

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



209138



การศึกษานิเทศเรื่องสารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชน การค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการสอน

โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

THE STUDY OF GRADE 6 STUDENT CONCEPTIONS ABOUT  
SUBSTANCES AND ITS PROPERTIES USING LOCAL  
COMMUNITY RESOURCES AND  
INQUIRY CYCLE (5E)

นางสาวฉัตรรัตน์ กองดี

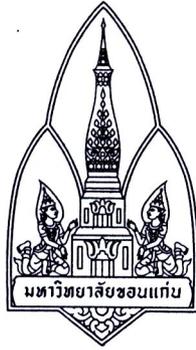
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554



209138



การศึกษานโนมติเรื่องสารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชนการต้มเกลือสินเธาว์ประกอบการสอน

โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

THE STUDY OF GRADE 6 STUDENT CONCEPTIONS ABOUT  
SUBSTANCES AND ITS PROPERTIES USING LOCAL  
COMMUNITY RESOURCES AND  
INQUIRY CYCLE (5E)



นางสาวธิดารัตน์ ทองดี

วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554

การศึกษามโนคติเรื่องสารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชนการต้มเกลือสินเธาว์ประกอบการสอน  
โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

นางสาวธิดารัตน์ ทองดี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

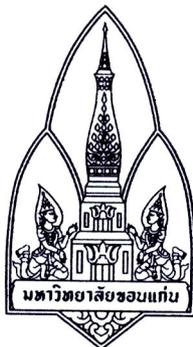
พ.ศ. 2554

**THE STUDY OF GRADE 6 STUDENT CONCEPTIONS ABOUT  
SUBSTANCES AND ITS PROPERTIES USING LOCAL  
COMMUNITY RESOURCES AND  
INQUIRY CYCLE(5E)**

**MISS THIDARUT TONGDEE**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS  
FOR THE DEGREE OF MASTER OF EDUCATION  
IN SCIENCE EDUCATION  
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY**

**2011**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
หลักสูตร  
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์: การศึกษามโนคติเรื่องสารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชนการต้มเกลือสินเธาว์ประกอบการสอน โดยใช้วัฏจักร  
การสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นางสาวธิดารัตน์ ทองดี

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ ธาตุทอง ประธานกรรมการ  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณจริย์ มั่งสิงห์ กรรมการ  
ดร.ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ดร.ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง)



.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ลำปาง แม่นมาตย์)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สุวรรณน้อย)  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ธิดารัตน์ ทองดี: 2554. การศึกษามโนคติเรื่องสารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา  
ปีที่ 6 โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชนการต้มเกลือสินเธาว์ประกอบการสอนโดยใช้วัฏจักร  
การสืบเสาะหาความรู้ (5E). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ดร.ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง

บทคัดย่อ

209138

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนคติ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชนการต้มเกลือสินเธาว์ประกอบการสอนโดยใช้  
วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้(5E) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นประถมศึกษา  
ปีที่ 6 โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2 ที่อาศัยใน  
ชุมชนที่มีต้มเกลือสินเธาว์ จำนวน 19 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 รูปแบบ  
การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย  
1) แบบสำรวจมโนคติแบบอัตนัยแบบตอบสั้น (Short Answer Test) จำนวน 30 ข้อ 2) แผนการ  
จัดการเรียนรู้เรื่องสารและสมบัติของสาร จำนวน 14 แผน รวม 28 ชั่วโมง เก็บรวบรวมข้อมูลโดย  
ใช้การสำรวจมโนคติ การสัมภาษณ์ และนាំมโนคติของนักเรียนที่ได้มาจัดกลุ่มมโนคติเพื่อวิเคราะห์  
ความสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้เรื่อง สารและสมบัติของสาร โดยใช้แหล่งเรียนรู้ใน  
ชุมชนการต้มเกลือสินเธาว์ประกอบการสอนโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้(5E) ทำให้เกิด  
การเรียนรู้ในมโนคติ ความหมายของวัสดุ สมบัติของวัสดุ ประโยชน์ของวัสดุ การละลาย การแยก  
สาร สอดคล้องกับมโนคติวิทยาศาสตร์ ส่วนมโนคติที่ยังเป็นปัญหาคือ มโนคติเรื่องสมบัติของสาร  
ในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เนื่องจากนักเรียนขาดการอธิบายสมบัติของสารในเรื่อง มวล  
และปริมาตร และในเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสาร เนื่องจากนักเรียนขาดการอธิบายเกี่ยวกับผล  
ของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนสถานะของสาร

Thidarut Tongdee. 2011. **The Study of Grade 6 Student Conceptions about Substances and Its Properties Using Community Resources and Inquiry Cycle (5E)**. Master of Education Thesis in Science Education, Graduate School, Khon Kaen University.

**Thesis Advisor:** Dr.Pattamaporn Pimthong

## ABSTRACT

209138

The purpose of the research was to study Grade 6 student conceptions relating to the substances and its properties using local community resources and inquiry cycle (5E).The participants of this study were Grade 6 students from a small size primary school in Roi-Et province during the 1<sup>st</sup> semester of the 2010 academic year. This qualitative research collected data by surveying students' conceptions using a 30 items short answer test and interviewing some students. The 14 lesson plan on substances and its properties were implemented. Data from short answer test and interview were analyzed by categorizing into groups compare with scientific conceptions.

The result showed that community resources and inquiry cycle(5E) learning unit encouraged Grade 6 students to understand scientific conceptions in many concepts namely material definition, material properties, material advantages, solution process and separation of mixtures. However, most students had difficulties in a state of substances and a change in state of substances concepts because of they still had alternative conceptions about mass and volume of substances and the effects of heat on state changes.

วิทยานิพนธ์นี้ขอมอบส่วนดีให้บุพการี และคณาจารย์

## กิตติกรรมประกาศ

ตลอดระยะเวลาในการศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตและการทำวิจัย ของผู้วิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยผู้มีพระคุณมากมายที่เต็มใจให้ความช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจมา โดยตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยบุคคลแรกได้รับความกรุณาอย่างสูงยิ่งจาก ดร.ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้แง่คิดในการทำวิจัย รองศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ ชาติทอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ที่มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่ให้ความกรุณา มา ณ โอกาสนี้ และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณจริย์ มั่งสิงห์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาในการตรวจทาน แก้ไขให้คำแนะนำจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ ขอขอบพระคุณ ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรรณภา สุกรียพงษ์ อาจารย์รัตนา แก้วคำไสย์ อาจารย์บังกาล จันทรหวัโทน ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำในการปรับปรุงเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ จนเสร็จสิ้นด้วยดีมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู บุคลากรทางการศึกษา ในโรงเรียนที่ผู้วิจัยจัดเป็นกลุ่มเป้าหมาย เพื่อนๆ นักศึกษา ปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์อยู่เสมอ ตลอดจนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จนเสร็จสิ้นกระบวนการ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อประดิษฐ์ คุณแม่สมสมัย ทองดี ที่ช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยและเป็นกำลังใจให้ลูกเสมอมา

สุดท้ายผลอันเป็นประโยชน์ ความดีงามทั้งปวง ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแต่ บิดา – มารดา ครู – อาจารย์ ที่เคารพอย่างสูงยิ่ง และหากมีข้อบกพร่องด้วยประการใดๆ ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ด้วยความขอบคุณยิ่ง

ธิดารัตน์ ทองดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
คำอุทิศ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. คำถามของการวิจัย	4
3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
4. ตัวแปรที่ศึกษา	5
5. ขอบเขตของการวิจัย	5
6. นิยามศัพท์เฉพาะ	5
7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
1. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542	7
2. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544	8
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	
3. ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism	10
4. แนวคิด	12
5. ความหมายและรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	15
6. แหล่งเรียนรู้ในชุมชน	26
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
8. กรอบแนวคิดของการวิจัย	35

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	37
1. กลุ่มเป้าหมาย	37
2. ตัวแปรที่ศึกษา	37
3. รูปแบบงานวิจัย	37
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	38
5. การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ	38
6. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	40
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	43
1. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับความหมายของวัสดุ	43
2. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุ	50
3. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของวัสดุ	62
4. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง	72
5. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว	82
6. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส	93
7. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสาร	108
8. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการละลาย	165
9. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการแยกสาร	174
10. การอภิปรายผล	212
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	223
1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	223
2. กลุ่มเป้าหมาย	223
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	223
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล	223

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5. การวิเคราะห์ข้อมูล	224
6. สรุปผลการวิจัย	225
7. ข้อเสนอแนะของการวิจัย	234
บรรณานุกรม	235
ภาคผนวก	239
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	241
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	253
ภาคผนวก ค รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	263
ภาคผนวก ง หนังสือราชการ	267
ประวัติผู้เขียน	271

## สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 1	วิธีการแยกสารเนื้อผสมโดยค้ำน้ำถึงสมบัติของสารที่ผสมกัน	15
ตารางที่ 2	บทบาทครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es)	20
ตารางที่ 3	บทบาทนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es)	22
ตารางที่ 4	แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรม	39
ตารางที่ 5	แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	41
ตารางที่ 6	แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหมายของวัสดุ	44
ตารางที่ 7	แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหมายของวัสดุ	48
ตารางที่ 8	แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง ความหมายของวัสดุ	49
ตารางที่ 9	แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติด้านความแข็งของวัสดุ	51
ตารางที่ 10	แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ	53
ตารางที่ 11	แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติด้านความแข็งของวัสดุ	58
ตารางที่ 12	แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง สมบัติด้านความแข็งของวัสดุ	59
ตารางที่ 13	แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ	60
ตารางที่ 14	แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง สมบัติด้านการนำความร้อนวัสดุ	61

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 15 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ประโยชน์ของวัสดุ	62
ตารางที่ 16 แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ประโยชน์ของวัสดุ	70
ตารางที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง ประโยชน์ของวัสดุ	71
ตารางที่ 18 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง	72
ตารางที่ 19 แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง	79
ตารางที่ 20 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง	81
ตารางที่ 21 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว	83
ตารางที่ 22 แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว	90
ตารางที่ 23 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว	92
ตารางที่ 24 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส	93
ตารางที่ 25 แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส	105
ตารางที่ 26 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส	107
ตารางที่ 27 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การหลอมเหลว	108

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 28 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแข่งตัวของของเหลว	110
ตารางที่ 29 แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การหลอมเหลว	120
ตารางที่ 30 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การหลอมเหลว	122
ตารางที่ 31 แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแข่งตัวของของเหลว	123
ตารางที่ 32 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การแข่งตัวของของเหลว	124
ตารางที่ 33 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การระเหย	125
ตารางที่ 34 แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การระเหย	134
ตารางที่ 35 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การระเหย	136
ตารางที่ 36 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การควบแน่น	136
ตารางที่ 37 แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การควบแน่น	151
ตารางที่ 38 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การควบแน่น	152
ตารางที่ 39 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การระเหิด	154
ตารางที่ 40 แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การระเหิด	162

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 41 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การระเหิด	164
ตารางที่ 42 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การละลาย	165
ตารางที่ 43 แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การละลาย	172
ตารางที่ 44 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การละลาย	174
ตารางที่ 45 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การจำแนกประเภทของสาร	175
ตารางที่ 46 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างพริกน้ำปลา	178
ตารางที่ 47 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างข้าวผสมแกลบ	179
ตารางที่ 48 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างกรวดและทราย	181
ตารางที่ 49 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างเกลือกับน้ำเกลือ	182
ตารางที่ 50 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมน้ำคอลลอยด์	184
ตารางที่ 51 แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การจำแนกประเภทของสาร	199
ตารางที่ 52 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การจำแนกประเภทของสาร	200
ตารางที่ 53 แสดงมโนมติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างพริกน้ำปลา	202

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 54 แสดงการเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและมโนคติหลังเรียน เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างพริกน้ำปลา	203
ตารางที่ 55 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างข้าวผสมกับเกลบ	204
ตารางที่ 56 แสดงการเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและมโนคติหลังเรียน เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างข้าวผสมกับเกลบ	205
ตารางที่ 57 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างกรวดและทราย	206
ตารางที่ 58 แสดงการเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและมโนคติหลังเรียน เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างกรวดและทราย	207
ตารางที่ 59 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างเกลือกับน้ำเกลือ	208
ตารางที่ 60 แสดงการเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและมโนคติหลังเรียน เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างเกลือกับน้ำเกลือ	209
ตารางที่ 61 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมน้ำคลอง	210
ตารางที่ 62 แสดงการเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและมโนคติหลังเรียน เรื่อง การแยกสารผสมน้ำคลอง	211

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1	ภาพแสดงอุปกรณ์การต้มเกลือสินเธาว์ 45
ภาพที่ 2	ภาพแสดงแผนผังความคิดเกี่ยวกับความหมายของวัสดุ ของนักเรียนกลุ่มที่ 1 46
ภาพที่ 3	ภาพแสดงแผนผังความคิดเกี่ยวกับความหมายของวัสดุ ของนักเรียนกลุ่มที่ 2 47
ภาพที่ 4	ภาพแสดงการเลือกตะปูให้เหมาะกับก้อนแต่ละแบบ 56
ภาพที่ 5	แผนผังแสดงขั้นตอนการใช้อุปกรณ์ในการต้มเกลือสินเธาว์ ของ ค.ญ.สุภาวี ศรีทอง 65
ภาพที่ 6	แผนผังแสดงขั้นตอนการใช้อุปกรณ์ในการต้มเกลือสินเธาว์ ของ ค.ญ.รุ่งนภา พิลา 66
ภาพที่ 7	แผนผังแสดงขั้นตอนการใช้อุปกรณ์ในการต้มเกลือสินเธาว์ ของ ค.ญ.วัฒนา ช่างศรี 66
ภาพที่ 8	ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องวัสดุที่ใช้ในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์ ของ ค.ญ.สุภาวี ศรีทอง 67
ภาพที่ 9	ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องวัสดุที่ใช้ในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์ ของ ค.ญ.วิภาดา ปุยะสันติ 68
ภาพที่ 10	นักเรียนแสดงเหตุการณ์สมมติเป็นอุปกรณ์ในการต้มเกลือสินเธาว์ 69
ภาพที่ 11	แสดงขั้นตอนในการต้มเกลือสินเธาว์ 74
ภาพที่ 12	แสดงผลการจำแนกสารของนักเรียนกลุ่มที่ 1 71
ภาพที่ 13	แสดงผลการจำแนกสารของนักเรียนกลุ่มที่ 2 75
ภาพที่ 14	แสดงผลการจำแนกสารของนักเรียนกลุ่มที่ 3 75
ภาพที่ 15	แสดงการพิจารณาก้อนหินและแท่งไม้ 76
ภาพที่ 16	แสดงผลการปริมาตรของก้อนหินโดยการแทนที่น้ำ 78
ภาพที่ 17	แสดงการเปรียบเทียบมวลระหว่างแก้วที่ใส่น้ำสีกับแก้วที่ไม่ใส่น้ำสี 85
ภาพที่ 18	แสดงผลงานของนักเรียนที่ได้ออกแบบที่ใส่น้ำหวาน 87
ภาพที่ 19	แสดงขั้นตอนกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์ที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของเหลว 89

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 20 ลูกโป่งผูกคานอยู่ในลักษณะสมคูล	95
ภาพที่ 21 ลูกโป่งที่ถูกเป่าลมเข้าไปด้านหนึ่ง	96
ภาพที่ 22 ใบกิจกรรมของ ค.ญ.วิภารัตน์ ชัยชนะ จากการทำกิจกรรมเรื่องแก๊สมีมวล	97
ภาพที่ 23 ใบกิจกรรมของ ค.ญ.วิภาดา ปุยะสันติ จากการทำกิจกรรมเรื่องแก๊สมีมวล	97
ภาพที่ 24 ขวดเปล่ากับขวดที่ใส่ดินสอ	98
ภาพที่ 25 ขวดใส่ลูกโป่ง และขวดใส่ลูกโป่งที่พองแล้ว	98
ภาพที่ 26 ใบกิจกรรมเรื่องรูปร่างของแก๊ส ของ ค.ญ.กาญจน์ สุনারักษ์	100
ภาพที่ 27 ใบกิจกรรมเรื่องรูปร่างของแก๊ส ของ ค.ญ.รุ่งนภา พิลา	101
ภาพที่ 28 การต้มเกลือสินเธาว์	102
ภาพที่ 29 ใบกิจกรรมเรื่อง เกลือสินเธาว์กับสมบัติของแก๊ส ของ ค.ช.วัชรนนท์ สิงพลงาม	103
ภาพที่ 30 ใบกิจกรรมเรื่อง เกลือสินเธาว์กับสมบัติของแก๊ส ของ ค.ญ.รุ่งนภา พิลา	104
ภาพที่ 31 แสดงน้ำแข็งในสถานการณ์ต่างๆ	112
ภาพที่ 32 ภาพแสดงเทียนในสถานะของแข็ง	112
ภาพที่ 33 นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็ง โดยใช้อุปกรณ์ที่เตรียมไว้ และบันทึกผลบนกระดาน	113
ภาพที่ 34 นักเรียนใช้ช้อนคนน้ำแข็งเพื่อทำให้น้ำแข็งหลอมเหลว	114
ภาพที่ 35 นักเรียนนำน้ำแข็งไปเป่าด้วยพัดลมเพื่อทำให้น้ำแข็งหลอมเหลว	115
ภาพที่ 36 แสดงการบันทึกกิจกรรมของนักเรียน	116
ภาพที่ 37 แสดงการหลอมเหลวของเทียน	117
ภาพที่ 38 การทำเทียนแข็งตัวโดยใช้วิธีการต่างๆ	117
ภาพที่ 39 การแข็งตัวของเทียน	118
ภาพที่ 40 การบันทึกกิจกรรมของนักเรียน	119
ภาพที่ 41 แสดงการออกแบบวิธีการ “ทำให้น้ำหายไป โดยไม่เททิ้ง”	129
ภาพที่ 42 การทดลองเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ	129

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า	
ภาพที่ 43	ใบกิจกรรมการระเหยของ ค.ญ. สุภาวี ศรีทอง และ ค.ญ. รุ่งนภา พิลา	130
ภาพที่ 44	การทำนาเกลือ	132
ภาพที่ 45	น้ำพุร้อน	132
ภาพที่ 46	การขุดดินเกลือในนาข้าว	133
ภาพที่ 47	การต้มเกลือสินเธาว์	133
ภาพที่ 48	แสดงรูปภาพเกี่ยวกับการเกิดหยดน้ำ	139
ภาพที่ 49	แสดงการสังเกตระหว่างแก้วน้ำที่ใส่น้ำเย็นและแก้วน้ำที่ใส่น้ำไม่เย็น	140
ภาพที่ 50	ใบกิจกรรมเรื่องการควบแน่นของสาร	141
ภาพที่ 51	การนำหลอดทดลองที่ใส่น้ำเย็นไปวางไว้เหนือไอน้ำ	142
ภาพที่ 52	ใบบันทึกกิจกรรมเรื่อง การควบแน่น	143
ภาพที่ 53	การทดลองปิดฝาภาชนะในขณะที่ต้มน้ำ	144
ภาพที่ 54	ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องการควบแน่น	145
ภาพที่ 55	ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องการควบแน่น ของเด็กหญิงวิภารัตน์ ชัยชนะ	149
ภาพที่ 56	ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องการควบแน่น ของเด็กหญิงกาญจน์ สุনারักษ์	150
ภาพที่ 57	แสดงการเปรียบเทียบระหว่างลูกเหม็นที่วางไว้ในตู้เป็นเวลา 14 วัน กับลูกเหม็นก้อนใหม่	157
ภาพที่ 58	แสดงการระเหิดของการบูร	159
ภาพที่ 59	แสดงการบูรระเหิดมาเกาะกับภาชนะหลังการเผา	159
ภาพที่ 60	แสดงสารผสมระหว่างการบูรและเกลือ	160
ภาพที่ 61	แสดงการแยกสารผสมระหว่างเกลือและการบูร โดยอาศัยหลักการระเหิด	160
ภาพที่ 62	แสดงการบูรและเกลือหลังจากทำการแยกสาร	161
ภาพที่ 63	ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องการระเหิด ของ ค.ญ. วิภาดา ปุยะสันติ	161
ภาพที่ 64	แสดงสารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ	167
ภาพที่ 65	แสดงการกระจายตัวของสี	169
ภาพที่ 66	ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องการละลายของ ค.ญ. ประกายแก้ว ช่างศรี และ ค.ช. วัชรนนท์ สิงพลงาม	170

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 67 การแยกสารเนื้อผสมระหว่างข้าวกับเกลบ	186
ภาพที่ 68 การแยกสารเนื้อผสมระหว่างกรวดกับทราย	187
ภาพที่ 69 การแยกสารเนื้อผสมระหว่างน้ำกับน้ำมัน	188
ภาพที่ 70 ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องการแยกสารเนื้อผสมของ ค.ญ.วิภารัตน์ ชัยชนะ	189
ภาพที่ 71 แสดงการเปรียบเทียบน้ำที่ได้จากเครื่องกรองอย่างง่ายที่เรียงลำดับวัสดุต่างกัน	191
ภาพที่ 72 ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องการกรอง ของ ค.ญ.ปวีณา สีนวนจำปา	192
ภาพที่ 73 แสดงการแยกน้ำเกลือและสารละลายน้ำตาล	193
ภาพที่ 74 แสดงแผนผังความคิดเรื่องการแยกสารเนื้อเดียวและการแยกสารเนื้อผสม ของนักเรียนกลุ่มที่ 1	194
ภาพที่ 75 แสดงแผนผังความคิดเรื่องการแยกสารเนื้อเดียวและการแยกสารเนื้อผสม ของนักเรียนกลุ่มที่ 2	195
ภาพที่ 76 แผนผังการแยกสารในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์ ของ ค.ช.ธีระวัฒน์ หมู่ทอง	196
ภาพที่ 77 แผนผังการแยกสารในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์ ของ ค.ญ.อภิัญญา บุษปะโก	197