can have students practice on how to develop their writing skills. These activities such as writing explanatory essays, field trip notes, and environmental action newsletter can be writing tasks for students. Using graphic organizers, for example, could be writing a visual tool which help students monitor their ideas or input data. There are various types of the graphic organizers, the Herringbone Graphic, Concept mapping, and Same box and T chart, etc. Each example of the graphic organizers is described below.

Herringbone Graphic is used to help students learn how to construct main ideas from the reading passage. Students need to take notes in order to answer a question on each rib of the skeleton (see FIGURE 6). When they complete all the answers, they will write a sentence that represents the main idea of the story (Thier. 2002: 49-50).

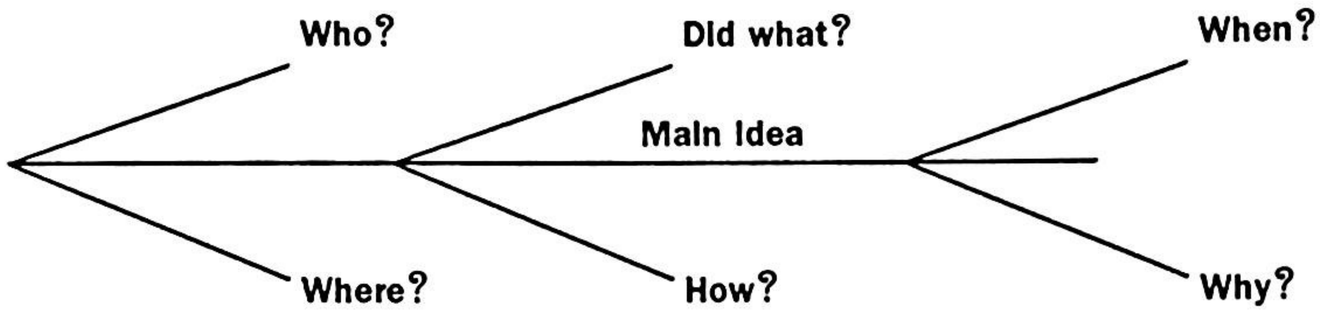


FIGURE 6 HERRINGBONE GRAPHIC

Concept mapping (see FIGURE 7) is a well known graphic organizer that people commonly use to group the main ideas of the topic altogether. The concept mapping helps writers see the relationships among the concepts (Thier. 2002: 50-51).

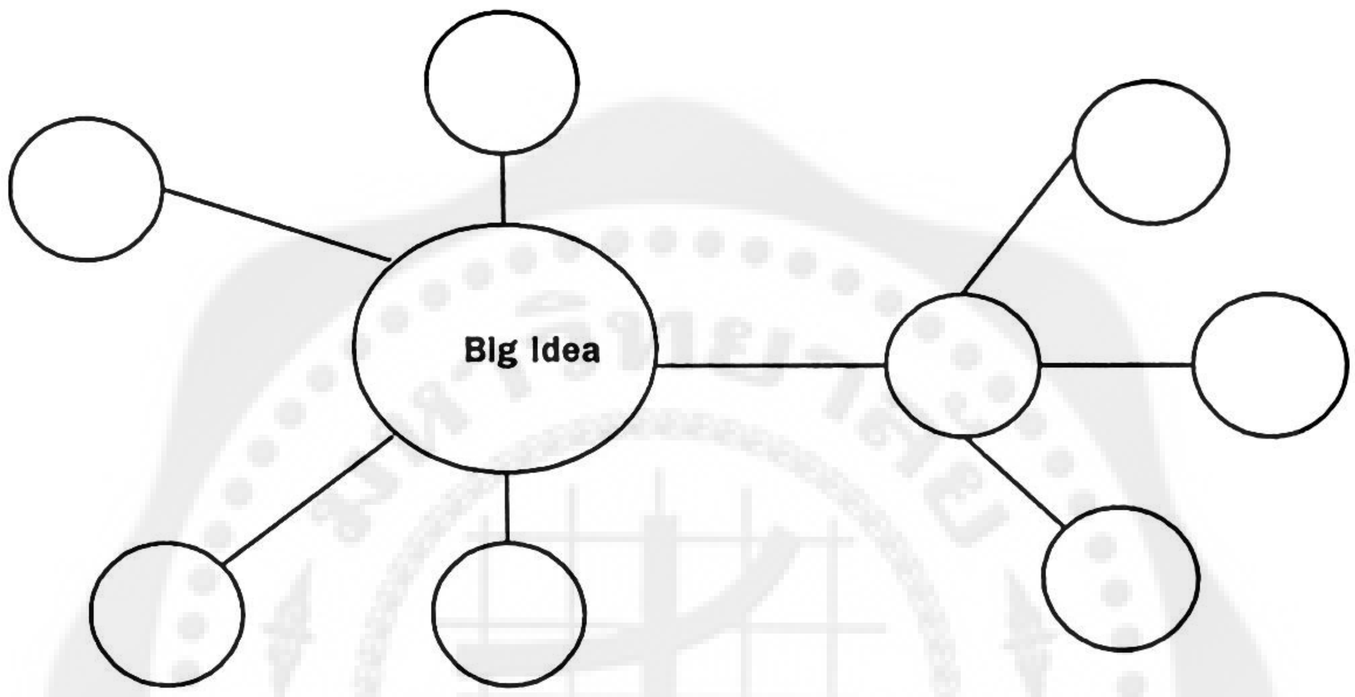


FIGURE 7 CONCEPT MAPPING

Science Writing Heuristic (SWH) proposed by Hand and Keys (1999: 27 - 28) is a way that could improve students' conceptual understanding in working on laboratory practice. The SWH strategy consists of two templates, which are a teacher's template and a students' one as shown in TABLE 5.

TABLE 5 TWO COMPONENTS OF SCIENCE WRITING HEURISTIC

A template for teacher-designed activities	A template for student thinking
1. Exploration of pre-instruction understanding through individual or group concept mapping. 2. Pre-laboratory activities, including informal writing, making observations, brainstorming, and posing questions. 3. Participation in laboratory activity. 4. Negotiation phase I—writing personal meanings for laboratory activity. (For example, writing journals.) 5. Negotiation phase II—sharing and comparing data interpretations in small groups. (For example, making group charts.) 6. Negotiation phase III—comparing science ideas to textbooks or other printed resources. (For example, writing group notes in response to focus questions.) 7. Negotiation phase IV—individual reflection and writing. (For example, creating a presentation such as a poster or report.) 8. Exploration of post-instruction understanding through concept mapping.	1. Beginning ideas—What are my questions? 2. Tests—What did I do? 3. Observations—What did I see? 4. Claims—What can I claim? 5. Evidence—How do I know? Why am I making these claims? 6. Reading—How do my ideas compare with other ideas? 7. Reflection—How have my ideas changed?

3-2-1 is a technique that helps students to differentiate between observation and inference. The 3-2-1 refers to three steps to one investigation. In 3-2-1, students first observe an event, then draw an inference from their observations, and finally pose questions for further investigation that their observations and inferences raised. Their (2002: 70) proposed that the 3-2-1 strategy helps students understand the difference between observation and inference and can serve as a first step in planning investigations and drafting narrative procedures.

KWL Chart (see FIGURE 8) is a writing strategy that helps students to monitor their own learning. At the beginning, students think about what they really know about the topic and list it in the K column. Then, the students have to write about what they want to know in the W column. After finish studying, they have to summarize what they have learned in the L column (Mckee; & Ogle. 2005: 140).

KWL Chart

K (What I know)	W (What I want to know)	L (What I learned)

FIGURE 8 KWL CHART

Using science notebooks helps students to develop scientific conceptual understanding and process skills when conducting science experiments (Klentschy. 2008: 12-14). The science notebooks consist of seven components: 1) Question, problem, and purpose, 2) Prediction, 3) Developing a plan, 4) Observations, data, charts, graphs, drawings and illustrations, 5) Claims and evidence, 6) Drawing conclusions, and 7) Reflection-next steps and new questions.

In summary, reading and writing strategies and activities that the previous authors proposed can apply for the teaching of science. Examples are, the use of science-related reading materials, the use of reading prompts, the use of graphic organizers and KWL chart, and the use of SWH during doing laboratory, in order that students can develop their scientific knowledge and understanding as well as language abilities together.

2.3 Language and science teaching

Mckee and Ogle (2005: 5) stated that combining language instruction in science classroom could develop students' learning performance both disciplines because students can use language skills as tools to learn science and also can practice and develop their language abilities at the same time. Guthrie (2006: abstract) pointed out that using hands-on science activities and children literature could encourage elementary school students' reading motivation and develop science concepts and understanding. The use of graphic organizers, write as you read science, 3-2-1 strategy are examples of integrating language activities into science teaching in order to help student organizes and brainstorms their ideas during the learning of science (Carin; Bass; & Contant. 2005: 262-263). Draws on related literatures about integrating language instruction into science teaching are discussed below.

5-E model inquiry science and language strategy was developed by Pratt and Pratt (2004: 400-403). The model consists of five learning steps and integrates language strategies and activities into inquiry-base instruction. Each learning step is described as follows:

1) Engagement: students pose questions, share reading experiences and opinions, and make a list about what they know and what they want to learn in the KWL chart. During observation, students take notes in their science notebooks. In this phase, teachers could examine students' ideas and prior knowledge related to scientific concepts but those ideas are might be different from scientific terms.

2) Exploration: students are engaged in first-hand experiences that are reading materials, videos, pictures, and other instructional tools to extend the students' experiences which the words of students say or write might be different from scientific terms.

3) Explanation: students construct their explanations using the words that are not scientific terms. During this phase, teachers could demonstrate science concepts with the clear explanation and may introduce students to new vocabulary. Also, students should reach to the comprehension and demonstrate what they have learned in the KWL chart.

4) Elaboration: students are challenged to use the science concepts and vocabulary in words bank in order to organize their ideas and formulate general explanation by using any other types of graphic organizers. Appropriate tasks in this step should challenge students' higher order thinking, examples are, how can you use these ideas to solve this problem or how could you create the new thing from the concepts that they have learned.

5) Evaluation: students make a conclusion and communicate their ideas, opinions, or even results to others in plain language and clear explanation. The teachers can evaluate students' learning performance by considering how well the students prepare, communicate, and propose their explanations.

Science IDEAS proposed by Romance and Vitale (2006: 394-395) is an instructional model in which students are engaged in doing inquiry-oriented, hands-on activities, reading science literature, writing and recording data. Teachers provide reading materials related to the scientific concepts and guide students how to notice text structure, identify main ideas, ask questions, and make inferences on the concepts they have learned. The results of the study indicated that the use of Science IDEAS could stimulate students' reading comprehension and significantly increase students' science achievement.

GIsML model was developed by Hapgood and Palincsar in 2005 (2007: 59) which is similar to others above. The model integrates science and literacy instruction using guided inquiry approach. Students use first-hand investigation during collecting and interpreting data, then, use second-hand investigation to read and ask questions about the science text. The results show that students who learned by using the GIsML model have more a developed science content knowledge and scientific reasoning.

In conclusion, 5E model inquiry science and language strategy, Science IDEAS, and GIsML are examples of models that combine language instruction in science teaching. These models have students practice reading, writing, thinking and asking as tools to learn science. In Thailand, there is a classic philosophy called the Philosopher's Heart Principle. This principle is similar to the components in the previous models mentioned above and refers to the use of listening, reading, thinking, asking, and writing as a part of constructing knowledge and understanding. This could say that the reading and writing activities are one of effective strategies that should use to promote students' scientific literacy.

3. **Philosopher's Heart Principle**

The Philosopher's Heart principle, SU JI PU LI, is a classic philosophy, which is passed from generation to generation. The principle is a way that leads to the success. Because practitioners will use the skill of listening, thinking, reading, and writing served as learning tools, they can develop thinking, knowledge, and intellectual quotient on their own. SU abbreviated from SU-TA-MA-YA-PAN-YA which means the wisdom occurs from perceiving data including listening, reading, and searching for data. JI abbreviated from JIN-TA-MA-YA-PAN-YA which means the wisdom occurs from thinking. When the individuals receive any messages or data, they should have analytical thinking in order to make a decision that they should believe or not. PU abbreviated from PUD-CHA, which means to ask. It may refer to the wisdom which occurs from asking. When there are curiosity occurs, the individuals will ask questions in order to find out the answer. LI abbreviated from LI-KIT, which means to write and may refer to record. When the individuals find out the answer, they should take notes or record data in order to help them remember and communicate their thought to others. So the writing of the students be clear. Writing today does not use only pens or pencils, but also covers saving files in a database (H.R.H. Princess Maha Chakri Sirindhorn. 1999: 95-97).

Thinnarat Kanchanakunchon (2007: 12) mentioned the Philosopher's Heart principle, SU JI PU LI, in form of an operational definition as following:

SU means perceiving data from conversations, lectures, discussions among students to students and students to teachers to make a final conclusion.

JI means thinking which composes of problem solving, analytical thinking, and creative thinking.

PU means asking questions, which came from teacher, ask students, students ask their teacher or even students ask their classmates. These questions may initiate the investigation or drawing a conclusion or solving a problem.

LI means recording and communicating data. During the process of learning, students should use the writing skill to take note, record data, and communicate their ideas to others by using simple graphic organizers.

Thrin Thunthasedtri (2009: online) referred to the Philosopher's Heart principle served as basic language skill that facilitate students' learning. The first skill is receiving input data that is composed of listening, reading and observing. Then, the individuals should analyze those data which they are personal opinions or facts by using the second skill, thinking and analyzing data. The final skill, writing, is an important skill for writers to communicate their ideas to others and helps them to memorize data. Some data in the record might initiate new ideas or questions to others.

There are many research studies pointed out the benefits of using the Philosopher's Heart principle as a guiding approach to design the instruction. For examples, the use of the Philosopher's Heart principle has an effect on improving first grade students' learning in Thai Language subject. The study was a one group pretest-posttest design, which the results indicated that the mean score of students' learning achievement after receiving treatment was significantly higher than before receiving treatment at the .05 level. The students' satisfaction towards the Philosopher's Heart principle instruction was at the high level (Charoon Ritdech. 2006: abstract). In addition, the use of the Philosopher's Heart instruction can apply to teaching measurement in mathematics. After the eighth grade students received the instruction that integrated SU JI PU LI approach, their learning achievement on measurement was significantly higher at .05 level (Sarapee Siriwong. 2007: abstract). Even in the high school, the use of SU JI PU LI approach is also effective. Thinnarat Kanchanakunchon (2007: abstract) proved that the use of learning activities guided from the Philosopher's Heart principle have an effect on Pre-Cadet students' mathematics achievement and communication skills. Mean scores of students' mathematics

achievement and communication skills were higher than the prescribed criterion at the .01 level of significance. The research study also supported that the use of the Philosopher's Heart principle has an effect on students' analytical thinking. After learning by using the learning activities guided from the Philosopher's Heart principle, the mean score, of the experimental group, was significantly higher than before receiving the instruction (Ubonrat ritdech. 2010: abstract).

In summary, the use of the Philosopher's Heart principle has an effect on students' achievement as the previous research support. The philosopher's heart principle or SU JI PU LI approach can develop student's cognition and language skills. However, there is a need for further research in other subjects, like science.

CHAPTER 3

METHODOLOGY

This chapter describes the research methods used in this study that consisted of the development of science learning units following the Philosopher's Heart Principles and the evaluation of their effectiveness. The development and validating of the research instruments and the methods for collecting and analyzing data are also shown and discussed.

This research consisted of three phases, first was the development of the learning units, second was the implementation of the learning units, and third was the evaluation of the effectiveness of the learning units.

1. Science learning units' Development

1.1 Studying basic data about the Philosopher's Heart Principle and how to integrate into science instruction for designing the science learning units

1.2 Developing, Validating, and Evaluating the research instruments

1.3 Conducting the Pilot study

1.4 Revising draft of the science learning units

2. Science learning units' Implementation

2.1 Research design

2.2 Participants

2.3 Research Instruments

3. Science learning units' Evaluation

3.1 Data collection

3.2 Data analysis

The research framework of the study was shown in FIGURE 9.

Phase One: Science learning units' Development

Studying basic data

Developing, Validating, and Evaluating the research instruments

Validating and Evaluating quality of research instruments by the experts

Conducting the Pilot Study

Revise I

Phase Two: Science learning units' Implementation

Research Design: Nonrandomized control group pretest-posttest design

Participants: 62 sixth grade students at Wat Phai Ton School

Research instruments: 1. Science learning units following the Philosopher's Heart Principle
2. Scientific literacy and language abilities test
3. Student opinion questionnaire
4. Student interview form

Phase Three: Science learning units' Evaluation

Data Collection

Qualitative Data	Quantitative Data
1. Observation	1. Scientific literacy score
2. Interview	2. Language Abilities score
3. Student work	3. Opinion Score

Data Analysis and Conclusion

Revise II

Science learning units following the Philosopher's Heart Principle

FIGURE 9 THE RESEARCH FRAMEWORK

The details of each phase are discussed next.

1. Phase One: Science Learning Units' Development

To develop the Science Learning Units Following the Philosophers' Heart Principle, it is started from studying basic data, developing the instruments, conducting pilot study, and revision. The detail of each step shows below.

1.1 Studying basic data

This step involved studying and considering related documents for developing science learning units on the topic of matter and properties of matter for elementary school level. Related documents include ways to promote scientific literacy, ways to integrate language instruction into science instruction, the use of Philosopher's Heart Principle, and assessment methods. The literature referenced the use of printed based science materials, graphic organizers, and questioning strategies that can serve as learning activities for developing language skills. The Philosopher's Heart principle can serve as a guiding principle to construct learning process that effects on Thai students' learning achievements both in scientific literacy and language abilities.

1.2 Developing the research instruments

The research instruments of this study consist of: 1) science learning units following the Philosopher's Heart principle 2) scientific literacy and language abilities test 3) student opinion towards the instruction questionnaire 4) student and teacher opinion towards the learning units interview form. The followings are developing procedures of each instrument.

1.2.1 A draft of science learning units following the Philosopher's Heart Principle

The procedure of developing the science learning unit draft consisted of 3 steps as follows.

Step 1. Developing the science learning unit draft

Step 2: Validating the science learning unit draft by the three advisors

Step 3: Evaluating the science learning unit draft by the three experts

Each step of the development was discussed below.

Step 1: Developing the science learning units following the Philosopher's Heart principle draft.

The main components of science learning units following the Philosopher's Heart principle are content, learning activities, and learning process.

First, the selection of the content used in the learning units. The content and determined expected learning outcomes were the substance 3: Matter and Properties of Matter, standard 3.1 and 3.2, for sixth grade students based on the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008). The scope of the content consisted of four units as follows: 1) properties of matter 2) changes of substances 3) separating substances and 4) substances used in daily life. The expected learning outcomes aimed to improve students' scientific literacy and language abilities. The learning units consisted of 9 lesson plans and the time for teaching was 21 classroom periods with 50 minutes per period. An example of the outline of the science learning units following the Philosopher's Heart Principle is illustrated in TABLE 6.

TABLE 6 THE SCIENCE LEARNING UNITS FOLLOWING THE PHILOSOPHER'S HEART PRINCIPLE

Unit	Expected learning outcomes		Examples activity	Periods
	Content	Learning performance		
1. Properties of matter (2 lesson plans)	- Substances divided into three states; solid, liquid, and gas. Some of their properties are the same but some are different - Density is one of the properties affecting sinking or floating of an object - Grouping substances can use state, electrical conductivity, heat conductivity, types of mixtures, etc.	Scientific literacy: - observe, compare, and classify substances using state or other criteria - explain the properties of matter and compare its characteristics of each state - explain the relationship between mass, volume, and density Language Abilities: - read and comprehend science texts and also use to investigate matter properties and solve problem - communicate data, ideas, and opinions to others - summary the concept of the properties of matter by using mind mapping - pose questions that lead to investigation and discussion	Engagement - read a topic of "substances around us" (SU) - give an examples of substances in solid, liquid, and gaseous state in the worksheet (JI,LI) Operation - investigate properties of solid, liquid, and gas (PU) - read a story of "Kha Kin Nam" , and share ideas, and pose problems from reading passage (SU, JI, Li) - propose ways to help a black bird drinks water in a narrow-necked bottle (JI, LI) - test what your proposed (PU)	3

TABLE 6 (continued)

Unit	Expected learning outcomes		Examples activity	Periods
	Content	Learning performance		
			- read a passage in the "science thinking frame" (SU) conclude and compare properties of matter by using simple graphic organizers (PU, LI) Evaluation - ask questions to investigate what a mystery object is by using properties, utilization, and characteristics of matter as a guideline (JI, PU, LI) - do revision sheets (LI)	
2. Changes of substances (3 lesson plans)	- Two types of changes are physical and chemical changes. - Changes in the appearance of a substance, but not what it is made of, are called physical changes. - Changes of state (i.e melting, freezing, vaporization, condensation, and sublimation),	Scientific literacy: - identify types and differences of changes of substances both physical and chemical changes - observe, investigate, and compare the results of changing state, dissolution, and chemical changes - identify solvent and solute in solution Language abilities: - read articles related to changes of substances	Engagement - observe changes when the candle melts (SU) Operation - do experiment and discuss on changing states of water when it gained or loosed of heat (PU, JI) - write a diagram about change of state of water (LI)	6

TABLE 6 (continued)

Unit	Expected learning outcomes		Examples activity	Periods
	Content	Learning performance		
	and formation of mixtures are physical changes - - Chemical changes occur when two or more substances are combined and changed into new substances with new properties. - Changes of substances have an impact on life and environment.	and the impact of its changes - pose questions that lead to investigations - discuss the impact of changes of substances on living thing and environment - draw a diagram of changing state - summary the concept of substance changes using mind mapping	- give examples of natural phenomena that occurs from water change its state (JI) - read a science cartoon on "energy and changes of state" and answer the questions (SU, JI,) - discuss about vaporization and sublimation (JI, LI) - discuss and write about benefits and impacts of physical changes on living things and the environment (JI, LI) Evaluation - write other examples and explain when substances change their states using diagram or other graphic organizers (LI) Engagement - observe and predict solutions in four bottles (SU) - predict solubility of substances in water (SU, JI, LI)	

TABLE 6 (continued)

Unit	Expected learning outcomes		Examples activity	Periods
	Content	Learning performance		
			Operation - test the assumption and draw conclusions about solubility of substances in water (PU) - identify solute and solvent in three states of solution (SU, JI, LI) - construct explanations about making mixture which is a physical change (LI) - investigate and study factors that effect on solubility of substances in water using sugar as example (SU, JI, PU, LI) - share ideas and discuss other examples derives from making mixture in daily life (JI, PU) Engagement - observe and identify differences between cutting or burning paper (SU, JI) - read and underline statements that explain a new formation relates to chemical change (SU, JI, LI)	

TABLE 6 (continued)

Unit	Expected learning outcomes		Examples activity	Periods
	Content	Learning performance		
			Operation - do experiment by dropping iodine solution into corn powder and observe chemical changes (PU) - compare and write differences between physical and chemical changes (JI, LI) - read about chemical reaction that causes tooth cavity in the "science thinking frame" and circle statement that shows the chemical changes (SU) - share ideas and write methods to protect tooth cavity (JI, LI) - read a science cartoon on "When the world gets hot" and pose 10 questions from the reading passage and ask other groups each group (PU) - read an article about carbon dioxide sources (i.e. industry, power plant, cars) and paint in the circle diagram (SU)	

TABLE 6 (continued)

Unit	Expected learning outcomes		Examples activity	Periods
	Content	Learning performance		
			Evaluation - write an essay in a topic of "impacts of physical change or chemical change on human lives" (JI, LI) - draw a concept mapping about the concepts of changes of substances (JI, LI) - do revision sheet (LI)	
3. Separation of substances (2 lesson plans)	- Homogeneous and heterogeneous mixtures - separation methods(, sieving, precipitation, filtering, sublimation, and evaporation)	Scientific Literacy: - identify types of mixtures discuss and explain methods for separating substances from mixtures - plan for separating homogeneous and heterogeneous mixtures Language Abilities: - read and comprehend science texts conduct experiments according to the developed plan correctly communicate data, ideas, and opinions to others clearly	Engagement - observe and propose methods to separate a mixture of rocks, leaves, and sea water (SU, JI, LI) Operation - read and conclude methods for separating heterogeneous substances (SU, JI) - design experiments and select tools for separating mixtures (PU, LI)	3

TABLE 6 (continued)

Unit	Expected learning outcomes		Examples activity	Periods
	Content	Learning performance		
		- construct mind mapping about concept of separation of mixtures pose questions that lead to investigation and discussion	- compare results with other groups and choose the method that is the most appropriate (JI, LI) - read a story on "my water filter" , highlight on tools and ways to build a simple water filter (SU) - build a water filter model and investigate how it works (PU) - propose a separating method to extract salts from sea water and investigate whether its work(JI) - read methods for separating homogeneous mixture (PU) - evaporate salt water and observe changes (PU) Evaluation - select appropriate methods for separating a mixture of sands, rocks, shells, leaves, and sea water (JI, LI)	

TABLE 6 (continued)

Unit	Expected learning outcomes		Examples activity	Periods
	Content	Learning performance		
			- draw a concept mapping about the concepts of separation of mixtures (JI, LI) - do revision sheets (LI)	
4. Substances used in daily life (2 lesson plans)	- Substances used in daily life such as food seasoning, food coloring, cleaning substances, insecticides and pesticides - the use of chemical substance in everyday live appropriately and safely	Scientific Literacy: - classify types of substances used in daily life using their properties and application criteria - discuss about the application of substances used in daily life correctly and safely investigate acidic and basic properties of substances Language Abilities: - read, survey, and discuss the information appeared on the product labels - communicate data and ideas to others - pose questions that lead to investigation and discussion	Engagement - write examples of goods found in supermarket (i.e. family mart, 7-11), then, classify them using state, types of substances, and utilization as criteria (JI, LI) Operation - read and compare the information on labels of substance used in daily life (SU, LI) - discuss the utilization of substances used in daily life (JI, LI) - write methods for selecting and using those substances correctly and safely (LI) - investigate acidic and basic of substances used in daily life (PU)	4

TABLE 6 (continued)

Unit	Expected learning outcomes		Examples activity	Periods
	Content	Learning performance		
			- read and answer questions about testing acidic and basic of substances - draw conclusions about acid and base properties (LI) Evaluation - write a diagram to describe about "substances used in daily life" (LI) - do revision sheets (LI)	

Second, design learning process and activities. The purposes of the developed learning units are to improve students' scientific literacy and language abilities, so the Philosopher's Heart Principle was used as a guided learning principle. The learning activities would encourage students to read printed science materials, observe discrepant events, and talking about science issues which called "SU". Then, students would make an investigation; solve the problem, making decision about science activities which called "JI". During students are doing SU and JI activities they would come up with a question so the students would ask questions which called "PU". Next, students would investigate to answer their questions by engaging in hands-on and mind-on activities, i.e. experiment, demonstration. Finally, students will come up with the conclusion or the concepts they learn, so the last step, students will communicate what they thought by writing in a variety form, i.e. mind map, graphic organizer, journal writing. The writing activities is called "LI" would integrated into the learning process which consisted of three steps are engagement, operation, and evaluation.

Engagement is the step of starting new lessons and checking prior knowledge. During this step, learners are stimulated in their motivation and interest using many methods of introduction such as talking, questioning or even doing an activity. Students' prior knowledge and understanding also examined before starting the new lesson.

Operation is the step of learning in action. During this step, students practice science processes and language skills. The students learn how to pose investigative questions, identify variables, and also plan and conduct experiments. In addition, they also use language skills such as reading, writing, thinking, questioning in order to assist them learn science meaningfully. The learning activities included both minds-on and hands-on activities.

Evaluation is the step of summarizing concepts and checking students' knowledge and understanding. The students can review and examine their prior knowledge with new knowledge and also link this knowledge to new situations. In this step, teachers can assess student's performance in scientific application by facing them with the new problems that are relevant to the concepts they have learned. Taking a test is sometimes used in order to keep students' performance record. Any feedback from the students can demonstrate their understanding and may help teachers decide to repeat or continue to the next lesson.

Each learning step was operated in circle and also used learning activities based on the Philosopher's Heart Principle as shown in FIGURE 10.

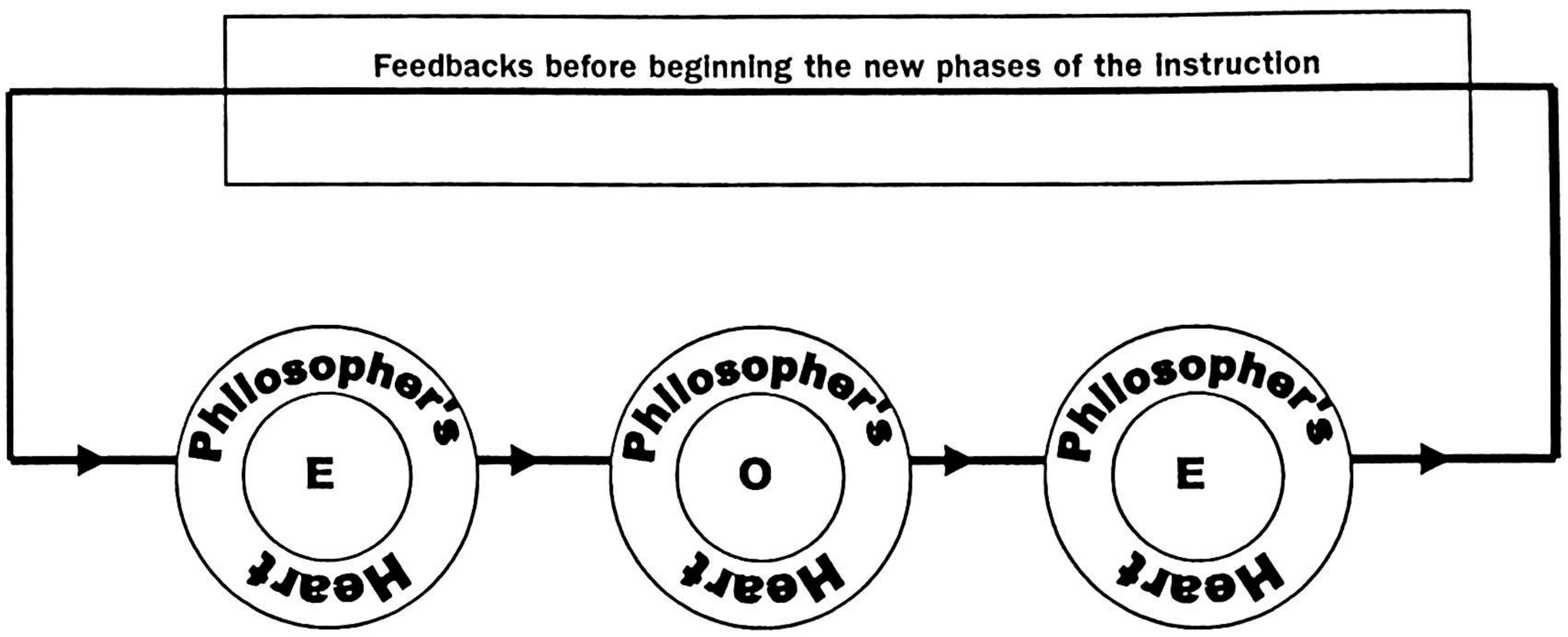


FIGURE 10 THE LEARNING PROCESS FOR SCIENCE LEARNING UNITS FOLLOWING THE PHILOSOPHER'S HEART PRINCIPLE

The learning units composted of a teacher's guidebook and student's learning worksheet.

Step 2: Validating the science learning unit draft.

The researcher offered the learning unit draft to the three advisors in order to check the appropriateness, precision, accuracy, and ambiguity. The comments and suggestions would use to revise the learning units before sending to the experts.

Step 3: Evaluating the science learning unit draft.

Three experts were asked to examine the learning units using two evaluation forms were the internal consistency and the appropriateness (See Appendix A) which adapted from Numphon Koocharoenpisal, 2005. The three experts were one science curriculum in elementary grades specialist, one Thai language curriculum and instruction specialist, and one elementary school science teacher.

The internal consistency of the learning unit was divided into 4 issues: 1) the consistency of the principles of the learning units with the goals, the content and the instructional process 2) the consistency of the goals of the learning units with the content, the instructional process, and the assessment and evaluation 3) the consistency of the content of the learning units with the instructional process, the instructional materials, and the assessment and evaluation and 4) the consistency of the instruction process with the instructional materials and the assessment and evaluation. The format of consistency evaluation form was a three-point rating scale questionnaire ranging from consistent, not sure, and inconsistent and provided space for additional opinions where the experts can express ideas, comments and suggestions. The components of the learning units have internal consistency if the Index of Consistency (IOC) is higher than 0.5.

The appropriateness of the lesson plans was evaluated in the topic of the characteristic of the lesson plans, the quality of the lesson plans, the suitability of content, the appropriateness of language and wording, and the internal consistency of the learning units. The lesson plan evaluation form was five-point rating scale of questionnaire ranging the level of the appropriateness from very high level, high level, moderate level, low level and very low level. The space for additional opinions also provided for the experts to express ideas, comments and suggestions. The draft learning units was appropriate if the mean score from the lesson plan evaluation form is higher than 3.51. The learning units' evaluation form used in this study is shown in Appendix B. After analyzing the consistency and the appropriateness of the learning units, the results were shown in Appendix D.

1.2.2 A scientific literacy and language abilities test

The scientific literacy and language abilities test was used to assess students' scientific literacy, reading ability, and writing ability. The test consists of two sections, which the first section was multiple choices items used for evaluated the scientific literacy and reading ability test, and the second section was an essay test used for evaluated a writing ability. The process of constructing the test is described in details below:

Step 1: Analyzing the content, learning outcomes, and the concepts of Matter and Properties of Matter.

The content composed of properties of matter, change of substance, mixture separation, and the use of substances in daily life safely. The learning outcomes aim to identify the knowledge and ability of the students in the scientific literacy and language abilities according to the content.

Step 2: Studying basic data in order to construct the scientific literacy test and language abilities test

Literatures about the construction of scientific literacy test and language abilities test were reviewed, for examples, learning assessment techniques (Luan Saiyod; & Angkhana Saiyod. 2000), ways to construct scientific literacy tests (OECD. 2006, MCEETYA. 2008), and ways to construct reading and writing ability tests (IPST. 2008).

Step 3: Constructing the test.

For scientific literacy and reading ability test, three dimensions of scientific literacy were assessed: 1) Explaining phenomena scientifically 2) Identify scientific science issues and 3) Using scientific evidence. The two dimensions of reading ability were

retrieving information and interpretation. The test consists of 40 items, each of which has three alternatives and one correct answer.

For writing ability test, the test was a writing essay and the topic of an essay is "Destroyed the nature." In this essay, students need to write between 200 – 250 words. Writing ability was assessed in four dimensions which are story ordering, idea communicating, word spelling, and picture narrating.

Step 4: Validating the test. A test draft was sent to the three dissertation advisors in order to evaluate appropriateness, precision, accuracy, and ambiguity of wording. The comments and suggestions were used for revised the test before sending to experts

Step 5: Examining and verifying content validity, accuracy, language and wording by five experts. The revised version was sent to five experts to check the validity. The quality of the test, measured with the Index of Consistency (IOC) for value. If the Index of Consistency (IOC) of each test item is higher than 0.5 the test item can be used in the test. The result of the IOC value showed that all test items were appropriate for use in the test (See Appendix D).

Step 6: The test were piloted by 45 seventh grade students (one classroom) at Wat SawetChat School to find the item difficulty (p) and item discrimination (r). Only the items with the p index between 0.20 – 0.80 and the r index above 0.20 were selected. The reliability of the scientific literacy and language abilities test was determined by using the Kuder-Richardson 20 for the first part and the Pearson correlation factors between the researcher and a teacher for the second part. They were 0.74 and 0.89, respectively.

The scientific literacy and language abilities test is shown in Appendix F.

1.2.3 Developing a student opinion towards the instruction questionnaire

The purpose of constructing the student opinion towards the instruction questionnaire was to gather data regarding the student opinion, of the experimental group, after implementing the science learning units. Any feedback, comments and suggestions were considered in order to improve the quality of the learning units, lesson plans, and instructional materials. The process of constructing the questionnaire is described as following:

Step 1: Study documents that related to construction of a questionnaire. The literatures about the opinion questionnaire were reviewed, for examples,

Step 2: Construct the questionnaire. The questionnaire consisted of three sections: Section one was the general information of the students (e.g. sex, age). Section two was 13 items five-point scale Likert questionnaire, ranging from strongly agree, agree, moderate, disagree, and strongly disagree. The statement in each item was asking about student feelings' towards the learning activities, instructional techniques and instruction materials. This questionnaire adapted from the student opinion questionnaire developed by the Department of General Education, the Ministry of Education (1999. 45). Section three was provided space for student to describe their impressions towards the learning units.

Step 3: Verify the questionnaire by the three advisors. The questionnaire was checked by three advisors to see its appropriateness, i.e. the format, the accuracy of the statement, and wording.

Step 4: Try out the questionnaire. The questionnaire was tried out by 10 sixth grade students while conducting the pilot study in order to check for ambiguity in the language used in the questionnaire and wording. After that, the questionnaire was revised for use in the implementation phase.

The student opinion towards the instruction questionnaire is shown in Appendix C.

1.2.4 Student and teacher opinion towards the learning units interview form

The student and teacher opinions towards the learning units interview form was used to collect data regarding the student opinion, from the experimental group, and participating teacher after implementing the learning units following the Philosopher's Heart principle. Any feedback, comments and suggestions were considered in order to improve the quality of the learning units, lesson plans and instructional materials. The process of constructing the interview form is described as following:

Step 1: Study documents that related to constructing interview form.

The literatures about the construction an interview were reviewed, for examples, a method for constructing the interview form (Luan Saiyod; & Angkhana Saiyod. 2000), and constructing and developing the research tools (Pisanu Fongsri. 2009).

Step 2: Determine elements for interviewing the student and teacher opinions towards the science learning units.

Step 3: Write the draft of the questions for the students' and the teacher's opinion towards science learning units. The questions in the student interview form consisted of 10 questions that asked students about their feelings about the impression on the teacher and

instruction, learning activities, understanding about science, and development of language abilities, comment and suggestion. For the teacher opinion interview form asked about using learning activities based on the Philosopher's Heart principle, problems and solutions during planning the instruction and evaluation, satisfaction towards the learning activities, development of students' scientific literacy and language abilities, applying these learning units to other topics, and teacher's confidence towards using these learning units.

Step 4: Three advisors to validate the questions in the interview forms. The questions in the interview were evaluated by three advisors. After that the questions were revised according to the comments and suggestions.

Step 5: Examine the questions by three experts. The interview form was sent to three experts to give comment and suggestion to improve it. Then, the teacher's opinion interview form was revised by applying comments and suggestions from the experts.

Step 6: Try out the student's interview form. The student's interview form was tried out by three sixth grade students and the teacher during the pilot study in order to check ambiguity the language and wording. After that, the two interview forms were revised for use in the implementation phase.

The student and the teacher opinion toward learning unit interview form are shown in Appendix C.

1.3 Conducting pilot study

The objective of conducting the pilot study was to examine the quality of the draft learning units, the appropriateness of lesson plans, learning activities, and instructional materials. The research design was a quasi-experiment, One Group Pretest-Posttest Design (Ary; et al. 2006: 328) shown in TABLE 7. The research participants were a science teacher and 30 sixth grade students from Wat Sawetchat School, Bangkok, in the second semester of 2010 academic year. These students were from different school as the students in the implementation phase. The research instruments used in the pilot study were science learning units following the Philosopher's Heart principle, scientific literacy and language abilities test, the student's opinion towards the instruction questionnaire and the interview forms. It took ten weeks (3 class periods/ week) to finish the science learning units.

TABLE 7 ONE GROUP PRETEST- POSTTEST DESIGN

Group	Pretest	Treatment	Posttest
E	T_1	X	T_2

Where the symbols are:

E: Experimental Group T_1 : Pretest T_2 : Posttest

X: Instruction using science learning units following the Philosopher's Heart Principle

After completing the pilot study, the researcher gathered the teacher's feedback on problems during the instruction in order to revise the draft science learning units.

Phase Two: Science learning units' Implementation

The science learning units following the Philosopher's Heart principle was implemented in the first semester of 2011 academic year at Wat Phai Ton School, Bangkok. Two classrooms of sixth grade students were used as the experimental group and the control group. Both groups were taught in the same topic, but with different instruction by the same teacher. They also took a pretest and posttest using the same test. Only the experimental group filled out the opinion questionnaire. Some students, of the experimental group, were also interviewed. The framework of the research implementation is shown in FIGURE 11.

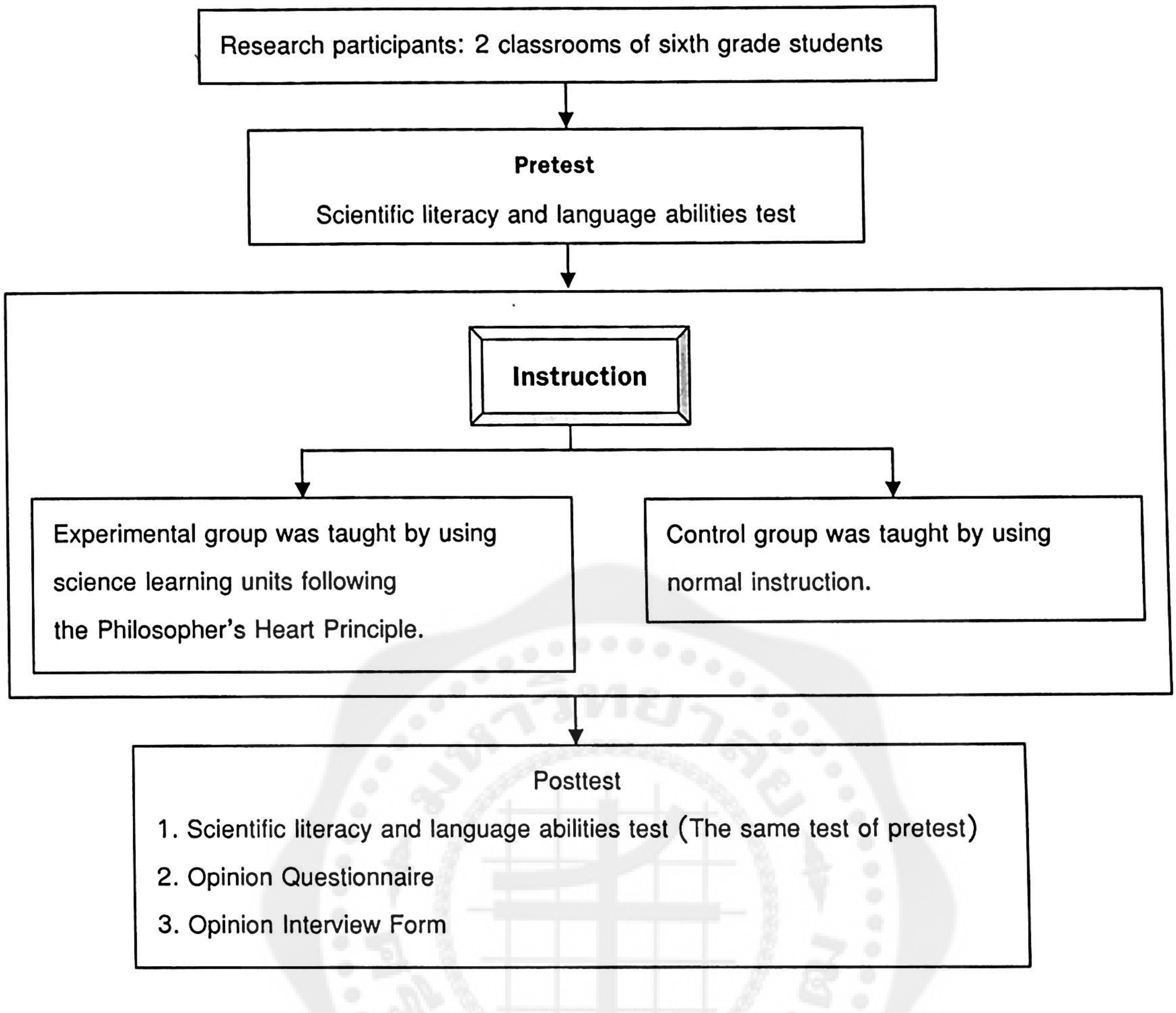


FIGURE 11 FRAMEWORK OF SCIENCE LEARNING UNITS IMPLEMENTATION

The research design, participants, and instruments were discussed below.

2.1 Research Design

The research design of this study was a quasi-experimental design, Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design (Ary; et al. 2006: 341) shown in TABLE 8. The science learning units following the Philosopher's Heart principle served as the independent variable and the measure of students' scientific literacy, language abilities, and student's opinion served as dependent variables. In this design, the experimental and control groups were taught by the same teacher who was trained how to use the learning units and materials before the instruction. The control group was taught by using normal instruction while the experimental group was taught by using the science learning units following the Philosopher's Heart Principle.

TABLE 8 NONRANDOMIZED CONTROL GROUP PRETEST- POSTTEST DESIGN

Group	Pretest	Treatment	Posttest
E	T_1	X	T_2
C	T_1	-	T_2

Where the symbols are:

E: Experimental group C: Control group

T_1: Pretest T_2: Posttest

X: Instruction using science learning units following the Philosopher's Heart principle

This design included a pretest followed by the treatment, and a posttest for each group. Students' scientific literacy and language abilities were assessed by using the scientific literacy and language abilities test. Student's opinion, of the experimental group, was collected by using the opinion questionnaire and interview form.

2.2 Research Participants

The research participants were a science teacher and 62 sixth grade students at Wat Phai Ton School. The participating teacher was a science teacher who normally teaches the unit of Matter and Properties of Matter in sixth grade. Participating students were two classrooms of sixth grade students. The sampling technique used in the implementation was the cluster sampling by which two classrooms were randomly selected from three classrooms by a lottery method. One of them was the experimental group and another was the control group. There were approximately 31 students in each classroom. The two groups did not differ significantly on any demographic variables.

2.3 Research instruments

The research instruments used in the experiment consisted of

1. Science learning units following the Philosopher's Heart principle
2. Scientific literacy and language abilities test
3. Student opinion towards the instruction Questionnaire
4. Student Opinion towards the Learning Units Interview form

Phase Three: Science learning units following the Philosopher's Heart Principle Evaluation

3.1 Data Collection

The researcher contacted the director of Wat Phai Ton School to ask for permission to implement the learning units and collect data. The experiment was implemented in the first semester of 2011 academic year. The participating teacher was trained before using the learning units and conducted the experiment. After introducing and making familiar between the teacher and students, the experimental group and the control group took the pretest. After analyzing the pretest scores of both groups, it was found that there was no significant difference in the scientific literacy score and language abilities score (the data analysis is shown in Chapter 4 : Findings).

During the instruction, the researcher observed and recorded the data about the classroom atmosphere, interaction between student and teacher. At the end of each lesson plan, the teacher provided comments and suggestions in order to keep a record for improving the learning units. The allocation time for the instruction is given in Appendix G.

After finishing the intervention, the experimental group and the control group took the posttest, which was the same test as the pretest. The results of pretest and posttest scores are shown in Appendix I. The experimental group completed the questionnaire to express their opinions towards the instruction and only six students were selected to interview. The students in experimental groups were separated into two groups by sex (15 girls and 16 boys). Three students in each group were selected by cluster sampling, low, medium, and high achievement. One student from each cluster was selected. Finally, the participants for interview were consisted of one low-achieving boy, one low-achieving girl, one medium-achieving boy, one medium-achieving girl, one high-achieving boy, and one high-achieving girl (results from the interview are shown in Chapter 4 : Findings).

3.2 Data Analysis

The data gathered in this study consisted of quantitative and qualitative data. Quantitative data obtained from students' score from the scientific literacy and language abilities test and the student opinion, of the experimental group, towards the instruction questionnaire. Whereas an analysis and interpretation of the qualitative data obtained from observations, student work, and interviews formed the descriptive report.

Statistics used in this study include statistics for testing research instruments and statistics for testing hypotheses.

1. Statistics for testing research instruments

1.1 Descriptive Statistics such as Percentage, Mean and Standard Deviation were used to analyze the scientific literacy test scores, the language abilities test scores, and mean scores from the student opinion towards the instruction questionnaire were computed by using the program of Statistical Package for the Social Sciences for Windows version 16.0 (SPSS for Windows version 16.0).

2. Statistics for testing hypotheses

Statistics for testing hypotheses 1 and 2 was a t-test for independent samples, which was used to determine the mean scores of the pretest and posttest between the experimental group and the control group. In addition, the statistics used to determine the difference mean score within the same group was t-test for dependent sample. All data was analyzed by using the program of Statistical Package for the Social Sciences for Windows version 16.0 (SPSS for Windows version 16.0) considering the statistical significance at .05 level.

After analyzing data on the effectiveness of the learning units was explored according to the following criteria:

1) Students' scientific literacy of the experimental group after intervention is a higher score than that of the control group with a statistically significance difference.

2) Students' language abilities of the experimental group, after intervention, is a higher score than that of the control group with a statistically significance difference.

3) Students' opinion, of the experimental group, towards instruction shows mean scores at the high level.

CHAPTER 4

FINDINGS

The purpose of this study was to develop the science learning units following the Philosopher's Heart Principle for sixth grade students and evaluate the effectiveness of the developed learning units. This chapter contains the results of science learning units' development, the science learning units' implementation, and the science learning units' evaluation in the form of statistical data. Various tables are presented in this chapter along with brief explanations of the data.

The following is a summary of the results from the data collected.

Phase one: The results of the science learning units' development

The results of phase one consist of three sections which are 1) the results of developing science learning units following the Philosopher's Heart Principle, 2) results of learning unit evaluation and suggestions from the experts, and 3) results and changes after conducting pilot study. Each section was discussed as follows.

Section 1: Results of developing learning units

The science learning units following the Philosopher's Heart principle compose of six elements: 1) principles of the learning units, 2) goals of the learning units, 3) instructional process, 4) scope of content, 5) instructional materials, and 6) assessment and evaluation. The details of each component are described as follows:

1) Principle of the learning units

The Philosopher's Heart principle, SU JI PU LI, is used as a guided principle to design learning activities. Learning via this principles students will enhance their language abilities (reading, writing, questioning) and also their conceptual understanding in science. Because the activities using The Philosopher's Hearth principle will encourage students to actively participate in all learning steps and activities, and help students enable to construct science knowledge. Roles of the students and teachers also change. The students behaved as participator to learn intentionally, ask questions when do not understand, practice language and science process skills. They also work in team, share opinions, express their ideas, and share responsibility. Teachers serve as a facilitator that promoted and advised student how to learn and how to improve their abilities.

2) Goals of the learning units

The goals of the learning units were to enhance students' scientific literacy and language abilities, as follows.

Scientific literacy, students will acquire science knowledge and understanding from doing science activities, learn to pose investigative question, develop scientific explanation, design and conduct experiment, interpret data, use results from investigation as evidence for drawing conclusion, and make a decision about the impacts of science and technology on their lives and environment.

Language abilities, students will understand, be able to perform, and apply the knowledge from the reading documents and also communicate ideas to others successfully by using their writing abilities (i.e essay, graphic organizer, and other writing tools)

3) The scope of content

The content of the learning units consisted of four main topics: 1) Properties of matter 2) Changes of substances 3) Separation of mixtures 4) Substances used in daily life. The learning units consisted of nine lesson plans and the teaching time was sixteen class periods (50 minutes per class period) that not include introducing and making familiar with students as well as pretest and posttest. In the properties of matter topic, it focused on states of substance and its properties. In the second topic, changes of substances mentioned to physical and chemical change of substances and results of substance changes on living things and environment. In the third topic, separation mixtures mentioned to types of mixtures and methods for separating mixtures. In the last topic, substances used in daily life focused on types and utilization of substances used in daily life as well as applying those substances appropriately and safely.

4) The learning process

The learning process in these learning units consisted of three steps: 1) Engagement, 2) Operation, and 3) Evaluation. In the engagement step which was the introduction of the new lesson, students were engaged in reading, observing, discussing, and sharing their own prior knowledge. In the operation step, students learned how to investigate data by using language and science process skills. In the evaluation step which is the step of assessing students' understanding, students summarized the knowledge they have learned, compared their prior knowledge to the new knowledge, and applied it to the new situation. In every learning step, students would practice language abilities and also use those abilities in order to help them construct their understanding about science concepts based on the Philosopher'

s Heart Principle (Su, Ji, Pu, Li). In addition, the instructional techniques used in this study were cooperative learning, teaching by questioning, demonstrations, teacher-guided inquiry, and other instructional techniques for the instruction that supported students to read, think, ask, and write.

5) The instructional materials

The instructional materials used in each unit divided into two groups: 1) printed materials and 2) invented materials. Printed materials used in this study were handouts including science content, science tales, science comics, science articles, and worksheets. Invented materials were pictures, science instruments, chemical substances, and other instructional materials for the instruction.

6) The evaluation

The evaluation in these learning units was an authentic assessment which considers student's participation in classroom, students' opinion, reading ability, writing ability, conducting experiment, and presentation by using reliable evaluation form

Section 2: Results and suggestion from the experts

The results of the learning unit evaluation by experts are divided into 2 parts: 1) the learning units' consistency evaluation and 2) the lesson plans' appropriateness evaluation. The results from the data analysis are presented as follows:

1) The learning units consistency evaluation

The draft learning units was evaluated by five experts to check the consistency of curriculum components. After gathering the data, the curriculum evaluation forms were analyzed. The results of the Index of Item Objective Consistency (IOC) from evaluating the consistency of the curriculum components are presented in Table 9.

TABLE 9 THE LEARNING UNITS CONSISTENCY EVALUATION

No.	List of evaluation	IOC	Meaning
1	The principles of the learning units and the goals	1.0	Consistent
2	The principles of the learning units and the content	1.0	Consistent
3	The principles of the learning units and the instructional process	1.0	Consistent
4	The goals of the learning units and the content	1.0	Consistent
5	The goals of the learning units and the instructional process	1.0	Consistent
6	The goals of the learning units and the assessment and evaluation	1.0	Consistent
7	The content of the learning units and the instructional process	1.0	Consistent
8	The content of the learning units and the instructional materials	1.0	Consistent
9	The content of the learning units and the assessment and evaluation	1.0	Consistent
10	The instructional process and the instructional materials	1.0	Consistent
11	The instructional process and the assessment and evaluation	1.0	Consistent

The Index of Item Objective Consistency (IOC) showed scores 1.0 which was higher than the criteria (0.5) as shown in Table 9. This means that every component of the learning units evaluated by experts is consistent with one another.

2) The lesson plans' appropriateness evaluation

The results from evaluating the appropriateness of the lesson plans by experts showed mean scores between 3.33 – 5.00 and standard deviation between 0.00 – 1.00 which means that the appropriateness level of each component of the lesson plans evaluated by experts is at moderate level to very high level. The details are shown in Appendix D.

There were some suggestions of the learning units by experts, which were:

1. Should give the details in the content part that related to science curriculum and students' development and learning experience.

2. Should add more pictures in student's handouts to engage students' interest and extend students' understanding. Also, the language used should suitable for students in this age.

3. Should used a variety types of instructional techniques that promote on critical thinking and science process skills, however, the time consuming need to be concerned and make it appropriate for each activity

4. Should have the worksheet for assessing students' understanding before continue to the next lesson.

Section 3: Results of conducting pilot study

After revising the learning units according to experts' suggestions, the pilot study was conducted to check the possibility of implementing the learning units in real situations of instruction. The pilot study conducted at Wat Sawetchat School in Khlong San district, Bangkok in the second semester of 2010 academic year. The participants were a science teacher who normally teaches science in the fifth and sixth grade, and 30 sixth grade students. The research design was one group pretest-posttest design. The pilot group was asked for taking pretest and posttest. All lesson plans were tried out to check the possibility to classroom use for the learning activities of students. During the instruction, problems of using the lesson plans and the instructional materials were observed and recorded as the data for improvement. The results of the pilot study suggested to improve the learning units in several points as following:

1. Adjust some learning activities regarding time for teaching.

2. Rearrange learning steps in some lesson plans to make it appropriate for students' understanding.

3. Revise wording in handouts and worksheets in order to avoid the ambiguity.

4. Change the distribution of handouts and worksheets to bind them as a student manual in order to solve problem when student lost their handouts.

5. Add more details, examples and exercises in each lesson, and put more pictures and explanation by using famous cartoon characters.

For the pretest-posttest results of the pilot group indicated that after learning through the science learning units following the Philosopher's Heart Principle, students' scientific literacy and language abilities mean scores were significantly increased at the .05 level (see APPENDIX H).

Phase two: The results of the science learning units' implementation

The learning units were implemented with sixth grade students at Wat Phai Ton School located at Phayathai district, Bangkok in the first semester of 2011 academic year. The time for implement the learning units was 18 weeks (54 hours). The subjects were divided into two groups, which were experimental group and control group. The

Nonrandomized Control-Group Pretest-Posttest Design was used in this study to test the effectiveness of the learning units. The data was collected and analyzed in phase 3.

Phase three: The results of the science learning units' evaluation

The results of the study were discussed by separating into 3 issues which are scientific literacy, language abilities, and the students' opinions below.

4.1 Scientific literacy

Students' scientific literacy was assessed by using the scientific literacy and language abilities test two times, pretest and posttest. The scientific literacy test consisted of 19 test items (19 points) and used to measure students in the experimental group and the control group. The mean ($\overline{X}$) and standard deviation (S.D.) of the pretest and posttest scores are presented in TABLE 10. The t-test for independent samples was used to compare the mean scores between two groups. The results showed that the mean pretest score of the experimental group was 8.39 and the control group was 7.39. Also, the students' scientific literacy mean scores, of both groups, in pretest were no significantly difference at the .05 level. After implementing the learning units following the Philosopher's Heart principle, the results of students' scientific literacy were changed. The mean posttest score, of the experimental group, was 12.55 while the control group was 8.35. And, the mean posttest score, of the experimental group, was statistical significantly higher than the control group at the .05 level.

TABLE 10 THE COMPARISON OF STUDENT'S SCIENTIFIC LITERACY MEAN SCORES BETWEEN THE EXPERIMENTAL GROUP AND THE CONTROL GROUP

Test / Group	Pretest					Posttest				
	N	df	$\overline{X}$	S.D.	t	N	df	$\overline{X}$	S.D.	t
Experimental Group	31	30	8.39	2.43	1.567	31	30	12.55	3.34	5.200*
Control Group	31	30	7.39	2.59		31	30	8.35	3.01	

N = number of students

$t_{(0.05;\, df60)} = 1.671$

When the researcher compared the mean pretest and posttest scores within group by using t-test for dependent sample, the result showed that the posttest mean score, of both groups, are significantly higher than the pretest mean scores. However, t-test value, of the experimental group, is much higher than the control group's as shown in TABLE 11. That means both methods of instruction has an effect on improving students' scientific literacy but the instruction based on the science learning units following the Philosopher's Heart Principle has effectiveness better than the normal instruction does. The results of data analysis were shown in TABLE 11.

TABLE 11 THE COMPARISON OF STUDENT'S SCIENTIFIC LITERACY WITHIN GROUP

	Control group					Experimental group				
	N	df	$\overline{X}$	S.D.	t	N	df	$\overline{X}$	S.D.	t
Pretest	31	30	7.39	2.59	2.356*	31	30	8.39	2.43	8.154*
Posttest	31	30	8.35	3.01		31	30	12.55	3.34	

N = number of students

$t_{(0.05;\ df30)} = 1.697$

Then the researcher considered the mean pretest and posttest scores of each dimension in scientific literacy which is Explain Phenomena Scientifically (EPS), Identify Scientific Issues (ISI), and Using Scientific Evidence (USE) within the experimental group. The posttest mean scores are 6.23, 2.23, and 4.10 respectively. Also, the pretest mean scores are 4.26, 1.61, and 2.52. The posttest means scores data in every dimension are statistical significantly higher than the mean pretest scores at the .05 level. The results of data analysis were shown in TABLE 12.

TABLE 12 THE COMPARISON BETWEEN MEAN SCORES OF EACH COMPONENT IN SCIENTIFIC LITERACY WITHIN THE EXPERIMENTAL GROUP

SL Component	N	df	Pretest		Posttest		t
			$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	
EPS	31	30	4.26	1.37	6.23	1.82	6.032*
ISI	31	30	1.61	0.96	2.23	0.99	2.608*
USE	31	30	2.52	1.31	4.10	1.38	5.546*

N = number of students

$t_{(0.05;\, df30)} = 1.697$

Comparing to the control group, the mean posttest scores of EPS, ISI, and USE are 4.55, 1.37, and 2.42 and the mean pretest score are 4.06, 1.33, and 1.97 respectively. The results indicated that there are no differences in every dimension of scientific literacy in the control group. The data analysis was shown in TABLE 13.

TABLE 13 THE COMPARISON BETWEEN MEAN SCORES OF EACH COMPONENT IN SCIENTIFIC LITERACY WITHIN THE CONTROL GROUP

SL Component	N	df	Pretest		Posttest		t
			$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	
EPS	31	30	4.06	1.59	4.55	1.71	1.632
ISI	31	30	1.33	0.96	1.37	1.07	0.162
USE	31	30	1.97	1.30	2.42	1.15	1.674

N = number of students

$t_{(0.05;\, df30)} = 1.697$

As shown in TABLE 12 and TABLE 13, the results concluded that there is an effect of science learning units following the Philosopher's Heart principle on developing student's scientific literacy. The scientific literacy of the students who studied through the science learning units following the Philosopher's Heart Principle is significantly increased in

every dimension but scientific literacy of the students who learned through normal instruction is not significantly increased.

4.2 Language abilities

Students' language abilities were measured by using the scientific literacy and language abilities test. This test consists of 2 parts which are reading ability test (18 points) and writing ability test (20 points). This test was used to measure students' language abilities as the same time as measuring students' scientific literacy. The mean ($\overline{X}$) and standard deviation (S.D.) of the pretest and posttest scores are presented in TABLE 14. The comparison of the mean score between two groups uses the t-test for independent samples, while the comparison within group uses the t-test for dependent sample.

TABLE 14 THE COMPARISON OF STUDENT'S LANGUAGE ABILITIES MEAN SCORES BETWEEN THE EXPERIMENTAL GROUP AND THE CONTROL GROUP

Test / Group	Pretest					Posttest				
	N	df	$\overline{X}$	S.D.	t	N	df	$\overline{X}$	S.D.	t
Experimental Group	31	30	16.87	6.07	0.151	31	30	25.00	5.89	2.544*
Control Group	31	30	16.61	7.36		31	30	21.06	6.32	

N = number of students

$t_{(0.05;\ df60)} = 1.671$

In pretest the results showed that the students' language abilities mean scores, of both groups, were no significantly difference at the .05 level. However, the results of students' language abilities in posttest were changed. That was the mean posttest score, of the experimental group, was statistical significantly higher than the control group at the .05 level. That means the student's learning through the science learning units following the Philosopher's Heart principle has a significantly improvement on language abilities than the students who learn with normal instruction.

When the researcher compares the data within the same group, the mean score, of the experimental and control group, using t-test for dependent sample, the result showed that the posttest mean scores of both groups are significantly increased. The results of data analysis were shown in TABLE 15.

TABLE 15 THE COMPARISON OF STUDENT'S LANGUAGE ABILITIES MEAN SCORES WITHIN THE EXPERIMENTAL GROUP AND THE CONTROL GROUP

	Control group					Experimental group				
	N	df	$\overline{X}$	S.D.	t	N	df	$\overline{X}$	S.D.	t
Pretest	31	30	16.61	7.36	5.384*	31	30	16.87	6.07	13.699*
Posttest	31	30	21.06	6.32		31	30	25.00	5.85	

N = number of students

$t_{(0.05;\ df30)} = 1.697$

Although students' language abilities of each group is increased after studied by different instruction, the difference between pretest and posttest scores of the control group stills much less than the experimental group. That means, within the same time, the science learning units following the Philosopher's Heart principle has effectiveness in promoting student's language abilities better than the normal instruction does.

When the researcher analyzed and compared the mean pretest and posttest scores of language abilities categorized into reading and writing ability. In pretest students' reading ability and writing ability mean scores are 9.87 and 7.19 respectively. In posttest, however, student's mean score of both abilities are increased which are 13.55 and 11.45 respectively. All data results were shown in TABLE 16.

TABLE 16 THE COMPARISON BETWEEN MEAN SCORES OF EACH COMPONENT IN LANGUAGE ABILITIES WITHIN THE EXPERIMENTAL GROUP

Language Abilities	N	df	Pretest		Posttest		t
			$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	
Reading	31	30	9.87	3.04	13.55	2.47	9.807*
Writing	31	30	7.19	4.11	11.45	3.89	7.306*

N = number of students

$t_{(0.05;\ df30)} = 1.697$

The results from TABLE 16 indicated that student's reading and writing ability, of the experimental group, are statistical significantly increased at the .05 level after learning by using the science learning units following the Philosopher's Heart Principle.

However, the researcher did the same method with the control group. The data analysis shows that the mean pretest scores, of student's reading and writing ability are 8.50 and 8.17 while the mean posttest scores are 9.67 and 11.10 respectively as shown in TABLE 17.

TABLE 17 THE COMPARISON BETWEEN MEAN SCORES OF EACH COMPONENT IN LANGUAGE ABILITIES WITHIN THE CONTROL GROUP

Language Abilities	N	df	Pretest		Posttest		t
			$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	
Reading	31	30	8.50	3.58	9.67	3.39	2.006*
Writing	31	30	8.17	4.67	11.10	3.47	4.327*

N = number of students

$t_{(0.05;\ df30)} = 1.697$

As shown in TABLE 16 and TABLE 17, students' language abilities of both groups were significantly increased. However, during the same time of implementation the students in the experimental group have more language development than the control group which

indicates that learning by using the science learning units following the Philosopher's Heart Principle has more effective than normal instruction.

4.3 Opinion

After implementing the learning units, the student opinion, of the experimental group, towards the science learning units following the Philosopher's Heart Principle were collected using the questionnaire and interview form. Participants in the questionnaire were 31 students, a whole class, in the experimental group. The student's opinion questionnaire is the five-point scale Likert questionnaire with 13 statements of evaluation. The mean scores ($\overline{X}$), standard deviation (S.D.) and the result of evaluation are presented in TABLE 18.

TABLE 18 THE STUDENT OPINION TOWARDS THE INSTRUCTION

Statements	Level of opinion		
	$\overline{X}$	S.D.	Interpretation
1. I like the revision of prior knowledge activity.	4.55	0.57	Strongly agree
2. I enjoy doing laboratories, planning experiments, and using science equipments.	4.77	0.56	Strongly agree
3. I like teamwork because it promotes the unity and it let me works with others.	4.45	0.68	Agree
4. I like reading stories, articles, and cartoons that integrate science knowledge in the story for example Energy of changing states, When the world gets hot, Eureka, etc.	4.68	0.54	Strongly agree
5. I like the learning activities that use knowledge from reading to solve problems.	4.58	0.62	Strongly agree
6. I like the tasks that challenge me to calculate, predict, and make decisions.	4.55	0.68	Strongly agree
7. I like the instruction that the teacher gives opportunities to pose questions and solve problems together.	4.52	0.72	Strongly agree
8. I like the instruction that the teacher gives opportunities to discuss and present findings from the experiments.	4.58	0.56	Strongly agree

TABLE 18 (continued)

Statements	Level of opinion		
	$\overline{X}$	S.D.	Interpretation
9. I like the writing tasks, for example writing reports, drawing mind mapping, writing an essay, to communicate the findings to others.	3.97	0.91	Agree
10. I like the instruction that the teacher gives opportunities to be aware of benefits and impacts of changing states of matter on human and environment.	4.61	0.67	Strongly agree
11. I like the PUDCHA-VISATCHANA activity because it helps me evaluate myself before going on the next lesson.	4.58	0.62	Strongly agree
12. I like the instruction that the teacher practices language skills along with science learning	4.58	0.67	Strongly agree
13. I can apply the knowledge to use in daily life.	4.65	0.61	Strongly agree
Overall	4.54	0.67	Strongly agree

Results from Table 18 indicated that the students' opinions toward the instruction showed positive attitude at the strongly agree and agree level. And, the overall of evaluation mean scores were 4.54 which is at the strongly agree level. That means students enjoyed studied through the science learning units following the Philosopher's Heart principle in the very high level.

The student's interview form was offered to six students in order to obtain data about the students' opinion, of the experimental group, towards the science learning units. The interview form composed of 10 open-ended questions which grouped into 6 topics that consist of: 1) teacher's characteristic, 2) impression, 3) learning activities, 4) science understanding, 5) language abilities development, and 6) suggestions. The followings are each student's background.

Participant background

Student A is an eleven year old boy. He is a good guy and has high responsibility but he is quite talkative. He always sits in the back and talks with their classmates, and acts like he was not interested when the teacher taught. However, from the observation, he was enthusiastic and intended to do activities. He was always a leader in working groups. His assignments were delivered on time. His language abilities are good. He could read and

write fluently. His scientific literacy and language abilities scores, after studied through the following the Philosopher's Heart principle, were very good.

Student B is a twelve year old girl. She is a leader of this classroom. She is very nice but she is quite quiet. She was much intended to learning and doing activities. Because she is the cleverest, her team members always propose her as a leader in a group. When other students did not understand about the content or the teacher's command, they always asked her questions. Her scientific literacy and language abilities scores, after studied through the following the Philosopher's Heart principle, were good.

Student C is a twelve year old boy. He is good and responsible. He was interested in, enthusiastic, and intended to participate in learning activities. He could read and write fluently; however, the researcher found that there was a little misspelling words sometime. Sometimes, he asked questions to teacher, shared ideas with his classmates, and deliver tasks. His scientific literacy and language abilities scores, after studied through the following the Philosopher's Heart principle, were moderate.

Student D is a thirteen year old girl. She was very kind and enjoyed to help other people. She always helps teacher to carry a bag and other luggage when the teacher came to class. She was much intended to learning and doing activities. She could read and write fluently so she served as a secretary to record data during conducting experiment in her working groups. Her scientific literacy and language abilities scores, after studied through the following the Philosopher's Heart principle, were moderate.

Student E is a nine year old boy and he is a youngest student who participated in the interview. He is talkative. He was less interested in learning and doing activities. During working in group, he did not help his colleagues until they told him what he should do. When teacher told a whole class to write, he could not do that. The researcher found that he could not read and write fluently. Most of writing assignments were not accomplished and there were a lot of misspelling. He preferred to talk more than to read or write. His scientific literacy and language abilities scores, after studied through the following the Philosopher's Heart principle, were increased but stayed at the low group.

Student F is a ten year old girl. She is good, neat and not a talkative girl. She was a new student in this classroom so she looks quiet. She could read and write. She was much intended to learning and doing activities but she hardly answered questions or shared ideas with classmates. Her assignments were delivered on time. Her scientific literacy and language abilities scores, after studied through the following the Philosopher's Heart principle, were increased but stayed at the low group.

The followings are the interview data of students' opinion towards the science learning units.

Topic 1: Teacher's characteristic

According to the interview, students had positive opinions toward their teacher because the teacher is kind and teaches very well. The teacher uses simple language to communicate to the students so that makes students understand she easily. Also, the teacher always uses various techniques such as questioning, demonstration, experiment, working groups, and so on. For example,

Student B: "The teacher teaches us enjoyably. She often gives us to do experiment with my classmates."

Student D: "The teacher is very kind. She encourages me and my friends to frequently ask questions. She assigns us to do homework and review the lesson that we have learned. Most of the activities are close to our life."

Topic 2: Impression of science learning units following the Philosopher's Heart principle

According to the interview, students had good impressions toward the learning units, especially experiment and reading activity. The use of science stories, comics, and cartoons could engage student's learning. For example,

Student A: "I'm impressed with the student's manual because there are many science stories and cartoons which those reading materials make me enjoy than reading normal science textbooks. Moreover, pictures and illustrations are beautiful and colorful. Content inside is easy to read and easy for self- study"

Student D and E: "we are most impressed with the experiment and reading activities. Also, the content in the science solution frame is very useful."

Student F: "I'm impressed with the instruction that is enjoyable and gives the knowledge in the same time."

Topic 3: Learning activities

According to the interview, students had positive opinions toward the learning activities because these activities were fun and allowed students to do by themselves, to work with others, and to help students understand content better. For example,

Student A: I like experiment activities because they are fun and I could work with my friends. Moreover, the teacher gives me and my friends to read and write a lot. I think they are good for us because it can help some of my friends who do not read and write fluently to practice more. For me, I have a little problem in writing that is sometimes I misspelled a word or lost some letters and vowels and the teacher will circle the wrong words and tell me to correct them."

Student C: "Most of activities are so much fun. I like separation mixtures activity most that is the teacher gave us to design and select appropriate tools to separate different size of beans in the shortest time. It is challenged our team a lot."

Student F: "The activities are fun, especially, doing experiment. I receive the knowledge and also practice reading and writing a lot. In addition, the teacher always asks question and also encourage me and my friends to answer and pose questions."

Topic 4: Understanding about science

According to the interview, overall students evaluated themselves that their understandings are increased after learned though these learning units because there were many tasks and activities support them to learn content, to practice science process skills, and to realize the impacts of physical and chemical changes on human life and on the environment. For example,

Student A: "Yes, I understand the content better because the teacher had experiment activities in every lesson so I can understand what teacher explains. In addition there were a lot of experiments so I can practice observation, using scientific tools, and writing report. Moreover, this subject makes me much concern about the environment, for example, after I have learned the impacts of chemical changes and read a cartoon, when the world gets hot, I realized that some chemical changes have positive effect on our life but some can destroy our nature."

Student B: "Yes, experiments help me understand content better. I can share ideas with my friends and listen to other opinions. Moreover, the teacher had students to present results from the experiment so that task practices me to have more confidence to speak to public."

Student D: "Yes, I think it is increased. I'm interested in and intended to study more. I always delivered assignment on time. When I do not understand the lesson, I will ask my friend and also ask teacher. In the past I do not make conclusions by myself and always wait for teacher conclude but now the teacher gave us to work in group, share ideas,

and try to make conclusion together. When our team delivered our conclusion, teacher would make suggestions and then we would make conclusion again in a whole class."

Student F: 'Yes, experiments allowed me to work in group and help me to understand content better. I like the topic of using substances safely because it is useful. I learned to read food and medicine labels, meaning of the symbol on the labels, and methods of keeping and maintaining danger substances."

Topic 5: Development of language abilities

According to the interview, students thought that their language abilities have improved because they had more chance to practice reading and writing. They read science ideas related to their everyday life context, use graphic organizer in presenting data, and wrote for communicating their thought to classmates. They also thought that these practice are very useful and they can apply to learn other subjects.

Student B: "I like reading stories because they are enjoyable. And, the content in the story relates to the lesson and some knowledge can apply to use in real life. Kha Kin Nam story, for example, is one of the science stories that I like because my friends and I propose ways to help black bird drinks water in a narrow-necked bottle."

Student C: Yes, it is very increased. The teacher assigned me to write a science report, summarize the knowledge what I have learned, and draw concept mapping. I like "the write as you read science" activity because it is very useful and I could apply it to use in other subjects.

Student E: "Yes, I think so. I have a problem with writing. I always write some words incorrectly so teacher tell me what the correct words is until I memorize those words and write them correctly."

Topic 6: Suggestion

Student D: I think there were too many assignments, especially writing tasks, because they are redundant with Thai subject assignments, for example, writing essay, posing a slogan, etc.

In conclusion, the overall students had positive opinions toward science learning units following the Philosopher's Heart principle. Most of responses support the results in the questionnaire. Learning activities were fun, interesting, and allowed students to work with

their friends. Moreover, they encourage students to practice science process and language skills. Students understand science content better and apply the knowledge in their real life.

Teacher's interview

According to the teacher interview, teacher had positive opinions toward the science learning units following the Philosopher's Heart principle. The teacher responses are shown below.

1. I think using Philosopher's Heart principle as a guided principle to design learning process and activities is appropriate and usable. These learning units help students to understand science concept, science process skills, and language abilities. Moreover, there were a lot of stories and cartoons that promote students' interest. Also, students could practice communication skills through speaking and writing which could develop their understanding about science. I think I can apply the learning approach and activities to teach in other contents.

2. Problems I found did not come from using these learning units but they are language problems. I found that students could communicate their ideas by speaking better than writing. Most of writing works did not tell me all they thought, some are misspelling words, and some are lost alphabets and vowels. I observe that the students that spell incorrect words since they were young, they always write those words incorrectly. Thus, my solution is I gathered incorrect words that I found from students' work, shared to the whole class, explained the correct ones, and told students to remind their friends if they did wrong.

3. I am pleased to all components in these learning units. The learning principle, goals, learning outcomes, and role of the teacher shown in the units help I know what the expectation of these learning units are. The learning processes, E-O-E, are easy to follow. It also provides assessment and evaluation forms which are good to be authentic assessment in classroom. Student's manual composed of content which is interesting, up to date and relates to real life; figures and illustrations are colorful; science stories and cartoons stimulate students' reading motivation, experiment activities are fun and challenge students to solve problems.

4. I like the separation mixture activity most because this activity challenges students to design how to select appropriate tools to separate each component in mixtures. This activity can develop thinking skill and also allows students to solve problem by themselves so that students receive both enjoyment and knowledge.

5. I thought these learning units can develop students' scientific literacy and language abilities. As I mentioned earlier, student surely develop their science knowledge and understanding from learning and doing activities. Also, there are experiment activities and language tasks which promote process skills. Moreover, there were stories that have science knowledge inside and cartoons that stimulate student's awareness of science.

In summary, the teacher thought that these learning units are very useful. Students' scientific literacy and language abilities tend to increase after using these learning units. Moreover, she believed that learning process, tasks, and activities in the learning units could apply to teach other units or content, and she will do it.

CHAPTER 5

CONCLUSION AND DISCUSSION

This chapter presents the conclusion, discussion, and recommendations of the study related to the research objectives, hypotheses, and instruments, and methodology.

Objectives of the Study

The objectives of this study are summarized as follows:

1. To develop science learning units following the Philosopher's Heart Principle for sixth grade students

2. To assess the effectiveness of the developed science learning units following the Philosopher's Heart Principle by means of:

2.1 The comparison of scientific literacy between the experimental group using science learning units following the Philosopher's Heart Principle and the control group using normal instruction

2.2 The comparison of language abilities between the experimental group using science learning units following the Philosopher's Heart Principle and the control group using normal instruction

2.3 The student opinion, of the experimental group, towards the instruction using science learning units following the Philosopher's Heart Principle

Research Hypotheses

The hypotheses of this study are summarized as follows:

1. The scientific literacy mean score, of the experimental group, is higher than the control group.

2. The language abilities mean score, of the experimental group, is higher than the control group.

3. The mean score from the student opinions towards the instruction questionnaire is in the high level.

Research instruments

The research instruments used in this study consisted of:

1. Science learning units following the Philosopher's Heart principle
2. Scientific literacy and language abilities test
3. Student opinion towards the instruction Questionnaire
4. Student Opinion towards the Learning Units Interview form

Research Methodology

The research methodology of this study consisted of three phases which are 1) science learning units' development, 2) science learning units' implementation, and 3) science learning units' evaluation. Each phase is described as follows:

Phase One: science learning units' development

In the first phase, the science learning units following the Philosopher's Heart Principle were developed in order to improve scientific literacy and language abilities of sixth grade students. The following are the developing procedures of the science learning units and other research instruments.

1.1 Studying basic data: the researcher studied related documents and literature on science learning units, Philosopher's Heart Principle, scientific literacy development, language abilities development, ways to integrate language instruction into science instruction, basic education core curriculum and national standards, science instruction strategies and evaluation.

1.2. Developing a draft of research instruments: the researcher started to design a draft of science learning units, and then, constructed scientific literacy and language abilities test, and opinion questionnaire and interview form. The science learning units following the Philosopher's Heart principle composed of four learning units. These learning units consisted of 9 lesson plans. The scope of content follows the substance 3: matter and properties of matter. Each lesson plan consisted of 9 topics which are: 1) learning standards, 2) indicators, 3) main concepts, 4) learning objectives, 5) content, 6) materials preparation, 7) instructional process, learning activities and roles of the teacher and students, 8) learning resources, and 9) assessment and evaluation forms (See APPENDIX J). The scientific literacy and language abilities consisted of two parts which are 40 multiple choice test items and one essay. The student's opinion towards the instruction questionnaire is composed of 13 questions. The interview form for collecting the student's opinions towards the learning

units following the Philosopher's Heart principle composed of 8 questions and another interview form for teacher's opinion consisted of 10 questions.

1.3 Validating and evaluating the research instruments: the researcher had offered all draft research instruments to three dissertation advisors in order to obtain comments and suggestions after which those documents were revised. Then, the researcher offered all revised documents and the research instrument evaluation forms to three experts who are: one science educator, one elementary science specialist, and one professor in field of Thai language curriculum and instruction. For the scientific literacy and language abilities test, the researcher also offered them to additional two experts who are a Chemistry content expert and a professor in the field of statistics and research.

1.4 Conducting pilot study: the draft of the science learning units and other research instruments were tried out in order to receive students' response and feedback on the developed learning units. The researcher conducted the pilot study in one classroom of 30 sixth grade students at Wat Sawetchat School, Bangkok in the second semester of 2010 academic year. The time for conducting the pilot study was about 24 periods. After collecting data from the pilot study, all data, comments, and feedback were used to revise the science learning units. The results from conducting pilot data indicated that students' scientific literacy and language abilities were statistical significantly increased at the .05 level (see APPENDIX H).

Phase Two: science learning units' Implementation

In the second phase, the science learning units following the Philosopher's Heart principle was implemented at Wat Phai Ton School, Bangkok for 21 periods in the first semester of 2011 academic year. The research design was Nonrandomized control group pretest-posttest design. The participants were 62 sixth grade students from two classrooms with each classroom composed of 31 students equally. The experimental group studied science through the science learning units following the Philosopher's Heart Principle while the control group studied by using normal instruction. The participating teacher was trained regarding the science learning units before conducting the experiment.

Phase Three: science learning units' Evaluation

The purpose of the last phase is to study how effective the science learning units following the Philosopher's Heart Principle were on students' scientific literacy, language abilities, and opinion. The participants of both groups were asked to take a pretest and posttest by using the scientific literacy and language abilities test. Only participants from the

experimental group were offered a chance to fill out the students' opinion towards the instruction questionnaire and six students were selected to be interview about their feelings, comments, and suggestions towards learning by using the developed science learning units. In addition the researcher also interviewed the participating teacher so as to obtain feedback from the use of science learning units.

Conclusion

The research findings were summarized as follows:

1. Phase one: science learning units development

According to the basic data, the science learning units were developed by using the Philosopher's Heart principle as a guided principle to create instructional process and learning activities. The content and expected learning outcomes based on the Basic Core Curriculum B.E. 2551 (A.D.2008) appeared in the substance 3 for sixth grade students. During developing the learning units, other research instruments, for instance, scientific and language abilities test, student's opinion questionnaire and, interview form were created. When all research instruments were finished, all of them were validated and evaluated by experts. The results from three experts' verification indicated that all components of the science learning units following the Philosopher's Heart Principle are consistent in every item of the evaluation and the appropriateness of level of each component of the lesson plans is between moderate to high level. Moreover, each test item in the scientific literacy and language abilities test was evaluated by five experts and the results indicated that each of them has internal consistency, validity, and accuracy. Then the science learning units were revised and conducted by the researcher in one classroom as a pilot study.

After conducting pilot study, the science learning units were finally composed of nine lesson plans which are properties of matter, changes of substances, separating substances, and substances used in daily life. Each lesson plan consumed 2 - 3 periods. Also, every learning unit followed 3 steps of learning process but it may differ in learning activities related to the concept of each lesson. The instructional strategies used in the learning units composed of various methods, namely, group discussion, experiment, questioning, but mostly emphasized on students' participation. Scientific literacy and language abilities test, student opinion questionnaire, and student opinion and teacher interview forms were tried out. All data from the pilot study was used to revise lesson plan,

research instruments, activities, and instructional materials in order to prepare for implementation.

2. Phase two: science learning units implementation

Science learning units following the Philosopher's Heart principle was conducted based on Nonrandomized control group pretest-posttest design. The independent variable of the study was the science learning units whereas and students' scientific literacy, language abilities, and student's opinion served as dependent variables. The participants were 62 sixth grade students from Wat Phai Ton School, Bangkok who were studying in the first semester of 2011 academic year. The science learning units were implemented for one and half months from the end of May until the first week of July, 2011. All participants were divided into an experimental and a control group using the cluster sampling by which two classrooms were randomly selected from three classrooms by a lottery method. The scientific literacy and language abilities test were used to explore all participants' scientific literacy and language abilities as a pretest. Then both groups were assigned to receive different method of instruction. The control group students learned through normal instruction while the experimental group learned through the science learning units following the Philosopher's Heart Principle. After students of both groups completed the study, the posttest was conducted using the same test. In addition the researcher explored student's opinions, of the experimental group, towards the instruction using the questionnaire. Six participants from the experimental group and participating teacher were interviewed in order to receive their feelings, comments, and suggestions towards the science learning units.

3. Phase three: science learning units evaluation

The purpose of the evaluation phase is to assess the effectiveness of the science learning units by comparison mean score between experimental group and control group. The results are shown as following:

1. The scientific literacy mean score, of the experimental group, is statistical significantly higher than the control group at the .05 level. That means the students who learned through the science learning units following the Philosopher's Heart principle has scientific literacy higher than the students who learned normal instruction. This supported hypothesis 1.

2. The language abilities mean score, of the experimental group, is statistical significantly than the control group at the .05 level. That means the students who learned through the science learning units following the Philosopher's Heart principle has language abilities development higher than the students who learned normal instruction. This supported hypothesis 2.

3. The mean score from the student opinions towards the instruction questionnaire is in the high level. According to the result, the mean score of the student's opinion, of the experimental group, from the questionnaire is at the highest level. They enjoyed studying in every aspect, for examples, learning activities, content, and teacher instruction. This supported hypothesis 3.

Discussion

The following are discussion of the study results

As the results of the use of learning units following the Philosopher's Heart principle, students' scientific literacy and language abilities, of the experimental group, were significantly higher than the control group taught by normal instruction. Students learned though developed science learning units were actively engaged in working in group, sharing ideas, observing phenomena, constructing scientific explanation, designing and conducting experiment, posing questions, using scientific tools, recording data, presenting results, and drawing conclusion which support students for hand-on experiences. These activities could help engage in students' minds the scientific thinking and conceptual understanding in order to achieve scientific literacy (Glynn & Muth. 1994; Holliday et al. 1994). Students also concerned the impacts of physical and chemical changes on their lives and nature could enhance their scientific literacy (Laohaphaibool. 1992). Students also used reading, writing, and questioning skills as learning tools to construct science understanding (Thier. 2002). Having students read science stories, science articles, or even science cartoons is a good approach for children in these ages because it could stimulate student's reading ability, motivation, and thinking process (Guthrie et al. 2008; Guthrie. 2008). Moreover, students engage in developing understanding of science as Glynn and Muth (1994) and Thier (2002) support. When students write about their observations, manipulations, and findings, they examine what they have done and communicate their ideas to others (Klentchy. 2008). Writing tasks such as writing science report, using graphic organizers, posing slogan, drawing concept mapping could promote writing ability and communicative skills (Thier.

2002; Thinnarat kanchanakunchon. 2007). Regarding the science learning units following the Philosopher's Heart principle, the researcher created learning activities and tasks which encourage students' participation in observing and explaining natural phenomena, designing a plan for conducting experiment, using the experiment results for drawing a conclusion, and so on. These activities used in the learning units that corresponded to other research can gradually improve students' scientific literacy and language abilities.

Therefore, students' scientific literacy and language abilities, of the experimental group, after learning through the science learning units following the Philosopher's Heart principle is significantly increased and that is higher than the control group.

Recommendations

There are some of recommendations for teachers and further studies as following.

1. Recommendations for teachers

1.1 As the result of the use of learning units following the Philosopher's Heart principle, students were encouraged to actively participate in reading, writing, and questioning activities that enhance their both scientific literacy and language abilities, so that the teachers could apply this approach to use for promoting their students' scientific literacy and language abilities in other concepts and levels.

1.2 As the result of the use of learning units following the Philosopher's Heart principle, students could develop their scientific literacy and language abilities in all learning achievement group. However, students who have low achievement could not improve their performances as much as they do because they did not speak or could not read and write fluently so that the teachers need to pay more attention to encourage these students communicate as much as possible.

1.3 The scientific literacy and language abilities test, developed by the researcher, related to the topic of matter and properties of matter for grade 6. Thus, if the teachers would like to use this test to evaluate students' scientific literacy and language abilities for other topics, the teachers need to adjust it.

1.4 The learning activities, tasks, and assignments in these learning units need more time consuming than the normal instruction so the teachers need to make decision to select which concepts should be emphasized, and which one should not.

2. Recommendations for further studies

2.1 Because the learning units following the Philosopher's Heart principle were limit studied in Bangkok, for further studies should explore and compare the effects of using these developed learning units between urban and suburban schools. Because the previous study shows that students' scientific literacy in Bangkok schools were higher than students' in vicinity area (Prasong Mateapinitkul. 2005), further studies may try out these learning units to rural area, study the result, and then compare its effectiveness with students in Bangkok.

2.2 As the result of the use of learning units following the Philosopher's Heart principle, students' scientific literacy and language abilities were increased that indicates learning activities related to language practice in these learning units could not only promote students' language abilities, but also promote students' scientific literacy. Thus, further studies may explore the internal relationship between both variables and how they react with each other.

2.3 According to this study which focuses on the effects of the use of developed learning units on students' scientific literacy and language abilities, other dependent variables for examples, science achievement, learning retention, attitude towards science may explored.

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAPHY

American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for All Americans*. New York: author.

Aranya Luechai. (1997). *A comparison of Reading comprehension, Writing Ability, and Attitude towards Thai Language of Sixth Grade Students*. Thesis, M.Ed. (Elementary education). Bangkok: Graduate School, Srinakarinwirot University. Photocopied.

Ary, Donald; et al. (2006). *Introduction to Research in Education*. 7th ed. Belmont, CA: Thomson Higher Education.

Bibliography Pisanu Fongsri. (2009). *Constructing and Developing The Research Tools*. Bangkok: Dansutha Printing.

Binder, M. (2010). *Scientific Literacy Development Tips for Homeschool Teachers*. Retrieved 10 July, 2010, from http://www.articledashboard.com/article.

Brewer, Carol. (2008, March). Scientific literacy in the classroom. Retrieved July 13, 2010, from http://www.actionbioscience.org/education/brewer.html

Bunlue prueksawan. (1995). The New Dimensions in the Teaching of Reading. 3rd ed. Bangkok: Thai Wattanapanich.

Bybee, Rodger W. (1997). Achieving Scientific Literacy: from Purposes to Practices. Portsmouth, NH: Heinemann.

Carin, Arthur A.; Bass, Joel E.; & Contant, Terry L. (2005). Teaching Science as Inquiry. 10th ed. Ohio: Pearson Merrill Prentice Hall.

Charoon Ritdech. (2008, 19 September). SU JI PU LI instruction Research Report. Retrieved 16 July, 2009, from http://skz1.net/news/view.php?qID=423

Chokchai Yuenyong; & Pattawan Narjaikaew. (2009, July). Scientific Literacy and Thailand Science Education. *International Journal of Environmental & Science Education*. 4(3): 335-349.

Chumrongrat Oondee (2004). A Comparison of Writing Ability, Reading Comprehension ,and Attitude towards Thai Language of Sixth Grade Students who have different thinking style Nakhin Pranom Province.Thesis, M.Ed. (Educational Research). Bangkok: Graduate school, Mahasarakham University. Photocopied.

Creech, Janet; & Hale, Gina. (2006, February). Literacy in Science: A Natural Fit Promoting Student Literacy through Inquiry. *The Science Teacher*. 73 (2): 22-27. Retrieved November 15, 2009, from http://science.nsta.org/enewsletter/2007-07/tst0602_22.pdf

Flight Lieutenant Thinnarat Kanchanakunchon. (2007). *Effects of Developed Mathematics Learning Activities Utilizing the Su Ji Pu Li Approach on "Introduction to Calculus" Upon Pre-Cadet Academic Achievement and Communication Skill*. Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Photocopied.

Fulwiler, Betsy R. (2008). *Expository Writing and Science Notebooks*. In National Science Teacher Association 2008 at Portland, OR. (handouts). Portland, OR: n.p. Copy.

Glynn, Shawn; & Muth, Denise. (1994, September). Reading and Writing to Learn Science: Achieving Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*. 31(9): 1057-1073.

Guthrie, John T.; et al. (2006, March-April). Influences of Stimulating Tasks on Reading Motivation and Comprehension. *The Journal of Educational Research*. 99(4): 232-246.

Hand, Brian; & Keys, Carolyn W. (1999, April). Inquiry Investigation: A New Approach to Laboratory Reports. *The Science Teacher*. 66: 27-29. Retrieved 24 June, 2010, from http://www.ci.hs.iastate.edu/scilit/documents/Hand&Wallace.pdf

Hapgood, Susanna; & Palincsar, Annemarie Sullivan. (2007, December-January). Where Literacy and Science Intersect. *Educational Leadership*. 64(4): 56-60.

H.R.H.Princess Maha Chakri Sirindhorn. (1999). *Rattanapinit Nititkarnsuksa: A Lecture in H.R.H.Princess Maha Chakri Sirindhorn*. Bangkok: Princess Maha Chakri Sirindhorn Anthropology Center.

Holliday, William G.; Yore, Larry D.; & Alvermann, Donna E. (1994). The reading - Science Learning – Writing Connection: Breakthroughs, Barriers, and Promises. *Journal of Research in Science Teaching*. 31(9): 877-893.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2010). *Assessment Results PISA 2009 Reading Mathematics and Science*. Bangkok: A-roon Printing.

----------. (2009). *Learning Quality of Thai Students: Synthesis International Student Assessment PISA 2006 and TIMSS 2007*. Bangkok: Seven Printing Group.

----------. (2008). Examples of International Assessment: reading. Bangkok: A-roon Printing.

Klentschy, Michael P. (2008). *Using science notebooks in elementary classrooms*. Arlington, VA: NSTA Press.

Laugksch, R.C. (2000, January). "Scientific Literacy: A Conceptual Overview". *Science Education*. 84(1): 71-94.

Martin, M. O.; et al. (2005). *TIMSS 2007 Science Framework*. Retrieved 10 December, 2009, from http://timss.bc.edu/TIMSS2007/PDF/T07_AF_chapter2.pdf

----------. (2008). *TIMSS 2007 International Science Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Boston, MA: International Study Center, Boston College.

MCEETYA/ National Assessment Program – Science Literacy [NAP-SL]. (2008). *National Assessment Program – Science Literacy Year 6 Report*. Australia: Author. Retrieved 10 February, 2010, from http://www.mceecdya.edu.au/verve/_resources/NAP-ScienceLitYr6Report-2006.pdf

McKee, Judy; & Ogle, Donna. (2005). *Integrating Instruction: Literacy and Science*. NY: Guilford Press.

Miller, J. D. (1998, July). "The Measurement of Civic Scientific Literacy." Public Understanding of Science. 7: 203-223.

Miller, Roxanne Greitz. (2006). Unlocking Reading Comprehension with Key Science Inquiry Skills. *Science Scope*. 30(1): 30-33.

Ministry of Education (Thailand). (2002). *Additional Paper for Basic Education Curriculum B.E. 2544 (A.D. 2001) Science Learning Manuals*. Bangkok: Ministry.

Office of the National Education Commission. (2008). *National Act of B.E.2542 (A.D.1999)*. Bangkok: Author. Retrieved 14 February, 2008, from http://www.moe.go.th/English/edu-act.htm#Chapter%204

National Research Council (U.S.). (1996). *National Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press. Retrieved 22 September, 2009, from http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962&page=22

Norris, Stephen; & Phillips, Linda. (2003, March). How Literacy in Its Fundamental Sense Is Central to Scientific Literacy. *Science Education*. 87(2): 224-240.

OECD/ Programme for International Student Assessment [PISA]. (2006). Assessing Scientific, Reading, and Mathematical Literacy A Framework for PISA 2006. Paris: Author.

----------. (2007). PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World Volume1: Analysis. Paris: Author.

Panrawee Yongyuthvichai. (2005). *Innovation Education Series: Reading Writing Analysis and Synthesis Thinking*. Bangkok: Thailand Institute for the Literacy Promotion and Development.

Pella, M. O.; O'Hearn, G.T.; & Gale, C. W. (1966). Referents to Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*. 4(3): 199-208.

Ponthep Viriyasathaporn. (2010, January-February). Promoting Reading as a National Agenda for Life Long Learning Society. *The book*. 32(8): 23-27.

Prabhasri Yosaphattharapinyo. (2004, 25 August). Teacher Innovation: SU JI PU LI Way to Create Young Inventors. *Kom Chad Luek*. Retrieved May 2, 2009, from http://www.komchadluek.com/news/2004/08-25/stu-14306343.html

Prasong Mateapinitkyul. (2005). *A Study on Scientific Literacy of Grade 9 Students in Bangkok Metropolis and Its Vicinity*. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School, Srinakarinwirot University. Photocopied.

Pratt, W.; & Pratt, N. (2004). Integrating science and literacy instruction with a common goal of learning science content. In *Crossing Borders in Literacy and Science Instruction: Perspectives on Theory and Practice*. pp. 400-405. Newark, DE: International Reading Association.

Roberts, Douglas A. (2007). Scientific Literacy/ Science Literacy. *In Handbook of Research on Science Education*. pp. 729-780. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Romance, Nancy R.; & Vitale, Michael R. (2006). SCIENCE IDEAS: Making the Case for Integrating Reading and Writing in Elementary Science as a Key Element in School Reform. In *Linking Science and Literacy in the K-8 Classroom*. pp. 391-405. Danvers, MA: NSTA Press.

Sakolrat Sawatmul. (2002). *A Study of the Characteristics of Scientific Literacy*. Master thesis, M.Ed. (Teaching Science). Bangkok: Graduate School, Khon Kaen University. Photocopied.

Skuntala Kositchaiwat. (1992). Scientific Literacy of Students in Lower Secondary School, Group of School under the Auspices of General Education Department, Bangkok Metropolis, Group 2. Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Kasetsart University. Photocopied.

Sunee Klainin; Preechan Dechsri; & Ampalika Pramojnee. (2007). Eastern Educational Quality View from International Student Assessment. Bangkok: Seven Printing Group.

----------. (2008). Science Knowledge and Competencies for Tomorrow's World: Report from International Student Assessment PISA 2006. Bangkok: Seven Printing Group.

Thaipost. (2010, 30 June). *Mostly Hundred Thousands of Third Grade Students are not literate*. Retrieved July 2, 2010, from http://www.thaipost.net/news/300610/24219

----------. (2009, 26 February). Lacking of Thai language Ability Influences on Science Achievement. Retrieved December 14, 2009, from http://www.thaipost.net/news/260209/889

Thier, Marlene. (2002). The New Science Literacy: Using Language Skills to Help Students Learn Science. Portsmouth, NH: Heinemann.

Thrin Thunthasedtri. (2009, 29 April). *Philosopher's Heart.* Retrieved 12 April, 2010, from http://lanpanya.com/wash/archives/755#comment-3198

Tuomi, Jan; & Tweed, Anne. (2005). *SCIENCE: A Chapter of the Curriculum Handbook*. VA: ASCD publication.

Ubonrat Ritdech. (2010, 24 May). *A Development of Analytical Thinking Skills by Using SU JI PU LI Instruction*. Retrieved June, 10, from http://www.kroobannok.com/board_view.php?b_id=36424&bcat_id=16

Webb, Paul. (2009, July). Towards an Integrated Learning Strategies Approach to Promoting Scientific Literacy in the South African Context. *International Journal of Environmental and Science Education*. 4(3): 313-334.

Wiroon Tungcharoen. (2009, January-March). SWU with Thai language Khem Khaeng and Love Reading Project. *SWU Vision*. 5(1): 11.

Yager, R.E. (1993). *Promising Practices in Elementary School Science*. Bloomington, IN: Phi Delta Kappa and National Science Teacher Association.

Yager, R.E. (1993). *Promising Practices in Elementary School Science*. Bloomington, IN: Phi Delta Kappa and National Science Teacher Association.

Zales, Charlotte R.; & Ungle, Connie S. (2008, November). Science and Literacy Framework. *Science and Children*. 46(3): 42-45.

Zmach, Courtney C.; et al. (2007, December-January). Infusing Reading into Science Learning. *Educational Leadership*. 64(4): 62-66.

APPENDIX

Appendix A

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย
- รายนามครูผู้ร่วมวิจัยในการทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้ได้ให้ความอนุเคราะห์ตรวจเครื่องมือในการวิจัย ได้แก่

1. นางสาวทิพย์วรรณ สุดปฐม
   ผู้ชำนาญวิทยาศาสตร์ประถม สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. นางสาวรุ่งอรุณ โรจน์รัตนาดำรง
   ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย
   อาจารย์ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายประถม) กรุงเทพฯ
4. รศ. ดร. ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (เกษียณอายุ)
   ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. รศ. นิภา ศรีไพโรจน์ (เกษียณอายุ)
   ภาควิชาวัดผล และ ประเมินผล คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 2 และ 3 ให้ความอนุเคราะห์ตรวจหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับร่าง แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 4และ5 ให้ความอนุเคราะห์ร่วมตรวจแบบทดทดสอบ

รายนามครูผู้ร่วมวิจัยการทดลองใช้หลักสูตร

รายนามครูดังต่อไปนี้ได้ให้ความอนุเคราะห์ ในการนำหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง สารและสมบัติของสาร ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาไปทดลองใช้สอนเพื่อหาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การทดลองใช้นำร่อง (Pilot study)

อาจารย์ เอื้อมพร ปราสาทสูง โรงเรียนวัดเศวตฉัตร สอนวิทยาศาสตร์ห้อง ป.6/3

การทดลองใช้จริง (Implementation)

อาจารย์ ปฐมาภรณ์ แรงกสิกรณ์ โรงเรียนวัดไผ่ตัน สอนวิทยาศาสตร์ห้อง ป. 6/4 (ห้องทดลอง) และป.6/2 (ห้องควบคุม)

รายนามครูผู้ร่วมตรวจให้คะแนนแบบทดสอบการเขียน

อาจารย์ หัทยา โรงเรียนวัดไผ่ตัน สอนภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ประสบการณ์การสอน 7 ปี

Appendix B

- แบบประเมินความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้
- แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้
- ตัวอย่างแบบประเมินแบบทดสอบการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการอ่าน

แบบประเมินความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้

คำชี้แจง

แบบประเมินความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้ใช้ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ อันได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา สื่อการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผล ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง		
		สอดคล้อง (+ 1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)
1	หลักการกับจุดมุ่งหมาย			
2	หลักการกับเนื้อหาสาระ			
3	หลักการกับกระบวนการจัดการเรียนรู้			
4	จุดมุ่งหมายกับเนื้อหาสาระ			
5	จุดมุ่งหมายกับกระบวนการจัดการเรียนรู้			
6	จุดมุ่งหมายกับการวัดและการประเมินผล			
7	เนื้อหากับกระบวนการจัดการเรียนรู้			
8	เนื้อหากับสื่อการเรียนรู้			
9	เนื้อหากับการวัดและการประเมินผล			
10	กระบวนการจัดการเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้			
11	กระบวนการจัดการเรียนรู้กับการวัดและการประเมินผล			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คำชี้แจง

1. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้ใช้ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมด 9 แผน ดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อแผน
1	1 เรื่อง สารและสมบัติของสาร	สมบัติของของแข็ง ของเหลว แก๊ส
2	1 เรื่อง สารและสมบัติของสาร	มวล ปริมาตรและความหนาแน่น
3	2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสาร	การเปลี่ยนสถานะ
4	2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสาร	การละลาย
5	2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสาร	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี
6	3 เรื่อง การแยกสารผสม	การแยกสารเนื้อผสม
7	3 เรื่อง การแยกสารผสม	การแยกสารเนื้อเดียว
8	4 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน	สารกับการใช้ประโยชน์
9	4 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน	สมบัติความเป็นกรด-เบส

2. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด = 5 คะแนน

เหมาะสมมาก = 4 คะแนน

เหมาะสมปานกลาง = 3 คะแนน

เหมาะสมน้อย = 2 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด = 1 คะแนน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ลักษณะภายนอก					
1.1 รูปแบบ					
1.1.1 ปกสวยงาม การพิมพ์ถูกต้อง	.....	.....	.....	.....	.....
1.1.2 ขนาดรูปเล่มกะทัดรัด เหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
1.1.3 เนื้อหาแต่ละตอนมีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	.....	.....	.....	.....	.....
1.1.4 มีขั้นตอนที่แสดงการสอนอย่างมีระบบ	.....	.....	.....	.....	.....
1.1.5 ระบุสื่อการเรียนรู้ได้ชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
1.1.6 มีเครื่องมือวัดและประเมินผลประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน	.....	.....	.....	.....	.....
1.2 คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้					
1.2.1 มีคำชี้แจงการใช้แผนการจัดการเรียนรู้					
1.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ระบุเวลาเป็นรายคาบที่สอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนการสอน	.....	.....	.....	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	.....
1.2.3 แผนการจัดการเรียนรู้ระบุการวัดและการประเมินผลไว้ชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....
1.2.4 แผนการจัดการเรียนรู้อ่านเข้าใจง่าย และสามารถจัดกิจกรรมได้ตามแผน	.....	.....	.....	.....	.....
1.2.5 มีเอกสารอ้างอิงบอกแหล่งที่มาของข้อมูล					
2. ลักษณะภายใน	.....	.....	.....	.....	.....
2.1 เนื้อหาโดยทั่วไป					
2.1.1 ให้ความรู้ทันสมัย					
2.2.2 เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.5 การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่อง	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.6 เนื้อหาอิงการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	.....	.....	.....	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	.....

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
2. ลักษณะภายใน (ต่อ)					
2.2 ความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้					
2.2.1 เนื้อหาตรงตามมาตรฐานและสาระการเรียนรู้แกนกลาง	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.2 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารทางภาษา	.....	.....	.....	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.7 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.8 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.9 สื่อการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.10 สื่อการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางภาษา	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.11 การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.12 การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
2.2.13 การวัดและการประเมินผลเป็นการประเมินตามสภาพจริง	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ผู้ประเมิน _____

วัน/เดือน/ปี _____

แบบประเมินการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ให้ผู้เชี่ยวชาญใช้ในการประเมิน แบบประเมินการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา จุดมุ่งหมายสำคัญของแบบประเมินนี้เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา การใช้คำถาม การใช้ตัวเลือก และความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่วัด รวมทั้งความถูกต้องและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข แบบประเมินการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยมีระดับการประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

แบบประเมินการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางภาษาฉบับนี้ประกอบด้วย 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการอ่าน จำนวน 40 ข้อ ชนิดของคำตอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือกและมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

ตอนที่ 2 แบบทดสอบความสามารถด้านการเขียน จำนวน 1 ข้อเป็นการเขียนเรียงความจากภาพที่กำหนดให้

นิยามเชิงปฏิบัติการ

การรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) หมายถึง การที่บุคคลใช้ความรู้ มโนทัศน์หลักการ ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นตัวช่วยในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้อย่างสมเหตุผล หรือช่วยในการตัดสินใจ รวมทั้งมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์ประเด็นต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ที่อาจส่งผลกระทบต่อตนเอง ชุมชน หรือสังคม

สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พฤติกรรมที่แสดงถึงการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์วัดจากการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์โดย

การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically, EPS) วัดจากความสามารถของผู้เรียนในการ

1. ใช้ความรู้และ/หรือความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆไม่ว่าจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือจากการทดลองที่มนุษย์สร้างขึ้น
2. ทำนายหรือคาดคะเนผลที่อาจเกิดขึ้นบนพื้นฐานของหลักฐาน และประจักษ์พยาน

การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identify Scientific Issues, ISI) วัดจากความสามารถของผู้เรียนในการ

1. ตั้งคำถาม หรือตั้งสมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์
2. ระบุชนิดของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองว่าชนิดใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม หรือตัวแปรควบคุม
3. ออกแบบ หรือวางแผนขั้นตอนการสืบเสาะหาคำตอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Use Scientific Evidence, USE) วัดจากความสามารถของผู้เรียนในการ

1. นำข้อมูล หลักฐาน หรือประจักษ์พยานมาใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างคำอธิบาย หรือเป็นส่วนช่วยในการตอบคำถาม หรือตัดสินใจ
2. แปลผลข้อมูล สร้างข้อสรุป หรือ สร้างรูปแบบจากหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่ตนมี
3. นำเสนอข้อค้นพบของตนผ่านการเขียนในรูปแบบต่าง ๆ

ความสามารถทางภาษา (Language abilities) หมายถึง การแสดงออกของบุคคลในการนำความรู้ ทักษะ ความสามารถในด้านการอ่านและการเขียนมาเป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ พัฒนาสติปัญญา และ/หรือเพื่อติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่น

สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พฤติกรรมที่แสดงถึงการมีความสามารถทางภาษาวัดจากความสามารถด้านการอ่านและความสามารถด้านการเขียนโดย

ความสามารถด้านการอ่าน วัดจากความสามารถของผู้เรียนในการ

1. ค้นสาระจากเรื่องที่อ่าน เช่น อ่านแล้วรู้ว่า ใครทำอะไร ที่ไหน เมื่อใด อย่างไร ซึ่งแบบประเมินฉบับนี้กำหนดให้เป็นความสามารถด้านความรู้ – ความจำ
2. นำข้อมูล สาระที่ได้จากการอ่านไปแปลความ ตีความ และ/หรือขยายความเพิ่มเติม ซึ่งแบบประเมินฉบับนี้กำหนดให้เป็นความสามารถด้านความเข้าใจ

ความสามารถด้านการเขียน วัดจากความสามารถในการเขียนเรียงความจากภาพ โดยกำหนดองค์ประกอบในงานเขียนดังต่อไปนี้ การลำดับความของเนื้อเรื่อง การสื่อความหมาย การสะกดคำ และความสมบูรณ์ของการเขียนจากภาพ ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการดังนี้

1. การลำดับความของเนื้อเรื่อง หมายถึง การเรียบเรียงเนื้อหาในการเขียนให้ต่อเนื่องกัน ไม่สับสน มีข้อความของแต่ละส่วนสัมพันธ์กันตามลักษณะโครงสร้างในการดำเนินเรื่อง
2. การสื่อความหมาย หมายถึงการใช้คำ ประโยค ความหมายของคำ ความหมายของประโยคสื่อสารกับผู้อ่านได้อย่างถูกต้องและเข้าใจได้
3. การสะกดคำ หมายถึงการเขียนพยัญชนะ สระ วรรณยุกต์ประกอบขึ้นเป็นคำหรือประโยคได้ถูกต้องตามหลักภาษาไทย
4. ความสมบูรณ์ของการเขียนจากภาพ หมายถึงการนำรายละเอียดที่ปรากฏในภาพมาเขียนสร้างเรื่องราวได้อย่างสอดคล้องและสัมพันธ์กัน

ตารางวิเคราะห์จำนวนข้อสอบภายในแบบประเมินการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาจำแนกตามด้านการประเมิน

ด้านการประเมิน		ข้อที่	จำนวน(ข้อ)	คิดเป็น (%)
การรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ (EPS)	6, 10, 12, 15, 17, 20, 29, 35, 36	9	36
	การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI)	5, 8, 9, 13, 26, 27, 38, 39	8	32
	การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)	7, 11, 19, 28, 30, 33, 34, 40	8	32
		รวม	**25**	**62.5**
ความสามารถทางภาษา	ความรู้ – ความจำ	3, 4, 16, 18, 21, 22, 24, 25, 32,34,37	11	45.83
	ความเข้าใจ	1, 2, 7, 11, 12, 14, 19, 20, 23, 28, 31, 35, 40	13	54.17
		รวม	**24**	**60**

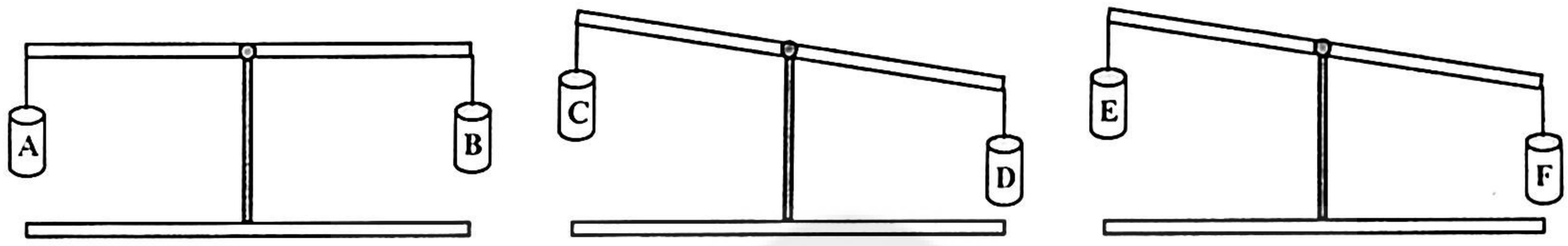
ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง
นางสาว ปุณิกา พระพุทธคุณ
นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

<u>คำชี้แจง</u> ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6 - 9

แก๊สทุกชนิดมีมวล ปริมาตร และต้องการที่อยู่ ถ้าแก๊สชนิดใดหนักกว่าอากาศ จะลอยต่ำกว่าอากาศแต่ถ้าเบากว่าอากาศ จะลอยสูงกว่าอากาศ

การเปรียบเทียบมวลของวัตถุใดๆ ทำได้โดยการนำวัตถุไปแขวนไว้ที่แต่ละด้านของปลายคานด้านที่หนักกว่าปลายคานจะเอียงลง ส่วนด้านที่เบากว่าปลายคานจะยกสูงขึ้น

เจนจิราต้องการเปรียบเทียบมวลของแก๊ส โดยบรรจุแก๊สแต่ละชนิดลงในขวดที่มีมวลและปริมาตรเท่ากัน จากนั้นเธอจึงปิดฝาขวดให้แน่น แล้วนำไปแขวนไว้ที่แต่ละด้านของปลายคานผลการทดลองเป็นไปดังภาพด้านล่าง



<u>หมายเหตุ</u>

ขวดที่ A B และ C	บรรจุแก๊สชนิดที่ 1
ขวดที่ D และ E	บรรจุอากาศ
ขวดที่ F	บรรจุแก๊สชนิดที่ 2

7) จากรูปข้อใดถูกต้อง

ก. แก๊สในขวด D หนักที่สุด

ข. แก๊สในขวด B หนักกว่า ขวด C

ค. แก๊สชนิดที่ 1 หนักกว่า อากาศ

ง. แก๊สชนิดที่ 2 หนักกว่า อากาศ

ประเด็นที่ใช้ในการพิจารณา

ชนิดคำตอบ : แบบเลือกตอบ

เกณฑ์การประเมิน :

ตอบ ข้อ ง. ได้ 1 คะแนน

อื่นๆ ได้ 0 คะแนน

วัดความสามารถด้านการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ : USE

○ เหมาะสม ○ ไม่เหมาะสม

วัดความสามารถด้านการอ่าน : ความเข้าใจ

○ เหมาะสม ○ ไม่เหมาะสม

ความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียนชั้น ป. 6

○ เหมาะสม ○ ไม่เหมาะสม

ภาษา

○ ชัดเจน ○ ปรับปรุง

เฉลย

○ ถูกต้อง ○ ไม่ถูกต้อง

ตัวลวง

○ ดี ○ ไม่ดี

ข้อเสนอแนะ

ระดับความคิดเห็น

○ + 1 ○ 0 ○ - 1

Appendix C

- แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้
- แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้
- แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้สอนที่มีต่อการทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน โดยใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง สารและสมบัติของสาร

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง สารและสมบัติสาร ตามหลักหัวใจนักปราชญ์
2. ขอให้นักเรียนตอบแบบสอบถามนี้ให้ครบถ้วนและตรงกับความเป็นจริง
3. แบบสอบถามฉบับนีมี 3 ตอน คือ

   ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

   ตอนที่ 2 แบบสอบถามแสดงความคิดเห็นแบบเลือกตอบ

   ตอนที่ 3 ความประทับใจที่มีต่อการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ ฯ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

คำชี้แจง โปรดกรอกข้อมูลส่วนตัวของนักเรียนลงในช่องว่างที่กำหนดให้ หรือ ทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน หน้าตัวเลือก

1. อายุ ____ ปี
2. เพศ ชาย หญิง
3. เกรดเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

   0 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4

4. นักเรียนเข้าเรียนรายวิชานี้บ่อยครั้งเพียงใด

   เข้าเรียนสม่ำเสมอ เข้าเรียนเป็นส่วนใหญ่ เข้าเรียนบ้าง แทบจะไม่ได้เข้าเรียน

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้ ฯ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

ข้อที่	ข้อความแสดงความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	เฉย ๆ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่ายิ่ง
1	ฉันชอบกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน					
2	ฉันสนุกกับกิจกรรมการทดลอง การออกแบบการทดลองและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์					
3	ฉันชอบทำงานเป็นกลุ่ม เพราะเสริมสร้างความสามัคคี ทำให้ฉันสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้					

ข้อที่	ข้อความแสดงความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	เฉย ๆ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	ฉันชอบกิจกรรมการอ่านนิทาน บทความ การ์ตูนที่สอดแทรกความรู้วิทยาศาสตร์ เช่น นิทานยูรีกา พลังงานของการเปลี่ยนสถานะ เมื่อโลกร้อน เป็นต้น					
5	ฉันชอบกิจกรรมที่นำความรู้จากการอ่านไปใช้ประโยชน์ เช่น กากินน้ำ เครื่องกรองน้ำของฉัน ไขปริศนามงกุฎพระราชา เป็นต้น					
6	ฉันชอบกิจกรรมที่ฝึกการคิดคำนวณ การทำนาย การแก้ปัญหาและการตัดสินใจ					
7	ฉันชอบที่ครูเปิดโอกาสให้ซักถาม ตั้งข้อสงสัย และร่วมกันคิดวิธีการแสวงหาคำตอบ					
8	ฉันชอบที่ครูเปิดโอกาสให้อภิปรายแสดงความคิดเห็นนำเสนอ ผลการทดลองและข้อค้นพบต่างๆ					
9	ฉันชอบกิจกรรมที่ฝึกการเขียน เช่น รายงานการทดลองแผนภาพความคิด (Mind mapping) คำขวัญ เรียงความ เป็นต้น เพื่อสื่อสารข้อค้นพบ ความคิด และจินตนาการ					
10	ฉันชอบกิจกรรมที่ครูเปิดโอกาสให้แสดงความตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสารที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม					
11	ฉันชอบกิจกรรม “ทบทวนสักนิด ก่อนพิชิตบทต่อไป” เพราะเป็นการสรุปและทดสอบความรู้หลังเรียน					
12	ฉันชอบที่ครูฝึกประสบการณ์และทักษะการใช้ภาษาควบคู่ไป กับการเรียนวิทยาศาสตร์					
13	จากการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ฯ ทำให้ฉันสามารถนำความรู้ไปใช้กับชีวิตประจำวันได้					

ตอนที่ 3 ความประทับใจที่มีต่อการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ ฯ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้

คำชี้แจง

แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง สารและสมบัติสาร โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักหัวใจนักปราชญ์เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา ผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนและบันทึกข้อมูลลงในแบบสัมภาษณ์ฉบับนี้

1. นักเรียนเล่าถึงครูที่สอนวิชานี้ว่าเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีความประทับใจอะไรบ้างในการเรียนวิชานี้

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรในการที่ครูใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ในการสอนวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ช่วยให้นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ได้เข้าใจเพิ่มขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการอ่าน การคิด การถาม และการเขียนเพิ่มขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

8. นักเรียนคิดว่ากิจกรรมใดที่น่าสนใจมากที่สุดในการเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ จงอธิบาย

.....

.....

.....

9. นักเรียนคิดว่ากิจกรรมใดที่น่าเบื่อหรือไม่มีประโยชน์ต่อนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์จงอธิบาย

.....

.....

.....

10. เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงกิจกรรม นักเรียนมีข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเห็นเพิ่มเติมอื่นๆ อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของครูที่มีต่อ
การทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้

คำชี้แจง

แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อการทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สารและสมบัติของสาร โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักหัวใจนักปราชญ์เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา โดยผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์ครูผู้สอนและบันทึกข้อมูลลงในแบบสัมภาษณ์ฉบับนี้

1. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรในการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักหัวใจนักปราชญ์

.....

.....

.....

.....

2. ในการวางแผนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท่านพบปัญหาใดบ้างและแก้ไขอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. ในการประเมินผลการเรียนรู้ท่านพบปัญหาใดบ้างและแก้ไขอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. ท่านพอใจกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักหัวใจนักปราชญ์หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. ท่านคิดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักหัวใจนักปราชญ์สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาได้หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

6. ถ้าท่านต้องสอนวิชานี้หรือสอนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องท่านจะนำวิธีการใด (หรือกิจกรรมใด) ไปใช้บ้าง เพราะเหตุใด และจะปรับปรุงกิจกรรมใดบ้าง เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

7. ท่านคิดว่านักเรียนพอใจกับการเรียนรู้ในวิชานี้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

8. ท่านมีระดับความเชื่อมั่นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักหัวใจนักปราชญ์เท่าใด (วงกลมรอบข้อที่ต้องการตอบ) เพราะเหตุใด

1	2	3	4	5
ไม่มี	มีเล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	สูงมาก

.....

.....

.....

.....

Appendix D

- ตารางผลการประเมินความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา

ตารางผลการประเมินความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม $\sum R$	IOC	แปลผล
		1	2	3			
1	หลักการกับจุดมุ่งหมาย	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2	หลักการกับเนื้อหาสาระ	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3	หลักการกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4	จุดมุ่งหมายกับเนื้อหาสาระ	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5	จุดมุ่งหมายกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6	จุดมุ่งหมายกับการวัดและการประเมินผล	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7	เนื้อหากับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8	เนื้อหากับสื่อการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
9	เนื้อหากับการวัดและการประเมินผล	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
10	กระบวนการจัดการเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
11	กระบวนการจัดการเรียนรู้กับการวัดและการประเมินผล	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตารางผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			$\overline{X}$	S.D.	แปลผล (ระดับความเหมาะสม)
	1	2	3			
1. ลักษณะภายนอก						
1.1 รูปแบบ						
1.1.1 ปกสวยงาม การพิมพ์ถูกต้อง	4	3	3	3.33	0.58	ปานกลาง
1.1.2 ขนาดรูปเล่มกะทัดรัด เหมาะสม	4	4	4	4	0.00	มาก
1.1.3 เนื้อหาแต่ละตอนมีความเหมาะสมกับเวลา ที่กำหนด	4	3	3	3.33	0.58	ปานกลาง
1.1.4 มีขั้นตอนที่แสดงการสอนอย่างมีระบบ	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
1.1.5 ระบุสื่อการเรียนรู้ได้ชัดเจน	4	4	4	4	0.00	มาก
1.1.6 มีเครื่องมือวัดและประเมินผลประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน	4	5	4	4.33	0.58	มาก
1.2 คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	0.00	มาก
1.2.1 มีคำชี้แจงในการใช้แผนการจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	0.00	มาก
1.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ระบุเวลาเป็นรายคาบที่สอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนการสอน	4	4	4	4	0.00	มาก
1.2.3 แผนการจัดการเรียนรู้ได้ระบุการวัดและประเมินผลไว้ชัดเจน	5	4	4	4.33	0.58	มาก
1.2.4 แผนการจัดการเรียนรู้อ่านเข้าใจง่าย และสามารถจัดกิจกรรมได้ตามแผน	5	3	4	4	1.00	มาก
1.2.5 มีเอกสารอ้างอิงบอกแหล่งที่มาของข้อมูล						
2. ลักษณะภายใน	5	4	4	4.33	0.58	
2.1 เนื้อหาโดยทั่วไป	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2.1.1 ให้ความรู้ทันสมัย	4	4	4	4	0.00	มาก
2.1.2 เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์	4	4	4	4	0.00	มาก
2.1.3 เนื้อหาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	4	4.33	0.58	มาก
2.1.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2.1.5 การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่อง						มาก
2.1.6 เนื้อหาอิงการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน						

ตารางผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			$\overline{X}$	S.D.	แปลผล (ระดับความเหมาะสม)
	1	2	3			
2. ลักษณะภายใน (ต่อ)						
2.2 ความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้						
2.2.1 เนื้อหาตรงตามมาตรฐานและสาระการเรียนรู้แกนกลาง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2.2 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2.2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2.2.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย	5	4	4	4.33	0.58	มาก
2.2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถทางภาษา	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2.7 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2.2.8 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2.2.9 สื่อการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2.2.10 สื่อการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางภาษา	4	3	4	3.67	0.58	มาก
2.2.11 การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	0.00	มาก
2.2.12 การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	4	0.00	มาก
2.2.13 การวัดและการประเมินผลเป็นการประเมินตามสภาพจริง	5	4	4	4.33	0.58	มาก

หมายเหตุ

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสมของส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ให้ความหมายดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญท่านที่					รวม	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
2	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
3	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
4	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
5	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
6	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
7	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
8	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
9	1	0	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
10	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
11	1	1	1	1	1	4	1	ผ่าน
12	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
13	1	1	1	1	1	4	1	ผ่าน
14	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
15	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
16	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
17	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
18	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
19	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
20	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
21	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
22	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
23	1	0	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
24	1	0	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
25	1	1	1	-1	1	3	0.6	ผ่าน
26	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
27	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
28	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
29	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
30	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
								ผ่าน
								ผ่าน

ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญท่านที่					รวม	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
31	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
32	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
33	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
34	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
35	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน
36	1	1	1	1	0	4	0.8	ผ่าน
37	1	1	1	1	0	4	0.8	ผ่าน
38	1	1	1	1	0	4	0.8	ผ่าน
39	1	0	1	1	1	4	0.8	ผ่าน
40	1	1	1	1	1	5	1	ผ่าน

หมายเหตุ

- การแปลผลค่าของคะแนนมีความหมายดังนี้
  - 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
  - 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
  - -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จัดว่าเป็นข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ

Appendix E

- ตารางแสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา

ตารางแสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา

ข้อที่	p	r	ข้อที่ใช้ได้	ปรับเป็นข้อที่ (ข้อสอบจริง)	ข้อที่	p	r	ข้อที่ใช้ได้	ปรับเป็นข้อที่ (ข้อสอบจริง)
1	0.60	0.09	-		21	0.30	0.18	-*	22
2	0.75	0.30	/		22	0.45	0.39	/*	23
3	0.85	0.23	-		23	0.49	0.42	/*	24
4	0.69	0.51	/		24	0.41	0.42	/*	25
5	0.59	0.52	/		25	0.81	0.52	/*	1
6	0.34	0.28	/*	6	26	0.74	0.63	/*	2
7	0.38	0.49	/*	7	27	0.82	0.46	/*	3
8	0.26	0.12	-*	8	28	0.74	0.57	/*	4
9	0.31	0.26	/*	9	29	0.45	0.25	/*	5
10	0.58	0.51	/*	10	30	0.73	0.30	/*	12
11	0.27	-	-		31	0.58	0.48	/*	13
12	0.46	0.03	-		32	0.47	0.26	/*	
13	0.47	0.12	-*	14	33	0.49	0.29	/	
14	0.37	0.19	-*	15	34	0.43	0.21	/	
15	0.50	0.12	/*	16	35	0.67	0.39	/*	26
16	0.26	0.33	/*	17	36	0.46	0.57	/*	27
17	0.93	0.21	-*	18	37	0.71	0.55	/*	28
18	0.75	0.19	/*	19	38	0.42	0.31	/*	29
19	0.43	0.48	/*	20	39	0.46	0.27	/*	30
20	0.72	0.33	/*	21	40	0.49	0.36	/	
		0.51							

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถ ทางภาษา เท่ากับ 0.74

หมายเหตุ

- นักเรียนที่ทำข้อสอบ จำนวน 45 คน
- ข้อสอบที่ใช้ได้หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป
- / หมายถึง ข้อที่ใช้ได้ตามเกณฑ์ ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 31 ข้อ
- * หมายถึง จำนวนข้อที่คัดเลือกไว้ใช้สำหรับจัดพิมพ์ข้อสอบจริงซึ่งมีจำนวน 30 ข้อ

Appendix F

- แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา

แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน
   ตอนที่ 1 วัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการอ่าน
   ซึ่งแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบมีทั้งหมด 7 หน้า จำนวน 30 ข้อ เวลา 45 นาที
   ตอนที่ 2 วัดความสามารถด้านการเขียนโดยให้เขียนเรียงความจากภาพที่กำหนด
   ความยาว 15 บรรทัด เวลา 45 นาที
2. ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้แล้วตอบคำถาม โดยพิจารณาจากข้อความที่อ่านเป็นหลัก
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว เช่น

ข้อ	ก	ข	ค	ง
		X		

4. หากต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก ข เป็น ค ทำได้ดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
		~~X~~	X	

5. หากมีข้อสงสัยใด ๆ ให้ยกมือถามผู้คุมสอบ
6. เมื่อนักเรียนทำเสร็จให้ส่งแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบให้ผู้คุมสอบ

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ
ปุณิกา พระพุทธคุณ
นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เฉลยคำตอบ

ข้อ1 ค	ข้อ2 ข	ข้อ3 ค	ข้อ4 ก	ข้อ5 ค
ข้อ6 ก	ข้อ7 ง	ข้อ8 ค	ข้อ9 ง	ข้อ10 ข
ข้อ11 ก	ข้อ12 ก	ข้อ13 ง	ข้อ14 ง	ข้อ15 ข
ข้อ16 ง	ข้อ17 ข	ข้อ18 ค	ข้อ19 ค	ข้อ20 ง
ข้อ21 ก	ข้อ22 ค	ข้อ23 ค	ข้อ24 ก	ข้อ25 ก
ข้อ26 ก	ข้อ27 ง	ข้อ28 ง	ข้อ29 ข	ข้อ30 ค

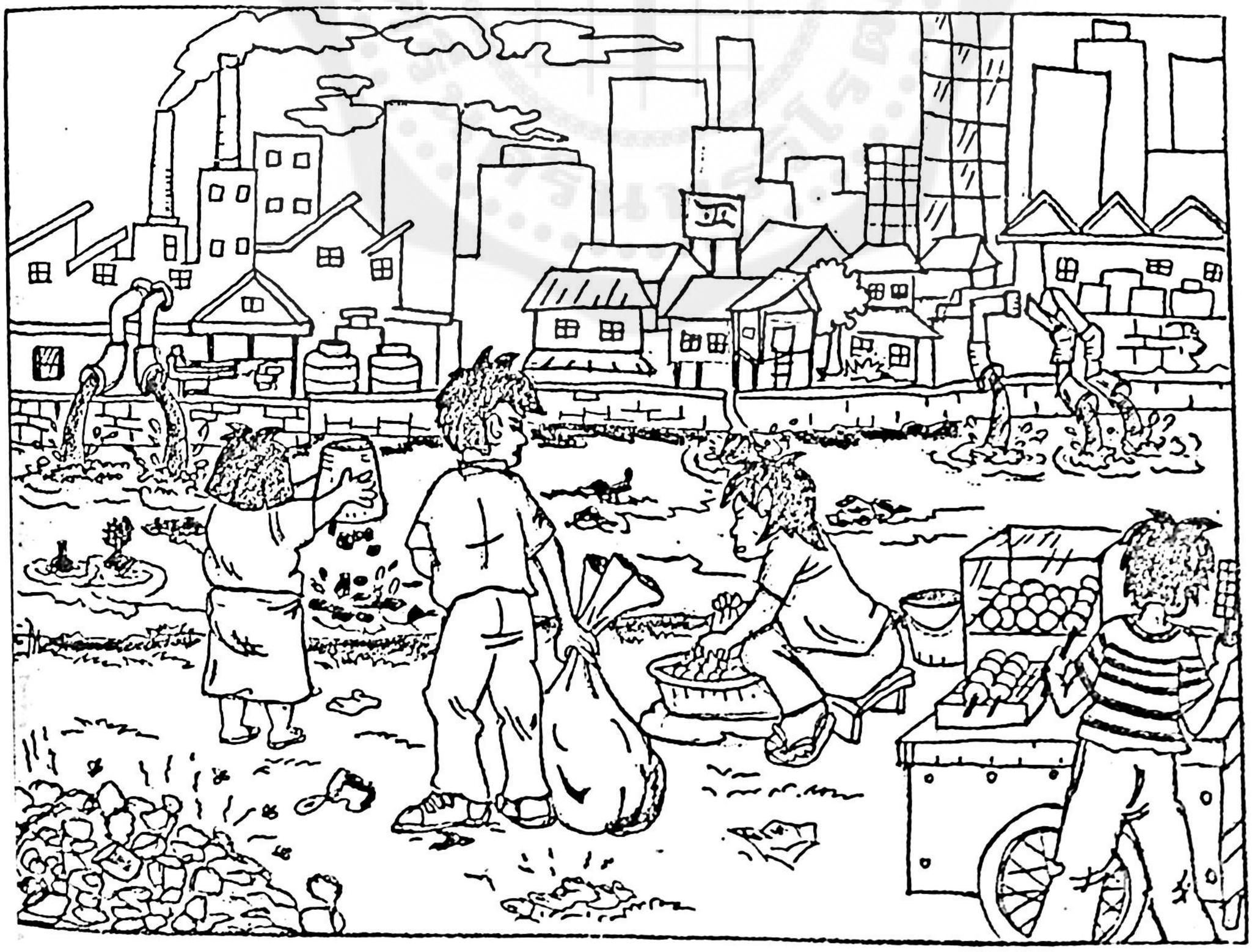
แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเขียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนเรียงความจากภาพที่กำหนดให้ โดยมีความยาวประมาณ 15 บรรทัด โดยให้เวลาทำแบบทดสอบ 45 นาที
2. คะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยพิจาณาจาก

การลำดับความของเนื้อเรื่อง	5	คะแนน
การสื่อความหมาย	5	คะแนน
การสะกดคำ	5	คะแนน
ความสมบูรณ์ของการเขียนจากภาพ	5	คะแนน

ธรรมชาติที่ถูกทำลาย



เกณฑ์การให้คะแนนการเขียนเรียงความ

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนนเต็ม
1. การลำดับความของเนื้อเรื่อง	5
2. การสื่อความหมาย	5
3. การสะกดคำ	5
4. ความสมบูรณ์ของการเขียนจากภาพ	5

เกณฑ์การให้คะแนนการเขียนเรียงความ 20 คะแนน แยกพิจารณาดังนี้

1. การลำดับความของเนื้อเรื่อง 5 คะแนน
   - 1.1 ลำดับเนื้อเรื่องเป็นไปตามลำดับสอดคล้องกันตลอดเรื่อง 5 คะแนน
   - 1.2 ลำดับเนื้อเรื่องเป็นไปตามลำดับสอดคล้องกันเป็นส่วนมาก 4 คะแนน
   - 1.3 ลำดับเนื้อเรื่องเป็นไปตามลำดับสอดคล้องกันเป็นบางส่วน 3 คะแนน
   - 1.4 ลำดับเนื้อเรื่องเป็นไปตามลำดับสอดคล้องกันน้อย 2 คะแนน
   - 1.5 ลำดับเนื้อเรื่องไม่สอดคล้องกัน 1 คะแนน
   - 1.6 เนื้อเรื่องสับสนจับใจความไม่ได้ 0 คะแนน

2. การสื่อความหมาย 5 คะแนน
   - 2.1 สื่อความหมายให้ผู้อ่านเข้าใจได้ชัดเจนตลอดเรื่อง 5 คะแนน
   - 2.2 สื่อความหมายให้ผู้อ่านเข้าใจได้เป็นส่วนมาก 4 คะแนน
   - 2.3 สื่อความหมายให้ผู้อ่านเข้าใจได้เป็นบางส่วน 3 คะแนน
   - 2.4 สื่อความหมายให้ผู้อ่านเข้าใจได้น้อย 2 คะแนน
   - 2.5 สื่อความหมายให้ผู้อ่านเข้าใจได้น้อยมาก 1 คะแนน
   - 2.6 ไม่สามารถสื่อความหมายให้ผู้อ่านเข้าใจได้ 0 คะแนน

3. การสะกดคำ	5 คะแนน
3.1 เขียนสะกดผิด 1 – 2 คำ	5 คะแนน
3.2 เขียนสะกดผิด 3 – 4 คำ	4 คะแนน
3.3 เขียนสะกดผิด 5 – 6 คำ	3 คะแนน
3.4 เขียนสะกดผิด 7 – 8 คำ	2 คะแนน
3.5 เขียนสะกดผิด 9 – 10 คำ	1 คะแนน
3.6 เขียนสะกดผิดมากกว่า 10 คำขึ้นไป	0 คะแนน

4. ความสมบูรณ์ของการเขียนจากภาพ	5 คะแนน
4.1 เขียนถึงสิ่งที่ปรากฏในภาพได้ครบถ้วนและสัมพันธ์กันดีมาก	5 คะแนน
4.2 เขียนถึงสิ่งที่ปรากฏในภาพได้ครบถ้วนแต่ไม่สัมพันธ์กัน	4 คะแนน
4.3 เขียนถึงสิ่งที่ปรากฏในภาพไม่ครบถ้วนแต่สัมพันธ์กันดี	3 คะแนน
4.4 เขียนถึงสิ่งที่ปรากฏในภาพไม่ครบถ้วนแต่สัมพันธ์กันบางส่วน	2 คะแนน
4.5 เขียนถึงสิ่งที่ปรากฏในภาพไม่ครบถ้วนและไม่สัมพันธ์กัน	1 คะแนน
4.6 ไม่เขียนถึงสิ่งที่ปรากฏในภาพ	0 คะแนน

<u>หมายเหตุ</u> การนับคำผิดไม่นับคำซ้ำ

Appendix G

กำหนดการสอนสำหรับผู้สอน

กำหนดการสอนสำหรับครูผู้สอน (การทดลองใช้)
หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จำนวนเวลาเรียนทั้งหมด 21 คาบ (คาบละ 50 นาที)

อาจารย์ผู้สอน อาจารย์ ปฐมาภรณ์ แรงกสิกรณ์ กลุ่มทดลอง ห้อง ป. 6/4

ครั้งที่	วันที่	จำนวนคาบ	กิจกรรม
1	จันทร์ 23 พ.ค. 2554	1	แนะนำหน่วยการเรียนรู้และสร้างความคุ้นเคย
2	อังคาร 24 พ.ค. 2554	2	ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3	จันทร์ 30 พ.ค. 2554	1	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติของแข็ง ของเหลว แก๊ส
4	อังคาร 31 พ.ค. 2554	2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มวล ปริมาตร ความหนาแน่น
5	จันทร์ 6 มิ.ย. 2554	1	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเปลี่ยนสถานะ
6	อังคาร 7 มิ.ย. 2554	2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (ต่อ) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การละลาย
7	จันทร์ 13 มิ.ย. 2554	1	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (ต่อ) และ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารเคมีปนเปื้อนในอาหาร
8	อังคาร 14 มิ.ย. 2554	2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 (ต่อ)
9	จันทร์ 20 มิ.ย. 2554	1	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสม
10	อังคาร 21 มิ.ย. 2554	2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 (ต่อ) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การแยกสารเนื้อเดียว
11	จันทร์ 27 มิ.ย. 2554	1	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน
12	อังคาร 28 มิ.ย. 2554	2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 (ต่อ)
13	จันทร์ 4 ก.ค. 2554	1	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องสมบัติความเป็นกรด-เบส
14	อังคาร 5 ก.ค. 2554	2	ทำแบบทดสอบหลังเรียนและ ทำแบบสอบถามความคิดเห็น

หมายเหตุ

- ข้อสอบสำหรับทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนใช้แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา (เวลา 90 นาที)
- กำหนดการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม
- กำหนดการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนและครูผู้สอนนัดหมายนอกเวลาเรียนโดยผู้สัมภาษณ์จะแจ้งให้ทราบล่วงหน้า 1 สัปดาห์

Appendix H

- ตารางแสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาของนักเรียนกลุ่มศึกษานำร่อง
- ผลการวิเคราะห์คะแนนการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษานำร่อง

ตารางแสดงคะแนนก่อนและหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาของนักเรียนกลุ่มศึกษานำร่อง

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน			นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียน		
	คะแนนการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ (เต็ม 19)	คะแนนความสามารถ ทางภาษา (เต็ม 38)	คะแนนรวม (เต็ม 57 คะแนน)		คะแนนการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ (เต็ม 19)	คะแนนความสามารถ ทางภาษา (เต็ม 38)	คะแนนรวม (เต็ม 57 คะแนน)
1	11	27	38	1	13	27	40
2	2	9	11	2	5	22	27
3	5	19	24	3	11	27	38
4	8	20	28	4	12	26	28
5	6	15	21	5	8	17	25
6	7	15	22	6	13	27	40
7	6	12	18	7	5	22	27
8	13	21	34	8	12	21	33
9	6	22	28	9	8	28	36
10	10	18	28	10	7	22	29
11	6	18	24	11	14	28	42
12	7	16	23	12	8	16	24
13	8	21	29	13	12	32	44
14	10	23	33	14	12	31	43
15	5	17	22	15	7	22	29
16	7	14	21	16	12	21	33
17	7	18	15	17	12	28	40
18	7	22	29	18	11	28	39
19	6	17	23	19	9	27	36
20	5	18	23	20	5	28	33
21	10	23	33	21	10	27	37
22	6	18	24	22	6	24	30
23	7	19	26	23	7	27	34
24	8	12	20	24	8	18	26
25	12	24	36	25	12	28	40
26	10	19	29	26	10	22	32
27	11	28	39	27	11	27	38
28	5	17	22	28	5	17	22
29	8	15	23	29	8	19	27
30	8	24	32	31	10	22	32

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์คะแนนการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษานำร่อง

ตัวแปรที่ศึกษา	N	df	$\overline{X}_{PRETEST}$	$S.D._{PRETEST}$	$\overline{X}_{POSTTEST}$	$S.D._{POSTTEST}$	t
Scientific literacy	30	29	7.63	2.47	10.50	3.16	5.987*
Language abilities	30	29	18.70	4.30	24.37	4.35	7.485*

N = number of students

$t_{(0.05;\ df29)} = 1.699$

Appendix I

- ตารางแสดงคะแนนก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
- ตารางแสดงคะแนนหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
- ตารางแสดงคะแนนก่อนและหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาของนักเรียนกลุ่มทดลอง
- ตารางแสดงคะแนนก่อนและหลังเรียนจากแบบทดสอบความสามารถทางภาษา (ด้านการอ่านและการเขียน) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
- ตารางแสดงคะแนนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง สารและสมบัติของสาร ตามหลักหัวใจนักปราชญ์

ตารางแสดงคะแนนก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียนคนที่	กลุ่มทดลอง			นักเรียนคนที่	กลุ่มควบคุม		
	คะแนนการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ (เต็ม 19)	คะแนนความสามารถทางภาษา (เต็ม 38)	คะแนนรวม (เต็ม 57 คะแนน)		คะแนนการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ (เต็ม 19)	คะแนนความสามารถทางภาษา (เต็ม 38)	คะแนนรวม (เต็ม 57 คะแนน)
1	10	15	25	1	4	11	15
2	7	22	29	2	8	19	27
3	5	17	22	3	7	7	14
4	7	18	25	4	7	11	18
5	10	14	24	5	12	30	42
6	11	16	27	6	7	20	27
7	5	7	12	7	8	18	26
8	8	12	20	8	6	17	23
9	11	24	35	9	7	21	28
10	4	4	8	10	4	12	16
11	13	23	36	11	3	8	11
12	9	24	33	12	4	11	15
13	7	6	13	13	5	2	7
14	6	14	20	14	11	17	28
15	12	21	33	15	6	12	18
16	5	22	27	16	7	21	28
17	7	12	19	17	6	15	21
18	7	7	14	18	7	8	15
19	6	21	27	19	8	12	20
20	11	19	30	20	9	20	29
21	10	26	36	21	10	30	40
22	8	23	31	22	8	15	23
23	7	14	21	23	8	30	38
24	11	26	37	24	5	16	21
25	8	15	23	25	15	30	45
26	11	21	32	26	7	7	14
27	8	11	19	27	5	20	25
28	8	18	26	28	7	18	25
29	13	19	32	29	11	27	38
30	7	21	28	30	7	15	22
31	8	11	19	31	10	15	25

ตารางแสดงคะแนนหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียนคนที่	กลุ่มทดลอง			นักเรียนคนที่	กลุ่มควบคุม		
	คะแนนการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ (เต็ม 19)	คะแนนความสามารถ ทางภาษา (เต็ม 38)	คะแนนรวม (เต็ม 57 คะแนน)		คะแนนการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ (เต็ม 19)	คะแนนความสามารถ ทางภาษา (เต็ม 38)	คะแนนรวม (เต็ม 57 คะแนน)
1	12	22	34	1	5	18	23
2	15	28	43	2	9	24	33
3	10	25	35	3	4	8	12
4	17	30	47	4	6	14	20
5	13	18	31	5	12	27	39
6	15	24	39	6	13	28	41
7	6	20	26	7	6	20	26
8	14	23	37	8	6	17	23
9	17	31	48	9	7	20	27
10	7	14	21	10	6	23	29
11	18	32	50	11	6	14	20
12	16	32	48	12	4	12	16
13	10	13	23	13	3	8	11
14	11	18	29	14	7	24	31
15	12	26	38	15	8	22	30
16	13	30	43	16	7	21	28
17	13	19	32	17	9	22	31
18	12	18	30	18	7	19	26
19	12	29	41	19	10	21	31
20	9	29	38	20	13	27	40
21	16	30	46	21	13	33	46
22	11	29	40	22	8	26	34
23	8	21	29	23	8	30	38
24	18	33	51	24	8	15	23
25	9	15	24	25	14	28	42
26	9	30	39	26	8	13	21
27	14	26	40	27	11	24	35
28	12	29	41	28	9	20	29
29	18	32	50	29	13	25	38
30	9	25	34	30	7	20	27
31	13	24	37	31	12	30	42

ตารางแสดงคะแนนก่อนและหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษาของนักเรียนกลุ่มทดลอง

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน			นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียน		
	คะแนนการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ (เต็ม 19)	คะแนนความสามารถ ทางภาษา (เต็ม 38)	คะแนนรวม (เต็ม 57 คะแนน)		คะแนนการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ (เต็ม 19)	คะแนนความสามารถ ทางภาษา (เต็ม 38)	คะแนนรวม (เต็ม 57 คะแนน)
1	10	15	25	1	12	22	34
2	7	22	29	2	15	28	43
3	5	17	22	3	10	25	35
4	7	18	25	4	17	30	47
5	10	14	24	5	13	18	31
6	11	16	27	6	15	24	39
7	5	7	12	7	6	20	26
8	8	12	20	8	14	23	37
9	11	24	35	9	17	31	48
10	4	4	8	10	7	14	21
11	13	23	36	11	18	32	50
12	9	24	33	12	16	32	48
13	7	6	13	13	10	13	23
14	6	14	20	14	11	18	29
15	12	21	33	15	12	26	38
16	5	22	27	16	13	30	43
17	7	12	19	17	13	19	32
18	7	7	14	18	12	18	30
19	6	21	27	19	12	29	41
20	11	19	30	20	9	29	38
21	10	26	36	21	16	30	46
22	8	23	31	22	11	29	40
23	7	14	21	23	8	21	29
24	11	26	37	24	18	33	51
25	8	15	23	25	9	15	24
26	11	21	32	26	9	30	39
27	8	11	19	27	14	26	40
28	8	18	26	28	12	29	41
29	13	19	32	29	18	32	50
30	7	21	28	30	9	25	34
31	8	11	19	31	13	24	37

ตารางแสดงคะแนนก่อนและหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถทางภาษา (ด้านการอ่านและการเขียน) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน			นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียน		
	คะแนนด้านการอ่าน (เต็ม 18)	คะแนนด้านการเขียน (เต็ม 20)	คะแนนรวม (เต็ม 38 คะแนน)		คะแนนด้านการอ่าน (เต็ม 18)	คะแนนด้านการเขียน (เต็ม 20)	คะแนนรวม (เต็ม 38 คะแนน)
1	10	5	15	1	13	9	22
2	12	10	22	2	14	14	28
3	12	5	17	3	14	11	25
4	11	7	18	4	16	14	30
5	11	3	14	5	14	4	18
6	12	4	16	6	13	11	24
7	2	5	7	7	10	10	20
8	10	2	12	8	15	8	23
9	13	11	24	9	16	15	31
10	4	0	4	10	8	6	14
11	14	9	23	11	16	16	32
12	10	14	24	12	16	16	32
13	5	1	6	13	9	4	13
14	9	5	14	14	12	6	18
15	12	9	21	15	14	12	26
16	10	12	22	16	16	14	30
17	5	7	12	17	10	9	19
18	4	3	7	18	10	8	18
19	11	10	21	19	13	16	29
20	11	8	19	20	14	15	29
21	12	14	26	21	16	14	30
22	10	13	23	22	14	15	29
23	11	3	14	23	10	11	21
24	12	14	26	24	17	16	33
25	11	4	15	25	11	4	15
26	10	11	21	26	14	16	30
27	10	1	11	27	14	12	26
28	12	6	18	28	16	13	29
29	14	5	19	29	17	15	32
30	10	11	21	30	13	12	25
31	6	5	11	31	15	9	24

ตารางแสดงคะแนนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน โดยใช้หน่วยการเรียนรู้เรื่อง สารและสมบัติของสาร ตามหลักหัวใจนักปราชญ์

ข้อที่	ประเด็นการแสดงความคิดเห็น	กลุ่มทดลอง (N = 31)		
		$\overline{X}$	S.D.	การแปลผล
1	ฉันชอบกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน	4.55	0.57	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2	ฉันสนุกกับกิจกรรมการทดลอง การออกแบบการทดลองและ การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์	4.77	0.56	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3	ฉันชอบทำงานเป็นกลุ่ม เพราะเสริมสร้างความสามัคคีทำให้ฉันสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	4.45	0.68	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	ฉันชอบกิจกรรมการอ่านนิทาน บทความ การ์ตูนที่สอดแทรกความรู้วิทยาศาสตร์ เช่น นิทานยูรีกา พลังงานของการเปลี่ยนสถานะ เมื่อโลกร้อน เป็นต้น	4.68	0.54	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5	ฉันชอบกิจกรรมที่นำความรู้จากการอ่านไปใช้ประโยชน์เช่น กากินน้ำ เครื่องกรองน้ำของฉัน ไขปริศนามงกุฎพระราชา เป็นต้น	4.58	0.62	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
6	ฉันชอบกิจกรรมที่ฝึกการคิดคำนวณ การทำนาย การแก้ปัญหาและการตัดสินใจ	4.55	0.68	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7	ฉันชอบที่ครูเปิดโอกาสให้ซักถาม ตั้งข้อสงสัย และร่วมกันคิดวิธีการแสวงหาคำตอบ	4.52	0.72	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
8	ฉันชอบที่ครูเปิดโอกาสให้อภิปรายแสดงความคิดเห็นนำเสนอผลการทดลองและข้อค้นพบต่างๆ	4.58	0.56	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
9	ฉันชอบกิจกรรมที่ฝึกการเขียน เช่น แผนภาพความคิด (Mind mapping) คำขวัญ เรียงความ เป็นต้น เพื่อสื่อสารข้อค้นพบ ความคิด และจินตนาการ	3.97	0.91	เห็นด้วย
10	ฉันชอบกิจกรรมที่ครูเปิดโอกาสให้แสดงความตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสารที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	4.61	0.67	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
11	ฉันชอบกิจกรรม “ทบทวนสักนิด ก่อนพิชิตบทต่อไป” เพราะเป็นการสรุปและทดสอบความรู้หลังเรียน	4.58	0.62	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
12	ฉันชอบที่ครูฝึกประสบการณ์และทักษะการใช้ภาษาควบคู่ไปกับ การเรียนวิทยาศาสตร์	4.58	0.67	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
13	จากการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ฯ ทำให้ฉันสามารถนำความรู้ไปใช้ กับชีวิตประจำวันได้	4.65	0.61	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
	รวม	4.54	0.67	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

หมายเหตุ

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้ให้ความหมายดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อย

Appendix J

ตัวอย่างสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

- แผนการจัดการเรียนรู้
- เอกสารประกอบการเรียน
- ใบบันทึกกิจกรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 / ปีการศึกษา 2554		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสาร	เวลารวม	6	ชั่วโมง/คาบ
แผนที่ 5 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางเคมี	เวลา	2	ชั่วโมง/คาบ
วันที่สอน.....	เวลา.....		
ผู้สอน			

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายสมบัติของสาร เมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือ เกิดสารใหม่

ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

สาระสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทำให้มีสารใหม่เกิดขึ้นและสมบัติของสารใหม่ จะเปลี่ยนแปลงไปจากสารเดิม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายสมบัติของสารเมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
2. อภิปรายถึงประโยชน์และผลกระทบเมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
3. ระบุประเภทการเปลี่ยนแปลงของสารในชีวิตประจำวัน

ด้านทักษะ/ กระบวนการ

1. สังเกต ทดลองและอธิบายเมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
2. เข้าใจในสาระที่อ่าน สามารถปฏิบัติตาม และนำสาระที่ได้จากการอ่านไปใช้ประโยชน์
3. สรุปลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสารโดยใช้แผนภาพความคิด

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. มีความกระตือรือร้น ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน
2. มีความรับผิดชอบ ส่งงานครบตามกำหนดเวลา
3. มีความสามัคคี ยอมรับฟังความคิดเห็น และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

สาระการเรียนรู้

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี เป็นการทำปฏิกิริยาของสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปที่ทำให้ได้สารใหม่ที่มีสมบัติแตกต่างไปจากเดิม เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การเกิดปฏิกิริยาเคมี

สิ่งที่แสดงให้เห็นว่ามีสารใหม่เกิดขึ้น มีดังนี้

1. เกิดตะกอน
2. เกิดฟองแก๊ส หรือ ควัน
3. สีของสารเปลี่ยนไป
4. เกิดกลิ่น
5. อาจมีการเปลี่ยนอุณหภูมิ แสง หรือ เสียงร่วมด้วย เป็นต้น

มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในหลายด้าน เช่น การปรุงอาหารให้สุกด้วยการทอด การย่าง การถนอมอาหารด้วยการหมัก หรือ การดอง การใช้พลังงานจากการเผาไหม้ของถ่านหินหรือน้ำมันเชื้อเพลิง การหลั่งของกรดในกระเพาะอาหารเพื่อช่วยย่อยอาหาร การปล่อยแก๊สออกซิเจน สู่บรรยากาศจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช นอกจากนี้สารใหม่ที่เกิดขึ้นนั้นบางชนิดจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น ยารักษาโรค เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม และ

ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

บางชนิดทำให้ชีวิตสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น เช่น พลาสติก ถ่านไฟฉาย เป็นต้น แต่หากเก็บรักษาอย่างไม่ถูกวิธี หรือใช้อย่างไม่ระมัดระวัง ก็อาจก่อให้ เกิดโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น การระเบิดของโรงงานผลิตดอกไม้ไฟ การระเบิดของถังแก๊สหุงต้ม การระเบิดของโรงงานบ่มผลไม้ การปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่บรรยากาศก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน การเกิดฝนกรด เป็นต้น

การเตรียมล่วงหน้า

1. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน มีดังนี้

1. กระดาษ	1	แผ่น
2. ปากกาเมจิก	1	ด้าม
3. ถ้วยกระเบื้อง	1	ถ้วย
4. ไม้ขีดไฟ	1	ก้าน

2. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกิจกรรม “เปลี่ยนไปไม่เหมือนเดิม” ต่อ 1 กลุ่ม มีดังนี้

1. หลอดทดลองขนาดกลาง	3	หลอด
2. น้ำส้มสายชู	10	มิลลิลิตร
3. สารละลายไอโอดีน	1 – 2	หยด
4. ฟีนอล์ฟทาลีน	1 – 2	หยด
4. น้ำ	20	มิลลิลิตร
5. สบู่ก้อน หรือ สบู่เหลว	1	ช้อนชา
6. ผงฟู	1	ช้อนชา
7. แป้งข้าวโพด	2	ช้อนชา

หมายเหตุ หากไม่มีสารละลายไอโอดีน สามารถใช้สารละลายเบตาดีน หรือ ทิงเจอร์ไอโอดีนแทนได้

ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (คาบเรียนที่ 1)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ใช้เวลา 10 นาที

บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
1. สาธิตการทดลองโดยนำกระดาษ 1 แผ่นมาฉีกออกเป็น 2 ส่วน จากนั้นฉีกกระดาษส่วนที่ 1 เป็นชิ้นเล็ก ๆ สัก 2 – 3 ชิ้นและนำปากกาเมจิกมาเขียนตัวเลขหรือ ตัวอักษรแล้วชูขึ้นให้นักเรียนดู จากนั้นนำกระดาษส่วนที่ 2 ไปเผาไฟจนไหม้เกรียม	1. ดูการสาธิตการทดลอง (สุ)
2. ให้นักเรียนเปรียบเทียบลักษณะของแผ่นกระดาษทั้งสองส่วนแล้วถามนักเรียนว่ากระดาษแผ่นใดที่ยังใช้เขียนได้เหมือนเดิม	2. เปรียบเทียบลักษณะของแผ่นกระดาษทั้งสองส่วนและตอบคำถามว่า กระดาษที่ถูกฉีกออกเป็นชิ้นเล็กยังสามารถนำมาเขียนได้ (จิ,ลิ)
3. อธิบายผลการทดลองดังนี้ กระดาษมีลักษณะเป็นแผ่น สีขาว ใช้สำหรับเขียน เมื่อถูกทำให้เปลี่ยนรูปร่างไป โดยการฉีก ตัด หรือ ขยำ เป็นต้น กระดาษยังคงสมบัติเดิม คือนำไปใช้เขียนได้ แต่เมื่อนำกระดาษไปเผาสิ่งที่เกิดขึ้นคือเถ้ากระดาษ และกลิ่นไหม้ ซึ่งกระดาษถูกทำให้หมดสภาพไปไม่สามารถนำมาเขียนได้เหมือนเดิม จากการทดลองพบว่าการกระทำใดที่ทำให้สารเกิดการเปลี่ยนรูปร่าง หรือ สถานะ แต่สมบัติของสารยังคงเหมือนเดิม หรือสามารถกลับเป็นสารเดิมได้ เรียกการเปลี่ยนแปลงประเภทนี้ว่า การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ แต่หากทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติเดิมไป หรือมีสารใหม่เกิดขึ้น เรียกการเปลี่ยนแปลงประเภทนี้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมี	3. ฟังครูอธิบาย (สุ)
4. ให้นักเรียนอ่านหน้า 21 และขีดเส้นใต้สาระสำคัญที่ได้จากการอ่าน จากนั้นให้พิจารณารูปภาพที่แสดงการเปลี่ยนแปลงทางเคมี พร้อมยกตัวอย่างเช่น การทอดไข่ เมื่อเรานำไข่ไปทอดไข่ดิบจะกลายเป็นไข่สุก และเมื่อไข่สุกแล้วจะไม่สามารถกลับเป็นไข่ดิบได้ การหุงข้าว เมื่อข้าวสุกจะไม่สามารถกลับเป็นข้าวสารได้ และบางปฏิกิริยาจะมีสารใหม่เกิดขึ้น ซึ่งเราสามารถสังเกตจาก ฟองแก๊ส กลิ่น ควัน ตะกอน เป็นต้น	4. อ่านหน้า 21 และขีดเส้นใต้ใจความสำคัญ จากนั้นอภิปรายการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจากรูปภาพหน้า 21 (สุ)

ขั้นดำเนินการ (Operation) ใช้เวลา 30 นาที

บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
1. ให้นักเรียนทำใบบันทึกกิจกรรมที่ 5 และสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติและการทำงานกลุ่ม (ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)	1. ทำกิจกรรมในใบบันทึกกิจกรรมที่ 5 (สุ,จิ,ปุ,ลิ)
2. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง	2. สรุปผลการทดลองดังนี้ หลอดที่ 1 สารละลายไอโอดีนเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีม่วงเข้ม หรือสีดำ หลอดที่ 2 เกิดฟองฟู่ทั่วหลอดทดลองเมื่อเติมผงฟูลงในน้ำส้มสายชู (ลิ)
1. อภิปรายผลการทดลองดังนี้ การเปลี่ยนสี การเกิดฟองแก๊ส เป็นตัวอย่างของสิ่งที่ทำให้เราสังเกตว่ามีสารเกิดขึ้นใหม่จากการทำปฏิกิริยาเคมี ดังนั้นการเผา การปรุงอาหารด้วยการต้ม การทอด การนึ่ง ล้วนเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี	3. ฟังครูอภิปรายผลการทดลอง
2. ให้นักเรียนอ่านหน้า 22 และเปรียบเทียบข้อแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี	4. อ่านหน้า 22 และเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (สุ)

ขั้นประเมิน (Evaluation) ใช้เวลา 10 นาที

บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
ให้นักเรียนทำกิจกรรมหน้า 24 ข้อ 1	ทำกิจกรรมหน้า 24 ข้อ 1 (จิ,ลิ)

ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (คาบเรียนที่ 2)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ใช้เวลา 10 นาที

บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
1. ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า เพราะเหตุใดผู้ใหญ่จึงห้ามไม่ให้เด็กรับประทานขนมหวานเป็นประจำ 2. ให้นักเรียนอ่านหน้า 22 ในกรอบ “คิดสักนิด วิทย์ช่วยแก้” และขีดเส้นใต้ข้อความที่แสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากนั้นร่วมกันเสนอวิธีการป้องกันฟันผุแล้วเติมลงในช่องว่างที่กำหนดให้ (ฝึกการอ่าน-คิด-เขียน)	1. อาจตอบว่าเพราะการขนมหวานเป็นประจำอาจก่อให้เกิดโรคอ้วน และทำให้ฟันผุ (สุ, จิ,ลิ) 2. อ่านหน้า 22 และขีดเส้นใต้ข้อความ ดังนี้ เชื้อโรคเข้าทำปฏิกิริยากับน้ำตาลแล้วผลิตกรดออกมา ซึ่งแสดงว่าสารเกิดปฏิกิริยาเคมี จากนั้นเสนอวิธีการป้องกันฟันผุ เช่น หลังรับประทานขนมหวานควรบ้วนปาก หรือแปรงฟันให้สะอาด หรือ หลีกเลี่ยงการรับประทานขนมหวานเป็นประจำ เป็นต้น (สุ,จิ,ลิ)

ขั้นดำเนินการ (Operation) ใช้เวลา 30 นาที

บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
1. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายร่วมกันประโยชน์และโทษของการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในหน้า 23 2. ให้นักเรียนอ่านเรื่อง เมื่อโลกร้อนในหน้า 62 และ 63 จากนั้นให้สรุปสาระที่ได้จากการอ่าน และทำกิจกรรมหน้า 64 และ 65 (ฝึกการอ่าน-คิด-เขียน)	1. อภิปรายประโยชน์และโทษของการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ดังนี้ การปรุงอาหารให้สุกทำให้ได้รับคุณค่าทางอาหารครบถ้วนและไม่เป็นโรคอุจจาระร่วง การหมักหรือการดองเป็นการถนอมให้อาหารอยู่ได้นานยิ่งขึ้น การเผาไหม้เชื้อเพลิงทำให้เราได้พลังงานมาใช้ประกอบกิจกรรมต่าง ๆ การจุดพลุเฉลิมฉลองมีคุณค่าทางสายตาและทางจิตใจแต่หากประมาทหรือใช้ไม่ถูกวิธี ก็อาจทำให้เกิดอันตรายได้ เช่น การระเบิดของพลุทำให้ร่างกายเกิดแผลพุพอง เป็นต้น 2. อ่านเรื่องเมื่อโลกร้อน จากนั้นสรุปสาระที่ได้จากการอ่าน เช่น ภาวะโลกร้อนเป็นปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิในโลกสูงขึ้นส่งผลให้น้ำแข็งขั้วโลกหลอมละลายเร็วขึ้น และทำให้อากาศเปลี่ยนแปลง ซึ่งสาเหตุเกิดจากมนุษย์ตัดไม้ทำลายป่า สร้างโรงงานอุตสาหกรรม ปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่อากาศ และขับรถเผาผลาญน้ำมัน เป็นต้น (สุ,จิ,ปุ,ลิ)

ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

ขั้นประเมิน (Evaluation) ใช้เวลา 10 นาที

บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
1. ให้นักเรียนทำกิจกรรมหน้า 24 ข้อ 2 และ 25 (ฝึกการคิดและการเขียน) 2. ให้นักเรียนค้นหาความหมายของคำว่า ปฏิกิริยาเคมี	1. ทำกิจกรรมหน้า 24 ข้อ 2 และหน้า 25 (สุ,จิ,ลิ) 2. ค้นหาความหมายของคำศัพท์และบันทึกลงสมุด

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการเรียน และใบบันทึกกิจกรรมที่ 5
2. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้สำหรับกิจกรรม

การวัดและประเมินผล

ด้านการประเมิน	ชิ้นงาน / ภาระงาน / หลักฐาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
ความรู้	1. ใบกิจกรรมที่ 5 2. เอกสารประกอบการเรียน	ตรวจใบกิจกรรมและเอกสารประกอบการเรียน	1. ใบกิจกรรมที่ 5 2. เอกสารประกอบการเรียน	ร้อยละ 50 ผ่านเกณฑ์
ทักษะ / กระบวนการ	การปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียน	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม	แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง (หน้า 81และ82)	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
	1. คำอธิบายที่ได้จากการอ่านเอกสารประกอบการเรียน 2. การปฏิบัติตามขั้นตอนในใบกิจกรรม	สังเกตจากคำอธิบายและการปฏิบัติตามขั้นตอนในใบกิจกรรม	แบบประเมินทักษะการอ่าน (หน้า 76และ77)	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
	งานเขียนในสมุดใบกิจกรรม และเอกสารประกอบการเรียน	ตรวจงานเขียนในสมุดใบกิจกรรม และเอกสารประกอบการเรียน	แบบประเมินทักษะการเขียน (หน้า 78และ79)	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
คุณลักษณะที่พึงประสงค์	1. ใบกิจกรรมที่ 5 2. เอกสารประกอบการเรียน	ตรวจการส่งงานครบกำหนด และความตรงต่อเวลา	1. ใบกิจกรรมที่ 5 2. เอกสารประกอบการเรียน	ส่งงานครบและตรงต่อเวลาผ่านเกณฑ์
	พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม (หน้า 80)	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง พอใช้

ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

แบบบันทึกผลหลังการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

สภาพทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

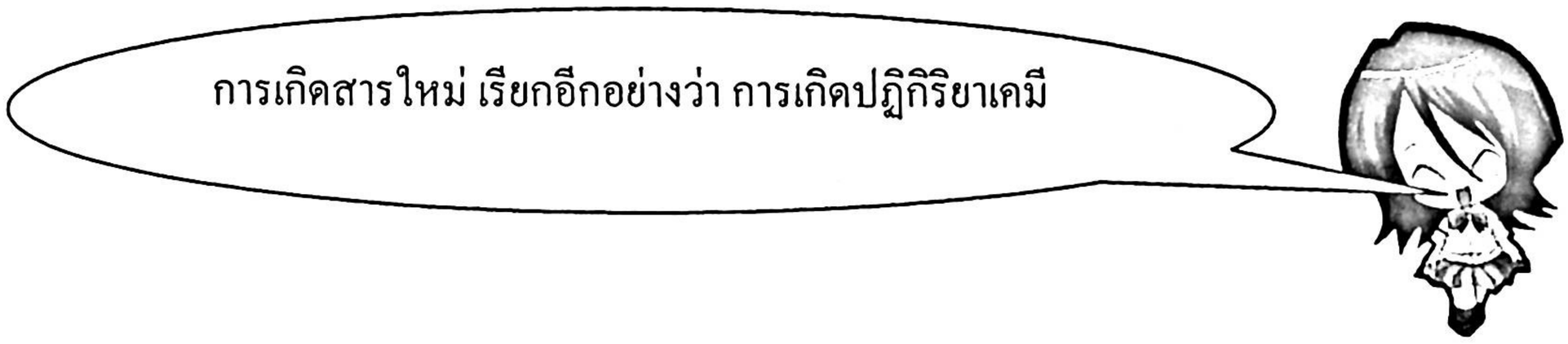
.....

ลงชื่อผู้สอน.....

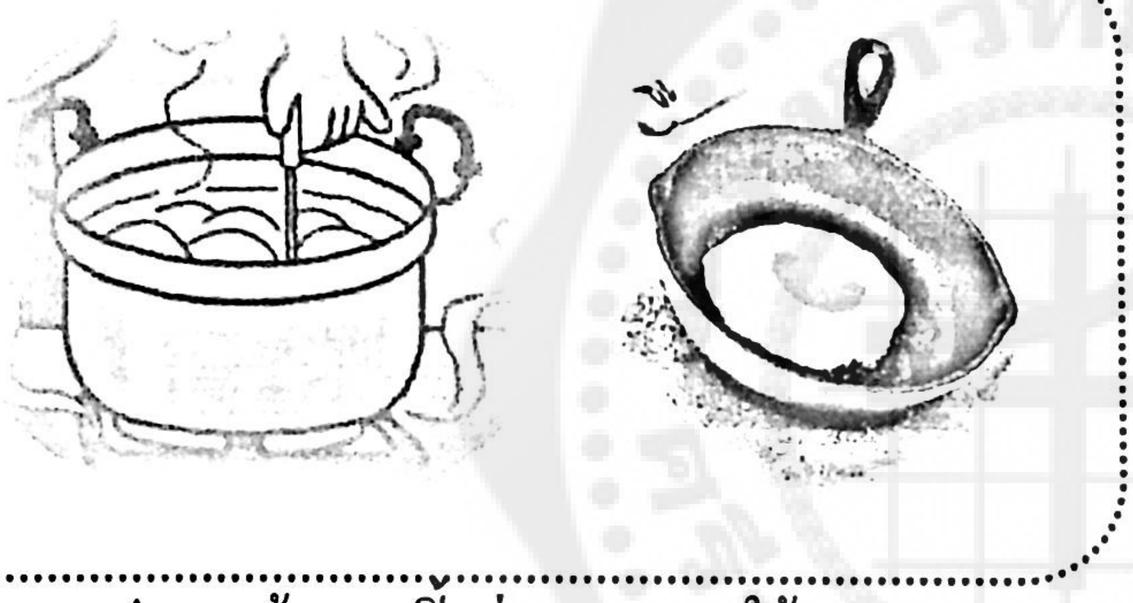
(.....)

ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

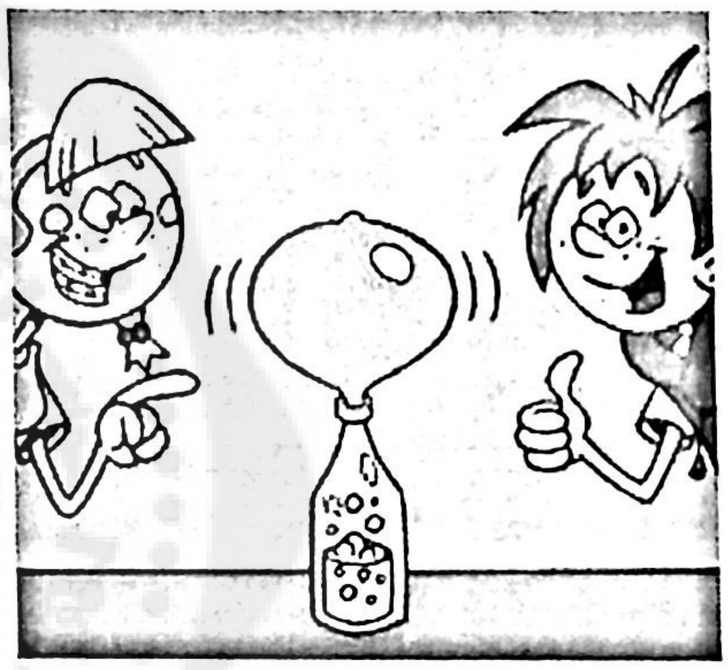
การเปลี่ยนแปลงทางเคมี เป็นการทำปฏิกิริยาของสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปที่ทำให้ได้สารใหม่ที่มีสมบัติแตกต่างไปจากเดิม และสิ่งที่บ่งบอกว่ามีสารใหม่เกิดขึ้น เช่น กลิ่น การเปลี่ยนสี การตกตะกอน การเกิดฟองแก๊ส การเกิดควัน หรือประกายไฟ เป็นต้น



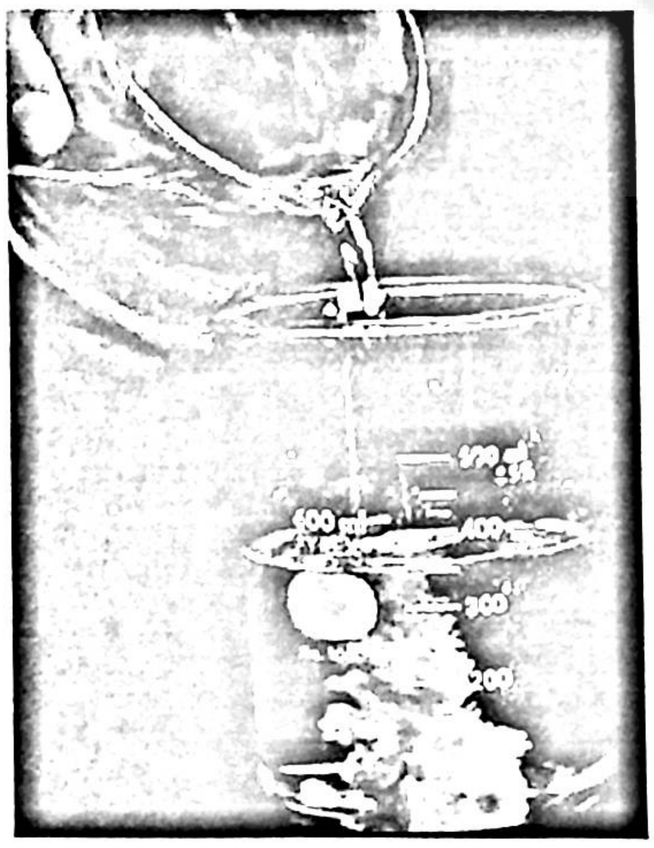
ตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้เกิดสารใหม่ เช่น การทอดไข่เจียว การหุงข้าว การเกิดสนิมที่ตะปู การเผาไหม้ของน้ำมัน เป็นต้น



△ การต้ม ทอด ปิ้ง ย่าง เผา อาหารให้สุก

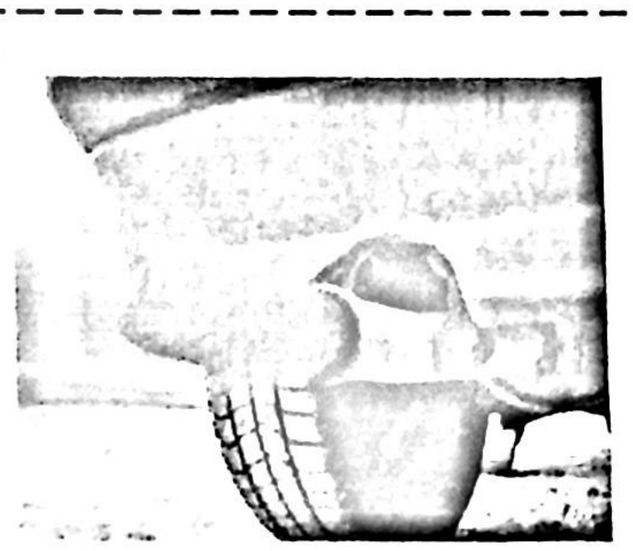


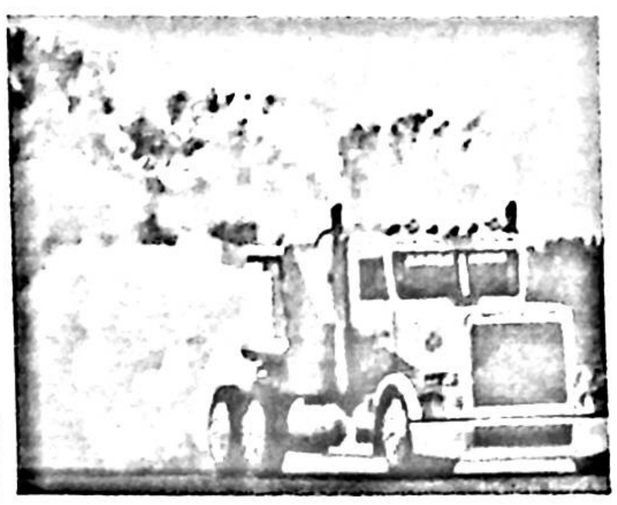
△ การเกิดฟองแก๊ส



△ การเกิดตะกอน

การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง ▷
หรือควันไฟ



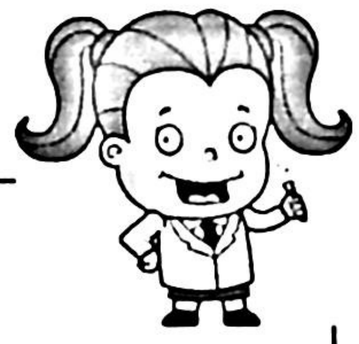


ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

ข้อแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี
1. ไม่เกิดสารใหม่	1. การเกิดสารใหม่
2. สมบัติของสารยังคงเดิม	2. สมบัติของสารใหม่แตกต่างไปจากเดิม
3. เปลี่ยนแปลงแล้วกลับเป็นอย่างเดิมได้ หรือเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้	3. เปลี่ยนแปลงแล้วกลับเป็นอย่างเดิมไม่ได้
4. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสาร	4. มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสาร
5. ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนสถานะของน้ำ การตัดกระดาษ การหั่นผัก เป็นต้น	5. ตัวอย่างเช่น การหุงข้าว การเกิดสนิม การทอดไข่ การเผากระดาษ เป็นต้น

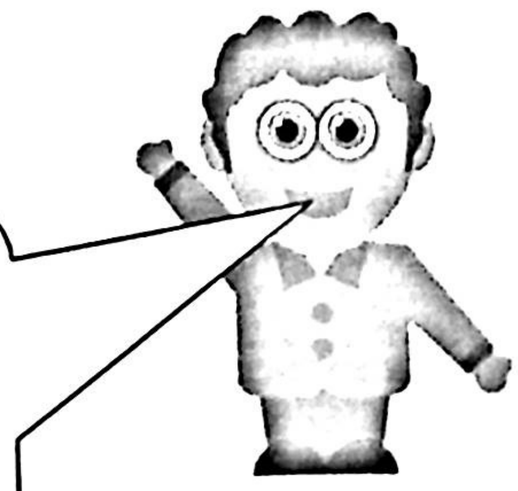
คิดสักนิด วิทย์ช่วยแก้



ทำไมกินขนมหวานบ่อย ๆ แล้วฟันผุ

เพราะเชื้อโรคที่มีอยู่ในปากของเรากินน้ำตาลเป็นอาหาร เมื่อเชื้อโรคสัมผัสกับความหวานของน้ำตาลบ่อยครั้ง เชื้อโรคจะเข้าทำปฏิกิริยากับน้ำตาล แล้วผลิตกรดออกมาตัวหนึ่งชื่อว่า กรดแลคติก เจ้ากรดตัวนี้นี่เองที่จะเข้าทำลายเนื้อฟันทำให้ฟันผุ

เพื่อน ๆ สามารถค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ http://toothrus.com/filling.html



เพื่อน ๆ มีวิธีการกินขนมหวานอย่างไร ให้สบายใจฟันไม่ผุ

1. _____

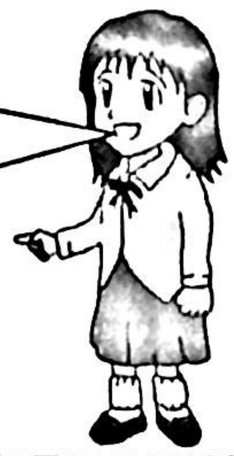
2. _____

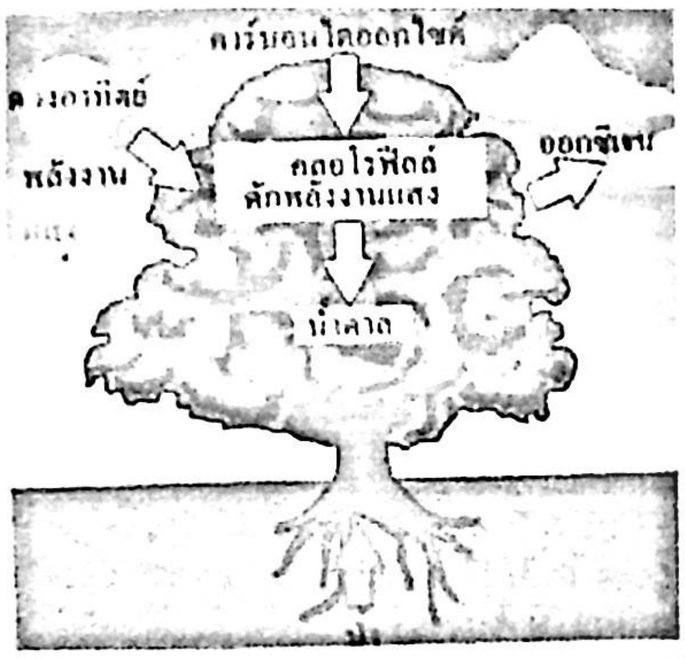
3. _____

ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

เอ... แล้วผลของการเปลี่ยนแปลงทางเคมีนี้มีประโยชน์และโทษอย่างไรต่อตัวเราเหรอ

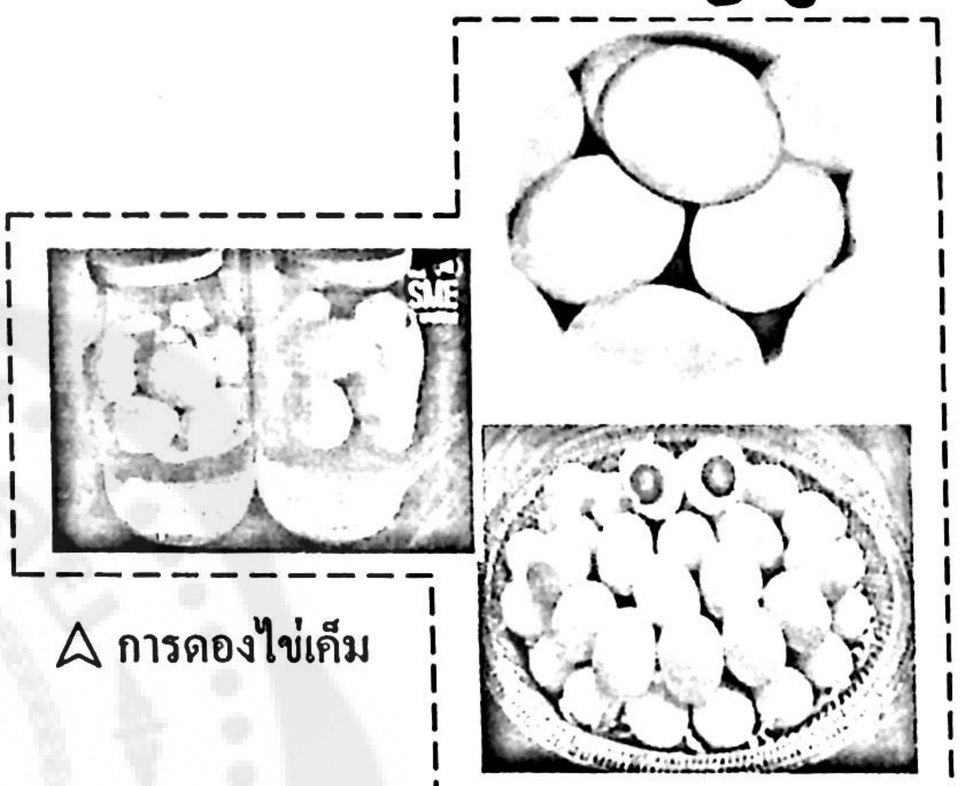
ประโยชน์ที่ได้จากการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น การปรุงอาหารให้สุก
การบ่มผลไม้ การถนอมอาหารด้วยการหมัก หรือ การดอง
การใช้พลังงานจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เป็นต้น





△ ต้นไม้ปล่อยแก๊สออกซิเจน
ให้มนุษย์ใช้หายใจ

△ การเผาปลาให้สุก

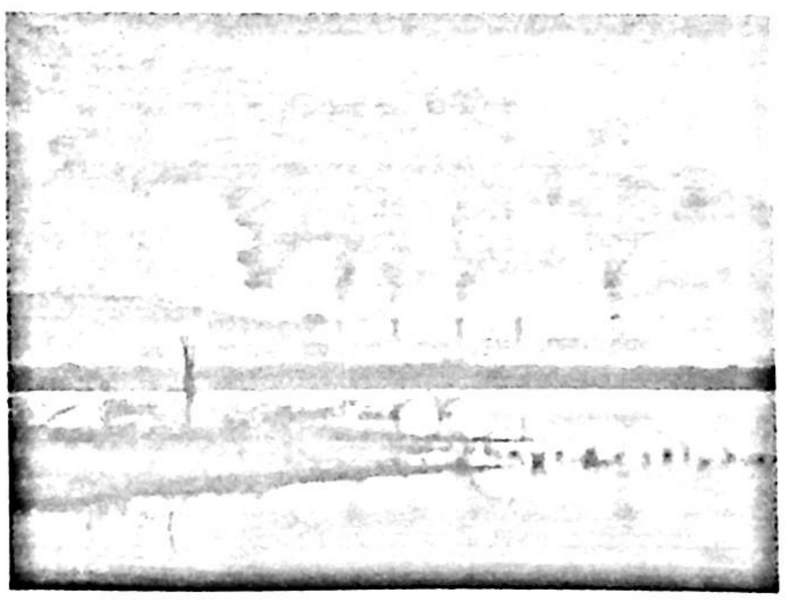


△ การดองไข่เค็ม

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาทางเคมีบางชนิด เช่น ยารักษาโรค สบู่ แชมพู
พลาสติก ยาสีฟัน แปรงสีฟัน ช่วยทำให้คุณภาพชีวิตของเราดีขึ้น

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงเคมีบางชนิดอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและ
สิ่งแวดล้อม เช่น การระเบิด การเผา หรือการลุกไหม้ของสาร ทำให้เกิดแก๊ส
คาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สพิษอื่น ๆ ถ้ามีมากเกินไปจะกลายเป็นมลพิษทาง
อากาศ เป็นอันตรายหากสูดดมเข้าไปมากและทำให้เกิดภาวะโลกร้อน เป็นต้น

▷ การใช้พลาสติกที่มากเกินไป
จนกลายเป็นขยะเกลื่อนเมือง



◁ แก๊สพิษจากโรงงงาน
อุตสากรรมกลายเป็น
มลพิษทางอากาศ

ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

ทบทวนสักนิด ก่อนพิชิตบทต่อไป

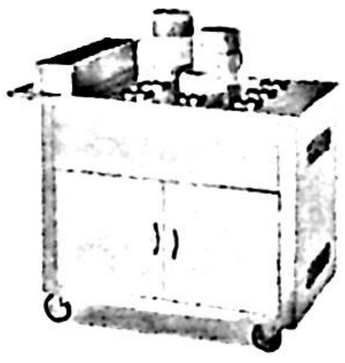
1. ให้นักเรียนจำแนกประเภทของการเปลี่ยนแปลงของสารที่กำหนดให้โดยเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ไอศกรีมละลาย การฉีกกระดาษ ควันธูป เนยหลอมเหลว
การเกิดเมฆหมอก การเกิดสนิม การสับหมู การดอง
มะม่วง การปั้นดินน้ำมัน การเผากระดาษ การทำน้ำเชื่อม

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

2. นำหมายเลขแสดงประโยชน์และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสารเติมลงใต้ภาพให้เหมาะสม

ประโยชน์จากการเปลี่ยนสถานะ (1) ผลกระทบจากการเปลี่ยนสถานะ (2) ประโยชน์จากการละลาย (3)
ผลกระทบจากการละลาย (4) ประโยชน์จากการเกิดสารใหม่ (5) ผลกระทบจากการเกิดสารใหม่ (6)

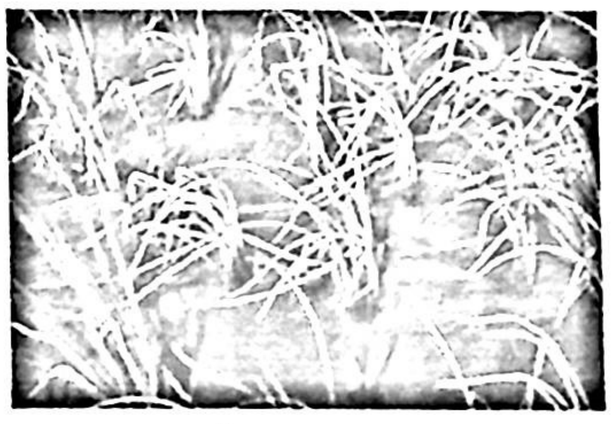


การอุ่นอาหารด้วยไอน้ำ

โรงงานดอกไม้ไฟระเบิด

การซักเสื้อผ้าด้วยผงซักฟอก

การจุดพลุเฉลิมฉลอง



ต้นข้าวเหี่ยวเฉาจากดินเค็ม

พายุฝนฤดูร้อน

ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

3. ให้นักเรียนสรุปการเปลี่ยนแปลงของสารโดยเขียนเป็นแผนภาพความคิด

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)		
ระบุหัวข้อเรื่องได้ชัดเจนและถูกต้อง	1	คะแนน
ระบุลักษณะและประเภทของการเปลี่ยนแปลงครบถ้วน	1	คะแนน
ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของสารแต่ละชนิดได้ถูกต้อง	1	คะแนน
ระบายสีตกแต่งสวยงาม	1	คะแนน
ส่งงานตรงเวลา	1	คะแนน

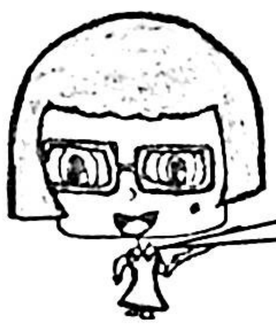
ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

เมื่อโลกร้อน

ร้อน ๆ ทำไมทุกวันนี้ มันถึงได้ร้อนอย่างนี้ แสบผิวจริง ๆ เลย พระอาทิตย์เจ้าขา ช่วยกรุณาส่องแสงมาน้อยกว่านี้ได้ไหมคะ หนูทนไม่ไหวแล้วค่ะ

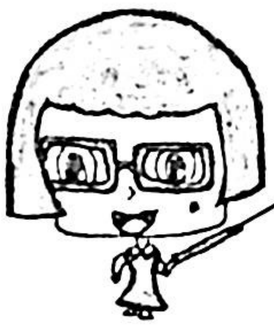
เข้าใจผิดนะกุ๊กไก่ ไม่ใช่ความผิดของพระอาทิตย์หรอก การที่โลกร้อนขึ้นนั้นเป็นเพราะฝีมือของมนุษย์อย่างเรา ๆ ทั้งนั้นแหละ

ทำไมมากล่าวหากันอย่างนี้ล่ะไข่ต้ม เธอไม่ใช่มนุษย์เดินดินคนหนึ่งหรือไงจ๊ะ และฉันเองก็ไม่เคยไปทำอะไรให้โลกร้อนขึ้นเลยนะ



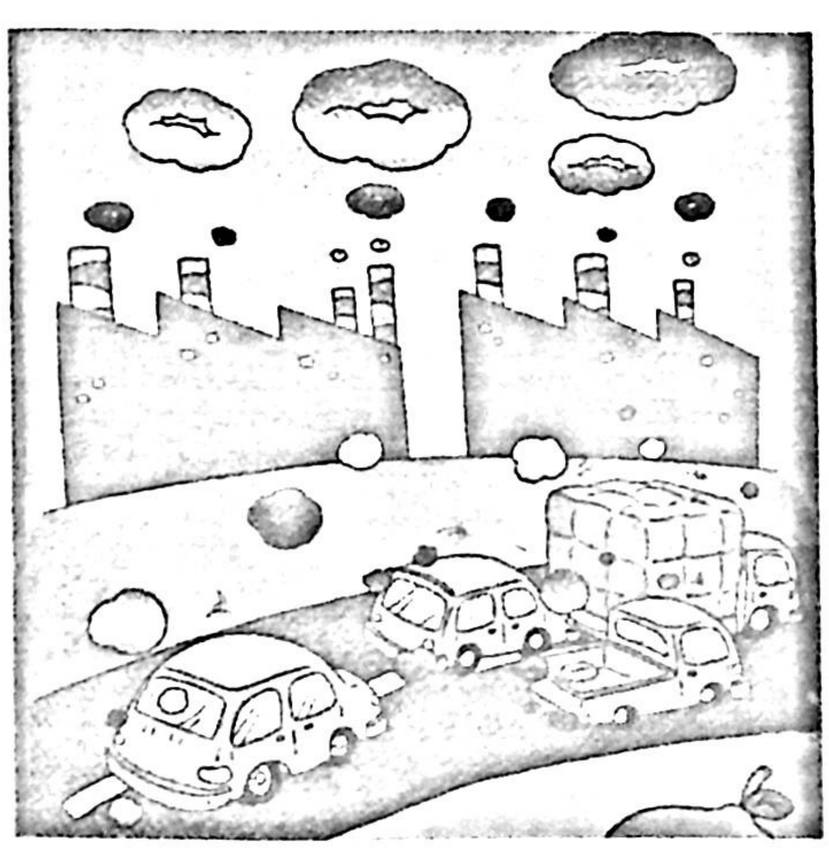
กุ๊กไก่ กับ ไข่ต้ม ใจเย็น ๆ ก่อนจ้ะ อย่าพึ่งทะเลาะกัน ครูจะช่วยอธิบายให้ฟัง

ภาวะโลกร้อน เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ เกิดขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น น้ำในมหาสมุทรอุ่นขึ้น ส่งผลให้ดิน ฟ้า อากาศ ของโลกเราเปลี่ยนแปลง

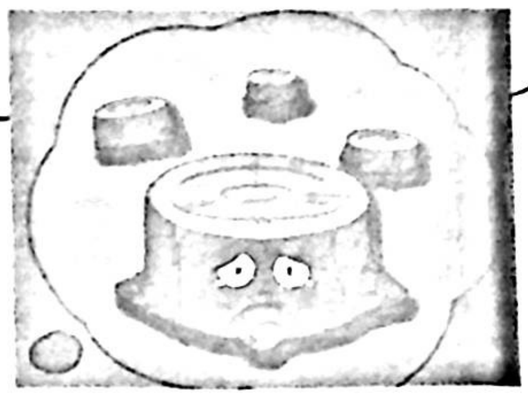


โดยปกติโลกของเราจะมีชั้นบรรยากาศห่อหุ้มโลกไว้ เมื่อรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ตกลงมาบนพื้นโลก รังสีบางส่วนก็จะถูกดูดซับไว้ บางส่วนก็จะสะท้อนออกไปสู่อวกาศ

แต่เมื่อมนุษย์ได้สร้างโรงงานอุตสาหกรรมขึ้นมาผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น ทีวี แอร์ ตู้เย็น คอมพิวเตอร์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังขับรถเผาผลาญน้ำมัน การกระทำทั้งหลายเหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบให้โลกของเราร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว



ไม่เพียงเท่านี้นะ มนุษย์ยังตัดไม้ ทำลายป่า เพื่อปลูกสร้างอาคารบ้านเรือน บางคนเผาป่าเพียงเพื่อทำไร่เลื่อนลอย



ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

แล้วการกระทำทั้งหมดนี้ ทำให้โลกร้อนขึ้นได้อย่างไร กุ๊กไก่ยังไม่เข้าใจอยู่ดี

ก็การกระทำของมนุษย์ทั้งหมดนั้น ล้วนแต่ปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และแก๊สเรือนกระจกอื่น ๆ ออกมามากมายสู่ชั้นบรรยากาศ แก๊สเหล่านี้จะกันไม่ให้รังสีความร้อนสะท้อนออกไปนอกโลก ทำให้อุณหภูมิภายในโลกสูงขึ้นเรื่อย ๆ

นอกจากนี้การตัดไม้ทำลายป่า ทำให้ต้นไม้มีปริมาณลดน้อยลง ตัวช่วยดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ก็ลดลงไปด้วย

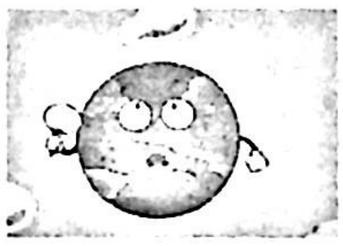
อ๋อ อย่างนี้นี่เอง งั้นที่ไข่ต้มพูดก็ถูกสิคะ เพราะมนุษย์จึงทำให้มีแก๊สเรือนกระจกต่าง ๆ ลอยอยู่บนอากาศมากมาย โดยเฉพาะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และมนุษย์ก็ได้รับผลกระทบจากการกระทำของตัวเอง แต่ เอ... ครูคะนอกจากที่เรารู้สึกว่าอากาศทุกวันนี้ร้อนขึ้นเรื่อย ๆ ภาวะโลกร้อนยังส่งผลกระทบอะไรอีกหรือคะ

ผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อโลกร้อน คือ

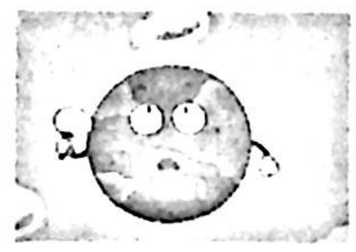
- น้ำแข็งที่ขั้วโลกก็จะหลอมละลายเร็วขึ้น ทำให้ระดับน้ำทะเลในมหาสมุทรเพิ่มสูงขึ้น
- ธารน้ำแข็งบนเทือกเขาเกิดการละลายด้วยก่อให้เกิดน้ำท่วม
- สัตว์หลายชนิดที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำแข็ง เช่น หมีขั้วโลก เพนกวิน ก็จะสูญพันธุ์
- แผ่นดินเกิดความแห้งแล้ง ร้อนระอุมากขึ้น ลมทะเลก็จะพัดเข้าหาฝั่งแรงขึ้น เกิดพายุและคลื่นลมแรงพัดเข้าสู่ชายฝั่งทำให้ชายฝั่งถูกกัดเซาะ
- ความแปรปรวนของอากาศมีมากขึ้น บางประเทศเกิดน้ำท่วมหนัก บางประเทศอากาศหนาวจัด บางประเทศอากาศร้อนจัด เช่น ประเทศอังกฤษ เคยมีอุณหภูมิสูงถึง 40 องศาเซลเซียส สำหรับประเทศไทย ในปี 2553 ได้ประสบปัญหาน้ำท่วมครั้งใหญ่ เกิดการสูญเสียชีวิต ทรัพย์สิน และทรัพยากรธรรมชาติอย่างมหาศาล

ลดภาวะโลกร้อน...ลดง่าย ๆ แค่ลดการปล่อยแก๊ส CO_2 สู่ชั้นบรรยากาศ

ที่มาของข้อมูล : จากหนังสือเรื่อง อยู่อย่างไรในภาวะโลกร้อน โดยฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์ดอกหญ้าวิชาการ กรุงเทพฯ ปีที่พิมพ์ 2550



เมื่อโลกร้อน



1. ให้นักเรียนสรุปสาเหตุและผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อน โดยเขียนลงในตารางที่กำหนดให้

สาเหตุ	ผลกระทบ

2. จากข้อความ “การปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ จากทั้งภาค การเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ส่งผลให้อุณหภูมิภายในโลกสูงขึ้น จนทำให้น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกละลายและในบางพื้นที่น้ำฝนที่ตกลงมามีสภาพเป็นกรด”

2.1 ข้อความใดแสดงการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

_____

2.2 ข้อความใดแสดงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

_____

_____

3. จากข้อความ “การเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อย่างรวดเร็วเป็นตัวการสำคัญที่ส่งผลให้โลกร้อนขึ้น เพียงแค่ลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและไฟฟ้าก็สามารถช่วยลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และภาวะโลกร้อนได้”

จากข้อความดังกล่าวให้นักเรียนเสนอ 3 วิธีในการลดการใช้พลังงาน

1._____

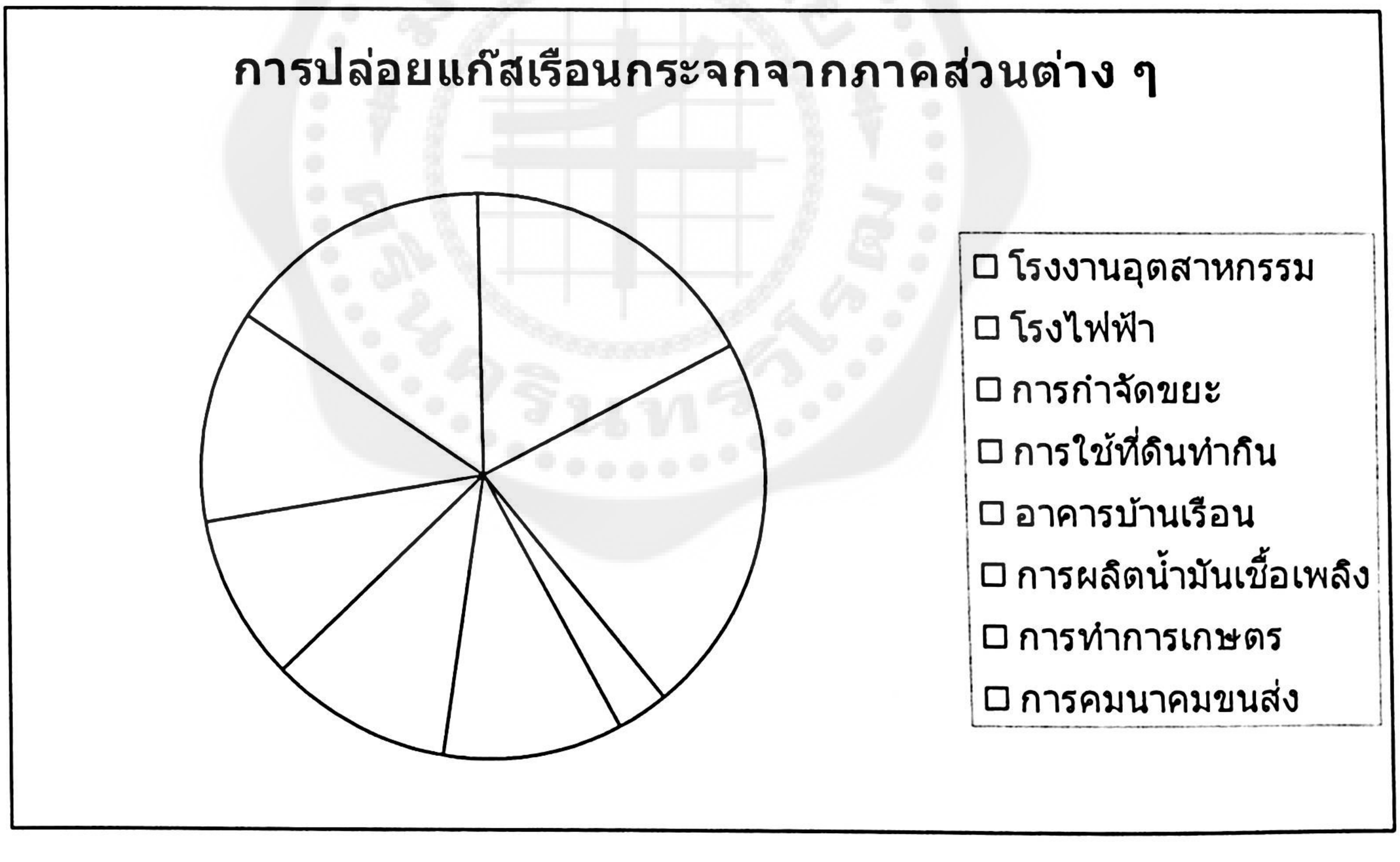
2._____

3._____

ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

สาเหตุหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน คือ การเพิ่มขึ้นของแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ แก๊สเรือนกระจกต่าง ๆ เหล่านี้ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์, มีเทน, ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ไนตรัสออกไซด์ เป็นต้น แก๊สจำพวกนี้ทำหน้าที่เสมือนเป็นกระจกที่ให้แสงและความร้อนส่องผ่านเข้ามาได้ แล้วเก็บกักความร้อนไว้ไม่ปล่อยให้สะท้อนออกไป ส่งผลให้อุณหภูมิภายในโลกสูงขึ้น การเพิ่มขึ้นของแก๊สเรือนกระจกนี้มาจากการกระทำของมนุษย์มากที่สุด จากรายงานวิจัยประจำปีพ.ศ. 2552 ได้แบ่งแหล่งปล่อยแก๊สเรือนกระจกออกเป็น 8 ภาคส่วนดังนี้ โรงงานอุตสาหกรรม 17% โรงไฟฟ้า 21% การกำจัดขยะ 3% การใช้ที่ดินและการกำจัดมูลสัตว์ 10% อาคารบ้านเรือน 10% การผลิตน้ำมันและขนส่งแก๊สธรรมชาติ 11% การเกษตร 13% และการคมนาคมขนส่ง 14%

4. จากข้อมูลดังกล่าวให้นักเรียนสร้างแผนภูมิวงกลมแสดงข้อมูลการปล่อยแก๊สเรือนกระจกประจำปี 2552



แผนภูมิแสดงข้อมูลการปล่อยแก๊สเรือนกระจกประจำปี 2552

ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 5

ชื่อ.....ชั้น.....

เลขที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เปลี่ยนไปไม่เหมือนเดิม

<u>จุดประสงค์ของกิจกรรม</u>

สังเกต ทดลองและอธิบายเมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

<u>วัสดุอุปกรณ์ ต่อ 1 กลุ่ม</u> มีดังนี้

1. หลอดทดลองขนาดกลาง	3	หลอด
2. น้ำส้มสายชู	10	มิลลิลิตร
3. สารละลายไอโอดีน	10	มิลลิลิตร
4. ผงฟู	2	ช้อนชา
5. แป้งข้าวโพด	2	ช้อนชา
6. น้ำเปล่า	10	มิลลิลิตร

<u>ขั้นตอนการทำกิจกรรม</u>

1. หลอดที่ 1 ใส่สารละลายไอโอดีน 10 มิลลิลิตร จากนั้นเติมแป้งข้าวโพด 2 ช้อนชาลงในหลอดทดลอง เขย่าสารผสมให้เข้ากัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
2. หลอดที่ 2 ใส่น้ำส้มสายชู 10 มิลลิลิตร จากนั้นเติมผงฟู 2 ช้อนชาลงในหลอดทดลอง สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

<u>ตารางบันทึกผล</u> ตารางที่ 1 แสดงลักษณะและสมบัติของสารที่ใช้ทดสอบ

หลอดทดลองที่	1		2	
สารที่ใช้ทดสอบ	สารละลายไอโอดีน	แป้งข้าวโพด	น้ำส้มสายชู	ผงฟู
ลักษณะและสมบัติของสาร				

<u>ตารางบันทึกผล</u> ตารางที่ 2 แสดงผลที่เกิดขึ้นเมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

หลอดทดลองที่	ผลที่เกิดขึ้นเมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
1	
2	

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

.....

.....

.....

ปุจฉา – วิสัชนา

จากการทดลองสิ่งที่สังเกตได้เมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีคืออะไรบ้าง

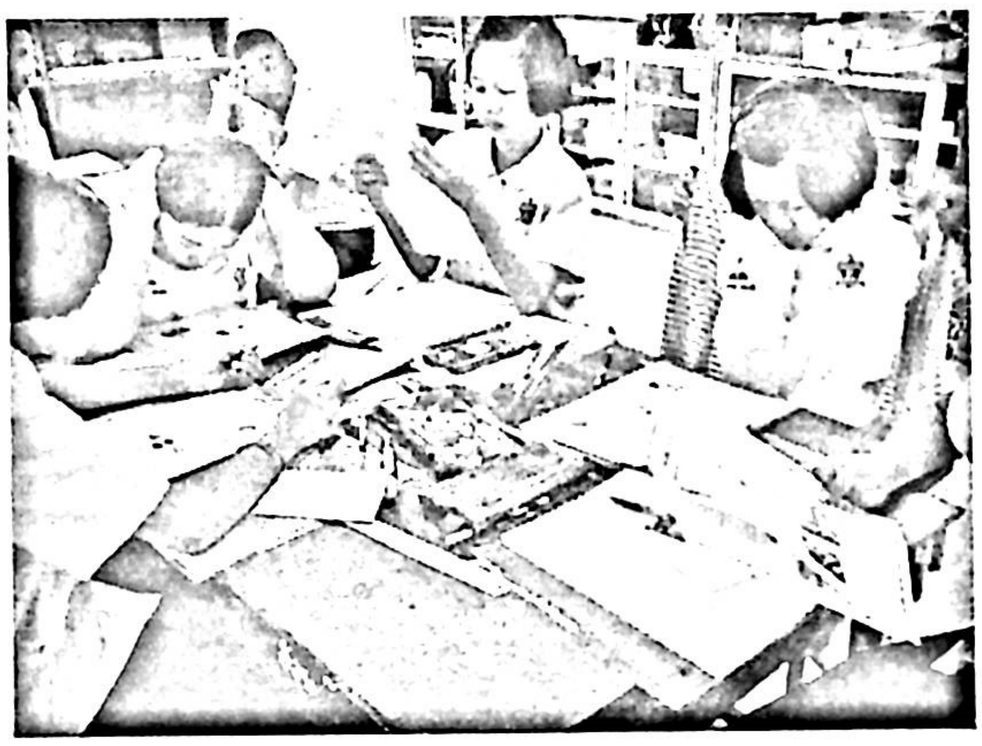
.....

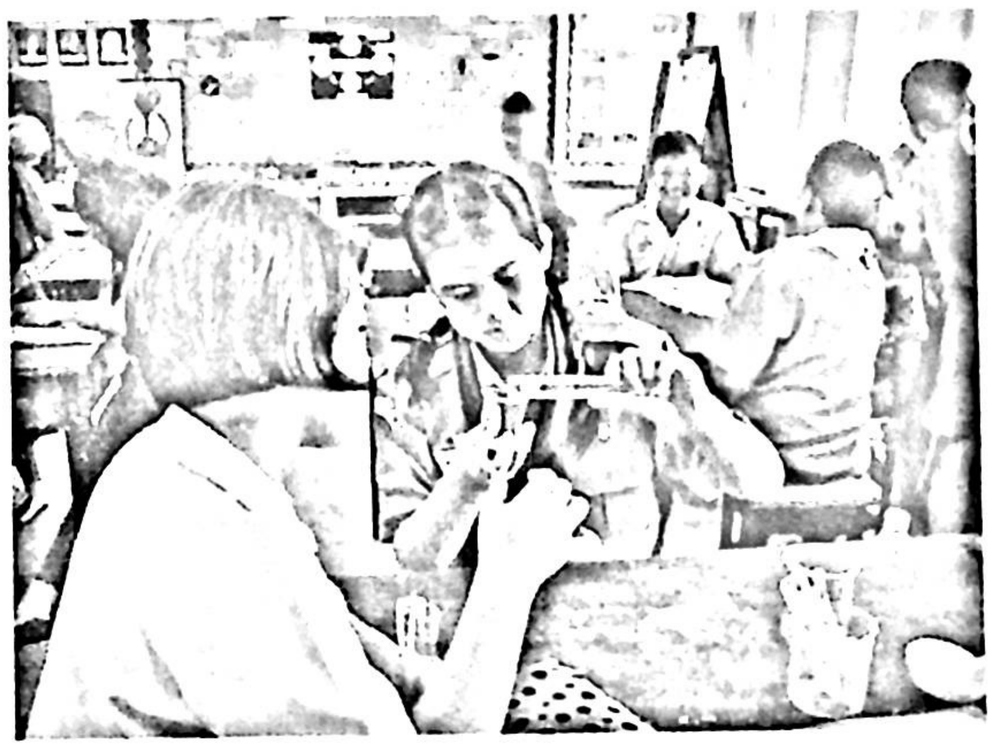
.....

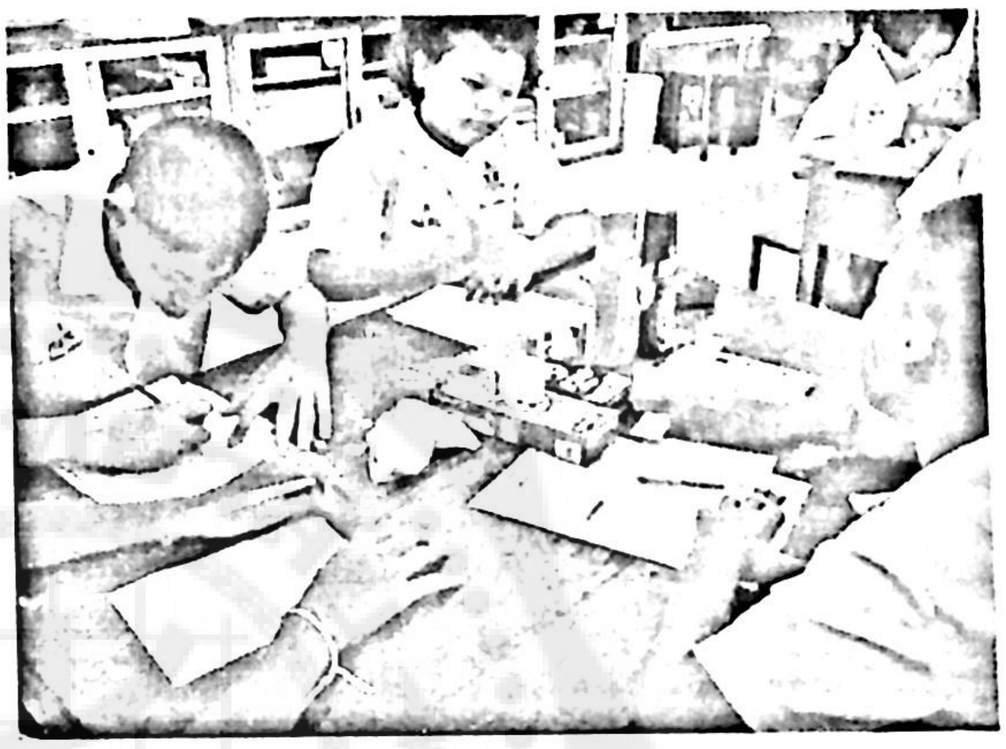
ลิขสิทธิ์ของนางสาวปุณิกา พระพุทธคุณ

Appendix K

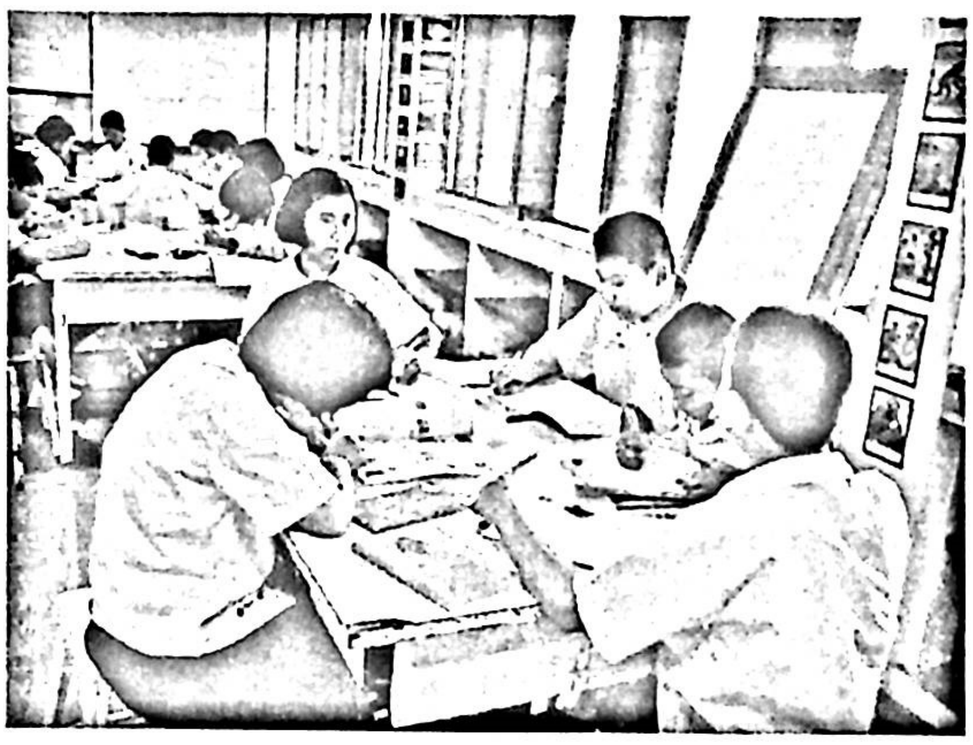
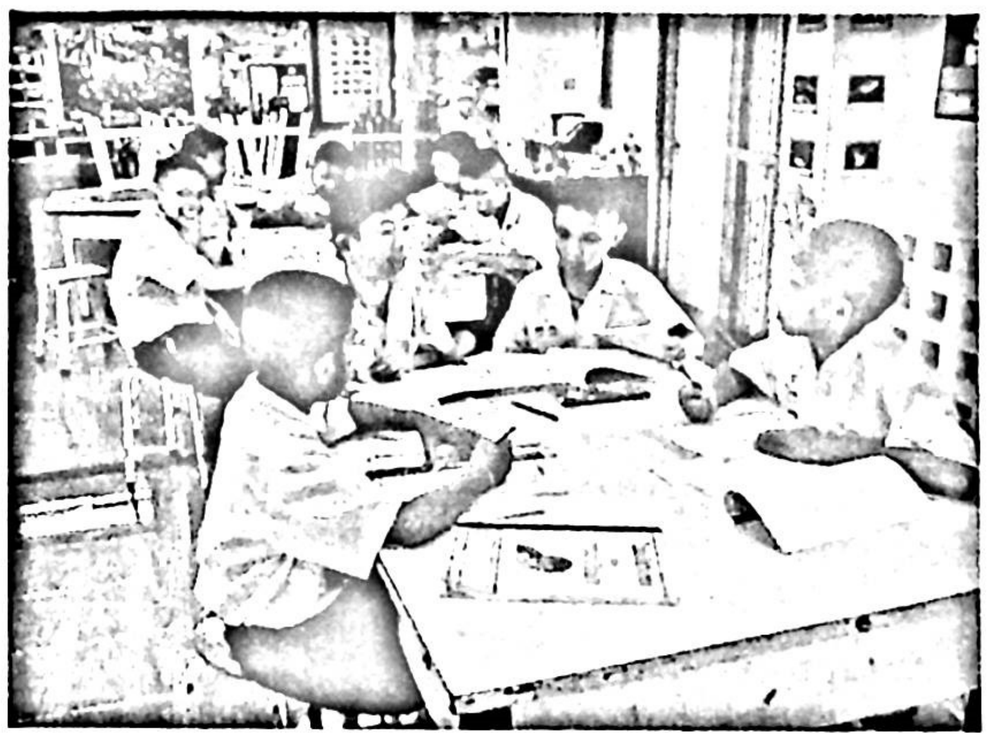
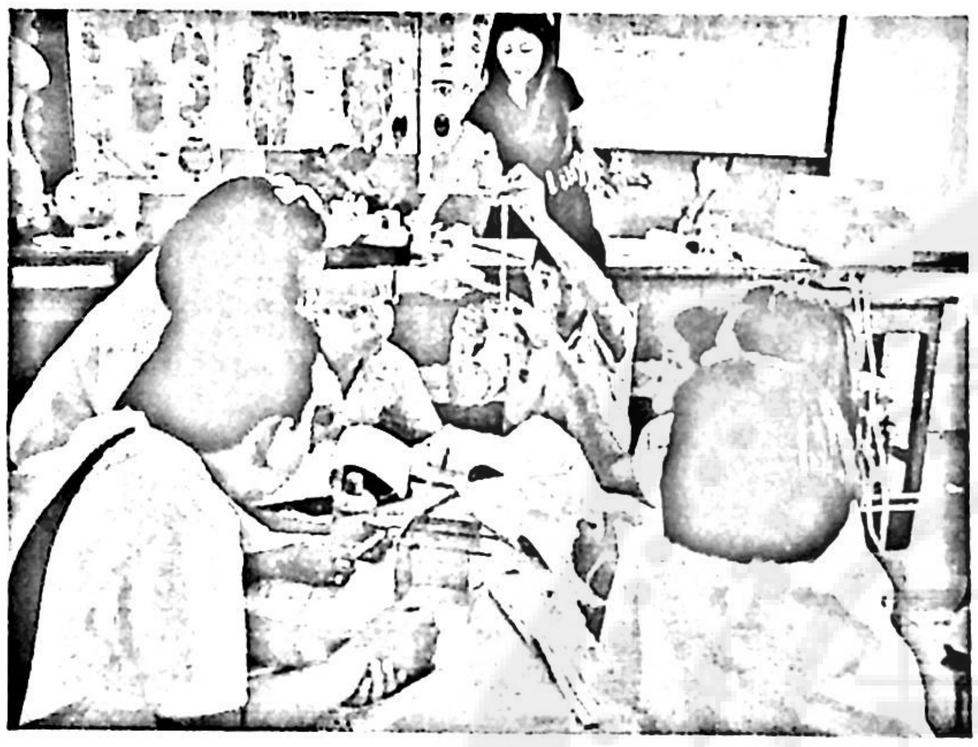
ภาพประกอบงานวิจัย

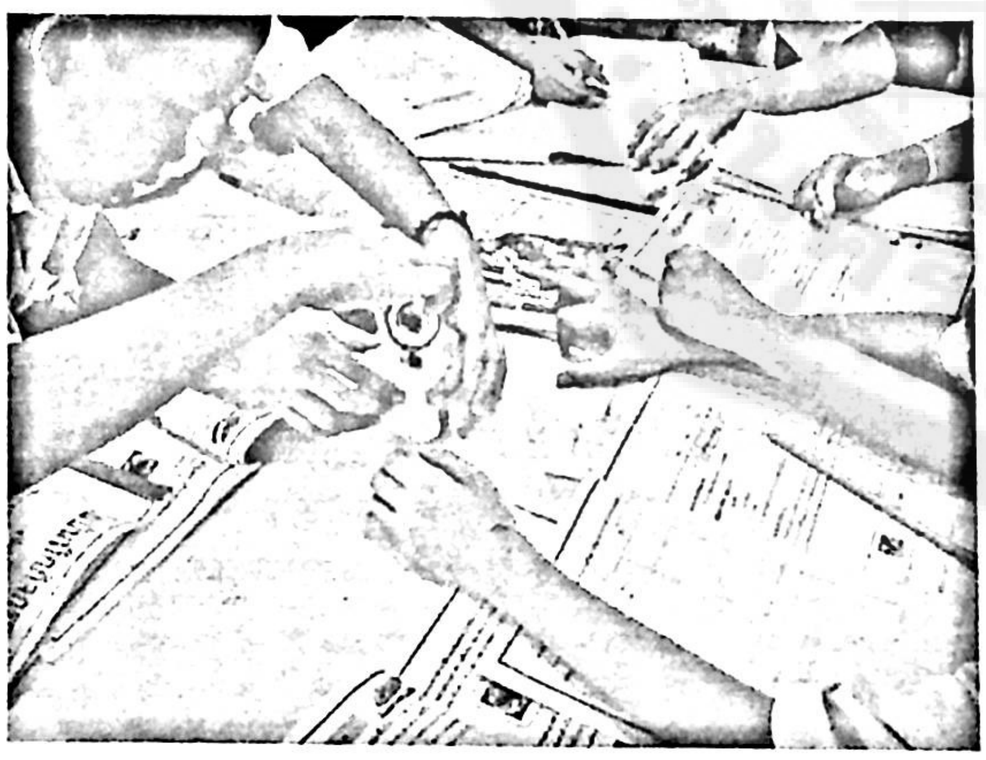
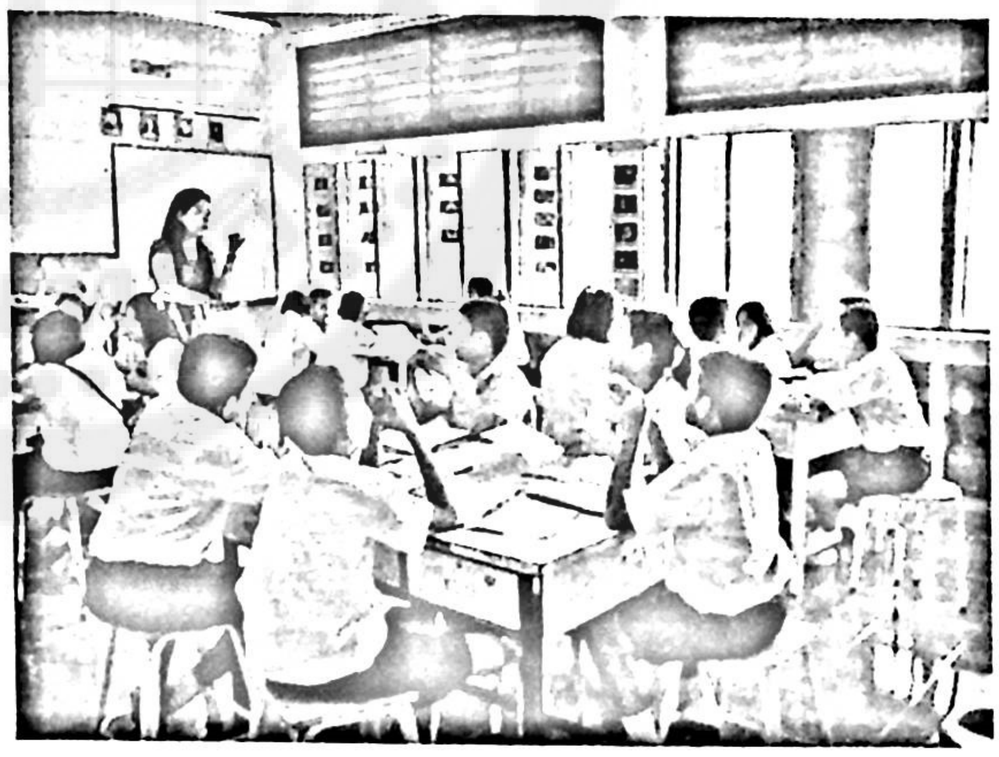




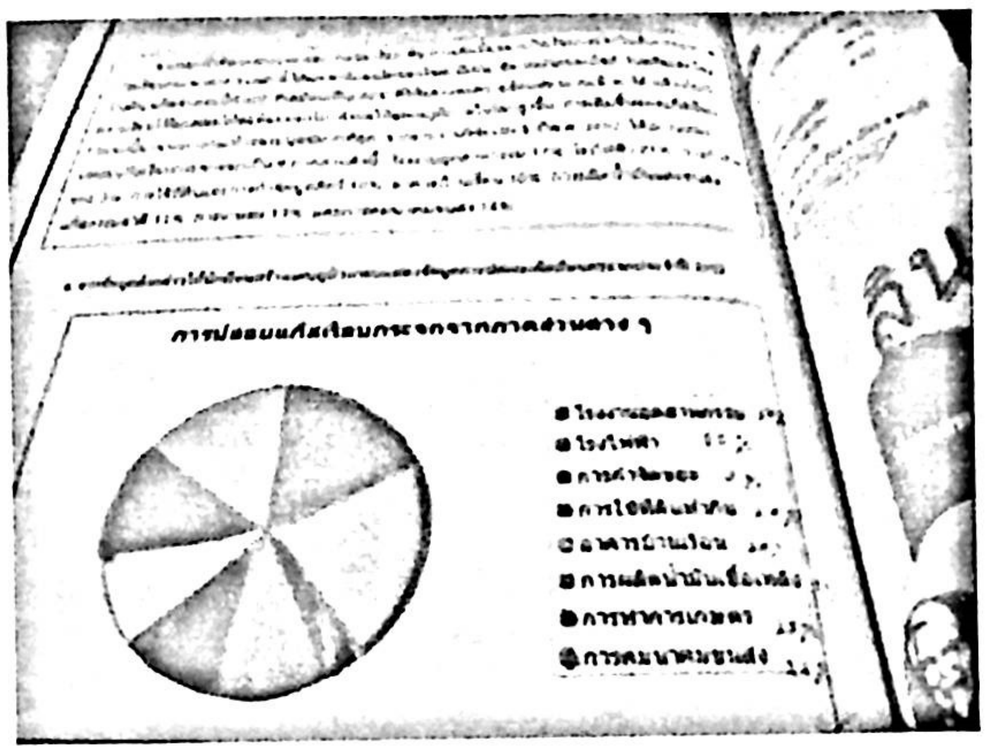


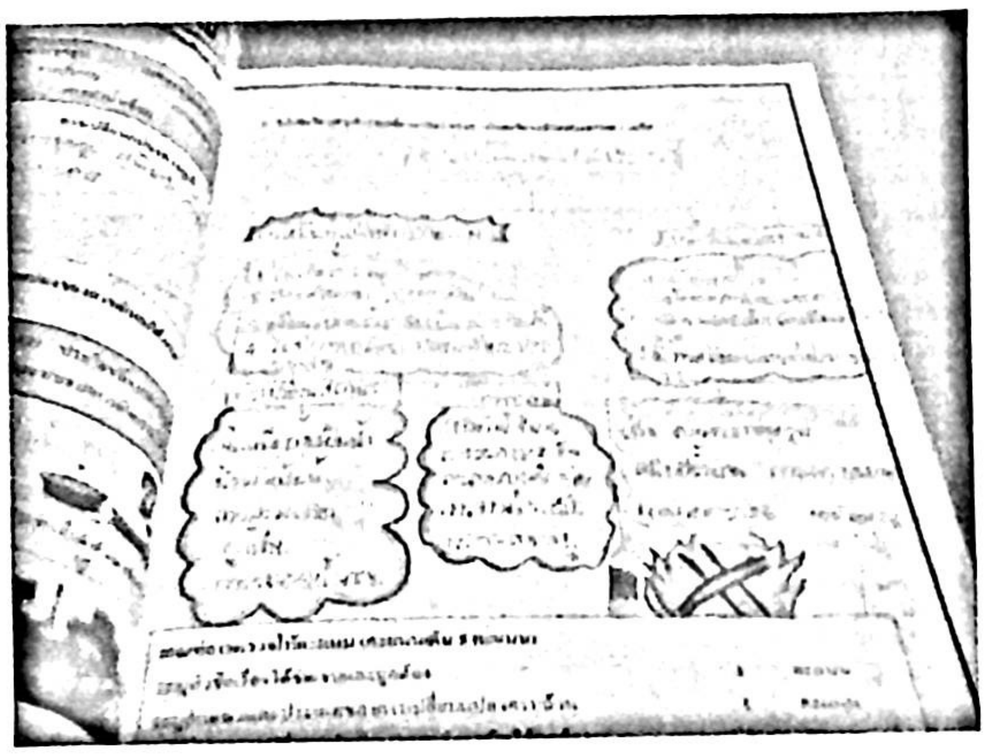
ภาพการทำกิจกรรมของนักเรียนระหว่างการศึกษานำร่อง (Pilot Study)

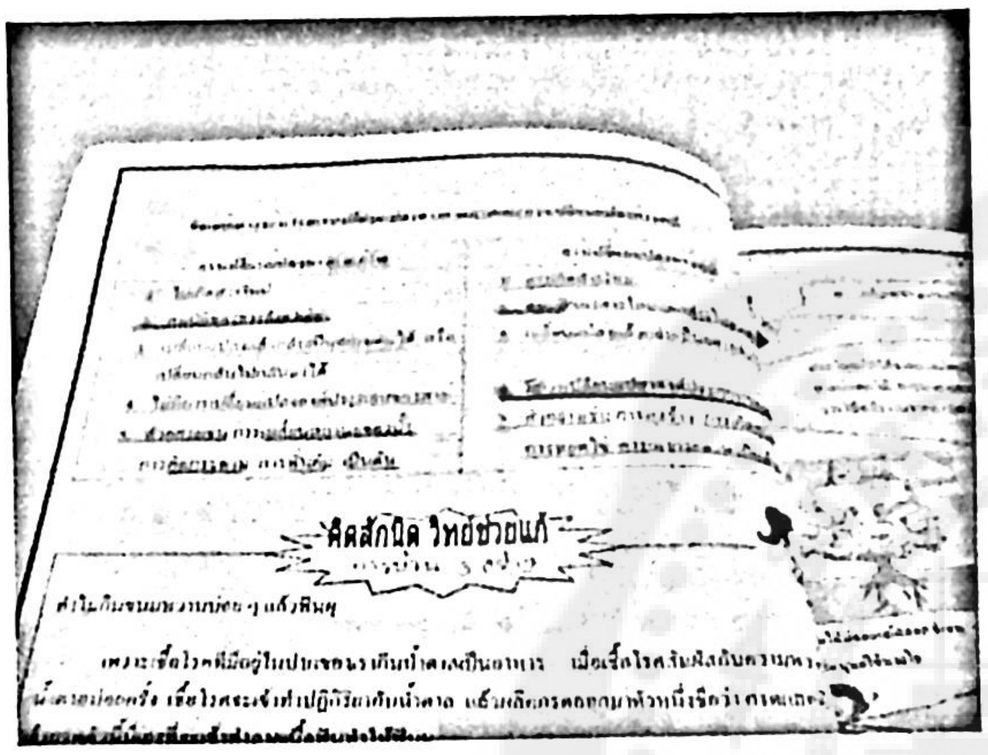




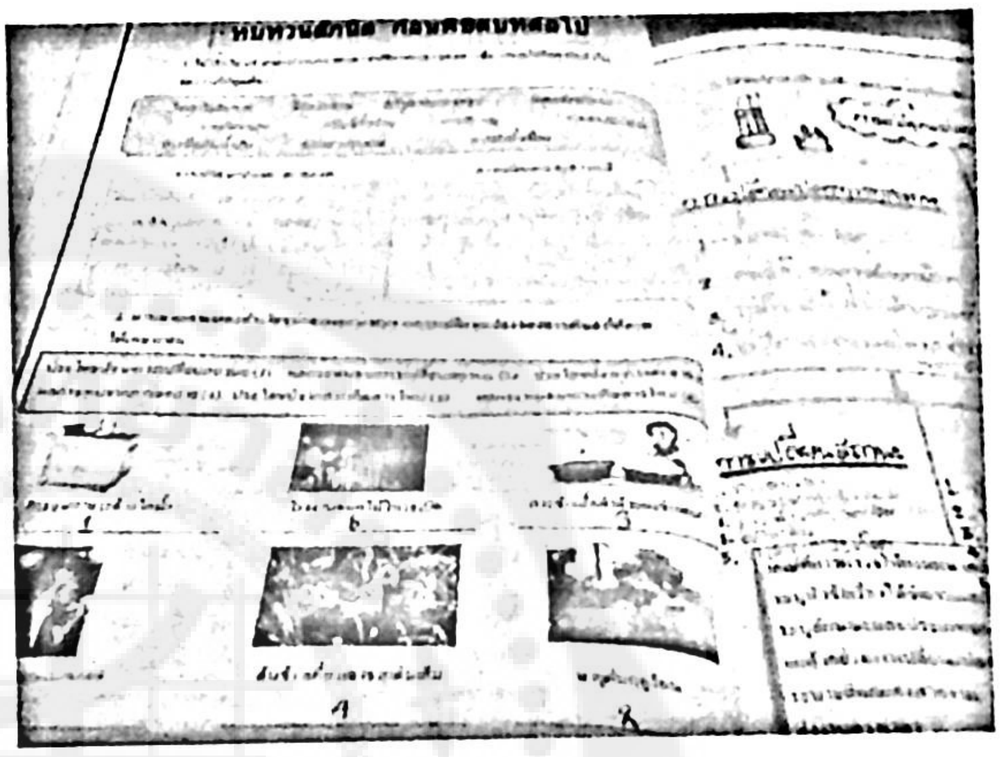



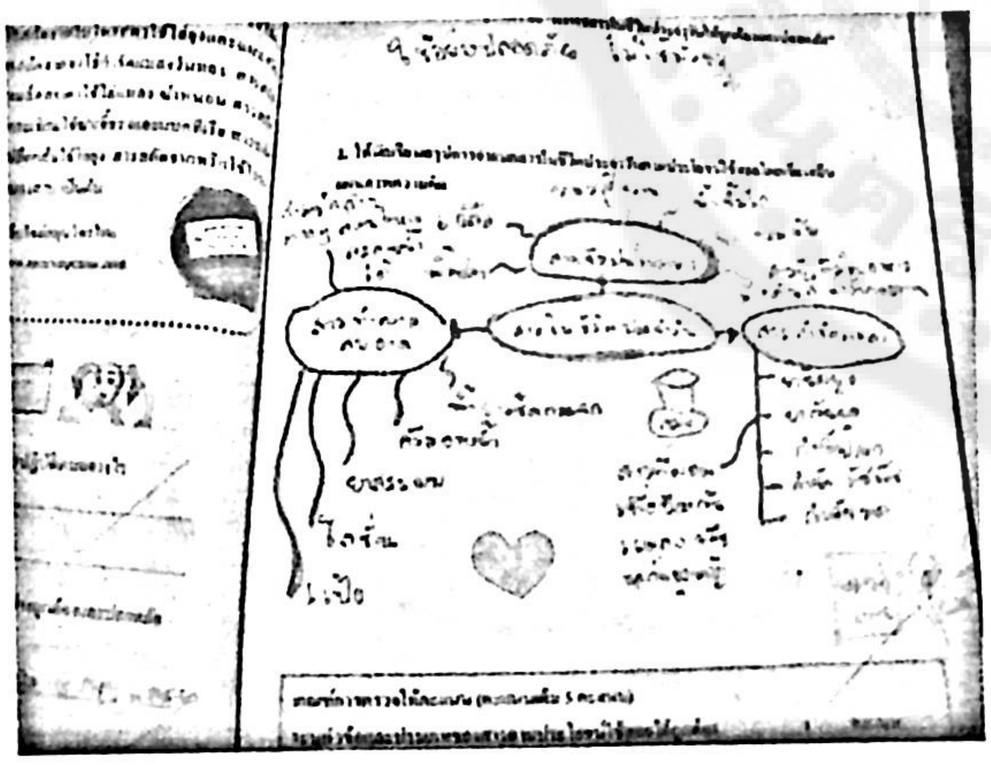
ภาพการทำกิจกรรมของนักเรียนระหว่างการทดลองใช้จริง (Implementation)

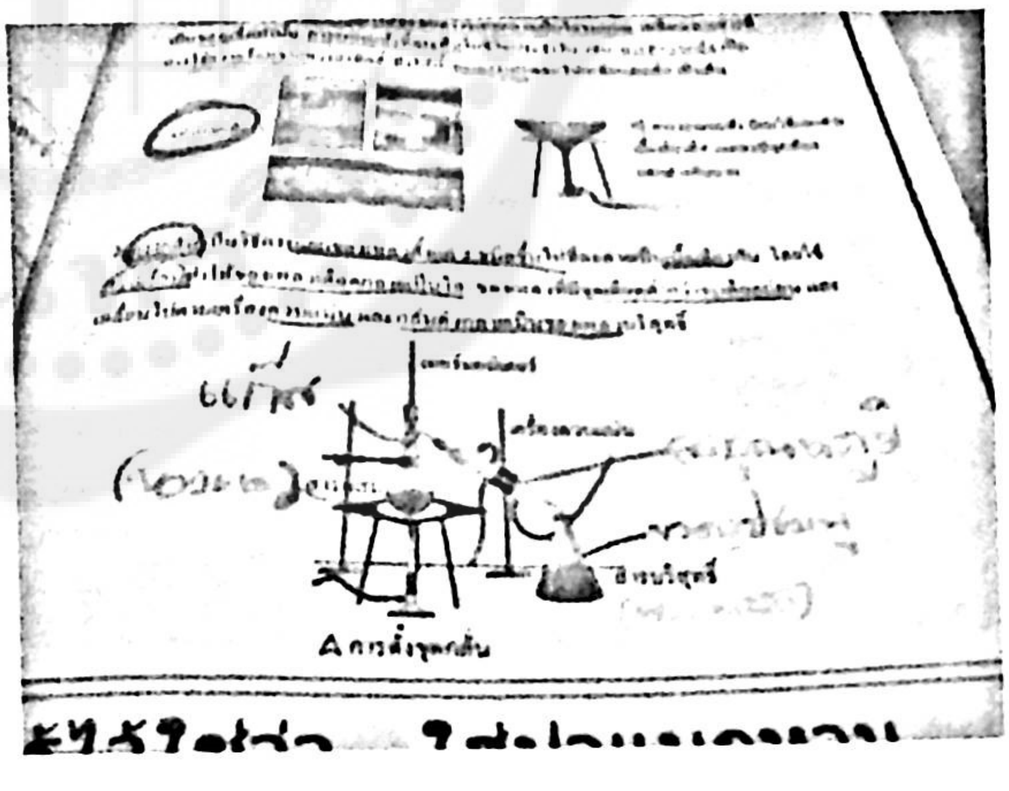


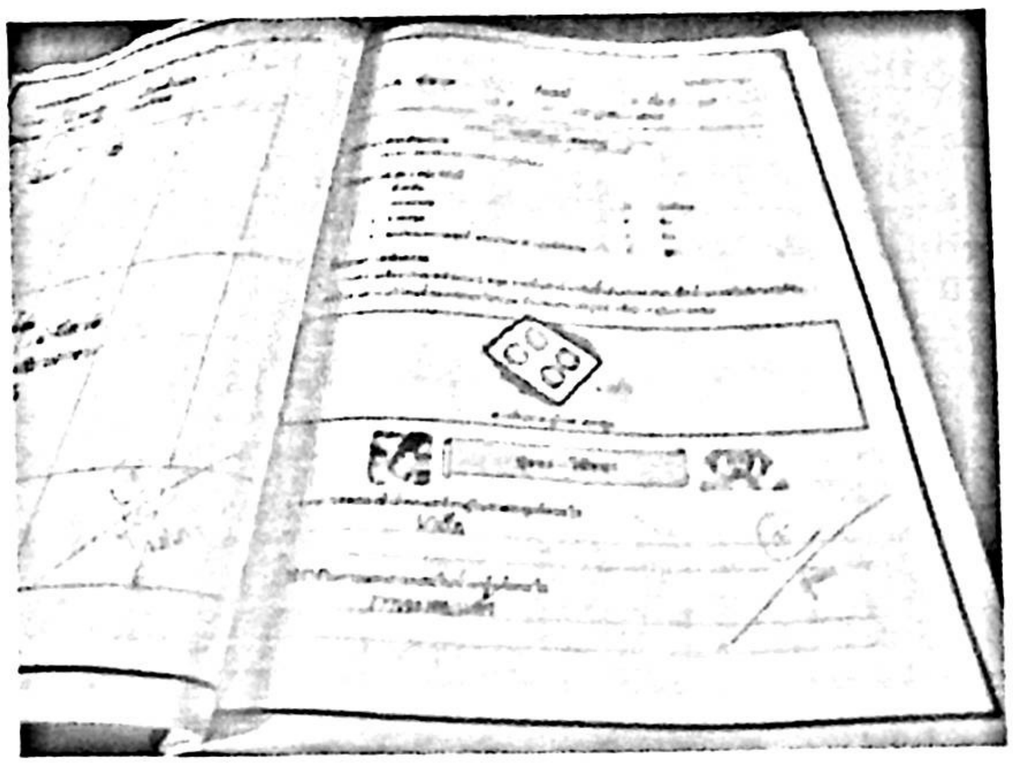












ผลงานของนักเรียนกลุ่มทดลอง

Appendix L

- ตัวอย่างข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้
- ตัวอย่างข้อมูลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้
- ตัวอย่างข้อมูลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้สอนที่มีต่อการทดลองใช้หน่วยการเรียนรู้

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน
ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง สารและสมบัติสาร ตามหลักหัวใจนักปราชญ์
2. ขอให้นักเรียนตอบแบบสอบถามนี้ให้ครบถ้วนและตรงกับความเป็นจริง
3. แบบสอบถามฉบับนี้มี 3 ตอน คือ
   ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน
   ตอนที่ 2 แบบสอบถามแสดงความคิดเห็นแบบเลือกตอบ
   ตอนที่ 3 ความประทับใจที่มีต่อการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ ฯ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

คำชี้แจง โปรดกรอกข้อมูลส่วนตัวของนักเรียนลงในช่องว่างที่กำหนดให้ หรือ ทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หน้าตัวเลือก

1. อายุ 13 ปี
2. เพศ ☐ ชาย ☑ หญิง
3. เกรดเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
   ☐ 1 ☐ 2 ☑ 3.5 ☐ 4
4. นักเรียนเข้าเรียนรายวิชานี้บ่อยครั้งเพียงใด
   ☐ เข้าเรียนสม่ำเสมอ ☑ เข้าเรียนเป็นส่วนใหญ่ ☐ เข้าเรียนบ้าง ☐ แทบจะไม่ได้เข้าเรียน

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้ ฯ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

ข้อที่	ข้อความแสดงความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	เฉย ๆ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	ฉันชอบกิจกรรมทบทวนความรู้ก่อนเรียน	✓				
2	ฉันสนุกกับกิจกรรมการทดลอง การออกแบบการทดลองและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์	✓				
3	ฉันชอบทำงานเป็นกลุ่ม เพราะเสริมสร้างความสามัคคี ทำให้ฉันสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้		✓			

ข้อที่	ข้อความแสดงความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	เฉย ๆ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5	ฉันชอบกิจกรรมการอ่านนิทาน บทความ การ์ตูนที่สอดแทรกความรู้วิทยาศาสตร์ เช่น นิทานยูรีกา พลังงานของการเปลี่ยนสถานะ เมื่อโลกร้อน เป็นต้น	✓				
6	ฉันชอบกิจกรรมที่นำความรู้จากการอ่านไปใช้ประโยชน์ เช่น กากินน้ำ เครื่องกรองน้ำของฉัน ไขปริศนามงกุฎพระราชา เป็นต้น	✓				
7	ฉันชอบกิจกรรมที่ฝึกการคิดคำนวณ การทำนาย การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ	✓				
8	ฉันชอบที่ครูเปิดโอกาสให้ซักถาม ตั้งข้อสงสัย และร่วมกันคิดวิธีการแสวงหาคำตอบ	✓				
9	ฉันชอบที่ครูเปิดโอกาสให้อภิปรายแสดงความคิดเห็น นำเสนอผลการทดลองและข้อค้นพบต่าง ๆ		✓			
10	ฉันชอบกิจกรรมที่ฝึกการเขียน เช่น รายงานการทดลอง แผนภาพความคิด (Mind mapping) คำขวัญ เรียงความ เป็นต้น เพื่อสื่อสารข้อค้นพบ ความคิด และจินตนาการ	✓				
11	ฉันชอบกิจกรรมที่ครูเปิดโอกาสให้แสดงความตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสารที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม		✓			
12	ฉันชอบกิจกรรม "ทบทวนสักนิด ก่อนพิชิตบทต่อไป" เพราะเป็นการสรุปและทดสอบความรู้หลังเรียน	✓				
13	ฉันชอบที่ครูฝึกประสบการณ์และทักษะการใช้ภาษาควบคู่ไปกับการเรียนวิทยาศาสตร์	✓				
14	จากการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ฯ ทำให้ฉันสามารถนำความรู้ไปใช้กับชีวิตประจำวันได้	✓				

ตอนที่ 3 ความประทับใจที่มีต่อการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ ฯ

ฉันประทับใจอย่างยิ่งในเวลาที่คุณครูสอนคุณครูก็จะยิ้มให้พวกเราอยู่เสมอ คุณครูจะตามถึงใส่ใจพวกเราเรียนอยู่เสมอและจะบอกจุดที่เราสงสัยให้เข้าใจคุณครูเป็นคนพูดจาไพเราะคุณครูก็จะนำของมาให้พวกเราได้ทดลองกันทุกคน ฉันชอบทุกกิจกรรมเพราะมันทำให้ฉันได้เรียนสร้างสมองในสิ่งที่ตัวเองไม่รู้หรือไม่เข้าใจ การทบทวนก่อนเรียนก็สนุกและมีความรู้มากมายข้อมีสาระอีกมากมายพวกเราทุกคน ประทับใจทุกอย่างที่คุณครูสอนมาถึงแม้จะมีคนไม่ค่อยสนใจเรียนสักเท่าไรแต่ครูก็สอนบางคนก็อยากให้เขาเก่งขึ้นกว่าเดิม

ผู้ให้สัมภาษณ์ เพศหญิง ตัวแทนกลุ่มปานกลาง

แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้

คำชี้แจง

แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักหัวใจนักปราชญ์เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา ผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนและบันทึกข้อมูลลงในแบบสัมภาษณ์ฉบับนี้

1. นักเรียนเล่าถึงครูที่สอนวิชานี้ว่าเป็นอย่างไร

   .ครูสอนสนุก...และกระตุ้นให้คิดฉัน....และเมื่อนได้ตอบคำถามเป็นประจำ.....
   .คุณครูจะมีตรงบ้างให้กลัวไปบ้างเหมือนไปทีแบบฝึกหัดทุกครั้ง.....
   .เรื่องที่ครูสอนก็เป็นเรื่องที่ใกล้ตัว....เรื่องที่ได้เรียนไปคือสถานะและ.....
   สมบัติของสาร.....

2. นักเรียนมีความประทับใจอะไรบ้างในการเรียนวิชานี้

   ...ประทับใจกิจกรรมทดลอง...และกิจกรรมส่งเสริมการอ่านเช่น.....
   ..การอ่านนิทาน....การอ่านกลุ่ม...และที่อธิบายในภาพมีวิทย์ช่วยได้.....
   .....
   .....

3. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรในการที่ครูใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ในการสอนวิทยาศาสตร์

   .คิดว่าเป็นประโยชน์...เปิดโอกาสให้หนูได้ฝึกพูด...ฝึกอ่าน...และเรียน.....
   ในวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่าการ...เรียนวิทยาศาสตร์ในหนังสือ.....
   .....
   .....

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ช่วยให้นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ได้เข้าใจเพิ่มขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

   เพิ่มขึ้น...เพราะดิฉันสนใจและตั้งใจเรียนมากขึ้น...เมื่อครูให้กลุ่มไปอ่าน.....
   ..หรือทำแบบฝึกหัดดิฉันรู้สึกอยากที่จะทำส่งครู...และส่งครูตามทุกครั้ง.....
   ..เพื่อครูจะได้ตรวจในช่องเรียน...ดิฉันก็สิกจะตอบคำถามเสมอ.....
   .....

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะทักษะการสรุปผล เพราะในอดีตดิฉันไม่กล้าที่จะสรุปผลการทดลองด้วยตนเองจะรอครูสรุปและเขียนตามเสมอ แต่ในปัจจุบันเปิดนี้ครูสอนให้ดิฉันสรุปเอง เมื่อดิฉันหรือไปส่วนครูก็มีการเสริมและเพิ่มเติมผลการสรุปทำให้ฉันมีความมั่นใจที่จะสรุปผลการทดลองด้วยตัวเองมากขึ้น

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

เพิ่มขึ้น เพราะครูมีกิจกรรมให้เรียน เรื่อง ธรรมชาติที่ดูน่าศึกษา และมีรูปภาพ ตามทั้งบนบกและแม่น้ำ ในงานอดีตเคยมีปล่อยดิฉันไปแล้วทิ้งขยะลงสู่แม่น้ำ นอกจากนี้ยังมีนิทาน เรื่อง เมื่อโลกร้อน ให้ดิฉันอ่านทำให้ดิฉันเข้าใจว่าเมื่อเกิดภาวะโลกร้อนก็จะทำให้ อากาศเปลี่ยนแปลงไป น้ำท่วม เป็นต้น

7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการอ่าน การคิด การถาม และการเขียนเพิ่มขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

เพิ่มขึ้น เพราะ ครูให้ดิฉันอ่านออกเสียง, อ่าน และจดเส้นใต้ใจความสำคัญ, ศึกษาทดลอง และยังได้ช่วยเหลือเพื่อนเมื่อต้องทำงานเป็นกลุ่ม

8. นักเรียนคิดว่ากิจกรรมใดที่น่าสนใจมากที่สุดในการเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์จงอธิบาย

ขั้นของกิจกรรมการในชั่วโมงที่ครูมีให้อ่านบทความและชิดและสืบค้นข้อมูลโดยการและสอนเปลี่ยนเมื่อข้อมูลต่างๆ เหล่านั้น

9. นักเรียนคิดว่ากิจกรรมใดที่น่าเบื่อหรือไม่มีประโยชน์ต่อนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักหัวใจนักปราชญ์จงอธิบาย

ไม่มี

10. เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงกิจกรรม นักเรียนมีข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเห็นเพิ่มเติมอื่นๆ อย่างไรบ้าง

ไม่มี

ผู้ให้สัมภาษณ์ : ปฐมภรณ์ แรงกสิภรณ์ เพศหญิง อายุ 29 ปี ประสบการณ์สอน 5 ปี
ลักษณะโดยทั่วไป ของ นักเรียนกลุ่มทดลอง มีพื้นฐานความสามารถในระดับ ปานกลาง

แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของครูที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนแต่ละห้องถูกจัดแบบคละความสามารถ

คำชี้แจง

แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สารและสมบัติของสาร โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักหัวใจนักปราชญ์เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางภาษา โดยผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์ครูผู้สอนและบันทึกข้อมูลลงในแบบสัมภาษณ์ฉบับนี้

1. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรในการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักหัวใจนักปราชญ์

การจัดการเรียนการสอนที่ตามเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้จริง เพราะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะทางภาษา เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกทักษะการอ่านจากเอกสารประกอบการเรียน ได้พัฒนาทักษะการคิด ได้ทัศนคติที่ดี นอกจากนี้ยังได้ฝึกทักษะการสื่อสารทั้งการพูด และการเขียน ไม่ว่าจะเป็นการพูดแสดงความคิดเห็น และการเขียนตอบ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

2. ในการวางแผนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท่านพบปัญหาใดบ้างและแก้ไขอย่างไร

ไม่พบปัญหาจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แต่ปัญหาที่พบคือ ความพร้อมของผู้เรียน ซึ่งพบว่าในกระบวนการจัดกิจกรรม นักเรียนสนทนาสื่อสารแสดงความคิดเห็นได้ตอบได้ แต่เมื่อสังเกตจากสมุดของผู้เรียน กลับพบว่า นักเรียนเขียนสื่อสารออกมาได้น้อยมาก ทำผิดบ้างเล็กน้อยในส่วนที่เป็นคำที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนจากเรียนผิดเป็นประจำ ส่วนการเขียนตอบคำถามส่วนใหญ่นักเรียนไม่ตั้งใจ ตรงแก้ไข ด้านการเขียน คือ จะรวบรวมสิ่งที่นักเรียนสะกดผิดแล้วกลับมาเป็นชิ้นที่ถูกต้องให้นักเรียน ผู้ที่เขียนผิดในครั้งแรกจะทำการแก้ไขให้ทันที หากพบว่าผิดซ้ำอีกจะเรียกมาพบเพื่อชี้จุดบกพร่อง และให้นักเรียนกลับไปแก้ไขด้วยตนเอง

3. ในการประเมินผลการเรียนรู้ท่านพบปัญหาใดบ้างและแก้ไขอย่างไร

จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นไปในทางที่ดี เช่น ผู้เรียนกล้าคิด กล้าพูด กล้าเขียนมากขึ้น โดยเฉพาะทางภาษาที่นักเรียนสะกดคำผิดเป็นประจำก็เขียนสะกดคำผิดน้อยลง

<u>คำชี้แจง</u> อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม 1 - 5

ฉลามวาฬเป็นปลาที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก แม้ฉลามวาฬจะเป็นปลาฉลาม แต่ลักษณะการกินอาหารของมันกลับไปเหมือนวาฬที่มักจะลอยตัวช้อนแพลงก์ตอนที่ลอยปะปนกับกระแสน้ำเป็นอาหาร มันจึงไม่มีพิษมีภัยกับใครจนได้รับสมญานามว่าเป็น "เจ้ายักษ์ใจดี"

ฉลามวาฬพบได้ทั่วไปในน่านน้ำเขตร้อน สำหรับประเทศไทยพบฉลามชนิดนี้ทั้งในแถบฝั่งอ่าวไทยหรือทะเลอันดามัน ชาวเรือฝั่งตะวันออกของประเทศ เรียกฉลามวาฬว่า "หัวปุ้งกี๋" หรือ "ทงกานต์"

ฉลามวาฬเมื่อโตเต็มที่อาจจะมีขนาดความยาวของลำตัวถึง 15 เมตร

1) ปลาชนิดใดขนาดใหญ่ที่สุดในโลก
   ก. วาฬ
   ข. โลมา
   ค. ฉลามวาฬ
   ง. ฉลามหัวค้อน

2) ฉลามวาฬกินอะไรเป็นอาหาร
   ก. เหาฉลาม
   ข. แพลงก์ตอน
   ค. สาหร่ายทะเล
   ง. ปลาเล็กปลาน้อย

3) ข้อใดไม่ใช่ชื่อเรียกของฉลามวาฬ
   ก. หัวปุ้งกี๋
   ข. ทงกานต์
   ค. ฉลามขาว
   ง. เจ้ายักษ์ใจดี

4) ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง
   ก. ฉลามวาฬมีลักษณะการกินอาหารเหมือนกับโลมา
   ข. ฉลามวาฬเป็นปลาที่พบได้ทั่วไปในน่านน้ำเขตร้อน
   ค. ฉลามวาฬเมื่อโตเต็มที่อาจมีขนาดลำตัวยาวได้ถึง 15 เมตร
   ง. ฉลามวาฬมีแหล่งที่อยู่ทั้งในอ่าวไทยหรือทะเลอันดามัน

5) ข้อสันนิษฐานใดใช้สนับสนุนสมญานามของฉลามวาฬว่าเป็น "เจ้ายักษ์ใจดี"

ข้อสันนิษฐาน	ใช้สนับสนุนสมญานามของฉลามวาฬ	
	ได้	ไม่ได้
เป็นปลาที่มีขนาดใหญ่		
ว่ายน้ำช้าคล้ายกับการเดินของยักษ์		
ไม่กินสัตว์อื่นเป็นอาหารนอกจากแพลงก์ตอน		
คอยปกป้องสัตว์น้ำชนิดอื่น		

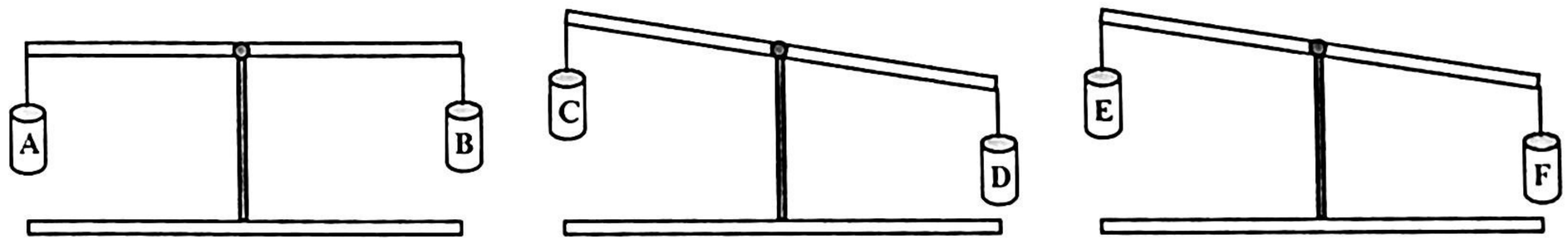
   ก. ได้ ไม่ได้ ได้ ได้ ตามลำดับ
   ข. ไม่ได้ ได้ ได้ ไม่ได้ ตามลำดับ
   ค. ได้ ไม่ได้ ได้ ไม่ได้ ตามลำดับ
   ง. ไม่ได้ ได้ ไม่ได้ ได้ ตามลำดับ

<u>คำชี้แจง</u> อ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 6 - 9

แก๊สทุกชนิดมีมวล ปริมาตร และต้องการที่อยู่ ถ้าแก๊สชนิดใดหนักกว่าอากาศจะลอยต่ำกว่าอากาศ แต่ถ้าเบากว่าอากาศจะลอยสูงกว่าอากาศ

การเปรียบเทียบมวลของวัตถุใดๆ ทำได้โดยการนำวัตถุไปแขวนไว้ที่แต่ละด้านของปลายคาน ด้านที่หนักกว่าปลายคานจะเอียงลง ส่วนด้านที่เบากว่าปลายคานจะยกสูงขึ้น

เจนจิราต้องการเปรียบเทียบมวลของแก๊ส โดยบรรจุแก๊สแต่ละชนิดลงในขวดที่มีขนาดและปริมาตรเท่ากัน จากนั้นเธอจึงปิดฝาขวดให้แน่น แล้วนำไปแขวนไว้ที่แต่ละด้านของปลายคาน ผลการทดลองเป็นไปดังภาพ



<u>หมายเหตุ</u>

ขวดที่ A B และ C	บรรจุแก๊สชนิดที่ 1
ขวดที่ D และ E	บรรจุอากาศ
ขวดที่ F	บรรจุแก๊สชนิดที่ 2

6) ข้อใดไม่ใช่สมบัติของอากาศ

ก. ไม่มีมวลสาร

ข. เป็นสารในสถานะแก๊ส

ค. ฟุ้งกระจายเต็มภาชนะ

ง. ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

7) จากรูปข้อใดถูกต้อง

ก. แก๊สในขวด D หนักที่สุด

ข. แก๊สในขวด B หนักกว่า ขวด C

ค. แก๊สชนิดที่ 1 หนักกว่า อากาศ

ง. แก๊สชนิดที่ 2 หนักกว่า อากาศ

8) ตัวแปรที่มีผลต่อการทดลอง ประกอบด้วย

1. ตัวแปรต้น คือ ปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลการทดลอง

2. ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดจากการทดลอง

3. ตัวแปรควบคุม คือ ปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันทุกชุดการทดลอง

จากการทดลองนี้ มวล และ ปริมาตรของแก๊ส แต่ละชนิดเป็นตัวแปรชนิดใดตามลำดับ

ก. ตัวแปรต้น และ ตัวแปรตาม

ข. ตัวแปรตาม และ ตัวแปรต้น

ค. ตัวแปรต้น และ ตัวแปรควบคุม

ง. ตัวแปรตาม และ ตัวแปรควบคุม

9) คำถามต่อไปนี้สามารถทำการตรวจสอบจากการทดลองได้ หรือ ไม่ได้

คำถาม	สามารถตรวจสอบจากการทดลอง	
	ได้	ไม่ได้
แก๊สชนิดที่ 1 มีมวลเท่าใด		
แก๊สชนิดที่ 2 เป็นแก๊สอะไร		
แก๊สชนิดที่ 2 ลอยสูง หรือ ต่ำกว่า อากาศ		
แก๊สชนิดที่ 1 กับ แก๊สชนิดที่ 2 แก๊สใดหนักกว่ากัน		

ก. ได้ ได้ ได้ ไม่ได้ ตามลำดับ

ข. ได้ ได้ ไม่ได้ ไม่ได้ ตามลำดับ

ค. ไม่ได้ ได้ ไม่ได้ ได้ ตามลำดับ

ง. ไม่ได้ ไม่ได้ ได้ ได้ ตามลำดับ

10) เมื่อปล่อยลูกโป่งสวรรค์ กับ ลูกโป่งที่ใช้ลมปากเป่าออกจากมือพร้อมกัน ปรากฏว่าลูกโป่งที่ใช้ปากเป่าตกสู่พื้นดินแต่ลูกโป่งสวรรค์กลับลอยขึ้นสู่ท้องฟ้า ที่เป็นเช่นนี้เพราะเหตุใด

ก. ลูกโป่งสวรรค์หนักกว่าอากาศ

ข. ลูกโป่งที่ใช้ปากเป่าหนักกว่าอากาศ

ค. ลูกโป่งที่ใช้ปากเป่าเบากว่าอากาศ

ง. ลูกโป่งสวรรค์หนักกว่าลูกโป่งที่ใช้ปากเป่า

11) วิธีการที่ใช้สำหรับแยกสารผสมต่อไปนี้สามารถใช้แยกส่วนผสมออกจากกันได้ หรือ ไม่ได้

สารผสม	สิ่งที่ต้องการ	วิธีการ	สามารถใช้แยกส่วนผสมออกจากกัน	
			ได้	ไม่ได้
พริกน้ำปลา	พริก	ตักออก		
หินและทราย	ทราย	ร่อน		
น้ำเชื่อม	น้ำตาล	กรอง		
น้ำโคลน	น้ำใส	วางไว้ให้ตกตะกอน		

ก. ได้ ได้ ไม่ได้ ได้ ตามลำดับ

ข. ได้ ได้ ได้ ไม่ได้ ตามลำดับ

ค. ไม่ได้ ไม่ได้ ได้ ได้ ตามลำดับ

ง. ไม่ได้ ไม่ได้ ไม่ได้ ไม่ได้ ตามลำดับ

<u>คำชี้แจง</u> อ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ 12 – 13

> โรงงานในอุตสาหกรรมมาบตาพุด ทำแก๊สคลอรีนรั่ว ชาวบ้านหนีกันแตกตื่น นักเรียนกว่า 200 ชีวิต หนีเข้าห้องเรียน ปิดประตูแน่น การจราจรติดขัดยาวเหยียด ผู้อำนวยการศูนย์ฉุกเฉินสารเคมี ระบุเป็นแก๊สพิษที่อันตรายต่อระบบการหายใจ หากสูดดมในปริมาณมากอาจสลบได้ในทันที

12) ข้อความนี้ควรปรากฏอยู่ที่ใด

ก. ข่าว

ข. โฆษณา

ค. ประกาศ

ง. แจ้งความ

13) แก๊สคลอรีนส่งผลอะไร เมื่อสูดดมเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมาก

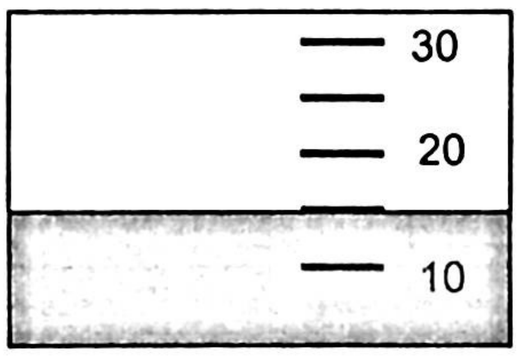
ก. ร่างกายขาดคาร์บอนไดออกไซด์

ข. มีผื่นแดงขึ้นตามลำตัว

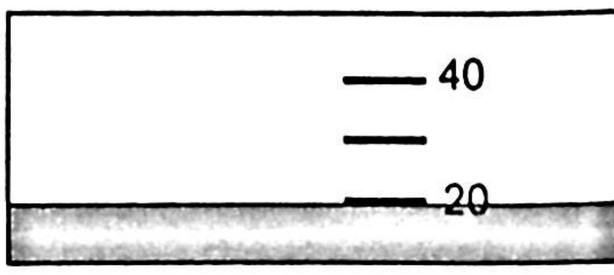
ค. น้ำตาไหลพราก

ง. หายใจติดขัด

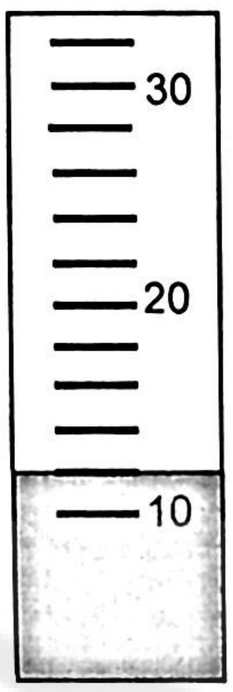
<u>คำชี้แจง</u> ใช้ภาพปริมาตรของน้ำ (ในหน่วยมิลลิลิตร) ซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะ A B C และ D ตอบคำถามข้อ 14 – 15



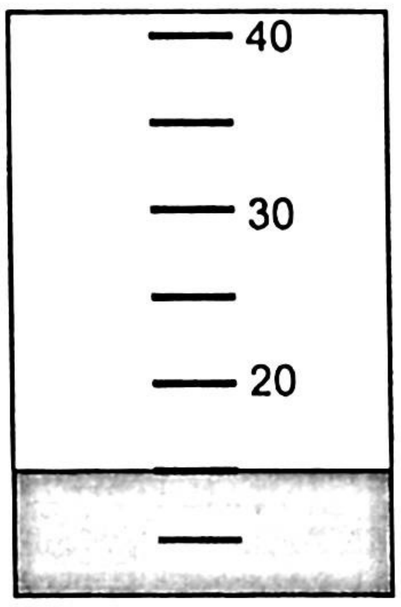
ภาชนะ A



ภาชนะ C



ภาชนะ B



ภาชนะ D

14) จงเรียงลำดับปริมาตรของน้ำที่บรรจุอยู่ในภาชนะจากมากไปน้อย

ก. B > A > C

ข. D > A > B

ค. A > B > C

ง. C > A > B

15) ถ้าเด็กหญิงเตยเติมน้ำลงในภาชนะ B อีก 20 มิลลิลิตร ผลจะเป็นอย่างไร

ก. น้ำล้นออกนอกภาชนะ

ข. ระดับน้ำสูงกว่าขีด 30

ค. ระดับน้ำพอดีขีด 30

ง. ระดับน้ำต่ำกว่าขีด 30

<u>คำชี้แจง</u> อ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 16 - 20

สังเกตหรือไม่บนฉลากอาหาร เครื่องดื่ม หรือเครื่องสำอางบางยี่ห้อจะระบุไว้ว่า ใช้วัตถุกันเสีย หรือที่เราเรียกว่า สารกันเสีย หรือสารกันบูด แล้วความลับของสารกันเสียคืออะไรกันนะ มาค้นหาความลับกันเถอะ

Berry Jam
เบอร์รี่แยม

ส่วนประกอบโดยประมาณ
สตอร์เบอร์รี่ 35% น้ำเชื่อมกลูโคส 45% น้ำตาล 20%
แต่งกลิ่นเลียนแบบธรรมชาติ เจือสีสังเคราะห์
ใช้วัตถุกันเสีย

เมื่อเราปอกเปลือกแอปเปิล หรือกล้วยออก แล้ววางไว้ ผิวของผลไม้จะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือดำ เนื่องจากผิวของผลไม้ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ และเกิดสารออกไซด์ขึ้น ซึ่งสารนี้เป็นเหตุให้สีของผิวผลไม้เปลี่ยนไป คนในสมัยก่อนค้นพบว่าเพียงแค่บีบน้ำมะนาว หรือ นำผลไม้ที่ปอกเปลือกแล้วไปแช่ในน้ำเกลือ จะช่วยชะลอการเปลี่ยนสีที่ผิวของผลไม้ จึงเป็นที่มาของการคิดค้นผลิตสารกันเสีย

ปัจจุบันการใส่สารกันเสียในอาหาร หรือ เครื่องดื่ม ต้องได้รับการควบคุมปริมาณให้เป็นไปตามที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด สารกันเสียส่วนใหญ่ไม่ดีต่อร่างกาย ส่งผลเสียต่อระบบย่อยอาหาร และอาจเป็นสารก่อให้เกิดโรคมะเร็ง โดยเฉพาะในรายที่แพ้สารกันเสีย อาจเกิดอาการคัน มีผื่นแดงขึ้นตามลำตัว หรือ หากเกิดอาการแพ้มาก ๆ อาจเกิดอาการวิงเวียนศีรษะ หายใจติดขัด และอาเจียนได้

16) ใจความสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร
- ก. สารกันเสียกินไม่ได้
- ข. วิธีการผลิตสารกันเสีย
- ค. สารกันเสียในอาหารและเครื่องดื่ม
- ง. ประโยชน์และโทษของสารกันเสีย

17) การเปลี่ยนสีที่ผิวผลไม้เมื่อสัมผัสกับอากาศเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบใด
- ก. อุณหภูมิ
- ข. ทางเคมี
- ค. ทางกายภาพ
- ง. ความเป็นกรด – เบส

18) ถ้านักเรียนอยากรู้ว่า อาหาร หรือ เครื่องดื่มที่รับประทานใส่สารกันเสียหรือไม่ ควรทำอย่างไร
- ก. ถามผู้ขาย
- ข. ถามผู้ปกครอง
- ค. อ่านที่ฉลากอาหาร
- ง. ดูที่ราคาของสินค้า

19) บุคคลใดสันนิษฐานว่า น่าจะเกิดอาการแพ้สารกันเสีย
- ก. เด็กชายกบ ปวดท้อง อาเจียน และถ่ายอุจจาระเป็นมูกเลือด
- ข. เด็กหญิงไก่ ปวดศีรษะ ไข้ขึ้นสูง และมีจุดเลือดออกตามผิวหนัง
- ค. เด็กหญิงปุ๋ย เกิดอาการคันบริเวณแขนและขา วิงเวียนศีรษะ และอาเจียน
- ง. เด็กชายอ๊อด ไข้ขึ้นสูง และมีตุ่มน้ำใส ๆ ขึ้นทั่วลำตัว

20) ข้อใดเป็นคุณสมบัติของสารกันเสีย
- ก. ดูดความชื้นในอากาศ
- ข. กำจัดเชื้อรา และแบคทีเรีย
- ค. ลดการเปลี่ยนสีที่ผิวของผลไม้
- ง. ป้องกันอากาศทำปฏิกิริยากับอาหาร

<u>คำชี้แจง</u> ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 21 – 23

ความเป็นกรด-เบสของสารสามารถทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส ดังนี้

1. สารที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง แสดงว่า สารนั้นเป็นกรด
2. สารที่เปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน แสดงว่าสารนั้นเป็นเบส

ผลการทดสอบสารในชีวิตประจำวัน เป็นดังนี้

น้ำมะนาว เป็น กรด	น้ำปลา เป็น กลาง
น้ำอัดลม เป็น กรด	น้ำเชื่อม เป็น กลาง
น้ำดื่ม เป็น กลาง	น้ำสบู่ เป็น เบส
ยาธาตุน้ำแดง เป็น เบส	น้ำกลั่น เป็น กลาง

21) การแสดงผลการทดสอบความเป็นกรด-เบสของสาร รูปแบบใดเหมาะสมที่สุด

ก. สร้างตาราง

ข. เขียนบรรยาย

ค. วาดรูปประกอบ

ง. วาดแผนภูมิวงกลม

22) ถ้านักเรียนทดสอบน้ำสบู่ด้วยกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน ผลจะเป็นอย่างไร

ก. กระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีน้ำเงิน เป็นสีแดง

ข. กระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

ค. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินไม่เปลี่ยนสี

ง. กระดาษลิตมัสสีแดงไม่เปลี่ยนสี

23) "เมื่อทดสอบสาร A ด้วยกระดาษลิตมัสสีแดง พบว่าไม่เปลี่ยนสี แต่เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน พบว่าเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง" สาร A ถูกจัดอยู่กับสารใดบ้าง

ก. น้ำดื่ม และ น้ำกลั่น

ข. น้ำปลา และ น้ำเชื่อม

ค. น้ำมะนาว และ น้ำอัดลม

ง. น้ำสบู่ และ ยาธาตุน้ำแดง

24) เด็กชายป้อม ค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสาร ข้อมูลแสดงดังนี้

1. การที่ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว เรียกว่า การหลอมเหลว
2. การที่ของเหลวกลับมาเป็นของแข็ง เรียกว่า การแข็งตัว
3. การที่ของเหลวเปลี่ยนเป็นแก๊ส เรียกว่า การระเหย
4. การที่แก๊สกลับมาเป็นของเหลว เรียกว่า การควบแน่น
5. การที่ของแข็งเปลี่ยนเป็นแก๊ส เรียกว่า การระเหิด

แผนผังใดแสดงกระบวนการเปลี่ยนสถานะของน้ำได้ถูกต้อง

ก. น้ำแข็ง $\xrightarrow{\text{ละลาย}}$ น้ำ $\xrightarrow{\text{กลายเป็นไอ}}$ ไอน้ำ

ข. น้ำแข็ง $\xrightarrow{\text{หลอมเหลว}}$ น้ำ $\xrightarrow{\text{ระเหย}}$ ไอน้ำ

ค. น้ำแข็ง $\xrightarrow{\text{ระเหิด}}$ ไอน้ำ

ง. ไอน้ำ $\xrightarrow{\text{แข็งตัว}}$ น้ำแข็ง

25) ปรากฏการณ์ใด ระบุชื่อการเปลี่ยนสถานะของสารได้ถูกต้อง หรือ ไม่ถูกต้อง

ปรากฏการณ์	การเปลี่ยนสถานะ	ระบุการเปลี่ยนสถานะ	
		ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
ไอศกรีมละลาย	หลอมเหลว		
น้ำค้างเกาะอยู่บนใบหญ้า	แข็งตัว		
น้ำในแก้วลดระดับลงเมื่อวางไว้	ระเหย		
น้ำแข็งแห้งกลายเป็นไอ	ระเหิด		

ก. ถูกต้อง ไม่ถูกต้อง ถูกต้อง ถูกต้อง ตามลำดับ

ข. ไม่ถูกต้อง ถูกต้อง ถูกต้อง ไม่ถูกต้อง ตามลำดับ

ค. ไม่ถูกต้อง ถูกต้อง ไม่ถูกต้อง ถูกต้อง ตามลำดับ

ง. ถูกต้อง ถูกต้อง ไม่ถูกต้อง ไม่ถูกต้อง ตามลำดับ

<u>คำชี้แจง</u> อ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 26 - 30

ฉลากอาหารด้านหน้า

โปเตโต้ สแน็ค
มันฝรั่งแท้ทอดกรอบแผ่นเรียบ

สแน็คใส่ใจในสุขภาพของคุณ
เราจึงคัดสรรมันฝรั่งพันธุ์ดี
แล้วนำไปทอดในน้ำมันรำข้าว
บริสุทธิ์ คุณภาพดีเยี่ยม

มันฝรั่งสูตรใช้น้ำมันปาล์มทอด
มีไขมันอิ่มตัว 5 กรัม ต่อ 30 กรัม
มันฝรั่งสูตรใช้น้ำมันรำข้าวทอด
มีไขมันอิ่มตัว 2.5 กรัม ต่อ 30 กรัม

สแน็ค...เลือกสรรแต่สิ่งดี ๆ ส่งตรงถึงมือ
คุณให้อร่อยได้เต็มที่เพื่อประโยชน์ที่ดีกว่า

ผลิตวันที่	170710	15:00
ควรบริโภคก่อน	170111	5 – 11

12-2-34565-7-8910

ฉลากอาหารด้านหลัง

ข้อมูลโภชนาการ

หนึ่งหน่วยบริโภค : ½ ซอง (30 กรัม)

จำนวนหน่วยบริโภคต่อซอง : 2

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	
พลังงานทั้งหมด 160 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 80 กิโลแคลอรี)	
	ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน
ไขมันทั้งหมด 9 กรัม	14 %
ไขมันอิ่มตัว 2.5 กรัม	13 %
โคเลสเตอรอล 0 มิลลิกรัม	0 %
โปรตีน 2 กรัม	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 17 กรัม	6 %
ใยอาหาร 1 กรัม	4 %
น้ำตาล น้อยกว่า 1 กรัม	
โซเดียม 130 มิลลิกรัม	5 %

พลังงาน (กิโลแคลอรี) ต่อกรัม :
ไขมัน = 9 ; โปรตีน = 4 ; คาร์โบไฮเดรต = 4

ส่วนประกอบโดยประมาณ : มันฝรั่ง 62% น้ำมันพืช 32% เครื่องปรุงรส 6% แต่งกลิ่นธรรมชาติ และเจือสีธรรมชาติ ใช้ <u>โมโนโซเดียมกลูตาเมต</u> เป็นวัตถุปรุงแต่งรสอาหาร ไม่ใช้วัตถุกันเสีย

บริโภคแต่น้อย และออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ

คำแนะนำการบริโภค :

- ควรบริโภคก่อนวันหมดอายุ
- ไม่ควรเก็บไว้ในที่ร้อนจัดหรือสัมผัสกลางแดด
- ไม่ควรบริโภคหากพบบรรจุภัณฑ์ชำรุด

26) <u>โมโนโซเดียมกลูตาเมต</u> เป็นวัตถุปรุงแต่งรสอาหารชนิดหนึ่ง คนทั่วไปเรียกสารนี้ว่าอะไร

ก. ผงชูรส
ข. บอแรกซ์
ค. ขัณฑสกร
ง. ดินประสิว

27) การทอดมันฝรั่งในน้ำมันรำข้าวมีข้อดีกว่าการทอดมันฝรั่งในน้ำมันปาล์มอย่างไร

ก. มันฝรั่งทอดกรอบมีสีเหลืองอร่าม
ข. เพิ่มมูลค่าให้กับราคาสินค้า
ค. เพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภค
ง. ปริมาณไขมันอิ่มตัวลดลง

28) หากนักเรียนสงสัยว่า มันฝรั่งทอดกรอบที่วางขายตามท้องตลาด สะอาด ปลอดภัยและได้มาตรฐานหรือไม่ นักเรียนจะสังเกตจากอะไร

ก. ราคา
ข. แหล่งผลิต
ค. แหล่งจำหน่าย
ง. เครื่องหมาย อย.

29) ปริมาณพลังงานจากไขมันที่ได้รับจากการรับประทานมันฝรั่งถุงนี้ต่อหนึ่งหน่วยบริโภคมีค่าเท่ากับเท่าไหร่

ก. 68 กิโลแคลอรี
ข. 81 กิโลแคลอรี
ค. 136 กิโลแคลอรี
ง. 162 กิโลแคลอรี

30) การกระทำของเด็ก 4 คนต่อไปนี้ สมควรกระทำหรือ ไม่สมควร

การกระทำ	ความสมควร	
	ควร	ไม่ควร
เด็กชายเอทานมันฝรั่งชนิดนี้ทุกวันวันละหนึ่งถุง		
เด็กชายนพทานมันฝรั่งถุงนี้ในวันที่ 1 มกราคม 2554		
เด็กหญิงนกสังเกตว่าถุงมันฝรั่งฉีกขาดจึงไม่ซื้อมาทาน		
เด็กหญิงแป้งทานมันฝรั่งถุงนี้หมดภายในครั้งเดียว		

ก. ควร ควร ควร ไม่ควร ตามลำดับ
ข. ไม่ควร ไม่ควร ควร ควร ตามลำดับ
ค. ไม่ควร ควร ควร ไม่ควร ตามลำดับ
ง. ควร ไม่ควร ไม่ควร ไม่ควร ตามลำดับ

VITAE

VITAE

Name: Miss Punika Praputtakun

Date of Birth: August 12, 1983

Place of Birth: Bangkok, Thailand

Address: 342 Soi Chalongkrung, Praram4, Bangkok, Thailand, 10500

E-mail: punika_tookata@hotmail.com

Educational Background:

2001	Mahidonwittayanosorn School (Upper Secondary School), Nakhon Pratom
2005	Bachelor of Science (B.Sc.), Chemistry (2nd class honor), Kasetsart University, Bangkok
2006	Graduate Diploma (Grad.Dip.), Teaching Profession, Srinakharinwirot University, Bangkok
2012	Doctor of Education (Ed.D.), Science Education (English Program), Srinakharinwirot University, Bangkok