



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาผลของปัจจัยด้านจิตพิสัยและสังคมต่อการสอนวิทยาศาสตร์
เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดในระดับประถมศึกษา

โดย นางสาวปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง

2 มกราคม 2553

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาผลของปัจจัยด้านจิตพิสัยและสังคมต่อการสอนวิทยาศาสตร์
เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดในระดับประถมศึกษา

นางสาวปฐมภรณ์ พิมพ์ทอง
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ณ สั ย พหุ ยยัชชี จุฬฬห่าชี . อู่ ำชะ. สห ฤษพี“ฐั ยฝะห่าสี ฤ)

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5080262

ชื่อโครงการ : การศึกษาผลของปัจจัยด้านจิตพิสัยและสังคมต่อการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด ในระดับประถมศึกษา

ชื่อนักวิจัย: นางสาวปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

E-mail Address: ppatt@kku.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 1 ปี

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้คือ (1) เพื่อศึกษาผลของปัจจัยที่หลากหลาย เช่น ปัจจัยทางด้านจิตพิสัย หรือ สังคมที่อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (2) เพื่อศึกษาพัฒนาการในการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด (3) เพื่อศึกษาพัฒนาการของแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุระหว่างกระบวนการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (อายุ 10-11ปี) โดยจัดการเรียนรู้ตามมุมมองของการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด (conceptual change perspective) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การสำรวจแนวคิดก่อนและหลังเรียน การสังเกตชั้นเรียน การวิเคราะห์ชิ้นงานนักเรียน และการสัมภาษณ์ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามมุมมองของการเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่ทำนายและส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียน นอกจากนี้ยังทำให้พบว่า ผลของปัจจัยบางประการ ได้แก่ ผลทางด้านแรงจูงใจ สังคม วัฒนธรรม และภาษาล้วนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่เหมาะสมกับวัฒนธรรมและบริบทที่มีความจำเพาะเจาะจง

คำหลัก: วัสดุและสมบัติของวัสดุ, การเปลี่ยนแปลงแนวคิด, วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา

Abstract

Project Code : MRG5080262

Project Title : A Study of the effects of Affective and Social Factors on Teaching for
Conceptual Change in Primary Science

Investigator : Pattamaporn Pimthong , Faculty of Education , Khon Kaen University

E-mail Address : ppatt@kku.ac.th

Project Period : 1 year

Abstract: The purposes of this research were (1) To study the impact of multiple factors such as affective and social factors on the process of conceptual change. (2) To study the development of teaching for conceptual change and (3) To study students' conceptual development about materials and their properties during the learning process. The subjects were thirty-two Grade 5 (10-11 years) students. The instructional unit which based on conceptual change perspective was developed. Data were collected through pre and post concept surveys, classroom observations, students' works and students' interviews. The results showed the influences of instructional activities that challenged and encouraged student conceptual change and indicated some effects of motivational, social, cultural and language factors on students' conceptual change. This study illustrates how a conceptual change approach might be accomplished in specific cultures and contexts.

Key words: materials and their properties, conceptual change, primary science

สารบัญ

บทที่	หน้า
Executive summary	i
บทที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
• วัตถุประสงค์การวิจัย	4
• คำถามการวิจัย	
• ผลที่คาดว่าจะได้รับ	
• ขอบเขตของการวิจัย	
• นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
• ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism	8
• การเปลี่ยนแปลงแนวคิด	11
• แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ	18
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	27
• การวิจัยเชิงตีความ	27
• วิธีการวิจัย	28
บทที่ 4 ผลการวิจัย	41
• ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง	41
• ผลสรุปปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุของนักเรียน	43
• การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ	48
• แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด	58

บทที่ 5 การอภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

• ภาพรวมของการวิจัย	78
• ขอบเขตของการวิจัย	79
• ข้อค้นพบจากการวิจัย	81
• ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยนี้ไปใช้	85
• ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป	86
บรรณานุกรม	87
Output	ii
ภาคผนวก	iii
รายงานการเงิน	iv
เอกสารสรุปผลงานวิจัย	v

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและสาระการเรียนรู้สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (สสวท, 2546)	25
ตารางที่ 2 ระยะการวิจัยและวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล	30
ตารางที่ 3 สรุปการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	38
ตารางที่ 4 สรุปกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ	52
ตารางที่ 5 กลุ่มแนวคิดของนักเรียนเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ	58
ตารางที่ 6 สรุปเหตุผลในการเลือกวิธีสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดในแนวคิดย่อยต่างๆเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ	68

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 1 ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 (ชั้น ป.4 – ป.6)	24
ภาพที่ 2 รูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด	51

Executive summary

1. ความสำคัญของปัญหาและที่มาของปัญหา

มุมมองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Conceptual Change Perspective) พัฒนามาจากการศึกษาผลของแนวคิดที่ไม่สอดคล้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Conceptions) หรือที่เรียกว่าแนวคิดทางเลือก (Alternative Conceptions) หรือ แนวคิดคลาดเคลื่อน (Misconceptions) ที่มีต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นจำเป็นต้องทำการสำรวจแนวคิดดั้งเดิมที่นักเรียนมีมาก่อนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน โดยส่วนใหญ่จะพบว่านักเรียนที่มีแนวคิดทางเลือก (Alternative Conceptions) หรือ แนวคิดคลาดเคลื่อน (Misconceptions) มักจะยึดมั่นในแนวคิดทางเลือกนั้น ทำให้ยากที่จะเปิดใจยอมรับและเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มุมมองของการเปลี่ยนแปลงแนวคิดจึงเป็นการอธิบายว่านักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดทางเลือกไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และมีปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาดังกล่าว

ในอดีตที่ผ่านมาการศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดทางเลือก และการเปลี่ยนแปลงแนวคิดนั้นให้ความสนใจเฉพาะความเป็นไปทางด้านแนวคิดของนักเรียนในเชิงการเปลี่ยนแปลงทางด้านพุทธิพิสัย เช่น ศึกษาว่านักเรียนมีแนวคิดเป็นอย่างไร สอนอย่างไรให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงจากแนวคิดทางเลือกไปเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และหลังจากสอนแล้วนักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร โดยที่ยังไม่ได้ให้ความสำคัญกับการอธิบายถึงสาเหตุของการเปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนแนวคิดของนักเรียน นอกจากนั้นยังได้ละเลยที่จะอธิบายถึงปัจจัยต่างๆทางด้านจิตพิสัย และ สังคม ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น ความเชื่อมั่นในความสามารถในการเรียนรู้ของตนเอง (Self efficacy) ความสนใจในเรื่องที่เรียน (Interest) แรงจูงใจที่จะเรียน (Motivation) ความเชื่อ (belief) ความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้และการรู้ (Epistemological Belief) และ บริบทรอบตัวผู้เรียน (context) เป็นต้น

ปัจจัยต่าง ๆ นี้จะไปสู่วิธีการที่จะส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยหากศึกษาได้ว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับประถมศึกษาซึ่งเป็นระดับชั้นแรกที่เริ่มเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมีผลกระทบจากปัจจัยเหล่านี้อย่างไรนั้น จะทำให้สามารถเข้าใจได้ว่าเหตุใดในบางแนวคิดนักเรียนบางคนอาจจะเกิดความเข้าใจและยอมรับได้โดยง่าย ในขณะที่นักเรียนบางคนยากที่จะเข้าใจหรือเพราะเหตุใดในนักเรียนคนเดียวกันจึงมีความสามารถในการเข้าใจแนวคิดต่างๆได้แตกต่างกัน ซึ่งจะสามารถทำให้ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนประถมศึกษาไทยสามารถเรียนรู้และเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มที่

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาบทบาทของปัจจัยทางด้านจิตพิสัยและทางสังคมต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน
2. เพื่อศึกษากระบวนการในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิด
3. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด

3. ระเบียบวิธีวิจัย

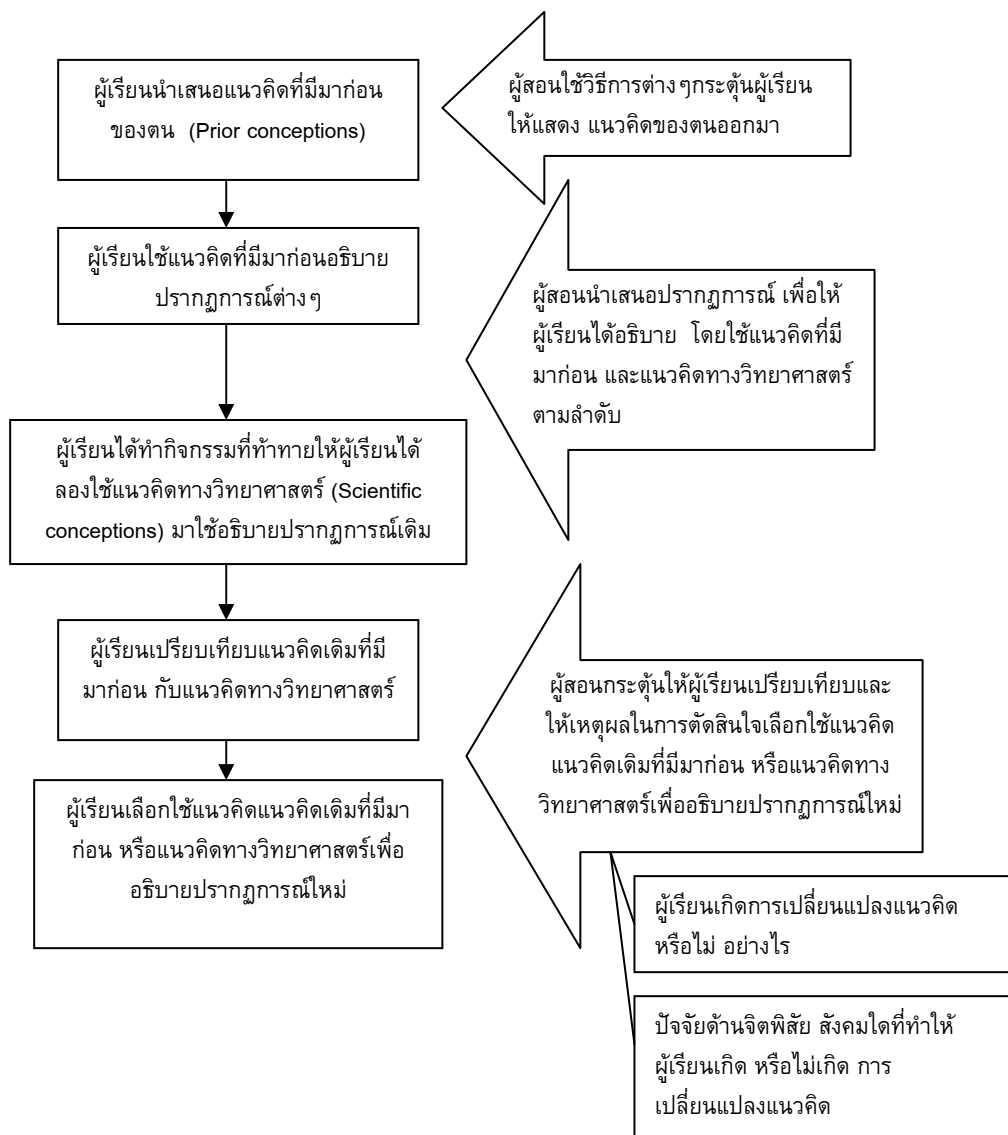
งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ โดยเป็นการศึกษาเฉพาะกรณี (Case study) เพื่อให้เข้าใจสภาพการณ์ และพัฒนาการในการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนในเชิงลึก โดยอยู่บนพื้นฐานของการวิจัยโดยการตีความ (Interpretivist methodology)

4. แผนการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการในแต่ละช่วง 6 เดือน

งานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1: สํารวจตรวจสอบบทบาทของปัจจัยทางด้านจิตพิสัยและทางสังคมต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการสังเกตชั้นเรียนปกติของนักเรียน และสัมภาษณ์นักเรียนบางคน (ภาคเรียนที่ 1)

ตอนที่ 2: ออกแบบและประเมินการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (ภาคเรียนที่ 2) ซึ่งมีรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด ดังนี้



ภาพ กระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด

ตาราง แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

กิจกรรม	พ.ศ. 2550													Output
	6 เดือนแรก						6 เดือนสุดท้าย							
	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	
1. ทำความคุ้นเคยโดยเข้าไปอยู่ในโรงเรียนที่จะศึกษา	✓	✓	✓											ผลสรุปบริบทของโรงเรียนครูและนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
2. พัฒนาเครื่องมือสำรวจแนวคิดและผลของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน		✓	✓											แบบสำรวจแนวคิดแบบสัมภาษณ์แบบสังเกต
3. สำรวจแนวคิดและผลของปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน				✓	✓	✓								ผลสรุปลักษณะแนวคิดและปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน

กิจกรรม	พ.ศ. 2550													Output
	6 เดือนแรก						6 เดือนสุดท้าย							
	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	
4. ออกแบบ หน่วยการเรียนรู้ 1 หน่วยโดย อาศัยมุมมองของ การเปลี่ยนแปลง แนวคิด (conceptual change perspective) และผลการ สำรวจในข้อ 3.							✓	✓	✓					หน่วยการ เรียนรู้ จำนวน 1 หน่วยการ เรียนรู้
5. นำหน่วยการ เรียนรู้ไปใช้										✓				สรุปผลการ เปลี่ยนแปลง ลงแนวคิด และปัจจัย ที่ส่งผลต่อ การ เปลี่ยนแปลง ลงแนวคิด ของ นักเรียน โดยใช้ หน่วยการ เรียนรู้
6.วิเคราะห์ผล การเปลี่ยนแปลง แนวคิดและปัจจัย ที่ส่งผลต่อการ เปลี่ยนแปลง แนวคิดของ นักเรียน										✓	✓			
7. จัดทำรายงาน การวิจัย												✓	✓	รายงาน การวิจัย

5. ผลงาน/หัวข้อเรื่องที่คุณคาดว่าจะตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติในแต่ละปี

- ปีที่ 1: ชื่อเรื่องที่คุณคาดว่าจะตีพิมพ์: A Study of the Effects of Affective and Social Factors on

Teaching for Conceptual Change in Primary Science

ชื่อวารสารที่คุณคาดว่าจะตีพิมพ์: The Journal of Science and Mathematics Education in

Southeast Asia

- เสนอผลงานในที่ประชุม 41st Annual ASERA Conference ณ Shoal Bay Resort and Spa, Port Stephens, New South Wales, Australia ระหว่างวันที่ 30 มิถุนายน – 3 กรกฎาคม 2553
นำเสนอในหัวข้อ The Effect of Multiple Factors on Teaching for Conceptual Change in Thai Primary Science

***การปรับปรุงแก้ไขตามเงื่อนไขของโครงการ**

- เนื่องจากทุนประเภทนี้ไม่เน้นการจ้างผู้ช่วยวิจัย จึงได้ตัดงบประมาณในส่วนการจ้างผู้ช่วยวิจัยออกไป
- เปลี่ยนประเภทเครื่อง Laser printer มาใช้ประเภทที่หมึกพิมพ์ราคา กล่องละ 3,000 บาท จำนวน 2 กล่อง
- ค่าถ่ายเอกสารทั่วไป จำนวน 10,000 หน้า หน้าละ 50 สตางค์ เนื่องจากการจัดทำเอกสารประกอบการสอนจำเป็นต้องมีการถ่ายเอกสาร นอกจากนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลจำเป็นต้องถ่ายสำเนาผลงานนักเรียนมาเพื่อการวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามได้ลดจำนวนค่าถ่ายเอกสารจาก 10,000 บาท เหลือ 5,000 บาท
- ค่าจ้างถ่าย VDO ชั่วโมงละ 100 บาท จำนวน 15 ชั่วโมง และค่าจ้างถอดเทป ชั่วโมงละ 300 บาท จำนวน 18 ชั่วโมง เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพที่มุ่งวิเคราะห์บริบทและสภาพจริงของกลุ่มตัวอย่าง จึงมีความจำเป็นต้องถ่าย VDO ระหว่างทำการเรียนการสอน เพื่อวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนและบทบาทของครู นอกจากนั้น ระหว่างกระบวนการเรียนการสอนจะมีการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างรายกรณี เพื่อศึกษาในเชิงลึกถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของกลุ่มตัวอย่าง จึงจำเป็นต้องมีการบันทึกเทปและถอดเทปคำต่อคำเพื่อทำการตีความความหมายจากการสนทนาระหว่างผู้วิจัยและกลุ่มตัวอย่าง หรือระหว่างกลุ่มตัวอย่างด้วยกัน

บทที่ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สืบเนื่องจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือมีทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดอย่างพอเพียงได้ นักเรียนถูกคาดหวังให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มีความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในสังคมได้โดยคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมด้วย การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา (ประถมศึกษาปีที่ 1 – ประถมศึกษาปีที่ 6) มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นภายหลังการปฏิรูปการศึกษาและประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) เพราะแต่เดิมวิทยาศาสตร์ถูกรวมอยู่ในวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต (สพข.) (กรมวิชาการ, 2534) แต่ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 นี้ วิทยาศาสตร์ถูกจัดเป็น 1 ใน 8 สาระการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือเพื่อเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆในโลกได้ โดยมีความคาดหวังว่าหลังจากจบการศึกษาในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้วนั้นนักเรียนควรจะมีความรู้ในเนื้อหาวิชา มีทักษะการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศไทยคือเพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆได้อย่างมีเหตุผล นั่นคือมีความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545; 24b, 30b; กระทรวงศึกษาธิการ, 2546: 1-9) แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาในประเทศไทยจะมุ่งแต่เฉพาะการพัฒนาด้านความรู้เพียงอย่างเดียว หากแต่มุ่งหวังให้ผู้มีพัฒนาการทั้งทางด้าน ร่างกาย จิตใจ สติปัญญา จริยธรรม เพื่อจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขเพื่อความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545)

แนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุมีความน่าสนใจในหลายประเด็น เพราะนอกจากจะเป็นพื้นฐานความรู้ในการเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับสารและสมบัติของสารแล้วยังมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดด้านฟิสิกส์และเคมี เนื้อหา

เทคโนโลยี รวมทั้งการศึกษาวัดในแง่ของอาชีวศึกษา ซึ่งจะเน้นที่การนำประโยชน์ของวัสดุไปใช้ในการสร้างงานหรือใช้ประโยชน์ (Blicblau, 1997) โดยในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) กำหนดให้แนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ อยู่ในสาระที่ 3 โดยนักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6) จะต้องเรียนรู้แนวคิดนี้ในฐานะที่เป็นพื้นฐานในการศึกษาเรื่องสารและสมบัติของสาร โดยแนวคิดสำคัญที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความหมายของวัสดุ สมบัติของวัสดุ (ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า ความหนาแน่น) และ การใช้วัสดุต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันโดยเลือกใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามสมบัติของวัสดุนั้นๆ

มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุนั้นจะศึกษาในหลายประเด็น เช่น การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางกายภาพ (การเปลี่ยนสถานะมวล) และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี รวมถึงองค์ประกอบและโครงสร้างขององค์ประกอบของวัสดุแต่ละชนิด (Chatoney, 2006) หรืออาจเป็นการศึกษาวัดในมุมมองของเทคโนโลยีโดยศึกษาความสามารถในการออกแบบเทคโนโลยีของนักเรียนโดยการเลือกใช้วัสดุที่หลากหลาย (Fleer, 1999) การให้เหตุผลว่าเหตุใดวัตถุแต่ละชนิดจึงมีสมบัติแตกต่างกันเมื่อทำมาจากวัสดุชนิดต่าง ๆ กัน (Liu, 2000) การศึกษาการให้เหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิดไปโดยพิจารณาจากวัตถุที่สร้างขึ้น (Carr, 2000) หรือการศึกษาเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุในแง่มุมทางเศรษฐศาสตร์ วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมทางสังคม (Conway, 2000) โดยการศึกษาเหล่านี้ส่วนมากเป็นการศึกษาความเข้าใจของนักเรียนในระดับประถมศึกษาในส่วนความสามารถทางเทคโนโลยี (Fleer, 1999; Liu, 2000) หรือเป็นการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุจากแบบเรียนของนักเรียน (Chatoney, 2006) โดยจะพบว่าผู้วิจัยส่วนใหญ่จะให้ความสนใจแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุในมุมมองด้านเทคโนโลยี นั่นคือผลของส่วนประกอบ รูปร่าง และโครงสร้าง ต่อการออกแบบหรือนำไปใช้ มากกว่าในมุมมองด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การศึกษาสมบัติของวัสดุชนิดต่าง ๆ เช่น Fusion liquefaction solidification เป็นต้น (Chatoney, 2006) ผลการวิจัยต่าง ๆ พบว่านักเรียนส่วนมากจะสามารถอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดวัตถุแต่ละชนิด (วัตถุตัวอย่างคือลูกกอล์ฟ) จึงมีสมบัติเช่นนั้นโดยพิจารณาจากสมบัติของนั้น ทั้งลักษณะภายใน เช่น มวล รูปร่าง และวัสดุที่ทำ รวมทั้งปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง เช่น ความโค้งของพื้นผิวที่ลูกกอล์ฟเคลื่อนที่ (Liu, 2000) จึงอาจกล่าวได้ว่าแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุมีความเกี่ยวข้องกับ เนื้อหาวิทยาศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์และเคมี และเนื้อหาเทคโนโลยี และด้านอาชีวศึกษา

จากความแตกต่างของมุมมองในการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุจากงานวิจัยต่าง ๆ ที่อาจส่งผลให้เกิดความคลุมเคลือในการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ รวมทั้งผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในแนวคิดดังกล่าว ตลอดจนแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้แนวคิดเกี่ยวกับสาร

และสมบัติของสารในการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับสูงต่อไป ดังนั้นหากนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุย่อมเป็นการยากที่จะส่งเสริมให้นักเรียนยอมรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจมุมมองของการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Conceptual Change Perspective) ซึ่งพัฒนามาจากการศึกษาผลของแนวคิดที่ไม่สอดคล้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Conceptions) หรือที่เรียกว่า แนวคิดทางเลือก (Alternative Conceptions) ที่มีต่อการเรียนรู้ของนักเรียน (Wandersee et al., 1994; Duit and Treagust, 2003) โดยพบว่าหากนักเรียนยังคงยึดมั่นในแนวคิดทางเลือกก็จะทำให้ยากที่จะเปิดใจยอมรับและเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มุมมองของการเปลี่ยนแปลงแนวคิดจึงเป็นการอธิบายว่านักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดทางเลือกไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และมีปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาดังกล่าว

โดยในอดีตที่ผ่านมาการศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดทางเลือก และ การเปลี่ยนแปลงแนวคิดนั้นให้ความสนใจเฉพาะความเป็นไปทางด้านแนวคิดของนักเรียนในเชิงการเปลี่ยนแปลงทางด้านพุทธิพิสัย เช่น ศึกษาว่านักเรียนมีแนวคิดเป็นอย่างไร สอนอย่างไรให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงจากแนวคิดทางเลือกไปเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และหลังจากสอนแล้วนักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร อย่างไรก็ตามการสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปยังไม่ได้ให้ความสำคัญกับการอธิบายถึงสาเหตุของการเปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนแนวคิดของนักเรียน นอกจากนั้นยังได้ละเลยที่จะอธิบายถึงปัจจัยต่างๆทางด้านจิตพิสัย และ สังคม ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น ความเชื่อมั่นในความสามารถในการเรียนรู้ของตนเอง (Self efficacy) ความสนใจในเรื่องที่เรียน (Interest) แรงจูงใจที่จะเรียน (Motivation) ความเชื่อในวิธีการได้มาซึ่งความรู้ (Epistemological Belief) ความเชื่อ (Belief) และ บริบทรอบตัวนักเรียน (Context) เป็นต้น (Pintrich, 1993)

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นครั้งนี้คือเพื่อศึกษาถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ นอกจากนั้นยังตระหนักถึงปัจจัยต่างๆที่ส่งเสริมหรือยับยั้งการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน โดยหากศึกษาได้ว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับประถมศึกษาซึ่งเป็นระดับชั้นแรกที่เริ่มเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมีผลกระทบจากปัจจัยใดอย่างนั้น จะทำให้สามารถเข้าใจได้ว่าเหตุใดในบางแนวคิดนักเรียนบางคนอาจจะเกิดความเข้าใจและยอมรับได้โดยง่าย ในขณะที่นักเรียนบางคนยากที่จะเข้าใจ หรือเพราะเหตุใดในนักเรียนคนเดียวกันจึงมีความสามารถในการเข้าใจแนวคิดต่างๆได้แตกต่างกัน ซึ่งจะสามารถทำให้ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนประถมศึกษาไทยสามารถเรียนรู้และเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มใจ โดยผู้วิจัยได้ทำการออกแบบหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยอาศัยมุมมองของการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดและปัจจัยต่างๆที่อาจมีส่วนเกี่ยวข้องต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

เช่น บริบททางสังคม ความสนใจ และระดับความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองของนักเรียน เป็นต้น โดยหน่วยการเรียนรู้นี้จะประกอบไปด้วยกิจกรรม ภาระงานและบทเรียนต่างๆ ที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจและยอมรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาบทบาทของปัจจัยทางด้านจิตพิสัยและทางสังคมต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษากระบวนการในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำถามการวิจัย

1. ปัจจัยทางด้านจิตพิสัยและทางสังคมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หรือไม่ อย่างไร
2. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีกระบวนการเป็นอย่างไร
3. ผลการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นอย่างไร

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ตระหนักถึงความสำคัญของปัจจัยทางด้านจิตพิสัยและทางสังคมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน
2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และนักพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาหลักสูตรเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

1. คำถามวิจัยข้อที่ 1 นักเรียนช่วงชั้นที่ 1 และ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6) ระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน ในโรงเรียนขนาดเล็กระดับประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น (โรงเรียนใกล้เคียง) โดยผู้วิจัยทำการสังเกตการเรียนการสอนในชั้นเรียน และสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างนักเรียน
2. คำถามวิจัยข้อที่ 2 และ ข้อที่ 3 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน (นักเรียนจำนวน 32 คน) ในโรงเรียนใกล้เคียง ปีการศึกษา 2551

2. เนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้

เนื้อหาสาระในหน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุมาจากสาระที่ 3 ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) โดยประกอบไปด้วยความหมายของวัสดุ สมบัติของวัสดุ (ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า ความหนาแน่น) และ การใช้วัสดุต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันโดยเลือกใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามสมบัติของวัสดุนั้นๆ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **แนวคิดของนักเรียน (Student Conception)** หมายความว่าความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุซึ่งได้มาจากคำอธิบาย และสนทนา ของนักเรียนในชั้นเรียน รวมทั้งจากการสัมภาษณ์และการทำแบบสำรวจ คำอธิบายใดของนักเรียนที่สอดคล้องกับความเห็นของชุมชนนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน เรียกว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Conception) ส่วนแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า แนวคิดที่คลาดเคลื่อน หรือ แนวคิดทางเลือก (Alternative Conception)
2. **การเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Conceptual Change)** หมายความว่ากระบวนการที่นักเรียนเห็นคุณค่าและยอมรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากกว่าแนวคิดเดิมของตนเอง โดยการเห็นคุณค่านี้แสดงออกได้โดยการนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในบริบทที่เหมาะสม การเปลี่ยนแปลงแนวคิดไม่ได้เป็นแทนที่แนวคิดหนึ่งด้วยแนวคิดหนึ่งหากแต่เป็นความสามารถในการเลือกใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่เหมาะสม

หรืออาจเป็นการพัฒนาแนวคิดที่มีอยู่เดิมให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

3. **การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Conceptual Change Approach)** เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเห็นคุณค่าและยอมรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยรูปแบบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้จะมีรูปแบบที่เหมือนกันนั่นคือนักเรียนจะได้นำเสนอแนวคิดเดิมของตนเองเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนก่อน จากนั้นครูจะนำเสนอสถานการณ์ที่แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนักเรียนจะได้รับโอกาสในการเปรียบเทียบแนวคิดเดิมของตนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แล้วเป็นผู้เลือกที่จะเลือกใช้แนวคิดใดในการแก้ปัญหา โดยวิธีการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของแนวคิดย่อยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้
4. **วัสดุและสมบัติของวัสดุ** เกี่ยวข้องกับ ความหมายของวัสดุ สมบัติของวัสดุ (ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า ความหนาแน่น) และ การใช้วัสดุต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันโดยเลือกใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามสมบัติของวัสดุนั้นๆ ซึ่งเป็นเนื้อหาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546)

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากคำกล่าวของ West and Pine (1985) ที่ว่า “A student is not empty vessel” เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่า แนวคิดทางการศึกษาและการเรียนรู้เชื่อว่า นักเรียนแต่ละคนมีแนวคิดและคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆในโลกที่แตกต่างกัน และบ่อยครั้งที่แนวคิดเหล่านั้นจะแตกต่างจากแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ ครูทุกคนจึงควรตระหนักว่านักเรียนทุกคนมีความรู้หรือความคิดเดิมเกี่ยวกับสิ่งต่างๆมาก่อนแล้ว ก่อนที่จะเข้ามาสู่ชั้นเรียนหรือเรียนในระบบโรงเรียน (Bell and Freyberg, 1985; Bell, 1993) หน้าที่ของครูคือการที่จะทำอย่างไรเพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้ เข้าใจและยอมรับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดของการเรียนรู้ เช่นนี้ถือว่าการเรียนรู้เพื่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (a process of conceptual change) (Bell, 1993; Tyson et al., 1997; Duit and Treagust, 2003) การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดจึงเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ปรับแนวคิดเดิมที่แตกต่างจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะยอมรับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ (Bell, 1993, Schnotz et al., 2000)

อย่างไรก็ตามกระบวนการเปลี่ยนแปลงแนวคิดไม่ได้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นแบบทันทีทันใดในชั้นเรียน แต่ต้องใช้เวลาเพื่อให้นักเรียนเกิดการยอมรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเลือกใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในบริบทที่เหมาะสมได้อย่างเต็มที่ การเปลี่ยนแปลงแนวคิดจึงไม่ใช่กระบวนการที่เรียบง่ายเพียงแค่อธิบาย และนักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้ แต่จริงๆแล้ว การเปลี่ยนแปลงแนวคิดจะเกิดขึ้นได้จะเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆมากมาย ได้แก่ ปัจจัยทางจิตพิสัย ได้แก่แรงจูงใจต่างๆ เช่น ความสนใจ ความเชื่อในประสิทธิภาพของตนเอง รวมถึงผลของความเชื่อทางสังคม กลุ่มเพื่อนหรือบรรยากาศในชั้นเรียน (Pintrith et al., 1993) การเปลี่ยนแปลงแนวคิดจึงไม่ได้เกี่ยวข้องเฉพาะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในจิตใจหรือการแปลความหมายสิ่งที่พบเห็นของแต่ละบุคคล แต่เป็นการเรียนรู้จากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความเข้าใจในปรากฏการณ์ต่างๆกับผู้อื่นด้วย เพราะการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคมซึ่งบุคคลในสังคมย่อมจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กัน (Bell, 1993; Driver et al., 1994)

แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงแนวคิดและปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดมีความสำคัญต่อการศึกษาในครั้งนี้โดยเป็นแนวทางในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุโดยอาศัยวิธีการ

สอนต่างๆที่ศึกษาจากงานวิจัยและเป็นที่ยอมรับว่าเป็นวิธีการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด นอกจากนั้นการทำความเข้าใจนักเรียนแต่ละคนเกี่ยวกับ แรงจูงใจความสนใจ ความคาดหวังในตนเอง รวมถึงวัฒนธรรมของโรงเรียนและสังคมของนักเรียนล้วนมีความสำคัญในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับนักเรียนและบริบทของนักเรียนอย่างแท้จริง ในบทนี้จึงแบ่งหัวข้อในการนำเสนอเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ หัวข้อที่หนึ่ง ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้ กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism ซึ่งเป็นทฤษฎีสำคัญที่ช่วยวางแนวทางในการออกแบบหน่วยการเรียนรู้และการนำหน่วยการเรียนรู้ไปใช้ หัวข้อที่สอง ได้แก่ การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด จะกล่าวถึงแนวคิดสำคัญที่ใช้ในการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้ในการศึกษาครั้งนี้ หัวข้อที่สาม ได้แก่ แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ จะกล่าวถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อน และแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ

ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism

Constructivism เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่อธิบายถึงกระบวนการเรียนรู้โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ หรือสร้างความหมายของประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Bell, 1993; Driver et al., 1994; Howe, 1996) โดยหลักแล้วจะมี 2 มุมมองที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้นี้ ได้แก่ Personal Constructivism และ Social Constructivism

1. Personal หรือ Radical Constructivism

Personal หรือ radical constructivism มีรากฐานจากส่วนหนึ่งในแนวคิดของ Piaget นักจิตวิทยาที่มีความสนใจพัฒนาการของความรู้เดิมของนักเรียน โดยได้อธิบายว่านักเรียนจะเกิดความไม่สมดุลทางความคิด (disequilibrium) เมื่อพบว่าความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่ที่พบไม่สอดคล้องกับโครงสร้างทางความคิด (cognitive structure) เดิมของตน นอกจากนั้น Piaget ได้ให้นิยามกระบวนการที่นักเรียนปรับโครงสร้างทางความคิดให้เข้าสู่สมดุล (equilibrium) ว่า Equilibration โดยได้จำแนก กระบวนการ Equilibration นี้เป็น 2 รูปแบบได้แก่ Assimilation และ Accommodation ทั้ง 2 กระบวนการมีข้อแตกต่างกันคือ

- 1) Assimilation เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อความรู้หรือประสบการณ์ใหม่สอดคล้องกับโครงสร้างทางความคิดของนักเรียน กรณีนี้นักเรียนจึงสามารถรับประสบการณ์ใหม่นี้ได้อย่างง่ายดาย
- 2) Accommodation เกิดขึ้นตรงกันข้ามกับ Assimilation โดยจะเกิดขึ้นในกรณีที่ ความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับโครงสร้างทางความคิดของนักเรียน ในกรณีนี้ นักเรียนจึงต้องทำการปรับหรือจัดรูปแบบโครงสร้างทางความคิดของตนใหม่ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถเรียนรู้ประสบการณ์ใหม่ได้

จากแนวคิดของ Piaget นำมาสู่มุมมองของ Constructivism ที่เน้นการเปรียบเทียบระหว่างความรู้เดิมของนักเรียนที่มีมาก่อนที่จะเรียนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนกับความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ (Barker, 2001) การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงมีความสนใจในกระบวนการที่นักเรียนเปลี่ยนแปลงความคิดเดิมของตนเองไปสู่แนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งมักจะไม่ใช่สอดคล้องหรือแตกต่างจากความคิดเดิมของนักเรียน (Osborne and Freyberg, 1985; Bell, 1993) เป็นที่แน่ชัดว่านักเรียนแต่ละคนย่อมมีความรู้เดิมและประสบการณ์ในชีวิตที่แตกต่างกันไป นี่เองจึงเป็นที่มาว่าเพราะเหตุใดจึงกล่าวว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนมาก่อนแล้ว เช่น นักเรียนทุกคนย่อมมีความรู้เดิมที่แตกต่างกันไปเกี่ยวกับการเกิดฝน แต่ความรู้นั้นจะสอดคล้องกับคำอธิบายของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ จำเป็นต้องศึกษาต่อไป ในมุมมองของ personal constructivism การสร้างหรือเปลี่ยนแปลงความรู้ของมนุษย์ เป็นกระบวนการภายในที่เกิดขึ้นเฉพาะบุคคลนั้นๆ เป็นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางความคิดในรูปแบบเฉพาะของแต่ละคน

จะเห็นได้ว่า Personal constructivism มุ่งเน้นผลของประสบการณ์ใหม่ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความรู้หรือการปรับโครงสร้างทางความคิดเฉพาะบุคคล ภายใต้แนวคิดนี้ ไม่ได้ให้ความสำคัญกับบทบาทของการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (social interaction) และความแตกต่างของบริบท (the differences in context) ในการสร้างองค์ความรู้

2. Social constructivism

อีกมุมมองหนึ่งของ constructivism เรียกว่า social constructivism ซึ่งมีรากฐานมาจากแนวคิดของ Vygotsky โดยได้ให้คำอธิบายว่าการเรียนรู้เกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กับบริบททางสังคมและวัฒนธรรม (Bell, 1993) และนักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้โดยการใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการมีปฏิสัมพันธ์กับคนรอบๆตัว เช่น พ่อ แม่ ครู เพื่อนๆ หรือบุคคลอื่นๆในสังคม (Driver et al., 1994;

Howe, 1996) ในมุมมองนี้การใช้ภาษามีความสำคัญในการสร้างองค์ความรู้เนื่องจาก ภาษาเป็นเครื่องมือเป็นเครื่องมือในการอธิบายประสบการณ์และสื่อสารกับบุคคลอื่นๆ เพราะการได้พูดคุยหรืออภิปรายกับคนอื่นจะทำให้นักเรียนได้คิดและปรับโครงสร้างทางความคิดของตนเองไปด้วยเนื่องจากความรู้หรือประสบการณ์ของบุคคลอื่นๆอาจมีความแตกต่างไปจากความรู้หรือประสบการณ์ของนักเรียน ดังนั้นหากพิจารณาในแง่มุมมองของการเรียนรู้ของนักเรียน จึงกล่าวได้ว่าไม่ใช่เฉพาะครูเท่านั้นที่มีบทบาทให้การส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาแนวคิด แต่ผู้ใหญ่ในสังคม เช่น พ่อแม่ ญาติพี่น้อง หรือผู้ที่มีประสบการณ์ที่หลากหลายในสังคมก็มีส่วนด้วยเช่นกัน บทบาทของผู้ใหญ่และผู้มีประสบการณ์เหล่านี้ล้วนถ่ายทอดผ่านภาษา (Tobin, 1990; Driver et al., 1994; Woolfolk, 1998) กระบวนการที่บุคคลเกิดการเรียนรู้ พัฒนาการคิด และคิดแก้ปัญหาได้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ เรียกว่า scaffolding

Vygotsky อธิบายว่า นักเรียนทุกคนมีขีดความสามารถที่แตกต่างกันไป คนทุกคนสามารถพัฒนาได้ถึงขีดความสามารถสูงสุดได้หากได้รับโอกาสและการสนับสนุน Vygotsky เรียกระยะห่างระหว่างพัฒนาการของนักเรียนเมื่อทำการแก้ปัญหาหรือเรียนรู้เพียงลำพัง กับ พัฒนาการของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้โดยได้รับการช่วยเหลือที่เหมาะสมว่า 'zone of proximal development' (ZPD) จึงกล่าวได้ว่า Vygotsky อธิบายกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนได้ 2 ขั้นตอนได้แก่ 1) การที่นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ กับคนอื่นในสังคมช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ และ 2) นักเรียนเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกับที่เคยแก้มาก่อนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น แต่ในครั้งนี้นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยตนเอง (Hodson and Hodson, 1998; Woolfolk, 1998) ดังนั้นบทบาทของครูในกระบวนการเรียนรู้ก็คือนักเรียนและผู้ช่วย และเตรียมประสบการณ์ให้นักเรียนพัฒนาไปได้เต็มศักยภาพได้ด้วยตนเอง (Hodson and Hodson; 1998).

3. มุมมองเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ constructivism การเรียนรู้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้านี้ให้การยอมรับมุมมองทั้งของ Personal constructivism ซึ่ง เน้นการที่บุคคลสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และมุมมองของ Social constructivism ที่เน้นถึงการเรียนรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น (Bell, 1993; Driver et al., 1994) เพราะทั้ง Personal constructivism และ Social constructivism ต่างมีความเห็นสอดคล้องกันว่าบุคคลแต่ละคนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการแปลความหมายประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ ความรู้ของคนอื่นๆ ที่ได้พบ โดยเปรียบเทียบกับความรู้ที่ตนเองมีอยู่ โดยกระบวนการเหล่านี้จะนำไปสู่การเรียนรู้ (Cobb 1994; Hewson et al., 1998) ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนความรู้เดิมของนักเรียนมีความสำคัญมาก

เพราะการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมองเห็นถึงความแตกต่างและการเปลี่ยนแปลงของความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ การเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่เกิดขึ้นนี้ไม่ใช่การเปลี่ยนจากเชื่อในสิ่งหนึ่งไปเป็นเชื่ออีกสิ่งหนึ่งแต่เป็นการพัฒนาโครงสร้างความคิดของนักเรียนแต่ละคน (Hewson et al., 1998; Scott, Asoko and Driver; 1992)

การเปลี่ยนแปลงแนวคิด

มุมมองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Conceptual Change Perspective) พัฒนามาจากการศึกษาผลของแนวคิดที่ไม่สอดคล้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Conceptions) หรือที่เรียกว่า แนวคิดทางเลือก (Alternative Conceptions) ที่มีต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยพบว่าหากนักเรียนยังคงยึดมั่นในแนวคิดทางเลือกก็จะทำให้ยากที่จะเปิดใจยอมรับและเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มุมมองของการเปลี่ยนแปลงแนวคิดจึงเป็นการอธิบายว่านักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดทางเลือกไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และมีปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาดังกล่าว

การเปลี่ยนแปลงแนวคิดมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งอธิบายว่านักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้และตัดสินใจที่จะเปลี่ยนแปลงแนวคิดด้วยตนเอง การเรียนรู้จึงเป็นการพัฒนาของแนวคิดโดยเป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนกับความรู้ใหม่ที่ได้รับรู้มา โดยความรู้ใหม่ที่กล่าวถึงนี้ได้มาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น จากชีวิตประจำวัน หรือ จากห้องเรียน การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงเป็นการแลกเปลี่ยนและเปรียบเทียบแนวคิดของตนเองกับผู้อื่น

1. พัฒนาการของมุมมองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิด

การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเป็นที่สนใจในหมู่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1980 โดยกลุ่มนักการศึกษาที่มีชื่อเสียงมากที่สุดคือผู้คิดค้นรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Conceptual Change Model) ซึ่งได้แก่ Posner และคณะ (1982) โดยแรกเริ่มนั้น พวกเขาได้อธิบายว่ามนุษย์เกิดการเรียนรู้ได้ใน 2 รูปแบบ คือ การดูดซึม (Assimilation) และการปรับขยายโครงสร้างความรู้เดิม (Accommodation) โดยในรูปแบบแรกหมายความว่า เมื่อเราพบแนวคิดหรือความรู้ใหม่ๆ ที่สอดคล้องกับความรู้เดิมที่เรามีอยู่ เราก็จะยอมรับมันได้และถือว่าเราได้เรียนรู้ในสิ่งที่เรารู้อยู่แล้วมากขึ้น แต่การเรียนรู้ในรูปแบบที่ 2 เกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่ที่ได้รับรู้มาไม่สอดคล้อง

กับความรู้เดิมเลย สิ่งที่เราจะทำได้ก็คือจะต้องปรับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อที่จะให้สอดคล้องกับความรู้ใหม่ Posner และคณะ (1982) สนใจในขั้นตอนของ การปรับขยายโครงสร้างความรู้เดิม นั้นมาจึงได้ออกแบบ รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Conceptual Change Model) ที่จะช่วยอธิบายถึงเงื่อนไขในการเปลี่ยนแปลงจากแนวคิดเดิมไปสู่แนวคิดใหม่ เงื่อนไขดังกล่าวได้แก่

- ความไม่พึงพอใจในความรู้เดิม (Dissatisfaction) คือ การเปลี่ยนแปลงแนวคิดจะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนเล็งเห็นแล้วว่าความรู้เดิมไม่มีประโยชน์ นั่นคือไม่สามารถช่วยแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ที่ต้องการได้
- ความเข้าใจในความรู้ใหม่ (Intelligibility) คือ การเปลี่ยนแปลงแนวคิดจะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดใหม่
- ความเป็นไปได้ของความรู้ใหม่ (Plausibility) คือ การเปลี่ยนแปลงแนวคิดจะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนมองเห็นแนวทางที่จะใช้แนวคิดใหม่นี้ไปช่วยแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ที่ต้องการ
- ประโยชน์ของความรู้ใหม่ (Fruitfulness) คือ การเปลี่ยนแปลงแนวคิดจะเกิดขึ้นได้เมื่อแนวคิดใหม่สามารถช่วยแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ที่แนวคิดเดิมของนักเรียนไม่สามารถแก้หรืออธิบายได้

ต่อมา Hewson และ Hewson (1992) ได้นำเสนอปัจจัยที่ทำให้การเปลี่ยนแปลงแนวคิดตามเงื่อนไขข้างต้นนี้เกิดขึ้น โดยกล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงแนวคิดก็เปรียบเสมือนการแข่งขันกันของแนวคิด 2 แนวคิดซึ่งก็คือแนวคิดเดิมกับแนวคิดใหม่ซึ่งเขาเรียกว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงของ status ของแนวคิดทั้ง 2 ประเภท ซึ่ง status นี้หมายถึงระดับการยอมรับที่นักเรียนมีให้แก่แนวคิดแต่ละประเภท นั่นคือหากแนวคิดใดที่เป็นไปตามเงื่อนไขของความเข้าใจในความรู้ใหม่ (intelligibility) ความเป็นไปได้ของความรู้ใหม่(Plausibility) และ ประโยชน์ของความรู้ใหม่(Fruitfulness) นั่นก็คือแนวคิดนั้นมี status ที่สูงขึ้นหรือได้รับการยอมรับ ดังนั้นกฎของการเปลี่ยนแปลงแนวคิดจึงอยู่ที่ความไม่พึงพอใจในความรู้เดิม (Dissatisfaction) นั่นคือเป็นการลด status หรือความเชื่อถือของอีกแนวคิดหนึ่ง ดังนั้นเมื่อใดที่นักเรียนลด status ของแนวคิดเดิม และเพิ่ม status ให้กับแนวคิดใหม่ ก็ถือว่าการเปลี่ยนแปลงแนวคิดได้เกิดขึ้นแล้ว

ในยุคนั้น นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความสนใจกับปัจจัยต่างๆที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด และอะไรคือสิ่งที่ทำให้นักเรียนพอใจที่จะเปลี่ยนแปลงแนวคิด ดังที่ Duit (1996) ได้นำเสนอประเด็นในด้านของจิตพิสัยและปัจจัยทางสังคมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยกล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงแนวคิดไม่ใช่เรื่องที่เกิดขึ้นเฉพาะในหัวของใครคนใดคนหนึ่ง

โดยปราศจากความต้องการที่จะเปลี่ยนแปลง แต่เกี่ยวข้องกับความเชื่อที่ต้องการจะเปลี่ยนแปลง รวมถึงการได้รับอิทธิพลจากสังคมด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Pintirch และคณะ (1993) ที่อธิบายว่า การเปลี่ยนแปลงแนวคิดในยุคแรกๆ นั้นสนใจเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของตัวความรู้หรือเฉพาะด้านพุทธิพิสัย แต่จริงๆ แล้วการเปลี่ยนแปลงแนวคิดจะเกิดขึ้นได้ย่อมมาจากปัจจัยทางจิตพิสัย ได้แก่ แรงจูงใจต่างๆ เช่น ความสนใจ ความเชื่อในประสิทธิภาพของตนเอง รวมถึงผลของความเชื่อทางสังคม กลุ่มเพื่อนหรือบรรยากาศในชั้นเรียน จากมุมมองดังกล่าว จะเห็นได้ว่าหากต้องการให้การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นไปเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และยอมรับในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ การสอนโดยส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิดจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าว ปัญหาสำคัญเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิดก็คือการเปลี่ยนแปลงแนวคิดไม่ใช่สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ง่ายๆ ตามลำดับเงื่อนไขตาม รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Conceptual Change Model) เพราะแนวคิดเดิมเป็นสิ่งที่คนเราเชื่อถือมาตั้งแต่เกิด และมักจะถูกใช้เป็นประจำในการอธิบายหรือแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวัน (Duit, 1999) จึงเป็นไปได้ยากที่คนเราจะละทิ้งแนวคิดเดิมนั้นมาเชื่อในแนวคิดใหม่ และเนื่องจากแนวคิดใหม่ไม่ได้มีความหมายหรือสามารถช่วยแก้ปัญหาใดๆ ในชีวิตประจำวันได้ จึงไม่น่าแปลกใจที่นักเรียนจะไม่เลือกใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาในชั้นเรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันนอกห้องเรียน หรือบางครั้งนักเรียนก็อาจลืมไปในระยะเวลาอันสั้นว่าได้เรียนอะไรไปแล้ว เพราะเมื่ออยู่นอกห้องเรียนเขาก็จะมีคำอธิบายอีกอย่างหนึ่งซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเดิมที่เคยมีมา (Georghiades, 2000) ในบางครั้งนักเรียนก็แสดงให้เห็นถึงความลังเลที่จะเลือกใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาโดยมีคำอธิบายที่มีลักษณะกำกวมคือผสมกันระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับแนวคิดเดิม โดยอาจเป็นแค่การเติมคำหรือศัพท์ที่เพิ่งเรียนมาลงไปในคำอธิบาย ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นเพียงการตอบคำถามเพื่อเอาใจครูหรือทำเพื่อคะแนนโดยปราศจากการยอมรับหรือความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง (Vosniadou, 2003)

2. ความเชื่อในแรงจูงใจ (Motivational belief) และ ปัจจัยทางสังคม (Social factor) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน

ดังที่กล่าวมาในหัวข้อที่ผ่านมาว่าการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในมุมมองนี้ไม่ได้ศึกษาเฉพาะการเปลี่ยนแปลงในด้านพุทธิพิสัยของนักเรียนเท่านั้น แต่สนใจผลของปัจจัยด้านแรงจูงใจ สังคม และบริบทรอบๆ นักเรียนด้วย โดยเห็นว่าการที่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนก็เป็นการที่นักเรียนมีความมั่นใจในแนวคิดที่มีอยู่เดิมของตนเองประกอบกับการรับรู้ในความสามารถของตนเองใน

บทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่ต่ำ มุมมองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิดนี้เริ่มมาจากนักการศึกษาที่มีพื้นฐานแนวคิดทางด้านพุทธิปัญญานิยม (cognitivism) โดยมีความเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของมนุษย์เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง รูปแบบความคิด (mental model) ของแต่ละคนโดยเกี่ยวข้องกับความเชื่อในแรงจูงใจเกี่ยวกับตนเองและการเรียนรู้ ซึ่งพัฒนาการดังกล่าวเกี่ยวข้องกับ พุทธิปัญญา (cognition) และกระบวนการทางพุทธิปัญญา (cognitive process) ด้วย ซึ่งย่อมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ซึ่งสิ่งที่มีผลทั้งส่งเสริมและยับยั้งการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนก็คือ ผลของความเชื่อในแรงจูงใจ (motivational belief) โดยมีความเชื่อว่่านักเรียนจะเรียนรู้ได้ต้องมี motivational beliefs เกี่ยวกับตนเองในฐานะนักเรียน ซึ่งถือเป็นสิ่งที่ช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ ดังนั้นครูควรจะคำนึงถึงการสร้าง motivational belief ที่ดีให้แก่นักเรียน ซึ่งก็คือคำนึงถึงวิธีการจัดสภาพการเรียนรู้ที่เหมาะสม เช่น บริบทในห้องเรียนที่ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิด

Pintrich (1993) ได้กำหนดการศึกษาเกี่ยวกับ Motivational beliefs ไว้ 5 ประเภท ได้แก่

1. เป้าหมายการเรียนรู้ (Goal orientation) เป็นเหตุผลหรือเป้าหมายของนักเรียนที่มีเพื่อใช้ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง เป็นแนวทางที่แต่ละคนมีความแตกต่างกันในการจัดการหรือตอบสนองต่อสถานการณ์ต่างๆ เพื่อมุ่งหวังให้เกิดความเข้าใจ เกิดการเรียนรู้ ตอบสนองความท้าทายและความอยากรู้อยากเห็น หรือมุ่งหวังให้ได้รางวัล คะแนน หรือคำชมเชย
2. ความเชื่อในการได้มาซึ่งความรู้ (Epistemological beliefs) เป็นความเชื่อของแต่ละคนเกี่ยวกับ ธรรมชาติของความรู้ ความรู้และการเรียนรู้ โดยมีความแตกต่างกันตามประสบการณ์ของบุคคล หรือระยะเวลาที่เปลี่ยนไป แล้วแสดงออกมาในรูปของพฤติกรรมด้านความรู้ (Pintrich, 2003)
3. ความสนใจ/การให้คุณค่า (Interest/value) เป็นการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ความใส่ใจ เวลา ความพยายาม ซึ่งระดับของความสนใจและการให้คุณค่าในสิ่งต่างๆจะเกี่ยวข้องกับระดับความรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ
4. การรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self Efficacy) เป็นความเชื่อว่าตนมีความสามารถอย่างไร เป็นสิ่งที่เกิดจากประสบการณ์ที่เคยทำอะไรสำเร็จ หรือเก็บเกี่ยวประสบการณ์ผู้อื่นเอาไว้

5. ความเชื่อเกี่ยวกับความสามารถในการควบคุมตนเอง(Control belief) ถ้าบุคคลเชื่อว่าตนเองมีความสามารถที่จะกระทำพฤติกรรมในสภาพการณ์นั้นได้ และสามารถควบคุมให้เกิดผลดังตั้งใจ เขาก็จะมีแนวโน้มที่จะทำพฤติกรรมนั้น

สำหรับความเห็นที่ว่า ปัจจัยด้านบริบทของห้องเรียนมีผลทั้งส่งเสริมและยับยั้งพัฒนาการปรับ motivational belief ของนักเรียน โดยรูปแบบของชั้นเรียนและรูปแบบการจัดการเรียนการสอนก็ส่งผลต่อแรงจูงใจและความเข้าใจสิ่งที่เรียนรู้ของนักเรียน โดยสิ่งเหล่านี้ย่อมเกี่ยวข้องและมีผลกับ student control beliefs ความเชื่อมั่นในตนเอง และ self-regulatory strategies ของนักเรียน สอดคล้องกับนักการศึกษาที่มีความเชื่อเกี่ยวกับผลของปัจจัยทางสังคมที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (เช่น Hallden, 1999) โดยศึกษาเกี่ยวกับผลของสังคมที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด และให้ความสำคัญกับแนวคิดว่าเป็นเครื่องมือที่สนับสนุนให้บุคคลแสดงออกในสังคม โดยเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวข้องกับการได้มีส่วนร่วมอย่างเพียงพอในบริบทที่ศึกษา (adequate contextualization) ซึ่งบริบทเป็นกรอบที่อยู่รอบๆเหตุการณ์หรือสิ่งที่เราศึกษา โดยจะประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆที่ช่วยในการตีความสิ่งที่เราต้องการศึกษา ดังนั้นการที่นักเรียนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดนั้นเนื่องมาจากนักเรียนไม่ได้เข้าร่วมในการมีปฏิสัมพันธ์พูดคุยสื่อสารกันระหว่างบุคคลในสังคม (discursive practice) เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้นๆ ซึ่งการเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกิดจากความขัดแย้งกับระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจในแนวคิดที่เกิดจากสามัญสำนึก (commonsensical conceptual understanding) (Saljo, 1999)

4. วิธีสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด

จากการสำรวจแนวคิดก่อนเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในหลายประเด็น โดยประเด็นสำคัญก็คือความที่นักเรียนไม่คุ้นเคยกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือไม่เข้าใจความเป็นเหตุเป็นผลของแนวคิดวิทยาศาสตร์ นอกจากการสำรวจแนวคิดแล้ว ผู้วิจัยยังได้ตระหนักถึงปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ใช้เวลา 1 ภาคการเรียนในการฝังตัวในสภาพจริง เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย โดยตระหนักถึงการเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และชีวิตประจำวัน และตระหนักถึงปัจจัยต่างๆที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง

แนวคิด โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเลือกใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆอย่างเต็มที่ และเลือกใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้เหมาะสมกับบริบท

1.บทบาทสมมติ (Role playing)

เป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการจูงใจนักเรียนให้สนใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับประเด็น บุคคล หรือสถานการณ์ใดๆ ซึ่งโดยส่วนมากแล้วมักจะเป็นการให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติเป็นบุคคลจริงๆที่อยู่ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง โดยมุ่งหวังให้นักเรียนเข้าใจลักษณะของบุคคลอื่น สถานการณ์อื่นที่ตนเองไม่ได้ไปสัมผัส หรือ ปฏิบัติจริงๆ แต่สิ่งที่ผู้สอนควรตระหนักในการใช้วิธีสอนนี้คือต้องเน้นย้ำและกระตุ้นนักเรียนเสมอว่าแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการแสดงบทบาทสมมติคืออะไร และหากจะต้องแสดงบทบาทสมมติของบุคคล ผู้สอนควรย้ำเตือนให้นักเรียนแยกแยะระหว่าง มุมมองและความรู้สึกของบุคคลที่นักเรียนแสดงบทบาทกับมุมมองและความรู้สึกของนักเรียนเอง (Duveen and Solomon, 1994; Lock and Ratcliffe, 1998)

2. การทำปฏิบัติการ (Practical work)

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาและครูวิทยาศาสตร์ รวมถึงนักเรียนต่างยอมรับว่า การทำปฏิบัติการเป็นวิธีการที่สำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเป็นวิธีการที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆทางธรรมชาติ (Lock and Ratcliffe, 1998; Bennett, 2003) นั่นคือการเรียนรู้โดยการกระทำเป็นกระบวนการสำคัญในการนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่นักเรียนผ่านทางกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นแนวทางที่นักเรียนจะเข้าใจกระบวนการและองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำปฏิบัติการจะเป็นการทำให้ปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ หรือแม้แต่กฎหลักการต่างๆทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจริงเป็นรูปธรรม

ในการทำปฏิบัตินั้นนักเรียนจะเรียนรู้ผ่านทางของจริง โดยที่ผู้สอนจะนำเสนอของจริงหรือประสบการณ์จริงนี้ผ่านทางการสาธิตของครู การศึกษานอกสถานที่ หรือ การที่นักเรียนทำการทดลอง (Harlen, 1999; Bennett, 2003) ประโยชน์สำคัญของการทำปฏิบัติการคือการฝึกให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์และทำงานร่วมกันผู้อื่นรวมถึงฝึกทักษะการแก้ปัญหา ฝึกการวางแผนการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การสรุปและรายงานผลการทดลอง (Alberts et al., 1986; Harlen, 1999) อย่างไรก็ตามการให้นักเรียนทำปฏิบัติการมากๆไม่ได้หมายความว่าจะทำให้เด็กเกิดความสนใจเรียนมากขึ้น (Hodson, 1993) และนักเรียนบางคนอาจจะยินดีที่จะทำปฏิบัติการเพียงเพื่อแค่หลบเลี่ยงจากงานอย่างอื่นเช่นการเขียนหรือการอ่าน (Bennett, 2003)

3. การแก้ปัญหา (Problem solving)

เนื่องจากจุดมุ่งหมายสำคัญของการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดคือการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การสอนโดยเน้นการแก้ปัญหาจึงเป็นวิธีการสอนหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าว

Watts (1994) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นการแก้ปัญหาคือเป็นวิธีที่ช่วยให้ครูได้มีโอกาสสำรวจแนวคิดเดิมที่นักเรียนมีเพื่อที่จะได้นำไปสู่การอภิปรายเพื่อมุ่งสู่แนวทางในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ครูได้เตรียมไว้โดยเป็นสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างกันไปตามบริบทที่เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกับชีวิต โดยเน้นที่การให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะมีหน้าที่ที่จะต้องมีการหมุนเวียนกันไปเรื่อยๆ โดยครูจะกระตุ้นให้มีการสื่อสารกันภายในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมทั้งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอื่นๆ ผ่านทางกิจกรรมที่หลากหลาย

4. การสอนตามแนวทางประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (Science historical approach)

นักการศึกษาจำนวนมากยอมรับว่าการนำเสนอประวัติและปรัชญาวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษานั้นมีความสำคัญมากเพราะจะเป็นการให้นักเรียนได้ตระหนักว่า วิทยาศาสตร์ไม่ได้สำคัญเพียงแค่ผลผลิตหรือองค์ความรู้ที่ได้ หากแต่ความสำคัญอยู่ที่กระบวนการที่ได้มาและพัฒนาความคิดทางวิทยาศาสตร์ (Monk and Osborne, 1997; Irwin, 2000 อ้างถึงใน Cachapuz and Fatima-Paixao, 2005) เพราะการศึกษาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยให้นักเรียนตีความหมายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยผู้สอนอาจนำการทดลองหรือวิธีการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียนทำซ้ำโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อจูงใจนักเรียนให้เห็นถึงความพยายามในการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์และผลที่เกิดขึ้นต่อสังคม นอกจากนั้นการเลียนแบบการทดลองหรือวิธีการในอดีตนั้นยังง่ายต่อการเตรียมการ เพราะวิธีการในอดีตไม่ซับซ้อนและง่ายต่อนักเรียนที่จะเข้าใจ (Allchin et.al, 1999) โดยการศึกษาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์นอกจากจะจูงใจนักเรียนให้อยากเรียน ยังทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์สนุกสนานและมีชีวิตชีวามากขึ้น การเลียนแบบการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตทำให้สะดวก ประหยัดง่ายต่อการเข้าใจ และตระหนักถึงวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ในอดีตใช้ในการสำรวจตรวจสอบ แต่ไม่ได้หมายความว่าต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือโบราณแต่ครูสามารถปรับให้เหมาะสมโดยยึดหลักการสำรวจตรวจสอบเดิมของ

นักวิทยาศาสตร์ในอดีตไว้ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของทฤษฎีที่เรียนกับการทดลองหรือการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้เห็นคุณค่าว่าการค้นพบในครั้งแรกๆ นั้นยากเพียงใด เพื่อให้ตระหนักว่าสิ่งสำคัญที่นักเรียนควรศึกษาไม่ใช่เพียงแค่ผลผลิตความรู้ที่ได้ แต่เป็นศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ (Kipnis, 1996)

โดย Kipnis (1996) ได้นำเสนอว่าการสอนโดยให้ศึกษาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ ตั้งอยู่บนข้อสันนิษฐาน 2 ประการ ได้แก่

1. แนวทางในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ช่วยสร้างแรงบันดาลใจในการสอนให้แก่ครูวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนจะไม่ได้เรียนรู้แค่เพียงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนจะได้ฝึกการสำรวจอย่างสร้างสรรค์ อยากรู้อยากเห็น ความคิดริเริ่ม และมีความสามารถในการคิด โดยจะต้องอยู่ภายใต้การจัดการเรียนรู้ที่สมดุลการระหว่างการให้อิสระในการคิดและการให้คำแนะนำ

แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ

1. แนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุจากงานวิจัยต่าง ๆ

แนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุนี้เป็นแนวคิดที่เชื่อมโยงกับแนวคิดเกี่ยวกับสารและสมบัติของสาร และแนวคิดเกี่ยวกับวัตถุ (Chatoney, 2006) โดยพบว่างานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุนั้นจะศึกษาในหลายประเด็น เช่น การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางกายภาพ (การเปลี่ยนสถานะ มวล) และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี รวมถึงองค์ประกอบและโครงสร้างขององค์ประกอบของวัสดุแต่ละชนิด เช่น Flier (1999) ได้ศึกษาความรู้สึกรู้สึกของนักเรียนอายุ 5 -11 ปี ประสบการณ์และความคิดเกี่ยวกับการออกแบบ รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันระหว่างความสามารถในการคิดออกแบบและสิ่งที่นักเรียนได้ปฏิบัติจริงๆ เมื่อสร้างงาน โดยการศึกษาในด้านการออกแบบจะพิจารณาในส่วนของการคิดเชิงเทคโนโลยี (technological thinking) การวางแผน (planning) การสร้าง (constructing) และการออกแบบ (designing) ซึ่งกิจกรรมที่ผู้วิจัยทำการศึกษาเป็นกิจกรรมการสร้างบ้านเด็กเล่น (cubby building) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในระดับชั้นอนุบาลคือการสังเกตชั้นเรียนสัปดาห์ละ 1.5 ชั่วโมง เป็นเวลา 10 สัปดาห์ โดยระหว่างนั้นผู้วิจัยทำการบันทึกภาคสนาม นอกจากนั้นผู้วิจัยได้บันทึกวิดีโอเทปเป็นเวลา 5 ครั้ง และถ่ายภาพทุกครั้ง สำหรับนักเรียนชั้น ป.5 และ ป.6 เนื้อหาในส่วนนี้ถูกบูรณา

การเข้าไปในหลักสูตรปกติเป็นเวลา 10 สัปดาห์ การเก็บข้อมูลทำโดยการถ่ายวิดีโอเทปเป็นเวลา 3 ครั้ง สัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับงานที่นักเรียนสร้างและนักเรียนทุกคนมีสมุดบันทึกใช้สำหรับบันทึกความคิดและการวางแผนในการทำงาน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อตีความจากภาษาที่นักเรียนใช้ในการออกแบบและการอภิปรายเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนจะเต็มใจลงมือสร้างงานหากนักเรียนรู้สึกว่างานนั้นจะประสบความสำเร็จ โดยในเด็กเล็กจะแสดงความสามารถในด้านการวาดภาพ โดยที่ความสามารถในการออกแบบของนักเรียนยังมีต่ำอยู่ ส่วนในเด็กโตภาพวาดของนักเรียนจะมีรายละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยในการออกแบบแบบจำลองของผลิตภัณฑ์จะมีรายละเอียดในส่วนของเทคนิคการสร้างและเหตุผลในการเลือกวัสดุที่ใช้

ไม่เพียงแต่จะศึกษาถึงความสามารถในการเลือกใช้วัสดุ งานวิจัยจำนวนมากยังได้ให้ความสำคัญกับการให้เหตุผลว่าเหตุใดวัตถุแต่ละชนิดจึงมีสมบัติแตกต่างกันเมื่อทำมาจากวัสดุชนิดต่าง ๆ กัน หรือการให้เหตุผลในการเลือกวัสดุแต่ละชนิดไปโดยพิจารณาจากวัตถุที่สร้างขึ้น(Liu, 2000; Carr, 2000) หรือการวิเคราะห์เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุในแง่มุมทางเศรษฐศาสตร์ วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมทางสังคม (Conway, 2000) โดย Liu (2000) พบว่าจากการศึกษาความสามารถและพัฒนาการในการให้เหตุผลเกี่ยวกับแนวคิดการกลิ้งของวัตถุต่างๆ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 16 คน ในโรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในฝั่งตะวันออกของประเทศแคนาดา ในเนื้อหาเกี่ยวกับการกลิ้งของวัตถุซึ่งบรรจุอยู่ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่มุ่งหวังให้นักเรียนสามารถปฏิบัติ สังเกต และให้เหตุผลในผลงานที่ทำได้ ในงานวิจัยนี้ Liu (2000) ได้สร้างหน่วยการเรียนรู้ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเลือกและให้เหตุผลได้ว่าวัสดุที่พบเห็นในบ้านประเภทใดที่ทำให้วัตถุกลิ้งได้ดีหรือไม่ดี โดยในหน่วยการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 8 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมรวบรวมและจำแนกวัตถุที่กลิ้งได้ในชีวิตประจำวัน 2) กิจกรรมจำแนกกระป๋องชุบชนิดต่างๆ ว่ากระป๋องชุบใดสามารถกลิ้งได้ไกลที่สุด เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น 3) กิจกรรมสำรวจตรวจสอบว่าปริมาณของสิ่งที่อยู่ในขวดมีผลต่อการกลิ้งของขวดหรือไม่ 4) กิจกรรมสำรวจว่าพื้นผิวของพื้นเอียงมีผลต่อการกลิ้งของวัตถุหรือไม่ 5) กิจกรรมการประดิษฐ์ล้อที่สามารถกลิ้งบนพื้นเอียงได้ช้าที่สุดจากวัสดุชนิดต่าง ๆ 6) การศึกษานอกสถานที่เพื่อตรวจสอบว่าล้อที่ประดิษฐ์ขึ้นสามารถใช้ได้ที่ใด ในสถานที่แบบใดบ้าง 7) กิจกรรมการประดิษฐ์แกนล้อและออกแบบโครงรถ โดยจะต้องเป็นการออกแบบเพื่อให้รถที่ประดิษฐ์ขึ้นวิ่งเร็ว และไกลที่สุด 8) กิจกรรมสรุปผล โดยเป็นการจัดการแข่งขันรถประดิษฐ์ การจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 กิจกรรมนี้จัดขึ้นในระยะเวลา 2 เดือน โดยผู้วิจัยใช้การสังเกตแบบมีส่วนร่วมเพื่อเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของชั้นเรียน พร้อมกับผู้ช่วยวิจัยเพื่อช่วยกันบันทึกบทบาทของครูและนักเรียนรวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน นอกจากนั้นนักเรียน

ทุกคนมีหน้าที่เขียนอนุทินเพื่อรายงานสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในแต่ละครั้ง เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้แล้วผู้วิจัยเลือกนักเรียนจากมุมมองและการรับรู้ที่แต่ละคนมีต่อการออกแบบรูปประดิษฐ์ 6 คนเพื่อมาสัมภาษณ์เกี่ยวกับประสบการณ์และสิ่งที่ได้เรียนรู้จากบทเรียนนี้ โดยการเก็บข้อมูลและการสนทนาต่าง ๆ จะถูกบันทึกไว้เพื่อการวิเคราะห์คำพูดต่อไป ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยพบว่าข้อมูลที่เป็นประโยชน์ส่วนมากมาจากอนุทินของนักเรียน การสัมภาษณ์ และ ใบกิจกรรมของนักเรียนมากกว่าการวิเคราะห์จากบทสนทนาระหว่างนักเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการกลิ้ง โดยก่อนเรียนนักเรียนอธิบายว่าลักษณะบางประการของวัตถุ เช่น น้ำหนัก มีผลต่อความเร็วการกลิ้ง โดยวัตถุที่มีน้ำหนักมากย่อมกลิ้งได้ไวกว่า ซึ่งการอธิบายเช่นนี้เกิดจากประสบการณ์เดิมที่นักเรียนเคยพบในชีวิตประจำวัน ต่อมาในระหว่างเรียนนักเรียนส่วนมากยอมรับว่า การกลิ้งเกี่ยวข้องกับ มวล และความเร็วเป็นคุณลักษณะสำคัญที่ใช้พิจารณาการกลิ้งของวัตถุ นอกจากนั้นปัจจัยภายนอก เช่น ความเอียงของพื้นและความยาวก็มีผลต่อการกลิ้งเช่นกัน เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้แล้วพบว่า นักเรียนขยายความรู้ของตนเองได้ว่า การกลิ้งของวัตถุเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะ 3 ประการได้แก่ วัตถุที่กลิ้งจะต้องมีลักษณะกลม พื้นสำหรับกลิ้งจะต้องเรียบ และจะต้องมีแรงผลักเพื่อผลักวัตถุให้กลิ้ง ผลการวิจัยสรุปได้ว่าการพัฒนาการให้เหตุผลในนักเรียนเกี่ยวข้องกับการรับรู้ปัจจัยภายในของวัตถุ เช่น ชนิดของวัตถุ คุณลักษณะของวัตถุ หรือปัจจัยภายนอกบางอย่างเช่น พื้นสำหรับกลิ้ง หรือ แรงผลักวัตถุ จึงเห็นได้ว่ายังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากเท่าไร การให้เหตุผลของนักเรียนก็จะยิ่งซับซ้อนมากขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Carr (2000) ที่ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของวัสดุ ในกิจกรรมการประดิษฐ์หมวกที่จัดสำหรับนักเรียนอนุบาลอายุ 4 ปี โดยประสิทธิภาพดังกล่าว พิจารณาในประเด็นของความเข้าใจและรู้จักอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ (transparency) อุปกรณ์ต่าง ๆ มีความท้าทายต่อนักเรียนหรือไม่ (challenge) และการเข้าถึงเทคโนโลยี (accessibility) ผลการศึกษา พบว่า กิจกรรมการประดิษฐ์หมวกของนักเรียนอนุบาลนี้มีความยืดหยุ่นไปตามชนิดของวัสดุที่ใช้ เมื่อศึกษาในเรื่องของการออกแบบ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนหลีกเลี่ยงความยุ่งยากโดยการเลือกที่จะออกแบบที่พื้นฐานที่สุด และการทำงานจะประสบความสำเร็จเมื่อได้รับความร่วมมือจากเพื่อนและการสนับสนุนจากผู้ใหญ่ นอกจากนั้นผู้วิจัยยังพบว่า นักเรียนมีวิธีการที่จะจัดการกับปัญหาหรือความยุ่งยากในการประดิษฐ์หมวกนี้แตกต่างกัน โดยจะเกี่ยวข้องกับความกระตือรือร้นของนักเรียน

การศึกษาหลักสูตรหรือแบบเรียนก็เป็นแนวทางหนึ่งในการพิจารณาถึงมุมมองของแต่ละประเทศเกี่ยวกับวัสดุ เช่น Chatoney (2006) ได้กำหนดประเด็นการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุโดยรวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุ และบทบาทของแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุ วัตถุ ในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

และในเชิงเทคนิคจากแบบเรียนของประเทศฝรั่งเศส โดยมีกรอบการศึกษาการนำเกี่ยวกับความสามารถ การระบุชื่อวัสดุ แหล่งกำเนิดของวัสดุแต่ละประเภท สมบัติของวัสดุทั้งในเชิงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและเชิงเทคนิค การจำแนกวัสดุตามลักษณะและสมบัติของวัสดุ กระบวนการผลิตสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับชีวิต ภาษาที่นักเรียนใช้เกี่ยวกับวัสดุ และความเกี่ยวข้องแนวคิดของวัสดุในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เชิงเทคนิค และการนำไปใช้ประโยชน์ โดยผู้วิจัยทำการศึกษาแบบเรียนและคู่มือครูที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับวัสดุสำหรับนักเรียนอายุ 6-11 ปี ประมาณ 40 เล่มจากบทเรียนจาก 3 องค์กร ได้แก่ lesson of things, awakening activities และ science and technology ในช่วงปี ค.ศ.1882 ถึง ปี ค.ศ.1969 และแบบเรียนวิทยาศาสตร์อื่นๆในช่วงปี ค.ศ.1985 จนถึงปัจจุบัน การวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอออกมาใน 2 ลักษณะคือในเชิงปริมาณผู้วิจัยนำเสนอพัฒนาการของบทเรียนเกี่ยวกับวัสดุ และในเชิงคุณภาพผู้วิจัยนำเสนอรายละเอียดและองค์ประกอบของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ ผลการศึกษาพบว่าเนื้อหาเกี่ยวกับวัสดุที่นำเสนอในหลักสูตรของประเทศฝรั่งเศสแบ่งหลักๆออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงก่อนสงครามโลกและหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยการอ้างอิงถึงแนวคิดวัสดุในหลักสูตรจะเชื่อมโยงกับวิถีชีวิตในยุคนั้นๆซึ่งมีความแตกต่างกันระหว่างหญิงและชายในเรื่องบทบาทและหน้าที่การทำงานทางสังคม ซึ่งในยุคต่อมาก็พบว่าลักษณะของหลักสูตรที่เชื่อมโยงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุกับการทำงานของคนเริ่มหมดไป และทดแทนด้วยการนำเสนอ การค้นพบใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในหลักสูตรมากขึ้น นอกจากนั้นผู้ศึกษาได้ให้ข้อสังเกตว่าในแบบเรียนจะยกตัวอย่างวัสดุหลักๆ 5 -6 ชนิด ได้แก่ ไม้ โลหะ ตะกั่ว ดินเหนียว แก้ว หิน ปูนปลาสเตอร์หรือซีเมนต์ นอกจากนั้นในบทเรียนยังเน้นในเรื่องของการนำวัสดุเหล่านี้ไปใช้งาน เช่น นำไปใช้งานในเรื่องของงานครัว นอกจากนั้นผู้ศึกษายังพบการนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดของวัสดุและสมบัติของวัสดุที่ทำด้วยวัสดุนั้นอย่างชัดเจนในช่วงปี ค.ศ.1934 ส่วนในช่วงปี ค.ศ.1936 ผู้ศึกษานำเสนอว่าเป็นยุคของวิธีการทางวิทยาศาสตร์(scientific approach) รุ่งเรือง ซึ่งปรากฏให้เห็นในหลักสูตรว่าจะเน้นบทเรียนที่กล่าวถึงความรู้เกี่ยวกับวัสดุในด้านการเปลี่ยนแปลงของวัสดุ การเกิดของวัสดุ การนำวัสดุไปใช้สร้างวัตถุต่างๆในชีวิต แต่ก็ยังคงกำหนดตัวอย่างเดิมๆ 5-6 ชนิด กระบวนการจัดการเรียนรู้จะเป็นไปในรูปแบบเดียวกันคือเริ่มจากการให้นักเรียนสังเกตวัตถุของจริง หรือสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของวัสดุที่เกิดขึ้นจริง เช่น การเผาไหม้ การเปลี่ยนสถานะ แต่การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุและวัตถุได้หมดไปในหลักสูตร ช่วงปี ค.ศ.1960 ซึ่งกลับมาเน้นเรื่องของวัสดุและการทำงานของคน ผู้ศึกษายังได้เน้นประเด็นว่าความเข้าใจในแนวคิดของวัสดุของนักเรียนจะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนเชื่อมโยงเข้ากับสิ่งที่รู้จักหรือสิ่งที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน และแนวคิดในเรื่องของวัสดุมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างแยกไม่ออกระหว่าง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์และเคมี) ความรู้ทางเทคโนโลยี และเชิงเทคนิค

ผลการศึกษาดังกล่าวแตกต่างจากผลการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในรัฐวิกทอเรีย ประเทศออสเตรเลีย ในแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุจากวิชาฟิสิกส์ เคมี และเทคโนโลยี พบว่า ในวิชาเคมี วัสดุจะถูกมองในแง่ของ ธรรมชาติและองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุบางประเภทเช่นโลหะหรือพอลิเมอร์ และความสัมพันธ์กับสังคมในแง่ของการทิ้งของเสียจากกระบวนการผลิตทางเคมีสู่สิ่งแวดล้อม ส่วนในด้านวิชาฟิสิกส์ จะเน้นการศึกษาในแง่ของการสำรวจตรวจสอบโครงสร้างและสมบัติทางกายภาพของวัสดุผ่านทางการทำกิจกรรมหรือการทดลองต่างๆ ส่วนในด้านเทคโนโลยีจะกล่าวถึงวัสดุในมุมมองของผลผลิตจากวัสดุรวมถึงการเลือกวัสดุไปใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ข้อสังเกตว่าถึงแม้ว่าแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุจะมีอยู่ใน วิชาฟิสิกส์ เคมี และเทคโนโลยี แต่จะพบว่ามีปริมาณมากในวิชาฟิสิกส์และเคมี ส่วนวิชาเทคโนโลยีมีเนื้อหาเพียง 1 ใน 10 ของวิชาฟิสิกส์และเคมี ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในระดับโรงเรียนที่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับเนื้อหาวัสดุในวิชาเทคโนโลยีในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แต่จะให้ความสำคัญในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับอาชีพศึกษาคือการเลือกใช้วัสดุในการสร้างผลผลิตมากกว่า ประเด็นสุดท้ายที่ผู้ศึกษาค้นพบคือประเด็นเกี่ยวกับเพศในการเลือกเรียนวิชาต่างๆ ซึ่งผู้ศึกษาพบว่าในวิชาเคมีจะมีนักเรียนปริมาณเท่าๆกันระหว่างเพศหญิงและชาย วิชาฟิสิกส์จะมีเพศชายมากกว่าเพศหญิง ส่วนในวิชาเทคโนโลยีจะมีจำนวนนักเรียนมากกว่าเป็น 2 เท่าของวิชาเคมีและฟิสิกส์ (Blicblau, 1997)

จากงานวิจัยข้างต้นพบว่าอาจกล่าวได้ว่าแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาถึง 2 วิชาด้วยกัน ได้แก่ เนื้อหาวิทยาศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์และเคมี และเนื้อหาเทคโนโลยี หรือในบางครั้งการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุจะถูกมองไปในเนื้อหาเกี่ยวกับการศึกษาด้านอาชีพศึกษา ซึ่งจะเน้นที่การนำประโยชน์ของวัสดุไปใช้ในการสร้างงานหรือใช้ประโยชน์ (Blicblau, 1997) ซึ่งจากการรวบรวม พบว่างานวิจัยส่วนมากเป็นการศึกษาความเข้าใจของนักเรียนในระดับประถมศึกษาในส่วนความสามารถทางเทคโนโลยี (Fleer, 1999; Liu, 2000) หรือเป็นการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุจากแบบเรียนหรือหลักสูตร (Chatoney, 2006; Blicblau, 1997) โดยพบว่าผู้วิจัยส่วนใหญ่จะให้ความสนใจแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุในมุมมองด้านเทคโนโลยี นั่นคือผลของส่วนประกอบ รูปร่าง และโครงสร้าง ต่อการออกแบบหรือนำไปใช้ หรือทางด้านอาชีพศึกษาคือมุ่งถึงผลผลิตจากวัสดุ มากกว่าให้ความสนใจในมุมมองด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การศึกษาสมบัติของวัสดุชนิดต่างๆ เช่น Fusion liquefaction solidification เป็นต้น (Chatoney, 2006) จากการศึกษาต่างๆ จึงเป็นที่น่าสนใจว่าหากจุดมุ่งหมายในการศึกษาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุมีความหลากหลาย โดยส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากมุมมองเกี่ยวกับวัสดุที่แตกต่างกันของหลักสูตรในแต่ละประเทศ ซึ่งอาจจะเน้นไปที่เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

กับฟิสิกส์และเคมี หรือเนื้อหาเทคโนโลยี หรืออาชีวศึกษา ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอมุมมองเกี่ยวกับวัสดุ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศไทย ในหัวข้อต่อไป

2. แนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544

แนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุในหลักสูตรของประเทศไทยได้ถูกบรรจุอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 เรื่องสารและสมบัติของสาร ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 โดยมีเนื้อหาที่สำคัญเกี่ยวกับ สมบัติของวัสดุ ได้แก่ ความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า ความหนาแน่น และการใช้วัสดุต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน รวมถึงการเลือกใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม(กระทรวงศึกษาธิการ.,2546) โดยหากเปรียบเทียบกับงานวิจัยต่างๆจากต่างประเทศจะพบว่าแนวคิดที่เกี่ยวกับวัสดุที่บรรจุในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยจะกินความทั้งด้าน แนวคิดด้านวิทยาศาสตร์ (เช่น ความยืดหยุ่น ความแข็ง) และแนวคิดด้านเทคโนโลยี (เช่น การออกแบบ และการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับงาน) ซึ่งมีรายละเอียดและประเด็นที่ศึกษาแตกต่างกัน



ภาพที่ 1 ฟังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 (ชั้น ป.4 – ป.6)
(กระทรวงศึกษาธิการ, 2546)

โดยในสาระที่ 3 เรื่อง สารและสมบัติของสาร ประกอบไปด้วย มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และ มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และร่างสาระการเรียนรู้เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุไว้ดังนี้

ตารางที่ 1 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและสาระการเรียนรู้สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (สสท, 2546)

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ป.5
1. สังเกต สำรวจตรวจสอบวัสดุ หรือสิ่งของต่าง ๆ โดยใช้ อุปกรณ์หรือเครื่องมือบางชนิด รวบรวมข้อมูลและอธิบาย สมบัติของวัสดุเกี่ยวกับความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า ความหนาแน่น และการนำ วัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวัน 2. สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์เปรียบเทียบและอธิบายสมบัติ ต่าง ๆ ของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว แก๊ส จัดจำแนก สารเป็นกลุ่มโดยใช้สถานะหรือเกณฑ์อื่นที่กำหนด 3. สำรวจตรวจสอบอภิปราย และอธิบาย วิธีการแยกสารบาง ชนิดที่ผสมกันโดยการร่อน การตกตะกอน การกรอง การ ระเหิด หรือการระเหยแห้ง 4. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย จัดจำแนกประเภทของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน สมบัติ และการนำสารแต่ละประเภท ไปใช้ประโยชน์ สามารถเลือกใช้สารเหล่านี้ได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย	1. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับสมบัติ ของวัสดุ ได้แก่ ความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำ ความร้อนการนำไฟฟ้า ความ หนาแน่น (ว3.1-1) 2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายเกี่ยวกับการ ใช้วัสดุต่าง ๆ ใน ชีวิตประจำวัน (ว3.1-1) 3. เสนอแนะการเลือกใช้วัสดุอย่าง ถูกต้อง เหมาะสม (ว3.1-1) 4. ทดลองและอธิบายสมบัติทั่วไป ของของแข็ง ของเหลว แก๊ส (ว3.1-2)
5. สังเกต สำรวจตรวจสอบ อภิปรายสมบัติของสารเมื่อสาร เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสารละลาย เปลี่ยนสถานะ และเกิด สารใหม่ วิเคราะห์และอธิบายได้ว่าการเปลี่ยนแปลงใดทำให้ สมบัติของสารเปลี่ยนแปลง รวมทั้งตระหนักว่า การทำให้ สารเกิดการเปลี่ยนแปลงอาจก่อให้เกิดผลต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม	

สรุปแล้วแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ ได้แก่ ความหมายของวัสดุ สมบัติของวัสดุ (ความยืดหยุ่น – ความสามารถในการกลับคืนสู่รูปร่างปกติ ก่อนที่จะถูกแรงกระทำ

- ความแข็ง – ความต้านทานต่อการขูดขีดและความดัน

- ความเหนียว – ความต้านทานต่อการแตกหัก หรือ ฉีกขาด
- การนำความร้อน - ความสามารถในการยินยอมให้ความร้อนผ่าน
- การนำไฟฟ้า - ความสามารถในการยินยอมให้ไฟฟ้าผ่าน
- ความหนาแน่น – คำนวณของวัตถุที่มีปริมาตร 1 cm^3)

และการใช้วัสดุต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันโดยเลือกใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามสมบัติของวัสดุนั้นๆ

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจถึงความสามารถในการเรียนรู้แนวคิดเกี่ยวกับวัสดุของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ช่วงชั้นที่ 2) ซึ่งเป็นระดับชั้นที่เนื้อหาเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุบรรจุไว้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด เพื่อมุ่งหวังที่จะศึกษาถึงแนวคิดที่นักเรียนมีเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ และนักเรียนยอมรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่ ในกรณีที่แนวคิดที่นักเรียนมีมาไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนั้นผู้วิจัยยังสนใจที่จะศึกษาถึงปัจจัยด้านต่างๆที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อหาเหตุผลว่าเพราะเหตุใด นักเรียนบางคนจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในขณะที่บางคนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดแต่ยังคงยึดถือในแนวคิดเดิมที่เป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อน

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

ในบทที่ 3 นี้กล่าวถึงระเบียบวิธีวิจัยและกระบวนการวิจัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ โดยระเบียบวิธีวิจัย (Research methodologies) เกิดจากวัตถุประสงค์ของการวิจัยและเป็นสิ่งที่จะนำไปสู่การออกแบบวิธีรวบรวมข้อมูลวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ คำถามการวิจัยของการศึกษาครั้งนี้ มุ่งที่จะทำความเข้าใจถึงแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ รวมทั้งแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ นอกจากนี้ยังเป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย (ช่วงชั้นที่ 2) อีกด้วย

ในบทนี้ได้แบ่งหัวข้อการนำเสนอออกเป็น 4 หัวข้อ ได้แก่ หัวข้อแรก กล่าวถึง มุมมองเกี่ยวกับการวิจัยเชิงตีความ หัวข้อที่สองเกี่ยวข้องกับวิธีการวิจัยที่ใช้ ซึ่งจะกล่าวถึงวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและ ความน่าเชื่อถือของข้อมูล (Trustworthiness) หัวข้อที่สามเกี่ยวข้องกับ การวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับหัวข้อสุดท้ายจะเป็นการสรุป

การวิจัยเชิงตีความ

ระเบียบวิธีวิจัยเชิงตีความ (Interpretivist methodology) เกี่ยวข้องกับการศึกษาสิ่งใดสิ่งหนึ่งในสภาพจริงและตีความปรากฏการณ์ที่พบโดยมุมมองของผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้มีส่วนร่วม (participant) อยู่ในสภาพและปรากฏการณ์นั้น (Bryman, 2001) เพื่อหาว่าเกิดอะไรขึ้นและเกิดอย่างไรในสถานการณ์นั้นๆ (Lincoln and Guba, 1985; Creswell, 1998) ซึ่งต่างจาก positivist paradigm ซึ่งใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และมุ่งเน้นการควบคุมตัวแปร การทดสอบสมมติฐานเป็นสำคัญ (Bryman, 2001) การวิจัยประเภทนี้จะเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างผู้มีส่วนร่วม (participants) ที่แสดงถึงความตั้งใจสร้างความหมายและการกระทำโดยการกระทำที่เกิดขึ้นก็มีผลมาจากเหตุการณ์และบริบทที่ผู้มีส่วนร่วมเหล่านั้นอาศัยอยู่ (Walsh, Tobin and Graue, 1993; Denzin and Lincoln, 1994) ผู้วิจัยที่ทำการวิจัยเชิงตีความจะไม่มองจากมุมมองของคนภายนอก แต่จะปฏิบัติตนเสมือนผู้ที่มีส่วนร่วมในสังคมที่ต้องการศึกษา (Erickson, 1985; Denzin and Lincoln, 1994; Miles and Huberman, 1994) โดยนักวิจัยจะศึกษาและตีความปรากฏการณ์ต่างๆจากมุมมองของตนเองในฐานะผู้ที่มีส่วนร่วมในปรากฏการณ์นั้น และจากมุมมองของสมาชิกคนอื่นๆในสังคมนั้น (Bryman, 2001; Lewis-Beck et. al, 2004) โดยวิธีการศึกษาอาจเปลี่ยนแปลงไปได้ตามการรับรู้และความเข้าใจในเหตุการณ์ของผู้วิจัยและผู้ที่มี

ส่วนร่วมในการวิจัย (Erickson, 1985) คำถามวิจัยสำหรับการวิจัยเชิงตีความมุ่งที่จะทำความเข้าใจในประเด็นหรือหัวข้อที่มีความเฉพาะเจาะจง ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะไม่ถูกทำให้แปลกแยกออกจากกลุ่มเป้าหมาย แต่จะถูกรวมเป็นเสมือนกลุ่มเป้าหมายด้วยโดยผู้วิจัยจะตีความหมายของปรากฏการณ์ที่ได้พบภายใต้กรอบทางสังคมและมุมมองที่เป็นอยู่ โดยการตีความหมายนี้จะเกิดขึ้นตลอดเวลาเพราะผู้วิจัยจะมีปฏิสัมพันธ์หรือพูดคุยกับบุคคลรอบ ๆ อยู่เสมอ (Walsh, Tobin and Graue, 1993; Cohen, Manion and Morrison, 2000) เนื่องจากการวิจัยเชิงตีความเก็บรวบรวมข้อมูลภายใต้สภาพจริงตามธรรมชาติโดยถือว่าผู้วิจัยเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการรวบรวมข้อมูล วิธีการที่เป็นที่นิยมในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยแบบนี้คือการสัมภาษณ์และการสังเกต (Walsh, Tobin and Graue, 1993) การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงตีความสามารถทำได้ยืดหยุ่น หลากหลาย ตลอดเวลา (Guba and Lincoln, 1989) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลและการตีความหมายข้อมูลเป็นเรื่องนามธรรม ไม่มีคำตอบชัดเจนแน่นอน ซึ่งงานวิจัยที่ดีวัดได้จากความชัดเจนใน กระบวนทัศน์ (paradigm) และ มุมมอง (perspective) ของผู้มีส่วนร่วม (Willis et al., 2007)

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ เป็นการศึกษาเฉพาะกรณี (Case study) เพื่อให้เข้าใจสภาพการณ์ และพัฒนาการในการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนในเชิงลึก โดยอยู่บนพื้นฐานของการวิจัยเชิงตีความ โดยในหัวข้อนี้นำเสนอรูปแบบการวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลจากหลากหลายแหล่งข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งนำเสนอแผนการดำเนินการวิจัยโดยรวมของงานวิจัยตามลำดับเวลา

1. ขอบเขตของการวิจัย

1.กลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 1: กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ได้แก่นักเรียนช่วงชั้นที่ 1 และ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6) ระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน ในโรงเรียนขนาดเล็กระดับประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น

ระยะที่ 2-3: นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน (นักเรียนจำนวน 32 คน)

2. เนื้อหา

วัสดุและสมบัติของวัสดุ

1. ความหมายของวัสดุ

วัสดุ หมายถึง สิ่งของที่ได้จากธรรมชาติ หรือมนุษย์สร้างขึ้น เช่น วัสดุก่อสร้าง โดยนำมาใช้ประโยชน์โดยสร้างเป็นวัตถุ เช่น ขวดพลาสติก คือ วัตถุขวดที่ทำมาจากวัสดุพลาสติก วัสดุก่อสร้าง เช่น อิฐ ใช้ทำวัตถุคือกำแพง

2. สมบัติของวัสดุ

1. ความยืดหยุ่น คือ ความสามารถในการกลับคืนสู่รูปร่างปกติ ก่อนที่จะถูกแรงกระทำ
 2. ความแข็ง คือ ความต้านทานต่อการขีดข่วนและความดัน
 3. ความเหนียว คือความต้านทานต่อการแตกหัก หรือ ฉีกขาด
 4. การนำความร้อน คือ ความสามารถในการยินยอมให้ความร้อนผ่าน
 5. การนำไฟฟ้า คือ ความสามารถในการยินยอมให้ไฟฟ้าผ่าน
 6. ความหนาแน่น คือ คำนวณของวัตถุที่มีปริมาตร 1 cm^3
2. การใช้วัสดุต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยเลือกใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมโดยพิจารณาจากสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดที่เหมาะสมกับการใช้งาน

2. แผนการดำเนินการวิจัยตามลำดับเวลา

การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ระยะ โดยในระยะแรกเป็นระยะสำรวจบทบาทของปัจจัยทางด้านจิตพิสัยและทางสังคมต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการสังเกตชั้นเรียน วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 1 และ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6) และสัมภาษณ์นักเรียนบางคน สัมภาษณ์ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ในการที่ผู้วิจัยเข้าไปทำความคุ้นเคยโดยเข้าไปอยู่ในโรงเรียนที่จะศึกษา สังเกตการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนของกลุ่มเป้าหมาย นอกจากจะเป็นการสร้าง ความคุ้นเคยกับนักเรียนและครูซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้เพื่อให้ความเป็นคนแปลกหน้าของผู้วิจัยไม่เป็นอุปสรรคต่อการทำการวิจัย ยังเป็นการสร้างความเข้าใจในวัฒนธรรมในชั้นเรียน ธรรมชาติของนักเรียนและบริบทของโรงเรียน ซึ่งสิ่งที่ได้จากการเข้าไปมีส่วนร่วมในครั้งนี้ทำให้ได้ผลสรุปบริบทของโรงเรียน ครู และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนแห่งนี้ (พฤษภาคม – กรกฎาคม 2550)

ในระยะที่ 2 เป็นการนำแบบสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุไปทำการสำรวจกลุ่มเป้าหมายซึ่งได้แก่นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คนในภาคเรียนที่ 1 ซึ่งเป็นช่วงเวลาก่อนที่นักเรียนจะได้เรียนในหัวข้อวัสดุและสมบัติของวัสดุ หลังจากนั้นผู้วิจัย

ได้นำผลการสำรวจแนวคิดที่ได้ประกอบกับการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาทำการสร้างหน่วยการเรียนรู้บนพื้นฐานมุมมองการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด (กรกฎาคม 2550-มกราคม 2551)

ในระบะที่ 3 ของการวิจัย (กุมภาพันธ์ – มีนาคม 2551) ผู้วิจัยได้นำหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนด้วยตนเอง ระหว่างการสอนผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงแนวคิดและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปผลการเปลี่ยนแปลงแนวคิดและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้ดังกล่าว

ตารางที่ 2 นำเสนอระยะการวิจัย และวิธีการที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในแต่ละระยะ ซึ่งรายละเอียดของวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจะได้นำเสนอในหัวข้อต่อไป

ตารางที่ 2 ระยะการวิจัยและวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

ระยะการวิจัย	วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล
ระยะที่ 1: การสร้างความคุ้นเคยกับกลุ่มตัวอย่าง (พฤษภาคม – กรกฎาคม 2550)	1. สังเกตชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 2. สอบถามนักเรียนบางคนเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ 3. สอบถามครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 เกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระยะที่ 2: การสำรวจแนวคิดก่อนเรียนและการออกแบบหน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ (กรกฎาคม 2550 - มกราคม 2551)	1. สสำรวจแนวคิดนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ 2. สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหลังจากการสำรวจแนวคิดเพื่อทำความเข้าใจกับคำอธิบายของนักเรียนให้มากขึ้น 3. ออกแบบหน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ

ระยะการวิจัย	วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล
ระยะที่ 3 (กุมภาพันธ์ – มีนาคม 2551)	การนำหน่วยการเรียนรู้ไปใช้ 1. ทำการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ 2. สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างระหว่างจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่มี การปฏิบัติหรือคำตอบที่น่าสนใจ 3. สํารวจแนวคิดนักเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบสำรวจแนวคิดหลังเรียน 4. สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหลังจากการสำรวจแนวคิดเพื่อทำ ความเข้าใจกับคำอธิบายของนักเรียนให้มากขึ้น

1. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

● โรงเรียนเป้าหมาย

โรงเรียนใกล้เคียง ตั้งอยู่ในหมู่บ้านใกล้เคียง ซึ่งเป็นหมู่บ้านเก่าแก่ที่อยู่ใกล้ มหาวิทยาลัยขอนแก่น แต่เดิมชาวบ้านใกล้เคียงนี้ประกอบอาชีพหลักคือเกษตรกรรม และเมื่อมี มหาวิทยาลัยขอนแก่นเกิดขึ้น ชาวบ้านส่วนหนึ่งจึงประกอบอาชีพเป็นข้าราชการและลูกจ้างอยู่ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น แต่ต่อมาเมื่อชุมชนขยายตัวขึ้น มีคนจากภายนอกเข้ามาอยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก ชาวบ้านหมู่บ้านใกล้เคียงบางส่วนได้ย้ายออกจากบ้านเดิมและให้คนต่างถิ่นเช่าอาศัย ชาวบ้านใกล้เคียงปัจจุบันทั้งชาวบ้านเดิมและคนต่างถิ่นประกอบอาชีพทำหอพักให้เช่า ค้าขาย และร้านอาหาร มีส่วนน้อยที่ยังประกอบอาชีพเกษตรกรรม ส่วนข้าราชการและลูกจ้างมหาวิทยาลัยขอนแก่นก็จะเป็นคนในรุ่นวัยกลางคนไปแล้ว ปัญหาของชุมชนนี้ก็คงเป็นเหมือนกับชุมชนที่กำลังขยายตัวไปซึ่งเมื่อความเจริญและคนต่างถิ่นเริ่มเข้ามา ปัญหากลุ่มวัยรุ่น ก่อวุ่น มั่วสุม ยาเสพติดจึงเป็นปัญหาที่ถูกพูดถึงโดยทั่วไปในชุมชนแห่งนี้

โรงเรียนใกล้เคียงเป็นโรงเรียนขนาดกลาง มีนักเรียนประมาณ 300 คน ครู 23 คน ตั้งอยู่ห่างจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นเพียง 1 กิโลเมตร แต่ถึงอย่างนั้น บริบทของโรงเรียนมีความแตกต่างจากบริบทของมหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นอย่างมาก บริเวณโรงเรียนใกล้เคียงยังมีสภาพคล้ายกับโรงเรียนในชนบท นั่นคือเป็นโรงเรียนที่ยังไม่มีสิ่งก่อสร้างและสิ่งอำนวยความสะดวกมากนัก มีอาคารเรียน 2 หลัง เป็นอาคารไม้สองชั้น 1 หลัง และอาคารปูนสองชั้น 1 หลัง โรงอาหาร และอาคารเก็บของอย่างละ 1 หลัง โรงเรียนใกล้เคียงเปิดสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนส่วนมากเป็นนักเรียนที่ถูกกล่าวถึงว่าเป็นนักเรียนที่ไม่สามารถเข้า

เรียนในโรงเรียนที่มีชื่อเสียงอื่นๆในจังหวัดขอนแก่นได้ จึงต้องมาเรียนที่โรงเรียนใกล้เคียงเมืองแห่งนี้ หรือเป็นนักเรียนที่พ่อแม่ผู้ปกครองไม่ได้คาดหวังที่จะต้องให้เรียนในโรงเรียนที่มีชื่อเสียง จึงได้มาเข้าเรียนที่โรงเรียนใกล้เคียงซึ่งถือว่าเป็นโรงเรียนใกล้บ้าน นักเรียนโรงเรียนใกล้เคียงส่วนมากเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง โรงเรียนใกล้เคียงเป็นโรงเรียนแบบเรียนร่วมเช่นเดียวกับโรงเรียนประถมศึกษาอื่นๆทั่วประเทศ นั้นหมายถึง นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียน นักเรียนสมาธิสั้น นักเรียนออทิสติกจะได้เรียนร่วมกับนักเรียนปกติ สิ่งนี้ถือเป็นการจัดการเรียนการสอนตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 นั่นคือคนไทยทุกคนต้องได้รับสิทธิในการเรียนรู้ได้เป็นไปตามศักยภาพ จำนวนนักเรียนพิเศษเหล่านี้มีจำนวนไม่มากนักในโรงเรียนใกล้เคียง แต่พบว่าเป็นปัญหาที่ครูในทุกๆระดับชั้นหนักใจมากในการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายสำหรับนักเรียนที่แตกต่างกัน นักเรียนส่วนมากมีฐานะยากจนถึงปานกลาง ผู้ปกครองส่วนใหญ่เป็นกลุ่มคนทำงานที่ไม่มีเวลาดูแลบุตรหลานเท่าใดนัก จึงพบว่านักเรียนจำนวนมากถูกทอดทิ้งให้เป็นภาระของครู และเมื่อถามถึงอนาคตหลังจากเรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับนักเรียนในโรงเรียนนี้ คำตอบที่ได้มีแตกต่างกัน ตั้งแต่มุ่งหวังจะไปเรียนต่อในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีชื่อเสียง หรือแม้แต่คำตอบว่าไม่รู้ ยังไม่เคยคิด

● ครูในโรงเรียน

มีครูทั้งสิ้น 23 คน ครูผู้สอนในโรงเรียนใกล้เคียงมีจำนวนครบทุกชั้น แต่พบว่าไม่มีครูคนใดเลยที่มีวุฒิการศึกษาทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์โดยตรง การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 4 รับผิดชอบโดยอาจารย์ประจำชั้น ส่วนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 รับผิดชอบโดยครูสมใจซึ่งเป็นครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และรับผิดชอบสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยตรง จากการที่ผู้วิจัยติดต่อกับครูสมใจยินดีให้ผู้วิจัยเข้าไปเก็บข้อมูลในโรงเรียน และยินดีติดต่อครูท่านอื่นๆ ในระดับชั้นอื่นๆให้ด้วย เนื่องจากผู้วิจัยต้องการจะสังเกตการสอนวิทยาศาสตร์ในทุกๆระดับชั้นในโรงเรียนใกล้เคียงนี้ ตั้งแต่ชั้น ป.1-ป.6 เพื่อให้เห็นถึงสภาพการจัดการเรียนการสอน ธรรมชาติของนักเรียนและครูในโรงเรียน ซึ่งผลการติดต่อก็ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดี จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการประชุมชี้แจงถึงโครงการวิจัยและการเข้ามาสังเกตการสอนในโรงเรียนใกล้เคียงแห่งนี้อย่างเป็นทางการต่อ ผู้บริหารโรงเรียนซึ่งได้แก่ ผู้อำนวยการโรงเรียน และครูทุกคน การดำเนินการวิจัยเป็นไปด้วยดี โรงเรียนใกล้เคียงนี้เป็นโรงเรียนที่มีกิจกรรมนอกหลักสูตรค่อนข้างมาก เช่น งานเทศกาลวันสำคัญต่างๆ การประกวดแข่งขันทางวิชาการ การแข่งขันกีฬา การเข้าค่าย การเข้าตรวจเยี่ยมโรงเรียนของ สมศ. การเตรียมตัวทำผลงานเพื่อเลื่อนวิทยฐานะของครู ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้มีผลกระทบต่อการศึกษาเพราะต้องงดเรียนในบางวัน บางช่วงเวลา

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนใกล้เคียงนี้เป็นการเรียนในชั้นเรียนปกติ ไม่มีห้องปฏิบัติการ จากการสังเกตการสอนพบว่ามีย่อยครั้งที่ครูจะให้ให้นักเรียนได้ลงมือ

ปฏิบัติจริง เช่น การทดลองเรื่องการหาความหนาแน่นของวัตถุ ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งครูเป็นผู้เตรียมอุปกรณ์มาให้และให้นักเรียนออกไปทดลองนอกห้องเรียนเพื่อป้องกันห้องเรียนสกปรก วิธีการสอนโดยส่วนมากเป็นการบรรยาย และใช้หนังสือของสำนักพิมพ์หนึ่งเป็นหลักเป็นทั้งแบบเรียนและแบบฝึกหัด ปัญหาที่ครูวิทยาศาสตร์ในทุกระดับชั้นพูดถึงคือ ปัญหา นักเรียนเรียนร่วมเพราะครูให้เหตุผลว่า ครูในโรงเรียนใกล้เคียงนี้ ไม่มีความรู้ทางด้านเด็กพิเศษแต่อย่างใด ดังนั้นการที่จะต้องมาดูแลนักเรียนเหล่านี้ให้เรียนร่วมกับนักเรียนปกติจึงเป็นสิ่งที่ยากลำบากมาก และ อีกปัญหาที่เป็นที่หนักใจของครูก็คือปัญหานักเรียนอ่านหนังสือไม่ออก ซึ่งครูมีความเชื่อว่าเมื่อนักเรียนไม่สามารถอ่านหนังสือได้ ก็จะทำให้การเรียนในวิชาอื่นๆ มีปัญหารวมทั้งวิทยาศาสตร์ด้วย

- นักเรียน

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (32 คน) ของโรงเรียนใกล้เคียงเป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิจัย โดยผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นเวลา 1 ภาคเรียนก่อนที่จะทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ โดยระหว่างการวิจัย ผู้วิจัยใช้เครื่องมือต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสำรวจแนวคิด แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง และแบบบันทึกผลงานนักเรียน (รายละเอียดในหัวข้อ 4.1) พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความแตกต่างกันมากทั้งในด้านสภาพครอบครัว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความประพฤติ นักเรียนส่วนมากในห้องมาจากครอบครัวที่แตกแยก ไม่ได้อยู่กับพ่อแม่ เพราะบางคนพ่อแม่หย่าร้าง หรือไม่ได้หย่าร้างแต่ต้องแยกกันอยู่เนื่องจากไปทำงานต่างถิ่น นักเรียนส่วนมากเป็นคนมาจากถิ่นอื่น สิ่งที่เป็นจุดเด่นของชั้นเรียนนี้คือมีนักเรียนเป็นจำนวนน้อยที่มีความคิดหวังว่าจะได้เข้าเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีชื่อเสียงในจังหวัด ในขณะที่นักเรียนส่วนมากยังไม่ทราบว่าจะไปเรียนที่ใด

- ผู้วิจัย

ผู้วิจัยมีส่วนร่วมในการวิจัยโดยการสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในทุกระดับชั้นเป็นระยะเวลา 1 ภาคการศึกษา และทำการสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ ความสนใจในการทำการศึกษารื่องนี้ของผู้วิจัยมาจากวิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาเอกของผู้วิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับสารและสมบัติของสาร (Pimthong, 2006) ซึ่งผู้วิจัยพบว่าแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสารและสมบัติของสารบางส่วนมีที่มาจากแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้เรื่องสารและสมบัติของสาร นอกจากนั้น ผลจากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศ โดยเฉพาะจากประเทศแถบตะวันตกพบว่า เนื้อหาเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุมีความเกี่ยวข้องทั้งกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและอาชีวศึกษา โดยในแต่ละวิชาต่างมีมุมมองเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุที่แตกต่างกัน ในขณะที่ในหลักสูตรของประเทศไทย เนื้อหา

เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุมีบรรจุอยู่เฉพาะในหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ช่วงชั้นที่ 2) ในฐานะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้แนวคิดเกี่ยวกับสารและสมบัติของสารต่อไป ผู้วิจัยจึงมีความสนใจว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ และมีแง่มุมหรือปัจจัยใดบ้างที่อยู่นอกเหนือจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจเหล่านั้นมีผลอย่างไรต่อการนำความรู้เรื่องดังกล่าวไปใช้ในชีวิตประจำวัน และในฐานะครูจะช่วยให้เด็กมีความเข้าใจในเรื่องเหล่านี้ เห็นประโยชน์ของเรื่องเหล่านี้ได้อย่างไร

4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

เนื่องจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและการตีความหมายข้อมูลเป็นเรื่องนามธรรม ไม่มีคำตอบชัดเจนแน่นอน งานวิจัยที่วัดได้จากความชัดเจนในกระบวนการคิดและการทำความเข้าใจในมุมมองของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (Willis et al., 2007) เพื่อแสดงถึง credibility ของงานวิจัย ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงให้ความสำคัญกับมุมมองของผู้มีส่วนร่วมต่างๆ ซึ่งได้แก่ ครูในโรงเรียน นักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัย ตลอดจนสมาชิกอื่นๆในสังคม เช่น นักการภารโรง และผู้ปกครอง

การเก็บข้อมูลหลากหลายวิธีได้ถูกใช้ในการวิจัยนี้เพื่อเป็นการยืนยันความน่าเชื่อถือของงานวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ การสำรวจแนวคิดนักเรียน การสัมภาษณ์ครู นักเรียน และสมาชิกอื่นๆในโรงเรียนเช่น ผู้ปกครองและภารโรง การสังเกตชั้นเรียน และการตรวจผลงานนักเรียน

4.1 การสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสัมภาษณ์ในการสำรวจความคิดเห็นของครูและผู้มีส่วนร่วมอื่นๆเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และบริบทของโรงเรียน โดยผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล (งานวิจัยระยะที่ 1) โดยการสัมภาษณ์ที่เกิดขึ้นผู้วิจัยได้จัดบรรยากาศให้ผู้ถูกสัมภาษณ์รู้สึกสบายใจที่จะพูดคุยเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการสอนของตนเอง โดยการสัมภาษณ์เกิดขึ้นเมื่อผู้วิจัยแน่ใจว่าผู้วิจัยได้รับความไว้วางใจจากสมาชิกในโรงเรียนนั้น โดยเกิดขึ้นหลังจากที่ผู้วิจัยได้เข้าไปสังเกตการสอนและปฏิบัติตนเป็นสมาชิกในโรงเรียนนั้นได้ระยะหนึ่ง

การสัมภาษณ์ที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยทำการจดบันทึกโดยละเอียด การสัมภาษณ์แต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 30 นาทีโดยจะทำการสัมภาษณ์ในเวลาพักเที่ยง ชั่วโมงว่างหรือหลังเลิกเรียน

สำหรับการสัมภาษณ์นักเรียนนั้น ผู้วิจัยได้กระทำหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบสำรวจแนวคิดเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยการสัมภาษณ์ทำขึ้นเพื่อให้เด็กนักเรียนได้อธิบายถึงความเข้าใจและเหตุผลที่ตอบคำถาม หรืออธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับคำตอบที่ให้ไว้ในแบบสำรวจแนวคิด โดยการสัมภาษณ์แต่ละครั้งเป็นการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลครั้งละประมาณ 30 นาที โดยจะเกิดขึ้นในช่วงพักเที่ยง หรือหลังเลิกเรียน ผู้วิจัยบันทึกเทปคำสัมภาษณ์โดยได้รับความยินยอมจากผู้ถูกสัมภาษณ์และทำการถอดเทปแบบคำต่อคำเพื่อวิเคราะห์และตีความต่อไป

4.2 การสำรวจแนวคิด

เป็นการใช้แบบสำรวจแนวคิดซึ่งเป็นแบบสำรวจแบบข้อเขียนที่ประกอบด้วย ข้อคำถามทั้งหมด 3 ข้อ ใหญ่ ครอบคลุมแนวคิดเกี่ยวกับ วัสดุและสมบัติของวัสดุ ซึ่งได้แก่ ความเหนียว ความแข็ง ความยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้า โดยในข้อที่ 1 จะขอให้นักเรียนอธิบายความเหมาะสมว่าวัสดุใดเหมาะสมที่จะใช้ทำวัตถุตัวอย่างและเพราะเหตุใดวัสดุชนิดนั้นจึงมีความเหมาะสม หรือไม่เหมาะสม วัตถุตัวอย่างในข้อที่ 1 นี้ได้แก่ ลูกบอลโต๊ะเขียนหนังสือ เอ็นไม้เบต ครก ถุง สายชิงช้า หูกาต้มน้ำ ช้อน ปลั๊กไฟ เสื่อ สายเบ็ด และโซฟา

ตัวอย่างข้อคำถามในข้อที่ 1 ได้แก่

1. สิ่งที่เราเห็นในภาพควรทำมาจากอะไร และไม่ควรทำมาจากอะไร เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น				
สิ่งของ	ควรทำมาจาก...	เพราะ...	ไม่ควรทำมาจาก...	เพราะ..
ตัวอย่าง.ขวดนม 	พลาสติก	ใส และ เบา	เหล็ก	หนัก และ ทึบ

สำหรับในข้อที่ 2 นักเรียนจะได้รับสถานการณ์สมมติ เป็นสถาปนิกออกแบบบ้าน แล้วจึงให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดส่วนประกอบต่างๆของบ้านจึงต้องทำมาจากวัสดุต่างชนิดกัน ตัวอย่างคำถามในข้อที่ 2 ได้แก่

2. (จากภาพบ้านหลังนี้ ...) เพราะเหตุใดจึงเลือกอิฐสำหรับสร้างกำแพง

ข้อสุดท้ายคือข้อที่ 3 นักเรียนจะวาดภาพเสื้อผ้าที่เหมาะสมกับฤดูกาลต่างๆ พร้อมทั้งอธิบายว่าเสื้อผ้านี้ทำมาจากอะไร เพราะเหตุใดจึงเลือกวัสดุชนิดนี้มาทำเสื้อผ้า

3. เสื้อผ้าในฤดูต่างๆ ควรมีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง		
ฤดู	ภาพเสื้อผ้า (วาดภาพ)	เสื้อผ้านี้ทำมาจากอะไร(อธิบาย)
		

แบบสำรวจทั้ง 3 ข้อนี้เป็นแบบคำถามปลายเปิดให้เขียนตอบเพื่อให้ให้นักเรียนได้อธิบายตามความเข้าใจของตนเองอย่างอิสระ

ผู้วิจัยให้ความสำคัญในประเด็นเรื่องความตรง (validity) และความเที่ยง (reliability) เพื่อเป็นการยืนยันว่าแบบสำรวจแนวคิดนี้สามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัด โดยในการศึกษาคั้งนี้ผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบด้วยอาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย 1 ท่าน และ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา จำนวน 2 ท่าน ให้คำแนะนำและยืนยันว่าแบบสำรวจแนวคิดนั้นสอดคล้องกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเหมาะสมกับนักเรียนในระดับประถมศึกษา

การทดลองใช้แบบสำรวจแนวคิดกับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง กระทำขึ้นใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 เพื่อเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา เวลา และข้อคำถามที่ใช้ โดยใช้เวลาในการสำรวจแนวคิด 45 นาที หลังจากทำการสำรวจแนวคิด พบว่า ผู้วิจัยจำเป็นต้องเปลี่ยนภาษาที่ใช้ในข้อคำถามบางข้อเพื่อแก้ไขความเข้าใจผิด นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ตัดสินใจที่จะเพิ่มเวลาที่ใช้ในการทำแบบสำรวจนี้จาก 45 นาที เป็น 1 ชั่วโมง

4.3 การสังเกตการสอนในชั้นเรียน

ผู้วิจัยทำการสังเกตการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนเพื่อจุดมุ่งหมายในการทำความเข้าใจถึงวัฒนธรรมและบริบทในชั้นเรียน โดยได้ทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับชั้นละ 2 ครั้ง โดยใช้เวลาในการสังเกตการสอนในชั้นเรียนนี้ในภาคเรียนที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2550 โดยระหว่างการสังเกตการสอนผู้วิจัยได้ทำการบันทึกกิจกรรมและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนโดยละเอียด

4.4 การวิเคราะห์ผลงานนักเรียน

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมผลงานนักเรียน เช่น ใบงาน แบบบันทึกผลการทดลอง บันทึกผลการเรียนรู้ของนักเรียน และ ชิ้นงานที่เป็นงานกลุ่ม แล้วทำสำเนา หรือบันทึกภาพไว้เพื่อการวิเคราะห์ และตีความต่อไป

2. ความน่าเชื่อถือของการวิจัย

ผู้วิจัยใช้กระบวนการของ Triangulation เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของงานวิจัย (trustworthiness) โดยกระบวนการนี้ช่วยเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือ (credibility) โดยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่หลากหลายจากแหล่งข้อมูล 1 แหล่ง รวมทั้งการเก็บรวบรวมความคิดเห็นหรือแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องต่างๆจากหลากหลายมุมมองไม่ใช่เพียงจากมุมมองของผู้วิจัยเพียงคนเดียว โดยอ้างอิงข้อมูลจำนวนมากจากผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิจัย (thick descriptions) รวมถึงการยืนยันผลการตีความที่สอดคล้องกันระหว่างผู้วิจัยและผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยคนอื่นๆ (respondent validation, member validation)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ดำเนินไปเพื่อตอบจุดประสงค์ของการศึกษาเพื่ออธิบายแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ การเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน รวมทั้งปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลจะนำเสนอในหัวข้อนี้จะสอดคล้องกับวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

- ข้อมูลจากการสังเกตบริบทโรงเรียนและสภาพการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

ผู้วิจัยทำการตีความข้อมูลที่ได้จากการจดบันทึกเพื่อทำความเข้าใจกับสิ่งที่เกิดขึ้นในสภาพจริงของโรงเรียนและห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้เข้าไปมีส่วนร่วมในฐานะผู้สังเกตการณ์

- ข้อมูลจากการสัมภาษณ์

ข้อมูลการสัมภาษณ์ในส่วนที่ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกเทปจะถูกนำมาถอดเทปแบบคำต่อคำโดยผู้วิจัย สำหรับข้อมูลในส่วนที่ผู้วิจัยได้ทำการจดบันทึกที่ระหว่างทำการสัมภาษณ์ผู้วิจัยนำมาอ่านโดยละเอียดเพื่อทำความเข้าใจและตีความสิ่งที่ได้จากการสัมภาษณ์

สำหรับขั้นตอนในการสัมภาษณ์นักเรียนเพื่อซักไซ้ไล่เลียงและทำความเข้าใจกับคำตอบของนักเรียนที่ได้ตอบมาในแบบสำรวจแนวคิดนั้น ผู้วิจัยทำการเลือกนักเรียนที่มีคำตอบที่น่าสนใจทั้งที่เป็นคำตอบที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และคำตอบที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ บทสัมภาษณ์ของนักเรียนทุกคนจะถูกบันทึกเทปและถอดเทปแบบคำต่อคำโดยผู้วิจัย

- ข้อมูลจากแบบสำรวจแนวคิด

ผู้วิจัยทำการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบสำรวจแนวคิด โดยพิจารณาจากคำอธิบายของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดต่าง ๆ แล้วจึงนำคำอธิบายเหล่านี้มาจัดกลุ่ม (Categories) ตามแนวคิดของ Andersson (1990) Tytler and Peterson (2000) และ Tytler (2003) ที่ได้จัดกลุ่มแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องสารและสมบัติของสาร โดยจำแนกกลุ่มของแนวคิดตามคำอธิบายของผู้ตอบ และปรับจากการจัดกลุ่มแนวคิดเรื่องวัสดุและวัตถุจากการสำรวจแนวคิดเรื่องวัสดุและวัตถุในหลักสูตรของประเทศฝรั่งเศส ช่วงปี ค.ศ 1822 – 1939 โดย Chatoney (2006) ดังนั้นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแนวคิดจึงมีความแตกต่างกัน อยู่ในกลุ่ม (category) ที่ต่างกัน

- ข้อมูลจากผลงานของนักเรียน

ผลงานนักเรียนทุกชิ้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทำสำเนา โดยการถ่ายภาพเอกสารหรือถ่ายภาพ ข้อมูลเหล่านี้ใช้ในกระบวนการกับข้อมูลจากแบบสำรวจแนวคิดและจากการสัมภาษณ์นักเรียนเพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ตารางที่ 3 สรุปการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

คำถามวิจัย	ข้อมูลที่ต้องการ	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
1.ปัจจัยทางด้านจิตพิสัยและทางสังคมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หรือไม่อย่างไร	- ข้อมูลจากการสังเกตเกี่ยวกับบริบทโรงเรียนและสภาพการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน - ข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนและครูเกี่ยวกับความคิดเห็นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	- แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง - แบบสังเกต	- การสัมภาษณ์ - การสังเกตสภาพการเรียนรู้ในชั้นเรียน	- ถอดเทปวิดีโอ และเทปบันทึกเสียง แบบคำต่อคำ และอ่านอย่างละเอียด จัดกลุ่มและสรุปประเด็นการสัมภาษณ์และการสังเกตที่พบ
2. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีกระบวนการเป็นอย่างไร	- ข้อมูลเกี่ยวกับการสังเกตชั้นเรียนโดยผู้วิจัยทำการสอนและสังเกตด้วยตนเอง	- แบบบันทึกการสอน	- สังเกตและบันทึกการจัดการเรียนการสอน	- สรุปประเด็น และผลที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้
3. ผลการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุ	- ข้อมูลแนวคิดของนักเรียนจากแบบ	- แบบสำรวจแนวคิด - แบบสัมภาษณ์กึ่ง	- การสำรวจแนวคิด - การสัมภาษณ์	- อ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียด จัดกลุ่มคำ

คำถามวิจัย	ข้อมูลที่ต้องการ	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
และสมบัติของวัสดุของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็น อย่างไร	สำรวจแนวคิด - ข้อมูลแนวคิดของ นักเรียนจากการ สัมภาษณ์ กึ่ง โครงสร้าง - ข้อมูลแนวคิดของ นักเรียนจากผลงาน ของนักเรียน	โครงสร้าง - แบบบันทึกผลการ วิเคราะห์ผลงาน นักเรียน	- การวิเคราะห์ผลงาน นักเรียน	ตอบโดยเปรียบเทียบกับ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ - ถอดเทปบันทึกเสียง แบบคำต่อคำ และอ่าน อย่างละเอียด จัดกลุ่มคำ ตอบโดยเปรียบเทียบกับ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ - อ่านและตีความผลงาน นักเรียนโดยเปรียบเทียบกับ แนวคิดทาง วิทยาศาสตร์

สรุป

การศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงตีความเนื่องจากมีความเหมาะสมและสามารถช่วยในการตอบคำถามวิจัยของการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการมุ่งทำความเข้าใจกับแนวคิดของนักเรียนและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน โดยทำการศึกษาในสภาพห้องเรียนจริงตีความจากมุมมองของสมาชิกที่มีส่วนร่วมในสภาพนั้น โดยผู้วิจัยใช้มุมมองของการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Conceptual Change Perspective) เป็นแนวทางในการศึกษา

ในบทต่อไป (บทที่ 4) จะเป็นการนำเสนอผลการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งจะแสดงถึงผลการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึงผลและการอภิปรายผลของงานวิจัย โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง โดยจะเสนอภูมิหลังและบริบทของกลุ่มตัวอย่าง ในส่วนที่ 2 เป็นผลสรุปปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุของนักเรียน และ ส่วนที่ 3 นำเสนอการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยจะคำนึงถึงปัจจัยที่ส่งเสริมหรือต่อต้านการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนเป็นสำคัญ เช่น ปัจจัยทางด้านสังคมและปัจจัยทางด้านจิตพิสัยต่างๆ ตลอดจนนำเสนอการประยุกต์ใช้หน่วยการเรียนรู้ในชั้นเรียน ในส่วนที่ 4 นำเสนอผลการเปลี่ยนแปลงแนวคิดและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ พร้อมนำเสนอหลักฐานการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิดจะถูกนำเสนอเพื่อยืนยันความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด

ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ในส่วนนี้นำเสนอหลักฐานเชิงประจักษ์เกี่ยวกับบริบทของนักเรียน วัฒนธรรมในโรงเรียนและชั้นเรียนและสถานการณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนใกล้เคียง ซึ่งต่อเนื่องจากการรายงานข้อมูลในเชิงปริมาณของโรงเรียนใกล้เคียงที่ปรากฏในบทที่ 3 ผู้วิจัยใช้การสังเกตอย่างมีส่วนร่วมโดยผู้วิจัยเข้าไปฝังตัวอยู่ในโรงเรียนเพื่อศึกษาถึงบริบท สภาพสังคม วัฒนธรรมในโรงเรียน ตลอดจนการสังเกตการสอนวิทยาศาสตร์ในช่วงชั้นที่ 1 และช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2,3,4,5 และ 6) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของวัฒนธรรมในชั้นเรียนและการปฏิบัติตนและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นของนักเรียน (Angrosino, 2007) ผู้วิจัยอยู่ในโรงเรียนใกล้เคียง 3 วันต่อสัปดาห์และสังเกตการดำเนินชีวิตของนักเรียนตั้งแต่เข้าก่อนเคารพธงชาติจนเลิกเรียน นอกจากนั้นยังมีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างซึ่งทำให้ได้ทราบถึงข้อมูลทางด้านความคิดเห็น และรูปแบบการเรียนของนักเรียนภายใต้วัฒนธรรมดังกล่าวด้วยซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการจัดการเรียนรู้เพื่อสนองตอบต่อความต้องการและลักษณะทางสังคมของนักเรียนในโรงเรียนใกล้เคียงแห่งนี้ ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาว่านอกเหนือจากปัจจัยอื่นๆ เช่น ตัวผู้สอน ภาษาและประสบการณ์ของนักเรียนที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดแนวคิดทางเลือกและการเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแล้ว (Pimthong,2006) ปัจจัยทางด้านจิตพิสัย เช่น แรงจูงใจ หรือ ความเชื่อมั่นในความสามารถในการเรียนรู้ของตนเอง ล้วนมีผลต่อการเรียนรู้แนวคิดหรือการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนด้วยเช่นกัน (Pintrich, 1993)

จากการสังเกตการดำเนินชีวิตในแต่ละวันของสมาชิกในโรงเรียน ซึ่งได้แก่ ครู นักเรียน นักการภารโรง และ ผู้ปกครอง ผู้วิจัยพบว่านักการภารโรงจะมาโรงเรียนก่อนเวลา 7.30 น. ส่วนครูจะทยอยมาโรงเรียนในช่วงเวลา 7.30 – 8.00 น. ในขณะที่นักเรียนมาโรงเรียนตั้งแต่ก่อน 7.30 น. เพื่อ เล่น และทำเวรที่ได้รับมอบหมาย เช่น เก็บขยะในสนามหญ้า ทำความสะอาดห้องเรียน และพบว่าไม่ค่อยมีผู้ปกครองมาส่งนักเรียนที่โรงเรียน กรังโรงเรียนกรังแรกตั้งในเวลา 8.00 น. จะมีครูประกาศเสียงตามสายให้นักเรียนทำความสะอาดพื้นที่ที่รับผิดชอบประมาณ 15 นาที และประกาศอีกครั้งเพื่อเร่งให้นักเรียนเข้าแถว กิจกรรมที่ดำเนินในระหว่างเข้าแถว เริ่มจากการที่ นักเรียนร่วมกันร้องเพลงชาติ และสวดมนต์ จากนั้นเป็นการกล่าวปฏิญาณตน โดยหลังจากการกล่าวปฏิญาณตนครูผู้ทำหน้าที่ประกาศหน้าเสาธงจะประกาศข่าวหรือมีเรื่องแจ้งให้นักเรียนทราบ หรือมีกิจกรรมอื่นๆ เช่น การเล่นนิทานธรรม กิจกรรมหนึ่งที่พบว่าเป็นกิจกรรมหน้าเสาธงที่พิเศษสำหรับโรงเรียนนี้คือการให้นักเรียนร่วมกันร้องเพลงอวยพรวันเกิด (Happy birth day) หน้าเสาธงเนื่องในวันเกิดของผู้บริหารโรงเรียน หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมหน้าเสาธงในช่วงเช้า นักเรียนทุกคนจะทำสมาธิประมาณ 5 นาที จะพบว่าในแต่ละวันกิจกรรมในช่วงเช้ามักกินเวลาชั่วโม่งแรก ทำให้ครูไม่ตรงต่อเวลาในการเริ่มสอน การทำสมาธิจะเกิดขึ้นอีกครั้งหลังจากนักเรียนรับประทานอาหารกลางวันเสร็จทุก ๆ วัน โดยครูจะเป็นผู้ดูแลการนั่งสมาธิและดูแลนักเรียนก่อนเข้าห้องเรียน พยายามให้นักเรียนเข้าแถวเป็นระเบียบก่อนเข้าห้องทั้งในช่วงเช้าและกลางวัน นักเรียนเจียบและอยู่นิ่งมากตลอดการทำกิจกรรม

จากตัวอย่างการร้องเพลงอวยพรวันเกิดของนักเรียนที่หน้าเสาธงให้กับผู้อำนวยการอาจแสดงให้เห็นถึงการยอมรับวัฒนธรรมที่ผู้ใหญ่หรือผู้บังคับบัญชามีความสำคัญในสังคมเหนือกว่าผู้น้อยหรือผู้ใต้บังคับบัญชา เช่นเดียวกับตัวอย่างที่ผู้อำนวยการสามารถเรียกพบครูในขณะที่ครูทำการสอนอยู่ โดยครูต้องปฏิบัติตามโดยให้งานนักเรียนและออกไปพบผู้อำนวยการเป็นเวลาถึง 30 นาที การยอมรับเช่นนี้เชื่อมโยงไปถึงการแสดงออกที่นักเรียนในฐานะผู้น้อยจะต้องเชื่อฟังครูซึ่งเป็นผู้ใหญ่ ตัวอย่างพฤติกรรมของครูที่ปฏิบัติกับนักเรียนในชั้นเรียน เช่น ครูถือไม้เรียวระหว่างการสอน ตีไม้เรียวกับโต๊ะเมื่อต้องการให้นักเรียนขยับโต๊ะ ครูสั่งนักเรียนให้ “เจียบ” หรือสั่งให้นักเรียนกอดอก เมื่อนักเรียนในชั้นไม่สนใจเรียนหรือคุยเสียงดัง และหากมีนักเรียนคนใดที่ไม่ปฏิบัติตามคำสั่งของครูก็ต้องถูกลงโทษ หรือในอีกกรณีคือนักเรียนหญิงคนหนึ่งสวมกางเกงวอร์มมาโรงเรียนและถูกลงโทษ โดยครูให้โอกาสถามคำถาม นักเรียนจึงถามว่า ทำไมครูใส่กางเกงวอร์มได้ ครูตอบว่า “เพราะว่าครูเป็นครู” อีกพฤติกรรมหนึ่งซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนต้องการแสดงความต้องการการยอมรับจากครูและเอาใจครู คือ นักเรียนคนหนึ่งรีบไปหยิบไม้เรียวมาให้ครูโดยที่ครูไม่ได้ร้องขอเมื่อครูเริ่มดุเพื่อนนักเรียนที่ส่งเสียงดัง หรือ นักเรียนฟ้องครูว่าเพื่อนลอกคำตอบจากหนังสือเรียนขณะทำข้อสอบ หรือการที่ครูเรียกนักเรียนที่ไม่มีหนังสือออกไปหน้าชั้น ถามสาเหตุว่าทำไมไม่มีหนังสือ แล้วลงโทษโดยให้นั่งเรียนหน้าชั้น เป็นต้น จากพฤติกรรมเหล่านี้ก็นำไปสู่ความเชื่อในการเรียนรู่ว่าครูคือผู้รู้และการเรียนรู้เกิดขึ้นจากครูบอก

ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่พบว่า มีลักษณะของการที่ครูเป็นศูนย์กลางและเป็นผู้ที่มีอำนาจมากที่สุดในชั้นเรียน โดยจะพบว่าครูพยายามที่จะจัดการชั้นเรียนให้เงียบและให้นักเรียนสนใจในสิ่งที่ครูสอนโดยใช้หนังสือแบบเรียนของบริษัทแห่งหนึ่ง ครูจะยืนหน้าชั้นตลอดเวลา และมักจะให้นักเรียนอ่านออกเสียงดังๆ โดยครูจะอยู่ที่หน้าชั้นเรียน ถึงแม้ว่ามีครูบางคนที่ยพยายามมีกิจกรรม เช่น การมีภาพประกอบการเรียน มีตัวอย่างของจริง หรือการซักถามรายบุคคล แต่พบว่าไม่ได้รับความสนใจจากนักเรียน เพราะนักเรียนจะให้ความสนใจกับคะแนนเป็นอย่างมาก จะเห็นได้จากการที่นักเรียนแสดงความกระตือรือร้น เมื่อครูเรียกตรวจงานเพื่อให้คะแนน นักเรียนจะรีบต่อแถวเพื่อจะรับลายเซ็นจากครูเพื่อเป็นหลักฐานว่าทำงานเสร็จ และจากการที่ผู้วิจัยได้พูดคุยกับครูผู้สอน พบว่า สำหรับปัญหาที่ครูในทุกระดับชั้นหนักใจมากที่สุดในการจัดการเรียนรู้คือการที่นักเรียนมีความแตกต่างกันมาก เช่น มีเด็กพิเศษในชั้นเรียน นักเรียนส่วนมากมีฐานะยากจนถึงปานกลาง นักเรียนจำนวนมากไม่ได้รับการดูแลจากผู้ปกครอง และจากการที่ผู้วิจัยพูดคุยกับนักเรียนถึงความฝันหรือเป้าหมายในชีวิตของนักเรียนในโรงเรียนใกล้เมือง คำตอบที่ได้มีแตกต่างกัน ตั้งแต่มุ่งหวังจะไปเรียนต่อในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีชื่อเสียงในจังหวัด ออกไปทำงาน หรือ ศึกษาต่อในโรงเรียนเดิมหากมีการเปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีนักเรียนถึง 14 คนที่ไม่มีคำตอบที่ชัดเจน โดยตอบว่าไม่รู้ ยังไม่เคยคิดซึ่งเป็นคำตอบจำนวนมาก

ผลสรุปปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุของนักเรียน

ในการเก็บข้อมูลวิจัยใน ระยะที่ 1 (พฤษภาคม – กรกฎาคม 2550) นอกจากจะมีจุดประสงค์เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับกลุ่มตัวอย่างและบริบทของโรงเรียนใกล้เมืองยังเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกลุ่มตัวอย่าง และบริบทของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลจากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 2,3,4,5 และ 6 ผู้วิจัย สรุปประเด็นที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ ได้ 4 ประเด็น ได้แก่

1. การสะท้อนผลการเรียนรู้ของครูที่มีให้แก่นักเรียน

จากงานวิจัยจำนวนมากสนับสนุนว่าวิธีการสอนรวมถึงแนวคิดที่ครูมีเป็นสาเหตุหนึ่งที่จะทำให้เด็กเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนได้ (Wandersee et al., 1994; Haidar, 1997; Valanides, 2000). ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษารูปแบบการเรียนรู้ในชั้นเรียนของโรงเรียนใกล้เมืองเพื่อ

ยืนยันข้อสรุปดังกล่าว ซึ่งพบว่าการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนเป็นไปในรูปแบบของการสะท้อนผลการเรียนรู้ของครูแบบ Performance feedback (Pintrich and Schunk, 2002) นั่นคือกล่าวชมพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียน โดยเน้นสิ่งที่ถูกผิดตามความคิดเห็นของครู และใช้คะแนนเป็นตัวล่อให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ครูขาดการให้แรงเสริมทางบวกให้แก่ นักเรียน โดยครูบางท่านพูดเปรียบเทียบกับนักเรียนว่าห้องนี้สู้ห้องไม่ได้ หรือมีครูที่อ้างคำพูดครูคนอื่นว่ามีคนบอกว่าห้องนี้ไม่ค่อยเก่ง หรือ ครูตำหนิเมื่อนักเรียนแยกดอกไม้ ตัวอย่างออกเป็นส่วนๆว่าทำลายของตัวอย่างที่ครูเตรียมมาในขณะที่เรียนเรื่องส่วนประกอบดอกไม้ หรือครูแสดงออกบางอย่างที่เป็นการไม่ให้ความสนใจและขาดการสร้างแรงจูงใจให้แก่ นักเรียน เช่น การที่ครูให้นักเรียนจับกลุ่มเอง แล้วพบว่านักเรียนที่เป็นเด็กเรียนร่วมไม่มีกลุ่มอยู่ วิธีแก้ปัญหาของครูคือให้เด็กคนนั้นเลือกเองว่าจะอยู่กลุ่มไหนก็ได้ ซึ่งยิ่งทำให้เพื่อนๆแสดงท่าทีปฏิเสธนักเรียนกลุ่มนี้มากขึ้นอีก หรือในกรณีที่นักเรียนคนหนึ่งสอบได้คะแนนเต็มและเพื่อนๆทุกคนแสดงอาการไม่เชื่อถือ ครูเองกลับกล่าวว่าครูก็ไม่เชื่อเนื่องจากครูฟังเชิญแม่ของนักเรียน คนนี้มาพบเพื่อตักเตือนเรื่องพฤติกรรมการศึกษา และนักเรียนคนนี้เป็นคนที่ไม่เคยมีหนังสือมาโรงเรียนมาก่อน กรณีสุดท้ายที่พบคือ ครูไม่ได้แสดงถึงการให้ความสำคัญแก่ความซื่อสัตย์ในการทำงานของนักเรียน ซึ่งพบได้จากนักเรียนบางคนไม่สนใจทำการทดลอง และรอลงผลการทดลองจากเพื่อนแต่ครูเพียงแค่ว่าใครไม่ทำการทดลอง ไม่บันทึกผลการทดลอง โดยครูไม่ได้ตรวจสอบอย่างแท้จริง หรือในกรณีที่ครูให้นักเรียนตรวจการบ้านตามคำบอกและให้นักเรียนแก้ไขคำตอบให้ถูกต้องก่อนส่งครูโดยไม่ได้ตรวจสอบเช่นกันว่านักเรียนตรวจคำตอบตามความเป็นจริงหรือไม่

สรุปแล้วพบว่าครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนจำนวนหนึ่งนี้ขาดการสะท้อนผลการเรียนรู้ในประเด็นต่างๆ เช่น การปฏิบัติงาน หรือคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เช่นความซื่อสัตย์ให้แก่ นักเรียน โดยครูมักจะให้ความสำคัญกับคำตอบถูกผิดเพียงเท่านั้น และขาดการให้ความสำคัญกับการให้แรงเสริมหรือการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้กับนักเรียน

2. ภาษากับการเรียนรู้

ประเด็นสำคัญเกี่ยวกับเรื่องภาษาที่พบในโรงเรียนใกล้เคียงก็คือ ภาษาพูดที่มีความแตกต่างกันของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เนื่องจากนักเรียนในโรงเรียนนี้มาจากหลากหลายจังหวัด หลากหลายที่มา ทำให้มีภาษาพูดที่เป็นภาษาไทยถิ่นอีสานหลายกลุ่มซึ่งปัญหาในเรื่องภาษาไทยถิ่นอีสานนี้สร้างความลำบากให้แก่ผู้วิจัยซึ่งไม่ใช่คนในท้องถิ่นพอสมควรจึงต้องอาศัยผู้ช่วยวิจัยที่เป็นคนในท้องถิ่นช่วยแปลความ ประเด็นต่อมาคือผลกระทบของความเข้าใจคลาดเคลื่อนในความหมายของคำศัพท์บางคำ หรือความซ้ำซ้อนของการอ่านออกเสียงของคำที่อยู่ในชีวิตประจำวันและคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการ

เรียนรัฐวิทยาศาสตร์ (Pimthong,2006) เช่น นักเรียนไม่รู้จักคำว่า มวล ดังนั้นเมื่อพูดถึงมวล นักเรียนจะนึกถึง “มวนยาสูบ” เป็นต้น นอกจากประเด็นภาษาที่เกิดจากความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนแล้ว ความเชื่อบางประการของครูเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านภาษาก็ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเช่นกัน เช่น ครูเชื่อว่าการให้นักเรียนอ่านออกเสียงดังๆหลายๆครั้งนั้นจะช่วยให้นักเรียนเรียนได้ดี โดยครูคนหนึ่งให้เหตุผลกับผู้วิจัยว่าให้ “อ่านหลายๆครั้งจะได้จำได้” แต่ปัญหาคือนักเรียนบางคนอ่านไม่ได้ซึ่งครูก็มีความเชื่อว่าการที่นักเรียนอ่านไม่ออกเป็นปัญหาสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะเมื่ออ่านไม่ออกก็จะเรียนอะไรได้ไม่เข้าใจ

โดยสรุปแล้วในประเด็นของภาษาต่อการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่าประเด็นที่ผู้วิจัยควรระลึกถึงในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ประเด็นความแตกต่างระหว่างภาษาไทยถิ่นอีสานและภาษาไทยภาคกลาง รวมถึงประเด็นความแตกต่างหรือความซ้ำซ้อนกันระหว่างคำที่ใช้ในชีวิตประจำวันและคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ และประเด็นความเชื่อของครูเกี่ยวกับการเรียนรู้ ข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นทางด้านภาษาของโรงเรียนใกล้เคียงเมืองสอคล้องกับ Clerk and Rutherford (2000) ที่พบว่าปัญหาเกี่ยวกับภาษาในการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์มีอยู่ 2 ประเด็น ได้แก่ ความแตกต่างระหว่างภาษาที่นักเรียนใช้ในชีวิตประจำวัน และภาษาวิทยาศาสตร์ และปัญหาในเรื่องทักษะทางภาษาของนักเรียน เช่นอ่านไม่ออก เขียนไม่ได้ แต่ก็ไม่ได้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เป็นเพียงการที่นักเรียนไม่สามารถหาคำหรือวิธีการที่จะนำเสนอความคิดของตนเองได้นั่นเอง

3. ความคิดเห็นของนักเรียนและครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนใกล้เคียงเมือง

จากการสอบถามครูและนักเรียนเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่กล่าวว่ารู้สึกคือ เหนื่อยกับวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่จะชอบวิชาศิลปะเนื่องจากครูใจดีและมีกิจกรรมให้ทำอยู่ตลอดเวลา และพบว่านักเรียนจะตอบว่าเกลียดภาษาอังกฤษเพราะไม่ชอบครูพิเศษแต่ไม่มีนักเรียนคนใดบอกเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงไม่ชอบครูพิเศษ สำหรับความเห็นของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่สะท้อนต่อผู้วิจัยคือ ครูเชื่อเชื่อว่าปัญหาในการเรียนบางอย่างมักเกิดขึ้นเพราะนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถไม่เท่ากัน เช่นครูยกตัวอย่างนักเรียนที่เป็นออทิสติกคนหนึ่งอ่านหนังสือไม่ออก ครูเสนอว่าจะสอนพิเศษให้แต่ไม่เอา ครูเน้นย้ำให้ผู้วิจัยเชื่อโดยการให้นักเรียนคนนั้นมาอ่านหนังสือให้ผู้วิจัยฟัง ซึ่งขณะอ่านอยู่ก็มีครูท่านอื่นเข้ามาช่วยอีกแรงถึงความไม่สามารถอ่านได้ของนักเรียนโดยครูเชื่อว่า ปัญหาในการอ่านมีผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ สุดท้ายแล้วครูโรงเรียนใกล้เคียงเมืองส่วนใหญ่รับรู้ว่ามีนักเรียนของตนเองได้คะแนนสูงในวิชาวิทยาศาสตร์และคะแนนต่ำภาษาอังกฤษจากการทดสอบระดับชาติ

(National Test-NT) ครูส่วนใหญ่จึงไม่มีความกังวลต่อการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ แต่จะแสดงความกังวลต่อวิชาภาษาอังกฤษมากกว่า

โดยสรุปแล้วพบว่าความคิดเห็นของนักเรียนและครูต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนนี้อยู่ในระดับปานกลาง ถึงแม้ว่าจะพบว่าจะมีหลักฐานแสดงให้เห็นบ้างว่านักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน นอกจากนี้ยังพบว่าสิ่งที่ทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้ที่สุดคือ ประเด็นเกี่ยวกับหัวใจดีและการมีกิจกรรมให้ทำ ประเด็นความไม่เชื่อถือนในความสามารถของนักเรียนและการขาดการให้แรงเสริมทางบวกแก่นักเรียนยังปรากฏให้เห็นอยู่ในครูหลายคน ซึ่งสอดคล้องกับประเด็นของ Pimthong (2006) ที่พบว่าความเชื่อของครูเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียนส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

4. สภาพการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ในโรงเรียนใกล้เคียงเมือง

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนใกล้เคียงเมืองเป็นการเรียนในชั้นเรียนปกติ ไม่มีห้องปฏิบัติการ โดยจากการสังเกตการสอนพบว่า มีน้อยครั้งที่ครูจะให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เช่น การทดลองเรื่องการหาความหนาแน่นของวัตถุ ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งครูเป็นผู้เตรียมอุปกรณ์มาให้และให้นักเรียนออกไปทดลองนอกห้องเรียนเพื่อป้องกันห้องเรียนสกปรก วิธีการสอนโดยส่วนมากเป็นการบรรยาย โดยใช้หนังสือของสำนักพิมพ์หนึ่งเป็นหลัก ทั้งแบบเรียนและแบบฝึกหัด ปัญหาที่ครูวิทยาศาสตร์ในทุกระดับชั้นพูดถึงคือ ปัญหาที่นักเรียนเรียนร่วมเพราะครูให้เหตุผลว่า ครูในโรงเรียนใกล้เคียงเมืองนี้ ไม่มีความรู้ทางด้านเด็กพิเศษและการเรียนร่วมแต่อย่างใด ดังนั้นการที่จะต้องมาดูแลนักเรียนเหล่านี้ให้เรียนร่วมกับนักเรียนปกติจึงเป็นสิ่งที่ยากลำบากมาก ประเด็นอื่นๆที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ที่พบคือ ประเด็นการใช้คำถามของครู ซึ่งพบว่าคำถามที่ครูใช้มักเป็นคำถามที่ไม่กระตุ้นการคิด โดยมักเป็นคำถามประเภทความรู้ความจำ เช่น “ดอกไม้มี่มีส่วนประกอบอะไรบ้าง” หรือมีคำถามประเภทที่ให้นักเรียนเติมคำในช่องว่าง เช่น “ดอกชบา มีเก....(สร) ตัว.....(ผู้)” “วัตถุแทนที่...(น้ำ)” “น้ำไม่มีที่...(อยู่) น้ำก็จะล้นออกมา” นอกจากนี้ยังพบว่าคำถามส่วนใหญ่ที่ครูใช้เป็นคำถามที่อยู่ในระดับความรู้ความจำ เช่น “โลหิตพาอะไรไปเลี้ยงร่างกาย” “สัตว์เคี้ยวเอื้องมีกี่กะเพาะ” “การผสมเทียมทำขึ้นครั้งแรกที่ไหน” “ในร่างกายคนเรามีน้ำอยู่ 2 ในอะไร” “มวลคืออะไร” เป็นต้น ซึ่งก็พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ตอบ แต่จะรอให้ครูบอก และ การใช้คำถามของครูนั้นในบางครั้งก็อาจนำไปสู่ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้เช่น ในกรณีที่ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับสีของพืช เช่น

ครู: พืชมีสีอะไร

นักเรียน: คลอโรฟิลล์

ครู: เก่งมาก ได้เกรด 4 นะเนี่ย

จะเห็นได้ว่าครูไม่ได้ให้ความสำคัญกับการแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับสปีชซึ่งสิ่งนี้อาจนำไปสู่ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในประเด็นอื่นที่ได้อีก หรือในกรณีที่ครูใช้คำถามเกี่ยวกับเรื่องการหาความหนาแน่น เช่น

ครู: การหาความหนาแน่นต้องหาอะไรก่อน

นักเรียน: ปริมาตร

ครู: หาปริมาตรอย่างไร

นักเรียน: ใส่ น้ำ

จากนั้นครูสอนให้คำนวณปริมาตรโดยให้ดูหนังสือเรียนแล้วให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน จะเห็นได้ว่าครูไม่เน้นว่าการหาปริมาตรของสารไปเพื่ออะไรและเน้นเฉพาะการแทนค่าในสูตร ปัญหาต่อเนื่องที่พบคือนักเรียนบางคนขาดทักษะด้านการคำนวณพื้นฐาน เช่น การบวก รวมทั้งขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ชั่งมวลโดยไม่ลบมวลถ่วงบรรจุวัตถุ ใช้วิธีการที่ไม่ถูกต้องในการวัดปริมาตร รวมถึงการไม่มีบันทึกผลการทดลอง นอกจากนี้ปัญหาการขาดอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นก็ยังเป็นปัญหาใหญ่อยู่ในโรงเรียนนี้

วิธีการสอนที่ครูส่วนใหญ่ใช้คือการบรรยาย แต่ก็พบความพยายามของครูในการหาสื่อการจัดการเรียนรู้อื่นๆ เช่น ตัวอย่างของจริง ภาพ มาประกอบ แต่ปัญหาที่พบคือปัญหาในการใช้สื่อเหล่านี้ เช่นครูท่านหนึ่งเตรียมดอกไม้ตัวอย่างมา ส่วนการสรุปความรู้ว่า ดอกไม้ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย ก็ไม่ได้เกิดจากการอ้างอิงจากดอกไม้ตัวอย่าง แต่ครูเป็นผู้สรุปความรู้ โดยครูบางท่านเมื่อสรุปเสร็จแล้วจะถามว่ามีใครมีคำถามบ้าง ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดยกมือ และเมื่อผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน พบว่านักเรียนตอบคำถามผู้วิจัยโดยจำมาจากครูสอน ในบางครั้งก็เป็นการจดจำคำพูดของครูมาตอบ เช่น นักเรียนบอกว่ากระบอกตวงมีขีดเล็กๆ ได้ผลละเอียด(ซึ่งเป็นคำพูดของครู) แต่ตอบไม่ได้ว่าหากไม่ใช้กระบอกตวงตวงสารจะใช้อุปกรณ์อย่างอื่นแทนได้หรือไม่ อย่างไร

จากการสรุปประเด็นที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนได้ 4 ประเด็น ซึ่งได้แก่ การสะท้อนผลการเรียนรู้ของครูที่มีให้นักเรียน ภาษากับการเรียนรู้ ความคิดเห็นของนักเรียนและครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนใกล้เคียง และสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนใกล้เคียง แล้วเปรียบเทียบกับแนวคิดของนักวิจัยที่มีความเชื่อว่า ความเชื่อในแรงจูงใจ (Motivational belief) และ ปัจจัยทางสังคม (Social factor) มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน (เช่น Pintrich, 1993; Hallen, 1999; Saljo, 1999) ผู้วิจัยพบว่าปัจจัยดังกล่าวน่าจะสอดคล้องกับประเด็นที่ผู้วิจัยสำรวจพบทั้ง 4 ประเด็น นั่นคือ เมื่อนักเรียนมีความเชื่อในความรู้ (Epistemological beliefs) ว่าความรู้เกิดจากครูบอก และให้ความสนใจ/และให้คุณค่า (Interest/value) ไปกับการทำให้ครูพอใจ โดยตอบคำถามที่ครูบอกว่าถูกต้องเพื่อให้ได้คะแนนมากๆ เป้าหมายการเรียนรู้ (Goal orientation) ของนักเรียนจึงไม่ได้เรียนเพื่อตอบสนองความท้าทายและความอยากรู้อยากเห็นของตนเอง หากแต่

เพื่อให้ได้คะแนนและคำชมเชยจากครู จึงไม่เป็นที่น่าแปลกใจที่นักเรียนจะแสดงออกซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self Efficacy) ในระดับต่ำ โดยเฉพาะนักเรียนที่ได้รับการประเมินค่าจากครูว่าไม่เก่ง ส่งผลให้ ความเชื่อเกี่ยวกับความสามารถในการควบคุมตนเอง (Control belief) ในด้านการเรียนรู้ไม่ปรากฏอย่างชัดเจน นั่นคือนักเรียนไม่สามารถหรือไม่ต้องการคิดวางแผน หรือทำกิจกรรมใดๆ เพื่อมุ่งหวังเพื่อตอบคำถามที่ตนสงสัย แต่จะทำเมื่อได้รับคำสั่งจากครูเท่านั้น ซึ่งแนวคิดดังกล่าวนี้สอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับ ความเชื่อในแรงจูงใจ (Motivational belief) (Pintrich, 1993) ซึ่งหากต้องการให้นักเรียนมีการพัฒนาหรือปรับเปลี่ยน motivational belief ของตนในทางที่จะส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยทางสังคมที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดด้วยเช่นกัน (เช่น Hallen, 1999) เพราะแนวคิดเป็นเครื่องมือที่สนับสนุนให้บุคคลแสดงออกในสังคม โดยเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวข้องกับการได้มีส่วนร่วมอย่างเพียงพอในบริบทที่ศึกษา (adequate contextualization) ดังนั้นการที่นักเรียนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดนั้นเนื่องมาจากนักเรียนไม่ได้เข้าร่วมในการมีปฏิสัมพันธ์พูดคุยสื่อสารกันระหว่างบุคคลในสังคม (discursive practice) เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้นๆ ซึ่งสอดคล้องกับการที่ผู้วิจัยพบว่าการศึกษาที่สังคมในโรงเรียนและในชั้นเรียนให้ความสำคัญกับครูในฐานะผู้รู้และผู้ตัดสินถูกผิดย่อมเป็นการยับยั้งความคิดของนักเรียนและปิดกั้นการมีปฏิสัมพันธ์พูดคุยสื่อสารกันระหว่างบุคคลในสังคม (discursive practice) เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ในชั้นเรียน และนักเรียนยังขาดโอกาสในการมีส่วนร่วมอย่างเพียงพอในบริบทที่ศึกษา (adequate contextualization) เนื่องจากครูไม่ได้จัดเตรียมสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสิ่งที่ศึกษาไว้สำหรับนักเรียน นอกจากปัจจัยทางด้านความเชื่อในแรงจูงใจ (Motivational belief) และ ปัจจัยทางสังคม (Social factor) มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน ผู้วิจัยยังพบว่าประเด็นทางด้านภาษายังเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในแง่ที่นักเรียนมีปัญหาระหว่างภาษาในชีวิตประจำวัน กับภาษาทางวิทยาศาสตร์ และความแตกต่างกันระหว่างภาษาไทยถิ่นอีสานและภาษาไทยภาคกลาง

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ

ขั้นตอนในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุเป็นไปดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนใกล้เคียง

การวิเคราะห์เนื้อหาในส่วนนี้หมายความว่ารวมถึง การวิเคราะห์เป้าหมายและวัตถุประสงค์การสอนวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พ.ศ.2544 ซึ่งพบว่าเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรนี้คือ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆได้สมกับเป็นผู้ที่มีการรู้ในวิทยาศาสตร์ (scientifically literate people) และในส่วนของเนื้อหาเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุพบว่าบรรจุอยู่ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ในช่วงชั้นที่ 2 ของหลักสูตร และเมื่อศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนใกล้เคียง ในส่วนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่ามีความสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 แต่ไม่พบสาระที่ 8 ในส่วนของสถานศึกษา ซึ่งเมื่อได้สอบถามกับทางโรงเรียนพบว่าเนื่องจากพบว่าการบูรณาการสาระที่ 8 เข้าไปในสาระอื่นๆแล้ว จึงไม่ได้ใส่ลงไป

2. การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดและการศึกษาแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ

ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นมาและมุมมองเกี่ยวกับการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดตลอดจนวิธีการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุในระดับชั้นต่างๆ รวมถึงศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษา รายละเอียดของการศึกษาเหล่านี้อยู่ในบทที่ 2

3. การศึกษาบริบทของนักเรียน โรงเรียน และสภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

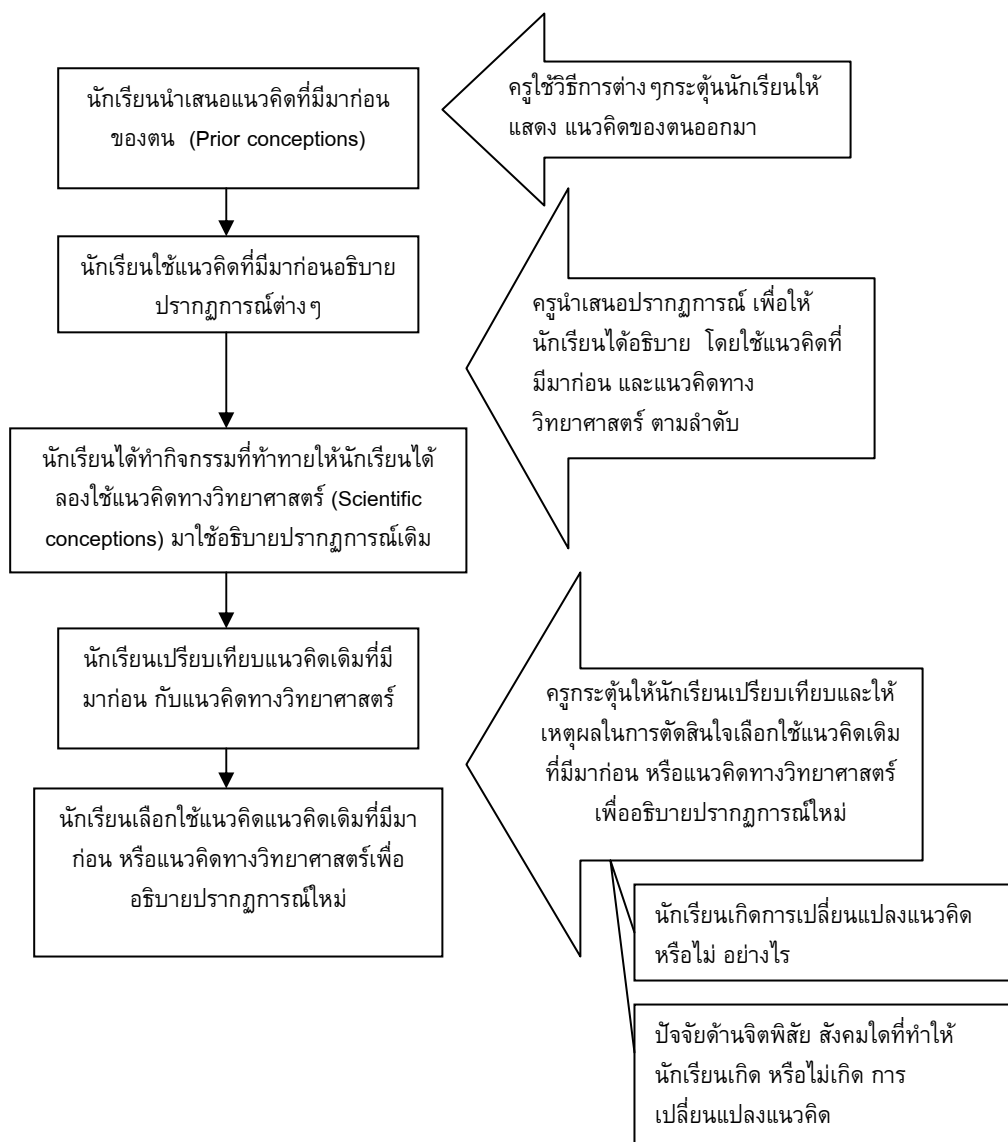
เนื่องจากนักเรียนในโรงเรียนใกล้เคียงส่วนมากเป็นผู้ที่มีผลการเรียนในระดับต่ำถึงปานกลางและมีความแตกต่างในด้านของภูมิหลังและสภาพครอบครัวทำให้ลักษณะนักเรียนในโรงเรียนนี้มีความแตกต่างกันสูง นักเรียนส่วนมากไม่สามารถบอกได้ถึงความมุ่งหวังในอนาคตว่าอยากเรียนอะไร หรืออยากทำงานอะไร นักเรียนส่วนมากกล่าวว่าไม่รู้สักอย่างกับวิชาวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนระบุว่าชอบเรียนวิชาที่ครูผู้สอนใจดี และได้ปฏิบัติกิจกรรม ในด้านสภาพของสังคมในโรงเรียนพบว่าการยอมรับและให้เกียรติแก่ผู้ที่มีอำนาจเหนือกว่า เช่น ผู้อำนวยการย่อมมีอำนาจเหนือกว่าครู และครูย่อมมีอำนาจเหนือกว่านักเรียน จึงทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นไปในลักษณะของครูคือผู้รู้ สืบเนื่องถึงประเด็นของสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนซึ่งพบว่า ครูมักจะใช้วิธีการสอนบรรยาย และใช้คำถามที่เน้นเฉพาะความรู้ความจำ ครูขาดการให้แรงเสริมและสะท้อนผลการเรียนรู้แก่นักเรียน ขาดความเชื่อในความสามารถของนักเรียนและการสรุปบทเรียนครูจะเป็นผู้สรุปความรู้ นอกจากนั้น

ประเด็นทางด้านภาษายังเป็นประเด็นที่สำคัญและควรระมัดระวังในการจัดการเรียนรู้ ตลอดจน การขาดความรู้พื้นฐานของนักเรียนเกี่ยวกับการคำนวณ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลข้างต้นเป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เพื่อ เปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุในหัวข้อต่อไปเพื่อให้ได้หน่วยการเรียนรู้ที่มี ความเหมาะสมและช่วยส่งเสริมและแก้ปัญหาให้นักเรียนในโรงเรียนใกล้เคียงได้อย่างตรงจุด

4. หน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุนี้ เกิดขึ้นบนรากฐานของมุมมองการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด (the conceptual change view of learning) (รายละเอียดในบทที่ 2) โดยมุ่งเน้นถึงความสำคัญของความสำคัญของ ความรู้เดิมที่นักเรียนมีมาก่อนที่จะเรียน ปัจจัยต่างๆที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนหรือไม่ เปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน ตลอดจนแนวทางในการส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึง แนวคิดเดิมของตนเองและพัฒนาแนวคิดทางเลือกไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มใจ (Pimthong,2006) และงานวิจัยนี้ยังมุ่งอธิบายว่าปัจจัยต่างๆที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนหรือไม่ เปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนนั้น แท้จริงแล้วมีผลหรือไม่ อย่างไรเมื่อได้ถูกเน้นย้ำและให้ ความสำคัญในการจัดการเรียนรู้ โดยหน่วยการเรียนรู้เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุนี้ ประกอบไป ด้วยวิธีสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดวิธีต่างๆ ได้แก่ การทดลอง การสำรวจ การแก้ปัญหา เกม โดยการเลือกใช้วิธีสอนใดนั้นผู้วิจัยพิจารณาจากความเหมาะสมกับเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ ผู้วิจัยศึกษาจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดและการศึกษา แนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ โดยให้ความสำคัญกับการมุ่งอธิบายว่าปัจจัยใดที่ส่งเสริม หรือยับยั้งการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญไปที่ ประเด็นเกี่ยวกับความเชื่อในแรงจูงใจ (Motivational belief) ปัจจัยทางสังคม (Social factor) และประเด็นทางด้านภาษาดังรายละเอียดในหัวข้อ 4.2 โดยผู้วิจัยพยายามจัดการเรียนรู้เพื่อให้ เกิดการส่งเสริมการพัฒนาหรือปรับเปลี่ยน ความเชื่อในแรงจูงใจ (Motivational belief) ของ นักเรียนในทางที่จะส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งให้ความสำคัญกับภาษาและการ สื่อสารแนวคิดด้วยทางที่หลากหลาย เช่น การวาดภาพ การแสดง เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนที่มี ปัญหาในด้านทักษะทางภาษา เช่น อ่านไม่ได้ เขียนไม่ได้มีโอกาสที่จะนำเสนอแนวคิดของ ตนเอง สำหรับแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะเป็นไปรูปแบบ เดียวกันซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์รูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด ดังนี้



ภาพที่ 2 รูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด

สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุที่จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดข้างต้นประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง เนื้อหาโดยสรุปของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดนำเสนอในตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 สรุปกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้	กิจกรรม
1	ความหมาย วัสดุ และสมบัติของวัสดุ	วัสดุ หมายถึง สิ่งของที่ได้จากธรรมชาติ หรือมนุษย์สร้างขึ้น โดยนำมาใช้ประโยชน์โดยสร้างเป็นวัตถุ เช่น ขวดพลาสติก คือ วัตถุขวดที่ทำมาจากวัสดุพลาสติก วัสดุก่อสร้าง เช่น อิฐ ใช้ทำวัตถุคือกำแพง วัสดุแต่ละชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น แข็ง เหนียว ยืดหยุ่น บาง ชนิดยอมให้ความร้อน หรือไฟฟ้าผ่านได้ ตัวอย่างของ วัสดุที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น ผ้า ฟองน้ำ แก้ว เป็นต้น	- นักเรียนสังเกตสิ่งรอบตัว เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การศึกษาสิ่งรอบตัว - นักเรียนเล่นเกม “ทายได้ไหม อะไรอยู่ข้างหลัง” เพื่อสังเกตลักษณะที่แตกต่างกันของสิ่งรอบตัว - นักเรียนสังเกตสมบัติต่างๆของวัสดุ ตัวอย่าง

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้	กิจกรรม
2	ความเหนียว	ความเหนียวของวัสดุ คือ ลักษณะที่ดึงขาดยาก ไม่หัก ไม่ขาด เมื่อถูกนำมาดึง ยืด ตี ทบ เพื่อเปลี่ยนรูปร่างจากเดิม ความเหนียวมีลักษณะดึงยืดยาวได้	- ครูและนักเรียนอภิปรายเรื่องถุงพลาสติกเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงความแตกต่างระหว่างพลาสติกกับวัสดุชนิดอื่น - นักเรียนทำการทดลองห้อยถุงพลาสติกที่บรรจุถุงทรายเอาไว้ เพื่อหาความเหนียวของถุงพลาสติกแต่ละชนิด - นักเรียนช่วยกันคิดถึงประโยชน์ของความเหนียวว่าวัสดุชนิดใดที่มีความเหนียวเหมือนกับถุงพลาสติกอีกเพื่อย้ำถึงประโยชน์ของวัสดุที่มีความเหนียว

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้	กิจกรรม
3	ความแข็ง	ความแข็ง หมายถึง ความทนทานต่อการตัด และการขูดขีดของวัสดุ วัสดุที่มีความแข็งมาก จะสามารถทนทานต่อการขีดข่วนได้มาก และเมื่อถูกขีด ข่วนด้วยวัสดุที่มีความแข็งน้อยกว่าจะไม่เกิดรอยบนวัสดุ ชนิดนั้น	- ครูนำเสนอรูปภาพหมวกกันน็อค ช้อน อีฐ เพื่อให้ให้นักเรียนหาว่า ทั้งสามสิ่งที่คุณเสนอ นั้นมีสมบัติใดบ้างที่เหมือนกัน - นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่อง Moh's scale แล้วทำการทดลองหาความแข็งของวัสดุในแต่ละกลุ่ม และต้องตอบให้ได้ว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น - นักเรียนอภิปรายประโยชน์เสนอวิธีการใช้ วัสดุที่มีความแข็งอย่างปลอดภัย

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้	กิจกรรม
4	สภาพยืดหยุ่น	สภาพยืดหยุ่น หมายถึง ลักษณะที่วัสดุสามารถกลับคืนสู่รูปทรงเดิมได้หลังจากแรงที่มากระทำต่อวัตถุนั้นหยุดกระทำ สภาพยืดหยุ่นแตกต่างจากความเหนียวในประเด็นที่ว่าความเหนียวจะเป็นลักษณะของวัตถุที่สามารถทนต่อการขาดได้ แต่วัสดุที่เหนียวบางประเภทอาจไม่มีสภาพยืดหยุ่น นั่นคือไม่สามารถกลับคืนสู่รูปทรงเดิมได้หลังจากแรงที่มากระทำต่อวัตถุนั้นหยุดกระทำ เช่น กระจกพลาสติก ในขณะที่วัสดุบางประเภทมีทั้งความเหนียวและยืดหยุ่น นั่นคือทนต่อการขาดได้ดีและสามารถกลับคืนสู่รูปทรงเดิมได้หลังจากแรงที่มากระทำต่อวัตถุนั้นหยุดกระทำ เช่น ยางยืด	- นักเรียนสังเกตรูปภาพ พร้อมทั้งหาข้อสรุปว่า วัตถุในภาพทำจากวัสดุชนิดใด เพราะเหตุใดจึงใช้วัสดุนั้น และสามารถนำวัสดุอื่นมาใช้แทนได้หรือไม่ อย่างไร - นักเรียนทำการทดลองโดยใช้เครื่องชั่งสปริง เพื่อทดสอบสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ - นักเรียนสมมติตัวเองว่าเป็นนักออกแบบที่ได้รับมอบหมายจากลูกค้าให้เลือกวัสดุที่ขาดยากที่สุด และกลับคืนสภาพเดิมได้ดีที่สุด โดยจะต้องบอกเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุแต่ละชนิดได้

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้	กิจกรรม
5	การนำไฟฟ้า	การนำไฟฟ้า หมายถึง การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า ซึ่งประจุไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่ได้ในตัวกลางหลายๆ ชนิด เรียกสมบัติของตัวกลางที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านได้ว่า “ตัวนำไฟฟ้า” ขณะที่มีการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในตัวนำแสดงว่า “มีการนำไฟฟ้า” เราควรระมัดระวังไม่สัมผัสกับวัสดุที่นำไฟฟ้าโดยตรงเพราะอาจเกิดอันตรายได้	- ทบทวนความรู้เดิม และนำเสนอความรู้ใหม่ในเรื่องของวัสดุที่นำไฟฟ้า - นักเรียนทำการทดลองอย่างง่าย เพื่อหาว่าวัสดุใดนำหรือไม่นำไฟฟ้า มีวิธีการสังเกตอย่างไร - นักเรียนแต่ละคนนำเสนอวัสดุนำไฟฟ้าที่พบในชีวิตประจำวัน รวมถึงอภิปรายถึงข้อควรระวังในการใช้ไฟฟ้า
6	การนำความร้อน	การนำความร้อน คือการส่งผ่านความร้อนจากจุดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังจุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า มีวัตถุเป็นตัวกลางโดยวัตถุจะอยู่กับที่ แต่ความร้อนจะค่อยๆ แผ่กระจายไปตามเนื้อวัตถุนั้น เช่น เราจับแก้วน้ำร้อน ตอนแรกๆจะไม่รู้สึกร้อน แต่จะค่อยๆ ร้อนจนจับไม่ได้	- ครูอภิปรายกับนักเรียนเรื่องการเลือกใช้ภาชนะที่ใช้บรรจุอาหารที่เหมาะสม - นักเรียนเล่นเกมจับคู่ระหว่างอาหารกับภาชนะ พร้อมทั้งระบุว่าวัสดุชนิดใดนำความร้อนได้ดีที่สุดและเหมาะสมในการบรรจุอาหารแต่ละชนิดหรือไม่ อย่างไร - นักเรียนสามารถเลือกใช้วัสดุในการบรรจุอาหารพร้อมให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้	กิจกรรม
7	การเลือกใช้วัสดุ	การเลือกใช้วัสดุในการทำวัตถุใดๆ พิจารณาจากสมบัติของวัสดุนั้นๆ เช่น ความแข็ง ความเหนียว สภาพยืดหยุ่น การนำไฟฟ้า และการนำความร้อน โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งาน นอกจากนั้นจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆอีกได้แก่ ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้งาน ความเป็นไปได้ในการใช้งาน ความคุ้มค่าในการใช้ (ราคา ความคงทน) ความปลอดภัย ความเหมาะสมกับกาลเทศะ	- นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของในห้องเรียน และตอบว่าทำจากวัสดุชนิดใด แล้วช่วยกันหาข้อสรุปเกี่ยวกับวัสดุนิดนั้น - นักเรียนช่วยกันคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด พร้อม ระบุเหตุผลที่คิดเช่นนั้น และให้เพื่อนๆ ช่วยกันลงคะแนนว่าชอบวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มใดมากที่สุด - นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน

แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ และปัจจัยที่ส่งผลต่อการ
เปลี่ยนแปลงแนวคิด

**1. แนวคิดของนักเรียนก่อน ระหว่าง และ หลังการเรียนรู้โดยหน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับ
วัสดุและสมบัติของวัสดุ**

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจแนวคิดก่อนเรียนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนใกล้เคียงเมือง ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โดยใช้แบบสำรวจแนวคิดก่อนเรียน จำนวน 11 ข้อ ครอบคลุม เนื้อหาเรื่อง วัสดุ สมบัติของวัสดุ และสถานะของสาร ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (อายุ 10-11 ปี) ตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนใกล้เคียง โดยผู้วิจัย ได้จัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติต่างๆของวัสดุซึ่งได้แก่ ความเหนียว ความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้า โดยพิจารณาจากคำอธิบายของนักเรียน เกี่ยวกับแนวคิดต่างๆแล้วจึงนำคำอธิบายเหล่านี้มาจัดกลุ่ม (Categories) ตามแนวคิดของ Andersson (1990), Tytler and Peterson (2000) และ Tytler (2003) ที่ได้จัดกลุ่มแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องสารและสมบัติของสาร โดยจำแนกกลุ่มแนวคิดตามคำอธิบายของผู้ตอบ และปรับจากการจัดกลุ่มแนวคิดเรื่องวัสดุและวัตถุจากการสำรวจแนวคิดเรื่องวัสดุและวัตถุในหลักสูตรของประเทศฝรั่งเศส ช่วงปี ค.ศ 1822 – 1939 โดย Chatoney (2006)

ตารางที่ 5 กลุ่มแนวคิดของนักเรียนเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ

ที่	กลุ่มแนวคิด	คำอธิบายกลุ่มแนวคิด	ตัวอย่าง
1.	ความเหนียว (Strength – ST)	อธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของ ความต้านทานต่อการแตกหัก หรือ ฉีก ขาด ได้แก่ เหนียว ทนทาน	ลูกบอลควรทำมาจากหนัง เพราะมีความทนทาน
2.	ความแข็ง (Hardness – H)	อธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของ ความต้านทานต่อการขูดขีดและความดัน ได้แก่ แข็ง อ่อน นิ่ม	ลูกบอลควรทำมาจากหนัง เพราะนิ่ม
3.	สภาพยืดหยุ่น (Flexibility – F)	อธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของ ความสามารถในการกลับคืนสู่รูปร่างปกติ ก่อนที่จะถูกแรงกระทำ	ลูกบอลควรทำมาจากหนัง เพราะ กลับคืนรูปร่างเดิมได้ เมื่อถูกเตะ
4.	การนำความร้อน (Heat transferability – HE)	อธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของ ความสามารถในการยินยอมให้ความร้อน ผ่าน	เต้าเสียบควรทำมาจากพลาสติก เพราะ ไม่นำความร้อน
5.	การนำไฟฟ้า (Electric transferability – E)	อธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของ ความสามารถในการยินยอมให้ไฟฟ้าผ่าน	เต้าเสียบควรทำมาจากพลาสติก เพราะ ไม่นำไฟฟ้า
6.	สภาพน้ำหนัก	อธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของ	ลูกบอลควรทำมาจาก

ที่	กลุ่มแนวคิด	คำอธิบายกลุ่มแนวคิด	ตัวอย่าง
	(Weight – W)	ความหนัก เบา ของวัสดุ	จากหนัง เพราะ มี น้ำหนักเบา
7.	การใช้งาน (Usability - U)	อธิบายวัสดุในประเด็นของ หน้าที่ และ การใช้งาน เช่น ใช้สำหรับวางของ ใช้ สำหรับตะ	ลูกบอลควรทำมาจากหนังเพื่อใช้ สำหรับตะ
8.	ขนาด (Size – S)	อธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของ ลักษณะของรูปที่กำหนด ได้แก่ ใหญ่ เล็ก สั้น ยาว หนา บาง	ลูกบอลควรทำมาจากหนังเพราะมี ความหนาเหมาะสม
9.	ผิวสัมผัส (Touch – T)	อธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของผิวที่เป็นพื้นหุ้มอยู่ภายนอกสุดของวัสดุ นั้น ได้แก่ หยาบ เรียบ ลื่น ขรุขระ	ลูกบอลควรทำมาจากหนัง เพราะมีผิว เรียบ
10.	ความสามารถในการ มองผ่าน (Visibility – V)	อธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของ ความทึบแสง หรือการมองเห็นทะลุผ่านวัสดุ นั้นๆ ได้แก่ ทึบใส ชุ่น	ลูกบอลควรทำมาจากหนัง เพราะทึบ แสง มองเห็น ชัดเจน

การจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนทั้ง 10 กลุ่มข้างต้น เกิดจากการรวบรวมแนวคิดที่นักเรียนมีต่อวัสดุต่างๆ รอบตัว โดยการให้เหตุผลตามความเข้าใจของนักเรียนและสิ่งที่นักเรียนรับรู้เกี่ยวกับวัสดุเหล่านั้น (ดังรายละเอียดในภาคผนวกที่ 3)

การนำเสนอแนวคิดของนักเรียนก่อน ระหว่าง และ หลังการเรียนรู้โดยหน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ จะนำเสนอตามแนวคิดหลัก 5 แนวคิด ซึ่งเป็นสมบัติของวัสดุ ได้แก่ ความเหนียว ความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และ การนำไฟฟ้า ส่วนกลุ่มแนวคิดอื่นๆ จะไม่นำเสนอในรายละเอียด ซึ่งได้แก่ กลุ่มแนวคิดเกี่ยวกับประโยชน์หรือ การใช้งาน (Usability - U) โดยอธิบายวัสดุในประเด็นของ หน้าที่ และ การใช้งาน กลุ่มแนวคิดเกี่ยวกับขนาด (Size – S) นั่นคือจะเป็นการอธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของลักษณะ รูปร่าง ได้แก่ ใหญ่ เล็ก สั้น ยาว หนา บาง เป็นต้น กลุ่มแนวคิดเกี่ยวกับ ผิวสัมผัสของวัสดุ (Touch – T) และ ความทึบแสง หรือความสามารถในการมองเห็นวัสดุ นั้นๆ ได้แก่ ทึบ ใส ชุ่น ของวัสดุ (Visibility – V) โดยผู้วิจัยเก็บข้อมูลทั้งจากการสำรวจแนวคิดโดยใช้แบบสำรวจแนวคิด การสังเกต การสัมภาษณ์นักเรียน และ การวิเคราะห์ชิ้นงานนักเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อจะอธิบายถึงพัฒนาการในความเข้าใจในแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียน ตั้งแต่ก่อน ระหว่าง และหลังเรียน

1. ความเหนียว (strength)

สมบัติของวัสดุใดๆ อธิบายได้ในประเด็นของความเหนียวคือการอธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของความต้านทานต่อการแตกหัก หรือ ฉีกขาด ได้แก่ เหนียว ทนทานโดยจากการสำรวจแนวคิดก่อนเรียน พบว่ามีนักเรียนจำนวนน้อยที่เลือกอธิบายสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำ

วัตถุตัวอย่างด้วยสมบัติความเหนียว โดยมีนักเรียนเลือกใช้สมบัติความเหนียวอธิบายสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำสายเบ็ดมากที่สุด ($n=11$) โดยวัตถุที่นักเรียนเลือกมาทำสายเบ็ดมากที่สุดคือเชือก เช่น B 11 ให้เหตุผลในการเลือกเชือกมาทำสายเบ็ดเนื่องจาก “ขาดยาก” โดยพบว่าไม่มีนักเรียนคนใดที่เลือกใช้ คำว่า เหนียวในการอธิบายเหตุผลที่เลือกวัตถุใดๆมาทำสายเบ็ด แต่เลือกใช้คำอื่นๆแทน เช่น ขาดยาก ไม่ขาด ทนทาน ทน หนา เป็นต้น และเมื่อพิจารณาถึงเหตุผลที่นักเรียนกล่าวถึงในวัตถุที่ไม่ควรเลือกมาทำสายเบ็ด พบว่าไม่มีนักเรียนคนใดเลือกใช้คำอธิบายที่อ้างอิงถึงสมบัติความเหนียวเลย หากแต่นักเรียนส่วนมากจะให้เหตุผลในการที่ไม่เลือกวัตถุใดๆมาทำสายเบ็ดในประเด็นเรื่อง สภาพน้ำหนัก(W) เช่น B 22 อธิบายว่าไม่ควรเลือกเหล็กมาทำสายเบ็ดเนื่องจาก “เหล็กมันหนัก” เป็นต้น หลังจากการสำรวจแนวคิดก่อนเรียน นักเรียนได้รับการเรียนรู้โดยได้ทำกิจกรรม การทดสอบความเหนียวของวัสดุต่างๆ โดยวัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง (ใบกิจกรรมที่ 4) จะเป็นวัสดุที่ใกล้ตัวซึ่งในที่นี้ได้แก่ถุงพลาสติก โดยพยายามชี้ให้นักเรียนได้เห็นประโยชน์ของถุงพลาสติกที่มีความเหนียวมาก ว่าจะขาดยากเมื่อต้องรองรับมวลมากขึ้นเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของสมบัติความเหนียว รวมถึงบรรยายสมบัตินั้นได้ ดังนั้นคำต่างๆที่นักเรียนใช้ก่อนเรียนบทเรียนนี้ เช่น ขาดยาก ทนทาน ทน หนา ล้วนเป็นคำที่ใช้อธิบายความเหนียวทั้งสิ้น หากแต่ในชีวิตประจำวัน นักเรียนมักจะใช้คำว่า “เหนียว” ในสถานการณ์อื่น เช่น เมื่อผู้วิจัยสอบถามนักเรียนว่า เอ็นเหนียวหรือไม่ คำตอบที่ได้คือ “เอ็นไม่เหนียว ถ้าเหนียวจะเป็นหมาฝรั่ง” หรือ “ของที่เหนียว คือพวกโคลน ดินเหนียว” เป็นต้น

ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้แล้วพบว่า จำนวนนักเรียนที่อ้างอิงถึงสมบัติความเหนียวมากที่สุดยังคงอยู่ที่วัตถุสายเบ็ดเช่นเดิม แต่จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นจาก 11 คน (ก่อนเรียน) เป็น 22 คน โดยวัสดุที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมที่จะทำสายเบ็ดมากที่สุดคือ เอ็น ($n = 22$) โดยนักเรียนให้เหตุผลว่า “เหนียว” “ทนทาน” “ขาดยาก” “แข็งแรง” โดยนักเรียนที่ให้เหตุผลโดยใช้คำว่า “เหนียว” ในการอธิบายสมบัติของเอ็นมีเพียง 4 คน แต่นักเรียนส่วนมากจะเลือกใช้คำว่า “ทนทาน” ในการอธิบาย ($n=6$) และคำว่า “เหนียว” จะเป็นคำที่นักเรียนเลือกใช้ภายหลังเมื่อต้องอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเอ็น เช่น “เลือกเอ็นมาทำสายเบ็ดเพราะมันขาดยาก ทนทานกว่าแล้วก็เหนียวกว่าเชือก” (หลังเรียน- B 32)

เช่นเดียวกันกับคำว่า “แข็งแรง” ที่นักเรียน 1 คน คือ B6 ใช้ในการอธิบายเหตุผลในการเลือกเอ็นเพื่อมาทำสายเบ็ด โดยหากพิจารณาเฉพาะความหมายของคำว่าแข็งแรง เหตุผลของ B6 ควรจะอยู่ใน กลุ่มแนวคิด H (อธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของความต้านทานต่อการแตกหัก หรือ ฉีกขาด ได้แก่ แข็ง อ่อน นิ่ม) แต่เมื่อทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมกลับพบว่า แท้จริงแล้ว คำว่า แข็งแรงของ B6 นั้นหมายถึง เหนียว โดย B 6 ให้เหตุผลว่า “สายเบ็ดแข็งแรง คือ ขาดยาก ยึดได้ เอ็นจะแข็งแรงกว่าเชือก”

2. ความแข็ง

สมบัติของวัสดุใด ๆ อธิบายได้ในประเด็นของความแข็งซึ่งคือการอธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของความต้านทานต่อการขูดขีดและความดันได้แก่ แข็ง อ่อน นิ่ม โดยจากการสำรวจแนวคิดก่อนเรียน พบว่า นักเรียนกล่าวถึงสมบัติความแข็งของวัสดุที่ใช้ทำวัตถุมากที่สุดคือ อีฐ ทำกำแพง โดยมีนักเรียนถึง 18 คนอ้างอิงสมบัติความแข็งในการตอบคำถามว่า “เพราะเหตุใดจึงเลือกอิฐมาทำกำแพง” โดยอธิบายว่าสาเหตุที่ใช้อิฐทำกำแพงเนื่องจาก “ทนทาน แข็งแรง ไม่แตกง่าย” แต่สิ่งที่น่าสังเกตก็คือ มีนักเรียนจำนวน 11 คน จากนักเรียนทั้งหมด 32 คน ที่ไม่ตอบคำถามในข้อนี้ในการสำรวจแนวคิดก่อนเรียน วัตถุอีกชนิดหนึ่งที่นักเรียนส่วนมากเลือกสมบัติความแข็งมาใช้อธิบายเหตุผลว่าวัสดุใดไม่เหมาะสมในการทำวัตถุนั้น ได้แก่ โซฟา โดยนักเรียน 14 คน มีความเห็นว่าไม่ควรเลือกเหล็กมาทำโซฟา เนื่องจาก “แข็ง” “หนัก (W)” “นั่งไม่ดี (U)” เป็นต้น ข้อสังเกตอีกประการหนึ่งนั่นคือ จากคำถามที่ว่า “เพราะเหตุใดจึงเลือกไม้มาทำประตู” พบว่าไม่มีนักเรียนคนใดเลยที่เลือกอธิบายเหตุผลโดยใช้สมบัติความแข็ง แต่นักเรียนส่วนมากกลับเลือกที่จะอธิบายว่า เลือกไม้มาทำประตูเนื่องจาก “ดี” (N) “เปิดง่าย” “ปิดง่าย” “กันขโมย” “ทนฝน” (U) เป็นต้น โดยจากผลการสำรวจแนวคิดก่อนเรียนเป็นข้อมูลสำคัญที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นข้อมูลในการจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสมบัติความแข็งของวัสดุ (ใบกิจกรรมที่ 5) โดยพยายามนำเสนอให้นักเรียนเห็นความสำคัญของสิ่งของหรือวัตถุที่จำเป็นจะต้องมีสมบัติความแข็ง และวิธีทดสอบความแข็งของวัตถุ โดยให้นักเรียนเรียนรู้ประวัติการศึกษาความแข็งของแร่ โดยนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เห็นถึงความจำเป็นในการทดสอบความแข็ง และวิธีการทดสอบความแข็ง โดยยกตัวอย่างกรณีศึกษาการทดสอบความแข็งของ Moh

สำหรับการสำรวจแนวคิดของนักเรียนหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการเรียนรู้แล้ว พบว่า นักเรียนอ้างอิงสมบัติความแข็งมากที่สุดในการตอบคำถามว่า “เพราะเหตุใดจึงเลือกอิฐมาทำกำแพง” โดยมี นักเรียนถึง 22 คน จาก 32 คน ที่เลือกให้เหตุผล เช่น “เพราะอิฐแข็ง แข็งแรง ทนทาน กันกระแทกได้” โดยเมื่อเปรียบเทียบกับ การสำรวจแนวคิดก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียนเลือกตอบคำถามนี้ด้วยการอ้างอิงสมบัติความแข็งเพิ่มขึ้นจาก 18 คนเป็น 22 คน ในการสำรวจแนวคิดหลังเรียน และเป็นที่น่าสนใจว่า นักเรียน 4 คน คือ B 17, B19, B26, B30 ที่ในการสำรวจแนวคิดก่อนเรียนไม่ตอบคำถามในข้อนี้ กลับมาเลือกตอบคำถามโดยการอ้างอิงสมบัติความแข็ง สำหรับวัตถุที่นักเรียนอ้างอิงสมบัติความแข็งน้อยที่สุดในการเลือกวัสดุมาทำวัตถุนั้น คือ สายเบ็ด โดยมีนักเรียนเพียง 1 คน ที่เลือกเชือกมาทำสายเบ็ดโดยให้เหตุผลว่า “เชือกแข็ง”

ส่วนวัตถุที่นักเรียนอ้างอิงสมบัติความแข็งมากที่สุดในการให้เหตุผลว่าวัสดุใดไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำวัตถุนั้น คือ โต๊ะ โดยมีนักเรียนถึง 16 คน ที่อ้างอิงถึงสมบัติความแข็ง เช่น นักเรียน 8 คน ให้เหตุผลว่า “[ไม่ควรเลือกพลาสติกมาทำโต๊ะเพราะ] อ่อน แข็ง ไม่ทนทาน แตกง่าย” ส่วนวัสดุอื่น ๆ ที่นักเรียนเห็นว่าไม่เหมาะสมได้แก่ เหล็ก ไม้ กระดาษ ยาง โฟม โดยมีเหตุผลที่คล้ายคลึงกับเหตุผลที่ว่าเพราะเหตุใดจึงไม่ควรเลือกพลาสติกมาทำโต๊ะนั่นคือ เพราะ อ่อน ไม่ทนทาน

B2 เป็นตัวอย่างของนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดอย่างชัดเจนในประเด็นเกี่ยวกับความแข็ง โดยก่อนการสำรวจแนวคิด B2 มีคำตอบที่ใช้ในการตอบคำถาม “เพราะเหตุใดจึงเลือกอิฐมาทำกำแพง” ในกลุ่มแนวคิด (U) คือเกี่ยวข้องกับหน้าที่ และ การใช้งาน แต่ในการสำรวจแนวคิดหลังเรียนพบว่า B2 เลือกที่จะอ้างอิงสมบัติความแข็งในการตอบคำถามดังกล่าว ดังนี้

“[เลือกอิฐมาทำกำแพงเพราะ] ก่อให้สูงได้” (ก่อนเรียน – B 2)

“[เลือกอิฐมาทำกำแพงเพราะ] อิฐแข็ง น้ำพัดไม่พังง่าย” (หลังเรียน – B 2)

B11 เป็นตัวอย่างของนักเรียนที่อ้างอิงสมบัติความแข็งในการตอบคำถาม “เพราะเหตุใดจึงเลือกอิฐมาทำกำแพง” ทั้งในการสำรวจแนวคิดก่อนและหลังเรียน

“[เลือกอิฐมาทำกำแพงเพราะ] อิฐมีความทนทาน” (ก่อนเรียน – B 11)

“[เลือกอิฐมาทำกำแพงเพราะ] อิฐมีความแข็ง” (หลังเรียน – B 11)

โดยจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมหลังเรียนพบว่า B11 ให้เหตุผลในการเลือกที่จะเปลี่ยนคำว่า ทนทาน มาเป็น แข็ง โดยให้เหตุผลว่า “ทนทานน่าจะหมายถึง ทนทานต่อฝน แดด ลมคะ แต่ที่เลือกอิฐมาเพราะว่าแข็งมากกว่า”

3. สภาพยืดหยุ่น

สภาพยืดหยุ่นใช้อธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของ ความสามารถในการกลับคืนสู่รูปร่างปกติ หลังจากที่ได้รับแรงกระทำ โดยจากการสำรวจแนวคิดก่อนเรียน พบว่า มีนักเรียนเพียง 2 คน จาก 32 คน ที่กล่าวถึงสภาพยืดหยุ่นในการอธิบายความเหมาะสมของการเลือกวัสดุต่างๆมาทำวัตถุ โดยมีนักเรียนเพียง 1 คนที่กล่าวถึงสภาพยืดหยุ่นเมื่อเลือกเอ็นสำหรับทำไม้แบดมินตัน นั่นคือ B 24 โดยให้เหตุผลในการเลือกเอ็นเพราะ “ยืดได้เวลาตี” (F) เช่นเดียวกันที่ B 24 ที่ให้เหตุผลในการเลือกหนังสำหรับทำลูกบอลลว่เพราะ “เต็งได้” (F) โดยพบว่าเหตุผลของนักเรียนส่วนใหญ่ที่เลือกเอ็นสำหรับทำไม้แบดมินตันและเลือกหนังสำหรับทำลูกบอลคือ “แข็งแรง” หรือ “ทนทาน” หรือ “ไม่ขาดง่าย” นอกจากนั้นยังมีนักเรียนอีกจำนวนหนึ่งซึ่งเลือกอธิบายเหตุผลอื่นๆ เช่น B 4 เลือกยางมาทำไม้แบดมินตันเนื่องจาก “เบา” (W) หรือ B 13 เลือกเอ็นมาทำไม้แบดมินตันเนื่องจาก “ดีง่าย” (U) ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ (ใบกิจกรรมที่ 3) โดยผู้วิจัยคำนึงว่า สมบัติสภาพยืดหยุ่นไม่เป็นที่คุ้นเคยของนักเรียน ผู้วิจัยจึงได้จัดกิจกรรมที่นักเรียนได้เปรียบเทียบสมบัติสภาพยืดหยุ่นกับสมบัติที่นักเรียนคุ้นเคยมาก่อน คือความเหนียว และผู้วิจัยได้นำเสนอประโยชน์ของสมบัติสภาพยืดหยุ่นนี้โดยยกตัวอย่างอาชีพ “นักออกแบบ” หรือ “ดีไซเนอร์” และให้นักเรียนสมมติตัวเองว่าเป็นนักออกแบบ ที่ได้รับมอบหมายจากลูกค้าให้เลือกวัสดุที่ขาดยากที่สุด และกลับคืนสภาพเดิมได้ดีที่สุด จากนั้นปฏิบัติการทดลองเพื่อทดสอบสภาพยืดหยุ่นของวัสดุต่างๆ ประเด็นที่ส่งผลต่อการเรียนรู้เรื่องสภาพ

ยัดหยุ่น ได้แก่ประเด็นเกี่ยวกับภาษาที่พบในระหว่างการจัดการเรียนรู้เรื่องสภาพยัดหยุ่น คือ ผู้วิจัยใช้ภาษาไทยกลางในการสอน ดังนั้นการเรียกชื่อสิ่งของบางอย่างอาจเป็นอุปสรรคในการสื่อสาร เช่น นักเรียนจะไม่รู้จัก “ยางยัด” แต่จะสับสนและเข้าใจมากขึ้นเมื่อใช้ภาษาไทยถิ่นอีสาน คือคำว่า “ห้วยยัด” หรือ “ห้วยยม” ซึ่งก็ไม่ใช่ปัญหาในการจัดการเรียนรู้เนื่องจากผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างภาษามาตั้งแต่ต้นจึงได้อนุญาตให้นักเรียนเรียกตามที่ตนเองคุ้นเคยพร้อมทั้งนำเสนอคำศัพท์ที่เป็นภาษาไทยกลางให้กับนักเรียนด้วย

ภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ไปแล้วพบว่าจำนวนนักเรียนที่อ้างถึงสภาพยัดหยุ่นมาเป็นเหตุผลในการเลือกวัสดุมาทำวัตถุ มากที่สุด คือ ไม้แบดมินตัน โดยพบว่ามีจำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนจาก 1 คน เป็น 7 คน โดยนักเรียนมีเหตุผลในการเลือกเอ็นเพื่อมาทำไม้แบดมินตันคือ “ตึงได้” “ยัดได้” “ยัดหยุ่น” “เบา ตึงได้” เป็นต้น และนักเรียนจำนวน 3 คน ได้อ้างถึงสภาพยัดหยุ่นในการให้เหตุผลว่า ไม่ควรนำเหล็กมาทำไม้แบดมินตันเนื่องจาก “ไม่ยัดหยุ่น” B 26 เป็นตัวอย่างของนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงเหตุผลในการเลือกวัสดุมาทำไม้แบดมินตัน โดยก่อนเรียน B 26 ให้เหตุผลในการเลือกเอ็นมาทำไม้แบดมินตันว่า “แข็ง ทนทาน” โดย B 26 ยอมรับว่าทราบว่ายัดหยุ่นได้แต่ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ และไม่คิดว่าสภาพดังกล่าวมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เอ็นมาทำไม้แบดมินตัน แต่หลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ B 26 อธิบายว่า “เอ็นควรเอาทำไม้แบด[มินตัน] เพราะ ตึงดี...มันจะยัดหยุ่น มีความยัดหยุ่นเหมือนยางยัด (B 26-หลังเรียน)” เมื่อผู้วิจัยซักถามต่อว่าเหตุใดจึงไม่ตอบเช่นนั้นในตอนทดสอบก่อนเรียน B 26 ได้อธิบายในการสัมภาษณ์หลังการสำรวจหลังเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย: เพราะเหตุใดคุณจึงเลือกใช้เอ็นมาทำไม้แบดมินตันคะ

B 26: มันยัดหยุ่นคะ

ผู้วิจัย: เป็นยังไงคะยัดหยุ่น

B 26: “เอ็นควรเอาทำไม้แบด [มินตัน] เพราะ ตึงดี...มันจะยัดหยุ่น มีความยัดหยุ่นเหมือนยางยัด”

ผู้วิจัย: แล้วมันดียังไง

B 26: มันก็ไม่หย่อนคะ ตึงแล้วตึงไปตึงมา

ผู้วิจัย: แต่ตอนก่อนเรียนคุณบอกว่าเลือกเอ็นเพราะ แข็ง ทนทาน

B 26: อ้อ..... (คิดนาน) ตอนนั้นไม่รู้จะบอกแบบไหน.....ตอนนั้นรู้ว่ายัดหยุ่น แต่ไม่รู้จะบอกแบบไหน จริงๆไม้แบด[มินตัน] ไม่แข็งคะ

นอกจากนั้นผู้วิจัยยังพบว่า การสัมภาษณ์หลังการสำรวจหลังเรียน พบว่านักเรียนหลายคน ยินดีที่จะอธิบายเพิ่มเติมโดยใช้ภาษาไทยถิ่นอีสานที่ตนเองคุ้นเคย เช่น B30 ตอบในการสำรวจแนวคิดหลังเรียนว่า เลือกเอ็นมาทำไม้แบดมินตัน เนื่องจาก “ยัดหยุ่นดี” ผู้วิจัยจึงซักถามเพิ่มเติมโดยการสัมภาษณ์ว่า ยัดหยุ่นดีหมายความว่าอย่างไร ซึ่ง B30 อธิบายว่า “ไม้แบด [มินตัน] ทำมาจากเอ็น เพราะมัน ตีดีตีแล้วเด้ง (ไปได้ไกล) ดี” ซึ่งเป็นคำอธิบายเพิ่มเติมของคำตอบว่ายัดหยุ่นของนักเรียน

4. การนำความร้อน

สมบัติของวัสดุใด ๆ อธิบายได้ในประเด็นของการนำความร้อน ซึ่งคือความสามารถในการยินยอมให้ความร้อนผ่านของวัสดุนั้นๆ โดยจากการสำรวจแนวคิดก่อนเรียน พบว่า นักเรียนกล่าวถึงสมบัติการนำความร้อนของวัสดุต่างๆที่ใช้ทำวัตถุ 2 ชนิด คือ หูกาต้มน้ำและปลั๊กไฟ โดยมีนักเรียน 6 คน ที่อ้างอิงถึงสมบัติการนำความร้อนในสถานการณ์ที่ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการเลือกวัสดุ เพื่อทำวัตถุที่กำหนดให้ โดยนักเรียนที่อ้างอิงถึงสมบัติการนำความร้อนเพียง 5 คนเมื่ออธิบายว่าวัสดุใดควรจะนำมาทำหูกาต้มน้ำ และนักเรียนจำนวน 8 คนที่อ้างอิงถึงสมบัติการนำความร้อนเมื่ออธิบายว่าวัสดุใดไม่ควรจะนำมาทำหูกาต้มน้ำ เช่น B13 กล่าวว่า หูกาต้มน้ำควรทำมาจากพลาสติกเพราะ “จับแล้วไม่ร้อน” หรือ B19 ที่กล่าวว่า หูกาต้มน้ำไม่ควรทำมาจากเหล็กเพราะ “ทำให้ร้อน” จะเห็นได้ว่ามีนักเรียนจำนวนน้อยที่อ้างอิงถึงสมบัติการนำความร้อนในการตัดสินใจเลือกวัสดุมาทำหูกาต้มน้ำ (ควร 5 คน / ไม่ควร 7 คน) (ภาคผนวกที่ 3)

สำหรับวัสดุที่นักเรียนส่วนใหญ่เลือกที่จะใช้ทำหูกาต้มน้ำ คือ เหล็ก และวัสดุที่นักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าไม่ควรเลือกใช้ทำหูกาต้มน้ำ คือ พลาสติก (ภาคผนวกที่ 3) โดยพบว่านักเรียนส่วนมาก (15 คน) เลือกเหล็กเป็นวัสดุที่เหมาะสมในการทำหูกาต้มน้ำเนื่องจากแข็งแรง เช่น B 15 และ B 17 กล่าวว่า หูกาต้มน้ำควรทำมาจากเหล็ก เพราะ “มีคุณสมบัติดี หรือ เพราะแข็งแรง” สำหรับ พลาสติก ซึ่งนักเรียนส่วนมาก (19 คน) เห็นว่าไม่เหมาะสมที่จะใช้ทำหูกาต้มน้ำนั้นมีเหตุผลเนื่องจาก พลาสติกอ่อน หรือ ละลายง่าย หรือเบา เช่น B21 และ B 22 กล่าวว่า หูกาต้มน้ำไม่ควรทำมาจากพลาสติกเพราะ “น้ำหนักเบา” หรือ B9 กล่าวว่า หูกาต้มน้ำไม่ควรทำมาจากพลาสติกเพราะ “ละลายง่าย อ่อน” แสดงให้เห็นว่านักเรียนคำนึงถึงสมบัติอื่นๆ ในการเลือกใช้วัสดุสำหรับทำหูกาต้มน้ำมากกว่าสมบัติการนำความร้อน และถึงแม้ว่าจะมีนักเรียนบางคน (5 คน) ที่มีเหตุผลเช่นเดียวกับ B9 คือ กล่าวว่าพลาสติกอ่อนและละลายง่าย หากนำมาทำหูกาต้มน้ำ แต่นักเรียนก็ไม่สามารถระบุถึงสาเหตุในการเลือก หรือกล่าวถึงสมบัติว่าเพราะเหตุใดวัสดุนั้นจึงไม่ควรนำมาทำหูกาต้มน้ำ

B9 เป็นตัวอย่างของนักเรียนที่ไม่ได้คำนึงถึงสมบัติการนำความร้อนของวัสดุเมื่อจะต้องเลือกวัสดุมาทำหูกาต้มน้ำ โดย B9 มีความเห็นว่าเหล็กเหมาะสมในการทำหูกาต้มน้ำด้วยเหตุผลที่ว่า “เหล็กหนา ขาดยาก” ส่วนเหตุผลที่กล่าวว่าพลาสติกอ่อนและละลายง่าย หากนำมาทำหูกาต้มน้ำ ที่ดูเหมือนว่า B9 จะอ้างอิงถึงสมบัติการนำความร้อนของพลาสติก แต่ B9 ก็ไม่สามารถที่จะอธิบายต่อได้ว่าเหตุใดจึงไม่ควรเลือกพลาสติกมาทำหูกาต้มน้ำ โดย B9 กล่าวว่า “พลาสติกร้อนช้ากว่าเหล็กแต่พลาสติกก็อาจอ่อนและละลายง่าย....เอาเหล็กทำจะดีกว่า (สัมภาษณ์หลังเรียน – B9)” จะเห็นได้ว่า B9 พยายามจะใช้แนวคิดเกี่ยวกับการนำความร้อนที่ได้เรียนรู้มาตอบโดยให้เหตุผลว่าพลาสติกนำความร้อนได้ไม่ดีเท่ากับเหล็กจึงควรเลือกพลาสติก

มาทำหูกาต้มน้ำ แต่นักเรียนยังยึดมั่นในความรู้เดิมที่มีมาว่าพลาสติกอาจหลอมเหลวเมื่อโดนความร้อน จึงตัดสินใจเลือกเหล็กแทน

สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นสำหรับเรื่อง การนำความร้อนนี้ นักเรียนถูกกระตุ้นให้ตระหนักว่าหากอาหารแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน การเลือกภาชนะในการบรรจุอาหารย่อมมีความแตกต่างกันใช่หรือไม่ อย่างไร แล้วให้นักเรียนจับคู่ภาชนะและอาหารแล้วให้เหตุผลที่เหมาะสม โดยนักเรียนจะได้เห็นถึงความสำคัญของความสามารถในการนำความร้อนของภาชนะต่างๆและประโยชน์ที่เกิดจากสมบัติดังกล่าว จากนั้นนักเรียนได้ทำการทดลองเพื่อสืบค้นว่า ภาชนะที่ทำจากวัสดุชนิดต่าง ๆ ได้แก่ แก้ว พลาสติก เมลามีน สแตนเลส ฟลอย ภาชนะใดจะนำความร้อนได้ดีที่สุด และภาชนะใดนำความร้อนแย่ที่สุด

ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ พบว่า จำนวนนักเรียนที่อ้างอิงถึงสมบัติการนำความร้อนในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมในการทำวัตถุที่กำหนดให้มีมากขึ้นมากกว่าก่อนเรียน โดยจากการสำรวจแนวคิดพบว่า วัตถุที่นักเรียนอ้างอิงถึงสมบัติการนำความร้อนมากที่สุดคือ หูกาต้มน้ำ โดยมีจำนวนนักเรียนที่อ้างอิงเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน 3 คน (ก่อนเรียน 6 คน / หลังเรียน 9 คน) โดยวัสดุที่นักเรียนส่วนใหญ่เลือกคือพลาสติก โดยมีเหตุผลว่า พลาสติก “ไม่นำความร้อน จับแล้วไม่ร้อน” สอดคล้องกับเหตุผลที่นักเรียนอธิบายว่าวัสดุ เหล็กไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำหูกาต้มน้ำ เนื่องจาก “จับแล้วร้อนมือ นำความร้อน” ตัวอย่างในการอ้างอิงถึงสมบัติการนำความร้อนในการเลือกวัสดุมาทำหูกาต้มน้ำ เช่น B4 ได้ตอบในการสำรวจก่อนเรียนว่า เลือกเหล็กมาใช้ทำหูกาต้มน้ำเพราะ แข็งแรง ไม่หักง่าย ซึ่งแสดงถึงการนึกถึงการใช้งานของวัสดุ (U) มากกว่าสมบัติอื่นๆ แต่ผลจากการสำรวจหลังเรียน พบว่า B4 เลือกพลาสติกมาทำหูกาต้มน้ำเนื่องจากเหตุผล “จับแล้วไม่ร้อน ไม่นำความร้อน” ผู้วิจัยจึงทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมได้ผลดังนี้

ผู้วิจัย: คุณตอบในข้อสอบว่าคุณจะเลือกพลาสติกมาทำหูกาต้มน้ำใช่ไหม

B4: ครับ

ผู้วิจัย: เพราะ ไม่นำความร้อน

B4: เวลาจับก็ไม่ร้อน

ผู้วิจัย: ยังไงเอ่ย

B4: เวลาต้มไปเราไปจับจะได้ไม่ร้อนครับ ถ้าเป็นเหล็กมันจะร้อนมือ

ผู้วิจัย: ทำไมถึงเป็นอย่างนั้นคะ

B4: เหล็กจะนำความร้อนสู่มือเราครับ

ผู้วิจัย: แล้วพลาสติกไม่นำความร้อนหรือ...อะไรนำความร้อนดีกว่ากัน

B4: พลาสติกไม่นำความร้อนครับ เหมือนที่ทำ วิกมันไม่ละลาย แต่เหล็กมันเหมือนสแตนเลส มันนำความร้อน จับก็ร้อน”

จะเห็นได้ว่า B4 เป็นตัวอย่างของนักเรียนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยอ้างอิงผลจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ (การให้ความร้อนแก่สารตัวอย่างโดยใช้วัสดุแตกต่างกัน-ไปกิจกรรมที่

5. การนำไฟฟ้า

สมบัติของวัสดุใดๆอธิบายได้ในประเด็นของการนำไฟฟ้า ซึ่งอธิบายสมบัติของวัสดุในประเด็นของความสามารถในการยินยอมให้ไฟฟ้าผ่าน โดยจากการสำรวจแนวคิดก่อนเรียนพบว่า นักเรียนกล่าวถึงสมบัติการนำไฟฟ้าในวัตถุประเภทปลั๊กไฟตัวผู้มากที่สุด โดยมีนักเรียนจำนวนถึง 15 คนจาก 32 คน ที่อ้างอิงถึงสมบัติการนำไฟฟ้าในการเลือกวัสดุเพื่อทำปลั๊กไฟนี้ ซึ่งวัสดุที่นักเรียนกล่าวถึงมากที่สุดว่าเหมาะที่จะนำมาทำปลั๊กไฟโดยอ้างอิงถึงสมบัติการนำไฟฟ้าก็คือเหล็ก (ภาคผนวกที่ 3) โดยให้เหตุผลว่า ใช้เสียบปลั๊กได้ นำไฟฟ้าได้ดี ไฟไม่ช็อต ส่วนนักเรียนคนอื่นๆที่เลือกเหล็กมาทำปลั๊กไฟตัวผู้ ให้เหตุผล เนื่องจากเหล็ก ทึบ (B5) เบา (B 18) ดี (B 3) จับไม่ได้ (B 31) แข็งแรง ไม่หักง่าย (B 1, B5 ,B10, B25, B31) ส่วนในการตอบคำถามว่าวัสดุใดไม่เหมาะที่จะนำมาทำวัตถุที่กำหนดมากที่สุด พบว่า นักเรียนส่วนมาก คือ 13 คน จาก 32 คน กล่าวถึงสมบัติการนำไฟฟ้าในการเลือกวัสดุที่จะมาทำเปลือกหุ้มปลั๊กไฟมากที่สุด โดยมีนักเรียน 12 คนกล่าวว่าเปลือกหุ้มปลั๊กไฟ ไม่ควรทำมาจากเหล็กเพราะ “อาจโดนช็อต” และนักเรียน 1 คน (B 7) ให้เหตุผลว่า “ไฟเดินผ่านเหล็กได้ดี” การจัดการเรียนรู้ในบทนี้ จัดการเรียนรู้โดยอยู่บนพื้นฐานที่ว่านักเรียนมีความรู้เดิมมาก่อนเกี่ยวกับความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ของโลหะ เพราะนักเรียนสามารถยกตัวอย่างโลหะที่นำไฟฟ้าได้ เช่นเมื่อผู้วิจัยสนทนากับนักเรียนระหว่างทำกิจกรรมโดยใช้คำถาม เช่น

ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่านำไฟฟ้านี้หมายความว่าอย่างไรคะ

นักเรียน 1: เหล็กนำไฟฟ้าได้คะ

นักเรียน 2: เช่น ปลั๊กไฟครับ

ผู้วิจัย: นักเรียนเข้าใจการนำไฟฟ้าไหม นักเรียนเข้าใจอย่างไร

นักเรียน 3: เข้าใจครับ เช่นสายไฟและน้ำครับ

นักเรียน 4: เข้าใจคะ ของที่นำไฟฟ้า เช่นทองแดงคะ ของไม่นำ [ไฟฟ้า] คือกระดาษคะ

จะเห็นได้ว่านักเรียนยังขาดความสามารถในการอธิบายเหตุผลว่าการนำไฟฟ้า นั้นหมายถึงอะไร และกระแสไฟฟ้าผ่านวัสดุแต่ละชนิดอย่างไร ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจึงได้มีโอกาสทดสอบการนำไฟฟ้าของวัสดุต่างๆ ด้วยการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายพร้อมทั้งได้เรียนรู้ว่าอุปกรณ์แต่ละชนิดในวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายมีหน้าที่อย่างไรบ้างเพื่อให้เห็นถึงความสามารถในการยินยอมให้ไฟฟ้าผ่านได้ของอุปกรณ์และวัสดุที่นำมาทดสอบ จากนั้นนักเรียนจะต้องทำนายว่าวัสดุใดบ้างนำไฟฟ้าได้หรือไม่ได้ แล้วทำการทดสอบและอธิบายว่าผลการทดสอบสอดคล้องกับการทำนายในตอนต้นหรือไม่อย่างไร และสิ่งสำคัญในบทเรียนนี้คือการเน้นย้ำถึงข้อควรระวัง และอันตรายที่อาจขึ้นได้จากไฟฟ้า

หลังจากการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจแนวคิดหลังเรียน พบว่านักเรียนกล่าวถึงสมบัติการนำไฟฟ้าในวัตถุประเภทปลั๊กไฟตัวผู้มากที่สุด โดยมีนักเรียนจำนวนถึง 17 คนจาก 32 คน ที่อ้างอิงถึงสมบัติการนำไฟฟ้าในการเลือกวัสดุเพื่อทำปลั๊กไฟตัวผู้ ซึ่งวัสดุที่นักเรียนกล่าวถึงมากที่สุดว่าเหมาะที่จะนำมาทำปลั๊กไฟโดยอ้างอิงถึงสมบัติการนำไฟฟ้าก็คือ เหล็ก (12 คน) (ภาคผนวกที่ 3) โดยนักเรียนให้เหตุผลในการเลือกว่า “เหล็กนำไฟฟ้าได้ดี” ส่วนนักเรียนอีก 4 คน ที่อ้างอิงถึงสมบัติการนำไฟฟ้าในการเลือกวัสดุเพื่อทำปลั๊กไฟตัวผู้ ได้เลือกวัสดุที่เหมาะสมคือ ทองแดง (2 คน) เงิน อะลูมิเนียม และมีนักเรียน 1 คนที่กล่าวว่า โลหะเหมาะสมในการทำปลั๊กไฟตัวผู้ โดยให้เหตุผลว่า วัสดุดังกล่าว “นำไฟฟ้าได้” ความเข้าใจของนักเรียนที่มีมากขึ้นเกี่ยวกับสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุแสดงให้เห็นในการอ้างอิงถึงสมบัติการนำไฟฟ้าในการระบุว่าวัสดุที่ไม่ควรเลือกมาทำเปลือกหุ้มปลั๊กไฟโดยพบว่านักเรียนได้กล่าวถึงวัสดุที่มีความหลากหลาย เช่น นักเรียนจำนวน 23 คน มีความเห็นว่าไม่ควรเลือกเหล็กมาทำเปลือกหุ้มปลั๊กไฟเนื่องจาก “ จะทำให้เกิดไฟช็อต”หรือ “เหล็กนำไฟฟ้า” นักเรียน 2 คน มีความเห็นว่าไม่ควรเลือกสแตนเลสมาทำเปลือกหุ้มปลั๊กไฟเนื่องจาก “ สแตนเลสนำไฟฟ้า เป็นอันตราย” นักเรียน 2 คนมีความเห็นว่าไม่ควรเลือกทองแดงมาทำเปลือกหุ้มปลั๊กไฟเนื่องจาก “ จะทำให้เกิดไฟช็อตเพราะนำไฟฟ้า” และนักเรียน 2 คน มีความเห็นว่าไม่ควรเลือกโลหะมาทำเปลือกหุ้มปลั๊กไฟเนื่องจาก “นำไฟฟ้า”

B4 เป็นตัวอย่างของนักเรียนที่เลือกเหล็กเป็นวัสดุที่เหมาะสมในการทำปลั๊กไฟตัวผู้ แต่มีเหตุผลในการเลือกที่แตกต่างไปดังนี้

“เหล็กเป็นวัสดุที่เหมาะสมในการทำปลั๊กไฟตัวผู้” เนื่องจากใช้เสียบปลั๊กได้” (B4-ก่อนเรียน)

“เหล็กเป็นวัสดุที่เหมาะสมในการทำปลั๊กไฟตัวผู้” เนื่องจากเหล็กนำไฟฟ้าได้ดี” (B4-หลังเรียน)

จะเห็นว่าเหตุผลที่ใช้อ้างอิงในการเลือกเหล็กมาทำปลั๊กไฟตัวผู้ของ B4 เปลี่ยนไปจากอ้างอิงถึง การใช้งาน (U) ที่ว่า ใช้เสียบปลั๊กได้ มาสู่การอ้างอิงถึงสมบัติการนำไฟฟ้าของเหล็ก คือ การนำไฟฟ้าได้ดี (E) แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในแนวคิดเกี่ยวกับสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุ

2. สรุปผลการศึกษาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ

จากการสำรวจแนวคิดก่อนเรียนโดยใช้แบบสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุเพื่อสำรวจข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความรู้เดิมเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุเพื่อนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกิดจากไม่เห็นความสำคัญใน

สมบัติต่างๆของวัสดุหรือไม่สามารถเชื่อมโยงเหตุผลในการเลือกใช้งานวัสดุแต่ละชนิดกับสมบัติของวัสดุเหล่านั้น รวมทั้งความไม่สามารถในการอธิบายสมบัติต่างๆของวัสดุ โดยอาจเกิดขึ้นจากความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนระหว่างภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันและภาษาทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนไม่เลือกใช้คำว่า เหนียว ในการอธิบายสมบัติของเส้นเอ็น แต่เลือกใช้คำว่า ทน ทนทาน หนา หรือแข็งแรง แทนเนื่องจากนักเรียนให้เหตุผลว่า คำว่าเหนียวใช้กับบางสิ่ง เช่น โคลน หรือหมากฝรั่ง ประเด็นต่อมาที่พบในการสำรวจแนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนพบว่า นักเรียนไม่คุ้นเคยกับสมบัติของวัสดุบางอย่าง เช่น สภาพยืดหยุ่น เพราะในชีวิตประจำวัน นักเรียนมักจะไม่อธิบายสมบัติของวัสดุใดๆด้วยสภาพยืดหยุ่น แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าจะเป็นสมบัติของวัสดุที่นักเรียนคุ้นเคย เช่น สมบัติการนำไฟฟ้านั้นนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุได้ว่า วัสดุชนิดใดนำไฟฟ้าแต่ นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่านำไฟฟ้าได้อย่างไรและเพราะเหตุใด

จากนั้นผู้วิจัยทำการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงผลการสำรวจแนวคิดก่อนเรียนของนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดของตนให้ไปสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่แตกต่างกันโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของเนื้อหา ความเหมาะสมกับแนวคิดเดิมของนักเรียนสรุปในตารางที่ 6 ดังนี้

ตารางที่ 6 สรุปเหตุผลในการเลือกวิธีสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดในแนวคิดย่อยต่างๆเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ

ที่	แนวคิด	วิธีสอน	เหตุผลในการเลือกวิธีสอน
1.	ความเหนียว	การทดลอง	เพื่อให้ นักเรียน ได้ทดสอบวัตถุจริง (ถุงพลาสติก) เพื่อให้เห็นประโยชน์ของวัสดุที่เหนียว และไม่เหนียว
2.	ความแข็ง	การทดลอง + ศึกษาประวัติศาสตร์	เพื่อให้ นักเรียน ได้ศึกษากรณีศึกษาการทำงานของนักวิทยาศาสตร์คือ Moh เพื่อเป็นตัวอย่างว่าเพราะเหตุใดจึงต้องมีการทดสอบความแข็ง และการทดสอบความแข็งของวัสดุต่างๆทำได้อย่างไร มีเกณฑ์อะไร
3.	สภาพยืดหยุ่น	การทดลอง + บทบาทสมมติ	เพื่อให้ นักเรียน ได้สมมติตนเองเพื่อหาทางแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมายเกี่ยวกับสภาพยืดหยุ่นซึ่งเป็นสมบัติที่ไม่คุ้นเคยสำหรับนักเรียน
4.	การนำความร้อน	การทดลอง	เพื่อจูงใจให้ นักเรียน อธิบายปรากฏการณ์ที่พบเป็นประจำทุกๆ

ที่	แนวคิด	วิธีสอน	เหตุผลในการเลือกวิธีสอน
			วันด้วยการทดลองและเกม
5.	การนำไฟฟ้า	การทดลอง	เพื่อให้นักเรียนได้การทดลองเพื่อช่วยให้นักเรียนอธิบายได้ว่าเหตุใดวัสดุบางชนิดจึงนำไฟฟ้าได้หรือไม่ได้
6.	การเลือกใช้วัสดุ	การแก้ปัญหา	เพื่อให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้เกี่ยวกับสมบัติต่างๆของวัสดุ เพื่อนำมาแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดเพื่อทดสอบ

นอกเหนือจากประเด็นดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยยังได้ตระหนักถึงประเด็นความแตกต่างของภาษา ประเด็นความสามารถในการอ่านออกเขียนได้ของนักเรียนต่ำ และปัจจัยที่อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด เช่น Motivational belief และปัจจัยทางสังคม ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เป็นข้อมูลที่สำคัญที่ผู้วิจัยให้ความสำคัญในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ แต่ผู้วิจัยก็ไม่ได้ละเลยที่จะศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนด้วยเช่นกันเพื่อมุ่งหาเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเกิดการเปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการหลายวิธีเพื่อติดตามถึงพัฒนาการของแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ เช่น การสัมภาษณ์นักเรียนในระหว่างทำกิจกรรม การตรวจชิ้นงานในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น แบบบันทึกการเรียนรู้ ใบบันทึกกิจกรรมการทดลอง ใบกิจกรรมอื่นๆ เป็นต้น หลังจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แล้วผู้วิจัยจึงได้ทำการสำรวจแนวคิดหลังเรียนโดยใช้แบบสำรวจแนวคิดชุดเดิมที่ใช้สำรวจก่อนเรียนเพื่อแสดงถึงแนวคิดของกลุ่มตัวอย่างหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนต่างๆตามมุมมองของการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด

จากหลักฐานต่างๆในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนมากเปลี่ยนแปลงแนวคิดของตนเองจากแนวคิดที่คลาดเคลื่อนไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ในสมบัติของวัสดุเกี่ยวกับความเหนียวพบว่ามีจำนวนนักเรียนที่ให้เหตุผลในการเลือกใช้เอ็นในการทำสายเบ็ดว่าเพราะมีความเหนียว เพิ่มขึ้นจาก 11 คน (ก่อนเรียน) เป็น 22 คน นอกจากนั้นยังพบประเด็นว่านักเรียนอธิบายสมบัติของสายเบ็ดเกี่ยวกับความสามารถในการทนต่อแรงดึง ไม่ขาด ว่าเพราะมีความแข็งแรง เช่นนักเรียนอธิบายว่า “สายเบ็ดแข็งแรง คือขาดยาก ยึดได้ เอ็นจะแข็งแรงกว่าเชือก” โดยคำตอบเช่นนี้ไม่สามารถกล่าวได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพราะนักเรียนสามารถอธิบายและบรรยายสมบัติได้อย่างถูกต้องขาดแต่เพียงเลือกใช้คำว่าแข็งแรง แทนคำว่า เหนียวเท่านั้น สำหรับสมบัติของวัสดุเกี่ยวกับความแข็ง ผู้วิจัยพบว่า กิจกรรมเกี่ยวกับการทดสอบความแข็งของวัตถุต่างโดยใช้ Moh's scale ทำให้มีนักเรียนเลือกตอบคำถามนี้ด้วยการอ้างอิงสมบัติความแข็งเพิ่มขึ้นจาก 18 คนเป็น 22

คน โดยนักเรียนสามารถระบุถึงลักษณะสำคัญของสิ่งที่แข็ง เช่น ไม่เป็นรอย ไม่แตกง่ายโดยจะอ้างอิงถึงกิจกรรมที่ทดสอบความแข็งของวัตถุต่างๆมาเป็นหลักฐานอ้างอิงเสมอ เช่น B2 เป็นตัวอย่างของนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในประเด็นเกี่ยวกับความแข็ง โดยให้เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุในการสร้างกำแพงว่าเพราะแข็ง ไม่พังง่ายๆ แทนที่จะให้เหตุผลว่าเพราะก่อให้สูงได้เหมือนกับเหตุผลตอนก่อนเรียน

สภาพยืดหยุ่นเป็นสมบัติของวัสดุอย่างหนึ่งที่ผู้วิจัยพบว่าไม่เป็นที่คุ้นเคยสำหรับนักเรียน นอกจากนั้นยังพบประเด็นของภาษาถิ่นที่มีผลต่อการสื่อสารของนักเรียน แต่ภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ไปแล้วพบว่าจำนวนนักเรียนที่อ้างถึงสภาพยืดหยุ่นมาเป็นเหตุผลในการเลือกวัสดุมาทำวัตถุมีจำนวนมากขึ้น โดยจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมทำให้ทราบว่านักเรียนส่วนใหญ่ทราบว่าสมบัติเด่นของวัสดุบางชนิดเช่น เอ็น นั่นคือสภาพยืดหยุ่นแต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ และไม่คิดว่าสภาพดังกล่าวมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้เอ็น แต่หลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนยอมรับว่าจากกิจกรรม ดีไซน์เนอร์วัยเยาว์ ทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของสมบัติที่สำคัญของวัสดุคือสมบัติที่ช่วยทำให้วัสดุเหล่านั้นใช้งานได้ดี ส่วนสมบัติของวัสดุเกี่ยวกับการนำความร้อนเป็นสมบัติอีกชนิดหนึ่งที่พบว่า จำนวนนักเรียนที่อ้างถึงถึงสมบัติการนำความร้อนในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมในการทำวัตถุที่กำหนดให้มีมากขึ้นมากกว่าก่อนเรียน โดยนักเรียนอ้างอิงประสบการณ์จากกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการยอมให้ความร้อนผ่านได้ของวัสดุต่างๆ มาเป็นเหตุผลสนับสนุนในการเลือกวัสดุใดๆซึ่งแสดงถึงการเห็นความสำคัญในสมบัติดังกล่าว เช่นเดียวกับสมบัติของวัสดุเกี่ยวกับการนำไฟฟ้า ซึ่งผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีความรู้เดิมมาก่อนแล้วว่าวัสดุใดนำไฟฟ้าได้หรือไม่ได้ แต่ยังขาดความสามารถในการอธิบายเหตุผลว่าการนำไฟฟ้านั้นหมายถึงอะไร และกระแสไฟฟ้าผ่านวัสดุแต่ละชนิดอย่างไร ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจึงได้มีโอกาสทดสอบการนำไฟฟ้าของวัสดุต่างๆ ด้วยการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายพร้อมทั้งได้เรียนรู้ว่าอุปกรณ์แต่ละชนิดในวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายมีหน้าที่อย่างไรบ้างเพื่อให้เห็นถึงความสามารถในการยินยอมให้ไฟฟ้าผ่านได้ของอุปกรณ์และวัสดุที่นำมาทดสอบ โดยหลังจากการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจแนวคิดหลังเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุแสดงให้เห็นในการอ้างอิงถึงสมบัติการนำไฟฟ้าในการระบุว่าวัสดุที่ไม่ควรเลือกมาทำเปลือกหุ้มปลั๊กไฟโดยพบว่านักเรียนได้กล่าวถึงวัสดุที่มีความหลากหลาย เช่น นักเรียนมีความเห็นว่าไม่ควรเลือกเหล็กมาทำเปลือกหุ้มปลั๊กไฟเนื่องจาก “จะทำให้เกิดไฟช็อต” หรือ “เหล็กนำไฟฟ้า” และไม่ควรเลือกสแตนเลสมาทำเปลือกหุ้มปลั๊กไฟเนื่องจาก “สแตนเลสนำไฟฟ้า เป็นอันตราย” ไม่ควรเลือกทองแดงมาทำเปลือกหุ้มปลั๊กไฟเนื่องจาก “จะทำให้เกิดไฟช็อตเพราะนำไฟฟ้า”

จะเห็นได้ว่าผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุสามารถส่งเสริมให้นักเรียนส่วนมากมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในทุกๆแนวคิดย่อย ได้แก่ ความเหนียว ความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้า โดยสามารถให้เหตุผลในการอธิบายได้เหมาะสมโดยเน้นที่

การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสม โดยผู้วิจัยได้พบปัจจัยหลากหลายอย่างที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงแนวคิดซึ่งจะขอล่าวโดยละเอียดในหัวข้อถัดไป

3. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด พบว่ามีนักการศึกษาหลายท่านที่พยายามจะอธิบายว่าเหตุใดนักเรียนบางคนจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ในขณะที่นักเรียนบางคนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด และได้นำเสนอปัจจัยต่างๆ เช่น ความเชื่อในแรงจูงใจ (Motivational belief) และ ปัจจัยทางสังคม (Social factor) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน (เช่น Pintrich, 1993 ; Hallen, 1999) จากความเห็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิดดังที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยตระหนักว่า เป็นไปได้ที่มีปัจจัยอื่นๆนอกเหนือจากด้านพุทธิพิสัยมีผลต่อการแปลงแนวคิดของนักเรียน ซึ่งผลจากการศึกษานี้จะทำให้สามารถอธิบายได้ว่า เพราะเหตุใดนักเรียนที่ถือได้ว่าฉลาดพอๆกันจึงมีความแตกต่างกันในการเรียนรู้แนวคิดบางอย่าง นอกจากนั้นหากครูให้ความสำคัญกับปัจจัยเหล่านี้ก็จะทำให้สามารถทราบได้ว่าครูควรส่งเสริมหรือขัดขวางปัจจัยใด เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียน โดยในงานวิจัยนี้จะขอสรุปปัจจัยที่เชื่อได้ว่าจะมีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนได้ 3 ประเด็นดังนี้

1. ภาษาวิทยาศาสตร์ และ ภาษาถิ่น

ในช่วงพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างภาษาถิ่นและภาษาไทยกลางเพราะก็พบว่าในระยะแรกนักเรียนจะรู้สึกเขินอาย หรือบางคนจะไม่ยอมพูดหรืออธิบายความเข้าใจของตนเองให้กับผู้วิจัย ซึ่งผู้วิจัยพยายามหาสาเหตุว่าเนื่องจากเหตุผลใด โดยต่อมาพบว่านักเรียนจะมีความสบายใจและเต็มใจที่จะตอบคำถามหรืออภิปรายกันในภาษาถิ่นมากกว่าภาษาไทยกลางที่ผู้วิจัยนำเสนอ และยินดีที่จะตอบคำถามหากผู้สัมภาษณ์ (ผู้ช่วยวิจัย) ใช้ภาษาถิ่นในการสนทนา เช่น นักเรียนหลีกเลียงที่จะเรียก “ยางยืด” เพราะไม่คุ้นเคย แต่ต่อมาเมื่ออภิปรายเพิ่มเติมนักเรียนจึงเรียกสิ่งนี้ตามประสบการณ์ที่คุ้นเคย คือ “หัวยุ่ม” โดยการที่ได้ใช้ภาษาที่ตนเองคุ้นเคยทำให้นักเรียนสามารถอธิบายและนำเสนอสิ่งที่ตนเองเข้าใจมากขึ้น ประเด็นเกี่ยวกับภาษาถิ่นนี้เป็นประเด็นสำคัญหนึ่งเกี่ยวกับภาษาที่ผู้วิจัยค้นพบ นอกเหนือจากประเด็นความแตกต่างหรือสับสนระหว่างภาษาวิทยาศาสตร์ และภาษาในชีวิตประจำวันของผู้วิจัยทำให้เกิดปัญหาในการเรียนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาของเด็ไทยเป็นอย่างมาก (Pimthong, 2006) ข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นทางด้านภาษาของโรงเรียนใกล้เมืองสอดคล้องกับ Clerk and Rutherford (2000) ที่พบว่าปัญหาเกี่ยวกับภาษาในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีอยู่ 2 ประเด็น ได้แก่ ความแตกต่างระหว่างภาษาที่นักเรียนใช้ในชีวิตประจำวัน และภาษาวิทยาศาสตร์ และ ปัญหาในเรื่องทักษะทางภาษาของนักเรียน เช่นอ่านไม่ออก เขียนไม่ได้ แต่ก็

ไม่ได้แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เป็นเพียงการที่นักเรียนไม่สามารถหาคำหรือวิธีการที่จะนำเสนอความคิดของตนเองได้นั่นเอง

2. บทบาทครูในการการสะท้อนผลการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน

จากการศึกษาของผู้วิจัยก่อนที่จะพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ พบว่า มีงานวิจัยจำนวนมากที่สนับสนุนว่าวิธีการสอนรวมถึงแนวคิดที่ครูมีเป็นสาเหตุหนึ่งที่จะทำให้ให้นักเรียนเกิดแนวคิดทางเลือกได้ (Wandersee et al., 1994; Haidar, 1997; Valanides, 2000) และผลจากการสังเกตการสอนในชั้นเรียนที่สอนโดยครูประจำการของโรงเรียนใกล้เคียง พบว่า ครูมักจะให้ความสำคัญกับคำตอบถูกผิดเพียงเท่านั้น และขาดการให้ความสำคัญกับการให้แรงเสริมหรือสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้กับนักเรียน (รายละเอียดในหัวข้อ 4.2) ดังนั้นในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญของบทบาทของผู้สอนในการสะท้อนผลการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน โดยพบว่าการที่เน้นการปฏิบัติและส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมโดยไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจึงจะทำกิจกรรมเหล่านี้ได้ โดยมีครูแสดงบทบาทเป็นผู้กระตุ้น โดยใช้คำถามที่ท้าทายและกระตุ้นการคิด และให้คำชมเชยตามความเหมาะสมทำให้นักเรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนและให้ความสนใจกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เรียนมากกว่าอยากได้คะแนน ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียนที่ให้ความเห็นว่าจะมีความสุขกับการเรียนเมื่อมีครูใจดีและการมีกิจกรรมให้ทำ โดยจากผลการศึกษาพบว่านักเรียนให้ความหมายของครูใจดีว่าหมายถึงครูที่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมตามความสนใจ และไม่ตำหนิเมื่อเกิดความผิดพลาด โดยจากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามนักเรียนว่าอยากให้โรงเรียนของเราเป็นอย่างไร คำตอบอันดับ 1 ก็คือ อยากได้ครูใจดี ครูไม่ดุ พูดเพราะ (7 คน) ครูที่ให้เรียนมากกว่าเล่น อนุญาตให้นักเรียนออกไปเล่นหรือซื้อขนมนอกโรงเรียนได้ (2 คน) ให้ครูเพิ่มเวลาพักเที่ยง และมีชั่วโมงเรียนน้อยลง (4 คน)

3. ความเชื่อในแรงจูงใจ (Motivational belief)

จากการศึกษาพบว่า ความเชื่อในแรงจูงใจ (Motivational belief) ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน (เช่น Pintrich, 1993; Hallen, 1999; Saljo, 1999) ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานโดยการสังเกตการสอนชั้นเรียนและบริบทของโรงเรียนใกล้เคียง ผู้วิจัยพบหลักฐานว่า นักเรียนมีความเชื่อในความรู้ (Epistemological beliefs) ว่าความเกิดจากครูบอก และให้ความสนใจ/และให้คุณค่า (Interest/value) ไปกับการทำให้ครูพอใจเพื่อให้ได้คะแนนมากๆ ทำให้มีเป้าหมายการเรียนรู้ (Goal orientation) คือการได้คะแนนและคำชมเชยจากครู จึงพบว่าการรับรู้ความสามารถตนเอง (Self Efficacy) ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ ส่งผลให้ ขาดความเชื่อในความสามารถในการควบคุมตนเอง (Control belief) (รายละเอียดในหัวข้อ 4.2) ซึ่งผลจากการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์นักเรียน ที่พบว่ามีนักเรียนถึง 14 คน จาก 32 คนที่

เลือกที่จะไม่ตอบคำถาม หรือตอบว่าไม่ทราบเมื่อผู้วิจัยสอบถามถึงเป้าหมายในชีวิต หรือสิ่งที่จะทำหลังจากจบการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งการขาดเป้าหมายที่ชัดเจน เช่นนี้อาจเป็นเหตุผลทำให้นักเรียนขาดแนวทางในการส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อมุ่งหวังให้เกิดความเข้าใจ เกิดการเรียนรู้ ตอบสนองความท้าทายและความอยากรู้อยากเห็น หรือความมุ่งหวังของตนเอง นั่นคือหากพยายามส่งเสริม เป้าหมายการเรียนรู้ (Goal orientation) ดังกล่าวให้เกิดขึ้นแก่นักเรียนก็อาจทำให้นักเรียนได้ทราบแนวทางในการปฏิบัติตนเพื่อบรรลุตามเป้าหมายที่ชัดเจนของตนเองได้

ดังนั้นในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ ผู้วิจัยได้พยายามจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักว่า ความรู้ไม่ได้เกิดจากครูบอกหากแต่เกิดจากการสร้างความหมายจากประสบการณ์ด้วยตนเอง โดยพยายามสร้างความสนใจให้กับนักเรียนโดยใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ใกล้ตัวและคุ้นเคยมาเพื่อนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ แก่นักเรียน เช่น การเลือกใช้วัตถุและวัสดุรอบๆ ตัวที่นักเรียนคุ้นเคยมาเป็นสื่อการเรียนการสอน โดยจากกระบวนการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด (ภาพที่ 2) ซึ่งนักเรียนได้มีโอกาสนำเสนอแนวคิดที่มีมาก่อนเรียนของตน และใช้แนวคิดเดิมนี้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ครูจัดเตรียมไว้ จากนั้นจึงทำกิจกรรมที่ท้าทายให้นักเรียนได้ลองใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มาใช้อธิบายปรากฏการณ์เดิม และเปรียบเทียบแนวคิดเดิมที่มีมาก่อน กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้สอนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกใช้แนวคิดเดิมที่มีมาก่อน หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ใหม่ โดยผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนเปรียบเทียบและให้เหตุผลในการตัดสินใจเลือกใช้แนวคิดเดิมที่มีมาก่อน หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ใหม่ จากกระบวนการดังกล่าวผู้วิจัยพบว่า การที่นักเรียนได้มีโอกาส “เลือก” ใช้แนวคิดในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง โดยปราศจากการชี้นำหรือตีกรอบจากครู แต่นักเรียนจะต้องหาคำอธิบายและหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำอธิบายของตนเอง (epistemological beliefs) นักเรียนจึงสนใจและให้คุณค่า (Interest/value) ไปกับสิ่งที่รู้สึกว่าคุณมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ แทนที่จะเป็นการทำเพื่อให้ครูพอใจเพื่อให้ได้คะแนนมากมายเมื่อเป็นเช่นนั้นเป้าหมายการเรียนรู้ (Goal orientation) ของนักเรียนจึงไม่ใช่การหวังจะได้คะแนนและคำชมเชยจากครู แต่นักเรียนแสดงให้เห็นถึงการตอบสนองต่อสถานการณ์ต่างๆ เพื่อมุ่งหวังให้เกิดความเข้าใจ เกิดการเรียนรู้ ตอบสนองความท้าทายและความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลให้การรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self efficacy) ของนักเรียนส่วนใหญ่สูงขึ้น โดยนักเรียนแสดงถึงการตั้งใจที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ ในชั้นเรียนโดยปราศจากการบังคับหรือการนำคะแนนมาเป็นตัวล่อ (Control beliefs) ซึ่งจะเห็นได้จาก อัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามในใบกิจกรรม แบบสะท้อนการเรียนรู้ รวมถึงอัตราการตอบแบบสำรวจแนวคิดหลังเรียนที่มากกว่าก่อนเรียน รวมทั้งความสามารถในการอธิบายความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านทางการสัมภาษณ์ การทำกิจกรรม และ การทำแบบสำรวจ โดยมีหลักฐานจากอัตราการตอบคำถามที่เพิ่มขึ้นของนักเรียน ระหว่างการเรียนรู้และหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้ (ภาคผนวกที่ 3) ซึ่งนอกจากนักเรียนจะสามารถอธิบายหรือตอบคำถามได้สอดคล้องกับแนวคิด

ทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยยังพบว่า อัตราการทำใบกิจกรรมของนักเรียนก็ยิ่งเพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จาก ใบกิจกรรมที่ 1 ในตอนช่วงแรกของการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ มีนักเรียนที่ตอบคำถามในใบกิจกรรมเพียง 6 คน แต่ในใบกิจกรรมสุดท้ายพบว่า มีนักเรียนเพียง 3 คนที่ไม่ส่งใบกิจกรรม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากนักเรียนตระหนักถึงประโยชน์ของการเรียนรู้ และ มองเห็นถึงประโยชน์ของการแสดงความคิดของตนโดยไม่ต้องกังวลถึงความผิด หรือ คะแนนที่จะได้รับ จะทำให้นักเรียนเต็มใจ และควบคุมการปฏิบัติตนของตนเองได้ดียิ่งขึ้น

4. ปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน

จากแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่านที่ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในยุคใหม่ (เช่น Pintrich, 1993 ;Hallen, 1999) ที่เชื่อว่าหากต้องการให้นักเรียนมีการพัฒนาหรือปรับเปลี่ยน motivational belief ของตนในทางที่จะส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครู จำเป็นต้องคำนึงถึง ปัจจัยทางสังคม (social factor) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดด้วยเช่นกัน โดยต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมอย่างเพียงพอในบริบทที่ศึกษา (adequate contextualization) และได้เข้าร่วมในการมีปฏิสัมพันธ์พูดคุยสื่อสารกันระหว่างบุคคลในสังคม (discursive practice) เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้นๆ โดยสิ่งเหล่านี้ย่อมเกี่ยวข้องและมีผลกับ student control beliefs ความเชื่อมั่นในตนเอง และ self-regulatory strategies ของนักเรียนโดยตรง เพราะหากเชื่อว่าแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกิดจากความขัดแย้งกับระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจในแนวคิดที่เกิดจากสามัญสำนึก (commonsensical conceptual understanding) (Saljo, 1999) แล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทำการพิสูจน์ให้เห็นแล้วว่า การจัดเตรียมกิจกรรมที่มีความเกี่ยวข้องสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เป็นรูปธรรม นั่นคือ สามารถมองเห็น จับต้องได้ เพื่อเป็นโอกาสให้นักเรียนได้เปรียบเทียบและให้เหตุผลในการจะตัดสินใจเลือกใช้แนวคิดเดิมที่มีมาก่อนหรือจะตัดสินใจเลือกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์หนึ่งๆ โดยครูไม่ได้ปฏิเสธนักเรียนว่า แนวคิดที่เกิดจากสามัญสำนึก (commonsensical conceptual understanding) ของนักเรียนนั้นไม่ถูกต้อง แต่นักเรียนจะตัดสินใจเองว่า แนวคิดใดที่สามารถช่วยในการอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้เป็นเหตุเป็นผลกว่ากัน

ตัวอย่างของกิจกรรมที่ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่มีประสิทธิภาพ เช่น ในกิจกรรมเกี่ยวกับความเหนียว นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในลักษณะของการพัฒนาแนวคิดเดิมหรือแนวคิดที่เกิดจากสามัญสำนึก (commonsensical conceptual understanding) มาสู่แนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือ ในการสำรวจแนวคิดก่อนเรียนพบว่า นักเรียนมักจะใช้คำว่า ขาดยาก ทนทาน ทน หนา มาอธิบายสมบัติของวัสดุที่ทนต่อแรงดึง ฉีกขาด แต่กลับใช้คำว่า เหนียวในการอธิบายสมบัติของวัสดุบางชนิดเช่น ดินเหนียว หรือหมากฝรั่ง แต่ในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนพยายามนำเสนอให้เห็นว่า ความสามารถในการรองรับมวลของวัสดุ และฉีกขาดยากนั้น เรียกว่าเหนียว ได้เช่นเดียวกันกับที่หมากฝรั่ง หรือดินเหนียว มีความสามารถในการรองรับมวล และฉีกขาดยากเช่นกัน ซึ่งเมื่อนักเรียนยอมรับสมบัติความ

เหนียวของวัสดุแล้ว ก็เป็นเรื่องง่ายที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจสมบัติสภาพยืดหยุ่นของวัสดุที่แต่เดิมไม่เป็นที่คุ้นเคยของนักเรียน ผู้วิจัยจึงได้จัดกิจกรรมที่นักเรียนได้เปรียบเทียบสมบัติสภาพยืดหยุ่นนี้กับสมบัติที่นักเรียนคุ้นเคยมาก่อน คือความเหนียว และผู้วิจัยได้นำเสนอประโยชน์ของสมบัติสภาพยืดหยุ่นนี้โดยยกตัวอย่างอาชีพ “นักออกแบบ” หรือ “ดีไซเนอร์” และให้นักเรียนสมมติตัวเองว่าเป็นนักออกแบบ ที่ได้รับมอบหมายจากลูกค้าให้เลือกวัสดุที่ขาดยากที่สุด และกลับคืนสภาพเดิมได้ดีที่สุด ซึ่งจากกิจกรรมดังกล่าว เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้เห็นถึงประโยชน์ของแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สามารถทำให้นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล เช่นเดียวกับความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ของวัสดุ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ สามารถยกตัวอย่างโลหะที่นำไฟฟ้าได้ แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าการนำไฟฟ้านั้นหมายถึงอะไร และกระแสไฟฟ้าผ่านวัสดุแต่ละชนิดได้อย่างไร ซึ่งเมื่อนักเรียนได้มีโอกาสทดสอบการนำไฟฟ้าของวัสดุต่างๆ ด้วยการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายพร้อมทั้งได้เรียนรู้ว่าอุปกรณ์แต่ละชนิดในวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายมีหน้าที่อย่างไรบ้างเพื่อให้เห็นถึงความสามารถในการยินยอมให้ไฟฟ้าผ่านได้ของอุปกรณ์และวัสดุที่นำมาทดสอบ จากนั้นนักเรียนจะต้องทำนายว่าวัสดุใดบ้างนำไฟฟ้าได้หรือไม่ได้ แล้วทำการทดสอบและอธิบายว่าผลการทดสอบสอดคล้องกับการทำนายในตอนต้นหรือไม่อย่างไรซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ช่วยส่งเสริมความสามารถในการอธิบายโดยใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนแนวคิดมากกว่าเพียงแค่ตอบว่า เพราะมันเป็นเช่นนั้น หรือมันเป็นอย่างที่เป็นอยู่โดยบรรยายเท่าที่รู้สึกด้วยประสาทสัมผัสแต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผล (Perceptual (P)) (Pimthong , 2006) โดยหลักฐานนี้สามารถใช้อธิบายนักเรียนที่ไม่เปลี่ยนแปลงแนวคิด เช่น B9 ที่ยังคงยืนยันในการเลือกใช้เหล็กทำหูกาต้มน้ำร้อน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า B9 ได้เปรียบเทียบและเล็งเห็นแล้วว่า ความสามารถของวัสดุเหล็กในการทนต่อความร้อน สำคัญกว่า การนำความร้อนของเหล็กที่จะมาสู่มือ โดย B9 พยายามจะใช้แนวคิดเกี่ยวกับการนำความร้อนที่ได้เรียนรู้มาตอบ โดยให้เหตุผลว่าพลาสติกนำความร้อนได้ไม่ดีเท่ากับเหล็กจึงควรเลือกพลาสติกมาทำหูกาต้มน้ำ แต่นักเรียนยังยึดมั่นในความรู้เดิมที่มีมาว่าพลาสติกอาจหลอมเหลวเมื่อโดนความร้อน จึงตัดสินใจเลือกเหล็กแทน ซึ่งเหตุการณ์นี้ถึงแม้ว่า B9 จะไม่เปลี่ยนแปลงคำตอบที่ให้ แต่ก็แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในด้านความสามารถในการอธิบายและให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเอง ในการเลือกใช้แนวคิดใดในการตอบคำถาม

สรุปได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ปัจจัยทางด้านความแตกต่างระหว่างภาษาวิทยาศาสตร์กับภาษาในชีวิตประจำวัน และความแตกต่างระหว่างภาษาไทยกลางและภาษาถิ่น ซึ่งส่งผลต่อการสื่อสารและการทำความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอผ่านทางภาษาไทยกลางในหลักสูตรและในหนังสือเรียน นอกจากนั้นยังเป็นที่ยืนยันว่าครูเป็นบุคคลสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนเต็มใจเลือกใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มใจ

โดยหากครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็น มีโอกาสในการทดลอง และเลือกอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ตามความเข้าใจของตน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้กำลังใจ สร้างแรงจูงใจ รวมทั้งสะท้อนผลการเรียนรู้ให้นักเรียนในทางบวกอย่างซื่อสัตย์ ย่อมส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและตนเองในฐานะนักเรียน ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่ช่วยเหลือนักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ ดังนั้นครูควรคำนึงถึงการสร้าง motivational belief ที่ดีให้แก่ นักเรียน โดยเมื่อนักเรียนมีความเชื่อในความรู้ (Epistemological beliefs) ว่าความรู้เกิดขึ้นได้จากการสร้างความหมายกับปรากฏการณ์รอบตัวด้วยตนเอง ดังนั้นนักเรียนย่อมให้ความสนใจ/และให้คุณค่า (Interest/value) ไปกับทดสอบ สืบเสาะ สำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (Goal orientation) ของนักเรียนซึ่งจะเป็นการเรียนรู้เพื่อตอบสนองความท้าทายและความอยากรู้อยากเห็นของตนเอง ส่งผลให้การรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self Efficacy) ของนักเรียนอยู่ในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเองว่า การเปลี่ยนแปลงแนวคิดจะเกิดขึ้น ส่งผลให้ ความเชื่อเกี่ยวกับความสามารถในการควบคุมตนเอง (Control belief) มีความชัดเจน นั่นคือนักเรียนสามารถคิด วางแผน หรือทำกิจกรรมใดๆ เพื่อมุ่งหวังตอบคำถามที่ตนสงสัย สามารถพิจารณาเลือกและตัดสินใจได้ว่าเมื่อใดจะปฏิเสธแนวคิดเดิมของตนเองที่ไม่สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ต้องการได้ และเหตุผลใดนักเรียนจึงควรตัดสินใจเลือกใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ก็ขึ้นอยู่ที่ครูจะต้องคำนึงถึงวิธีการจัดสภาพการเรียนรู้ที่เหมาะสม และการส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ที่สร้างสรรค์ระหว่างครู-นักเรียน หรือนักเรียน-นักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิด

สรุป

จากการศึกษาบริบทของนักเรียนและสำรวจแนวคิดของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนใกล้เคียงเมืองทำให้ผู้วิจัยพบประเด็นที่น่าสนใจหลายประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยจากการสำรวจแนวคิดก่อนเรียนพบว่านักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายส่วนมากมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุในประเด็นต่างๆ ได้แก่ นักเรียนมักจะให้เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุใดๆ ในแง่ของการใช้งานว่าใช้ได้ดี ใช้ได้ง่าย มากกว่าจะให้เหตุผลในเชิงของสมบัติของวัสดุ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมักจะเลือกใช้คำอื่นๆ เพื่ออธิบายสมบัติบางอย่างของวัสดุ เช่น ใช้คำว่า ขาดยาก แทนคำว่าเหนียว หรือในบางกรณี นักเรียนก็ไม่คุ้นเคยกับสมบัติบางประการของวัสดุ เช่น สภาพยืดหยุ่นหรืออาจจะระบุได้ว่าวัสดุใดๆ มีสมบัติเช่นไร แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใด เช่น ทราบว่าเหล็กนำไฟฟ้า แต่ไม่ทราบจะอธิบายอย่างไร นอกจากนี้ยังพบว่า ภาษาเป็นปัจจัยสำคัญในการเปลี่ยนแปลงแนวคิด เนื่องจากภาษาเป็นเครื่องมือในการสื่อสารที่สำคัญ หากเกิดความสับสนระหว่างภาษาในชีวิตประจำวัน ภาษาถิ่นและภาษาวิทยาศาสตร์ย่อมทำให้การเรียนรู้เกิดความ

ขัดข้องขึ้นได้ นอกจากนั้นยังพบว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดมีความเกี่ยวข้องอย่างมากกับ motivational belief ของนักเรียนเพราะนักเรียนจะต้องเกิดความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงแนวคิดด้วยตนเอง โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกสะท้อนผลการเรียนรู้ อย่างสร้างสรรค์ สร้างแรงจูงใจและจัดเตรียมสถานการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับนักเรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความจำเป็นที่จะให้ความสำคัญ กับ ภาษา ครูในฐานะเป็นผู้จัดเตรียมประสบการณ์และอำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน และแนวทางในการส่งเสริม motivational belief ของนักเรียน ซึ่งผลการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนมากมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดโดยยอมรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

บทที่ 5

การอภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อจะส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ และศึกษาปัจจัยต่างๆที่ เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงแนวคิด หน่วยการเรียนรู้ที่จัดทำขึ้น สร้างขึ้น บนพื้นฐานของมุมมองของการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด และ จากการศึกษา งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วัสดุและสมบัติของวัสดุ การศึกษาปัจจัยต่างๆเช่น ปัจจัยด้าน จิตพิสัย และปัจจัยด้านสังคมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ในบทสุดท้ายนี้จะนำเสนอข้อ ค้นพบของงานวิจัยและข้อเสนอแนะในการทำการศึกษาค้นคว้าต่อไป

ภาพรวมของการวิจัย

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาบทบาทของปัจจัยทางด้านจิตพิสัยและทางสังคมต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษากระบวนการในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลง แนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของ วัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2. คำถามการวิจัย

1. ปัจจัยทางด้านจิตพิสัยและทางสังคมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและ สมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หรือไม่ อย่างไร
2. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติ ของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีกระบวนการเป็นอย่างไร
3. ผลการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นอย่างไร

ขอบเขตของการวิจัย

1. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

1. คำถามวิจัยข้อที่ 1 นักเรียนช่วงชั้นที่ 1 และ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6) ระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน ในโรงเรียนขนาดเล็กระดับประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น (โรงเรียนใกล้เคียง) โดยผู้วิจัยทำการสังเกตการเรียนการสอนในชั้นเรียน และสัมภาษณ์ กิ่งโครงสร้างนักเรียน
2. คำถามวิจัยข้อที่ 2 และ ข้อที่ 3 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน (นักเรียนจำนวน 32 คน) ในโรงเรียนใกล้เคียง ปีการศึกษา 2551

2. หน่วยการเรียนรู้เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ

ผู้วิจัยสร้างหน่วยการเรียนรู้เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุโดยยึดถือตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ.,2546) สาระที่ 3 เรื่องสารและสมบัติของสารสำหรับช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6) วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากเอกสารต่าง ๆ ผลการสำรวจแนวคิดผู้เรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ และ ผลการ สังเกตปัจจัยด้านจิตพิสัยและสังคมที่ส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยในหน่วยการเรียนรู้นี้ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 7 แผน ในเนื้อหาเกี่ยวกับ ความหมายของวัสดุ สมบัติของวัสดุ (ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า ความหนาแน่น) และ การใช้วัสดุต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันโดยเลือกใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามสมบัติของวัสดุนั้นๆ โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย โดยแต่ละวิธีการสอนอยู่บน พื้นฐานของการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด (a conceptual change approach)

โดยในการศึกษาครั้งนี้วิธีสอนที่ใช้ได้แก่ การทดลอง การศึกษาประวัติวิทยาศาสตร์ บทบาทสมมติ เกม และการแก้ปัญหา โดยเป็นวิธีสอนที่มีผลการวิจัยรองรับว่าสามารถส่งเสริม การเปลี่ยนแปลงแนวคิดได้ (รายละเอียดในบทที่ 2) โดยผลสำเร็จของวิธีสอนต่างๆนี้ปรากฏอยู่ ในบทที่ 4

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บข้อมูลที่หลากหลายเพื่อตรวจสอบและประเมินความเข้าใจของผู้เรียน โดยในระยะที่ 1 ผู้วิจัยเข้าไปการสร้างความรู้ความคุ้นเคยกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การสังเกตชั้นเรียน วิทยาศาสตร์โดยมีการบันทึกภาคสนาม ถ่ายภาพ และถ่ายวิดีโอ ทำการการสัมภาษณ์ครูและ

นักเรียนเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ต่อมาในระยะที่ 2 ผู้วิจัยทำการสำรวจแนวคิดนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ โดยใช้แบบสำรวจแนวคิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นทำการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหลังจากการสำรวจแนวคิด และเก็บรวบรวมชิ้นงานของผู้เรียน และในระยะที่ 3 ระหว่างที่ผู้วิจัยทำการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุด้วยตนเอง ผู้วิจัยใช้สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างสัมภาษณ์ผู้เรียนระหว่างจัดการเรียนรู้กับผู้เรียนที่มีการปฏิบัติหรือคำตอบที่น่าสนใจจากนั้นทำการสำรวจแนวคิดหลังเรียน สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหลังจากการสำรวจแนวคิดผลการสัมภาษณ์ในแต่ละครั้งผู้วิจัยทำการบันทึกเสียงโดยได้รับการอนุญาตจากกลุ่มเป้าหมายและถอดความแบบคำต่อคำด้วยตนเอง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บข้อมูลที่หลากหลายเพื่อตรวจสอบและประเมินความเข้าใจของผู้เรียน โดยในระยะที่ 1 ผู้วิจัยเข้าไปการสร้างความคุ้นเคยกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การสังเกตชั้นเรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการบันทึกภาคสนาม ถ่ายภาพ และถ่ายวิดีโอ ทำการการสัมภาษณ์ครูและนักเรียนเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ต่อมาในระยะที่ 2 ผู้วิจัยทำการสำรวจแนวคิดนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ โดยใช้แบบสำรวจแนวคิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นทำการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหลังจากการสำรวจแนวคิด และเก็บรวบรวมชิ้นงานของผู้เรียน และในระยะที่ 3 ระหว่างที่ผู้วิจัยทำการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุด้วยตนเอง ผู้วิจัยใช้สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างสัมภาษณ์ผู้เรียนระหว่างจัดการเรียนรู้กับผู้เรียนที่มีการปฏิบัติหรือคำตอบที่น่าสนใจและสัมภาษณ์หลังจากการสำรวจแนวคิดหลังเรียน

ในระยะที่ 1 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบบันทึกภาคสนาม ภาพถ่าย รวมทั้งบทสัมภาษณ์ครูและนักเรียนเพื่อสรุปถึงความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ในระยะที่ 2 คำตอบของผู้เรียนจากแบบสำรวจแนวคิดจะถูกตรวจและจัดกลุ่มโดยผู้วิจัยเอง (รายละเอียดในบทที่ 4) โดยผลจากการสำรวจแนวคิด การสังเกตชั้นเรียน และการสัมภาษณ์ในระยะที่ 1 และ 2 ใช้เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุเพื่อใช้ในระยะที่ 3 โดยในระยะนี้ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น โดยอยู่บนพื้นฐานของการ triangulation ระหว่าง ผลการสัมภาษณ์ บันทึกการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยแบบสำรวจแนวคิด และผลงานนักเรียน ซึ่งจะทำให้ได้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของแนวคิดของผู้เรียนหลังจากผ่านการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ และทราบ

ถึงเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนโดยวิเคราะห์จากปัจจัยด้านจิตพิสัย ด้านสังคม และปัจจัยด้านอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด

ข้อค้นพบจากการวิจัย

1. คำถามวิจัยข้อที่ 1 ปัจจัยทางด้านจิตพิสัยและทางสังคมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หรือไม่อย่างไร

จากผลการวิจัยพบว่าปัจจัยทางด้านจิตพิสัยและทางสังคมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานโดยการสังเกตการณ์ชั้นเรียนและบริบทของโรงเรียนใกล้เคียง ผู้วิจัยพบหลักฐานว่าผู้เรียนมีความเชื่อในที่มาของความรู้ (Epistemological beliefs) ว่าความเกิดจากครูบอก และให้ความสนใจ/และให้คุณค่า (Interest/value) ไปกับการทำให้ครูพอใจเพื่อให้ได้คะแนนมากๆ ทำให้มีเป้าหมายการเรียนรู้ (Goal orientation) คือการได้คะแนนและคำชมเชยจากครู จึงพบว่าการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self Efficacy) ของผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ ส่งผลให้ขาดความเชื่อในความสามารถในการควบคุมตนเอง (Control belief) ดังนั้น ผู้วิจัยได้พยายามจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนตระหนักว่า ความรู้ไม่ได้เกิดจากครูบอกหากแต่เกิดจากการสร้างความหมายจากประสบการณ์ด้วยตนเอง โดยพยายามสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนโดยใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ใกล้ตัวและคุ้นเคยมาเพื่อนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายและแก้ปัญหาาร่วมกัน ผู้วิจัยพบว่าการศึกษาที่ผู้เรียนได้มีโอกาส “เลือก” ใช้แนวคิดในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง โดยปราศจากการชี้นำหรือตีกรอบจากครู จะเป็นการสนับสนุนความเชื่อให้กับผู้เรียน (epistemological beliefs) ได้ว่าความรู้มาจากการสืบเสาะด้วยตนเองไม่ใช่มาจากการรอรับจากครูหรือครูกำหนด ผู้เรียนจึงสนใจและให้คุณค่า (Interest/value) ไปกับสิ่งที่รู้สึกว่าคุณมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ แทนที่จะเป็นการทำเพื่อให้ครูพอใจเพื่อให้ได้คะแนนมากๆ เมื่อเป็นเช่นนั้นเป้าหมายการเรียนรู้ (Goal orientation) ของผู้เรียนจึงไม่ใช่การหวังจะได้คะแนนและคำชมเชยจากครู แต่ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงการตอบสนองต่อสถานการณ์ต่างๆ เพื่อมุ่งหวังให้เกิดความเข้าใจ เกิดการเรียนรู้ ตอบสนองความท้าทายและความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลให้การรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self efficacy) ของผู้เรียนส่วนใหญ่สูงขึ้น โดยผู้เรียนแสดงถึงการตั้งใจที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ ในชั้นเรียนโดยปราศจากการบังคับหรือการนำคะแนนมาเป็นตัวล่อ (Control beliefs) ซึ่งจะเห็นได้จาก อัตราการเพิ่มขึ้นของการร่วมกิจกรรมของผู้เรียนสอดคล้องกับแนวคิดของ Pintrich (1993) ที่เชื่อว่าผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ต้องมี motivational beliefs เกี่ยวกับ

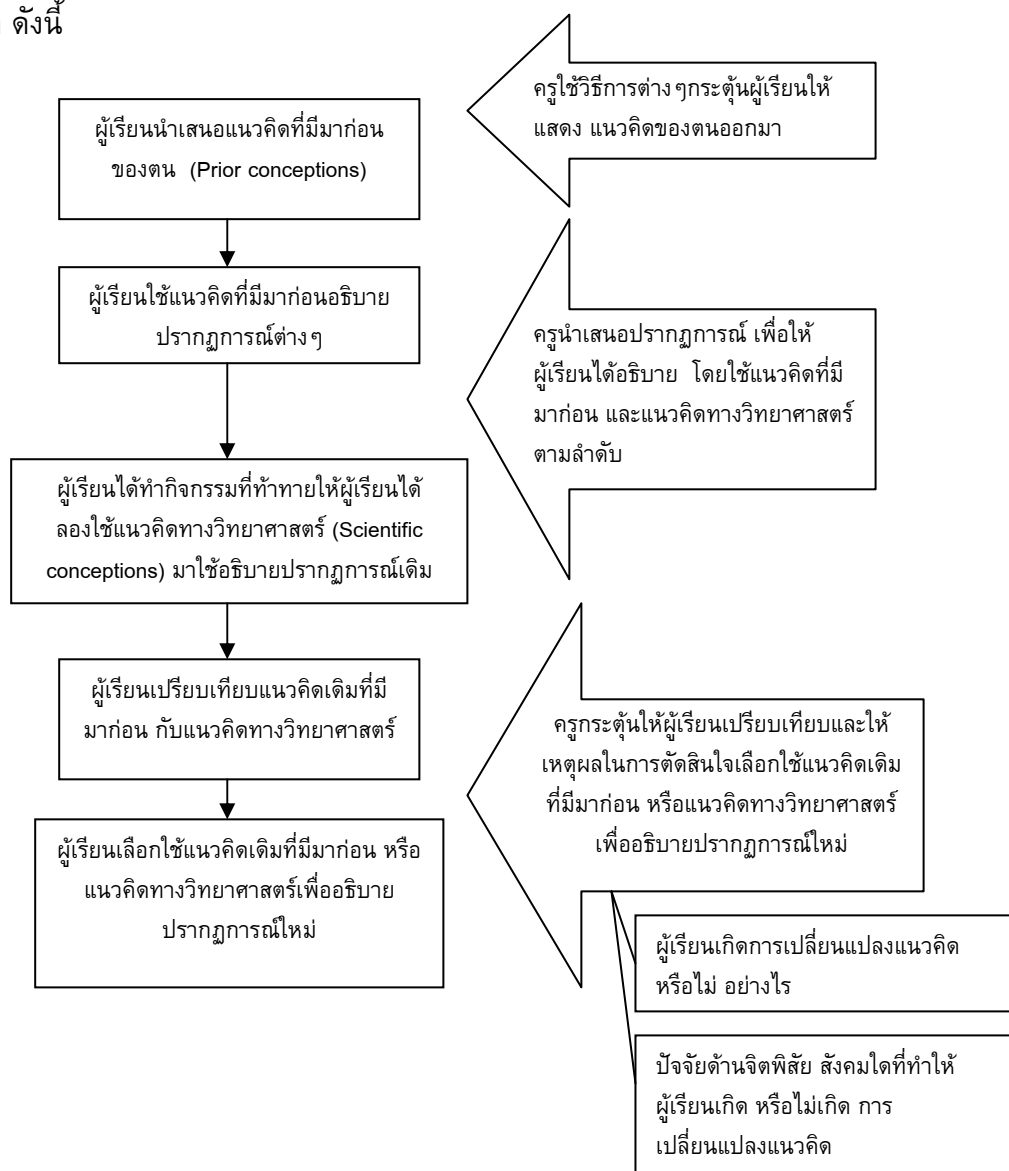
ตนเองในฐานะผู้เรียน ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ การจัดสภาพการเรียนรู้ที่เหมาะสม เช่น บริบทในห้องเรียนที่ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิด และพบว่าการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่มุ่งสร้างความหมายจากประสบการณ์ด้วยตนเอง โดยใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ใกล้ตัวและคุ้นเคยมาเพื่อนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่างๆให้แก่ผู้เรียน และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายและแก้ปัญหาพร้อมกันซึ่งเป็นวิธีการที่ได้ผลในการส่งเสริมแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ สอดคล้องกับแนวคิดของ Saljo (1999) ที่เชื่อว่าการได้มีส่วนร่วมอย่างเพียงพอในบริบทที่ศึกษา (adequate contextualization) และการที่ผู้เรียนไม่ได้เข้าร่วมในการมีปฏิสัมพันธ์พูดคุยสื่อสารกันระหว่างบุคคลในสังคม (discursive practice) เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้นๆ เป็นวิธีการที่ส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ถือว่าเป็นหลักฐานว่าปัจจัยทางสังคม (social factor) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (เช่น Pintrich, 1993 ;Hallen, 1999)

นอกจากประเด็นเกี่ยวกับ motivational belief และ ปัจจัยทางสังคม(social factor) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ผู้วิจัยยังพบปัจจัยอื่นๆที่มีหลักฐานว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ซึ่งได้แก่ ผลของความแตกต่างระหว่างภาษาถิ่นและภาษาไทยกลาง และภาษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งประเด็นในเรื่องภาษาถิ่นเป็นประเด็นที่เพิ่มเติมมาจากข้อค้นพบของ Pimthong (2006) ที่พบว่าความแตกต่างระหว่างภาษาชีวิตประจำวันและภาษาทางวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนและงานวิจัยของ Clerk and Rutherford (2000) ที่พบว่าปัญหาเกี่ยวกับภาษาในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือ ความแตกต่างระหว่างภาษาที่ผู้เรียนใช้ในชีวิตประจำวัน และภาษาวิทยาศาสตร์ และ ปัญหาในเรื่องทักษะทางภาษาของผู้เรียน เช่นอ่านไม่ออก เขียนไม่ได้

คำถามวิจัยข้อที่ 2 การพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีกระบวนการเป็นอย่างไร

จากการศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนใกล้เคียง รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ พบว่าแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ อยู่ในสาระที่ 3 ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์(กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) และประเด็นที่งานวิจัยจำนวนมากนำเสนอเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุจะเกี่ยวข้องับประเด็นการเลือกใช้และให้เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ ประกอบกับผลการศึกษาศึกษาบริบทของผู้เรียน โรงเรียน และสภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาหน่วย

การเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ โดยสร้างชั้นบนรากฐานของมุมมองการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด (the conceptual change view of learning) โดยมุ่งเน้นถึงความสำคัญของความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีมาก่อนที่จะเรียน ปัจจัยต่างๆที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียน ตลอดจนแนวทางในการส่งเสริมให้ผู้เรียนตระหนักถึงแนวคิดเดิมของตนเองและพัฒนาแนวคิดทางเลือกไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่ (Pimthong, 2006) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะมุ่งศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดด้วย เพื่อหาคำอธิบายว่าสิ่งใดส่งเสริมหรือยับยั้งการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดของนักการศึกษาที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในบุคคลที่ไม่ได้สนใจเฉพาะการพัฒนาทางด้านพุทธิปัญญา (cognitive factor) แต่ศึกษาไปถึงปัจจัยทางด้านจิตพิสัย (affective factor) และสังคม (social factor) เช่น Pintrich (1993), Hallen (1999) และ Saljo (1999) ด้วย ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์รูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด ดังนี้



คำถามวิจัยข้อที่ 3 ผลการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นอย่างไร

จากผลการเก็บข้อมูลวิจัยใน ระยะที่ 1 (รายละเอียดในหัวข้อที่ 4.2) โดยการที่ผู้วิจัยสร้างความคุ้นเคยกับกลุ่มตัวอย่างและบริบทของโรงเรียนใกล้เคียงเมืองโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกลุ่มตัวอย่าง และบริบทของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลจากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 2,3,4,5 และ 6 ผู้วิจัยสรุปประเด็นที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ ได้ 4 ประเด็น ได้แก่ การสะท้อนผลการเรียนรู้ของครูที่มีให้แก่ผู้เรียน ภาษากับการเรียนรู้ ความคิดเห็นของผู้เรียนและครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนใกล้เคียงเมือง และสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนใกล้เคียงเมือง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของนักการศึกษาเช่น Pintrich (1993), Hallen (1999) และ Saljo (1999)ที่มีความเชื่อว่า ความเชื่อในแรงจูงใจ (Motivational belief) และ ปัจจัยทางสังคม (Social factor) มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียน ต่อมาในระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจ แนวคิดก่อนเรียนเกี่ยวข้องกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อนำผลการศึกษาไปเป็นข้อมูลพื้นฐานร่วมกับข้อมูลที่ได้ในระยะที่ 1 เพื่อออกแบบหน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ จากนั้นในระยะที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนใกล้เคียงเมือง จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการในแนวคิดของผู้เรียนส่วนใหญ่จากแนวคิดที่คลาดเคลื่อนไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดย พบว่า ผู้เรียนจำนวนมากจะนึกถึงสิ่งที่คุ้นเคย เช่น ภาษาที่คุ้นเคย หรือสถานการณ์ที่คุ้นเคยมาอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งในบางครั้งไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เช่น จากการสำรวจก่อนเรียนพบว่าผู้เรียนจะอธิบายสาเหตุในการเลือกใช้วัสดุว่า เป็นเพราะ ใช้เพื่อทำประโยชน์อะไร(U) หรือบรรยายว่ามีสภาพเป็นอย่างไร เช่น ใหญ่ หนัก (W) หยาบ (T) ไส (V) โดยไม่ได้คำนึงถึงสมบัติหลัก เช่นเลือกเอ็นมาทำสายเบ็ดเพราะเบา (W) ทั้งๆที่ควรตอบว่าเพราะเอ็นมีความเหนียว (ST) หรือ ตอบว่าเลือกอิฐมาทำกำแพงเพราะก่อได้สูง (U) แทนที่จะตอบว่าเพราะแข็งแรง (H) (รายละเอียดการจัดกลุ่มแนวคิดผู้เรียนอยู่ในหัวข้อ 4.4) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Liu (2000) ที่พบว่าผู้เรียนมักอธิบายสาเหตุของสมบัติบางประการของวัตถุที่มีผลต่อการกลิ้งจากประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนเคยพบในชีวิตประจำวัน ซึ่งมักจะไม่ครอบคลุมหรือสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จนต่อเมื่อผ่านการเรียนรู้โดยการทดลองจริงๆ จึงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดได้

ประเด็นต่อมา ผู้วิจัยพบว่าหลักฐานของการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียนคือ การที่ผู้เรียนอ้างถึงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติในกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนสามารถระบุถึงลักษณะสำคัญของสิ่งที่แข็ง เช่น ไม่เป็นรอย ไม่แตกง่ายโดยจะอ้างอิงถึงกิจกรรมที่ทดสอบความแข็งของวัตถุต่าง ๆ มาเป็นหลักฐานอ้างอิงเสมอ หรือการอ้างอิงประสบการณ์จากกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการยอมให้ความร้อนผ่านได้ของวัสดุต่าง ๆ มาเป็นเหตุผลสนับสนุนในการเลือกวัสดุใดๆ ซึ่งแสดงถึงการเห็นความสำคัญในสมบัติดังกล่าว เช่นเดียวกับ การที่ผู้เรียนยอมรับว่าการได้ฝึกการแก้ปัญหาในกิจกรรม ดีไซน์เนอร์วัยเยาว์ และการทดสอบการนำไฟฟ้าของวัสดุต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญว่าสมบัติที่สำคัญของวัสดุคือสมบัติที่ช่วยทำให้วัสดุเหล่านั้นใช้งานได้ดี แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความใส่ใจและเรียนรู้ได้ดีจากการปฏิบัติจริง และการทำงานร่วมกับเพื่อนและครู ซึ่งถือว่าเป็นการมีส่วนร่วมอย่างเพียงพอในบริบทที่ศึกษา (adequate contextualization) และมีปฏิสัมพันธ์พูดคุยสื่อสารกันระหว่างบุคคลในสังคม (discursive practice) (Hallen, 1999) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Carr (2000) ที่พบว่า ผู้เรียนการทำงานเกี่ยวกับการเลือกวัสดุมาสร้างวัตถุจะประสบความสำเร็จเมื่อได้รับความร่วมมือจากเพื่อนและการสนับสนุนจากผู้ใหญ่

ประเด็นสุดท้ายที่ผู้วิจัยพบคือ ปัจจัยต่างๆ ทั้งทางด้าน motivational belief ปัจจัยทางสังคม และปัจจัยทางภาษาล้วนมีส่วนเกี่ยวข้องและส่งผลต่อการเรียนรู้แนวคิดของผู้เรียน สอดคล้องกับ Carr (2000) ที่ตั้งข้อสังเกตว่าในการแก้ปัญหาเรื่องการเลือกใช้วัสดุ ผู้เรียนมีวิธีการที่จะจัดการกับปัญหาแตกต่างกันโดยจะเกี่ยวข้องกับความกระตือรือร้นของผู้เรียน เช่นเดียวกับ Flier (1999) ที่พบว่าผู้เรียนจะเต็มใจลงมือสร้างงานหากผู้เรียนรู้สึกว่างานนั้น ผู้เรียนมีความสามารถจะทำได้และมีแนวโน้มจะประสบความสำเร็จ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยนี้ไปใช้

1. เป็นแนวทางให้ผู้จัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษา ให้ความสำคัญต่อการสำรวจแนวคิดก่อนเรียน การพัฒนาครูให้ตระหนักในแนวทางของการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ตระหนักถึงความสำคัญของแนวคิดเดิมที่มีมาของผู้เรียนและปัจจัยต่างๆ ที่อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุในระดับชั้นอื่นๆ
2. การศึกษาระยะยาวเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียน เช่น ติดตามศึกษาแนวคิดนักเรียนกลุ่มเดิมตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

บรรณานุกรม

- Alberts, R., P.van Beuzekom and I.de Roo. 1986. The assessment of practical work: A choice of options. *Innovations and developments*. 8(4): 361-369.
- Angrosino,M. (1994). *Doing ethnographic and observational research* (Edited by Uwe Flick). Los Angeles: SAGE Publication.
- Allchin, D. (1999). Editorial. *Science and Education*,8, 585-587.
- Andersson, B. (1990). Pupils' Conceptions of Matter and its Transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*,18, 53-85.
- Barker, M. (2001). How do people learn? Understanding the learning process. In C. McGee and D. Fraser (Eds.), *The professional practice of teaching* (2 rd ed.). (pp.35-66). Palmerston North: Dunmore Press Ltd.
- Bell, B. (1993). Children's Sciences. *Constructivism and Learning in Science*. Victoria: Deakin University.
- Bell, B., and P. Freyberg. (1985). Language in the science classroom. In R. Osborne and P. Freyberg (Eds.), *Learning in Science* (pp. 29-40). Auckland: Heinemann.
- Bennett, J. 2003. *Teaching and learning science*. London, Continuum.

- Blicblau, A. (1997). The Trend Towards Materials in Science and Technology Education. *Journal of Science Education and Technology*, 6(3), 231-240.
- Bryman, A. (2001). *Social research methods*. Oxford: Oxford University Press.
- Cachapuz, A.F. & Fatima-Paixao, M. (2005). A historical approach to teaching the concept of the chemical element. *School Science Review*, 86(317), 91-94.
- Carr, M. (2000). Technological Affordance, Social Practice and Learning Narratives in an Early Childhood Setting. *International Journal of Technology and Design Education*, 10, 61-79.
- Chatoney, M. (2006). The Evolution of Knowledge Objects at the Primary School: A Study of the Material Concept as it is Taught in France. *International Journal of Technology and Design Education*, 16, 143-161.
- Clerk, D. and M. Rutherford. (2000). Language as a confounding variable in the diagnosis of misconceptions. *International Journal of Science Education*, 22, 703-717.
- Cobb, P. (1994). Where is the mind? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. *Educational Researcher*, 23(7), 13-20.
- Cohen L., L. Manion and K. Morrison. 2000. *Research Methods in Education*. (5th ed.). London: RoutledgeFalmer.
- Conway, R. (2000). Ethical Judgements in Genetic Engineering: The Implications for

- Technology Education. *International Journal of Technology and Design Education*, 10, 239-254.
- Creswell, W. (1998). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Denzin, K. and S. Lincoln. (1994). *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Driver, R. et al. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 27(7), 5–12.
- Duit, R. (1999). Conceptual Change Approach in Science Education. In Schnotz, W., S. Vosniadou & M. Carretero (eds.), *Advances in Learning and Instruction Series: New Perspectives on Conceptual Change* (pp. 263-282). Amsterdam: Pergamon.
- Duit, R. and Treagust, F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Duit, R., Komorek, M. and Wilbers, J. 1997. Studies on Educational Reconstruction of Chaos Theory. *Research in science education*. 27(3): 339-354.
- Duveen, J. and J. Solomon. 1994. "The Great Evolution Trial: Use of Role-Play in the Classroom". *Journal of Research in Science Teaching*. 31(5): 575-582.

- Erickson, F. (1985). Qualitative methods in research on teaching. In M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd Edition). (pp 119-161). New York: Macmillan.
- Fleer, M. (1999). The Science of Technology: Young Children Working Technologically. *International Journal of Technology and Design Education*, 9, 269-291.
- Georghiades, P. (2000). Beyond conceptual change learning in science education: focusing on transfer, durability and metacognition. *Educational Research*, 42(2), 119-139.
- Guba, E. and Lincoln, Y. (1989). Fourth generation evaluation. London: Sage.
- Guba, E. and Y. Lincoln. (1989). Judging the quality of fourth generation evaluation. In E. Guba and Y. Lincoln (Eds.). *Fourth generation evaluation*. Newbury Park (pp. 228-51). CA: Sage.
- Haidar, H. (1997). Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 181-197.
- Hallden, O. (1999). Conceptual Change and Contextualization. In Schnotz, W., S. Vosniadou & M. Carretero (eds.), *Advances in Learning and Instruction Series:*

New Perspectives on Conceptual Change (pp. 53-65). Amsterdam: Pergamon.

Harlen, W. 1999. *Effective Teaching of Science: A Review of Research*. Glasgow; The Scottish Council for Research in Education.

Hewson, P. and Hewson, M. (1992). The status of students' conceptions. In Duit et al., (eds.), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies* (pp. 59-73). Kiel: Institute for Science Education at the University of Kiel.

Hewson, P., Hewson, W., E. Beeth and R. Thorley. (1998). Teaching for conceptual change. In G. Tobin and B. Fraser (Eds.). *International Handbook of Science Education*. (pp.199-218). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Hodson, D. 1993. "Re-thinking Old Ways: Towards A More Critical Approach To Practical Work In School Science". *Studies in Science Education*. 22: 85-142.

Hodson, D., and J. Hodson. (1998). From constructivism to social constructivism: A Vygotskian perspective on teaching and learning science. *School Science Review*, 79(289), 33-41.

Howe, C. (1996). Development of science concepts within a Vygotskian framework. *Science Education*, 80(1), 35-51.

Irwin. A.R. 2000. Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science. Education*, 84, 5-26.

Kipnis, N. (1996). The 'Historical-Investigative' Approach to Teaching Science. *Science and Education*, 5, 227-292.

Lewis-Beck, S., A. Bryman and T. Liao. (2004). *The Sage encyclopedia of social science research methods: volume 2*. California: SAGE Publications Inc.

Lincoln, Y. and E. Guba. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.

Liu, X. (2000). Elementary School Students' Logical Reasoning on Rolling. *International Journal of Technology and Design Education*, 10, 3-20.

Lock, R. and M. Ratcliffe. 1998. Learning about Social and Ethical Applications of Science. *ASE Guide to Secondary Science Education*. S Lock, R. and M. Ratcliffe. Hatfield, The Association for Science Education: 109-124.

Miles, B. and M. Huberman. (1994). *Qualitative data analysis (2nd ed.)*. Thousand, CA: SAGE.

Monk, M., & Osborne, J. (1997). Placing the history and philosophy of science in the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81(4), 405-424.

Osborne, R. and P. Freyberg. (1985). Learning in science: *The implications of children's science*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Pimthong, P. *Teaching and Learning About Matter in Grade 6 Classrooms: A Conceptual*

Change Approach. Doctor of Philosophy (Science Education) 297 pages. ISBN

974 - 16 - 2103 -5

Pintrich, P. et al. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivation beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63, 167-199.

Pintrich, P.R. and D.H. Schunk. (2002). *Motivational in Education: Theory, Research, and Application. (2nd ed.)*. New Jersey: Merrill Prentice Hall.

Posner, G. et al. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.

Saljo, R. (1999). Concepts, Cognition and Discourse: From Mental Structures to Discursive Tools. In Schnotz, W., S. Vosniadou & M. Carretero (eds.), *Advances in Learning and Instruction Series: New Perspectives on Conceptual Change* (pp. 81-90). Amsterdam: Pergamon.

Schnotz, W., S. Vosniadou and M. Carretero. 1999. Preface. In Schnotz, W. Vosniadou and M. Carretero (Eds.), *Advances in Learning and Instruction Series: New Perspectives on Conceptual Change*. Amsterdam: Pergamon.

Scott P. H., H. M. Asoko and R. H. Driver. (1992). Teaching for Conceptual Change: A Review of Strategies. In Duit.R, Goldberg. F, Niederer. H (eds.),

Research in physics Learning: Theoretical issue and empirical studies.

Proceedings of an International Workshop (pp. 310-329). Bremen: University of Bremen.

Sinatra, G. M. and P. R. Pintrich. (2002). *Intentional conceptual change*. Mahwah, N.J., L. Erlbaum.

Tobin, K. (1990). Social constructivist perspectives on the reform of science education. *Australian Science Teachers Journal*, 36(4), 29-35.

Tobin, K., J. Kahle and F. Barry. (1990). *Window into Science Classrooms: Problems Associated with Higher-Level Cognitive Learning*. London: The Falmer Press.

Tyson, M. et al. (1997). A Multidimensional Framework for Interpreting Conceptual Change Events in the Classroom. *Science Education*, 81, 387.

Tytler and Peterson. (2000). The Influence of Primary Children's Ideas in Science on Teaching Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 363-385.

Tytler. (2003). The Influence of Primary Children's Ideas in Science on Teaching Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 363-385.

Valanides, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry education: research*

and practice in Europe, 1(2), 249-262.

Vosniadou, S. (2003). Exploring the relationships between Conceptual Change and Intentional Learning .G.M. Sinatra and P.R. Pintrich (Eds.). *Intentional Conceptual Change*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Vygotsky, L.S. (1962). *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press.

Walsh, D., J. Tobin and M. Graue. (1993). The interpretive voice: qualitative research in early childhood education. In B. Spodek (Ed.), *Handbook of research on the education of young children* (pp. 464-476). New York: MacMillan.

Wandersee, H., J. Mintzes, and D. Novak. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. Gabel (Ed.) *Handbook of research on science teaching and learning* (pp.177-203). Washington, DC: National Science Teachers Association.

Watts, M. (1994). Constructivism, Re-constructivism and Task-oriented Problem-solving. In Fensham, F., R. Gunstone, and R. White (Eds.), *The content of science: a constructivist approach to its teaching and learning*. (pp.39-58). London: The Falmer Press.

West, H. and L. Pines. (1985). *Cognitive structure and conceptual change*. New York: Academic Press.

Willis, W., Muktha J., and Rema N. (2007). *Foundations of qualitative research: interpretive and critical approaches*. Thousand Oaks: SAGE Publication.

Woolfolk, E. (1998). *Educational psychology* (7th ed.). Boston: Allyn and Bacon.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544.
กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

กรมวิชาการ. (2534). หลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533).
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา.

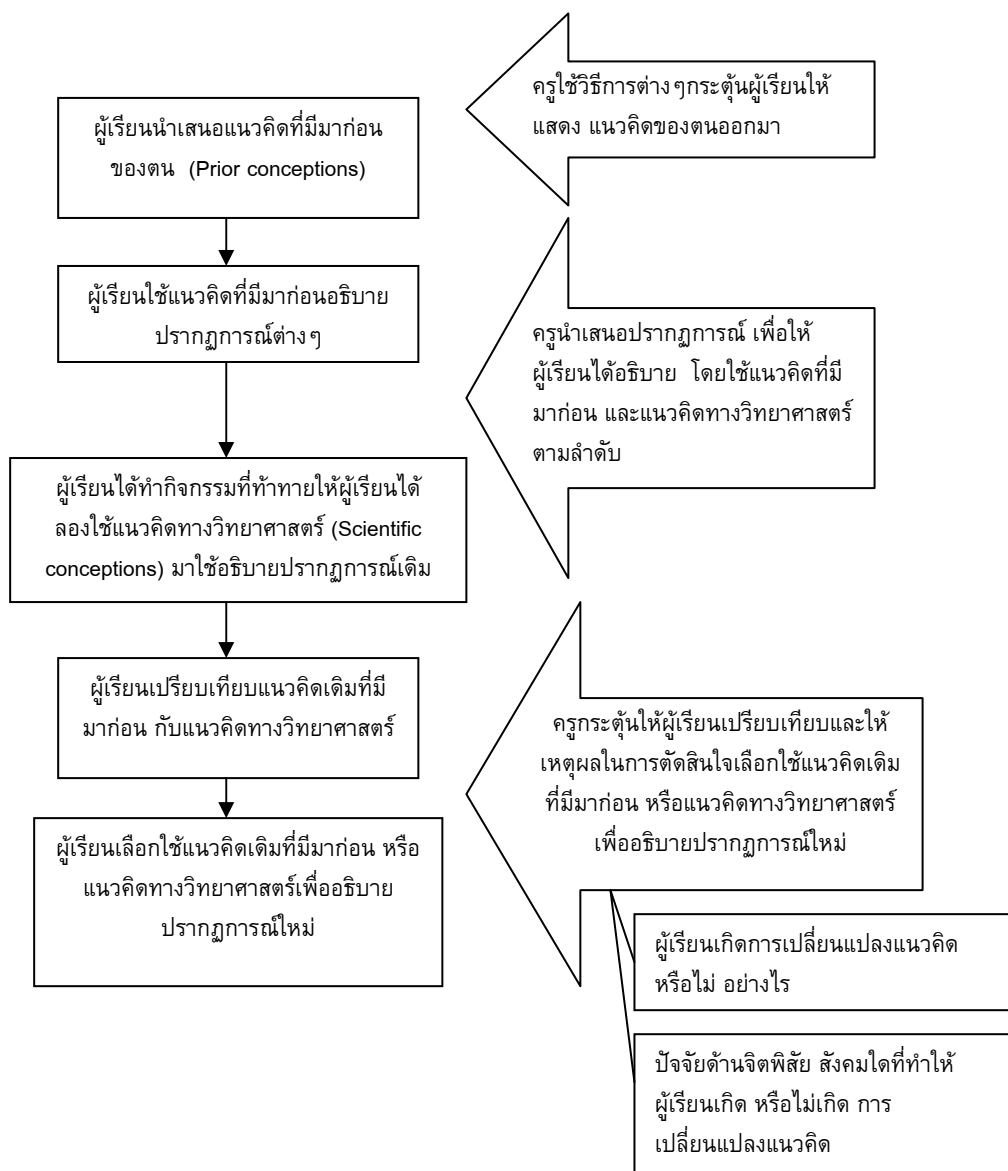
กระทรวงศึกษาธิการ.(2546). คู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.
กรุงเทพมหานคร : บริษัท บุ๊คโปรโมชันแอนด์เซอร์วิส จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ
พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545. กรุงเทพมหานคร.

Output 1: การนำเสนอผลงานวิจัย และ ผลงานตีพิมพ์

- เสนอผลงานในที่ประชุม 41st Annual ASERA Conference ณ Shoal Bay Resort and Spa, Port Stephens, New South Wales, Australia ระหว่างวันที่ 30 มิถุนายน – 3 กรกฎาคม 2553
นำเสนอในหัวข้อ The Effect of Multiple Factors on Teaching for Conceptual Change in Thai Primary Science
- รอผลการตอบรับการตีพิมพ์จากวารสาร The Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia ในหัวข้อ A Study of the Effects of Affective and Social Factors on Teaching for Conceptual Change in Primary Science

Output 2: รูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด



Output 3: หน่วยการเรียนรู้เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ

ตารางหน่วยการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ		ภาคเรียนที่ 2 / 2552 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
วัสดุและสมบัติของ วัสดุ	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 : ความหมาย วัสดุและสมบัติของวัสดุ	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 : สภาพยืดหยุ่น	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 : ความเหนียว	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 : ความแข็ง	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 : การนำไฟฟ้า	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 : การนำความร้อน	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 : การเลือกใช้วัสดุ	2
	รวม	14

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2/2550

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ

ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมาย วัสดุและสมบัติของวัสดุ จำนวน 2 ชั่วโมง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เวลา.....

สาระสำคัญ

วัสดุ เป็นสิ่งที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์โดยสร้างเป็นวัตถุ วัสดุแต่ละชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. บรรยายสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำวัตถุที่ครูกำหนดให้ได้
2. อธิบายได้ว่าเพราะเหตุใด วัตถุแต่ละชนิดจึงสร้างมาจากวัสดุต่างชนิดกัน
3. อธิบายได้ว่าการที่วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติที่แตกต่างกัน ส่งผลอย่างไรต่อการเลือกมาใช้งาน

สาระการเรียนรู้

วัสดุ หมายถึง สิ่งของที่ได้จากธรรมชาติ หรือมนุษย์สร้างขึ้น โดยนำมาใช้ประโยชน์โดยสร้างเป็นวัตถุ เช่น ขวดพลาสติก คือ วัตถุขวดที่ทำมาจากวัสดุพลาสติก วัสดุก่อสร้าง เช่น อิฐ ใช้ทำวัตถุคือกำแพง วัสดุแต่ละชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น แข็ง เหนียว ยืดหยุ่น บาง ชนิดยอมให้ความร้อน หรือไฟฟ้าผ่านได้ ตัวอย่างของวัสดุที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น ผ้า ฟองน้ำ แก้ว เป็นต้น

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (30 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยแนะนำให้นักเรียนสังเกตสิ่งรอบตัว วิทยาศาสตร์ พร้อมชี้ให้เห็นว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การศึกษาสิ่งรอบตัว โดยครูใช้คำถาม
 - เมื่อมองไปรอบ ๆ ตัว นักเรียนเห็นอะไรบ้าง แต่ละสิ่งมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนเล่นเกม “ทายได้ไหม อะไรอยู่ข้างหลัง” (ใช้เวลา 15 นาที) เพื่อให้นักเรียนสังเกตลักษณะที่แตกต่างกันของสิ่งรอบตัว จากนั้นนักเรียนที่ชนะการเล่นเกมนำเสนอผลการค้นพบ ครูใช้คำถาม
 - นักเรียนใช้คำถามก็คำถาม ทายกี่ครั้ง ถามว่าอะไรบ้าง
3. ครูใช้คำถามนำเพื่ออภิปรายถึงสิ่งที่ได้จากการเล่นเกม
 - สิ่งของต่าง ๆ รอบตัวเรามีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

- ลักษณะของสิ่งของที่ต่างกัน และมีความเฉพาะตัวเฉพาะสิ่งของนั้น เรียกว่าอะไร (สมบัติ)
- เพราะเหตุใดสิ่งของแต่ละชนิด จึงทำมาจากสิ่งต่างๆ กัน (เพราะมีจุดประสงค์การใช้งานต่างกัน)
- เราจะเรียกสิ่งื่อนำมาทำสิ่งของต่างๆ ว่าอะไร (วัสดุ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้ (60 นาที)

1. ครูนำเสนอสิ่งของต่าง ๆ (ฟองน้ำ/ ยางลบ/ จานแก้ว/ ผ้าเช็ด/ ยางยืด/ สายไฟ/ ดินน้ำมัน/ USB port) จากนั้นใช้คำถาม

- หากนักเรียนต้องการสังเกตสิ่งใด นักเรียนจะอย่างไรบ้าง (ดู/ ตม/ จับ/ ฟัง/ ชิม)

- นักเรียนสังเกตอะไรได้บ้างจากสิ่งของเหล่านี้

- ครูจะทราบได้อย่างไรว่านักเรียนสังเกตอะไรได้บ้าง (นักเรียนบรรยาย)

ครูนำเสนอว่าการที่นักเรียนบอกครูว่าเวลาจับรู้สึกอย่างไร มองเห็นอะไรบ้าง ฟังแล้วได้ยินอะไร ตมแล้วมีกลิ่นอย่างไร เรียกว่า “การบรรยาย”

2. นักเรียนใช้เวลา 20 นาที ในการสังเกตสิ่งของต่าง ๆ ที่ครูเตรียมไว้ให้ โดยนักเรียนแต่ละคนเลือกสังเกตสิ่งของคนละ 5 ชนิดตามความสนใจ จากนั้น บันทึกผลการสังเกตลงใน ใบกิจกรรมที่ 1

3. ครูขออาสาสมัคร นำเสนอผลการสังเกต โดยครูใช้คำถาม

- นักเรียนเลือกสังเกตสิ่งของชนิดใด สังเกตอะไรบ้าง

- เพราะเหตุใด สิ่งของแต่ละชนิดจึงมีลักษณะแตกต่างกัน (เพราะทำมาจากสิ่งที่แตกต่างกัน)

- เราจะเรียกสิ่งื่อนำมาใช้ประดิษฐ์สิ่งของต่างๆที่เราใช้ประโยชน์นี้ว่าอะไร (วัสดุ)

-ครูนำเสนอว่า สิ่งของต่างๆที่ทำมาจากวัสดุ เราเรียกว่า “วัตถุ” แต่เพื่อความสะดวกเราสามารถเรียกว่าสิ่งของได้

- มีเพื่อนคนใดบ้างสังเกตสิ่งเดียวกัน และบรรยายได้เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

- นักเรียนที่สังเกตสิ่งเดียวกัน บรรยายได้เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร (แตกต่างกัน แต่ละคน สังเกตในประเด็นต่าง ๆ แตกต่างกัน หรือสังเกตประเด็นเดียวกัน แต่ใช้คำที่ต่างกัน)

- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด นักเรียนแต่ละคนจึงมีคำตอบที่แตกต่างกัน ทั้ง ๆ ที่สังเกตในสิ่งเดียวกัน (แต่ละคนมีประสบการณ์ที่ต่างกัน มีความสนใจแตกต่างกัน)

- เราจะทำอย่างไรจึงจะสื่อสารกันได้เข้าใจ ว่ากำลังพูดถึงสิ่งเดียวกัน
(เลือกใช้คำที่สื่อสารกันเข้าใจ ว่าพูดถึงสิ่งเดียวกัน)
- 4. ครูนำเสนอว่า เรามาลองสื่อสารกันใหม่ โดยครูจะมีคำมาให้เลือกใช้เพื่อบรรยาย
สิ่งของ 5 ชิ้นใหม่ที่นักเรียนสังเกต โดยบันทึกในใบกิจกรรมที่ 2 โดยใช้เวลา 10 นาที
- 5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงความหมายของคำศัพท์ที่ครูให้ ก่อนลงมือทำใบ
กิจกรรมที่ 2 โดยครูใช้คำถาม
 - ตามความเข้าใจของนักเรียน ยืดหยุ่น / แข็ง / เหนียว / นำไฟฟ้า / นำความ
ร้อนหมายความว่าอย่างไร
 - มีคำใดที่นักเรียนไม่รู้จำ หรือไม่คุ้นเคยบ้าง
- 6. เมื่อครบเวลา 10 นาที นักเรียนอาสาสมัครนำเสนอ การบรรยายสิ่งของตัวอย่าง
โดยใช้คำศัพท์ที่ครูกำหนดให้ ตามใบกิจกรรมที่ 2 จากนั้นครูใช้คำถาม
 - นักเรียนที่บรรยายสิ่งของสิ่งเดียวกัน เลือกใช้คำเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
 - หากนักเรียนบรรยายสิ่งของสิ่งเดียวกันต่างกัน มีคำใดที่นักเรียนใช้เพิ่มเติม

สรุปบทเรียน (30 นาที)

1. ครูใช้คำถามเพื่อนำสู่การสรุปบทเรียน
 - วัสดุอื่นๆในชีวิตประจำวันของนักเรียนมีสมบัติแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
 - การที่วัสดุมีสมบัติแตกต่างกันมีประโยชน์กับนักเรียนอย่างไรบ้าง (ใช้ทำสิ่งของที่
ต่างกัน ตามความต้องการของผู้ใช้งาน)
2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ในส่วนท้ายของใบกิจกรรม (ให้เวลาใน
การบันทึก 10 นาที)

สื่อ อุปกรณ์ สารเคมี และแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อ อุปกรณ์
 - ฟองน้ำ/ ยางลบ/ จานแก้ว/ ผ้าขี้ริ้ว/ ยางยืด/ สายไฟ/ ดินน้ำมัน/ USB port
 ใบกิจกรรมที่ 1, ใบกิจกรรมที่ 2
2. สารเคมี
 -
3. แหล่งเรียนรู้
 -

กระบวนการวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการวัดและประเมิน	เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมิน
1. ความสามารถในการบรรยายสิ่งที่สังเกต	- การสังเกตการอภิปรายในชั้นเรียน และการนำเสนอผลงาน	- แบบบันทึกการสังเกต
2. ความเข้าใจในแนวคิดเกี่ยวกับ วัสดุ วัตถุ และสมบัติของวัสดุ	- วิเคราะห์เนื้อหา - การสังเกตการอภิปรายในชั้นเรียน และการนำเสนอผลงาน	- แบบบันทึกคะแนนที่ 1 และ 2 - แบบบันทึกการสังเกต
3. ความสามารถในการให้เหตุผลว่าวัสดุต่างชนิดกันมีผลต่อการนำไปใช้งานอย่างไร	- การสังเกตการอภิปรายในชั้นเรียน และการนำเสนอผลงาน - การสัมภาษณ์	- แบบบันทึกการสังเกต - แบบสัมภาษณ์

บันทึกผลหลังสอน

1. ครูประเมินการสอนของตนเอง (ผลดีจากการสอน ปัญหาที่พบ ข้อเสนอแนะ)

.....

.....

.....

.....

.....

2. ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้สอน.....

()

ใบกิจกรรมที่ 1 (พร้อมเฉลย)

ช่วยกันบรรยายหน่อย

คำชี้แจง นักเรียนจะ **บรรยาย** สิ่งของที่นักเรียน **สังเกต** ว่า
อย่างไร (เลือกมา 5 อย่าง)

หมายเลข	ชื่อสิ่งของ/ภาพ	บรรยาย (เวลาจับรู้สึก อย่างไร/เวลามองเป็น อย่างไร)

ใบกิจกรรมที่ 2 (พร้อมเฉลย) ช่วยกันบรรยายหน่อย (ภาค 2)

คำชี้แจง นักเรียนจะเลือกใช้คำใดต่อไปนี้ **บรรยาย** สิ่งของ
ที่นักเรียน **สังเกต** (เลือกมา 5 อย่าง)

ยืดหยุ่น	ไม่ เหนียว	ไม่ ยืดหยุ่น	นำความร้อน	ไม่นำไฟฟ้า
แข็ง	นิ่ม	เหนียว	นำไฟฟ้า	ไม่นำความร้อน

หมายเลข	ชื่อสิ่งของ/ภาพ	บรรยาย (เวลาจับรู้สึกอย่างไร/ เวลามองเป็นอย่างไ)

บันทึก



.....
.....
.....
.....
.....
.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สภาพยืดหยุ่น

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคเรียนที่ 2/2550

ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 2 ชั่วโมง

เวลา.....

สาระสำคัญ

สภาพยืดหยุ่นเป็นลักษณะที่วัตถุสามารถกลับคืนสู่รูปทรงเดิมได้หลังจากแรงที่มากระทำต่อวัตถุนั้นหยุดกระทำ ความยืดหยุ่นแตกต่างจากความเหนียว

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. ทำการทดลองและอธิบายความยืดหยุ่นที่แตกต่างกันของวัสดุชนิดต่างๆ
2. ออกแบบสิ่งของ พร้อมให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้วัสดุต่างๆในการประดิษฐ์สิ่งของดังกล่าว
3. ให้เหตุผลได้ว่าวัสดุที่มีสภาพยืดหยุ่นเหมาะสมจะใช้ในโอกาสใด
4. ทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจได้

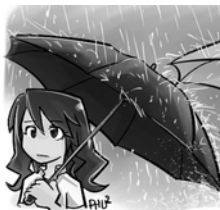
สาระการเรียนรู้

สภาพยืดหยุ่น หมายถึง ลักษณะที่วัสดุสามารถกลับคืนสู่รูปทรงเดิมได้หลังจากแรงที่มากระทำต่อวัตถุนั้นหยุดกระทำ สภาพยืดหยุ่นแตกต่างจากความเหนียวในประเด็นที่ว่าความเหนียวจะเป็นลักษณะของวัตถุที่สามารถทนต่อการขาดได้ แต่วัสดุที่เหนียวบางประเภทอาจไม่มีสภาพยืดหยุ่น นั่นคือไม่สามารถกลับคืนสู่รูปทรงเดิมได้หลังจากแรงที่มากระทำต่อวัสดุนั้นหยุดกระทำ เช่น กล้วยพลาสติก ในขณะที่วัสดุบางประเภทมีทั้งความเหนียวและสภาพยืดหยุ่น นั่นคือทนต่อการขาดได้ดี และสามารถกลับคืนสู่รูปทรงเดิมได้หลังจากแรงที่มากระทำต่อวัสดุนั้นหยุดกระทำ เช่น ยางยืด

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

1. ครูนำเสนอภาพต่อไปนี้

ภาพฝนตกกางร่ม	ภาพยางรถ	ภาพเปลญวน
		

2. นักเรียนสังเกตภาพดังกล่าว จากนั้นครูใช้คำถาม
- จากภาพทั้ง 3 ภาพ มีสิ่งของอะไรบ้าง สิ่งของเหล่านี้มีประโยชน์อย่างไร (ร่ม-กันฝน ยางรถ-กันสะเทือน เปล-นั่ง)
 - สิ่งของเหล่านี้ทำมาจากวัสดุชนิดใดบ้าง เพราะเหตุใดจึงต้องใช้วัสดุเหล่านี้ (ร่ม-ทำมาจากพลาสติก เพราะกันน้ำ ไม่เปื่อยยุ่ย ยางรถ-ทำมาจากยาง เพราะยืดหยุ่น เปล-ทำมาจากผ้า เพราะนุ่ม เหนียวไม่ขาดง่าย)
 - นักเรียนจะเลือกใช้วัสดุชนิดอื่นมาทำสิ่งของเหล่านี้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ขั้นการจัดการเรียนรู้ (70 นาที)

1. ครูนำเสนอว่ามีอาชีพที่จะต้องเลือกชนิดของวัสดุมาเพื่อออกแบบเสื้อผ้า โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของการนำไปใช้ อาชีพนั้นคือ “นักออกแบบ” หรือ “ดีไซน์เนอร์”
 - หากนักเรียนเป็นนักออกแบบ นักเรียนจะมีหลักเกณฑ์เลือกใช้วัสดุต่าง ๆ อย่างไร
2. นักเรียนสมมติตัวเองว่าเป็นนักออกแบบ ที่ได้รับมอบหมายจากลูกค้าให้เลือก “วัสดุที่ขาดยากที่สุด และกลับคืนสภาพเดิมได้ดีที่สุด” โดยปฏิบัติตามขั้นตอนและบันทึกลงใน ใบกิจกรรมที่ 3
3. ก่อนทำกิจกรรม ครูนำการอธิบายถึงวัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลองในใบกิจกรรมที่ 3 โดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - เครื่องชั่งสปริงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพื่ออะไร (ใช้วัดแรงที่กระทำ)
 - นักเรียนคิดว่าในกิจกรรมนี้ใช้เครื่องชั่งสปริงทำหน้าที่อะไร (วัดแรงที่กระทำเมื่อดึงวัสดุชนิดต่าง ๆ)
 - เพราะเหตุใดจึงใช้วิธีการยืดวัสดุไว้กับขาตั้ง แล้วเกาะด้วยเครื่องชั่งสปริง (เพื่อให้แรงที่กระทำมีความคงที่)
 - จากการทดลองนี้นักเรียนทดสอบได้อย่างไรว่า วัสดุใดขาดยากที่สุด (เมื่อดึงเครื่องชั่งสปริงจนกว่าวัสดุขาด แล้วอ่านแรงขณะที่ทำวัสดุขาดว่า วัสดุใดใช้แรงมากที่สุด นั่นคือขาดยากที่สุด)
 - การทดลองนี้กำหนดอะไรให้ต่างกันบ้าง (ชนิดของวัสดุ)
 - การทดลองนี้กำหนดอะไรให้เท่ากันบ้าง (แรงดึง ต้องเป็นคน ๆ เดียวกัน)
 - นักเรียนทำนายการขาดก่อนหลัง พร้อมให้เหตุผล
4. นักเรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 3 โดยใช้เวลา 30 นาที
5. หลังการทดลอง ครูขออาสาสมัคร 1 กลุ่ม นำเสนอผลการทำการทดลอง หลังจากนั้นครูใช้คำถาม
 - มีนักเรียนกลุ่มใดได้ผลแตกต่างจากนี้บ้าง นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงแตกต่างกัน

- เพราะเหตุใดวัสดุ..... จึงขาดเป็นอันดับแรก
(ไม่เหนียว)
- วัสดุใดขาดเป็นอันดับสุดท้าย
- วัสดุใดไม่ขาด นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดวัสดุนั้นจึงไม่ขาด
(ยางยืด สาเหตุที่ยางยืดไม่ขาด เพราะสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้)
- ยางยืดมีสมบัติแตกต่างจากวัสดุอื่น ๆ อย่างไรบ้าง
(เมื่อออกแรงมาก ๆ ยางยืดไม่ขาด แต่กลับคืนสู่สภาพเดิมได้)
- ครูนำเสนอว่าวัสดุที่เมื่อออกแรงแล้วสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ เรียกว่า มีสภาพยืดหยุ่น
- ในฐานะดีไซเนอร์ นักเรียนจะเลือกใช้วัสดุใดจึงจะตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่ต้องการวัสดุที่ “ขาดยากที่สุด และกลับคืนสภาพเดิมได้ดีที่สุด”
- (ยางยืด)

สรุปบทเรียน (30 นาที)

1. ครูใช้คำถามนำสู่การสรุป ดังนี้
 - นักเรียนจะเลือกใช้วัสดุที่เหนียวเมื่อใด
(เมื่อต้องการทำสิ่งของที่ขาดยาก ทนต่อแรง)
 - นักเรียนจะเลือกใช้วัสดุที่ยืดหยุ่นเมื่อใด
(เมื่อต้องการทำสิ่งของที่รักษาสภาพเดิมไว้ได้ แม้มีแรงมากกระทำ)
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนเลือกวัสดุเพื่อออกแบบเสื้อผ้าเพื่อใช้ในโอกาสต่างๆ พร้อมให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้วัสดุเหล่านั้น โดยทำลงในใบกิจกรรมที่ 3.1

สื่อ อุปกรณ์ สารเคมี และแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อ อุปกรณ์
 - ภาพคนกางร่ม ภาพยางรถ ภาพเปล
 - กระดาษหนังสือพิมพ์ / กระดาษแข็ง / ฟองน้ำ / ผ้า / พลาสติก / ยางยืด
 - เครื่องชั่งสปริง
 - ใบกิจกรรมที่ 3
 - ใบกิจกรรมที่ 3.1
2. สารเคมี
 -
3. แหล่งเรียนรู้
 -

กระบวนการวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการวัดและประเมิน	เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมิน
1. ทักษะปฏิบัติการทดลอง	- การสังเกต	- แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง
2. ความสามารถในการอธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับการเลือกวัสดุที่มีความยืดหยุ่นไปใช้	- การสังเกตการอภิปรายในชั้นเรียน และการนำเสนอผลงาน - การสัมภาษณ์ - การวิเคราะห์เนื้อหา	- แบบบันทึกการสังเกต - แบบสัมภาษณ์ - แบบบันทึกคะแนนที่ 3
3. ออกแบบสิ่งของ พร้อมให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้วัสดุต่างๆในการประดิษฐ์สิ่งของดังกล่าว	- การวิเคราะห์เนื้อหา	- แบบบันทึกคะแนนที่ 3.1
4. การทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ	- การสังเกต	- แบบประเมินการทำงานกลุ่ม

บันทึกผลหลังสอน

1. ครูประเมินการสอนของตนเอง (ผลดีจากการสอน ปัญหาที่พบ ข้อเสนอแนะ)

.....

.....

.....

.....

.....

2. ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้สอน.....

()

ใบกิจกรรมที่ 3 (พร้อมเฉลย)

ดีไซเนอร์วัยเยาว์

ปัญหา นักเรียนได้รับมอบหมายให้หาวัสดุที่ขาดยากที่สุด และวัสดุที่กลับคืนสภาพเดิมได้ดีที่สุด เพื่อใช้ออกแบบชุดสำหรับตุ๊กตา จะทำอย่างไรดี ???

วัสดุอุปกรณ์

- กระดาษหนังสือพิมพ์
- กระดาษแข็ง
- ฟองน้ำ
- ผ้า
- พลาสติก
- ยางยืด
- เครื่องชั่งสปริง



วิธีทดลอง

1. จัดอุปกรณ์โดยยัดกระดาษหนังสือพิมพ์ไว้กับขาตั้ง แล้วเกาะด้วยเครื่องชั่งสปริง
2. ค่อย ๆ ดึงเครื่องชั่งสปริงจนกว่ากระดาษหนังสือพิมพ์ขาด
3. บันทึกแรงที่ใช้ในการทำให้กระดาษหนังสือพิมพ์ขาด
4. ทดลองเช่นเดียวกันกับวัสดุอื่น ๆ

คำถามก่อนทำกิจกรรม

❖ การทดลองนี้เรากำหนดอะไรให้ต่างกันบ้าง

○ ชนิดของวัสดุ

○

.....

○

○

.....

○

○

❖ การทดลองนี้เราควรกำหนดอะไรให้เท่ากันบ้าง

○ แรงดึง (คนเดียวกัน)

○



- เครื่องซึ่งสปริง
 ○
 ○

❖ นักเรียนคิดว่าวัสดุชนิดใดจะขาดก่อนหลัง (เรียงลำดับขาดที่ 1 – ที่ 6)

- ☐ กระดาษหนังสือพิมพ์ ☐ ยางยืด
☐ กระดาษแข็ง ☐ ผ้า
☐ พลาสติก ☐ ฟองน้ำ
☐ ☐

ตารางบันทึกผลการขาดของวัสดุ

วัสดุ	แรงที่ใช้ (นิวตัน)	ลำดับการขาด

คำถามหลังการทดลอง

1. เพราะเหตุใด จึงขาดเป็นอันดับแรก

.....

2. เพราะเหตุใด จึงขาดเป็นอันดับสุดท้าย

.....

.....
.....
.....

3. ยางยืดแตกต่างจากหนังสือพิมพ์ หรือไม่ อย่างไร

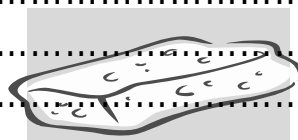
.....
.....
.....

.....
.....
.....

บันทึก



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



.....
.....

ใบกิจกรรมที่ 3.1 งานออกแบบต่อไป

ปัญหา นักเรียนได้รับมอบหมายให้เลือกวัสดุเพื่อออกแบบเสื้อผ้าเพื่อใช้ในโอกาสใดก็ได้พร้อมให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้วัสดุเหล่านั้น

ภาพเสื้อผ้าสำหรับโอกาส.....

วัสดุที่นักเรียนเลือกคือ....	เหตุผลในการเลือกคือ....
1.	
2.	
3.	
4.	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2/2550

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ

ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความเหนียว

จำนวน 2 ชั่วโมง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เวลา.....

สาระสำคัญ

ความเหนียว เป็นลักษณะของวัสดุที่ดึงขาดยาก ไม่หัก ไม่ขาด

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. ระบุและให้เหตุผลวิธีการเลือกใช้อุปกรณ์พลาสติกที่เหมาะสมในชีวิตประจำวัน
2. อภิปรายถึงลักษณะของถุงพลาสติกที่ดีได้
3. ระบุได้ว่าวัตถุนิตใดควรมีสมบัติความเหนียว และเพราะเหตุใดจึงควรมีสมบัติดังกล่าว
4. ทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจได้

สาระการเรียนรู้

ความเหนียวของวัสดุ คือ ลักษณะที่ดึงขาดยาก ไม่หัก ไม่ขาด เมื่อถูกนำมาดึง ยืด ตี ทบ เพื่อเปลี่ยนรูปร่างจากเดิม ความเหนียวมีลักษณะดึงยืดยาวได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (30 นาที)

1. ครูนำการอภิปรายเกี่ยวกับถุงพลาสติกที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน โดยครูใช้คำถาม
 - ทุก ๆ วันเวลาไปตลาดนักเรียนใช้อะไรบรรจุของที่ซื้อ
2. ครูสอดแทรกแนวคิด เรื่องการใช้ถุงผ้าหรือตะกร้าทดแทนถุงพลาสติก โดยใช้คำถาม
 - หากนักเรียนต้องการลดปริมาณขยะ นักเรียนจะเลือกใช้อะไรบรรจุของที่ซื้อ
 - ถ้านักเรียนไม่มีทางเลือก และจำเป็นต้องใช้ถุงพลาสติก นักเรียนจะเลือกใช้ และมีวิธีการใช้อย่างไร

(เลือกใช้อุปกรณ์ที่ขาดยาก เหนียว เพื่อนำกลับมาใช้ได้อีก และเลือกใช้อุปกรณ์พลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ)

 - เพราะเหตุใดจึงเลือกถุงพลาสติกที่มีสมบัติเช่นนั้น

ขั้นการจัดการเรียนรู้ (60 นาที)

1. ครูเสนอประเด็นให้นักเรียนร่วมกันคิดว่าถุงพลาสติกที่ดีและนำกลับมาใช้ได้ก็คือ ถุงพลาสติกที่เหนียว ดังนั้นจะทราบได้อย่างไรว่า เราจะมีวิธีทดสอบได้อย่างไรว่าถุงพลาสติกชนิดใด เหนียวที่สุด

- หากถุงพลาสติกที่ดี ช่วยลดขยะคือ ถุงพลาสติกที่ขาดยาก หรือเหนียว นักเรียน จะมีวิธีทดสอบความเหนียวของถุงพลาสติกนี้ได้อย่างไร

2. ครูนำเสนอวิธีการทดสอบความเหนียวของถุงพลาสติกตามใบกิจกรรมที่ 4 จากนั้นครูนำ อภิปรายเกี่ยวกับอุปกรณ์และวิธีการทดลอง โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- เพราะเหตุใดเราจึงต้องห้อยถุงพลาสติก บรรจุถุงทรายไว้ที่ขาโต๊ะหรือขาเก้าอี้ (เพื่อใช้ขาเก้าอี้เป็นหลักในการใช้ทดสอบว่าเมื่อ ห้อยถุงพลาสติกบรรจุถุงทรายไว้ที่จุดเดียวกัน ความ สู้ระดับเดียวกัน จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร)

- ถุงทรายที่ใช้แต่ละถุงมีมวลเท่าใด นักเรียนทราบได้อย่างไร (500 กรัม ทราบได้ จากการชั่ง)

- การทดลองนี้กำหนดอะไรให้ต่างกันบ้าง (ชนิดของถุงพลาสติก)

- การทดลองนี้กำหนดอะไรให้เท่ากันบ้าง (ขนาดถุงพลาสติก เก้าอี้ที่ห้อย

ถุงพลาสติก ขนาดถุงทราย)

- นักเรียนคิดว่าถุงใดขาดก่อน เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

3. นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 4 ใช้เวลา 30 นาที หลังจากนั้น ครูขอ อาสาสมัครเพื่อนำเสนอการทดลอง 1 กลุ่ม แล้วครูใช้คำถาม

- มีนักเรียนกลุ่มใดได้ผลแตกต่างจากนี้บ้าง นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงแตกต่าง กัน

- เพราะเหตุใดถุงแต่ละชนิดจึงบรรจุถุงทรายได้จำนวนไม่เท่ากัน (เหนียวต่างกัน จึง รองรับมวลได้ต่างกัน)

- ถุงที่ขาดก่อน ขาดก่อนเพราะเหตุใด (ไม่เหนียว จึงขาดง่ายเมื่อต้องรองรับมวลมาก ขึ้น)

สรุปบทเรียน (30 นาที)

1. จากกิจกรรมนี้นักเรียนได้ข้อคิดในการเลือกถุงพลาสติกอย่างไรบ้าง

(ขนาดเหมาะสมกับวัตถุ เหนียวพอเหมาะกับมวลของที่ใส่ นำกลับมาใช้ซ้ำ)

2. สิ่งของหรือวัตถุใดที่จำเป็นต้องมีสมบัติ ความเหนียว เหมือนถุงอีก เพราะเหตุใดจึงคิด เช่นนั้น

(เสื้อผ้า/ ถุงเท้า/ ผ้าใบคลุมรถ)

สิ่งที่ครูต้องเตรียมก่อนการสอน

ขอให้นักเรียนเตรียมถุงพลาสติกขนาดเดียวกัน ชนิดและยี่ห้อต่าง ๆ มาคนละ 3 ชนิด

สื่อ อุปกรณ์ สารเคมี และแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อ อุปกรณ์

- ถุงพลาสติกขนาดเดียวกัน ชนิดและยี่ห้อต่าง ๆ
- ปากกาเมจิก สำหรับระบุหมายเลขถุงพลาสติก
- ถูทราย
- โตะหรือเก้าอี้
- ใบกิจกรรมที่ 4

2. สารเคมี

-

3. แหล่งเรียนรู้

-

กระบวนการวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการวัดและประเมิน	เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมิน
1. ความสามารถในการอธิบายถึงลักษณะของถุงพลาสติกที่ดี	- วิเคราะห์เนื้อหา - การสังเกตการอภิปรายในชั้นเรียน และการนำเสนอผลงาน	- แบบบันทึกคะแนนที่ 4 - แบบบันทึกการสังเกต
2. ความสามารถในการให้เหตุผลในการเลือกใช้ถุงพลาสติกที่เหมาะสมในชีวิตประจำวัน	- วิเคราะห์เนื้อหา - การสังเกตการอภิปรายในชั้นเรียน และการนำเสนอผลงาน	- แบบบันทึกคะแนนที่ 4 - แบบบันทึกการสังเกต
3. การทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ	- การสังเกต	- แบบประเมินการทำงานกลุ่ม

บันทึกผลหลังสอน

1. ครูประเมินการสอนของตนเอง (ผลดีจากการสอน ปัญหาที่พบ ข้อเสนอแนะ)

.....

.....

.....

.....

.....

2. ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้สอน.....

()

ใบกิจกรรมที่ 4 (พร้อมเฉลย)

ถุงพลาสติกคุณภาพ

อุปกรณ์

- ถุงพลาสติกขนาดเดียวกัน ชนิดและยี่ห้อต่างๆ
- ปากกาเมจิกสำหรับรับหมายเลขถุงมลาย
- ถุงทราย
- โตะหรือเก้าอี้



วิธีทดลอง

1. ห้อยถุงพลาสติกไว้ที่ขาโตะหรือขาเก้าอี้
2. ค่อย ๆ ใส่ถุงทรายลงไปถุงพลาสติก บันทึกผล
3. บันทึกว่าถุงพลาสติกใด ขาดเป็นอันดับแรก

คำถามก่อนทำกิจกรรม

❖ การทดลองนี้เรากำหนดอะไรให้ต่างกันบ้าง

- ชนิดถุงพลาสติก ○
-
○
-
○

❖ การทดลองนี้เราควรกำหนดอะไรให้เท่ากัน

- ขนาดถุงพลาสติก ○
- เก้าอี้ ○
- มวลถุงทราย ○



1. นักเรียนคิดว่าถุงพลาสติกใดขาดเป็นอันดับแรก

- | | |
|--|--|
| ☐ ถุงพลาสติกเบอร์ 1 | ☐ ถุงพลาสติกเบอร์ 2 |
| ☐ ถุงพลาสติกเบอร์ 3 | ☐ ถุงพลาสติกเบอร์ 4 |
| ☐ ถุงพลาสติกเบอร์ 5 | ☐ |

เพราะ.....

.....

.....

.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลองการขาดของถุงพลาสติก

ถุงพลาสติก เบอร์					
ลำดับการขาด					
จำนวนถุงทราย ที่ใช้					

คำถามหลังการทดลอง

1. เพราะเหตุใดถุงพลาสติกเบอร์ จึงขาดเป็นอันดับแรก
เหนียวน้อยที่สุด
2. เพราะเหตุใดถุงพลาสติกเบอร์ จึงขาดเป็นอันดับ
สุดท้าย
เหนียวที่สุด
3. นักเรียนจะเลือกใช้ถุงใบไหน เพราะเหตุใด

- | | |
|--|--|
| ☐ ถุงพลาสติกเบอร์ 1 | ☐ ถุงพลาสติกเบอร์ 2 |
| ☐ ถุงพลาสติกเบอร์ 3 | ☐ ถุงพลาสติกเบอร์ 4 |
| ☐ ถุงพลาสติกเบอร์ 5 | ☐ |

เพราะ มีความเหนียวที่สุด

ด.....

.....

.....
.....
.....

บันทึก



.....
.....
.....
.....
.....

.....

.....
.....
.....
.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความแข็ง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคเรียนที่ 2/2550

ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 2 ชั่วโมง

เวลา.....

สาระสำคัญ

ความแข็ง หมายถึง ความทนทานต่อการตัดและการขูดขีดของวัสดุ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. ทำการทดลองเพื่อทดสอบความแข็งของวัสดุที่กำหนด
2. เปรียบเทียบและระบุเกณฑ์ในการเปรียบเทียบความแข็งของวัสดุต่างๆ
3. ระบุประโยชน์และโทษของวัสดุที่มีความแข็ง พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการเลือกใช้วัสดุที่มีสมบัติดังกล่าว
4. ทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจได้

สาระการเรียนรู้

ความแข็ง หมายถึง ความทนทานต่อการตัดและการขูดขีดของวัสดุ วัสดุที่มีความแข็งมากจะสามารถทนทานต่อการขีดข่วนได้มาก โดยเมื่อถูกขีดข่วนด้วยวัสดุที่มีความแข็งน้อยกว่าจะไม่เกิดรอยบนวัสดุชนิดนั้น

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

(30 นาที)

ครูนำเสนอภาพสิ่งของ (วัตถุ) ดังนี้



หมวกกันน็อก



ฆ้อน



อิฐ

จากนั้นครูใช้คำถาม

- สิ่งของทั้ง 3 ชนิดทำมาจากวัสดุชนิดใด
- สิ่งของทั้ง 3 ชนิดนี้มีอะไรเหมือนกัน (ทนกระแทก หักยาก แตกยาก ทำให้ของอื่นแตกได้)
- นักเรียนมีวิธีทดสอบอย่างไรเพื่อพิสูจน์ว่าสิ่งของทั้ง 3 มีสิ่งที่เหมือนกัน ดังที่กล่าวมา

ขั้นการจัดการเรียนรู้ (60 นาที)

1. ครูนำเสนอวิธีการทดสอบความแข็งของวัสดุ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำวัสดุที่คิดว่า “แข็งที่สุด” ที่เตรียมมาทำการทดสอบตามใบกิจกรรมที่ 5
2. ครูนำการอธิบายว่าจะมีการแข่งขันกันว่าวัสดุของใครแข็งที่สุดในระดับกลุ่ม และวัสดุที่แข็งที่สุดในระดับกลุ่ม จะมาแข่งขันกันอีกระดับห้องเรียนเพื่อหาสุดยอดวัสดุที่แข็งที่สุด
3. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับความแข็งวัสดุ โดยใช้คำถาม
 - ตามความคิดของนักเรียน นักเรียนคิดว่าวัสดุใดแข็งที่สุดในโลก นักเรียนทราบได้อย่างไร (เพชรแข็งที่สุดเพราะทำให้วัสดุอื่นเป็นรอยได้)
 - นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าวัสดุอะไรแข็งกว่ากัน (วัสดุที่แข็งกว่า ย่อมทำให้วัสดุอื่นเป็นรอยขูดขีดได้ ในขณะที่วัสดุนั้นไม่เป็นอะไร)
 - นักเรียนจะใช้หลักฐานยืนยันว่าวัสดุใดแข็งกว่ากัน
4. ครูนำเสนอ Moh's scale พร้อมแจกใบความรู้ที่ 1: Moh's scale เพื่อประกอบการศึกษา
5. ครูนำการอภิปรายก่อนการทดลองโดยแนะนำอุปกรณ์การทดลองและเกณฑ์ระดับความแข็ง โดยใช้คำถาม ดังนี้
 - จากตารางในใบงานที่ 5 นักเรียนเข้าใจตารางอุปกรณ์ทดสอบว่าอย่างไร (เป็นตารางที่ระบุถึงอุปกรณ์ที่จะใช้ทดสอบวัสดุที่นักเรียนคิดว่า “แข็งที่สุด”)
 - จากตารางดังกล่าว นักเรียนจะตีความตัวเลขที่แสดงระดับความแข็ง และลำดับความแข็งได้อย่างไร
(วัสดุที่ใช้เป็นอุปกรณ์ทดสอบความแข็งที่มีตัวเลขแสดงระดับความแข็งมาก แสดงว่าแข็งมากที่สุด (จากตารางคือ 10) และวัสดุที่มีตัวเลขแสดงระดับความแข็งน้อย แสดงว่าแข็งน้อยที่สุด (จากตารางคือ 2.5))
4. ครูนำเสนอว่า ในกิจกรรมนี้เราเรียกระดับความแข็งที่ใช้เปรียบเทียบความแข็งของวัสดุต่างๆว่า เกณฑ์ ดังนั้น “เกณฑ์” คือ หลักที่กำหนดไว้ เพื่อใช้เปรียบเทียบสิ่งต่างๆ
5. ครูนำเสนอว่าวิธีการทดสอบความแข็งตามใบกิจกรรมที่ 5 เป็นวิธีการที่นักธรณีวิทยา (ผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับโลกและการเปลี่ยนแปลงของโลก) ใช้ศึกษาความแข็งของหิน

6. นักเรียนทดสอบความแข็งแรงของวัสดุที่เตรียมมา โดยใช้อุปกรณ์ทดสอบความแข็งแรงที่ครูเตรียมไว้ให้ โดยปฏิบัติตามใบกิจกรรมที่ 5 ใช้เวลา 30 นาที เพื่อให้แต่ละกลุ่มหาว่าวัสดุใดแข็งแรงที่สุด จากนั้นแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาทดสอบพร้อมกันหน้าชั้น เพื่อหาสุดยอดวัสดุที่แข็งแรงที่สุดในชั้นเรียน โดยครูใช้คำถาม
- นักเรียนพบว่าวัสดุใดแข็งแรงที่สุดในกลุ่ม
 - นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าวัสดุนั้นแข็งแรงที่สุดในกลุ่ม (นำอุปกรณ์ทดสอบความแข็งแรงมาขูดที่วัสดุนั้น หากพบว่าวัสดุชนิดใดเป็นรอยเมื่อขูดด้วยอุปกรณ์ทดสอบที่มีระดับความแข็งแรงมากที่สุด แสดงว่าวัสดุชนิดนั้นแข็งแรงมากที่สุดในจำนวนวัสดุที่นำมาเปรียบเทียบ)

สรุปบทเรียน (3 นาที)

ครูใช้คำถามเพื่อนำสู่การสรุปเกี่ยวกับสมบัติความแข็งแรง ดังนี้

- สิ่งของหรือวัตถุใดบ้างที่จำเป็นต้องมีสมบัติความแข็งแรง เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น (เชือก โต๊ะ ถนนเพราะต้องทนต่อแรงกระแทก การขูดขีด หรือน้ำหนักมาก)
- นักเรียนมีข้อควรระวังอะไรบ้าง ในการใช้สิ่งของที่แข็งแรง (ระมัดระวังไม่ให้เกิดอันตรายต่อตนเอง ผู้อื่นและสิ่งของอื่นๆ เนื่องจากสิ่งของที่แข็งแรงอาจทำให้คนบาดเจ็บหรือสิ่งของอื่นเป็นรอยขูดขีด หรือเสียหายได้)

สิ่งที่ครูต้องเตรียมก่อนการสอน

ขอให้นักเรียนเตรียมสิ่งของที่นักเรียนคิดว่า “แข็งแรงที่สุด” มาคนละ 1 ชนิด

สื่อ อุปกรณ์ สารเคมี และแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อ อุปกรณ์
 - ภาพ หมวกกันน็อค หมอน อิฐ
 - วัสดุที่ต้องการทดสอบที่นักเรียนคิดว่า “แข็งแรงที่สุด”
 - อุปกรณ์ทดสอบที่ทราบระดับความแข็งแรง ได้แก่ เล็บ กระจก ตะปู สกรู แร่เขี้ยวหนุ่มนาน (ควอตซ์)
 - ใบความรู้ที่ 1: Moh's scale
 - ใบกิจกรรมที่ 5
2. สารเคมี
 -
3. แหล่งเรียนรู้
 -

กระบวนการวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการวัดและประเมิน	เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมิน
1. ความสามารถในการทดลองเพื่อทดสอบความแข็งของวัสดุ	- การสังเกตพฤติกรรมการทดลอง	- แบบบันทึกการสังเกต
2. ความสามารถในการเปรียบเทียบและระบุเกณฑ์ในการเปรียบเทียบความแข็งของวัสดุต่าง	- วิเคราะห์เนื้อหา - การสังเกตพฤติกรรมการทดลอง	- แบบบันทึกคะแนนที่ 5 - แบบบันทึกการสังเกต
3. ระบุประโยชน์และโทษของวัสดุที่มีความแข็ง พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการเลือกใช้วัสดุที่มีสมบัติดังกล่าว	- การสังเกตการอภิปรายในชั้นเรียน และการนำเสนอผลงาน	- แบบบันทึกการสังเกต
4. การทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ	- การสังเกต	- แบบประเมินการทำงานกลุ่ม

บันทึกผลหลังสอน

1. ครูประเมินการสอนของตนเอง (ผลดีจากการสอน ปัญหาที่พบ ข้อเสนอแนะ)

.....

.....

.....

.....

.....

2. ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้สอน.....

()
ใบความรู้ที่ 1

โมห์ สเกล (Moh's scale)



ฟรีดริช โมห์ (Friedrich Mohs) เป็นนักเหมืองแร่และธรณีวิทยา ชาวเยอรมัน ได้สร้างมาตราสำหรับเปรียบเทียบความแข็ง เรียกว่า โมห์ สเกล (Moh's scale) เพื่อใช้สำหรับพิสูจน์

โมห์ สเกล คือ มาตราส่วนความแข็งของแร่ โดยกำหนดค่าความแข็งของแร่ไว้ตั้งแต่ 1-10 แร่ที่มีค่าความแข็งสูงกว่าจะขูดขีดแร่

วิธีตรวจสอบความแข็งของแร่ ทำได้โดยนำแร่ในมาตราส่วนความแข็งของโมห์มาขีดบนผิวแร่ที่ไม่ทราบความแข็งโดยเลือกผิวที่เรียบ เป็นบริเวณของแร่ไม่ผุ ถ้าขีดเป็นรอย แร่ที่ขีดยอมแข็งกว่า แร่ควอร์ต สามารถขีด แร่ฟลอสไซต์ ให้เงาในรอย ดังตาราง

อุปกรณ์ทดสอบ	ระดับความแข็ง	ลำดับความแข็ง
เล็บ	2.5	แข็งน้อยที่สุด ↓ แข็งมากที่สุด
กระจก	5	
ตะปูสกรู	6.5	
แร่เขี้ยวหนุมาน (ควอดซ์)	7	
เพชร (ไม่มี)	10	

ตารางแสดงค่าความแข็งตามโมห์ สเกล

ใบกิจกรรมที่ 5 (พร้อมเฉลย)



สดยอดวัสดุที่แข็งแกร่งที่สุด

ปัญหา หากนักเรียนต้องการทดสอบว่าวัสดุใดเป็นวัสดุที่แข็งแกร่งที่สุด นักเรียนจะมีวิธีทดสอบอย่างไร

อุปกรณ์

- ❖ วัสดุที่ต้องการทดสอบ
- ❖ อุปกรณ์ทดสอบ

อุปกรณ์ทดสอบ	ระดับความแข็ง	ลำดับความแข็ง
เล็บ	2.5	แข็งแกร่งน้อยที่สุด ↓ แข็งแกร่งที่สุด
กระจก	5	
ตะปูสกรู	6.5	
แร้วเขี้ยวหนุมาน (ควอดซ์)	7	
เพชร (ไม่มี)	10	

วิธีทดลอง

1. ทดสอบว่าวัสดุใดแข็งแกร่งที่สุดในกลุ่มของนักเรียน โดยใช้อุปกรณ์ทดสอบที่ทราบระดับความแข็ง
2. นำวัสดุที่แข็งแกร่งที่สุดของกลุ่มมาทดสอบเปรียบเทียบกับวัสดุของกลุ่มอื่นๆ
3. ทดสอบว่าวัสดุใดเป็นสดยอดวัสดุที่แข็งแกร่งที่สุด

คำถามก่อนทำกิจกรรม

นักเรียนจะมีเกณฑ์ในการเปรียบเทียบความแข็งของวัสดุต่างๆ อย่างไร

วัสดุที่ขูดวัสดุอื่นเป็นรอยแสดงว่ามีความแข็งมากกว่า

เกณฑ์ คือ หลักที่กำหนดไว้เพื่อ
ใช้เปรียบเทียบสิ่งต่างๆ



ตารางบันทึกผลความแข็งแรงของวัสดุ

วัสดุในกลุ่มของนักเรียน	ขีดด้วยอุปกรณ์ทดสอบใดเป็นรอย	ลำดับความแข็งแรง (แข็งที่ 1 คือแข็งมากที่สุด)	วัสดุของกลุ่มอื่น	ขีดด้วยอุปกรณ์ทดสอบใดเป็นรอย	ลำดับความแข็งแรง (แข็งที่ 1 คือแข็งมากที่สุด)
	☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูสกรู ☐ แร่เขี้ยว หนุมาน			☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูสกรู ☐ แร่เขี้ยว หนุมาน	
	☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูสกรู ☐ แร่เขี้ยว หนุมาน			☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูสกรู ☐ แร่เขี้ยว หนุมาน	
	☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูสกรู ☐ แร่เขี้ยว หนุมาน			☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูสกรู ☐ แร่เขี้ยว หนุมาน	
	☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูสกรู ☐ แร่เขี้ยว หนุมาน			☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูสกรู ☐ แร่เขี้ยว หนุมาน	
	☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูสกรู ☐ แร่เขี้ยว หนุมาน			☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูสกรู ☐ แร่เขี้ยว หนุมาน	

	☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูลากรู ☐ แร่เขียว หนุมาน			☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูลากรู ☐ แร่เขียว หนุมาน	
	☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูลากรู ☐ แร่เขียว หนุมาน			☐ เล็บ ☐ กระจก ☐ ตะปูลากรู ☐ แร่เขียว หนุมาน	

คำถามหลังการทดลอง

1. วัสดุใดแข็งที่สุดในกลุ่มของนักเรียน นักเรียนทราบได้อย่างไร

.....
.....

2. วัสดุใดเป็นสื่อยอดวัสดุแข็งที่สุดของชั้นเรียนนี้ นักเรียนทราบได้อย่างไร

.....
.....

บันทึก



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2/2550

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ

ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การนำไฟฟ้า

จำนวน 2 ชั่วโมง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เวลา.....

สาระสำคัญ

วัสดุที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านได้ แสดงว่าสามารถนำไฟฟ้าได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายการนำไฟฟ้าของวัสดุชนิดต่างๆได้
2. ทดสอบการนำไฟฟ้าของวัสดุชนิดต่างๆได้
3. เสนอแนะแนวทางการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างปลอดภัยได้

4. ทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจได้

สาระการเรียนรู้

การนำไฟฟ้า หมายถึง การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า ซึ่งประจุไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่ได้ในตัวกลางหลาย ๆ ชนิด เรียกสมบัติของตัวกลางที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าจำนวนมากหรือที่เรียกว่า กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านได้ว่า “ตัวนำไฟฟ้า” ขณะที่มีการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในตัวนำแสดงว่า “มีการนำไฟฟ้า” เราควรระมัดระวังไม่สัมผัสกับวัสดุที่นำไฟฟ้าโดยตรงเพราะอาจเกิดอันตรายได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (30 นาที)

1. ครูทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในบทเรียนที่ผ่านมา โดยใช้คำถาม
 - จากการเรียนที่ผ่านมาเราเรียนรู้เรื่อง สมบัติของวัสดุต่าง ๆ เพื่ออะไร (เพื่อเลือกวัสดุต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน)
2. ครูขออาสาสมัครแต่ละกลุ่มเพื่อนำเสนอว่าสมบัติของวัสดุใดที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์ต่อนักเรียนบ้างและมีประโยชน์อย่างไร โดยใช้คำถาม
 - ขอให้แต่ละกลุ่มปรึกษากันและนำเสนอว่า นักเรียนคิดว่าสมบัติใดของวัสดุที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์มากที่สุดและมีประโยชน์อย่างไร
(เช่น ความแข็ง - พื้นซีเมนต์ใช้สำหรับจอดรถ วางของหนัก ๆ ได้
ความเหนียว - เชือกสำหรับชักขยะเยื่อ
สภาพยืดหยุ่น - ยางรัดผม ยางยึดทางเกว)
3. ครูนำเสนอสิ่งของที่เคยใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (ฟองน้ำ/ ยางลบ/ จานแก้ว/ ผ้าขี้ริ้ว/ ยางยืด/ สายไฟ/ ดินน้ำมัน/ USB port) จากนั้นใช้คำถาม
 - สิ่งของเหล่านี้ นักเรียนเคยเห็นมาแล้วใช้หรือไม่ สิ่งของแต่ละชนิดมีสมบัติเด่น ๆ อะไรบ้าง
 - สายไฟ และ USB port มีสมบัติอะไรบ้าง
 - สายไฟและ USB port มีประโยชน์กับนักเรียนอย่างไรบ้าง
(นำไฟฟ้า, ถ่ายโอนข้อมูล)
 - นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าสายไฟ และ USB port นำไฟฟ้าได้ นักเรียนจะมีวิธีทดสอบอย่างไร

ขั้นการจัดการเรียนรู้ (60 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดว่าจะมีวิธีทดสอบอย่างไรว่า สายไฟ และ USB port นำไฟฟ้าได้ โดยครูอนุญาตให้นักเรียน ตัด แกะ สายไฟ และ USB port ได้

2. ครูนำเสนอกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 6 เพื่อทดสอบว่า วัสดุต่าง ๆ ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้หรือไม่ โดยครูใช้คำถามเพื่อนำอภิปราย ดังนี้

- เพราะเหตุใดเราจึงต้องทดสอบการนำไฟฟ้าของวัสดุ ด้วยการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (เพราะเมื่อหลอดไฟติด แสดงว่ากระแสไฟฟ้าสามารถผ่านวัสดุที่เราต้องการทดสอบได้)

3. นักเรียนและครูอภิปรายถึงอุปกรณ์และวิธีการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย โดยครูใช้คำถาม

- อุปกรณ์แต่ละชนิดมีหน้าที่อย่างไร

(ถ่านไฟฉาย – แหล่งพลังงาน

หลอดไฟขนาดเล็ก – แสดงให้เห็นว่ามีกระแสไฟฟ้าผ่าน โดยจะสว่างขึ้น

สายไฟ – ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านจากถ่านไฟฉายไปที่หลอดไฟ

ปากจระเข้ – คีบถ่านไฟฉาย)

- นักเรียนจะทดสอบอย่างไรว่าวงจรไฟฟ้าของนักเรียนครบวงจรหรือไม่

(ทดสอบโดยต่อหลอดไฟเข้ากับสายไฟและถ่านไฟฉาย และสายไฟอีกเส้นต่อจากถ่านไฟฉายไปที่หลอดไฟ แล้วทำให้ไฟติด)

4. นักเรียนเลือกวัสดุที่จะทดสอบการนำไฟฟ้า โดยต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายกลุ่มละ 4-5 ชิ้น จากนั้นครูใช้คำถาม

- นักเรียนจะทดสอบได้อย่างไรว่าวัสดุที่นักเรียนสงสัยนำไฟฟ้าหรือไม่ การใช้วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายนี้จะช่วยให้นักเรียนทดสอบวัสดุที่นักเรียนสงสัยได้อย่างไร

(ต่อวัสดุต่าง ๆ เข้ากับวงจรไฟฟ้าโดยใช้สายไฟอีกเส้นต่อในวงจร ระหว่างหลอดไฟและวัสดุที่ต้องการทดสอบ)

- หากวัสดุนั้นนำไฟฟ้าได้ จะมีผลอย่างไร (หลอดไฟติด)

- นักเรียนปฏิบัติการทดสอบวัสดุของกลุ่มตนเอง และบันทึกในใบกิจกรรมที่ 6 (20 นาที) จากนั้นครูขออาสาสมัครแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง ครูใช้คำถาม เช่น

- วัสดุประเภทใดบ้างที่นำไฟฟ้า (โลหะ)

- วัสดุประเภทใดบ้างที่ไม่นำไฟฟ้า นักเรียนทราบได้อย่างไร (ผ้า พลาสติก เชือก ทราบได้โดย เมื่อต่อวัสดุเหล่านี้เข้ากับวงจรไฟฟ้า หลอดไฟไม่ติด)

- มีวัสดุใดบ้างที่นักเรียนคิดว่าไม่น่าจะนำไฟฟ้าได้ แต่กลับนำไฟฟ้าได้ เพราะทำให้ไฟติด

สรุปบทเรียน (30 นาที)

1. ครูใช้คำถาม ต่อไปนี้ และให้นักเรียนแต่ละคนเขียนหรือวาดภาพในบัตรบันทึกที่แจกให้

- ในชีวิตประจำวัน นักเรียนพบวัตถุใดบ้างที่นำไฟฟ้าได้ วัตถุนั้นทำมาจากวัสดุใด

- นักเรียนใช้วัตถุเหล่านั้นอย่างไร มีข้อระมัดระวังอะไรบ้าง

2. นักเรียนทุกคนนำบัตรบันทึกของตนเอง ไปติดไว้รอบๆห้อง และเดินชมบัตรของเพื่อนๆ

จากนั้นเขียนรายงานบัตรบันทึกที่ประทับใจพร้อมให้เหตุผลส่งครู 5 ใบ

สื่อ อุปกรณ์ สารเคมี และแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อ อุปกรณ์

- วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ถ่านไฟฉายก้อนใหญ่ หลอดไฟขนาดเล็ก สายไฟ ปากจระเข้)
- วัสดุชนิดต่าง ๆ
- ใบกิจกรรมที่ 6
- บัตรบันทึก

2. สารเคมี

-

3. แหล่งเรียนรู้

-

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการวัดและประเมิน	เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมิน
1.ความสามารถในการอธิบาย การนำไฟฟ้าของวัสดุชนิด ต่างๆ	- การสังเกตการอภิปรายใน ชั้นเรียน และการนำเสนอ - วิเคราะห์เนื้อหา - การสังเกตพฤติกรรมการ ทดลอง	- แบบบันทึกการสังเกต - แบบบันทึกคะแนนที่ 6
2. ความสามารถในการ ทดสอบการนำไฟฟ้าของวัสดุ ชนิดต่างๆ	- การสังเกตพฤติกรรมการ ทดลอง	- แบบบันทึกการสังเกต - แบบบันทึกคะแนนที่ 6
3. เสนอแนะแนวทางใช้ อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย	- การตรวจชิ้นงาน	- บัตรบันทึก
4. การทำงานกลุ่มแบบ ร่วมมือร่วมใจ	- การสังเกต	- แบบประเมินการทำงาน กลุ่ม

บันทึกผลหลังสอน

1. ครูประเมินการสอนของตนเอง (ผลดีจากการสอน ปัญหาที่พบ ข้อเสนอแนะ)

.....

.....

.....

.....

.....

2. ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้สอน.....



()

ใบกิจกรรมที่ 6 (พร้อมเฉลย) สวดมนต์นำไฟฟ้า



ปัญหา วัสดุทุกชนิดยอมให้ไฟฟ้าผ่านได้หรือไม่ นักเรียนจะทราบได้อย่างไร

อุปกรณ์

1. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ถ่านไฟฉายก้อนใหญ่ หลอดไฟขนาดเล็ก สายไฟ ปากกระช้ำ)
2. วัสดุชนิดต่าง ๆ

วิธีทดลอง

1. ต่่วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ทดสอบว่าหลอดไฟติดหรือไม่
2. นำวัสดุชนิดต่างๆมาต่อระหว่างถ่านไฟฉายและหลอดไฟ สังเกตการติดของหลอดไฟ

คำถามก่อนทำกิจกรรม

➤ หลังจากนำวัสดุชนิดต่างๆ มาต่อระหว่างถ่านไฟฉายและหลอดไฟแล้ว หลอดไฟติด หมายความว่าอย่างไร

วัสดุชนิดนั้นสามารถนำไฟฟ้าได้

.....
.....
.....
.....

ตารางบันทึกผลการติดของหลอดไฟเมื่อมีวัสดุต่างชนิดกัน

วัสดุ	หลอดไฟติด	หลอดไฟไม่ติด
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

คำถามหลังการทดลอง

➤ วัสดุชนิดใดที่เมื่อนำมาต่อระหว่างถ่านไฟฉายและหลอดไฟ แล้วหลอดไฟติด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

➤ วัสดุชนิดใดที่เมื่อนำมาต่อระหว่างถ่านไฟฉายและหลอดไฟ แล้ว
หลอดไฟไม่ติด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

บันทึก 

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2/2550

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ

ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การนำความร้อน

จำนวน 1 ชั่วโมง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เวลา.....

สาระสำคัญ

วัสดุที่ยอมให้ความร้อนแผ่กระจายไปตามเนื้อวัสดุได้นั้นแสดงว่านำความร้อนได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายและทำการทดลองการนำความร้อนของวัสดุชนิดต่างๆได้
2. อธิบายและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานในสถานการณ์ต่างๆได้
3. ทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจได้

สาระการเรียนรู้

การนำความร้อน คือการส่งผ่านความร้อนจากจุดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังจุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า มีวัตถุเป็นตัวกลางโดยวัตถุจะอยู่กับที่ แต่ความร้อนจะค่อยๆ แผ่กระจายไปตามเนื้อวัตถุนั้น เช่น เมื่อจับแก้วน้ำร้อน ตอนแรกๆจะไม่รู้สึกร้อน แต่จะค่อยๆ ร้อนจนจับไม่ได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (15 นาที)

1. ครูนำการอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องของภาษาในชีวิตประจำวัน โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

- หากพูดถึงอาหาร นักเรียนชอบกินอะไรที่สุด
- เมื่ออาหารแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน นักเรียนเลือกใช้ภาษาใดบรรจุอาหาร
- เพราะเหตุใด นักเรียนจึงเลือกใช้ภาษาเหล่านี้

ขั้นการจัดการเรียนรู้ (35 นาที)

1. ครูนำเสนอเกมจับคู่ ภาษา และอาหาร โดยนำเสนอบัตรภาพภาษาและอาหาร และให้นักเรียนในชั้นช่วยกันจับคู่ พร้อมให้เหตุผลในการจับคู่บัตรภาพ โดยแต่ละกลุ่มได้รับบัตรภาพกลุ่มละ 1 ชุด และใช้เวลาในการเล่นเกมนี้นี้ 15 นาที เมื่อหมดเวลาครูใช้คำถาม ดังนี้

- นักเรียนจับคู่ภาษาและอาหารได้อย่างไร
 - นักเรียนมีวิธีการเลือกภาษาที่ใช้บรรจุอาหารอย่างไร
- (อาหารร้อน ควรบรรจุในภาษาที่ทนความร้อน ไม่หลอมเหลว ได้แก่

ขามกระเบื้อง ขามแก้ว

อาหารเย็น ควรบรรจุในภาชนะที่เก็บความเย็น เช่น แก้ว พลาสติก
อาหารที่ต้องปรุงด้วยความร้อน ควรใช้ภาชนะที่นำความร้อนได้เร็ว เช่น

สแตนเลส)

- นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าภาชนะชนิดใดเหมาะสมกับอาหารที่ต้องปรุงด้วยความร้อนมากที่สุด (นำความร้อนได้ดีที่สุด)
- นักเรียนจะมีวิธีทดสอบภาชนะต่าง ๆ อย่างไร ว่านำความร้อนได้ดีมากน้อยเพียงใด

2. ครูนำเสนอใบกิจกรรมที่ 7 แล้วนำการอภิปรายถึงวิธีการทดลอง และวัสดุอุปกรณ์ โดยใช้คำถามดังนี้

- ในใบกิจกรรมที่ 7 มีภาชนะที่ทำจากวัสดุชนิดต่าง ๆ ได้แก่ แก้ว/ พลาสติก/ เมลามีน/ สแตนเลส/ ฟลอย นักเรียนคิดว่าภาชนะใดจะนำความร้อนได้ดีที่สุด
- ภาชนะที่นำความร้อนได้ดีที่สุดจะมีผลการทดลองเป็นเช่นไร จากการทดลองนี้ นักเรียนคิดว่าวัตถุที่บรรจุอยู่ในภาชนะนั้นจะเป็นอย่างไร (วัตถุที่บรรจุอยู่ในภาชนะนั้นจะหลอมเหลวได้เร็วที่สุด เนื่องจากได้รับความร้อนเร็วที่สุด)
- ภาชนะใดนำความร้อนแย่ที่สุดจะมีผลการทดลองเป็นเช่นไร จากการทดลองนี้ นักเรียนคิดว่าวัตถุที่บรรจุอยู่ในภาชนะนั้นจะเป็นอย่างไร (วัตถุที่บรรจุอยู่ในภาชนะนั้นจะหลอมเหลวได้ช้าที่สุด เนื่องจากได้รับความร้อนช้าที่สุด)

3. นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 7 โดยใช้เวลา 20 นาที หลังจากการทดลอง ครูขออาสาสมัครตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง จากนั้นครูใช้คำถาม

- จากการทดลองสรุปแล้วภาชนะที่ทำจากวัสดุใด นำความร้อนได้ดีที่สุด นักเรียนทราบได้อย่างไร

(ฟลอยนำความร้อนได้ดีที่สุด เนื่องจากวัตถุหลอมเหลวเร็วที่สุด)

สรุปบทเรียน (10 นาที)

1. จากกิจกรรมที่ผ่านมา นักเรียนจะเลือกใช้ภาชนะใดบรรจุของร้อน เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น (จะต้องเลือกภาชนะที่ทนความร้อนได้ดี ไม่หลอมเหลว และต้องพิจารณาว่า หากใช้ภาชนะบรรจุเพื่อปรุงอาหารควรเลือกภาชนะที่ทำจากวัสดุที่นำความร้อนได้ดี แต่หากภาชนะนั้นใช้เพื่อบรรจุอาหารเพื่อรับประทาน ควรเลือกภาชนะที่นำความร้อนได้ไม่ดี เนื่องจากจะได้อุ่นมือ)

2. ครูมอบหมายการบ้าน ให้นักเรียนสำรวจวัสดุที่เกี่ยวข้องกับความร้อนรอบตัวคนละ 5 ชนิด และให้เหตุผลว่าเหมาะสมหรือไม่ เช่น เต้าแก๊ส ทำมาจากโลหะ เพราะทนไฟ

สื่อ อุปกรณ์ สารเคมี และแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อ อุปกรณ์

- ภาชนะแก้ว / ภาชนะสแตนเลส / ภาชนะพลาสติก / ภาชนะฟลอย / ภาชนะเมลามีน

- ฤาดเหล็ก / วิก (Vicks vapor rub) / น้ำร้อน
- ตะเกียงแอลกอฮอล์ ตะแกรงพร้อมที่กั้นลม / ปีกเกอร์ และ ช้อนเบอร์ 1
- บัตรภาพ
- ใบกิจกรรมที่ 7

2. สารเคมี

-

3. แหล่งเรียนรู้

-

กระบวนการวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการวัดและประเมิน	เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมิน
1.ความสามารถในการอธิบาย และทำการทดลองการนำ ความร้อนของวัสดุชนิดต่างๆ ได้	- การสังเกตการอธิบายใน ชั้นเรียน และการนำเสนอ - วิเคราะห์เนื้อหา - การสังเกตพฤติกรรม การทดลอง	- แบบบันทึกการสังเกต - แบบบันทึกคะแนนที่ 7
2. ความสามารถในการ อธิบายและเลือกใช้วัสดุที่ เหมาะสมกับการใช้งานใน สถานการณ์ต่างๆได้	- การสังเกตการเล่นเกมจับคู่ - วิเคราะห์เนื้อหา	- แบบบันทึกการสังเกต - แบบบันทึกคะแนนที่ 7
3. การทำงานเป็นกลุ่มแบบ ร่วมมือร่วมใจ	- การสังเกต	- แบบบันทึกการสังเกตการ ทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือ ร่วมใจ

บันทึกผลหลังสอน

1. ครูประเมินการสอนของตนเอง (ผลดีจากการสอน ปัญหาที่พบ ข้อเสนอแนะ)

.....

.....

.....

.....

.....

2. ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้สอน.....

()

ใบกิจกรรมที่ 7 (พร้อมเฉลย) สุดยอดนำความร้อน



ปัญหา หากนักเรียนกำลังจะเลือกภาชนะสำหรับใส่อาหารร้อนนักเรียนจะเลือกใช้ภาชนะชนิดใด เพราะเหตุใด

อุปกรณ์

- | | |
|----------------------------|-----------------------|
| 1. ภาชนะแก้ว | 2. ภาชนะสแตนเลส |
| 3. ภาชนะพลาสติก | 4. ภาชนะฟลอย |
| 5. ภาชนะเมลามีน | 6. ถาดเหล็ก |
| 7. วิค (Vicks vapor rub) | 8. น้ำร้อน |
| 9. ตะเกียงแอลกอฮอล์ ตะแกรง | 10. บีกเกอร์ และ ช้อน |
| พร้อมที่กั้นลม | เบอร์ 1 |

สิ่งที่ต้องเตรียมก่อนการทดลอง

น้ำเดือด

วิธีทดลอง

1. ใช้ช้อนเบอร์ 1 ตัก วิค ใส่ในภาชนะชนิดต่างๆ อย่างละ 1 ช้อน
2. วางภาชนะบรรจุวิคลงในถาดเหล็ก
3. เทน้ำเดือดลงในถาดเหล็ก
4. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของวิคในภาชนะชนิดต่างๆ

คำถามก่อนทำกิจกรรม

- ❖ นักเรียนคิดว่าวิคที่อยู่ในภาชนะใดจะหลอมเหลวเป็นอันดับแรก
(เรียงลำดับจาก หลอมเหลวที่ 1 – หลอมเหลวสุดท้าย)

☐ ภาชนะแก้ว ☐ ภาชนะสแตนเลส ☐ ภาชนะพลาสติก ☐
ภาชนะฟลอย ☐ ภาชนะเมลามีน

- ❖ นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
ภาชนะฟลอยนำความร้อนได้ดีที่สุด จึงทำให้วิคที่อยู่ใน
ภาชนะฟลอยหลอมเหลวได้เป็นอันดับแรก

.....
.....

ตารางบันทึกผลการหลอมเหลวของวีก

ภาชนะ	ภาชนะ แก้ว	ภาชนะ สแตน เลส	ภาชนะ พลาสติก	ภาชนะฟ ลอย	ภาชนะเม ลามีน
ลำดับการ หลอมเหลว ของวีก	5	2	3	1	4

คำถามหลังการทดลอง

➢ ภาชนะใดนำความร้อนได้ดีที่สุด

☐ ภาชนะแก้ว ☐ ภาชนะสแตนเลส ☐ ภาชนะพลาสติก ☒
ภาชนะฟลอย ☐ ภาชนะเมลามีน

➢ นักเรียนทราบได้อย่างไร

วีกอยู่ในภาชนะฟลอยหลอมเหลวเป็นอันดับแรก

.....
.....
.....

➢ นักเรียนจะเลือกใช้ภาชนะใดใส่อาหารร้อน เพราะเหตุใด
เลือกใช้ภาชนะแก้วเนื่องจากไฟทำให้ร้อนมือ

.....
.....
.....

➢ นักเรียนจะเลือกใช้ภาชนะใดปรุงอาหารโดยใช้ความร้อนจากเตา
เพราะเหตุใด

เลือกใช้สแตนเลสเนื่องจากนำความร้อนได้ดีรองจากฟลอยซึ่ง
ติดไฟเมื่อนำไฟตั้งไฟ

.....
.....
.....

บันทึก



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



บัตรภาพสำหรับเกมจับคู่



ข้าวต้ม



ชามกระเบื้อง



ไอศกรีม



จานพลาสติก



ถั่วคั่ว



กระทะเหล็ก



น้ำอัดลม



แก้ว



ลูกชิ้นปิ้ง



จานกระดาษ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเลือกใช้วัสดุ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคเรียนที่ 2/2550

ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 2 ชั่วโมง

เวลา.....

สาระสำคัญ

การเลือกใช้วัสดุในการทำวัตถุใดๆ พิจารณาจากสมบัติของวัสดุนั้นๆ ความคุ้มค่า ความปลอดภัย และความเหมาะสมในการใช้งานในโอกาสต่างๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุแต่ละชนิดในการทำวัตถุใดๆ
2. เลือกใช้และยกตัวอย่างการเลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม
3. วางแผนการทำงาน ออกแบบการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม และนำเสนอผลการการทำงานให้ผู้อื่นเข้าใจได้
4. ทำงานกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจได้

สาระการเรียนรู้

การเลือกใช้วัสดุในการทำวัตถุใดๆ พิจารณาจากสมบัติของวัสดุนั้นๆ ได้แก่ ความแข็ง ความเหนียว ความยืดหยุ่น การนำไฟฟ้า และการนำความร้อน โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งาน นอกจากนี้จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆอีก ได้แก่ ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้งาน ความเป็นไปได้ในการใช้งาน ความคุ้มค่าในการใช้(ราคา ความคงทน) ความปลอดภัย ความเหมาะสมกับการใช้งานในโอกาสต่างๆ

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (30 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 ฝ่ายและสลับกันยกตัวอย่างวัตถุใดๆในห้องเรียน 1 ชิ้นพร้อมทั้งระบุวัสดุที่ใช้ ปฏิบัติเช่นนี้จนกว่าจะมีฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งตอบไม่ได้หรือตอบผิด หรือระบุวัตถุครบ 10 ชิ้น ครูบันทึกคำตอบของนักเรียนบนกระดานดำ
2. ครูใช้คำถาม
 - วัสดุแต่ละชนิดบนกระดาน มีสมบัติอย่างไร
 - สรุปแล้วนักเรียนรู้จักสมบัติใดบ้าง
 - การที่นักเรียนรู้จักสมบัติของวัสดุต่างๆมีประโยชน์ต่อนักเรียนอย่างไร (สามารถเลือกใช้วัสดุได้เหมาะสมกับงานที่ทำ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้ (75 นาที)

1. ครูนำเสนอสถานการณ์ตัวอย่าง 2 สถานการณ์ (ยอดคนสถานการณ์ที่ 1 และ ยอดคนสถานการณ์ที่ 2) โดยแต่ละกลุ่มจับสลากเพื่อแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดเพียง 1 สถานการณ์เท่านั้น
2. ครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์ตัวอย่าง เช่น
 - ใบบานที่นักเรียนได้รับมีจุดประสงค์อะไร (เลือกใช้วัตถุต่างๆให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิต โดยพิจารณาจากวัสดุที่ใช้ทำวัตถุนั้นๆ)
 - นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าวัตถุใดเหมาะสมกับการดำรงชีวิต (พิจารณาถึงสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำวัตถุต่างๆ เพื่อพิจารณาว่าวัตถุใดจะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น)
3. ครูย้าให้นักเรียนถึงสิ่งที่ควรคำนึงถึงในการทำกิจกรรมนี้ เช่น
 - นักเรียนจะต้องวางแผนเพื่อให้ดำรงชีวิตอยู่ได้ประมาณ 1 เดือน
 - นักเรียนต้องเลือกวัตถุที่เตรียมไว้ให้น้อย 5 ชิ้น
 - นักเรียนมีเวลาในการวางแผน การคิดแก้ปัญหา และเตรียมการนำเสนอ 45 นาที
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรมโดยใช้เวลา 45 นาที โดยระหว่างนั้นครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาและย้าให้นักเรียนเป็นระยะถึงสิ่งที่ต้องคำนึงถึงดังกล่าวมาในข้อ 3
5. เมื่อครบกำหนดเวลา ครูขออาสาสมัครเพื่อนำเสนอวิธีแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กลุ่มตนเองได้รับ โดยใช้เวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 15 นาที และมีเวลาให้เพื่อนและครูซักถามอีก 10 นาที โดยครูใช้คำถามดังนี้
 - เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกวัตถุเหล่านี้ในการแก้ปัญหา (พิจารณาจากสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำวัตถุนั้นๆคือ.....)
 - นักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้สถานการณ์เหมือนกัน เลือกใช้วัตถุในการแก้ปัญหาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร
 - หากนักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกใช้วัตถุที่แตกต่างกันในการแก้ปัญหาในสถานการณ์เดียวกัน นักเรียนคิดว่าเพื่อนกลุ่มใดเลือกวัตถุในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมที่สุด นักเรียนพิจารณาจากอะไร
6. ครูแจกบัตรลงคะแนนเสียงเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันให้โหวตว่ากลุ่มใดมีวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสมที่สุด และให้บอกเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น
7. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการโหวต ครูรวบรวมคะแนน และมอบรางวัลแก่กลุ่มที่ชนะการโหวต จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อนำสู่การสรุปกิจกรรม
 - นักเรียนได้ข้อคิดใดบ้างจากกิจกรรมนี้ นักเรียนจะมีหลักการอย่างไรในการเลือกวัตถุเพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน (พิจารณาจาก ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้งาน ความเป็นไปได้ในการใช้งาน ความคุ้มค่าในการใช้(ราคา ความคงทน) ความปลอดภัย ความเหมาะสมกับการใช้งานโอกาสต่างๆ)

สรุปบทเรียน (15 นาที)

นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน

สื่อ อุปกรณ์ สารเคมี และแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อ อุปกรณ์
 - กระดาษปรู๊ฟและสีเมจิก
 - ใบกิจกรรมที่ 8
 - บัตรลงคะแนนเสียง
2. สารเคมี
 -
3. แหล่งเรียนรู้
 -

กระบวนการวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการวัดและประเมิน	เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมิน
1.ความสามารถในการเลือกใช้และยกตัวอย่างการเลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสมและให้เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุนั้นๆ	- การตรวจผลงานการวิเคราะห์สถานการณ์ตัวอย่างตามใบกิจกรรมที่ 8	- แบบบันทึกการสังเกต - แบบบันทึกคะแนนที่ 8
2. ความสามารถในการวางแผนการทำงาน ออกแบบการนำเสนอได้อย่างเหมาะสมและนำเสนอผลการทำงานให้ผู้อื่นเข้าใจได้	- การสังเกตการอภิปรายในชั้นเรียน และการนำเสนอผลงาน	- แบบบันทึกการสังเกต
3. การทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ	- การสังเกต	- แบบบันทึกการสังเกตการทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ

บันทึกผลหลังสอน

1. ครูประเมินการสอนของตนเอง (ผลดีจากการสอน ปัญหาที่พบ ข้อเสนอแนะ)

.....

.....

.....

.....

.....

2.ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้สอน.....

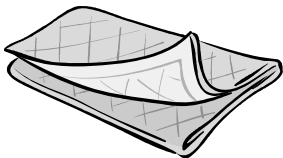
(.....)

ใบกิจกรรมที่ 8
ยอดคน สถานการณ์ที่ 1

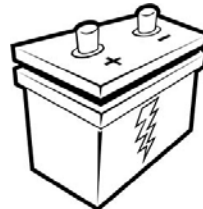


คำชี้แจง อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วปรึกษากับเพื่อนๆ ในกลุ่มถึงวิธีที่จะดำรงชีวิตโดยเลือกใช้สิ่งของสิ่งมี
มาให้ โดยวาดภาพ และ/หรือ เขียนคำอธิบายในกระดาษแผ่นใหญ่ที่เตรียมให้

หากจังหวัดขอนแก่นประสบปัญหาอุทกภัย หรือน้ำท่วม อากาศหนาวเย็น รวมทั้งมีสัตว์ร้ายและ
โรคระบาดมากับน้ำด้วย นักเรียนไม่มีบ้านอยู่และไม่สามารถติดต่อกับจังหวัดอื่นๆได้ นักเรียนมี
อาหารเหลือพอที่จะกินได้ประมาณ 1 เดือนหรือจนกว่าจะมีคนมาช่วย แต่โชคยังดีนักเรียนพบของ
บางอย่างที่จะช่วยให้นักเรียนดำรงชีวิตหรือเดินทางไปขอความช่วยเหลือได้ นักเรียนจะเลือกใช้สิ่ง
เหล่านี้ทำอะไร (เลือกอย่างน้อย 5 ชนิด)



พลาสติกแผ่นใหญ่
สำหรับคลุมรถยนต์
1 ผืน



แบตเตอรี่รถยนต์
1 ชัน



กีตาร์ 2 ตัว



หลอดไฟ และ สายไฟ
1 ชุด



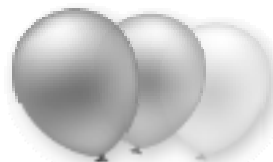
กระดานดำ 1 อัน



ท่อน้ำโลหะยาว
1 เมตร
ขนาดใหญ่ 1 อัน
ขนาดเล็ก 1 อัน



แผ่นสังกะสี
10 แผ่น



ลูกโป่งขนาดใหญ่
3 ลูก



กาต้มน้ำแตนเลส

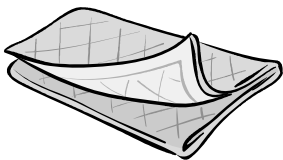


กระดาดทึบ 6 ม้วน

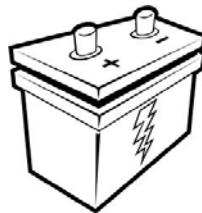
ยอดคน สถานการณ์ที่ 2

คำชี้แจง อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วปรึกษากับเพื่อนๆในกลุ่มถึงวิธีที่จะดำรงชีวิตโดยเลือกใช้สิ่งของสิ่งมีมาให้ โดยวาดภาพ และ/หรือ เขียนคำอธิบายในกระดาษแผ่นใหญ่ที่เตรียมให้

หากจังหวัดขอนแก่นประสบปัญหาแห้งแล้ง อากาศร้อน ฝนไม่ตก รวมทั้งมีสัตว์ร้ายและโรคระบาด ด้วย นักเรียนไม่มีบ้านอยู่และไม่สามารถติดต่อกับจังหวัดอื่นๆได้ นักเรียนมีอาหารเหลือพอที่จะกินได้ประมาณ 1 เดือนหรือจนกว่าจะมีคนมาช่วย แต่โชคดีนักเรียนพบของบางอย่างที่จะช่วยให้นักเรียนดำรงชีวิตหรือเดินทางไปขอความช่วยเหลือได้ นักเรียนจะเลือกใช้สิ่งเหล่านี้ทำอะไร (เลือกอย่างน้อย 5 ชนิด)



พลาสติกแผ่นใหญ่
สำหรับคลุมรถยนต์
1 ผืน



แบตเตอรี่รถยนต์
1 ชั้น



กีตาร์ 2 ตัว



หลอดไฟ และ สายไฟ
1 ชุด



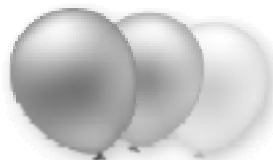
กระดานดำ 1 อัน



ท่อน้ำโลหะยาว
1 เมตร
ขนาดใหญ่ 1 อัน
ขนาดเล็ก 1 อัน



แผ่นสังกะสี
10 แผ่น



ลูกโป่งขนาดใหญ่
3 ลูก



กาต้มน้ำแตนเลส



กระดาษทิชชู 6 ม้วน

แบบทดสอบท้ายบทเรียน (พร้อมเฉลย)

เรื่อง การเลือกใช้วัสดุ

① คำชี้แจง จากบทเรียนที่ผ่านมา ขอให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบเหตุผลในการที่นักเรียนเลือกซื้อสิ่งของหรือวัตถุใดๆ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

(A.) วัสดุที่ใช้ทำ

(B.) มีเครื่องหมายรับประกัน

(C.) ทนทาน

ความปลอดภัย เช่น มอก.

D. เหมาะสมกับวัย

E. ได้รับการยอมรับ โดยมี

F. ราคาถูกที่สุด

โฆษณาในโทรทัศน์

(G.) เหมาะสมกับ

H. หาซื้อได้ง่าย

I. สวยงาม ทันสมัย

จุดมุ่งหมายการใช้งาน

② คำชี้แจง นักเรียนจะเลือกวัสดุที่มีสมบัติใดทำสิ่งของหรือวัตถุต่อไปนี้ ขอให้นักเรียนจับคู่ข้อความด้านซ้ายและขวาที่มีความสอดคล้องกัน

1. เจียงสำหรับสับหมู

A. นำความร้อน

2. สายชิงช้า

B. ไม่นำไฟฟ้า

3. โซฟาสำหรับนั่ง

C. ความแข็ง

4. กระดาษสำหรับยางเนื้อ

D. สภาพยืดหยุ่น

5. ฝ่ามือหุงข้าวไฟฟ้า

E. ความเหนียว

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 : บทความสำหรับการเผยแพร่

ภาคผนวกที่ 2 : แบบสำรวจแนวคิดเรื่องสมบัติของวัสดุและสมบัติของวัสดุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ภาคผนวกที่ 3 : เหตุผลในการเลือกวัสดุเพื่อสร้างวัตถุใดๆของกลุ่มเป้าหมายรายบุคคล

ภาคผนวกที่ 1

เสนอผลงานในที่ประชุม 41st Annual ASERA Conference ณ Shoal Bay Resort and Spa, Port Stephens,
New South Wales, Australia ระหว่างวันที่ 30 มิถุนายน – 3 กรกฎาคม 2553 นำเสนอในหัวข้อ The Effect of
Multiple Factors on Teaching for Conceptual Change in Thai Primary Science

**A Study of the Effects of Affective and Social Factors on
Teaching for Conceptual Change in Primary Science**

Name: Pattamaporn Pimthong, PhD (science education)

Position: Lecturer of Science Education

Organisation: Khon Kaen University, Thailand

Department/Division: Faculty of Education

Email: ppatt@kku.ac.th, pattjai@hotmail.com

Phone: +66 43 343452-3 ext. 124

Mobile: +66 892403762

Fax: +66 43 343454

**This paper is submitted to The Journal of Science and Mathematics Educaiton in
Southeast Asia.**

A Study of the Effects of Affective and Social Factors on Teaching for Conceptual Change in Primary Science

The purposes of this research were (1) To study the impact of multiple factors such as affective and social factors on the process of conceptual change. (2) To study the development of teaching for conceptual change and (3) To study students' conceptual development about materials and their properties during the learning process. The subjects were thirty-two Grade 5 (10-11 years) students. The instructional unit which based on conceptual change perspective was developed. Data were collected through pre and post concept surveys, classroom observations, students' works and students' interviews. The results showed the influences of instructional activities that challenged and encouraged student conceptual change and indicated some effects of affective, social, cultural and language factors on students' conceptual change. This study illustrates how a conceptual change approach might be accomplished in specific cultures and contexts.

KEY WORDS: materials and their properties, conceptual change, primary science

Introduction

The goal of *The National Education Act (ONEC, 2000)* of Thailand is Thai students will become scientifically literate people in a knowledge-based society. Science teacher and students becoming are seen as core components of this vision. It is recommended that student experience of science be varied and responsive to the demands of their communities so that they experience science as meaningful and applicable to their everyday lives, and also relevant for higher education (ONEC, 2000; IPST, 2002). According to *the National Science Content Standard (IPST, 2002)* of Thailand, there are eight content standards which material and its properties appear in the third content standard (matter and its properties). Variety concepts about material included definition of material, properties of materials (hardness, strength, flexibility, heat transferability, electric transferability and density) and identifying and choosing material used in everyday life. It is found that concepts of material are prerequisite for concepts of matter and considered a necessity for studies in Physics, Chemistry, Technology and Vocational Education (applying of materials) (Blicblau, 1997)

There are many issues about research studies in student conceptions of material. For example, the study of different connections between French education and concept formation about physical properties of material, chemical properties and classification of material within the framework of disciplinary fields of sciences, technology and techniques (Chatoney, 2006). Other studies are about 5-11 years old children's feelings, experiences and design ideas from variety of materials in the framework of technology and design education (Fleer, 1999). Moreover, there is the study about grade 3 students' logical reasoning abilities on rolling about why different objects made up of different materials (Liu, 2000). As well as the investigation of the relationship of 4 years olds students' reason about the affordance of the materials and the tools (Carr, 2000). Other kind of studies about material is the study about preparing students to make value judgments in genetic engineering in view of technology education (Conway, 2000). These studies show that most researchers are interested in material and its properties in view of technology (shape and structure) for designing and applying to everyday life more than in view of science. There are a few studies which relating to concept of science, namely, the research about properties of material e.g. fusion liquefaction solidification (Chatoney, 2006). So, the studies about material are involved with three areas that are science (physics and chemistry), technology and vocational subject (Blicblau, 1997).

From variety views about material may lead to and unclear understanding about this concept. Moreover, the research studies above have shown that students hold many

alternative conceptions about material and its properties. In Thailand, *the National Science Content Standard* identified material as the basic knowledge for learning matter and its properties (IPST, 2002). It is very important for science teaching to help the students to clarify their ideas and relate concepts of material from classroom to their daily life.

To solve this problem, conceptual change is a perspective used in the science education community to explain the process of how student conceptions might change to more scientific conceptions (Wandersee et al., 1994; Duit and Treagust, 2003). However, in the past the studies about conceptual change emphasized only on cognitive domain (e.g. Posner et al. (1985)). The new perspectives on conceptual change had pay more attention on other factors, for example, motivational belief (Pintrich et al., 1993), affective and social factor (Tyson, 1997) and contextualization (Saljo, 1999).

In this study, the purposes is not only prepare the learning unit for developing students' understanding in material and its properties but also aware of other factors that may affect on students' understanding such as motivation, affective and social factors (Pintrich et al., 1993). This paper reports on a study that investigated and then focused on promoting Thai grade 5(11-12 years) student conceptions related to material and its properties together with study other factors which impact on students' conceptual change. The results from this study also explain why each student has difference abilities to understand the same concept.

Literature Review

Traditional views of conceptual change stress the promotion of student dissatisfaction with existing concepts and the introduction of new concepts which make sense, are accepted and found to be valuable (Posner et al., 1982). A more recent view is that conceptual change has affective and social aspects (Pintrich et al., 1993). Seen this way, the process of conceptual change occurs only when students intend to change their concepts and realize the importance of their learning (Sinatra, 2003). Many factors affects on the process of conceptual change for example students' motivational belief (self-efficacy, epistemological belief, interest and value, control belief), the need encouragement to understand and explain a concept in variety contexts (Hallden, 1999). This view of conceptual change informs the study.

The present study aimed to find out whether a conceptual change approach was appropriate for Thai students to learn about material and its properties and whether other factors such as affective and social factors help the researcher to understand how and why the students' conceptual change occur. The study reported began by investigating what difficulties there are and what factors may affect on teaching and learning material and its

properties in Thailand. The understandings gained were used to design and implement an instructional unit based on a conceptual change approach to help the students develop their scientific conceptions about material and its properties. Finally, this research give an important reason how and why some students change their concepts but some students do not.

Research Methodology

The conceptual change unit of material and its properties was developed based on The National Science Content Standards, Thailand (IPST, 2002) and aware of some factors which may impact the changes.

The instructional unit was designed for 14 periods. It included seven lesson plans namely, definition of material, properties of materials (hardness, strength, flexibility, heat transferability, and electric transferability) and identifying and choosing material used in everyday life. Teaching strategies that have been found to promote conceptual change were included in the unit depend on the appropriateness in each concept. The development of activities also attended to three factors, getting from researcher participant classroom observation and school context, which are motivational belief, social factors and language difficulties. For example, activities did not emphasize reading and writing tasks only. All activities and examples were adapted to fit with the Thai context. All activities encourage the students to show their abilities in many ways to promote students' self-confidence and self-efficacy. The teacher (researcher) tries to act as a good facilitator and prepare warm and friendly classroom climate.

An interpretive methodology was used in this study. The study was conducted from a conceptual change perspective and multiple data generation methods (school and classroom observations, student concept surveys, student and teacher interviews, and student works) from multiple sources of data were used. There are three phases of these study namely, 1) the 1st phase is about one semester surveying variety of factors which may affect on science learning (eg. motivational belief and social factors). The researcher observes science classrooms and interview students and science teachers 2) the 2nd phase (six months) is about surveying grade 5 students using concept survey, then using student concepts for developing conceptual change learning unit about material and its properties

and 3) the 3rd phase (two months) is the time for implementing the learning unit in the grade 5 science class.

Data was collected on student initial understandings using a concept survey which included sections on material and its properties. The same survey was given to the students after the unit. Students' responses from pre and post survey were categorized as in table 1

Table 1

Students' responses categories

No.	Category	Descriptions	Examples
1	Strength – ST	Responses that included the explanation on material that resistance to breaking, tearing.	Ball should be made of leather because of its strength.
2	Flexibility – F	Responses that included the explanation on materials continue to be the same shape after the action force.	Ball should be made of leather because of it continue to be the same shape after being kicked.
3	Hardness – H	Responses that included the explanation on material that resistance to scratch and pressure.	Ball should be made of leather because of soft.
4	Heat transferability – HE	Responses that included the explanation on heat transferability of material.	Adapter should be made of plastic because plastic is not transferring heat.
5	Electric transferability – E	Responses that included the explanation on electric transferability of material.	Adapter should be made of plastic because plastic is not transferring electricity.
6	Visibility – V	Responses that included the explanation on material's opaque or transferability.	Ball should be made of leather because of leather's coat is opaque.
7	Usability - U	Responses that included the explanation on how to use the objects e.g. using for play or	Ball should be made of leather using for kicking.

No.	Category	Descriptions	Examples
8	Weight – W	Responses that included the explanation on weight of material.	Ball should be made of leather because of light.
9	Touch – T	Responses that included the explanation on texture of material.	Ball should be made of leather because of its smooth.
10	Size – S	Responses that included the explanation on size of material.	Ball should be made of leather because of thick.

This categorization of concepts was adapted from Andersson (1990), Tytler and Peterson (2000), Tytler (2003) and Chatoney (2006). During the unit the whole class activities were video taped and field notes taken by the researcher. Interviews were used to assess student understanding of material and its properties and student's perceptions of the teaching and learning science. Students were asked to explain the situations about material and its properties using their understanding such as “*what is (object) should be made of and should not be made of, why?*”, “*according to a house picture, why do you choose brick for making the wall?*” and “*what are the differences of the clothes in each season*” . All data from interviews was audio tape recorded and transcribed verbatim in Thai. The data were categorized using thematic analysis.

Result

The 32 students (10 boys, 22 girls) had variety background. Most of them were not skillful in science and some of them had poor writing and reading skills. Many students said they do not like science and they thought science was not necessary for them. The main culture of this school was all students trust and pay respects to the teachers. Most students need to do what the teachers say. An instructional unit about material and its properties was implemented in this school for encouraging students' scientific conceptions and finding the factors which have effects on students' conceptual change. The findings show that the use of an instructional unit about material and its properties can help students to understand and accept scientific conceptions and apply those concepts to appropriate

contexts. Four teaching strategies based on conceptual change perspective were used namely practical work (the use of experiments), historical approach, role playing and problem solving. Each teaching strategy was chosen for differences topics depended on scientific concepts and students. The details was presented in table 2

Table 2

Learning activities

No.	concept	teaching strategies	reason for selection
1.	Strength	doing experiment	Encourage the students to experience real material (plastic bag) for understanding and aware of its properties and benefits.
2.	Hardness	doing experiment + historical approach	Use an historical case of Moh for the students to study how scientific knowledge constructed. The students are not only learning about what hardness is but also investigate and understand process of science by themselves.
3.	Flexibility	doing experiment + role playing	Students do a role playing (young designer) for solving unfamiliar problems about flexibility.
4.	Heat transferability	doing experiment	Use experiments and games to motivate the students to explain about heat transferability in everyday situations.
5.	Electric transferability	doing experiment	Students do an experiment to explore which material transfer electricity.
6.	Material selection abilities	problem solving	Students integrate theirs ideas about properties of material for solving problems relating to everyday life situations.

The students changed between the pre and post survey occur in all concepts about properties of material. For the strength of material, the number of students who refer to strength for explaining appropriate situations when they asked to choose suitable material

for suitable object increased between the pre and post survey. For example, most students explained that they chose nylon for their fishing line because of its strength (22 from 32 students). However, some students chose nylon for fishing line but they use hardness instead of strength for example “nylon is hard because it resist force or attack. It can be stretch and it harder than rope”. It shows that these students has strength concept but they chose different words for explaining their understandings.

According to hardness of material, the researcher found that an activity about Moh’s scale helped the students to refer to hardness properties for explaining their ideas (pre survey= 18 students, post survey= 22 students). These students identified the material that resist to scratch and broken. In post survey, most students refer to Moh’s scale activity as an evidence for their explaining about hardness. For example, B2 explained in post survey that “I chose it [brick] for building wall because it is hard”. This explanation is different from B2’s pre survey “We can build a high wall using brick”

Flexibility is a property that most students are not familiar with. Moreover, the researcher found some dialectic issues because there were some different words used in North-East dialectic and Thai language. After the lesson about flexibility of material, most students refer to flexibility for choosing appropriate materials. Some students explained that they thought the main property of nylon is “flexibility” but they did not know how to explain this property. Some of them said they did not realize that flexibility was important for choosing any materials. After “Young Designer” activity, most students accepted that to study material properties helped them to make decision when they had to chose material for each situation.

Other two material properties are heat and electric transferability. For heat transferability, there are many students' conceptual change between the pre and post survey in case of selecting appropriate materials. Many students refer to their experiences from "heat transferability experiment" about how they select appropriate materials using heat transferability property. As same as electric transferability, most students had good prior knowledge about which material could transfer electricity. However, the students could not clarify what is electricity mean to them. For learning activity, the students investigated electric transferability property of different materials using simple electric circuit. All students had chances to study how did simple electric circuit work? And what were the roles of each component in simple electric circuit? Finally, the students had opportunities to test their hypotheses by doing an experiment to explore which material

transfer electricity. After learning activity, the post survey showed that most students changed their conceptions about exploring suitable materials for electrical plug. Some students explained why we should not use metal, stainless steel and copper to make electrical plug because "short circuit will occur" or "metal transfer electric to us".

Discuss and implication

The important finding in this study was the finding of the impact of multiple factors that is, motivational belief, student contexts and language difficulties on students' conceptual change. There were the issues about the differences between scientific language and everyday language. Moreover, there were some confusion among scientific language, North-east Thai dialect and Thai language in textbooks. Before the study, the students did not know much about properties of materials. Some students knew some materials' properties but could not explain using scientific explanations. They did not identify why some materials suitable for making some objects. From the pre survey, most students' alternative conceptions had occurred because some materials' properties were unfamiliar to the students. For example, Some words such as strength and flexibility are unfamiliar to students and rarely used in everyday life were found to be an obstacle to student conceptual change. This finding was concurrent with the study of Wellington and Osborne (2001). Another idea related to language issue was some words in every life make confusions between scientific language and language in everyday life. For example, most students used hardness to explain properties of plastic bag. While in scientific language use strength to explain the properties of material which resistance to breaking, tearing. These confusions support student alternative conceptions (Vosniadou and Brewer, 1992; Wandersee et al., 1994; Duit, 1999). So, the researcher tried to encourage the students to use those unfamiliar terms in learning activities for explaining familiar materials such as using plastic bags for learning strength property. The conceptual change that occurred in students' conceptions could be described as change which started from students' conceptions (Duit and Treagust, 2003). The process that the students' conception about plastic bag was reconciled with a new conception about strength property that good plastic bag should be strength. Hewson and Hewson (1992) and Posner et al. (1982) called this process conceptual capture or assimilation.

Another problem was found from pre survey was most students did not pay attention on some material properties. For example, most student know "hardness" but they did not think this property was important when chose material. For example, the students choose wood for their door because of wood could be cut. As well as, most students knew

which material transfer electricity but they could not explain how each material can transfer electricity and why the students choose each material for doing object. This problem concurrent with Hallen (1999)'s idea. Hallen (1999) explained that the alternative conceptions result from difficulties of students in identifying the adequate context for specific concepts. There are no hints available on adequate contextualizations. Sometimes those contexts are most familiar to them, but these are not adequate. Teaching new concepts should, therefore, focus explicitly on adequate contextualizations which meaningful to the students. In this case, the researcher prepared the adequate contexts for the students to use their understanding about materials' properties to explain variety situations. For example, Moh's scale case was prepared for the students to apply hardness in everyday situations.

From this research, the impact of social and classroom contexts on students learning was found. The role of strict teachers hinder student learning. For example, most students never present their ideas if their teacher did not let them do. While the role of teachers who give their students the opportunities to experience many activities, experiments and explain their ideas encouraged students understanding and students' motivation in learning. In this study, in all activities gave all students the opportunities to participate. The role of teacher was enhancing and motivating using questions, praising, and pay attention to students' ideas.

Another important finding from this research was the affect of motivational belief on conceptual change. The researcher found that most students aware that there was no need to wait for receiving knowledge from teachers and there was no absolute truth. Students' epistemological beliefs was relate to the believing in making and constructing meaning of phenomenon by themselves. These belief lead to students' interests and values on investigating, testing, inquiring process to meet their purpose of explain the phenomenon which the students were encouraged by variety of activities. If the students know their roles, they can set their Goal orientation. They can identify what they want to do or want to know. Moreover, when the students had chance to make decision by themselves, they will reach high self efficacy and have clear control belief to plan what they do or why do they accept scientific conceptions.

Acknowledgement

This work was supported by the Thailand Research Fund (TRF) [grant number MRG5080262].

References

- Andersson, B. (1990). Pupils' Conceptions of Matter and its Transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- Blicblau, A. (1997). The Trend Towards Materials in Science and Technology Education. *Journal of Science Education and Technology*, 6(3), 231-240.
- Carr, M. (2000). Technological Affordance, Social Practice and Learning Narratives in an Early Childhood Setting. *International Journal of Technology and Design Education*, 10, 61-79.
- Chatoney, M. (2006). The Evolution of Knowledge Objects at the Primary School: A Study of the Material Concept as it is Taught in France. *International Journal of Technology and Design Education*, 16, 143-161.
- Conway, R. (2000). Ethical Judgements in Genetic Engineering: The Implications for Technology Education. *International Journal of Technology and Design Education*, 10, 239-254.
- Duit, R. (1999). Conceptual Change Approach in Science Education. In Schnotz, W., S. Vosniadou & M. Carretero (eds.), *Advances in Learning and Instruction Series: New Perspectives on Conceptual Change* (pp. 263-282). Amsterdam: Pergamon.
- Duit, R. and Treagust, F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Fleer, M. (1999). The Science of Technology: Young Children Working Technologically. *International Journal of Technology and Design Education*, 9, 269-291.
- Hallden, O. (1999). Conceptual Change and Contextualization. In Schnotz, W., S. Vosniadou & M. Carretero (eds.), *Advances in Learning and Instruction Series: New Perspectives on Conceptual Change* (pp. 53-65). Amsterdam: Pergamon.

Hewson, P. and Hewson, M. (1992). The status of students' conceptions. In Duit et al., (eds.), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies* (pp. 59-73). Kiel: Institute for Science Education at the University of Kiel.

Institute of Promotion Teaching for Science and Technology. 2002. *Science Standard Learning Management Manual*. Bangkok: Curu Sapa Printing and Publishing Co.,Ltd.

Liu, X. (2000). Elementary School Students' Logical Reasoning on Rolling. *International Journal of Technology and Design Education*, 10, 3-20.

Ministry of Education. 2000. *Basic Education Curriculum*. Bangkok: Curu Sapa Printing and Publishing Co.,Ltd.

Pintrich, P. et al. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivation beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63, 167-199.

Posner, G. et al. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.

Saljo, R. (1999). Concepts, Cognition and Discourse: From Mental Structures to Discursive Tools. In Schnotz, W., S. Vosniadou & M. Carretero (eds.), *Advances in Learning and Instruction Series: New Perspectives on Conceptual Change* (pp. 81-90). Amsterdam: Pergamon.

Sinatra, G. M. and P. R. Pintrich. (2002). *Intentional conceptual change*. Mahwah, N.J., L. Erlbaum.

Tyson, M. et al. (1997). A Multidimensional Framework for Interpreting Conceptual Change Events in the Classroom. *Science Education*, 81, 387.

Tytler and Peterson. (2000). The Influence of Primary Children's Ideas in Science on Teaching Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 363-385.

Tytler. (2003). The Influence of Primary Children's Ideas in Science on Teaching Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 363-385.

Vosniadou, S. and F. Brewer. 1992. Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*. 24: 535-585.

Wandersee, H., J. Mintzes, and D. Novak. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. Gabel (Ed.) *Handbook of research on science teaching and learning* (pp.177-203). Washington, DC: National Science Teachers Association.

Wellington, J. and J. Osborne. 2001. *Language and Literacy in Science Education*. Buckingham: Open University Press.

ภาคผนวกที่ 2

แบบสำรวจแนวคิดเรื่องสมบัติของวัสดุและสมบัติของวัสดุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
(เวลา 50 นาที)

ฉันชื่อ

ฉันเป็น ☐ ผู้ชายครับ ☐ ผู้หญิงค่ะ

ฉันอายุ ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12 ☐ 13 ปี

ชั้น เลขที่.....โรงเรียน.....

คำชี้แจง

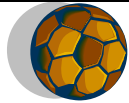
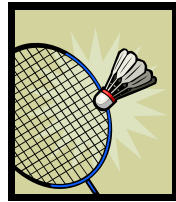
1. กรุณาตอบคำถามทุกข้อเพราะคำตอบของนักเรียนทุกคำตอบมีคุณค่า โดยจะเป็นประโยชน์ให้แก่ผู้วิจัยในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป
2. นักเรียนทุกคนคือผู้ที่ได้รับการคัดเลือกแล้วว่าเป็นผู้มีความสามารถ จึงขอให้นักเรียนตั้งใจทำให้มากที่สุด

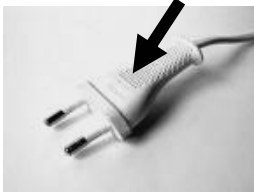
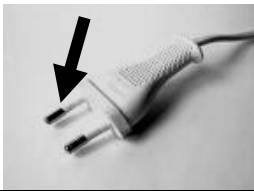
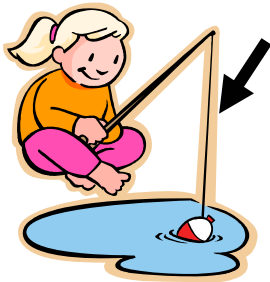
ดร.ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง



แบบวัดแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของสาร

1. สิ่ง que เห็นในภาพควรทำมาจากอะไร และไม่ควรทำมาจากอะไร เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

สิ่งของ	ควรทำมาจาก...	เพราะ...	ไม่ควรทำมาจาก...	เพราะ...
ตัวอย่าง. ขวดนม 	พลาสติก	ใส และ เบา	เหล็ก	หนัก และ ทึบ
ลูกบอล 				
โต๊ะเขียนหนังสือ 				
เ็นไม้แบด 				
 ครก				
 ถุง				

สิ่งของ	ควรทำมาจาก...	เพราะ...	ไม่ควรทำมาจาก...	เพราะ...
สายชิงช้า 				
หุกต้มน้ำ 				
ช้อน 				
ปลั๊กไฟ 				
ปลั๊กไฟ 				
เสื่อ 				
สายเบ็ด 				

สิ่งของ	ควรทำมาจาก...	เพราะ...	ไม่ควรทำมาจาก...	เพราะ...
โซฟา 				

2. จากภาพบ้านหลังนี้ นักเรียนคิดว่าเหตุใดจึงเลือกใช้ของเหล่านี้ ในการสร้างบ้าน



www.lakegarden.com/insidep.php?idp=5&pagename...

เพราะเหตุใดจึงเลือกกระจกสำหรับทำหน้าต่าง

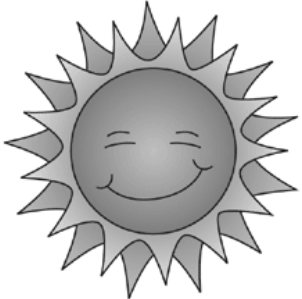
เพราะเหตุใดจึงเลือกไม้สำหรับทำประตู

เพราะเหตุใดจึงเลือกอิฐสำหรับสร้างกำแพง

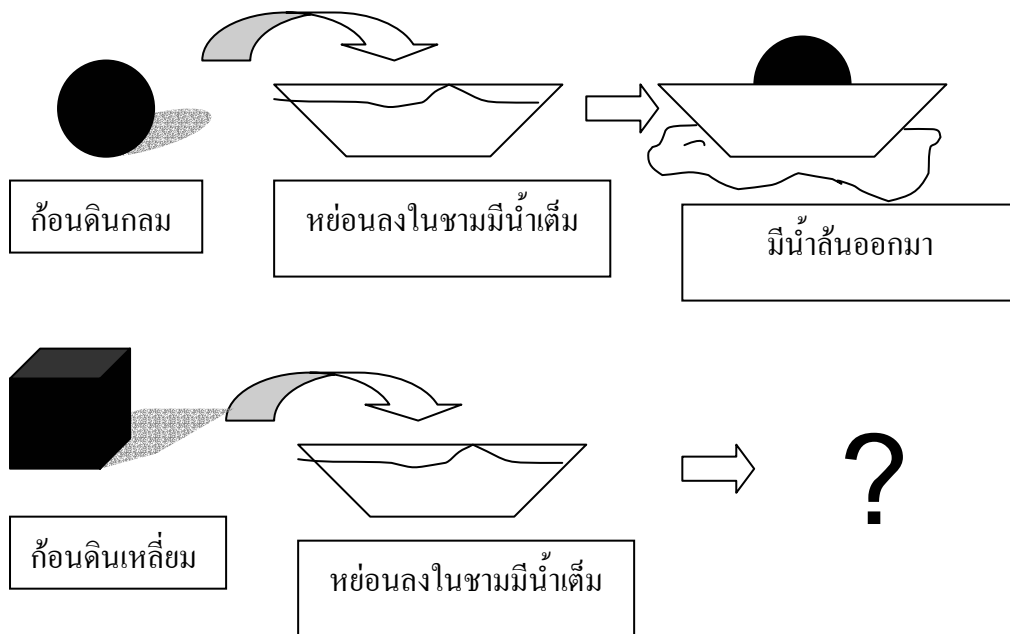
เพราะเหตุใดจึงเลือกกระจกสำหรับทำหน้าต่าง

เพราะเหตุใดจึงเลือกกระเบื้องสำหรับปูหลังคา

3. เสื้อผ้าในฤดูต่างๆ ควรมีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

ฤดู	ภาพเสื้อผ้า (วาดภาพ)	เสื้อผ้านี้ทำมาจากอะไร (อธิบาย)
		
ฤดูหนาว 		
ฤดูฝน (ขณะฝนตก) 		

5. หนูตีปั้นดินเป็นลูกกลมๆ แล้วหย่อนลงในชามที่มีน้ำอยู่เต็ม ปรากฏว่ามีน้ำล้นออกมา ต่อมาหนูตีปั้นดินก้อนเดิมเป็นสี่เหลี่ยม แล้วหย่อนลงในชามที่มีน้ำเต็ม นักเรียนคิดว่าจะมีน้ำจะล้นออกหรือไม่ หากมี น้ำจะล้นออกมาเท่ากับหย่อนดินลูกกลมลงไปหรือไม่ เพราะเหตุใด



- ไม่มีน้ำล้นออกมา
- มีน้ำล้นออกมา แต่น้อยกว่าตอนหย่อนก้อนดินกลมลงในชาม
- มีน้ำล้นออกมา เท่ากับตอนหย่อนก้อนดินกลมลงในชาม
- มีน้ำล้นออกมา แต่มากกว่าตอนหย่อนก้อนดินกลมลงในชาม

เพราะ

.....

.....

6. สิ่งต่อไปนี้จะลอยน้ำหรือ จมน้ำ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

- ห่วงยาง

☐

ลอยน้ำ

☐

จมน้ำ

เพราะ

๕.....

- แผ่นไม้

☐

ลอยน้ำ

☐

จมน้ำ

เพราะ

๕.....

- เรือเหล็ก

☐

ลอยน้ำ

☐

จมน้ำ

เพราะ

๕.....

- ก้อนหิน

☐

ลอยน้ำ

☐

จมน้ำ

เพราะ

๕.....

7. หย่อนลูกบอล 2 ลูกที่มีขนาดเท่ากันแต่น้ำหนักไม่เท่ากันลงในน้ำ ปรากฏว่า ลูกบอล ก. มีสีดำน้ำหนัก 100 กรัม จมน้ำ ส่วนลูกบอล ข. มีสีเทาน้ำหนัก 500 กรัมจมน้ำ ต่อมาหากนักเรียนหย่อนลูกบอล ค. ที่มีขนาดใหญ่มีสีดำน้ำหนัก 1,000 กรัม ซึ่งทำจากของอย่างเดียวกันกับลูกบอล ก. ลูกบอลลูกนี้จะจมหรือลอย เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

.....

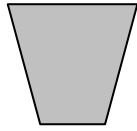
.....

.....

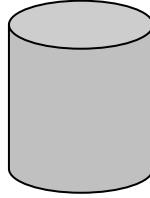
.....

.....

8. นักเรียนคิดว่าน้ำในแก้ว และ น้ำในกระบอก เท่ากันหรือไม่ นักเรียนจะมีวิธีทดสอบได้อย่างไร



แก้วใส่น้ำ



กระบอกใส่น้ำ

.....

9. อะไรอยู่ในลิ้นรยยนต์ นักเรียนทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

10. วงกลมล้อมรอบตัวเลือกเพื่อแสดงว่าสิ่งต่อไปนี้ เป็น ของแข็ง ของเหลว หรือ แก๊ส หรือ ไม่ใช่ทั้งสามชนิด และอธิบายว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

10.1 ก้อนหิน เป็น

- ก. ของแข็ง
- ข. ของเหลว
- ค. แก๊ส
- ง. ไม่ใช่ทั้งสามชนิด (ไม่ใช่ข้อก,ข และ ค)

เพราะ _____

10.2 อากาศ เป็น

- ก. ของแข็ง
- ข. ของเหลว
- ค. แก๊ส
- ง. ไม่ใช่ทั้งสามชนิด (ไม่ใช่ข้อก,ข และ ค)

เพราะ _____

10.3 แป้งฝุ่น เป็น

- ก. ของแข็ง
- ข. ของเหลว
- ค. แก๊ส
- ง. ไม่ใช่ทั้งสามชนิด (ไม่ใช่ข้อก,ข และ ค)

เพราะ _____

10.4 น้ำมะนาว เป็น

- ก. ของแข็ง
- ข. ของเหลว
- ค. แก๊ส
- ง. ไม่ใช่ทั้งสามชนิด (ไม่ใช่ข้อก,ข และ ค)

เพราะ _____

10.5 แสงจากหลอดไฟ เป็น

ก. ของแข็ง

ข. ของเหลว

ค. แก๊ส

ง. ไม่ใช่ทั้งสามชนิด (ไม่ใช่ข้อก,ข และ ค)

เพราะ

10.6 ตามความเข้าใจของนักเรียน ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส คืออะไร

ของแข็ง

ของเหลว

แก๊ส

11. วงกลมล้อมรอบตัวเลือกเพื่อแสดงว่าสิ่งต่อไปนี้ เป็นสารหรือไม่ และอธิบายเหตุผลด้วยว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

11.1 ต้นไม้ เป็นสารหรือไม่

- ก. เป็น
- ข. ไม่เป็น
- ค. ไม่ทราบ

เพราะ _____



11.2 ความร้อนจากเทียนไข เป็นสารหรือไม่

- ก. เป็น
- ข. ไม่เป็น
- ค. ไม่ทราบ

เพราะ _____



11.3 กระทะเหล็ก เป็นสารหรือไม่

- ก. เป็น
- ข. ไม่เป็น
- ค. ไม่ทราบ

เพราะ _____



11.4 น้ำ เป็นสารหรือไม่

- ก. เป็น
- ข. ไม่เป็น
- ค. ไม่ทราบ

เพราะ _____



11.5 เกลือ เป็นสารหรือไม่

- ก. เป็น
- ข. ไม่เป็น
- ค. ไม่ทราบ

เพราะ _____



11.6 ไอ้น้ำจากน้ำเดือดในหม้อ เป็นสารหรือไม่

- ก. เป็น
- ข. ไม่เป็น
- ค. ไม่ทราบ

เพราะ _____



11.7 เา เป็นสารหรือไม่

- ก. เป็น
- ข. ไม่เป็น
- ค. ไม่ทราบ

เพราะ _____



11.8 ตามความเข้าใจของนักเรียน สารคืออะไร

ขอบคุณมากค่ะที่ตอบคำถามทุกข้อ



ภาคผนวกที่ 3

เหตุผลในการเลือกวัสดุเพื่อสร้างวัตถุใด ๆของกลุ่มเป้าหมายรายบุคคล

1.ควรทำมาจาก

	1.ลูกบอล		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3.เอ็นไม้แบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เขียง)หลังเรียน
B1	หน - สภาพน้ำหนักร (เบาไม่แข็ง) - ผิวสัมผัส(หนา)	พด-สภาพน้ำหนักร(เบาไม่แข็ง)	ม-สภาพ ยืดหยุ่น(แข็ง) - ขนาด(หนา)	ม-สภาพยืดหยุ่น (แข็ง)	สอ-การใช้ งาน(ขาดยาก)	สอ-สภาพน้ำหนักร(เบา)	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา) ห-น้ำหนักร (หนักร)	ไม่ตอบ
B2	หน- ยืดหยุ่น(เหนียว) - การใช้งาน(เตะได้ดี)	หนักร-ใช้งาน(เตะได้ดี)	ม-การใช้งาน (วางของได้)	ม-สภาพน้ำหนักร (เบาไม่หนักร) พด--สภาพน้ำหนักร (เบาไม่หนักร)	ช-สภาพความ ยืดหยุ่น(ดีง่าย)	สอ-การใช้งาน (ทนทาน)	ห-การใช้งาน (ไม่แตกหักง่าย)	ม-การใช้งาน(ทน)
B3	หน – สภาพน้ำหนักร (เบา)	ยาง-ใช้งาน(เตะได้ดี)	ม- สภาพ ยืดหยุ่น(เนื้อดี)	ม-การใช้งาน(รอง เขียนไดดี)	ช-สภาพ น้ำหนักร(เบา)	ช-สภาพความยืดหยุ่น (เหนียว)	คผ-การใช้งาน (คุณสมบัติดี)	ม-การใช้งาน (คุณสมบัติดี)
B4	พด – สภาพน้ำหนักร (เบา)	หนักร-สภาพความ ยืดหยุ่น(นุ่มนิ่ม)	ม- สภาพ ยืดหยุ่น(เนื้อดี)	ม-การใช้งาน(ไม่ หักง่าย)	สน-สภาพ ยืดหยุ่น(ดีง่าย)	สอ-สภาพความ ยืดหยุ่น(ดีง่าย ยืดได้)	คผ-การใช้งาน (โบล่งง่าย)	ม-การใช้งาน(ลับ ของได้ง่าย)
B5	หน - ผิวสัมผัส(หนา) - สภาพน้ำหนักร(เบาไม่ แข็ง)	หนักร-สภาพความ ยืดหยุ่น(นุ่มนิ่ม)	ม- ขนาด(หนา)	ม-สภาพความ ยืดหยุ่น(แข็ง)	ช-การใช้งาน (ขาดยาก)	เชือก-ลักษณะ(แข็ง)	ม-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา)	

	1.ลูกบอล		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3.เอ็นไม้เบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เขียง)หลังเรียน
B6	หน-ยืดหยุ่น(นุ่มนิ่ม)	ไม้-การใช้งาน(ไม่แตก)	ม-สภาพยืดหยุ่น(แข็ง)	ม-สภาพความยืดหยุ่น(แข็ง)	สน-การใช้งาน(แข็งแรงทนทาน)	ย-สภาพความยืดหยุ่น(เหนียว)	ห-การใช้งาน(แข็งแรง)	ม-การใช้งาน(แข็งแรง)
B7	หน - ผิวสัมผัส(หนา) - สภาพน้ำหนัก(เบาไม่แข็ง)	พด-สภาพน้ำหนัก(เบาไม่แข็ง) -สภาพความยืดหยุ่น(นุ่มนิ่ม)	หล-สภาพยืดหยุ่น(แข็ง) - การใช้งาน(ทนทานแข็งแรง)	หล-สภาพความยืดหยุ่น(แข็ง) -การใช้งาน(ทนทานแข็งแรง)	สน-การใช้งาน(แข็งแรงทนทาน) สน-การใช้งาน(ขาดยาก)	สอ-สภาพความยืดหยุ่น(ขาดยาก) -ลักษณะ(แข็ง) พด-ลักษณะ(แข็ง) -สภาพความยืดหยุ่น(ขาดยาก)	ห-การใช้งาน(ไม่แตกหักง่าย)	ม-การใช้งาน(ทน) -ลักษณะ(แข็ง)
B8	หน – การใช้งาน(เตะได้ดี)	พด-สภาพน้ำหนัก(เบาไม่แข็ง) -สภาพน้ำหนัก(เบา)	ม-การใช้งาน(เขียนได้)	ม-สภาพความยืดหยุ่น(แข็ง) -การใช้งาน(ทนทานแข็งแรง)	ไม่ตอบ	ล-สภาพน้ำหนัก(แข็ง) -ลักษณะ(เบา)	คผ-การใช้งาน(โบล่ง่าย)	ม-ลักษณะ(แข็ง) -สภาพน้ำหนัก(หนัก)
B9	หน-สภาพยืดหยุ่น(ไม่อ่อน)	หน้ง-สภาพน้ำหนัก(เบาไม่แข็ง) -สภาพความยืดหยุ่น(นุ่มนิ่ม)	ม-ลักษณะผิวสัมผัส(เรียบ)	ม-สภาพความยืดหยุ่น(แข็ง) -การใช้งาน(ทนทานแข็งแรง)	สน-การใช้งาน(ขาดยาก)	สอ-ลักษณะ(แข็ง)	ห-การใช้งาน(ไม่แตกหักง่าย)	ม-ลักษณะ(แข็ง) -ขนาด(หนา)

	1.ลูกบอล		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3.เอ็นไม้เบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เขียง)หลังเรียน
B10	หน-ยืดหยุ่น(นุ่มนิ่ม)	หนั้-การส่องผ่าน (ทึบ)	ม-สภาพ ยืดหยุ่น(แข็ง)	ม-การใช้งาน (ทนทานแข็งแรง)	สน-การใช้ งาน(ขาดยาก)	สอ-สภาพน้ำหนัก(เบา)	คผ-การใช้งาน (แข็งแรง)	ม-ขนาด(หนา)
B11	หน-ยืดหยุ่น(นุ่มนิ่ม)	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ม-การใช้งาน (ทนทาน แข็งแรง)	ม-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	สน-การใช้ งาน(แข็งแรง ทนทาน)	ช-สภาพความยืดหยุ่น (ดีง่าย)	ห-การใช้งาน (เหนียว)	ม-การใช้งาน(ลับ ของได้ง่าย)
B12	หน- ยืดหยุ่น(เหนียว) - การใช้งาน(เตะได้ดี)	หนั้-การใช้งาน (เตะได้ดี)	ม-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส)	ม-การใช้งาน(รอง เขียนไคดี)	ไม่ตอบ	พด-ลักษณะ(ใส) -สภาพน้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B13	พด – สภาพน้ำหนัก (เบา) - ลักษณะผิวสัมผัส (นุ่มนิ่ม)	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา) -สภาพความยืดหยุ่น (นุ่มนิ่ม)	ม-การใช้งาน (เคลื่อนย้ายได้ ดี)	ม-การใช้งาน (เคลื่อนย้ายไคดี) -สภาพน้ำหนัก (เคลื่อนย้ายไคดี) หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	สน-สภาพ น้ำหนัก(เบา) สน-สภาพ ยืดหยุ่น(ดีง่าย)	สอ-สภาพความ ยืดหยุ่น(เค็งได้ ยืดได้)	ห-การใช้งาน(บด ของไคดี โขลก ละเอียด)	ม-ลักษณะ(แข็ง)
B14	ไม่ตอบ	หนั้-สภาพความ ยืดหยุ่น(นุ่มนิ่ม)	ไม่ตอบ	ม-สภาพความ ยืดหยุ่น(แข็ง)	ไม่ตอบ	สอ - การใช้งาน (ทนทาน) - ลักษณะ(แข็ง)	ไม่ตอบ	ม-การใช้งาน(ทน) -ลักษณะ(แข็ง)
B15	พด- การใช้งาน(สูบลม เข้าไคดี)	พด-สภาพน้ำหนัก(ไม่ ค่อยหนัก)	ม- สภาพ ยืดหยุ่น(เนื้อดี)	ม-สภาพน้ำหนัก (เบาไม่หนัก)	ไม่ตอบ	สอ-สภาพน้ำหนัก(เบา) -ลักษณะ(ใส)	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส	ไม่ตอบ

	1.ลูกบอล		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3.เอ็นไม้เบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เขียง)หลังเรียน
	ผ - การใช้งาน(สูบลม เข้าได้ดี)	-การส่องผ่านแสง(ทึบ)					(รูปทรงคล้าย หิน)	
B16	ผ - การใช้งาน(เตะแล้ว ไม่เจ็บ)	พด-การใช้งาน(สูบลม เข้าได้ดี) ผ้า-การใช้งาน(สูบลม เข้าได้ดี)	ม-สภาพ ยืดหยุ่น(แข็ง)	ม-สภาพน้ำหนั (เบา)	ไม่ตอบ	สอ-สภาพความ ยืดหยุ่น(ดีง่าย)	ป-การใช้งาน (ไม่แตกหักง่าย)	ไม่ตอบ
B17	หน – สภาพน้ำหนั (เบา)	ยาง-สภาพน้ำหนั (เบา) -สภาพความยืดหยุ่น (ดี)	ม-การใช้งาน (วางของได้)	มอ-สภาพน้ำหนั (เบา) -การใช้งาน (ทนทานแข็งแรง)	ห-สภาพความ ยืดหยุ่น(ดีง่าย)	ช-สภาพความยืดหยุ่น (เหนียว) -สภาพความยืดหยุ่น (ดึงได้ ยึดได้)	ห-การใช้งาน (บดของได้ดี โขลกละเอียด)	ม-การใช้งาน (แข็งแรง)
B18	พด – สภาพน้ำหนั (เบา) - ลักษณะผิวสัมผัส (นุ่มนวล)	หนัง-สภาพน้ำหนั (เบา) -สภาพความยืดหยุ่น (นุ่มนวล)	ม-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ม-สภาพน้ำหนั (เบา) -การใช้งาน (ทนทานแข็งแรง)	พด-สภาพ น้ำหนัก(เบา) -ลักษณะ(นุ่ม)	สอ-การใช้งาน (ทนทาน)	คผ-น้ำหนัก (หนัก)	ม-การใช้งาน(ทน)
B19	หน- การใช้งาน(เตะ ได้ดี)	หนัง-การใช้งาน (ทนทาน) -การใช้งาน(ไม่ค่อ ขาด)	ม-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ม-สภาพน้ำหนั (เบาไม่หนัก)	สน-การใช้ งาน(แข็งแรง ทนทาน)	สอ-สภาพน้ำหนั(เบา)	ห-การใช้งาน (ไม่แตกหักง่าย)	ม-การใช้งาน(ทน)

	1.ลูกบอล		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3.เอ็นไม้เบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เขียง)หลังเรียน
B20	พด – สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ยาง-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ม-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ม-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	สน-การใช้ งาน(แข็งแรง ทนทาน)	สอ-ขนาด(หนา) -ลักษณะ(แข็ง)	ป-น้ำหนัก (หนัก)	ม-สภาพน้ำหนัก (หนัก)
B21	หน-สภาพยืดหยุ่น(ไม่ อ่อน) - ผิวสัมผัส(หนา)	พด-สภาพความ ยืดหยุ่น(นุ่มนิ่ม) หน้ง-สภาพความ ยืดหยุ่น(นุ่มนิ่ม)	ห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก) -ลักษณะ ผิวสัมผัส(หิบ)	หล-การใช้งาน(รอง เขียนได้ดี) ม-การใช้งาน(รอง เขียนได้ดี)	สน-สภาพ ความยืดหยุ่น (ดีง่าย)	สอ-ลักษณะ(แข็ง)	คผ-การใช้งาน (ไม่แตกหักง่าย)	ม-การใช้งาน(สับ ของได้ง่าย)
B22	หน – สภาพน้ำหนัก (เบา) - การใช้งาน(ทนทาน)	หน้ง-สภาพน้ำหนัก (หนัก) -การส่องผ่านแสง(หิบ)	ม-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพยืดหยุ่น (แข็ง) -ขนาด(หนา)	พด-สภาพ น้ำหนัก(เบา) -ลักษณะ(นุ่ม)	สอ-สภาพน้ำหนัก(เบา) -ลักษณะ(ใส)	ห-การใช้งาน (โหล่ง่าย)	ม-ขนาด(หนา)
B23	หน-สภาพยืดหยุ่น(แข็ง ได้)	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา) -สภาพความยืดหยุ่น (นุ่มนิ่ม)	พด-สภาพ น้ำหนัก(เบาไม่ หนัก)	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ช-สภาพ น้ำหนัก(เบา)	สอ-สภาพน้ำหนัก(เบา) -ขนาด(บาง)	คผ-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา)	ไม่ตอบ
B24	ยพ-ลักษณะผิวสัมผัส (นุ่มนิ่ม)	ยพ-สภาพความ ยืดหยุ่น(นุ่มนิ่ม)	ม-การใช้งาน (เขียนได้)	ม-การใช้งาน(รอง เขียนได้ดี)	ย-สภาพความ ยืดหยุ่น(ยืด เวลาดี)	สอ-สภาพความ ยืดหยุ่น(แข็งได้ ยืดได้) -ขนาด(หนา)	ป-การใช้งาน (ไม่แตกหักง่าย)	ม-การใช้งาน(สับ ของได้ง่าย)
B25	หน- ผิวสัมผัส(หนา)	หน้ง-การใช้งาน(ลูป)	- การใช้งาน	ม-การใช้งาน(ไม่)	ย-สภาพความ	สอ-สภาพความ	คผ-การใช้งาน	ม-การใช้งาน(มีดจะ

	1.ลูกบอล		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3.เอ็นไม้แบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เขียง)หลังเรียน
		ลมได้ดี -การใช้งาน(ไม่ค่อย ขาดง่าย)	(ทนทาน แข็งแรง)	หักง่าย หล-การใช้งาน(ไม่ หักง่าย)	ยืดหยุ่น(ดีง่าย)	ยืดหยุ่น(ดึงได้ ยึดได้) -ขนาด(หนา)	(ไม่แตกหักง่าย)	ไม่เบี้ยว)
B26	ไม่ตอบ	หนัง-สภาพน้ำหนั (เบา) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	ไม่ตอบ	ม-สภาพน้ำหนั (เบาไม่หนัก)	ไม่ตอบ	สอ-สภาพความ ยืดหยุ่น(ดึงได้ ยึดได้) -ขนาด(หนา)	ไม่ตอบ	ม-ลักษณะ(แข็ง)
B27	หน-การใช้งาน(ไม่ ขาดง่าย)	พด-การใช้งาน(เตะได้ ดี) ยาง-การใช้งาน(เตะได้ ดี)	ม-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ม-สภาพน้ำหนั (ไม่หักง่าย)	สน-การใช้ งาน(แข็งแรง ทนทาน)	สอ-สภาพความ ยืดหยุ่น(ดีง่าย)	คผ-การใช้งาน (ไม่แตกหักง่าย)	ไม่ตอบ
B28	หน- ผิวสัมผัส(หนา)	ยาง-การส่องผ่านแสง (หนา)	ห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ม-สภาพน้ำหนั (เบา)	ห-การใช้งาน (แข็งแรง ทนทาน)	ย-ขนาด(หนา)	ห-การใช้งาน (ไม่แตกหักง่าย)	ม-สภาพน้ำหนั (หนัก)
B29	หน – สภาพน้ำหนั (เบา)	ยาง-การส่องผ่านแสง (หนา)	ม-สภาพ ยืดหยุ่น(แข็ง)	ม-ขนาด(หนา)	ช-สภาพ น้ำหนัก(เบา)	หล-สภาพน้ำหนั (เบา)	ห-การใช้งาน (หนา) ห-การใช้งาน (แข็งแรง)	ม-ขนาด(หนา)
B30	หน- ผิวสัมผัส(หนา)	ยาง-สภาพความ	ม- ขนาด(หนา)	ม-ขนาด(หนา)	ช-สภาพ	สอ-สภาพความ	ห-การใช้งาน	ม-ขนาด(หนา)

	1.ลูกบอล		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3.เอ็นไม้แบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เขียง)หลังเรียน
		ยืดหยุ่น(เหนียว)			น้ำหนัก(เบา)	ยืดหยุ่น(เหนียว)	(หนา)	
B31	หน-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หน้ง-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ม-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ม-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ห-สภาพ น้ำหนัก(เบา)	สอ-สภาพน้ำหนัก(เบา)	คผ-น้ำหนัก (หนัก)	ม-ขนาด(หนา)
B32	หน-สภาพยืดหยุ่น(มี เนื้อหน้ง)	หน้ง-สภาพความ ยืดหยุ่น(เหนียว) -การส่องผ่านแสง (หนา)	พค-สภาพ น้ำหนัก(เบาไม่ หนัก) - ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส)	หล-สภาพความ ยืดหยุ่น(แข็ง) -ขนาด(หนา)	ห-การใช้งาน (แข็งแรง ทนทาน)	สอ-สภาพความ ยืดหยุ่น(เค้งได้ ยึดได้)	ห-การใช้งาน (แข็งแรง)	ม-ลักษณะ(แข็ง)

ควรทำมาจาก(ต่อ)

	5.ถุง		6.สายชิงช้า		7. หูกาคัดน้ำ		8.ช้อน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B1	พด-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส) พด-น้ำหนัก(เบา)	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ช-การใช้งาน (แข็งแรง)	ช-ขนาด(หนา) ช-การใช้งาน (ทนทาน)	ห-ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา) ห-ลักษณะผิวสัมผัส (ทึบ) ลห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา) ลห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)	หล-การใช้งาน(ทน)	ลห-การใช้งาน (แข็งแรง)	สค-การใช้งาน(ทน)
B2	พด-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส) พด-น้ำหนัก(เบา)	พด-การใช้งาน (ทนทาน) ผ-การใช้งาน (ทนทาน)	ช-การใช้งาน(ขาด ยาก)	ช-การใช้งาน (ขาดง่าย)	ห-การใช้งาน(ไม่หัก ง่าย)	สค-การใช้งาน(ทน)	สค-การใช้งาน (ใช้ได้นาน)	สค-การใช้งาน(ทน)
B3	พด-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส) พด-น้ำหนัก(เบา)	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา) -ลักษณะ(ใส)	ช-การใช้งาน(ดี)	ม-การใช้งาน (คุณสมบัติดี)	ห-การใช้งาน(ดี)	หล-การใช้งาน (คุณสมบัติดี)	ห-การใช้งาน(ดี)	หล-การใช้งาน (คุณสมบัติ)
B4	ผ-การใช้งาน(ใส่ ของได้)	พด-การใช้งาน(ใส่ ของได้ดี)	ม-น้ำหนัก(หนัก)	ม-การใช้(ไม่จับ กัน)	ห-การใช้งาน(ไม่หัก ง่าย)	พด-การใช้งาน(จับ ได้ง่าย)	ห-การใช้งาน(ดัก อาหารได้)	หล-การใช้งาน(ดัก อาหารได้ง่าย)

	5.อุ้ง		6.สายชิงช้า		7. หูกาคัมน้ำ		8.ซ้อน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
					ห-การใช้งาน(ระบายความร้อนได้ดี)			
B5	พต-ลักษณะผิวสัมผัส(ไส)	พต-ลักษณะ(ไส)	ช-ลักษณะผิวสัมผัส(หนา)	ช-ลักษณะ(แข็ง)	ห-ลักษณะผิวสัมผัส(ทึบ)	หล-ลักษณะ(แข็ง)	ลห-ลักษณะผิวสัมผัส(หนา) ลห-ลักษณะผิวสัมผัส(ทึบ)	สคค-ขนาด(หนา)
B6	ช-การใช้งาน(แข็งแรง)	ช-สภาพความยืดหยุ่น(ยืดได้)	ไม่ตอบ	ช-การใช้งาน(แข็งแรง)	ช-การใช้งาน(ทำให้ไม่ร้อน)		ห-การใช้งาน(ใช้ได้นาน)	สคค-การใช้งาน(แข็งแรง)
B7	กค-การย่อยสลาย(ย่อยสลายได้)	กค-การใช้งาน(ย่อยสลายง่าย)	ไม่ตอบ	ชสญ-การใช้งาน(ขาดง่าย)	ห-การใช้งาน(แข็งแรง)	พค-การใช้งาน(จับแล้วไม่ร้อน)	ลห-การใช้งาน(แข็งแรง) ลห-การใช้งาน(ไม่หักง่าย)	สคค-การใช้งาน(ทน) สคค-ลักษณะ(แข็ง)
B8	พต-ลักษณะผิวสัมผัส(ไส) พต-น้ำหนัก(เบา)	พค-สภาพน้ำหนัก(เบา) -ลักษณะ(ไส)	ไม่ตอบ	ช-ลักษณะ(แข็ง)	ไม่ตอบ	ลห-ลักษณะ(แข็ง)	ไม่ตอบ	ลห-ลักษณะ(แข็ง)
B9	พค-การใช้งาน(แข็งแรง)	พค-ขนาด(เบา)	ช-ลักษณะผิวสัมผัส(หนา)	ช-สภาพยืดหยุ่น(เหนียว)ช-ขนาด(หนา)	ห-การใช้งาน(กันความร้อน)	หล-ขาด(หนา)	ห-การใช้งาน(แข็งแรง)	สคค-สภาพความยืดหยุ่น(เหนียว)

	5.อุ้ง		6.สายชิงช้า		7. หูกัดม้น้ำ		8.ข้อ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B10	พด-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส) พด-น้ำหนัก(เบา)	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา) -ลักษณะ(ใส)	ช-การใช้งาน(ขาด ยาก)	ช-การใช้งาน (ขาดยาก)	สดล-การใช้งาน (แข็งแรง)	สดล-การใช้งาน(ทน)	สดล-การใช้งาน (ใช้ได้นาน)	สดล-การใช้งาน(ดัก อาหารได้ง่าย)
B11	พด-สภาพยืดหยุ่น (ยืดหยุ่นได้)	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา) -ลักษณะ(ใส)	ช-การใช้งาน(แกว่ง ได้ตามทิศทาง)	ช-การใช้งาน (โหนได้)	ห-การใช้งาน(ไม่ ละลายน้ำ)	หล-การใช้งาน(จับ ได้ง่าย)	สดล-การใช้งาน (ไม่เป็นอันตราย)	หล-การใช้งาน(ดัก อาหารได้ง่าย)
B12	พด-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส) พด-น้ำหนัก(เบา)	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ไม่ตอบ	ช-การใช้งาน(นั่ง ได้)	ไม่ตอบ		ไม่ตอบ	สดล-สภาพน้ำหนัก (เบา)
B13	กค-น้ำหนัก(เบา) บค-น้ำหนัก(เบา) พด-น้ำหนัก(เบา)	พด-การใช้งาน (ทนทาน)	ช-การใช้งาน(ขาด ยาก) ช-การใช้งาน (แข็งแรง) ช-การใช้งาน (แข็งแรง) ช-การใช้งาน(ขาด ยาก)	ช-สภาพยืดหยุ่น (เหนียว)	ห-การใช้งาน(เป็น ฉนวนความร้อน)	พด-การใช้งาน(จับ แล้วไม่ร้อน)	ห-การใช้งาน(ไม่ หักง่าย)	หล-การใช้งาน(ทน) หล-การใช้งาน(ดัก อาหารได้ง่าย)

	5.ดู		6.สายชิงช้า		7. หูกัดม้วนน้ำ		8.ซ้อน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B14	ไม่ตอบ	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ไม่ตอบ	ช-สภาพยืดหยุ่น (เหนียว)	ไม่ตอบ	พด-ลักษณะ(แข็ง)	ไม่ตอบ	สดล-การใช้งาน(ทน)
B15	ไม่ตอบ	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา) -ลักษณะ(ใส)	ห-การใช้งาน(รับ น้ำหนักได้)	ช-สภาพยืดหยุ่น (เหนียว)	ห-การใช้งาน(กัน ความร้อน)	หล-การใช้งาน (คุณสมบัติ)	ห-การใช้งาน(ผลิต เป็นรูปอะไรก็ได้)	สดล-การใช้งาน(ทน)
B16	พด-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส) พด-น้ำหนัก(เบา)	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา) -ลักษณะ(ใส)	ห-การใช้งาน(ขาด ยาก)	หล-การใช้งาน (ขาดยาก)	พด-การใช้งาน(ทำ ให้ไม่ร้อน)	พด-การใช้งาน(จับ แล้วไม่ร้อน)	ล-น้ำหนัก(เบา)	หล-การใช้งาน(ไม่หัก ง่าย)
B17	พด-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส) พด-น้ำหนัก(เบา)	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ม-การใช้งาน(นั่ง แล้วไม่เจ็บ)	ช-ลักษณะ(แข็ง) ช-สภาพยืดหยุ่น (เหนียว)	ห-การใช้งาน(ทำให้ ไม่ร้อน)	หล-การใช้งาน (แข็งแรง) หล-การใช้งาน(ไม่ นำความร้อน)	ห-การใช้งาน (ใช้ได้นาน)	สดล-การใช้งาน (แข็งแรง)
B18	พด-ลักษณะ ผิวสัมผัส(นุ่ม) พด-น้ำหนัก(เบา)	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา) -สภาพความยืดหยุ่น (นุ่ม)	ช-น้ำหนัก(เบา) ช-ลักษณะผิวสัมผัส (นุ่ม)	ช-การใช้งาน (ทนทาน)	ห-น้ำหนัก(เบา) ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-การใช้งาน(ทน)	ห-น้ำหนัก(เบา) ห-น้ำหนัก(หนัก)	อลนม-การใช้งาน(ทน) อลนม-การใช้งาน(ดัด อาหารได้ง่าย)
B19	พด-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส)	พด-การใช้งาน (ทนทาน)	ไม่ตอบ	ช-การใช้งาน (ทนทาน)	พด-การใช้งาน(กัน ความร้อนดี)	พด-การใช้งาน(ไม่ นำความร้อน)	ไม่ตอบ	สดล-การใช้งาน(ทน) สดล-สภาพน้ำหนัก

	5.อุ้ง		6.สายชิงช้า		7. หูกาคัมน้ำ		8.ซ้อน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
	พต-น้ำหนัก(เบา)							(เบา)
B20	พต-น้ำหนัก(เบา)	พต-ลักษณะ(ใส)	ช-การใช้งาน(แกว่ง ได้ตามทิศทาง)	ช-ขนาด(หนา) ช-การใช้งาน (ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน(ทำ ให้ไม่ร้อน)	พต-การใช้งาน(ไม่ นำความร้อน)	ลห-น้ำหนัก(เบา)	ลห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)
B21	พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส) พต-น้ำหนัก(เบา)	พต-สภาพน้ำหนัก (เบา) -ลักษณะ(ใส)	ช-ลักษณะผิวสัมผัส (หนา) ช-การใช้งาน (แข็งแรง) ช-ลักษณะการใช้ งาน(แข็งแรง) ช-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา)	ไม่ตอบ	พต-การใช้งาน(กัน ความร้อนดี)	สต-ลักษณะ(แข็ง) สต-การส่งผ่านแสง (ทึบ)	สตล-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา) สตล-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)	สตล-การใช้งาน(นำ ความร้อนได้ดี)
B22	พต-น้ำหนัก(เบา) พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส)	พต-สภาพน้ำหนัก (เบา) -ลักษณะ(ใส)	ห-การใช้งาน (ทนทาน)	ช-การส่องผ่าน แสง(ทึบ) -สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ห-การใช้งาน (แข็งแรง)	หล-การส่องผ่าน แสง(ทึบ)	ห-การใช้งาน (แข็งแรง)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก) หล-สภาพน้ำหนัก (เบา)
B23	พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส)	พต-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ช-ลักษณะผิวสัมผัส (หนา)	ช-ขนาด(หนา)	อลน-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา)	สต-ลักษณะ(เบา)	อลน-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)	สตล-สภาพน้ำหนัก (เบา)

	5.ดู		6.สายชิงช้า		7. หูกาคัมน้ำ		8.ซ้อน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
	พต-น้ำหนัก(เบา)	-ลักษณะ(ใส)	ช-ลักษณะผิวสัมผัส(ทึบ)		อลน-ลักษณะผิวสัมผัส(ทึบ)		อลน-น้ำหนัก(เบา)	
B24	พต-น้ำหนัก(เบา)	พต-สภาพน้ำหนัก(เบา)	ห-การใช้งาน(ขาดยาก)	ช-การใช้งาน(ทนทาน)	ไม่ตอบ	หล-การใช้งาน(ทน)	ห-การใช้งาน(ไม่หักง่าย)	หล-การใช้งาน(ทน)
B25	พต-ลักษณะผิวสัมผัส(ใส) พต-น้ำหนัก(เบา)	พต-การใช้งาน(ทนทาน)	ไม่ตอบ	ช-การใช้งาน(ขาดยาก)	พต-การใช้งาน(ถือง่าย)	พต-การใช้งาน(จับแล้วไม่ร้อน)	ห-การใช้งาน(ใช้ได้นาน)	อลนม-การใช้งาน(ทน)
B26	ไม่ตอบ	พต-สภาพน้ำหนัก(เบา) -ลักษณะ(ใส)	ไม่ตอบ	ช-การใช้งาน(ขาดยาก) -การใช้งาน(แข็งแรง)	ไม่ตอบ	พต-การใช้งาน(ไม่นำความร้อน)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B27	พต-น้ำหนัก(เบา)	พต-สภาพน้ำหนัก(เบา) -ลักษณะ(ใส)	ไม่ตอบ	ช-การใช้งาน(ขาดยาก)	พต-การใช้งาน(ทำให้ไม่ร้อน)	อลนม-การใช้งาน(ไม่ร้อน)	อลน-น้ำหนัก(เบา)	อลนม-การใช้งาน(ไม่นำความร้อน)
B28	พต-ลักษณะผิวสัมผัส(บาง) พต-น้ำหนัก(เบา)	พต-ลักษณะ(ใส)	ห-การใช้งาน(แข็งแรง) ห-ลักษณะผิวสัมผัส(หนา)	ช-ขนาด(หนา)	ย-ลักษณะผิวสัมผัส(หนา)	สต-ลักษณะ(แข็ง) สต-ขนาด(หนา)	สตล-น้ำหนัก(เบา) สตล-การใช้งาน(แข็งแรง)	สตล-ลักษณะ(แข็ง)

	5.อุ้ง		6.สายชิงช้า		7. หูกัดม้น้ำ		8.ซ้อน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B29	พต-น้ำหนัก(เบา)	พต-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ไม่ตอบ	หล-ขนาด(หนา)	ไม่ตอบ	สต-ขนาด(หนา)	ไม่ตอบ	สตล-ขนาด(หนา)
B30	พต-น้ำหนัก(เบา)	พต-สภาพน้ำหนัก (เบา) -ลักษณะ(ใส)	ช-การใช้งาน(ขาด ยาก)	ช-การใช้งาน (ขาดยาก) ช-สภาพยืดหยุ่น (เหนียว)	ลห-น้ำหนัก(เบา)	หล-การใช้งาน(ไม่ นำความร้อน)	ลห-น้ำหนัก(เบา)	ม-การใช้งาน(ไม่นำ ความร้อน)
B31	พต-น้ำหนัก(เบา)	พต-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ช-การใช้งาน(ขาด ยาก)	ช-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	พต-การใช้งาน(ถือ ง่าย)	หล-การส่องผ่าน แสง(ทึบ)	ลห-น้ำหนัก(เบา)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)
B32	พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส) พต-น้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา) ห-การใช้งาน (แข็งแรง)	หล-ลักษณะ (แข็ง)	ย-ลักษณะผิวสัมผัส (ทึบ) ย-ลักษณะผิวสัมผัส (ทึบ)	ย-สภาพความ ยืดหยุ่น(เหนียว)	สตล-การใช้งาน (แข็งแรง)	สตล-ลักษณะ(แข็ง)

ควรทำมาจาก(ต่อ)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เสื่อ		11. สายเบ็ด		12. โซฟา	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B1	พด-ลักษณะ ผิวสัมผัส(บาง) พด-น้ำหนัก(เบา)	ห-การใช้งาน (แข็งแรง)	กค-การใช้งาน(ไม่ ทนทาน)	ห-น้ำหนัก(หนัก)	กค-การใช้งาน (ไม่ทนทาน)	ห-ลักษณะ(แข็ง) ห-ลักษณะ (หนา)	กค-ใช้งาน(ไม่ ทน)	พด-การใช้งาน (ขาดง่าย)	พด-การใช้งาน (หักง่าย)
B2	ข-การใช้งาน(ทน)	สลด-การใช้งาน(ไม่ หักง่าย)	ม-คุณสมบัติ(ไม่นำ ไฟฟ้า)	ห-น้ำหนัก(หนัก) ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(นั่งแล้ว เจ็บ)	หล-การใช้งาน (นั่งไม่ได้)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ข-ใช้งาน(ขาด เร็ว ขาดง่าย)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	
B3	พด-การใช้งาน(ดี)	ห-การใช้งาน(ดี)	หล-การใช้งาน(ไม่ดี)	ไม่ตอบ	หล-การใช้งาน (ไม่ดี)	พด-การใช้งาน (ไม่ดี)	หล-การใช้ งาน(ไม่ดี)	ข-การใช้งาน (ไม่ดี)	หล-การใช้งาน (มันดี)
B4	หน้ง-การใช้งาน (เสียบใส่ได้)	ห-การใช้งาน(ใช้ เสียบปลั๊กได้)	พด-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ไม่ดี)	ไม่-การใช้งาน(ทอ เสื่อไม่ได้)	หล-การใช้งาน (นั่งแล้วเจ็บก้น นั่งไม่สบาย) หล-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ข-สภาพ ยืดหยุ่น(ยืด ไม่ได้)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หล-การใช้งาน (นั่งไม่ได้)
B5	พด-น้ำหนัก(เบา)	ห-การใช้งาน (แข็งแรง)	พด-การใช้งาน(ไม่ ทนความร้อน)	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(แข็ง)	หล-ลักษณะ (แข็ง)	พด-ลักษณะ (อ่อน)	ไม่ตอบ	ห-ลักษณะ(แข็ง)	หล-ลักษณะ (แข็ง)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เต้า		11. สายเบ็ด		12. โขฟ่า	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
		ห-ลักษณะผิวสัมผัส (ทึบ)	หล-การใช้งาน(ชื้อต ได้) หล-คุณสมบัติ(ไม่น่า ไฟฟ้า)						
B6	ข-การใช้งาน(ไฟ ไม่ชื้อต)	ห-การใช้งาน(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	สค-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้า)	กค-การใช้งาน (ขาดง่าย)	ชื้อน-ลักษณะ (แข็ง)	ค-การใช้งาน (ขาดเร็ว ขาด ง่าย)	ปฟ-การใช้ งาน(ไฟชื้อต)	ห-ลักษณะ(แข็ง)	
B7	พค-การใช้งาน (ป้องกันการรั่ว ของไฟได้)	ห-การใช้งาน(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	พค-คุณสมบัติ(ไม่น่า ไฟฟ้า) ง-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้า) -การใช้งาน(ชื้อตได้)	ไม่ตอบ	หล-สภาพ น้ำหนัก(หนัก) ชื้อน-การใช้งาน (เก็บยาก)	ค-การใช้งาน (ไม่แข็งแรง)	ช-ใช้งาน(ขาด เร็ว ขาดง่าย)	ห-ลักษณะ(แข็ง)	หล-การใช้งาน (นั่งไม่ได้) หล-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)
B8	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก) หล-การส่องผ่าน แสง(ทึบ)	ไม่ตอบ	หล-การส่อง ผ่านแสง(ทึบ) หล-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ไม่ตอบ	หล-สภาพ น้ำหนัก (หนัก) หล-การส่อง ผ่านแสง(ทึบ)	ไม่ตอบ	หล-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เลือ		11. สายเบ็ด		12. โซฟา	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B9	ข-การใช้งาน (แข็งแรง)	ห-ลักษณะการใช้ งาน(ไฟไม่ช็อต)	พต-การใช้งาน(ช็อต ได้) หล-การใช้งาน(ช็อต ได้)	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	พต-การใช้งาน (ขาดเร็ว ขาด ง่าย)	หล-สภาพ น้ำหนัก (หนัก)	ห-ลักษณะ(แข็ง)	หล-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)
B10	ข-การใช้งาน(ทน)	ห-ลักษณะการใช้ งาน(ไม่หักง่าย)	พต-คุณสมบัติ(ไม่นำ ไฟฟ้า) หล-การใช้งาน(ช็อต ได้)	ห-การใช้งาน(ทอ เลื่อไม่ได้)	ข-การใช้งาน(ไม่ ทนทาน)	กต-การใช้งาน (ขาดง่าย)	ย-ใช้งาน(ขาด เร็ว ขาดง่าย)	กต-การใช้งาน (ขาดง่าย)	หล-ลักษณะ (แข็ง)
B11	พต-การใช้งาน (ไฟไม่ช็อต)	ห-การใช้งาน(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	หล-ลักษณะ(แข็ง)	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(แข็ง)	พต-(นั่งแฉ่งเจ็บ ก้นนั่งไม่สบาย)	ห-ลักษณะ(แข็ง)	พต-ใช้งาน (ขาดเร็ว ขาด ง่าย)	ไม่ตอบ	หล-การใช้งาน (นั่งไม่ได้)
B12	พต-น้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	หล-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ห-น้ำหนัก(หนัก)	ไม่ตอบ	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)		ไม่ตอบ	
B13	พต-การใช้งาน (ติดกับสแตนเล สได้ดี)	สคต-การใช้งาน(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	พต-คุณสมบัติ(ไม่นำ ไฟฟ้า)	ม-การใช้งาน(จัก สารไม่ดี)	หล-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ช-การใช้งาน (ขาดเร็ว ขาด ง่าย)	ช-ใช้งาน(ขาด เร็ว ขาดง่าย)	ม-ลักษณะ(แข็ง) ม-การใช้งาน (นั่งยาก)	หล-การใช้งาน (นั่งแล้วเจ็บก้น) หล-ลักษณะ (แข็ง)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เต้า		11. สายเบ็ด		12. โขฟา	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B14	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	พด-คุณสมบัติ(ไม่นำไฟฟ้า) ทค-การใช้งาน(ชื้อตได้) หล-คุณสมบัติ(นำไฟฟ้า)	ไม่ตอบ	หล-ลักษณะ(แข็ง)	ไม่ตอบ	หล-ลักษณะ(แข็ง)		หล-ลักษณะ(แข็ง)
B15	พด-การใช้งาน(ทำให้ไฟชื้อต)	ห-ลักษณะการใช้งาน(ไฟไม่ชื้อต) พด-การใช้งาน(ไฟไม่ชื้อต)	พด-การใช้งาน(ไม่ทนความร้อน) หล-การใช้งาน(ชื้อตได้)	ม-ลักษณะผิวสัมผัส(แข็ง)	หล-ลักษณะ(แข็ง)	ช-การใช้งาน(ปลามองเห็น)	หล-ลักษณะ(แข็ง)	ม-ลักษณะ(แข็ง)	
B16	พด-การใช้งาน(ไฟไม่ชื้อต)	ห-การใช้งาน(ใช้เสียบปลั๊กได้)	หล-การใช้งาน(ชื้อตได้) ลห-คุณสมบัติ(ไม่นำไฟฟ้า)	ฝ้า-การใช้งาน(ขาดง่าย)	ย-การใช้งาน(ไฟไหม้ง่าย)	ไม่ตอบ	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ฝ้า-การใช้งาน(ขาดง่าย)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)
B17	พด-การใช้งาน(ไฟไม่ชื้อต)	ห-ลักษณะการใช้งาน(ไฟไม่ชื้อต)	พด-คุณสมบัติ(ไม่นำไฟฟ้า) ทค-คุณสมบัติ(นำไฟฟ้า)	ห-การใช้งาน(จ๊กสารไม่ดี)	ย-การใช้งาน(ไม่ทนทาน)	พด-การใช้งาน(ไม่ดี)	ไม่ตอบ	ห-ลักษณะ(แข็ง)	หล-ลักษณะ(แข็ง)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เต้า		11. สายเบ็ด		12. โขฟ่า	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
			ไฟฟ้า)						
B18	พต-น้ำหนัก(เบา) พต-สภาพยืดหยุ่น (อ่อน)	ห-น้ำหนัก(หนัก) ห-น้ำหนัก(เบา)	ม-ลักษณะ(แข็ง)	ช-น้ำหนัก(หนัก) ช-ลักษณะ ผิวสัมผัส(อ่อน)	ม-ลักษณะ(แข็ง)	ช-สภาพน้ำหนัก (เบา) ช-ลักษณะ (อ่อน)	หล-ลักษณะ (แข็ง)	ฝ้า-ลักษณะ (อ่อน) ฝ้า-สภาพ น้ำหนัก(เบา)	หล-ลักษณะ (แข็ง)
B19	พต-การใช้งาน (ไฟไม่ช็อต)	ห-การใช้งาน(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	พต-คุณสมบัติ(ไม่นำ ไฟฟ้า) หล-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้า)	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หล-สภาพ น้ำหนัก (หนัก)	ห-ลักษณะ(แข็ง)	หล-ลักษณะ (แข็ง)
B20	ข-การใช้งาน(จับ ง่าย)	ห-การใช้งาน(ใช้ เสียบปลั๊กได้)	พต-คุณสมบัติ(ไม่นำ ไฟฟ้า) หล-การใช้งาน(ช็อต ได้)	พต-การใช้งาน (ขาดง่าย)	พต-สภาพ น้ำหนัก(เบา)	ค-การใช้งาน (ไม่แข็งแรง)	ม-การใช้งาน (หักง่าย)	ห-ลักษณะ(แข็ง)	หล-ลักษณะ (แข็ง)
B21	ข-การใช้งานสน (แข็งแรง) ข-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา)	สคต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา) สคต-การใช้งาน (แข็งแรง)	พต-การใช้งาน(ไม่ ทนทาน) ข-การใช้งาน(ช็อต ได้)	ไม่ตอบ	ข-สภาพน้ำหนัก (หนัก) ข-ลักษณะ(แข็ง)	ห-ลักษณะ(แข็ง) ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ปฟ-สภาพ น้ำหนัก (หนัก) -การส่องผ่าน	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก) ห-ลักษณะ(แข็ง)	หล-ลักษณะ (แข็ง)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เต้า		11. สายเบ็ด		12. โขไฟ	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
							แสง(ทีป)		
B22	พด-การใช้งาน (จับง่าย)	ห-การใช้งาน(ใช้ เสียบปลั๊กได้)	พด-ลักษณะ(ใส) พด-สภาพน้ำหนั (เบา)	ม-ลักษณะ ผิวสัมผัส(แข็ง)	พด-ลักษณะ (แข็ง)	อ-การใช้งาน (ขาดเร็ว ขาด ง่าย)	หล-สภาพ น้ำหนัก (หนัก) หล-การส่อง ผ่านแสง(ทีป)	ห-ลักษณะ(แข็ง)	หล-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)
B23	พด-น้ำหนัก(เบา)	ลห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก) กบ-การใช้งาน(ไม่ ทนทาน)	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(แข็ง)	หล-การส่อง ผ่านแสง(ทีป) หล-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ลห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก) ลห-การส่อง ผ่านแสง(ทีป)	หล-สภาพ น้ำหนัก (หนัก)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก) กบ-สภาพ น้ำหนัก(หนัก) กบ-ลักษณะ (แข็ง) ห-ลักษณะ(แข็ง)	
B24	พด-การใช้งาน (ทนความร้อน)	ห-การใช้งาน(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ม-การใช้งาน(ไม่ ทนทาน) ม-คุณสมบัติ(ไม่นำ ไฟฟ้า)	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หล-สภาพ น้ำหนัก (หนัก)	ม-การใช้งาน (นั่งยาก)	หล-การใช้งาน (นั่งแล้วเจ็บก้น)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เต้า		11. สายเบ็ด		12. โขไฟ	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B25	พด-ลักษณะ ผิวสัมผัส(นุ่ม)	ห-การใช้งาน (แข็งแรง)	ม-การใช้งาน(ไม่ ทนทาน) หล-คุณสมบัติ(เสียบ ยาก)	ห-น้ำหนักร(หนัก)	หล-การใช้งาน (นั่งแล้งเจ็บก้น นั่งไม่สบาย)	ห-สภาพน้ำหนักร (หนัก)	หล-การใช้ งาน(มีวนยาก)	ห-ลักษณะ(แข็ง)	หล-ลักษณะ (แข็ง)
B26	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หล-คุณสมบัติ(ไม่นำ ไฟฟ้า) หล-คุณสมบัติ(นำ ความร้อน)	ไม่ตอบ	หล-การใช้งาน (ขึ้นสนิม)	ไม่ตอบ	ย-ใช้งาน(ขาด เร็ว ขาดง่าย)	ไม่ตอบ	หล-การใช้งาน (ขึ้นสนิม) ถ-ขนาด(หนา)
B27	พด-การใช้งาน (ไฟไม่ช้อด)	ห-การใช้งาน(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	หล-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้า)	ห-น้ำหนักร(หนัก)	หล-สภาพ น้ำหนักร(หนัก)	ห-สภาพน้ำหนักร (หนัก)	หล-สภาพ น้ำหนักร (หนัก)	ม-ลักษณะ(แข็ง)	ม-ลักษณะ(แข็ง)
B28	ย-น้ำหนักร(หนัก)	พด-ลักษณะการใช้ งาน(แข็งแรง) พด-ลักษณะการใช้ งาน(หนา)	หล-ลักษณะ(แข็ง) หล-สภาพน้ำหนักร (เบา)		ไม่ตอบ	ย-สภาพน้ำหนักร (เบา) ย-ลักษณะ(แข็ง)	หล-สภาพ ยืดหยุ่น(ยืด ไม่ได้)	ห-ลักษณะ(แข็ง)	หล-สภาพ น้ำหนักร(หนัก)
B29	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	พด-ลักษณะ(หนา)	ไม่ตอบ	ม-สภาพน้ำหนักร (เบา)	ไม่ตอบ	ม-ขนาด (หนา)	ไม่ตอบ	หล-ขนาด(หนา)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เสื่อ		11. สายเบ็ด		12. โซฟา	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B30	พต-น้ำหนัก(เบา)	ห-การใช้งาน(นำไฟฟ้าได้ดี)	หล-คุณสมบัติ(นำไฟฟ้า) ลห-คุณสมบัติ(ไม่นำไฟฟ้า)	ไม่ตอบ	ม-ลักษณะ(แข็ง)	ช-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ม-ลักษณะ(แข็ง)	ม-การใช้งาน(สวยงาม)
B31	ข-การใช้งาน(จับง่าย)	ห-การใช้งาน(จับไม่ได้)	พต-สภาพน้ำหนัก(หนัก) หล-สภาพน้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	พต-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	พต-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ห-ลักษณะ(แข็ง)	หล-สภาพน้ำหนัก(เบา)
B32	ข-ลักษณะผิวสัมผัส(หนา)	สคตล-การใช้งาน(แข็งแรง) สคตล-ลักษณะผิวสัมผัส(หนา)	พต-สภาพน้ำหนัก(เบา) ข-สภาพยืดหยุ่น(เหนียว)	ห-น้ำหนัก(หนัก) พต-การใช้งาน(ขาดง่าย)	หล-การส่องผ่านแสง(ทึบ)	ข-ลักษณะ(แข็ง) ข-ขนาด(หนา)	พต-สภาพน้ำหนัก(เบา) -ขนาด(บาง)	ห-ลักษณะ(แข็ง)	หล-ลักษณะ(แข็ง) หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)

2. ไม่ควรทำมาจาก

	1.ดูบอด		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3. เ็นไม้เบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เจียง)หลังเรียน
B1	ห-สภาพยืดหยุ่น (แข็ง)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -สภาพความยืดหยุ่น (แข็ง)	พต-สภาพ น้ำหนัก(เบา) พต-การใช้งาน (ไม่ทดทาน แตกง่าย)	หล-การส่องผ่าน แสง(ทึบ)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	พต-การใช้งาน(ไม่ แข็งแรง)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)
B2	ม-การใช้งาน(เตะ แล้วเจ็บ	ม-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การใช้งาน(เตะแล้วเจ็บ)	ห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ม-สภาพยืดหยุ่น (ดีไม่กระเด็น)	ช-สภาพความยืดหยุ่น (ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน (แตกง่าย)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)
B3	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก) ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก) ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก) ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ) ห-น้ำหนัก(หนัก)	ไม่ตอบ
B4	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หล-การส่องผ่านแสง (ทึบ) -สภาพความยืดหยุ่น(นุ่ม)	ห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (แข็ง)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก) -การใช้งาน(สับของได้ ไม่ดี)
B5	ห-สภาพยืดหยุ่น	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ป-การใช้งาน	พต-สภาพน้ำหนัก	ห-สภาพน้ำหนัก	หล-สภาพน้ำหนัก	ห-การใช้งาน(จะ	หล-ขนาด(หนา)

	1.ลูกบอล		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3. เ็นไม้เบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เขียง)หลังเรียน
	(แข็ง)	-สภาพความยืดหยุ่น (แข็ง)	(ไม่ทนทาน แตกง่าย)	(อ่อน)	(หนัก)	(หนัก)	บวบ)	-การส่องผ่านแสง(ทึบ)
B6	ก-การใช้งาน(บาด เท้าได้)	ยาง--สภาพความยืดหยุ่น (ทำให้ยืด)	ห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	สอ-สภาพน้ำหนัก (ไม่แข็งแรง)	ค-การใช้งาน (ขาดง่าย)	ม-ลักษณะ(แข็ง)	ม-การใช้งาน(ไม่ แข็งแรง)	อ-สภาพความยืดหยุ่น (ขาดง่าย)
B7	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)ห-สภาพ ยืดหยุ่น(แข็ง)	หล-สภาพความยืดหยุ่น (แข็ง)	ม-การใช้งาน (ไม่ทนทาน แตกง่าย)	ม-สภาพน้ำหนัก (หนัก) -การใช้งาน(ไม่ ทนทานแตกง่าย)	พค-การใช้งาน (ขาดง่าย)	หล-ลักษณะ(แข็ง) -สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ม-การใช้งาน(แตก ง่าย) พค-การใช้งาน (แตกง่าย)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)
B8	ม-สภาพยืดหยุ่น (แข็ง)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	ห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก) -การส่องผ่านแสง (ทึบ)	ม-การใช้งาน(ดี ได้)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	พค-การใช้งาน (แตกง่าย)	หล-การส่องผ่านแสง (ทึบ) -สภาพน้ำหนัก(หนัก)
B9	ห-การใช้งาน(เตะ แล้วเจ็บ)	หล-การใช้งาน(เตะไม่ ขึ้น)	ป-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	พค-การใช้งาน(ไม่ ทนทานแตกง่าย)	พค-การใช้งาน (ขาดง่าย)	ม-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	พค-การใช้งาน (แตกง่าย)	หล-การใช้งาน(อาจทำ ให้มีดหัก)
B10	ห-สภาพยืดหยุ่น (แข็ง)	พค-การใช้งาน(เตะไม่ ขึ้น)	พค-สภาพ น้ำหนัก(เบา)	กค-การใช้งาน(ไม่ ทน)	พค-การใช้งาน (ขาดง่าย)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ข-การใช้งาน(ไม่ แข็งแรง)	พค-สภาพน้ำหนัก (เบา)

	1.ลูกบอล		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3. เ็นไม้เบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เขียง)หลังเรียน
B11	ห-การใช้งาน(เตะแล้วเจ็บ)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -สภาพความยืดหยุ่น(แข็ง)	พต-การใช้งาน(ไม่ทอดทาน แต่กง่าย)	ถ-สภาพน้ำหนัก(เบา)	ช-การใช้งาน(ดีได้)	ม-สภาพความยืดหยุ่น(ดีไม่ได้)	พต-การใช้งาน(แต่กง่าย)	พต-สภาพความยืดหยุ่น(ขาดง่าย)
B12	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	หล-การใช้งาน(เตะแล้วเจ็บ)	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	หล-การใช้งาน(วางหนังสือได้)	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ไม่ตอบ	ห-น้ำหนัก(หนัก)	ไม่ตอบ
B13	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก) ห-สภาพยืดหยุ่น(แข็ง)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -สภาพความยืดหยุ่น(แข็ง)	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ไม่ตอบ	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ช-สภาพความยืดหยุ่น(ขาดง่าย)	ม-การใช้งาน(แต่กง่าย)	หล-การใช้งาน(อาจทำให้มีดหัก)
B14	ไม่ตอบ	หล-สภาพความยืดหยุ่น(แข็ง)		พต-การใช้งาน(ไม่ทนทานแต่กง่าย)	ไม่ตอบ	ม-สภาพความยืดหยุ่น(หักง่าย)	ไม่ตอบ	พต-สารปนเปื้อน(สารเคมีจากพต.)
B15	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก) ห-การใช้งาน(เตะแล้วเจ็บ)	หล-การส่องผ่านแสง(ทึบ)	พต-การใช้งาน(ไม่ทอดทาน แต่กง่าย)	พต-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	พต-ลักษณะ(อ่อน)	ไม่ตอบ	ห-การใช้งาน(ไม่แข็งแรง)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)
B16	พต-สภาพยืดหยุ่น(แข็ง)	ไม่ตอบ	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ไม่ตอบ	พต-สภาพความยืดหยุ่น(หักง่าย) ม-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ม-การใช้งาน(แต่กง่าย)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)

	1.ลูกบอล		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3. เอ็นไม้เบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เขียง)หลังเรียน
B17	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก) ห-สภาพยืดหยุ่น (แข็ง)	ไม้-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	พต-การใช้งาน (ไม่ทดทาน แต่ถ่าง)	ย-สภาพ(ไม่ แข็งแรง)	ม-การใช้งาน(ดี ได้)	หล-สภาพความ ยืดหยุ่น(ไม่ยืดหยุ่น) -สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ไม่ตอบ	ย-การใช้งาน(ไม่ แข็งแรง)
B18	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	ห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	พต-สภาพน้ำหนัก (หนัก) -สภาพ(แข็ง)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หล-สภาพความ ยืดหยุ่น(ไม่ยืดหยุ่น) -สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ไม่ตอบ	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก) -ลักษณะ(แข็ง)
B19	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก) ห-สภาพยืดหยุ่น (แข็ง)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ฟ-สภาพ(หักง่าย)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก) ม-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ห-น้ำหนัก(หนัก)	ฟ-สภาพความยืดหยุ่น (หักง่าย)
B20	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก) พต-การใช้งาน (ไม่ทดทาน แต่ถ่าง)	พต-การใช้งาน(ไม่ ทนทานแต่ถ่าง)	ด-การใช้งาน (ขาดง่าย) ซ-ขาดง่าย	ม-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)
B21	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ไม้-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	พต-สภาพ น้ำหนัก(เบา)	พต-การใช้งาน(ไม่ ทนทานแต่ถ่าง)	ด-การใช้งาน (ขาดง่าย)	กต-สภาพความ ยืดหยุ่น(ขาดง่าย)	พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส)	พต-สภาพความ ยืดหยุ่น(ขาดง่าย)

	1.ดูขอบอล		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3. เอนไม้เบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เจียง)หลังเรียน
	ห-การใช้งาน(เตะแล้วเจ็บ)							
B22	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	พด-ไม่บอกเหตุผล	หล-ขนาด(หนา)	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก) ห-ลักษณะผิวสัมผัส(ทึบ)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	ม-การใช้งาน(แตกง่าย)	พด-สภาพความยืดหยุ่น(หักง่าย)
B23	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	แก้ว-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -สภาพความยืดหยุ่น(แข็ง)	กบ-การใช้งาน(หักง่าย) กบ-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	กบ-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก) ห-ลักษณะผิวสัมผัส(ทึบ)	ล-ลักษณะ(แข็ง)	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)
B24	ขจ-การใช้งาน(เตะแล้วเจ็บ)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การใช้งาน(เตะแล้วเจ็บ)	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	พด-การใช้งาน(ขาดมีดเวลาเขียน)	ห-ลักษณะ(แข็ง)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ห-การใช้งาน(มีเสียงดัง)	หล-การใช้งาน(เวลาสับไม่มีเสียง)
B25	ห-การใช้งาน(เตะแล้วเจ็บ)	หล-สภาพความยืดหยุ่น(แข็ง) -การใช้งาน(เตะแล้วเจ็บ)	กบ-การใช้งาน(หักง่าย)	พด-การใช้งาน(ไม่ทนทานแตกง่าย)	ห-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพความยืดหยุ่น(ไม่ยืดหยุ่น)	ก-การใช้งาน(แตกง่าย)	หล-การใช้งาน(อาจทำให้มีดหัก)
B26	ไม่ตอบ	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การใช้งาน(ขึ้นสนิม)	ไม่ตอบ	ข-สภาพ(ไม่แข็งแรง)	ไม่ตอบ	หล-การใช้งาน(ขึ้นสนิม)	ไม่ตอบ	หล-การใช้งาน(ขึ้นสนิม)
B27	ห-สภาพน้ำหนัก	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ห-สภาพ	หล-สภาพน้ำหนัก	ข-สภาพความ	หล-สภาพน้ำหนัก	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก

	1.ลูกบอล		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3. เ็นไม้เบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เขียง)หลังเรียน
	(หนัก) ห-สภาพยืดหยุ่น (แข็ง) ม-สภาพน้ำหนัก (หนัก)		น้ำหนัก(หนัก)	(หนัก) -การส่องผ่านแสง (ทึบ)	ยืดหยุ่น(ดีไม่ กระเด็น) ห-สภาพความ ยืดหยุ่น(ดีไม่ กระเด็น)	(หนัก)		(หนัก)
B28	พต-สภาพน้ำหนัก (เบา) พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ข-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)	หล-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ) ม-การใช้งาน(แตก ง่าย) ห-การใช้งาน (แข็งแรง)	ข-สภาพความยืดหยุ่น (ยืดหยุ่น)
B29	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ห-น้ำหนัก(หนัก) ห-การใช้งาน (แข็งแรง)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)
B30	พต-การใช้งาน (ขาดง่าย)	ไม้-สภาพความยืดหยุ่น (แข็ง)	ไม่ตอบ	หล-การใช้งาน (เวลาเขียนมีเสียง)	ห-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ม-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ม-การใช้งาน(แตก ง่าย)	หล-การใช้งาน(เวลา สับไม่มีเสียง)
B31	พต-สภาพน้ำหนัก (เบา)	หล-สภาพน้ำหนัก(เบา)	ห-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	พต-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	พต-สภาพ น้ำหนัก(เบา)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (เบา)

	1.ลูกบอล		2.โต๊ะเขียนหนังสือ		3. เ็นไม้เบด		4.	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(ครก)ก่อนเรียน	(เขียง)หลังเรียน
B32	พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส พต-สภาพน้ำหนัก (เบา) (ใส)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	ไม่ตอบ	พต-สภาพน้ำหนัก (หนัก) หล-ขนาด(หนา)	ข-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)	ไม่ตอบ	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ) ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา)	พต-สภาพน้ำหนัก (เบา) -ขนาด(บาง)

ไม่ควรทำมาจาก (ต่อ)

	5.ถุง		6.สายชิงช้า		7.หูกัดม้น้ำ		8.ช้อน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B1	หลังเรียน	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	พต-การใช้งาน พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส (อ่อน)	กค-การใช้งาน(ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน (ขาดง่าย)	กค-การใช้งาน (ขาดง่าย)	พต-สภาพยืดหยุ่น (อ่อน)	กค-การใช้งาน(ไม่ทน)
B2	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ) ห-น้ำหนัก(หนัก)	ม-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	พต-การใช้งาน	ช-การใช้งาน(ไม่ ทนทาน) ช-การใช้งาน(ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน (ละลายง่าย)	พต-การใช้งาน (ไม่ทนความ ร้อน)	ม-การใช้งาน(มี เชื้อโรค)	ม-การใช้งาน(ดัก อาหารไม่ได้)
B3	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ห-น้ำหนัก (หนัก)		ช-การใช้งาน(ไม่ ดี)	พต-ลักษณะ (ใส)	ช-การใช้งาน(ไม่ ดี)	ไม่ตอบ

	5.อุ้ง		6.สายชิงช้า		7.หูกาต้มน้ำ		8.ซ้อน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
			ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)					
B4	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	ห-น้ำหนัก (หนัก)	หล-การใช้งาน(ทำให้ เจ็บก้น)	ไม่ตอบ	หล-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ม-การใช้งาน (ระบายอากาศ ไม่ได้)	พต-การใช้งาน(ดัก อาหารไม่ได้)
B5	ห-การใช้งาน(ใส่ ของไม่ได้)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	ห-การใช้งาน (ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน(ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน (เหลว)	พต-การใช้งาน (ไม่ทนความ ร้อน)	พต-สภาพยืดหยุ่น (อ่อน)	พต-การใช้งาน(ไม่ทน ความร้อน)
B6	ห-น้ำหนัก(หนัก)	ไม่ตอบ	ย-สภาพ ยืดหยุ่น (ยืดหยุ่นได้)	อ-การใช้งาน(ขาดง่าย)	ห-การใช้งาน(ทำ ให้ร้อน)	ไม่ตอบ	ย-การใช้งาน(อาจ งอได้)	อ-การใช้งาน(ไม่ ทนทาน)
B7	ผ้า-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การใช้งาน(ย่อยสลาย ยาก)	กค-การใช้งาน (ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน(ขาดง่าย) -สภาพความยืดหยุ่น(ยืด ได้)	พต-การใช้งาน (ทนความร้อน ไม่ได้) ม-การใช้งาน (ระบายอากาศ ไม่ได้)	หล-การใช้งาน (จับแล้วร้อนมือ)	พต-สภาพยืดหยุ่น (ไม่แข็งแรง)	ไม่ตอบ
B8	พต-การย่อยสลาย	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ไม่ตอบ	หล-การส่องผ่านแสง	ไม่ตอบ	หล-สภาพ	ไม่ตอบ	หล-สภาพน้ำหนัก

	5.ถุง		6.สายชิงช้า		7.หูกาต้มน้ำ		8.ข้อ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
	(ไม่ย่อ)	-การส่องผ่านแสง(ทึบ)		(ทึบ) หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)		น้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่าน แสง(ทึบ)		(เบา) หล-ลักษณะ(ใส)
B9	ไม่ตอบ	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	พต-การใช้งาน	พต-การใช้งาน(ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน (ละลายง่าย)	พต-การใช้งาน (ไม่ทนความร้อน)	ช-การใช้งาน (ละลายง่าย)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)
B10	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	พต-การใช้งาน	พต-การใช้งาน(ขาดง่าย)	กต-การใช้งาน (ขาดง่าย)	กต-การใช้งาน (ไม่ทนทาน)	กต-การใช้งาน (ใช้ได้ไม่นาน)	กต-การใช้งาน(ไม่ทน)
B11	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ) ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) อ-การใช้งาน(ขาดง่าย)	ลส-ลักษณะ (แข็ง)	พต-การใช้งาน(ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน (ละลายง่าย)	พต-การใช้งาน (ไม่ทนความร้อน)	ช-การใช้งาน(มี สารตกค้าง)	ไม่ตอบ
B12	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(แข็ง)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ห-น้ำหนัก (หนัก)	หล-การใช้งาน(นั่งได้)	ห-น้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (เบา)
B13	ห-น้ำหนัก(หนัก) ม-น้ำหนัก(หนัก)	หล-ลักษณะ(แข็ง)	กต-การใช้งาน (ขาดง่าย)	ช-การใช้งาน(ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน (ละลายง่าย)	หล-การใช้งาน (จับแล้วร้อนมือ)	ม-สภาพยืดหยุ่น (หักง่าย)	พต-การใช้งาน(ไม่ ทนทาน) พต-การใช้งาน(หัก ง่าย)
B14	ห-น้ำหนัก(หนัก)	ฟ-การใช้งาน(ใส่ของได้)	ไม่ตอบ	หล-ลักษณะ(แข็ง)	ไม่ตอบ	หล-การใช้งาน	ไม่ตอบ	พต-การใช้งาน(หัก)

	5.อุ้ง		6.สายชิงช้า		7.หูกาต้มน้ำ		8.ซ้อน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
	ห-การใช้งาน(จับ ยาก)	เยอะ)				(นำความร้อน)		ง่าย)
B15	ไม่ตอบ	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	พต-การใช้งาน (ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน(ไม่ ทนทาน)	พต-การใช้งาน (ทนความร้อน ไม่ได้)	พต-ลักษณะ (อ่อน)	พต-สภาพยืดหยุ่น (ไม่แข็งแรง) พต-สภาพยืดหยุ่น (ใช้ไม่ได้นาน)	พต-ลักษณะ(อ่อน)
B16	ห-น้ำหนัก(หนัก)	กต-การใช้งาน(ขาดง่าย)	ช-การใช้งาน (ขาดง่าย)	ม-การใช้งาน(อาจทำให้ เจ็บ)	ห-การใช้งาน(ทำ ให้ร้อน)	ไม่ตอบ	ห-น้ำหนัก(หนัก)	พต-การใช้งาน(หัก ง่าย)
B17	ผ้า-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -ลักษณะ(แข็ง)	ห-การใช้งาน (นั่งแล้วเจ็บ ก้น)	ม-ลักษณะ(แข็ง)	พต-การใช้งาน (ละลายง่าย)	พต-การใช้งาน (นำความร้อน)	พต-สภาพยืดหยุ่น (ใช้ไม่ได้นาน)	พต-การใช้งาน(ไม่ ทนทาน)
B18	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ม-น้ำหนัก (หนัก) ม-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)	ม-ลักษณะ(แข็ง)	พต-น้ำหนัก(เบา)	ม-ลักษณะ(แข็ง)	พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(นุ่ม) พต-น้ำหนัก(เบา)	ม-ลักษณะ(แข็ง)
B19	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ) ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	ห-น้ำหนัก (หนัก)	ม-สภาพยืดหยุ่น(เหนียว)	ห-การใช้งาน(ทำ ให้ร้อน) พต-การใช้งาน	หล-การใช้งาน (นำความร้อน)	ห-น้ำหนัก(หนัก)	ฟ-การใช้งาน(หักง่าย)

	5.อุ้ง		6.สายชิงช้า		7.หูกาต้มน้ำ		8.ซ้อน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
					(ระบายความร้อนไม่ได้)			
B20	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ) ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ช-การใช้งาน (ขาดง่าย)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ห-การใช้งาน(ทำ ให้ร้อน)	ม-การใช้งาน (ไม่ทนความร้อน)	พต-สภาพยืดหยุ่น (หักง่าย แดกง่าย)	ม-สภาพน้ำหนัก(เบา)
B21	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ) อ-การใช้งาน(ขาดง่าย)	ช-การใช้งาน (ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน(ขาดง่าย)	ห-น้ำหนัก(เบา) พต-การใช้งาน (ระบายความร้อนไม่ได้)	พต-ลักษณะ (อ่อน)	พต-สภาพยืดหยุ่น (ละลายง่าย)	พต-การใช้งาน(ไม่ ทนทาน)
B22	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ) ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	ช-การใช้งาน (ขาดง่าย)	พต-สภาพน้ำหนัก(เบา) -ลักษณะ(ใส)	พต-น้ำหนัก(เบา)	พต-ลักษณะ (ใส) พต-สภาพ น้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B23	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ) ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(บาง) พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส)	พต-ขนาด(บาง)	พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(บาง) พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ไม่ทึบ)	พต-ลักษณะ (ใส) พต-ขนาด(บาง)	ห-น้ำหนัก(หนัก) ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)	หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก) หล-การส่องผ่านแสง (ทึบ)
B24	ปูน-น้ำหนัก	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	พต-การใช้งาน	พต-การใช้งาน(ขาดง่าย)	พต-การย่อยสลาย	พต-ลักษณะ	พต-สภาพยืดหยุ่น	ไม่ตอบ

	5.อุ้ง		6.สายชิงช้า		7.หูกาต้มน้ำ		8.ข้อ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
	(หนัก) ปุน-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)					(อ่อน)	(หักง่าย แดงง่าย)	
B25	ปุน-การใช้งาน(มี กลิ่นเหม็น)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ม-การใช้งาน (ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน(ขาดง่าย) ย-สภาพยืดหยุ่น(ยืดได้)	ม-การใช้งาน(ขาด ง่าย)	หล-การใช้งาน (จับแล้วร้อนมือ)	พต-การย่อยสลาย (ย่อยสลายยาก)	หล-การใช้งาน(อาจทิ่ม ปาก)
B26	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หล-การใช้งาน (นำความร้อน) ลห-การใช้(จับ แล้วร้อนมือ)	ไม่ตอบ	ย-คุณสมบัติ(ใหม่ได้)
B27	ไม่ตอบ	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ห-น้ำหนัก (หนัก)	ช-การใช้งาน(ขาดง่าย)	ห-การใช้งาน(ทำ ให้ร้อน)	หล-การใช้งาน (นำความร้อน)	ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-การใช้งาน(นำ ความร้อน)
B28	ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ) ห-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก) -การส่องผ่านแสง(ทึบ)	ช-ลักษณะ (แข็ง) พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(แข็ง)	หล-ลักษณะ(แข็ง)	ช-น้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	พต-น้ำหนัก(เบา)	หล-ลักษณะ(แข็ง)
B29	ไม่ตอบ	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ไม่ตอบ	หล-ขนาด(หนา)	ไม่ตอบ	สคต-ขนาด (หนา) ย-สภาพยืดหยุ่น	ไม่ตอบ	สคต-ขนาด(หนา)

	5.อุ้ง		6.สายชิงช้า		7.ทูกาตัมน้ำ		8.ซ้อน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
						(ยึดหยุ่น)		
B30	ห-น้ำหนัก(เบา)	ม-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ม-การใช้งาน (ขาดง่าย)	ม-การใช้งาน(ขาดง่าย) ฟ-การใช้งาน(ขาดง่าย)	ห-น้ำหนัก(เบา)	พต-การใช้งาน (นำความร้อน)	ม-การใช้งาน(ทีมปาก)	หล-การใช้งาน(นำความร้อน)
B31	ช-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	พต-น้ำหนัก(หนัก)	พต-สภาพน้ำหนัก(เบา)	ห-น้ำหนัก(เบา)	พต-สภาพน้ำหนัก(เบา)	พต-น้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ
B32	ห-น้ำหนัก(เบา)	อ-การใช้งาน(ขาดง่าย)	พต-การใช้งาน พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(บาง) พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ใส)	พต-ขนาด(บาง) พต-สภาพน้ำหนัก(เบา)	พต-น้ำหนัก(เบา) พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(บาง)	พต-สภาพน้ำหนัก(เบา) พต-ขนาด(บาง)	ช-น้ำหนัก(หนัก) ช-ลักษณะ ผิวสัมผัส(ทึบ)	ช-คุณสมบัติ(เหนียว)

ไม่ควรทำมาจาก (ต่อ)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เสื่อ		11. สายเบ็ด		12. โซฟา	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B1	ข-นำหนัก(หนัก) ห-สภาพยืดหยุ่น (แข็ง)	ช-การใช้งาน(อาจ โดนช็อตได้)	พต-การใช้งาน(ไฟ ไม่รั่ว ไฟไม่ดูด)	ตค-นำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	อ-การใช้งาน (ขาดยาก)	อ-การใช้งาน (ทนทาน)	หน้ง-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)	ผ-สภาพยืดหยุ่น (นุ่ม)
B2	ห-การใช้งาน(อาจ โดนช็อต)	พต-การใช้งาน (แตกหักง่าย)	พต-การใช้งาน(ไฟ ไม่รั่ว ไฟไม่ดูด) ลห-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ผ-การใช้งาน(ไม่ ขาดง่าย)	ผ-การใช้งาน (ทน)	ช-การใช้งาน (ทนทาน)	อ-การใช้งาน (ทนทาน)	ข-การใช้งาน(ไม่ ขาดง่าย)	ฟน-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)
B3	ช-การใช้งาน(ไม่ดี)	ช-การใช้งาน(ไม่ดี)	พต-การใช้งาน (คุณสมบัติดี)	พต-การใช้งาน(ดี)	พต-การใช้งาน (คุณสมบัติดี)	ช-การใช้งาน(ดี ยืดได้ดี)	พต-การใช้ งาน(ไม่ดี)	เสื่อ-การใช้งาน (คุณสมบัติดี)	พต-การใช้งาน (ดี)
B4	ห-นำหนัก(หนัก)	ม-การใช้งาน(เสียบ ไม่ได้)	หล-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ผ-การใช้งาน(ทอ เสื่อได้)	ไม่ตอบ	ช-สภาพนำหนัก (เบา)	อ-สภาพ ยืดหยุ่น(ยืด ได้) ช-สภาพ ยืดหยุ่น(ยืด ได้)	หน้ง-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)	พต-การใช้งาน (นั่งได้ไม่ดี)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เลือ		11. สายเบ็ด		12. โซฟา	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B5	ห-การใช้งาน(อาจ โดนช็อต)	พด-ลักษณะ ผิวสัมผัส(อ่อน)	พด-การใช้งาน(ทน) หล-ลักษณะ(แข็ง)	ตค-น้ำหนัก(เบา)	ผ-สภาพยืดหยุ่น (เหนียว)	อ-ลักษณะ(เป็น เชือก)	ไม่ตอบ	หนัง-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)	ฟน-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)
B6	กค-การใช้งาน(ไฟ ไหม้ได้)	ย-การใช้งาน(ไฟอาจ ไหม้ได้)	พด-คุณสมบัติ(ไม่นำ ไฟฟ้า)	ค-การใช้งาน(ไม่ ขาดง่าย)	ผ-การใช้งาน (ทน)	อ-การใช้งาน (แข็งแรง)	อ-การใช้งาน (แข็งแรง)	ย-สภาพยืดหยุ่น (นุ่ม)	ฟน-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)
B7	ห-การใช้งาน(เดิน ผ่านเหล็กได้ดี)	พด-การใช้งาน(ไม่ นำไฟฟ้า)	พด-คุณสมบัติ(ไม่นำ ไฟฟ้า) ง-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ตค-การใช้งาน(ไม่ ขาดยาก)	ตค-การใช้งาน (ขาดยาก) ตค-สภาพ ยืดหยุ่น(เหนียว)	อ-การใช้งาน (ขาดยาก)	อ-การใช้งาน (ขาดยาก)	พด-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)	พด-สภาพ ยืดหยุ่น(เหนียว) พด-การใช้งาน (ขาดยาก)
B8	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ลห-ลักษณะ(แข็ง)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ช-ลักษณะ (แข็ง)	ไม่ตอบ	พด-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)
B9	ห-น้ำหนัก(หนัก)	ย-การใช้งาน(ละลาย ได้)	พด-การใช้งาน(กัน น้ำ) พด-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ตค-การใช้งาน(ไม่ ขาดยาก)	ตค-ขนาด(หนา)	อ-การใช้งาน (ขาดยาก)	อ-สภาพ ยืดหยุ่น (เหนียว)	ย-สภาพยืดหยุ่น (นุ่ม)	ผ-สภาพยืดหยุ่น (เหนียว) หน-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)
B10	กค-สภาพยืดหยุ่น (ไม่แข็งแรง)	พด-การใช้งาน(เสียบ ไม่ได้)	หล-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ผ-การใช้งาน(ไม่ ขาดง่าย)	ผ-การใช้งาน (ทน)	อ-การใช้งาน (ขาดยาก)	ไม่ตอบ	ย-สภาพยืดหยุ่น (นุ่ม)	หน-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)
B11	ห-การใช้งาน(อาจ	พด-การใช้งาน(ไม่	ไม่ตอบ	ผ-ลักษณะ	ผ-การใช้งาน	อ-สภาพยืดหยุ่น	ช-สภาพ	ไม่ตอบ	ฟน-สภาพ

	9. ปลั๊กไฟ			10. เสื่อ		11. สายเบ็ด		12. โซฟา	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
	โดนช็อต)	นำไฟฟ้า)		ผิวสัมผัส(อ่อน นุ่ม)	(นั่งได้)	(เหนียว) อ-ลักษณะ (อ่อน)	ยืดหยุ่น(ยืด ได้)		ยืดหยุ่น(นุ่ม)
B12	ห-น้ำหนัก(หนัก)	ห-น้ำหนัก(หนัก)	พด-สภาพน้ำหนัก (เบา) สด-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B13	ม-การใช้งาน(ติด กับสแตนเลส ไม่ได้)	ม-การใช้งาน(ไม่นำ ไฟฟ้า)	พด-การใช้งาน(ไฟ ไม่รั่ว ไฟไม่ดูด) หล-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี) ทค-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ผ-การใช้งาน(จัก สานได้)	ตก-สภาพ น้ำหนัก(เบา)	อ-การใช้งาน (ขาดยาก)	อ-การใช้งาน (ทนทาน) อ-สภาพ น้ำหนัก(เบา)	พด-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)	นุ่น-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม) -การใช้งาน(เบา สบาย)
B14	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	พด-คุณสมบัติ(ไม่นำ ไฟฟ้า) หล-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ไม่ตอบ	ผ-สภาพยืดหยุ่น (เหนียว)	ไม่ตอบ	อ-การใช้งาน (ขาดง่าย) ช-การใช้งาน (ขาดง่าย)	ไม่ตอบ	หน-สภาพ ยืดหยุ่น(เหนียว)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เลือ		11. สายเบ็ด		12. โซฟา	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B15	ม-การใช้งาน(อาจ โดนช็อต)	ม-การใช้งาน(อาจ โดนช็อต)	พต-การใช้งาน(ทน) หล-ลักษณะ(แข็ง)	ผ-ลักษณะ ผิวสัมผัส(อ่อน นุ่ม)	ผ-สภาพยืดหยุ่น (เหนียว)	อ-ลักษณะ(ใส)	อ-สภาพ ยืดหยุ่น (เหนียว)	ฟน-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)	ผ-สภาพยืดหยุ่น (เหนียว) ฟน- ประสบการณ์ (เคยเห็น)
B16	ห-การใช้งาน(อาจ โดนช็อต)	ลห-การใช้งาน(ไม่ นำไฟฟ้า)	พต-การใช้งาน(ไฟ ไม่รั่ว ไฟไม่ดูด) หล-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ผ-ทำสืบทอดกันมา	ผ-การใช้งาน (สวยงาม)	ช-การใช้งาน(ดี ยืดได้ดี)	อ-การใช้งาน (ขาดยาก)	ผย-การใช้งาน (ขาดยาก)	ผ-การใช้งาน (ขาดยาก)
B17	ม-การใช้งาน(ไม่ ดี)	ม-การใช้งาน(ไม่นำ ไฟฟ้า)	พต-คุณสมบัติ(ไม่นำ ไฟฟ้า) หล-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	พชน-การใช้งาน (ไม่ขาดยาก)	ไม่ตอบ	ช-การใช้งาน(ดี ยืดได้ดี)	ช-การใช้งาน (แข็งแรง) ช-สภาพ ยืดหยุ่น (เหนียว)	ฝ้าน-น้ำหนัก(เบา)	หน-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)
B18	ห-น้ำหนัก(หนัก) ห-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หยาบ)	พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(อ่อน) พต-น้ำหนัก(เบา)	พต-การใช้งาน(ทน) หล-คุณสมบัติ(ทน)	พต-น้ำหนัก(เบา) พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(อ่อน)	ตค-การใช้งาน (ทน) ตค-สภาพ	อ-ลักษณะ (อ่อน) อ-สภาพน้ำหนัก	อ-การใช้งาน (ทนทาน)	นุ่น-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม) นุ่น-การใช้งาน	พต-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เต้าเสียบ		11. สายเบ็ด		12. โขฟ่า	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
				นุ่ม)	ยึดหยุ่น(นุ่ม)	(เบา)		(เบาสบาย)	
B19	ห-การใช้งาน(อาจ โดนช็อต)	พต-การใช้งาน(ไม่ นำไฟฟ้า)	พต-คุณสมบัติ(ไม่นำ ไฟฟ้า) หล-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ไม่ตอบ	ตค-การใช้งาน (ทน)	อ-สภาพน้ำหนัก (เบา) อ-การใช้งาน (ทนทาน)	อ-การใช้งาน (ทนทาน)	พต-สภาพ ยึดหยุ่น(นุ่ม)	ผ-สภาพยึดหยุ่น (นุ่ม)
B20	ห-การใช้งาน(อาจ โดนช็อต)	พต-การใช้งาน(อาจ โดนช็อต)	พต-การใช้งาน(ไฟ ไม่รั่ว ไฟไม่ดูด) หล-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ชฟ-น้ำหนัก(เบา)	ผ-การใช้งาน (ขาดง่าย)	ช-การใช้งาน (ขาดยาก) อ-การใช้งาน (ขาดยาก)	อ-การใช้งาน (ขาดยาก)	พต-สภาพ ยึดหยุ่น(นุ่ม)	หน-สภาพ ยึดหยุ่น(นุ่ม)
B21	ไม่ตอบ	พต-น้ำหนัก(เบา) พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(บาง)	พต-สภาพน้ำหนัก (เบา) หล-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ไม่ตอบ	ผ-สภาพยึดหยุ่น (นุ่ม)	ช-การใช้งาน (ทนทาน)	ช-การใช้งาน (แข็งแรง)	พน-สภาพ ยึดหยุ่น(นุ่ม)	พน-สภาพ ยึดหยุ่น(นุ่ม)
B22	ห-การใช้งาน(อาจ โดนช็อต)	พต-การใช้งาน(เสียบ ไม่ได้)	พต-สภาพน้ำหนัก (เบา) หล-สภาพน้ำหนัก (หนัก)	หฐ-ลักษณะ ผิวสัมผัส(อ่อน นุ่ม)	ม-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ช-การใช้งาน (ขาดยาก)	อ-สภาพ น้ำหนัก(เบา) อ-ลักษณะ (ใส)	หน้ง-สภาพ ยึดหยุ่น(นุ่ม)	หน-สภาพ ยึดหยุ่น(นุ่ม)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เลือ		11. สายเบ็ด		12. โซฟา	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
			-การส่องผ่านแสง (ทึบ)						
B23	ห-น้ำหนัก(หนัก)	กบ-น้ำหนัก(หนัก) กบ-การใช้งาน (แตกหักง่าย)	พต-สภาพน้ำหนัก (เบา) ลห-สภาพน้ำหนัก (เบา)	พชน-น้ำหนัก (เบา) พชน-ลักษณะ ผิวสัมผัส(อ่อน นุ่ม)	ผ-ขนาด(หนา) ผ-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ช-สภาพน้ำหนัก (เบา) ช-ขนาด(ยาว)	ช-ขนาด(หนา)	พต-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม) พต-การใช้งาน (เบาสบาย)	ผ-การใช้งาน (เบาสบาย)
B24	ห-การใช้งาน(อาจ โดนขีด)	พต-การใช้งาน(ไม่ นำไฟฟ้า)	พต-การใช้งาน(ทน) หล-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ผ-การใช้งาน(ไม่ ขาดง่าย)	ไม่ตอบ	ช-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ไม่ตอบ	ยมพ-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)	หน-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)
B25	ม-การใช้งาน (แตกหักได้)	ก-กาใช้งาน(แตกหัก ง่าย)	พต-การใช้งาน(บิ ดง่าย) พต-การใช้งาน(เลียบ ง่าย)	ไม้-ลักษณะ ผิวสัมผัส(แข็ง)	ไม่ตอบ	ช-สภาพน้ำหนัก (เบา)	อ-สภาพ ยืดหยุ่น(ยืด ได้)	หน้ง-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)	ฟน-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)
B26	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	พต-การใช้งาน (คุณสมบัติ) หล-คุณสมบัติ(นำ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ช-การใช้งาน (ขาดยาก) ช-การใช้งาน	ไม่ตอบ	พต-สภาพ ยืดหยุ่น(แข็งได้)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เลือ		11. สายเบ็ด		12. โซฟา	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
			ไฟฟ้าได้ดี)				(แข็งแรง)		
B27	ห-การใช้งาน(อาจ โดนช็อต)	พต-การใช้งาน(ไม่ นำไฟฟ้า)	พต-คุณสมบัติ(ไม่นำ ความร้อน) อลมน-คุณสมบัติ (ไม่นำไฟฟ้า)	ตค-การใช้งาน(ไม่ ขาดยาก)	ตค-การใช้งาน (ขาดยาก)	ช-การใช้งาน (ทนทาน) ช-การใช้งาน (ขาดยาก)	อ-การใช้งาน (ทนทาน) อ-การใช้งาน (ขาดยาก)	พต-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)	ผ-สภาพยืดหยุ่น (นุ่ม)
B28	พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(แข็ง) พต-น้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	พต-ลักษณะ(หนา) พต-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ค-ลักษณะ ผิวสัมผัส(หนา และแข็ง)	ค-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ช-การใช้งาน (แข็งแรง) ช-ขนาด(ยาว)	ย-สภาพ ยืดหยุ่น(ยืด ได้)	พน-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)	พ-ลักษณะ(เบา)
B29	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	พต-ลักษณะ(หนา)	ไม่ตอบ	ม-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ไม่ตอบ	ม-ขนาด (หนา)	ไม่ตอบ	ผ-การใช้งาน (เบาสบาย)
B30	ม-น้ำหนัก(เบา)	พต-การใช้งาน(อาจ โดนช็อต)	ม-คุณสมบัติ(ไม่นำ ไฟฟ้า) หล-คุณสมบัติ(นำ ไฟฟ้าได้ดี)	ยม-น้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	อ-การใช้งาน (ขาดยาก)	อ-สภาพ ยืดหยุ่น (เหนียว)	ผ้า-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)	ผ-สภาพยืดหยุ่น (เหนียว) ผ-การใช้งาน (สวยงาม)
B31	พต-น้ำหนัก(เบา)	พต-น้ำหนัก(หนัก)	หล-สภาพน้ำหนัก (เบา)	ชฟ-น้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	อ-การใช้ งาน(ไม่ทนทาน) ช-การใช้งาน	อ-สภาพ น้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	ผ-สภาพน้ำหนัก (หนัก)

	9. ปลั๊กไฟ			10. เสื่อ		11. สายเบ็ด		12. โซฟา	
	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ 1)	ก่อนเรียน(ปลั๊กไฟ2)	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
						(ไม่ทนทาน)			
B32	ห-การใช้งาน(อาจ โดนช็อต)	พต-น้ำหนัก(เบา) พต-ลักษณะ ผิวสัมผัส(บาง)	พต-ลักษณะ(ใส) พต-สภาพน้ำหนัก (เบา) พต-สภาพน้ำหนัก (หนัก) หล-ลักษณะ(แข็ง)	ยม-ลักษณะ ผิวสัมผัส(แข็ง)	ผ-สภาพยืดหด- สภาพน้ำหนัก (เบา)ยู่่น(นุ่ม)	ช-การใช้งาน (แข็งแรง) ช-ขนาด(ยาว)	อ-สภาพ ยืดหยุ่น (เหนียว) อ-ขนาด(ยาว)	ไม่ตอบ	ผ-สภาพยืดหยุ่น (เหนียว) ฟน-สภาพ ยืดหยุ่น(นุ่ม)

ข้อ 2

	2.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกกระจกสำหรับทำหน้าต่าง		2.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกไม้สำหรับทำประตู		2.3 เพราะเหตุใดจึงเลือกอิฐสำหรับทำกำแพง		2.4 เพราะเหตุใดจึงเลือกกระเบื้องสำหรับมุงหลังคา	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B1	การใช้งาน(กันฝุ่นเข้าบ้าน)	ไม่ตอบ	ความทนทาน(แข็งแรง) การใช้งาน(ด้านลมได้)	ความทนทาน(ทนทาน)	ความทนทาน(แข็งแรง)	ความทนทาน(ทนทาน)	การใช้งาน(กันฝุ่นเข้าบ้าน)	ความทนทาน(ทนทาน)
B2	การซ่อมแซม(ซ่อมแซมได้)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ความทนทาน(ทนทาน)	ความทนทาน(ทนทาน)	การใช้งาน(ก่อให้สูงได้)	การใช้งาน(ไม่รื้อเหมือนสังกะสี)	ความทนทาน(ทนกว่าสังกะสี)
B3	ไม่ตอบ	การใช้งาน(ดี)	ลักษณะของวัตถุ(ทำมาจากไม้)	การใช้งาน(ดี)		การใช้งาน(ดี)	ไม่ตอบ	การใช้งาน(ดี)
B4	ไม่ตอบ	ลักษณะของวัสดุ(มีดทึบ)	ไม่ตอบ	ลักษณะของวัสดุ(ทึบ) ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)	ความทนทาน(แข็งแรง)	ลักษณะของวัสดุ(หนา, ทึบ) ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)	การใช้งาน(กันฝุ่นเข้าบ้าน) การใช้งาน(กันแดด)	ลักษณะของวัสดุ(หนา) การใช้งาน(กันแดด)
B5	ลักษณะของวัสดุ(ใส)	ลักษณะของวัสดุ(หนา)	ลักษณะของวัตถุ(หนา)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)	ความทนทาน(ทนทาน)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)	การใช้งาน(กันแดด)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)
B6	การใช้งาน(แสง)	ความทนทาน(ทนทาน)	ไม่ตอบ	ความทนทาน	ความทนทาน	ความทนทาน	การใช้งาน(กันแดด)	ความทนทาน

	2.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกกระจกสำหรับทำหน้าต่าง		2.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกไม้สำหรับทำประตู		2.3 เพราะเหตุใดจึงเลือกอิฐสำหรับทำกำแพง		2.4 เพราะเหตุใดจึงเลือกกระเบื้องสำหรับมุงหลังคา	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
	เข้าได้)			(ทนทาน)	(ทนทาน)	(ทนทาน)	แดด)	(ทนทาน)
B7	ลักษณะของวัสดุ(ไม้) การใช้งาน(แสงเข้าได้)	ลักษณะของวัสดุ(ไม้) การใช้งาน(เปิดง่าย-ปิดสนิท)	ความทนทาน(แข็งแรง) น้ำหนัก(ไม่หนัก)	ความทนทาน(แข็งแรง) การใช้งาน(เปิดง่าย-ปิดสนิท)	ความทนทาน(แข็งแรง) ความทนทาน(ไม่แตกง่าย)	ความทนทาน(แข็งแรง) การใช้งาน(กันกระแทก)	ความทนทาน(แข็งแรง) การใช้งาน(กันฝุ่นเข้าบ้าน)	ความทนทาน(ทนทาน) ความทนทาน(แข็งแรง)
B8	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	การใช้งาน(เย็น)	ความทนทาน(ทนทาน)	การใช้งาน(กันขโมย)	ไม่ตอบ	การใช้งาน(เย็น)	การใช้งาน(กันแดด)
B9	ลักษณะของวัสดุ(ไม้)	ลักษณะของวัสดุ(ไม้) ความสวยงาม(มีลวดลาย)	ความสวยงาม(สวยงาม)	ความสวยงาม(มีลวดลาย)	ความทนทาน(แข็งแรง)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)	ความทนทาน(ทนทาน) ความทนทาน(แข็งแรง)	การใช้งาน(กันแดด)
B10	ลักษณะของวัสดุ(ไม้)	ลักษณะของวัสดุ(ไม้) ความทนทาน(แข็งแรง)	ความทนทาน(ทนทาน)	ความทนทาน(ทนทาน)	ความทนทาน(ทนทาน)	ลักษณะของวัสดุ(หนา, ทึบ)	การใช้งาน(เย็น)	ลักษณะของวัสดุ(หนา)
B11	ความทนทาน(แข็งแรง)	ลักษณะของวัสดุ(ไม้)	ความทนทาน(ทนฝน)	ความทนทาน(แข็งแรง) การใช้งาน(กันฝน)	ความทนทาน(แข็งแรง)	ความทนทาน(ทนทาน)	ความทนทาน(ทนทาน)	ความทนทาน(ไม่เป็นรู)

	2.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกกระจกสำหรับทำหน้าต่าง		2.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกไม้สำหรับทำประตู		2.3 เพราะเหตุใดจึงเลือกอิฐสำหรับทำกำแพง		2.4 เพราะเหตุใดจึงเลือกกระเบื้องสำหรับบุผนังหลังคา	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B12	การใช้งาน(ดี)	ไม่ตอบ	การใช้งาน(ดี)	ไม่ตอบ	การใช้งาน(ดี)	การใช้งาน(ดี)	การใช้งาน(ดี)	ไม่ตอบ
B13	ลักษณะของวัสดุ(ไม้)	ไม่ตอบ	ความทนทาน(ทนทาน) น้ำหนัก(น้ำหนัก)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง) ความทนทาน(ทนทาน)	ความทนทาน(ทนทาน) ความทนทาน(ไม่แตกง่าย)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง) ความทนทาน(ทนทาน)	ความทนทาน(ทนทาน) ความทนทาน(ไม่แตกง่าย)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง) ความทนทาน(ทนทาน)
B14	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง) ลักษณะของวัสดุ(เหนียว)	ไม่ตอบ	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)	ไม่ตอบ	ความทนทาน(ทนทาน)
B15	การซ่อมแซม(ซ่อมแซมได้)	ลักษณะของวัสดุ(หนา)	การซ่อมแซม(ซ่อมแซมได้)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)	ความทนทาน(ทนทาน)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)	ความทนทาน(ทนทาน)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)
B16	ลักษณะของวัสดุ(ไม้)	ไม่ตอบ	ลักษณะของวัตถุ(ไม้ดีกว่าอย่างอื่น)	ไม่ตอบ	การใช้งาน(ดี)	ความทนทาน(ทนทาน)	การใช้งาน(ดี)	การใช้งาน(ไม่มีเสียง)
B17	ลักษณะของวัสดุ(ไม้)	ไม่ตอบ	น้ำหนัก(น้ำหนัก) น้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ความทนทาน(แข็งแรง)	ความสวยงาม(สวยงาม)	ความทนทาน(แข็งแรง)

	2.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกกระจกสำหรับทำหน้าต่าง		2.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกไม้สำหรับทำประตู		2.3 เพราะเหตุใดจึงเลือกอิฐสำหรับทำกำแพง		2.4 เพราะเหตุใดจึงเลือกกระเบื้องสำหรับบุหลังคา	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B18	การใช้งาน(แสงเข้าได้)	การใช้งาน(สะท้อนแสงแดด)	การใช้งาน(กันแสงได้)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)	การใช้งาน(กันสัตว์ปีก)	การใช้งาน(กันขโมย)	การใช้งาน(กันแดด)	การใช้งาน(กันแดด)
B19	ลักษณะของวัสดุ(ใส) การใช้งาน(แสงเข้าได้)	ลักษณะของวัสดุ(ใส) การใช้งาน(ถ่ายเทอากาศได้ดี)	ความทนทาน(ทนทาน) ความสวยงาม(สวยงาม)	การใช้งาน(ถ่ายเทอากาศได้ดี)	ความทนทาน(ทนทาน)	ความทนทาน(ทนทาน)	การใช้งาน(กันฝุ่นเข้าบ้าน) การใช้งาน(กันแดด)	การใช้งาน(กันฝนเข้าบ้าน) การใช้งาน(กันแดด)
B20	การใช้งาน(กันฝุ่นเข้าบ้าน)	การใช้งาน(กันยุง)	ความสวยงาม(สวยงาม)	ไม่ตอบ	ความสวยงาม(สวยงาม)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)	การใช้งาน(เย็น)	การใช้งาน(กันความร้อน)
B21	ลักษณะของวัสดุ(ใส)	ลักษณะของวัสดุ(ใส)	การใช้งาน(เปิดง่าย-ปิด)	ลักษณะของวัสดุ(หนา)	ความทนทาน(ทนทาน)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)	การใช้งาน(กันฝุ่นเข้าบ้าน) การใช้งาน(กันแดด)	การใช้งาน(กันความร้อน)
B22	ลักษณะของวัสดุ(ใส)	ลักษณะของวัสดุ(ใส) การใช้งาน(เปิดง่าย-ปิดสนิท)	การใช้งาน(เปิดง่าย-ปิด)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง) การใช้งาน(เปิดง่าย-ปิดสนิท)	ความทนทาน(แข็งแรง)	ความสวยงามทำให้บ้านน่าอยู่	ความทนทาน(ทนทาน) ความทนทาน(ไม่แตกง่าย)	การใช้งาน(กันฝนเข้าบ้าน)
B23	ไม่ตอบ	ลักษณะของวัสดุ(ใส)	น้ำหนัก(เบา)	ลักษณะของ	ลักษณะของวัสดุ	ลักษณะของวัสดุ(หนา,	ลักษณะของวัสดุ	ลักษณะของวัสดุ

	2.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกกระจกสำหรับทำหน้าต่าง		2.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกไม้สำหรับทำประตู		2.3 เพราะเหตุใดจึงเลือกอิฐสำหรับทำกำแพง		2.4 เพราะเหตุใดจึงเลือกกระเบื้องสำหรับมุงหลังคา	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
			ความสวยงาม (สวยงาม)	วัสดุ(หนา) ลักษณะของ วัสดุ(ทึบ)	(หนา,ทึบ)	ทึบ) การใช้งาน(กันขโมย)	(หนา,ทึบ)	(หนา) ลักษณะของวัสดุ(ทึบ)
B24	การใช้งาน(กัน ขโมย)	การใช้งาน(เปิดง่าย-ปิด สนิท)	การใช้งาน(เปิด ง่าย-ปิด	การใช้งาน(เปิด ง่าย-ปิดสนิท)	ความทนทาน (ทนทาน)	ลักษณะของวัสดุ(หนา, ทึบ)	การใช้งาน(กันฝุ่น เข้าบ้าน) การใช้งาน(กัน แดด)	การใช้งาน(กันฝนเข้า บ้าน)
B25	ลักษณะของวัสดุ (ใส)	การใช้งาน(เปิดง่าย-ปิด สนิท)	ความทนทาน (ทนฝน) ความทนทาน (ไม่แตกง่าย)	การใช้งาน(เปิด ง่าย-ปิดสนิท)	ความทนทาน (ทนทาน) ความทนทาน(ไม่ แตกง่าย)	การใช้งาน(กันขโมย)	การใช้งาน(กัน แดด)	การใช้งาน(กันแดด)
B26	ไม่ตอบ	ลักษณะของวัสดุ(ใส) น้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	น้ำหนัก(เบา)	ไม่ตอบ	ความทนทาน (แข็งแรง)	ไม่ตอบ	ความทนทาน (ทนทาน)
B27	ลักษณะของวัสดุ (ใส)	ลักษณะของวัสดุ(ใส) การใช้งาน(เปิดง่าย-ปิด สนิท)	การใช้งาน(เปิด ง่าย-ปิด	การใช้งาน(เปิด ง่าย-ปิดสนิท)	ความทนทาน (ทนทาน) ความทนทาน (แข็งแรง)	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง) ความทนทาน (ทนทาน)	ความทนทาน (แข็งแรง)	ความทนทาน (แข็งแรง)

	2.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกกระจกสำหรับทำหน้าต่าง		2.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกไม้สำหรับทำประตู		2.3 เพราะเหตุใดจึงเลือกอิฐสำหรับทำกำแพง		2.4 เพราะเหตุใดจึงเลือกกระเบื้องสำหรับบุผนังหลังคา	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B28	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	การใช้งาน(กันขโมย)	ลักษณะของวัสดุ(หนา)	การใช้งาน(กันขโมย)	การใช้งาน(กันขโมย)	การใช้งาน(กันเสียงฝน)	การใช้งาน(กันฝนเข้าบ้าน)
B29	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B30	ลักษณะของวัสดุ(ใส)	ไม่ตอบ	ลักษณะของวัตถุ(หนา) การใช้งาน(กันขโมย)	ลักษณะของวัสดุ(หนา)	ไม่ตอบ	ลักษณะของวัสดุ(แข็ง)	การใช้งาน(เย็น)	การใช้งาน(ให้ความสบาย) ความสวยงาม(สวยงาม)
B31	การใช้งาน(ดี)	ไม่ตอบ	การใช้งาน(ดี)	ไม่ตอบ	การใช้งาน(กันขโมย)	การใช้งาน(แสงแดดเข้าไม่ได้)	การใช้งาน(กันแดด)	การใช้งาน(กันแดด)
B32	ลักษณะของวัสดุ(ใส)	ไม่ตอบ	การใช้งาน(กันขโมย)	ลักษณะของวัสดุ(หนา) ความทนทาน(ทนทาน)	ความทนทาน(แข็งแรง)	ลักษณะของวัสดุ(หนา, ทึบ) การใช้งาน(กันขโมย)	ความสวยงาม(สวยงาม)	ไม่ตอบ

ข้อ 3 เสื้อผ้าในฤดูต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างไร

	3.1 ฤดูร้อน		3.1 ฤดูหนาว		3.1 ฤดูฝน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B1	ผ้าฝ้าย	ผ้าบางๆ	ขนสัตว์	ผ้าหนา	พลาสติก	พลาสติก
B2	ผ้าไหม	ผ้าไหม	ผ้าฝ้าย	ผ้าฝ้าย	ยาง	พลาสติก
B3	ผ้าธรรมดา	ไม่ตอบ	ผ้าฝ้าย	ไม่ตอบ	ผ้า	ไม่ตอบ
B4	เส้นใยของผ้า	ผ้าไหม	ผ้าธรรมดา เส้นใยของผ้า	ไหม	เส้นใยของ ผ้า	พลาสติก ยาง
B5	ผ้าบาง	หนัง	ผ้าคอกลม	ผ้า	พลาสติก	พลาสติก
B6	ผ้ายีน	ไม่ตอบ	ผ้าไหม	ไม่ตอบ	ยาง	ไม่ตอบ
B7	ผ้าฝ้าย	ผ้าบางๆ ผ้าไหม	ผ้าหนา	ผ้าหนา	พลาสติก	พลาสติก
B8	ผ้าไหม	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B9	ผ้าฝ้าย	ผ้า	ผ้าหนา	ผ้าหนา	ยาง	พลาสติก
B10	ผ้าฝ้าย	ผ้าฝ้าย	ผ้าฝ้าย	ผ้าฝ้าย	พลาสติก	พลาสติก
B11	เส้นใยของผ้า	ผ้า	ไม่ตอบ	ผ้า	ไม่ตอบ	ผ้า
B12	ไม่ตอบ	หนัง	ไม่ตอบ	หนัง	ไม่ตอบ	หนัง
B13	ใยสังเคราะห์	ใยสังเคราะห์	ผ้าไหม	ผ้าหนา	พลาสติก	พลาสติก
B14		เชือก	ไม่ตอบ	เชือก	ไม่ตอบ	เชือก

	3.1 ฤดูร้อน		3.1 ฤดูหนาว		3.1 ฤดูฝน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B15	ไม่ตอบ	ผ้า	ไม่ตอบ	ผ้า	ไม่ตอบ	ผ้า
B16	ไม่ตอบ	ผ้า	ไม่ตอบ	ผ้า	ยาง	ยาง
B17	ผ้าธรรมดา	ไม่ตอบ	ผ้าธรรมดา	ไหม	ยาง	ยาง
B18	ไนลอน ขนแกะ	ผ้าไหม	ไนลอน ขนแกะ	ไนลอน	ผ้าไหม	ไหม
B19	ผ้าธรรมดา	ผ้าไหม	ขนสัตว์	ผ้าฝ้าย	พลาสติก	พลาสติก
B20	ผ้าธรรมดา	ผ้า	ผ้าฝ้าย	ผ้า	พลาสติก	พลาสติก
B21	ไม่ตอบ	ผ้า	ขนสัตว์ เส้นใยของผ้า	ใยสังเคราะห์	พลาสติก	พลาสติก ยาง
B22	ผ้าไหม	ใยสังเคราะห์	ผ้าไหม	ใยสังเคราะห์	ผ้าไหม	ผ้ากันฝน
B23	ไม่ตอบ	ผ้าบางๆ	ขนสัตว์	ผ้าหนา	พลาสติก	ผ้ากันน้ำ
B24	เส้นใยของผ้า	ผ้าไหม	ไหมพรม	ไหมพรม	ไหมพรม	พลาสติก ไหมพรม
B25	ไม่ตอบ	ผ้าบางๆ	ไม่ตอบ	ผ้าหนา	ไม่ตอบ	พลาสติก
B26	ไม่ตอบ	ผ้า	ไม่ตอบ	ผ้าฝ้าย ใยสังเคราะห์	ไม่ตอบ	ผ้า
B27	ผ้าธรรมดา	ผ้าบางๆ	ขนสัตว์	ผ้าหนา	พลาสติก	พลาสติก

	3.1 ฤดูร้อน		3.1 ฤดูหนาว		3.1 ฤดูฝน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B28	ผ้าไหม	ผ้า	ผ้าหนา	ไหมพรม	พลาสติก	พลาสติก ไหมพรม
B29	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B30	ไหมพรม	ผ้า	ไหมพรม	ไหม	พลาสติก	พลาสติก
B31	ไม่ตอบ	ผ้า	ไม่ตอบ	ผ้า	ไม่ตอบ	ผ้า
B32	เส้นใยของผ้า	ผ้าไหม	ขนสัตว์ เส้นใยของผ้า	ใยสังเคราะห์	เส้นใยของ ผ้า	พลาสติก ยาง

ข้อ 5

	ตอบ ก ไม่มีน้ำล้นออกมา		ตอบ ข มีน้ำล้นออกมา แต่น้อยกว่าตอน หย่อนก้อนดินกลมลงในชาม		ตอบ ค มีน้ำล้นออกมา เท่ากับ ตอนหย่อนก้อนดินกลมลงใน ชาม		ตอบ ง มีน้ำล้นออกมา มากกว่าตอนหย่อนก้อนดินกลม ลงในชาม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B1	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ตอบเหมือน ตัวเลือก	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B2	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	มีน้ำหนักร่วมกัน	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ

	ตอบ ก ไม่มีน้ำล้นออกมา		ตอบ ข มีน้ำล้นออกมา แต่น้อยกว่าตอน หย่อนก้อนดินกลมลงในชาม		ตอบ ค มีน้ำล้นออกมา เท่ากับ ตอนหย่อนก้อนดินกลมลงใน ชาม		ตอบ ง มีน้ำล้นออกมา มากกว่าตอนหย่อนก้อนดินกลม ลงในชาม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B13	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ก้อนสีเหลี่ยมด้านน้ำ ได้มากกว่า	ไม่ตอบ
B14	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B15	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ตอบเหมือนตัวเลือก	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B16	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B17	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	มีน้ำหนักเท่ากัน	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B18	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ตอบเหมือน ตัวเลือก	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B19	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B20	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B21	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	สีเหลี่ยมหนักกว่า และใหญ่กว่า	ไม่ตอบ
B22	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ		ไม่ตอบ
B23	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	สีเหลี่ยมหนักกว่า และใหญ่กว่า	ไม่ตอบ

	ตอบ ก ไม่มีน้ำล้นออกมา		ตอบ ข มีน้ำล้นออกมา แต่น้อยกว่าตอน หย่อนก้อนดินกลมลงในชาม		ตอบ ค มีน้ำล้นออกมา เท่ากับ ตอนหย่อนก้อนดินกลมลงใน ชาม		ตอบ ง มีน้ำล้นออกมา มากกว่าตอนหย่อนก้อนดินกลม ลงในชาม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
B24	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	สี่เหลี่ยมหนักรกว่า และใหญ่กว่า	ไม่ตอบ
B25	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	รูปทรงใคน้ำก็ล้น	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B26	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B27	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ก้อนสี่เหลี่ยมด้านน้ำ ได้มากกว่า	ไม่ตอบ
B28	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ตอบเหมือน ตัวเล็ก	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B29	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B30	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	สี่เหลี่ยมหนักรกว่า และใหญ่กว่า	ไม่ตอบ
B31	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	รูปทรงใคน้ำก็ล้น	ไม่ตอบ
B32	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	สี่เหลี่ยมหนักรกว่า และใหญ่กว่า	ไม่ตอบ

ข้อ 6

	ห้วงยาง		แผ่นไม้		เรือเหล็ก		ก้อนหิน	
	ลอยน้ำ	จมน้ำ	ลอยน้ำ	จมน้ำ	ลอยน้ำ	จมน้ำ	ลอยน้ำ	จมน้ำ
B1	เบา มีอากาศข้างใน	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	มีอากาศในท้องเรือ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หนัก
B2	เบา	ไม่ตอบ	เบา	ไม่ตอบ	แรงโน้มถ่วงของโลก	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หนัก
B3	ไม่มีเหตุผล	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่มีเหตุผล	ไม่มีเหตุผล	ไม่ตอบ	ไม่มีเหตุผล	ไม่ตอบ
B4	มีอากาศข้างใน	ไม่ตอบ	เบา	ไม่ตอบ	หนัก	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หนัก
B5	เบา	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	แรงโน้มถ่วงของโลก หนัก	มีอากาศในท้องเรือ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หนัก
B6	มีอากาศข้างใน	ไม่ตอบ	เบา	ไม่ตอบ	มีท้องเรือ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หนัก
B7	มีอากาศข้างใน	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	แรงโน้มถ่วงของโลก หนัก	มีอากาศในท้องเรือ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หนัก
B8	มีอากาศข้างใน	ไม่ตอบ	เบา	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B9	มีอากาศข้างใน	ไม่ตอบ	แผ่นบาง	ไม่ตอบ	มีแรงดัน	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หนัก
B10	มีอากาศข้างใน	ไม่ตอบ	มีอากาศ	ไม่ตอบ	มีอากาศในท้องเรือ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่มีอากาศ

[illegible]

	ห้วงยาง		แผ่นไม้		เรือเหล็ก		ก้อนหิน	
	ลอยน้ำ	จมน้ำ	ลอยน้ำ	จมน้ำ	ลอยน้ำ	จมน้ำ	ลอยน้ำ	จมน้ำ
B23	เป็นหนังยา	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	แรงโน้มถ่วงของโลก หนัก ทึบ	มีแรงดัน	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หนัก
B24	มีอากาศข้างใน	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	แรงโน้มถ่วงของโลก หนัก	หนัก มีความหนาแน่นมาก	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หนัก
B25	เบา	ไม่ตอบ	เบา	ไม่ตอบ	หนัก	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หนัก
B26	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B27	เบา	ไม่ตอบ	เบา แผ่นบาง	ไม่ตอบ	เป็นรูปทรงเรือ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หนัก
B28	ไม่ตอบ	ไม่มีเหตุผล	มีแรงเสียด ทาน	ไม่ตอบ	มีแรงเสียดทาน	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	มีแรงเสียดทาน
B29	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ		ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B30	ไม่ตอบ	ไม่มีอากาศ	แผ่นบาง	ไม่ตอบ	มีอากาศในท้องเรือ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	มีมวลมาก
B31	ไม่มีเหตุผล	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	น้ำหนักตัวเรือลง	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	น้ำหนักก้อนหินลง
B32	เบา	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	แรงโน้มถ่วงของโลก หนัก	หนัก	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หนัก

ตารางข้อ 7 - 10

	ข้อ 7. ลูกบอล		ข้อ 8 สิ่งใดอยู่ในล้อรถยนต์	ข้อ 10		
	ข้อ 7 ลูกบอล ค (จะจมน้ำหรือลอยน้ำเพราะ)	ข้อ 7 ลูกบอล (ไม่เท่ากันเพราะ)	ข้อ 8 สิ่งใดอยู่ในล้อรถยนต์	ข้อ 10.1 ก้อนหินเป็น	ข้อ 10.2 อากาศเป็น	ข้อ 10.3 แป้งฝุ่นเป็น
B1	จมน้ำ-มีน้ำหนักมากกว่า	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-เท่าไร แก้วใส้กระบอกแล้วเปรียบเทียบ ปริมาณน้ำ	-สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-อากาศ -ทราบโดย-ดูจากการเติมลมรถ	ก.ของแข็ง-ลักษณะ (เป็นของแข็ง)	ค.แก๊ส-ลักษณะ (ไม่มีตัวตน จับ ไม่ได้)	ค.แก๊ส-ลักษณะ (เป็นอากาศ)
B2	ลอยน้ำ-มีน้ำหนักเบากว่าลูกอื่นๆ	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-ดูจาก ภาพแล้วแก้วน้ำเล็กกว่า	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-ลม -ทราบโดย-เวลาขยี้	ก.ของแข็ง-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ข.ของเหลว- ลักษณะ(มองไม่ เห็น)	ค.แก๊ส-ลักษณะ (แตกละเอียด)
B3	อื่นๆ-สีดำหนัก	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-เท่าไร กระบอก	ตอบอื่นๆ-เครื่องยนต์	ก.ของแข็ง-ลักษณะ (เป็นของแข็ง)	ค.แก๊ส-ลักษณะ (เป็นแก๊ส)	ก.ของแข็ง- ลักษณะ(แข็ง)
B4	อื่นๆ-ลูกบอลน้ำหนักเท่ากัน	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-น้ำใส กระบอกน้ำเท่าไรแล้ว	ตอบอื่นๆ-เครื่องยนต์	ก.ของแข็ง-ลักษณะ (เป็นของแข็ง)	ข.ของเหลว- ลักษณะ(เป็น ของเหลว)	ค.แก๊ส-ลักษณะ (เหลว)
B5	อื่นๆ 1000กรัม	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-เท่าไร แก้วใส้กระบอกแล้วเปรียบเทียบ ปริมาณน้ำ	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-อากาศ	ก.ของแข็ง-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ง.ไม่ใช่ทั้ง 3ชนิด- ลักษณะ(ไม่มี ตัวตน จับไม่ได้)	ค.แก๊ส-ลักษณะ (เป็นอากาศ)

	ข้อ 7. ลูกบอล		ข้อ 8 สิ่งใดอยู่ในล้อรถยนต์	ข้อ 10		
	ข้อ 7 ลูกบอล ค (จะจมน้ำหรือลอยน้ำเพราะ)	ข้อ 7 ลูกบอล (ไม่เท่ากันเพราะ)	ข้อ 8 สิ่งใดอยู่ในล้อรถยนต์	ข้อ 10.1 ก้อนหินเป็น	ข้อ 10.2 อากาศเป็น	ข้อ 10.3 แป้งฝุ่นเป็น
B6	จมน้ำ-มีน้ำหนักมากกว่า	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-มีขนาดไม่เท่ากัน	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-อากาศ	ก.ของแข็ง(ไม่ตอบเหตุผล)	ง.ไม่ใช่ทั้ง3ชนิด(ไม่ตอบเหตุผล)	ข.ของเหลว(ไม่ตอบเหตุผล)
B7	จมน้ำ-มีน้ำหนักมากกว่า	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-มีขนาดไม่เท่ากัน	-ทราบโดย-ดูจากการเติมลมรถ	ก.ของแข็ง-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ค.แก๊ส-ลักษณะ(ไม่มีตัวตน จับไม่ได้)	ค.แก๊ส-ลักษณะ(เป็นอากาศ)
B8	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B9	จมน้ำ-มีน้ำหนักมากกว่า	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-น้ำแก้วและกระบอกใสน้ำเปลื่อนำไปชั่ง	ทราบโดย-ดูจากการเติมลมรถ	ก.ของแข็ง-ลักษณะ(เป็นของแข็ง)	ค.แก๊ส-สภาพน้ำหนัก(เบา)	ข.ของเหลว-สภาพน้ำหนัก(เบา)
B10	จมน้ำ-มีน้ำหนักมากกว่า	ไม่ระบุว่าเท่ากันหรือไม่เท่ากัน	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-อากาศ	ก.ของแข็ง-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ง.ไม่ใช่ทั้ง 3ชนิด-ลักษณะ(ไม่มีตัวตน จับไม่ได้)	ข.ของเหลว-ลักษณะ(นุ่ม)
B11	อื่นๆ ก.จมน้ำ	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-น้ำแก้วและกระบอกใสน้ำเปลื่อนำไปชั่ง	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-อากาศ	ข.ของเหลว(ไม่ตอบเหตุผล)	ข.ของเหลว(ไม่ตอบเหตุผล)	ข.ของเหลว(ไม่ตอบเหตุผล)
B12	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B13	จมน้ำ-มีน้ำหนักมากกว่า	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-กระบอกขนาดใหญ่กว่า	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-อากาศ	ง.ไม่ใช่ทั้ง3ชนิด(ลักษณะมีอากาศ	ค.แก๊ส-ป็นอากาศอยู่ในมวลแก๊ส	ข.ของเหลว-ลักษณะ(เหลว)

	ข้อ 7. ลูกบอล		ข้อ 8 สิ่งใดอยู่ในล้อรถยนต์	ข้อ 10		
	ข้อ 7 ลูกบอล ค (จะจมน้ำหรือลอยน้ำเพราะ)	ข้อ 7 ลูกบอล (ไม่เท่ากันเพราะ)	ข้อ 8 สิ่งใดอยู่ในล้อรถยนต์	ข้อ 10.1 ก้อนหินเป็น	ข้อ 10.2 อากาศเป็น	ข้อ 10.3 แป้งฝุ่นเป็น
				ภายใน)	ลักษณะ(เ)	
B14	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B15	อื่นๆ ก.จมน้ำ	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-รูปทรงไม่เหมือนกัน	ไม่ตอบสาเหตุ	ก.ของแข็ง(ไม่ตอบเหตุผล)	ค.แก๊ส(ไม่ตอบเหตุผล)	ข.ของเหลว(ไม่ตอบเหตุผล)
B16	จมน้ำ-ไม่ตอบเหตุผล	ไม่ตอบ	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-ยาง	ก.ของแข็ง(ไม่ตอบเหตุผล)	ไม่ตอบ	ข.ของเหลว(ไม่ตอบเหตุผล)
B17	ลอยน้ำ-มีสีดำ	มองคว่ำใบไหนใหญ่กว่า	ไม่ตอบสาเหตุ	ก.ของแข็ง-ลักษณะ(เป็นของแข็ง)	ค.แก๊ส-ลักษณะ(ไม่มีตัวตน จับไม่ได้)	ง.ไม่ใช่ทั้ง3ชนิด-ลักษณะ(แตกละเอียด)
B18	จมน้ำ-มีน้ำหนักมากกว่าน้ำ	ไม่ตอบ	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-ยาง	ข.ของเหลว(ไม่ตอบเหตุผล)	ค.แก๊ส-ลักษณะ(มีทุกทิศทาง)	ค.แก๊ส-ลักษณะ(เป็นอากาศ)
B19	จมน้ำ-มีน้ำหนักมากกว่า	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-ดูจากภาพแล้วแก้วน้ำเล็กกว่า	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์(ลมยาง)	ก.ของแข็ง-ลักษณะ(เป็นของแข็ง)	ค.แก๊ส-ลักษณะ(ไม่มีตัวตน จับไม่ได้)	ค.แก๊ส-ลักษณะ(ไม่มีตัวตน)
B20	อื่นๆ ก.จมน้ำ	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-มีขนาดไม่เท่ากัน	-สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-ยาง -ไม่ตอบสาเหตุ	ข.ของเหลว-สภาพน้ำหนัก(หนัก)	ค.แก๊ส-การใช้งาน(หายใจสูดดมได้)	ข.ของเหลว-ลักษณะ(นุ่ม)
B21	จมน้ำ-มีน้ำหนักมากกว่า	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-ดูจาก	-ทราบโดย-ดูจากการเติมลมรถ	ก.ของแข็ง-ความ	ง.ไม่ใช่ทั้ง3ชนิด-	ข.ของเหลว-

	ข้อ 7. ลูกบอล		ข้อ 8 สิ่งใดอยู่ในล้อรถยนต์	ข้อ 10		
	ข้อ 7 ลูกบอล ค (จะจมน้ำหรือลอยน้ำเพราะ)	ข้อ 7 ลูกบอล (ไม่เท่ากันเพราะ)	ข้อ 8 สิ่งใดอยู่ในล้อรถยนต์	ข้อ 10.1 ก้อนหินเป็น	ข้อ 10.2 อากาศเป็น	ข้อ 10.3 แป้งฝุ่นเป็น
		ภาพแล้วแก้วน้ำเล็กกว่า	-สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์(ลม)	หนาแน่น(ความหนาแน่นมาก)	ลักษณะ(ไม่มีตัวตน จับต้องไม่ได้)	ลักษณะ(นุ่ม)
B22	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B23	จมน้ำ-ลูกบอล ค เบากว่า	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-โยนก้อนหินลงถ้ำแก้วไหนล้นแสดงว่ามีน้ำมาก	ไม่ตอบสาเหตุ	ก.ของแข็ง-ความหนาแน่น(ความหนาแน่นมาก)	ข.ของเหลว-สภาพน้ำหนัก(เบา)	ข.ของเหลว-ลักษณะ(เป็นฝุ่นละออง)
B24	จมน้ำ-มีน้ำหนักมากกว่า	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-โยนก้อนหินลงถ้ำแก้วไหนล้นแสดงว่ามีน้ำมาก	-สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-ยาง -ไม่ตอบสาเหตุ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ง. ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด-ลักษณะ(เป็นฝุ่นละออง)
B25	จมน้ำ-มีน้ำหนักมากกว่า	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-เทน้ำใส่แก้วใส่กระบอกแล้วเปรียบเทียบปริมาณน้ำ	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์(ลม)	ก.ของแข็ง-การใช้งาน(ไม่หักง่าย)	ค.แก๊ส-สภาพน้ำหนัก(เบา)	-ข.ของเหลว-ลักษณะ(นุ่ม) -ข.ของเหลว-ลักษณะ(เหลว)
B26	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B27	ลอยน้ำ-มีขนาดใหญ่	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-ดูจากภาพแล้วแก้วน้ำเล็กกว่า	-ทราบโดย-ดูจากการเติมลมรถ	-ก.ของแข็ง-ลักษณะ(เป็นของแข็ง)	ค.แก๊ส-ลักษณะ(ไม่มีตัวตน จับ)	ค.แก๊ส-ลักษณะ(เป็นฝุ่นละออง)

	ข้อ 7. ลูกบอล		ข้อ 8 สิ่งใดอยู่ในล้อรถยนต์	ข้อ 10		
	ข้อ 7 ลูกบอล ค (จะจมน้ำหรือลอยน้ำเพราะ)	ข้อ 7 ลูกบอล (ไม่เท่ากันเพราะ)	ข้อ 8 สิ่งใดอยู่ในล้อรถยนต์	ข้อ 10.1 ก้อนหินเป็น	ข้อ 10.2 อากาศเป็น	ข้อ 10.3 แป้งฝุ่นเป็น
				-ก.ของแข็ง-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ไม่ได้)	
B28	ไม่ตอบ	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-เท่าน้ำใส แก้วใส่กระบอกแล้วเปรียบเทียบ ปริมาณน้ำ	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-อากาศ	ไม่ตอบ	ข.ของเหลว(ไม่ ตอบเหตุผล)	ข.ของเหลว-การ ใช้งาน(เทออก จากกระป๋องได้)
B29	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B30	จมน้ำ-มีน้ำหนักมากกว่า	แก้วใสน้ำมีขนาดเล็กกว่า-รูปทรง ไม่เหมือนกัน	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-อากาศ	ก.ของแข็ง-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ค.แก๊ส-ลักษณะ (ไม่มีตัวตน จับ ไม่ได้)	ค.แก๊ส-ลักษณะ (เป็นฝุ่นละออง)
B31	อื่นๆ ข. จมน้ำ	ไม่ตอบ	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-เหล็ก	ก.ของแข็ง-ลักษณะ (เป็นของแข็ง)	ค.แก๊ส-ลักษณะ (เป็นแก๊ส)	ค.แก๊ส-ลักษณะ (เป็นอากาศ)
B32	จมน้ำ-มีน้ำหนักมากกว่า	แก้วใสน้ำมขนาดเล็กกว่า-ดูจาก ภาพแล้วแก้วน้ำเล็กกว่า	สิ่งที่อยู่ในล้อรถยนต์-เหล็ก	-ก.ของแข็ง-ลักษณะ (เป็นของแข็ง) -ก.ของแข็ง-สภาพ น้ำหนัก(หนัก)	ง.ไม่ใช่ทั้ง3ชนิด (ไม่ตอบเหตุผล)	ข.ของเหลว- ลักษณะ(เหลว)

ตารางข้อ 10

	ข้อ 10 (ต่อ)				
	ข้อ 10.4 น้ำมะนาวเป็น	ข้อ 10.5 แสงจากหลอดไฟเป็น	ข้อ 10.6 ของแข็งคืออะไร	ข้อ 10.6 ของเหลวคืออะไร	ข้อ 10.6 แก๊สคืออะไร
B1	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ก. ของแข็ง ลักษณะ(แข็ง)	ก้อนหิน เหล็ก โต๊ะ	น้ำ	อากาศ
B2	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ง. ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด ลักษณะเป็นแสง มีแสง	สิ่งที่สัมผัสได้	สิ่งที่เหลว มีลักษณะเหลว	แก๊สที่อันตราย
B3	ค.แก๊ส ลักษณะ(เป็นแก๊ส)	ข.ของเหลว (ไม่ตอบเหตุผล)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B4	ง. ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด	ง. ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด ลักษณะ(ไม่ตอบเหตุผล)	สิ่งที่อยู่ที่อากาศเดินทางผ่านได้	ของที่อากาศเดินทางผ่านได้	ของเหลว
B5	ข.ของเหลว ลักษณะ(นุ่ม)	ก.ของแข็ง ลักษณะ(เป็นแสง มีแสง)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B6	ไม่ตอบ	ก.ของแข็ง ลักษณะ(ไม่ตอบเหตุผล)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B7	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ค.แก๊ส ลักษณะ(ไม่มีตัวตน)	สิ่งที่แข็งที่สุด มีลักษณะแข็ง	สิ่งที่เหลว มีลักษณะเหลว	สิ่งที่ไม่มีตัวตนอยู่ในอากาศ
B8	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B9	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ก.ของแข็ง ลักษณะ(เป็นหลอด)	ไม่ตอบ	สิ่งที่จับไม่ได้	เป็นสิ่งที่เบา
B10	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ง. ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด ลักษณะไม่มี	สิ่งที่แข็งที่สุด มีลักษณะแข็ง	สิ่งที่เหลว มีลักษณะ	ของที่เป็นแก๊ส

	ข้อ 10 (ต่อ)				
	ข้อ 10.4 น้ำมะนาวเป็น	ข้อ 10.5 แสงจากหลอดไฟเป็น	ข้อ 10.6 ของแข็งคืออะไร	ข้อ 10.6 ของเหลวคืออะไร	ข้อ 10.6 แก๊สคืออะไร
		ตัวตน)		เหลว	
B11	ก. ของแข็ง(ไม่ตอบเหตุผล)	ข.ของเหลว (ไม่ตอบเหตุผล)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B12	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B13	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ง.ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด ลักษณะเป็นแสง มีแสง	สิ่งที่แข็งที่สุด มีลักษณะแข็ง	สิ่งที่เหลว มีลักษณะเหลว	สิ่งที่ไม่มีตัวตนอยู่ในอากาศ
B14	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B15	ข.ของเหลว(ไม่ตอบเหตุผล)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B16	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B17	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ง.ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด ลักษณะเป็นแสง มีแสง	สิ่งที่กินไม่ได้	น้ำ	สิ่งที่ทำให้โลกร้อน
B18	ง.ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด(ในน้ำมะนาวไม่มีของแข็ง ของเหลวและแก๊ส)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B19	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ค.แก๊ส ลักษณะ(ไม่มีตัวตน)	สิ่งที่สัมผัสได้	- น้ำ - สิ่งที่จับไม่ได้	สิ่งที่มีตัวตนอยู่ในอากาศ
B20	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B21	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ง.ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด ลักษณะไม่มี	ไม่ตอบ	น้ำ	เป็นพลังงานที่ใช้ประกอบอาหาร

	ข้อ 10 (ต่อ)				
	ข้อ 10.4 น้ำมะนาวเป็น	ข้อ 10.5 แสงจากหลอดไฟเป็น	ข้อ 10.6 ของแข็งคืออะไร	ข้อ 10.6 ของเหลวคืออะไร	ข้อ 10.6 แก๊สคืออะไร
		ตัวตน) ง.ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด ลักษณะ(มองไม่เห็น)			
B22	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B23	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ง.ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด ลักษณะ(ไม่ตอบเหตุผล)	สิ่งของที่หนา	ของที่ไม่มีน้ำหนักมาก	อากาศที่ไม่ดีเช่น ควัน
B24	ข.ของแข็ง ลักษณะ(จับแล้วเหลว)	ขข-การใช้งาน(ตะแล้วเจ็บ)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	อากาศ
B25	ข.ของเหลว ลักษณะ(นุ่ม)	ค.แก๊ส(ไม่ตอบเหตุผล)	สิ่งที่แข็งที่สุด มีลักษณะแข็ง	ของที่นุ่ม	เป็นสิ่งที่เบา
B26	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B27	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ค.แก๊ส ลักษณะ(ไม่มีตัวตน)	ไม่ตอบ	สิ่งที่เหลว มีลักษณะเหลว	อากาศ
B28	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ข.ของเหลว (ไม่ตอบเหตุผล)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B29	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B30	ข.ของเหลว การใช้งาน(ดื่มได้)	ง.ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด ลักษณะ(สัมผัสไม่ได้)	สิ่งที่กินไม่ได้	สิ่งที่เหลว มีลักษณะเหลว	อากาศ
B31	ข.ของแข็ง ลักษณะ(จับแล้วเหลว)	ง.ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด ลักษณะ(ไม่ตอบ)	ก้อนหิน เหล็ก โต๊ะ	น้ำ	ไม่ตอบ

	ข้อ 10 (ต่อ)				
	ข้อ 10.4 น้ำมะนาวเป็น	ข้อ 10.5 แสงจากหลอดไฟเป็น	ข้อ 10.6 ของแข็งคืออะไร	ข้อ 10.6 ของเหลวคืออะไร	ข้อ 10.6 แก๊สคืออะไร
		เหตุผล)			
B32	ข.-ขห ลักษณะ(เหลว ลักษณะเป็นน้ำ)	ง.ไม่ใช่ทั้ง 3 ชนิด ลักษณะเป็นแสงมีแสง	สิ่งที่แข็งที่สุด มีลักษณะแข็ง	สิ่งที่เหลว มีลักษณะเหลว	ของที่เป็นแก๊ส

ตารางข้อ 11

	ข้อ 11			
	ข้อ 11.1 ต้นไม้เป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.2 ความร้อนจากเทียนไขเป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.3 กะทะเหล็กเป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.4 น้ำเป็นสสารหรือไม่
B1	หผ-ไม่รู้(ไม่ทราบ)	หผ-มีความร้อน(ไม่เป็น)	หผ-เป็นของแข็ง(เป็น)	หผ-เป็นของแข็ง(เป็น)
B2	หผ-มีลมเย็น(เป็น)	หผ-ไม่ได้ทดลอง(ไม่ทราบ)	หผ-เป็นสิ่งที่ใช้ทำอาหาร(ไม่เป็น)	หผ-เป็นของเหลว(เป็น)
B3	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)
B4	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)
B5	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	ไม่ตอบ
B6	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B7	หผ-เป็นของแข็ง(เป็น)	หผ-มีความร้อน(ไม่เป็น)	หผ-เป็นของแข็ง(เป็น)	หผ-เป็นของเหลว(เป็น)
B8	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ

	ข้อ 11				
	ข้อ 11.1 ต้นไม้เป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.2 ความร้อนจากเทียนไขเป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.3 กะทะเหล็กเป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.4 น้ำเป็นสสารหรือไม่	
B9	หผ-ไม่รู้(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	
B10	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	
B11	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	
B12	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	
B13	หผ-ไม่รู้(ไม่ทราบ)	หผ-มีความร้อน(เป็น)	หผ-เป็นของแข็ง(เป็น)	หผ-เป็นของเหลว(เป็น)	
B14	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	
B15	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น) หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	
B16	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	
B17	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	
B18	หผ-เกิดจากธรรมชาติ(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(ไม่เป็น)	หผ-มีสสารอยู่(เป็น)	หผ-เกิดเองตามธรรมชาติ(ไม่เป็น)	
B19	หผ-สามารถจับได้(ไม่เป็น)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	หผ-ไม่สามารถจับได้(เป็น)	
B20	หผ-เป็นของแข็ง(ไม่เป็น)	หผ-ละลายได้(เป็น)	หผ-เป็นของแข็ง(เป็น)	หผ-เป็นของเหลว(เป็น)	
B21	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-เป็นของเหลว(เป็น)	หผ-เป็นของแข็ง(เป็น)	หผ-เป็นของเหลว(เป็น)	
B22	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	
B23	หผ-หนา(เป็น)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	ไม่ตอบ	

	ข้อ 11			
	ข้อ 11.1 ต้นไม้เป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.2 ความร้อนจากเทียนไขเป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.3 กะทะเหล็กเป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.4 น้ำเป็นสสารหรือไม่
B24	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่มีสารจากแสง(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	ไม่ตอบ
B25	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	ไม่ตอบ
B26	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B27	หผ-เป็นไม้(ไม่เป้)	หผ-มีความร้อน(เป็น)	หผ-เป็นของแข็ง(ไม่เป็น)	ไม่ตอบ
B28	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(ไม่เป็น)	หผ-สามารถจับได้(ไม่เป็น)	หผ-เป็นของเหลว(เป็น)
B29	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B30	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ) หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(เป็น) หผ-ไม่ตอบสาเหตุ(ไม่ทราบ)	หผ-เป็นของแข็ง(เป็น) หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ) หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-เป็นของเหลว(เป็น)
B31	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B32	หผ-เป็นของแข็ง(ไม่เป็น)	หผ-เป็นของเหลว(เป็น)	ไม่ตอบ	หผ-เป็นของเหลว(เป็น)

ตารางข้อ 11

	ข้อ 11			
	ข้อ 11.5 เกลือเป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.6 ใอน้ำจากน้ำเดือดในหม้อเป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.7 เา เป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.8 สสาร คืออะไร
B1	หผ-เป็นของแข็ง(เป็น)	หผ-เป็นแก๊ส(เป็น)	หผ-เป็นแก๊ส(เป็น)	สถานะ-ของเหลว ของแข็ง แก๊ส
B2	หผ-มีรสเค็ม(เป็น)	หผ-ลอยได้(เป็น)	หผ-มีเฉพาะกลางคืน(ไม่เป็น)	สาร-สารชนิดหนึ่ง
B3	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	ไม่ตอบ
B4	หผ-มาจากทะเล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	สิ่งของที่เป็นพิษ-สิ่งที่เป็นพิษเกิดจากวัตถุ
B5	หผ-นุ่ม(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	สถานะ-ของเหลว ของแข็ง แก๊ส
B6	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B7	หผ-เป็นของแข็ง(เป็น)	หผ-เป็นแก๊ส(เป็น)	หผ-ไม่เป็นของแข็ง ของเหลว แก๊ส(ไม่เป็น)	สถานะ-ของเหลว ของแข็ง แก๊ส
B8	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B9	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	สถานะ-ของเหลว ของแข็ง แก๊ส
B10	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B11	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	ไม่ตอบ
B12	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B13	หผ-เป็นของแข็ง(เป็น)	หผ-เป็นแก๊ส(เป็น)	หผ-ไม่ใช่สสาร(ไม่เป็น)	ไม่ตอบ

	ข้อ 11			
	ข้อ 11.5 เกลือเป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.6 ใอน้ำจากน้ำเดือดในหม้อเป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.7 เา เป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.8 สสาร คืออะไร
B14	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B15	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	ไม่ตอบ
B16	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	ไม่ตอบ
B17	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	สาร-สารชนิดหนึ่ง
B18	หผ-เป็นเม็ดเล็กๆ(ไม่ทราบ)	หผ-เป็นสสารที่อยู่ในน้ำ(เป็น)	หผ-เกิดจากธรรมชาติ(ไม่เป็น)	สาร-สารต่างๆที่เกิดขึ้นเอง
B19	หผ-สามารถจับได้(ไม่เป็น)	หผ-ไม่สามารถจับได้ ไม่มีตัวตน(เป็น)	หผ-ไม่สามารถจับได้(เป็น)	ไม่ตอบ
B20	หผ-มีรสเค็ม(เป็น)	หผ-มีสาร(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	สถานะ-ของเหลว
B21	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-เป็นสารระเหย(ไม่เป็น)	หผ-คนสร้างขึ้น(ไม่เป็น)	ไม่ตอบ
B22	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B23	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่สามารถจับได้(ไม่เป็น)	ไม่ตอบ
B24	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ได้ใส่สิ่งของลงใยหม้อ(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	สิ่งของวัตถุ-สิ่งที่เป็นก้อนต่างๆ
B25	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่เป็น)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น)	ไม่ตอบ	สิ่งของที่เป็นพิษ-สิ่งที่เป็นพิษเกิดจากวัตถุ
B26	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B27	หผ-สามารถจับได้(ไม่เป็น)	หผ-ไม่สามารถจับได้ ไม่มีตัวตน(เป็น)	หผ-ไม่สามารถจับได้(เป็น)	ไม่ตอบ
B28		หผ-ไม่มีอากาศ(เป็น)	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B29	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ

	ข้อ 11			
	ข้อ 11.5 เกลือเป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.6 ใอน้ำจากน้ำเดือดในหม้อเป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.7 เา เป็นสสารหรือไม่	ข้อ 11.8 สสาร คืออะไร
B30	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(เป็น) หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	สถานะ-ของเหลว
B31	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
B32	หผ-ไม่ตอบเหตุผล(ไม่ทราบ)	หผ-เป็นสสารระเหย(เป็น)	ไม่ตอบ	สิ่งของ/วัตถุ-สิ่งที่มีสารละลาย

ภาคผนวกที่ 4

สรุปผลงานวิจัย

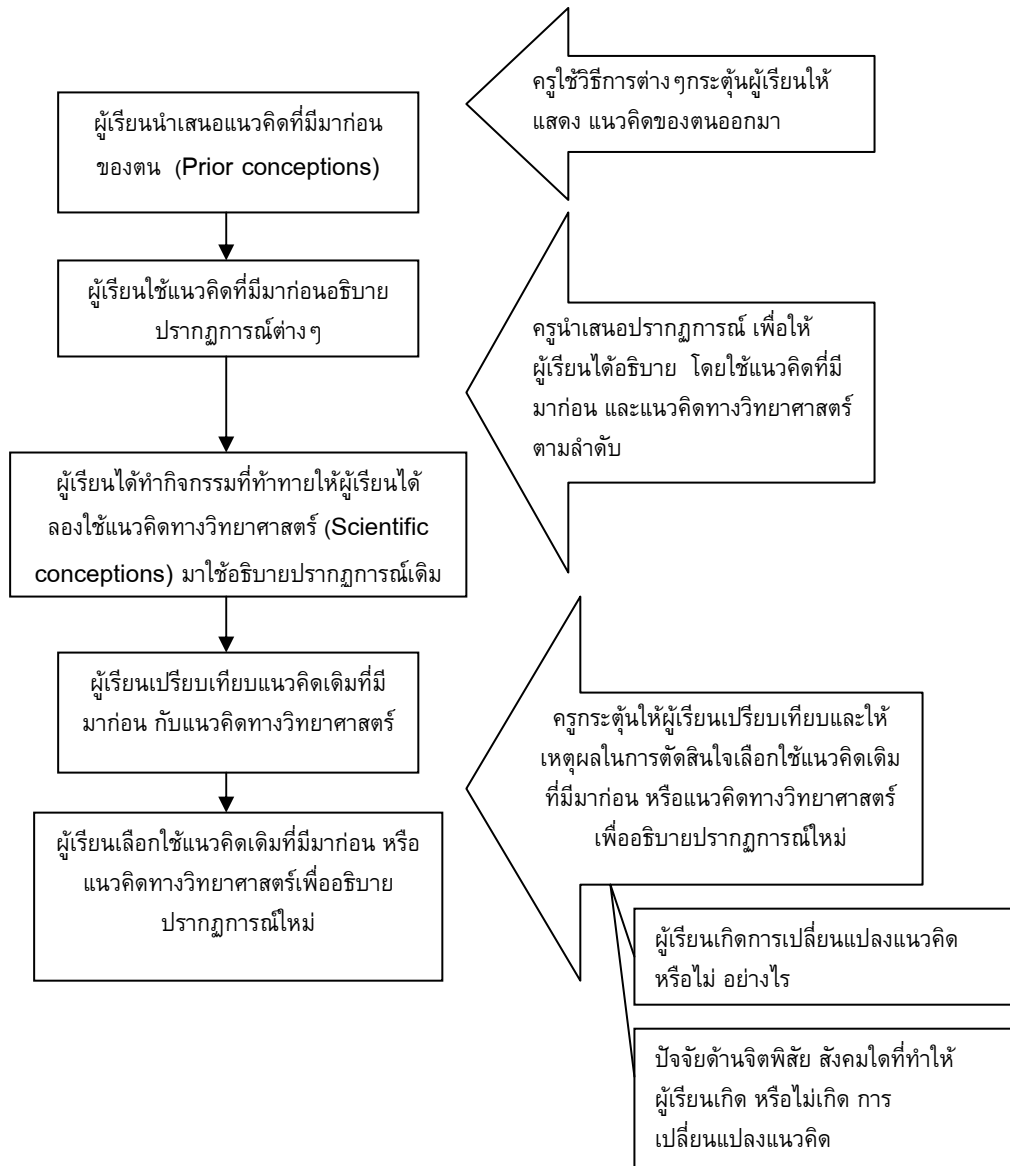
การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อจะส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ และศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงแนวคิด โดยได้จัดทำหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นบนพื้นฐานของมุมมองของการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Teaching for Conceptual Change) และ จาก การศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วัสดุและสมบัติของวัสดุรวมถึงการศึกษาปัจจัยต่างๆ เช่น ปัจจัยด้านจิตพิสัย และปัจจัยด้านสังคมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง โดยหน่วยการเรียนรู้เรื่องวัสดุและ สมบัติของวัสดุนี้โดยพัฒนาขึ้นตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ.,2546) สารที่ 3 เรื่องสารและสมบัติของสารสำหรับช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6) มีการ เก็บข้อมูลเชิงประจักษ์กับกลุ่มเป้าหมายเพื่อหาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดผู้เรียนเกี่ยวกับวัสดุและ สมบัติของวัสดุ และ ปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยในหน่วยการเรียนรู้นี้ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 7 แผน ในเนื้อหาเกี่ยวกับ ความหมายของวัสดุ สมบัติของ วัสดุ (ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า ความหนาแน่น) และ การใช้วัสดุต่าง ๆ ใน ชีวิตประจำวันโดยเลือกใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามสมบัติของวัสดุนั้นๆ โดยในแต่ละแผนการจัดการ เรียนรู้จะใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย โดยแต่ละวิธีการสอนอยู่บนพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้เพื่อ เปลี่ยนแปลงแนวคิด (a conceptual change approach)ในการศึกษาครั้งนี้วิธีสอนที่ใช้ได้แก่ การ ทดลอง การศึกษาประวัติวิทยาศาสตร์ บทบาทสมมติ เกม และการแก้ปัญหา การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการ วิจัยเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 เป็นระยะที่ผู้วิจัยเข้าไปการสร้างความคุ้นเคยกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ การสังเกตชั้นเรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการบันทึกภาคสนาม ถ่ายภาพ และถ่ายวิดีโอ ทำการการ สัมภาษณ์ครูและนักเรียนเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ต่อมาในระยะที่ 2 ผู้วิจัย ได้ทำการสำรวจแนวคิดนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายจำนวน 32 คน เกี่ยวกับ วัสดุและสมบัติของวัสดุโดยใช้แบบสำรวจแนวคิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นทำการสัมภาษณ์แบบกึ่ง โครงสร้างหลังจากการสำรวจแนวคิดเพื่อซักไซ้ไล่เลียงเกี่ยวกับความเข้าใจกับนักเรียนที่มีการปฏิบัติหรือ คำตอบที่น่าสนใจ ผลการสัมภาษณ์ในแต่ละครั้งผู้วิจัยทำการบันทึกเสียงโดยได้รับการอนุญาตจาก กลุ่มเป้าหมายและถอดความแบบคำต่อคำด้วยตนเอง และมีเก็บรวบรวมชิ้นงานของผู้เรียนเพื่อนำมา วิเคราะห์เพิ่มเติม และในระยะที่ 3 ระหว่างที่ผู้วิจัยทำการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลง แนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุด้วยตนเอง ผู้วิจัยใช้สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างสัมภาษณ์ผู้เรียน ระหว่างจัดการเรียนรู้ จากนั้นทำการสำรวจแนวคิดหลังเรียน สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหลังจากการ สำรวจแนวคิด

ในระยะที่ 1 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบบันทึกภาคสนาม ภาพถ่าย รวมทั้งบท สัมภาษณ์ครูและนักเรียนเพื่อสรุปถึงความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ใน ระยะที่ 2 คำตอบของผู้เรียนจากแบบสำรวจแนวคิดจะถูกตรวจและจัดกลุ่มโดยผู้วิจัยเอง จากผลจากการ

สำรวจแนวคิด การสังเกตชั้นเรียน และการสัมภาษณ์ในระยะที่ 1 และ 2 เพื่อในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุเพื่อใช้ในระยะที่ 3 โดยในระยะนี้ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น โดยอยู่บนพื้นฐานของการ triangulation ระหว่าง ผลการสัมภาษณ์ บันทึกการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย แบบสำรวจแนวคิด และผลงานนักเรียน ซึ่งจะทำให้ได้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของแนวคิดของผู้เรียนหลังจากผ่านการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ และทราบถึงเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงแนวคิดของนักเรียนโดยวิเคราะห์จากปัจจัยด้านจิตพิสัย ด้านสังคม และปัจจัยด้านอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิด

จากผลการวิจัยพบว่าปัจจัยทางด้านจิตพิสัยและทางสังคมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานโดยการสังเกตการชั้นเรียนและบริบทของโรงเรียนใกล้เคียง พบว่า ผู้เรียนมีความเชื่อในที่มาของความรู้ (Epistemological beliefs) ว่าความเกิดจากครูบอก และให้ความสนใจ/และให้คุณค่า (Interest/value) กับการทำให้ครูพอใจเพื่อให้ได้คะแนนมากๆ ทำให้มีเป้าหมายการเรียนรู้ (Goal orientation) คือการได้คะแนนและคำชมเชยจากครู จึงพบว่าการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self Efficacy) ของผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ ส่งผลให้ ขาดความเชื่อในความสามารถในการควบคุมตนเอง (Control belief) ดังนั้นผู้วิจัยได้พยายามจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนตระหนักว่า ความรู้ไม่ได้เกิดจากครูบอกหากแต่เกิดจากการสร้างความหมายจากประสบการณ์ด้วยตนเอง โดยพยายามสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนโดยใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ใกล้ตัวและคุ้นเคยมาเพื่อนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายและแก้ปัญหาร่วมกัน ผู้วิจัยพบว่าการที่ผู้เรียนได้มีโอกาส “เลือก” ใช้แนวคิดในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง โดยปราศจากการชี้นำหรือติกรอบจากครู จะเป็นการสนับสนุนความเชื่อให้กับผู้เรียน (epistemological beliefs) ได้ว่าความรู้มาจากการสืบเสาะด้วยตนเอง ไม่ใช่มาจากการรอรับจากครูหรือครูกำหนด ผู้เรียนจึงสนใจและให้คุณค่า (Interest/value) ไปกับสิ่งที่รู้สึกว่าคุณมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ แทนที่จะเป็นการทำเพื่อให้ครูพอใจเพื่อให้ได้คะแนนมากๆ เมื่อเป็นเช่นนี้เป้าหมายการเรียนรู้ (Goal orientation) ของผู้เรียนจึงไม่ใช่ว่าหวังจะได้คะแนนและคำชมเชยจากครู แต่ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงการตอบสนองต่อสถานการณ์ต่างๆ เพื่อมุ่งหวังให้เกิดความเข้าใจ เกิดการเรียนรู้ ตอบสนองความท้าทายและความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลให้การรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self efficacy) ของผู้เรียนส่วนใหญ่สูงขึ้น โดยผู้เรียนแสดงถึงการตั้งใจที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ ในชั้นเรียนโดยปราศจากการบังคับหรือการนำคะแนนเป็นตัวล่อ (Control beliefs) ซึ่งจะเห็นได้จาก อัตราการเพิ่มขึ้นของการร่วมกิจกรรมของผู้เรียน นอกจากนั้นผลของความแตกต่างระหว่างภาษาถิ่นและภาษาไทยกลาง และภาษาวิทยาศาสตร์ ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน เมื่อผู้วิจัยได้ข้อมูลพื้นฐานจึงได้สร้างขึ้นบนรากฐานของมุมมองการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด (the conceptual change view of learning) ในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ โดยมุ่งเน้นถึงความสำคัญของความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีมาก่อนที่จะเรียน ปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียน ตลอดจนแนวทางในการส่งเสริมให้ผู้เรียนตระหนักถึงแนวคิดเดิมของตนเองและพัฒนาแนวคิด

ทางเลือกไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะมุ่งศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดด้วย เพื่อหาคำอธิบายว่าสิ่งใดส่งเสริมหรือยับยั้งการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียน โดยผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์รูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด ดังนี้



จากผลการเก็บข้อมูลวิจัยในระยะที่ 1 โดยการที่ผู้วิจัยสร้างความคุ้นเคยกับกลุ่มตัวอย่างและบริบทของโรงเรียนใกล้เคียงเมืองโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกลุ่มตัวอย่าง และบริบทของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลจากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 2,3,4,5 และ 6 ผู้วิจัยสรุปประเด็นที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับวัสดุและสมบัติของวัสดุ ได้ 4 ประเด็น ได้แก่ การสะท้อนผลการเรียนรู้ของครูที่มีให้แก่ผู้เรียน ภาษากับการเรียนรู้ ความคิดเห็นของผู้เรียนและครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนใกล้เคียงเมือง และสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนใกล้เคียงเมือง ต่อมาในระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจ แนวคิดก่อนเรียนเกี่ยวข้องกับวัสดุและ

สมบัติของวัสดุของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อนำผลการศึกษาไปเป็นข้อมูลพื้นฐานร่วมกับข้อมูลที่ได้ในระยะที่ 1 เพื่อออกแบบหน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ จากนั้นในระยะที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนใกล้เมือง จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการในแนวคิดของผู้เรียนส่วนใหญ่จากแนวคิดที่คลาดเคลื่อนไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดย พบว่า ผู้เรียนจำนวนมากจะนึกถึงสิ่งที่คุ้นเคย เช่น ภาษาที่คุ้นเคย หรือสถานการณ์ที่คุ้นเคยมาอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งในบางครั้งไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เช่น จากการสำรวจก่อนเรียนพบว่าผู้เรียนจะอธิบายสาเหตุในการเลือกใช้วัสดุว่า เป็นเพราะ ใช้เพื่อทำอะไร(U) หรือบรรยายว่ามีสภาพเป็นอย่างไร เช่น ใหญ่ นึก (W) หยาบ (T) ใส (V) โดยไม่ได้คำนึงถึงสมบัติหลัก เช่น เลือกเอ็นมาทำสายเบ็ดเพราะเบา (W) ทั้งๆที่ควรตอบว่าเพราะเอ็นมีความเหนียว (ST) หรือ ตอบว่าเลือกอิฐมาทำกำแพงเพราะก่อได้สูง (U) แทนที่จะตอบว่าเพราะแข็งแรง (H) (รายละเอียดการจัดการจัดกลุ่มแนวคิดผู้เรียนอยู่ในหัวข้อ 4.4) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Liu (2000) ที่พบว่าผู้เรียนมักอธิบายสาเหตุของสมบัติบางประการของวัตถุที่มีผลต่อการกลิ้งจากประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนเคยพบในชีวิตประจำวัน ซึ่งมักจะไม่ครอบคลุมหรือสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จนต่อเมื่อผ่านการเรียนรู้โดยการทดลองจริงๆ จึงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดได้ ประเด็นต่อมา ผู้วิจัยพบว่าหลักฐานของการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียนคือการที่ผู้เรียนอ้างอิงถึงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติในกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนสามารถระบุถึงลักษณะสำคัญของสิ่งที่แข็ง เช่น ไม่เป็นรอย ไม่แตกง่ายโดยจะอ้างอิงถึงกิจกรรมที่ทดสอบความแข็งของวัตถุต่างๆมาเป็นหลักฐานอ้างอิงเสมอ หรือการอ้างอิงประสบการณ์จากกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการยอมให้ความร้อนผ่านได้ของวัสดุต่างๆ มาเป็นเหตุผลสนับสนุนในการเลือกวัสดุใดๆซึ่งแสดงถึงการเห็นความสำคัญในสมบัติดังกล่าว เช่นเดียวกับการที่ผู้เรียนยอมรับว่าการได้ฝึกการแก้ปัญหาในกิจกรรมตีไซน์เนอร์วัยเยาว์ และการทดสอบการนำไฟฟ้าของวัสดุต่างๆ ทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญว่าสมบัติที่สำคัญของวัสดุคือสมบัติที่ช่วยให้วัสดุเหล่านั้นใช้งานได้ดี แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความใส่ใจและเรียนรู้ได้ดีจากการปฏิบัติจริง และการทำงานร่วมกับเพื่อนและครู ซึ่งถือว่าการมีส่วนร่วมอย่างเพียงพอในบริบทที่ศึกษา (adequate contextualization) และมีปฏิสัมพันธ์พูดคุยสื่อสารกันระหว่างบุคคลในสังคม (discursive practice) ประเด็นสุดท้ายที่ผู้วิจัยพบคือ ปัจจัยต่างๆทั้งทางด้าน motivational belief ปัจจัยทางสังคม และปัจจัยทางภาษาล้วนมีส่วนเกี่ยวข้องและส่งผลต่อการเรียนรู้แนวคิดของผู้เรียน