ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

นายพัทธ ทองต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-9742-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF LEARNING SCIENCE BY USING METACOGNITIVE STRATEGIES ON SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING ABILITY AND METACOGNITION DEVELOPMENT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Mr.Patt Thongton

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Science Education
Department of Secondary Education
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2002

ISBN 974-17-9742-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
โดย	นายพัทธ ทองต้น
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ สินลารัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พัทธ ทองต้น : ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (EFFECTS OF LEARNING SCIENCE BY USING METACOGNITIVE STRATEGIES ON SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING ABILITY AND METACOGNITION DEVELOPMENT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 183 หน้า, ISBN 974-17-9742-7

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันและกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ตัวอย่างประชากรคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเที่ยง 0.85 ค่าความยากอยู่ในระดับ 0.34-0.63 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับ 0.20-0.33 2) แบบวัดเมตาคอคนิชัน ที่มีความตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ และสถิติทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 60
2. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีการพัฒนาเมตาคอคนิชันโดยมีเมตาคอคนิชันหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ภาควิชา มัธยมศึกษา ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2545 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....-.....

4383784427: MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEY WORD: METACOGNITIVE STRATEGIES / SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING ABILITY / METACOGNITON DEVELOPMENT

PATT THONGTON: EFFECTS OF LEARNING SCIENCE BY USING METACOGNITIVE STRATEGIES ON SCIENTIFIC PROBLEM SOLVING ABILITY AND METACOGNITION DEVELOPMENT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS THESIS ADVISOR: ASST. PROF. PIMPAN DACHAKUPT, Ph.D 183 pp. ISBN 974-17-9742-7

This study was a quasi-experiment research. The purposes were to study scientific problem solving ability and metacognition development of the students learning science by metacognitive strategies and to compare scientific problem solving ability of lower secondary school students between the group learning science by metacognitive strategies and conventional method. The samples were two groups of matthayom suksa three students of Chulalongkorn University Demonstration School with 30 students in each group. One group was an experimental group learning science by metacognitive strategies. The other was the controlled group learning by conventional method. The research instruments were 1) a scientific problem solving ability test with reliability was 0.85, the difficulty levels were 0.34-0.63 and the discrimination levels were 0.20-0.33 2) the metacognition test which have content validity. The collected data were analyzed by means of arithmetic, standard deviation, means of percentage and t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. The students who learned science by metacognitive strategies had scientific problem solving ability after learning higher than the criteria of 60 percent.
2. The students who learned science by metacognitive strategies had scientific problem solving ability higher than those learning by conventional method at the 0.05 level of significance.
3. The students who learned science by metacognitive strategies had metacognition development by having metacognition after learning higher than before learning at the 0.05 level of significance.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Secondary Education Student's signature.....

Field of study Science Education Advisor's signature .....

Academic year 2002 Co-advisor's signature.....-.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็น ซึ่งเป็นหลักสำคัญในการทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เป็นงานวิจัยที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นด้วยความดูแลเป็นอย่างดี ผู้วิจัยในฐานะลูกศิษย์ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้เป็นงานวิจัยที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบคุณผู้บริหารโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่ได้อนุญาตให้ผู้วิจัยได้พัฒนาตนเองในการเพิ่มพูนความรู้โดยการศึกษาต่อ รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน และนักเรียนในความดูแลของผู้วิจัยทุกคน ที่ทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างต่อเนื่องด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณเหนือสิ่งอื่นใดสำหรับ คุณพ่อประเสริฐ แซ่จิว และคุณแม่ดวงพร ทองต้น ที่คอยเป็นกำลังใจในการศึกษาและดูแลความเป็นอยู่ รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ที่ได้สนับสนุน และให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดระยะเวลาในการศึกษา

พัทธ ทองต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญแผนภูมิ ..... ฎ
บทที่ .....
1. บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5
สมมติฐานของการวิจัย 6
ขอบเขตของการวิจัย 7
ข้อตกลงเบื้องต้น 7
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 7
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9
เมตาคอคนิชันและการพัฒนาเมตาคอนิชัน 9
ความหมายของเมตาคอคนิชัน 9
องค์ประกอบของเมตาคอคนิชัน 11
ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลและ
แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอคนิชัน 13
กลวิธีเมตาคอคนิชันในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
และการวัดเมตาคอคนิชัน 18
กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน 18
กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 23
การวัดเมตาคอคนิชัน 27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29
3. วิธีดำเนินการวิจัย 34
การศึกษาและค้นคว้าเอกสาร 34

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ (ต่อ)

ประชากรและตัวอย่างประชากร 35
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 36
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 36
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 39
การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล 44
การวิเคราะห์ข้อมูล 45
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 50
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 50
ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 52
ผลการวิเคราะห์การพัฒนาเมตาคอคนิชัน 53
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 55
สรุปผลการวิจัย 55
อภิปรายผล 56
ข้อเสนอแนะ 59
รายการอ้างอิง 61
ภาคผนวก 66
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 67
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 70
ภาคผนวก ค การหาคุณภาพของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 179
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 183

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน ของข้อมูลที่ศึกษาได้จากนักการศึกษา 22
2. กลวิธีเมตาคอคนิชันที่ใช้ในแผนการเรียนรู้ เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร โดยใช้ตามหัวข้อในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306) พร้อมทั้งเกณฑ์การเลือกใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน 37
3. รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และข้อมูลที่ผู้วิจัยปรับปรุง ของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 40
4. รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และข้อมูลที่ผู้วิจัยปรับปรุง ของแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 42
5. รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านที่ไม่โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูง จำนวน 5 คน 43
6. รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และข้อมูลที่ผู้วิจัยปรับปรุง ของแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 44
7. เกณฑ์การประเมินผลของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 46
8. ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง 50
9. จำนวน และร้อยละของนักเรียน จำแนกตามช่วงคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 51
10. ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$)และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หลังการทดลองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

11. ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และ ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนรวมจากแบบวัดเมตาคอคนิชัน ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเมตาคอคนิชัน ในการอ่านและการทดลอง จากนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 53
12. ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และ ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเมตาคอคนิชัน ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ จากนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 53
13. ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และ ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเมตาคอคนิชัน ในการอ่านและการทดลอง จากนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการทดลองหลังการทดลอง 54
14. ค่าระดับความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบสอบ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 181

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่ หน้า

1. กระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล (Klausmeier, 1985: 105) 14
2. เมตาคอคนิชัน หรือกระบวนการควบคุมการรู้คิดในกรอบทฤษฎี
กระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล (Eggen and Kauch, 1997: 206) 15

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาคน ซึ่งจัดเป็นส่วนประกอบสำคัญที่สุดในการพัฒนาสังคมและประเทศชาติ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางด้านต่างๆ กับนานาประเทศ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มุ่งพัฒนาให้คนมีความรู้ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ได้อย่างเต็มศักยภาพ จึงถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่ยั่งยืน ตามนโยบายการศึกษาแห่งชาติ และจากการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ซึ่งเป็นการพัฒนาความคิด ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนอย่างมีความสุข และเป็นคนดีมีจริยธรรม ทำให้เกิดการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยเฉพาะการปฏิรูปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้

> “พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังต่อไปนี้ (2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2542)

จากข้อกำหนดของ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานการศึกษาเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอก ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มาตรฐานด้านผู้เรียน ดังนี้

> “มาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ ตัวบ่งชี้ที่ 2 สามารถประเมินค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลรู้จักพิจารณาข้อดีข้อเสีย ความถูก-ผิด ระบุสาเหตุ-ผล เลือกวิธีและมีปฏิภาณในการแก้ปัญหาและตัดสินใจได้อย่างสันติและมีความถูกต้องเหมาะสม” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2544)

วิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาแยกตามสาขา ได้แก่ ชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ โดยฟิสิกส์เป็น

สาขาวิชาที่จัดเป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับโครงสร้าง และสมบัติของสสาร พลังงาน การเปลี่ยนรูปพลังงาน การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงและประเภทของแรง การนำไปใช้ประโยชน์ ดังนั้นวิชาฟิสิกส์จึงเป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น คือ เคมี และชีววิทยา การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ให้แก่ประชาชนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะเป็นความรู้พื้นฐานในการพัฒนาองค์ความรู้ กระบวนการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ และการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยต่อไป

การเรียนวิชาฟิสิกส์ เป็นการศึกษาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของสสารกับพลังงาน โดยศึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่มีชีวิต จากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ จนสรุปเป็นทฤษฎีและกฎ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ (สสวท., 2540) ประกอบด้วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในภาคทฤษฎี และภาคคำนวณ โดยในภาคทฤษฎี เป็นการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนรู้จักและสร้างองค์ความรู้ในทฤษฎี กฎ และสูตรต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์คนสำคัญและเป็นที่น่าเชื่อถือได้ค้นพบและพิสูจน์แล้ว ส่วนภาคคำนวณจะเป็นการเรียนการสอนให้นักเรียนรู้จักการนำเอาทฤษฎีที่ได้เรียนแล้วมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการนำวิทยาศาสตร์ภาคทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยเป็นเรื่องเกี่ยวกับหลักการทางฟิสิกส์ขั้นพื้นฐาน ที่มุ่งเน้นการนำทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์มาเป็นองค์ประกอบสำคัญ ส่วนใหญ่แล้วถ้าหากนักเรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์ดี ก็จะสามารถแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย ดังผลการวิจัยของ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2524) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคำนวณ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นตัวแปรหนึ่งที่สามารถนำมาเป็นตัวแปรทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ นอกจากนี้ นิพนธ์ นิลคง (2541) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผลการศึกษาพบว่าทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในทิศทางบวก อย่างไรก็ตามหากนักเรียนขาดความรู้และความคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเองแล้วก็อาจทำให้การแก้โจทย์ปัญหาเป็นไปอย่างไม่ถูกต้อง ไม่มีรูปแบบการคิด การตรวจสอบคำตอบ และประเมินการคิดของตนเอง (Flavell, 1985) จึงทำให้มีผู้สนใจศึกษา และพัฒนาเมตาคอคนิชันของผู้เรียนในการแก้โจทย์ปัญหา ที่อาจมีผลกระทบต่อไปเมื่อผู้เรียนเข้าศึกษาต่อระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในวิชาฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ

เมื่อได้มีการศึกษาถึงข้อบกพร่องของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์แล้ว พบว่า ตัวแปรที่สำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาความสามารถดังกล่าว เกิดจากการพัฒนาความคิดของผู้เรียน คือ ความรู้ในเมตาคอคนิชัน จึงได้เกิดแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดของผู้เรียน โดยเฉพาะการพัฒนาเมตาคอคนิชันให้เกิดกับผู้เรียน ตามที่นักการศึกษาบางท่านได้ศึกษาไว้ ดังนี้ สมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย (2540) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชันที่มีต่อเมตาคอคนิชันและสัมฤทธิผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าผู้เรียนในกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยรูปแบบพัฒนาเมตาคอคนิชัน มีคะแนนเฉลี่ยเมตาคอคนิชันหลังการทดลอง และระยะติดตามผล สูงกว่าผู้เรียนในกลุ่มควบคุม พร้อมทั้งนำไปใช้ในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่าผู้เรียนที่ได้รับการฝึกด้วยรูปแบบพัฒนาเมตาคอคนิชันมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านการอ่านตำราและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระยะหลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ดังนั้นหากจะมีการพัฒนาการคิดแก้โจทย์ปัญหาของบุคคลก็ควรจะมีการพัฒนาการบริหารควบคุมความคิด หรือเมตาคอคนิชัน ของตนเองควบคู่กันไป จึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ พร้อมกับตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเองไปพร้อมกัน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาการคิดของผู้เรียนควรจะมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชันของผู้เรียนด้วย

ในกระบวนการคิดที่นำมาใช้จัดการกับกลวิธีทางความคิด เพื่อที่จะกำกับและควบคุมการเรียนรู้และกระบวนการของความจำนี้ ฟลาเวลล์ (Flavell) เป็นคนแรกที่เรียกกระบวนการควบคุมการคิดแบบนี้ว่า "เมตาคอคนิชัน" (Flavell, 1979: 906)

บีเยอร์ (Beyer, 1997: 99) ได้ให้ความหมายของเมตาคอคนิชันว่า “เมตาคอคนิชัน เป็นความคิดในระดับสูง ที่เกี่ยวข้องกับการกำกับ การควบคุม หรือการจัดการกับส่วนประกอบทางความคิดที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าลงมา โดยมีความรู้ทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูล และการควบคุมทำหน้าที่ในการสั่งการ หากผู้เรียนมีเมตาคอคนิชันในตนเองแล้ว ก็สามารถที่จะใช้เมตาคอคนิชันนี้กับการเรียนรู้ การแก้ปัญหา ซึ่งถือว่าเป็นกระบวนการที่เกิดจากกระบวนการทางความคิดทั้งสิ้น”

จากการศึกษาพบว่า เมตาคอคนิชัน มีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1) ความรู้ในเมตาคอคนิชัน ซึ่งประกอบด้วยความรู้ย่อยๆ ดังนี้

1.1) ความรู้เกี่ยวกับบุคคล ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับ ตัวบุคคล ความแตกต่างระหว่างบุคคล กระบวนการรู้การคิดของบุคคลที่เป็นสากล

1.2) ความรู้เกี่ยวกับงาน ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับงาน ขอบข่ายของงาน ปัจจัยของงาน เงื่อนไขของงาน และลักษณะของงาน

1.3) ความรู้เกี่ยวกับกลวิธี ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้กลวิธี กลวิธีการคิด และประโยชน์ของกลวิธีนั้นที่มีต่องานแต่ละประเภท

2) ประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน

2.1) การวางแผน (Planning) เป็นการรู้เกี่ยวกับการกำหนดขั้นตอนการทำงานล่วงหนา โดยเริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการทำงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2) การกำกับและควบคุมตนเอง (Monitoring) เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ ความเหมาะสม ความถูกต้อง ลำดับของขั้นตอน และวิธีการที่เลือกใช้ แล้วทำปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้จนบรรลุผลสำเร็จ

2.3) การประเมิน (Evaluating) เป็นความคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบการวางแผน การตรวจสอบขั้นตอน และตรวจสอบผลลัพธ์

นอกจากนี้ Flavell (1979: 906-911) ได้กล่าวเกี่ยวกับเมตาคอคนิชันในการแก้ปัญหาว่า

> "...ในการเผชิญกับการแก้ปัญหา ผู้เรียนควรจะมีความสามารถในการเลือกและวางระเบียบในกิจกรรมของทักษะการใช้ปัญญาให้ตรงกับประเด็นของปัญหา และนำมาจัดเป็นกลวิธีทางปัญญาต่อไป ซึ่งหมายถึงกลวิธีเมตาคอคนิชัน (metacognitive strategies) ที่เป็นการควบคุมกลวิธีทางความคิดต่างๆ..."

หลังจากนั้นจึงได้มีผู้เริ่มนำกลวิธีเมตาคอคนิชันมาปรับปรุงเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยมุ่งเน้นในการพัฒนาด้านงานและกลวิธีต่างๆ มีผู้ศึกษาวิจัยในเรื่องดังกล่าว เช่น สมบัติ โพธิ์ทอง (2539) ศึกษาเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โดยใช้เมตาคอคนิชัน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอคนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สูงกว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนได้รับการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอคนิชัน อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ และจากการวิจัยของ จรุง ขำพงศ์ (2542) ซึ่งได้ศึกษาเรื่องผลของการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ และมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันสูงกว่าก่อนการเรียนการสอน อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยเหล่านี้โดยสรุปแล้วเป็นการนำกลวิธีเมตาคอคนิชันมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชันในด้านกลวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา โดยตรวจสอบได้จากความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่เพิ่มขึ้น หลังจากได้รับการฝึกโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ซึ่งนับว่าเป็นประสบการณ์ที่ดีที่ควรนำมาปรับใช้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการบริหารและควบคุมตรวจสอบการคิดของตนเองในการแก้โจทย์ปัญหา อย่างถูกต้อง มีทิศทาง และมีประสิทธิภาพต่อไป ตามทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลของ คลอสไมเออร์ (Kluasmeier, 1989: 74) และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาความคิดของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม และตรงตามวัตถุประสงค์ของการเรียนวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยทั้งความรู้ ความคิด กระบวนการคิด ทักษะการคำนวณ ซึ่งมีสภาพคล้ายคลึงกับการเรียนการสอนในวิชาอื่นๆ โดยเฉพาะคณิตศาสตร์ ที่นอกจากจะต้องพัฒนาการใช้ความรู้ ความคิด กระบวนการทางความคิด และทักษะการคำนวณแล้ว ควรจะมีการฝึกให้เกิดเมตาคอคนิชันในตัวของผู้เรียน จึงจะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้ดีมากยิ่งขึ้น แต่ยังไม่พบว่ามีงานวิจัยใดที่นำกลวิธีเมตาคอคนิชันมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังมีสภาพปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้นำกลวิธีเมตาคอคนิชันมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร และเพื่อศึกษาการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาและส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่จะส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาเมตาคอคนิชัน พร้อมทั้งเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มหลังการเรียนโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้พัฒนาผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น หลังการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน และกลุ่มนักเรียนที่เรียนแบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบเมตาคอคนิชัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างก่อนการเรียนและหลังการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมมติฐานของการวิจัย

ทฤษฎีทางเมตาคอคนิชัน (Metacognitive theory) มีจุดมุ่งหมายที่จะควบคุมการบริหารจัดการพื้นฐานของความรู้ในเมตาคอคนิชัน รวมทั้งรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้เงื่อนไข และกฎต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ เวลา และวิธีการ ที่จะประยุกต์ใช้กลวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายให้เกิดประโยชน์ (Derry and Murphy, 1986: 13) ดังงานวิจัยของ สแวนสัน (Swanson, 1990: 306-314) ได้ศึกษาผลของความรู้ในเมตาคอคนิชัน และความถนัดทางการเรียนที่มีต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมที่มีความถนัดทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนต่ำ และนักเรียนที่มีความสามารถด้านเมตาคอคนิชันสูงกับนักเรียนที่มีความสามารถด้านเมตาคอคนิชันต่ำ ผลการศึกษาพบว่า ความรู้ในเมตาคอคนิชันสามารถทำนายความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าความถนัดทางด้านการเรียน โดยผู้ที่มีความรู้ในเมตาคอคนิชันสูงแต่มีความถนัดด้านการเรียนต่ำสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีความถนัดด้านการเรียนสูงแต่มีความรู้ในเมตาคอคนิชันต่ำ พร้อมทั้งได้เสนอแนะว่าการฝึกความรู้ในเมตาคอคนิชัน สามารถนำไปใช้กับผู้ที่มีความสามารถทางด้านการเรียนต่ำ เพื่อเสริมสร้างให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นได้ ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (2536) ได้ทำการศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและเมตาคอคนิชัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญ และไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนผู้ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความรู้ในเมตาคอคนิชัน ด้านบุคคล ด้านงาน และ ด้านกลวิธี สูงกว่านักเรียนผู้ไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และ จรุง ขำพงศ์ (2542) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ของกรมวิชาการ คือ สูงกว่าร้อยละ 60 หลังการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ส่วนการฝึกใช้เมตาคอคนิชันเพื่อการพัฒนาเมตาคอคนิชัน นวรัตน์ หัสดี (2544) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลการฝึกใช้เมตาคอคนิชันเพื่อกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนของนักเรียนโครงการการศึกษาพิเศษโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกเมตาคอคนิชันมีคะแนนการกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

จากผลการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ของกรมวิชาการ คือ สูงกว่าร้อยละ 60

2. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันมีความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีการพัฒนาเมตาคอคนิชัน โดยมีเมตาคอคนิชันหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน และการเรียนการสอนแบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.2.2 การพัฒนาเมตาคอคนิชัน

3. เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลอง คือ เนื้อหาในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2

ข้อตกลงเบื้องต้น

การเรียนในช่วงเวลาต่างกัน ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ไม่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. กลวิธีเมตาคอคนิชัน หมายถึง การนำการรู้คิดไปใช้ในการเรียน ประกอบด้วย การวิเคราะห์ปัญหาหรือข้อมูล การวางแผน การกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมิน โดยแบ่งเป็น 3 กลวิธี คือ กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน กลวิธีเมตาคอคนิชันในการทดลอง

กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ บีเยอร์ (Beyer, 1987: 192-196)

2. การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน หมายถึง การนำกลวิธีเมตาคอคนิชันมาใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาและส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อควบคุมและตรวจสอบกระบวนการคิด ตามแนวคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยสามารถแบ่งตามลักษณะของวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1 การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนที่เป็นเนื้อหา โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน และกลวิธีเมตาคอคนิชันในการทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นการวางแผน ขั้นการกำกับและควบคุมตนเอง และขั้นการประเมิน

2.2 การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นการวางแผน ขั้นการกำกับและควบคุมตนเอง และขั้นการประเมิน

3. การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบปกติ หมายถึง การปฏิบัติกิจกรรมในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยไม่มีการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน

4. การพัฒนาเมตาคอคนิชัน หมายถึง การที่นักเรียนสามารถใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันเพิ่มขึ้น หลังจากที่ได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน

5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อหาค่าของปริมาณที่ไม่ทราบค่าในโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดจากแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. เมตาคอคนิชันและการพัฒนาเมตาคอคนิชัน
   1.1 ความหมายของเมตาคอคนิชัน
   1.2 องค์ประกอบของเมตาคอคนิชัน
   1.3 ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอคนิชัน
2. กลวิธีเมตาคอคนิชันในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
   2.1 กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน
   2.2 กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
   2.3 การวัดเมตาคอคนิชัน
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เมตาคอคนิชันและการพัฒนาเมตาคอคนิชัน

เมตาคอคนิชัน เป็นการรู้คิดของบุคคล ตามทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลของคลอสไมเออร์ ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสติปัญญา โดยให้ความสนใจเกี่ยวกับการทำงานของสมอง ซึ่งได้รับความนิยมตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 จนถึงปัจจุบัน คลอสไมเออร์ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานของสมองว่ามีความคล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังในการเรียนรู้ของมนุษย์เปรียบได้กับการทำงานของคอมพิวเตอร์ โดยมี ซอฟท์แวร์ เป็นสิ่งที่ใช้ควบคุมการทำงาน เปรียบได้กับการรู้คิดของบุคคล และฟลาเวลล์เป็นผู้เรียกการรู้คิดของบุคคลนี้ว่า เมตาคอคนิชัน หลังจากนั้นจึงได้มีผู้สนใจศึกษาการพัฒนาเมตาคอคนิชันเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

1.1 ความหมายของเมตาคอคนิชัน

มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้ให้ความหมายของเมตาคอคนิชันไว้ ดังนี้

ฟลาเวลล์ (Flavell, 1979: 906-911) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอคนิชัน หมายถึง การที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิด รวมทั้งสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตนเอง อาจปรากฏเป็นความรู้หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมาย มีทิศทาง หรือที่เรียกว่าเป็นการคิดเกี่ยวกับความคิด (cognition about cognition)”

เดอร์รี และ เมอร์ฟี (Derry and Murphy, 1986: 9) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอคนิชัน หมายถึง ความตระหนักและความรู้ของผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถและนิสัยที่จะควบคุมกระบวนเรียนรู้ของตนเองระหว่างการเรียน”

เบเยอร์ (Beyer, 1997: 99) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอคนิชัน เป็นความคิดในระดับสูง ที่เกี่ยวข้องกับการกำกับ การควบคุม หรือการจัดการกับส่วนประกอบทางความคิดที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าลงมา โดยมีความรู้ทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูล และการควบคุมทำหน้าที่ในการสั่งการ”

ลอรีส์, ดาร์ดีนน์ และเซอร์บ (Lories, Dardenne and Tzerbyt, 1998: 1-6) ได้อธิบายว่า “เมตาคอคนิชัน คือ กระบวนการทางพุทธิปัญญา ซึ่งสามารถประยุกต์ไปสู่พุทธิปัญญา หรือจัดเป็นลักษณะพิเศษที่เป็นรากฐานของพุทธิปัญญา และยังเป็นส่วนหนึ่งของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์”

ณัฏฐี เจริญเกียรติบวร (2539: 28) ได้สรุปความหมายของเมตาคอคนิชันว่า “เมตาคอคนิชัน คือ สิ่งที่ช่วยควบคุมกระบวนการทางการคิดให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการในการวางแผน การควบคุมตรวจสอบ และการประเมินผล”

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 155-156) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอคนิชัน คือ การควบคุมและประเมินการคิดของตนเอง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนา เพื่อควบคุมกำกับกระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการคิด มีความตระหนักในงานและสามารถใช้กลวิธีทำงานจนสำเร็จอย่างสมบูรณ์”

โดยสรุปแล้ว เมตาคอคนิชัน (Metacognition) หมายถึง การรู้คิดของบุคคลในการจัดการเกี่ยวกับกระบวนการทางความคิดของตน โดยใช้การวิเคราะห์ปัญหาหรือข้อมูล การวางแผน การกำกับ และการประเมิน ในการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือทำงานจนสำเร็จได้อย่างมีทิศทาง และประสิทธิภาพ

1.2 องค์ประกอบของเมตาคอคนิชัน

เมตาคอคนิชันในการกระทำสิ่งต่างๆ ต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญของเมตาคอคนิชัน ซึ่งการที่จะศึกษาและพัฒนาเมตาคอคนิชันได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงองค์ประกอบของเมตาคอคนิชัน ตามที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้จัดแบ่งไว้ ดังนี้

ฟลาเวลล์ (Flavell, 1979: 907-908) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอคนิชันไว้ 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ความรู้ในเมตาคอคชัน (metacognitive knowledge) คือ ส่วนหนึ่งของความรู้ทั้งหมดที่มีอยู่ในโลก ซึ่งมีอยู่ในมนุษย์โดยกระบวนการสร้างสรรค์ทางปัญญา สามารถเชื่อมโยงไปสู่งาน เป้าหมาย การปฏิบัติ และประสบการณ์ โดยประกอบด้วยความรู้ในด้านต่างๆ ดังนี้

1.1) ด้านบุคคล (Person variables) หมายถึง ความรู้ที่บุคคลมี เกี่ยวกับลักษณะความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน

1.2) ด้านงาน (Task variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับงาน ลักษณะของงานที่เคยทำ หรือที่ทำอยู่ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจและการทำงานนั้นๆ

1.3) ด้านกลวิธี (Strategy variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสมในการทำให้งานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

2) ประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน (metacognitive experiences) คือ จิตสำนึกที่หลากหลายทางปัญญา หรือ ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับอารมณ์หรือความรู้สึก ซึ่งมีอยู่อย่างไม่จำกัด และเป็นเรื่องของการใช้ปัญญาในการวางแผนการ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1) การวางแผน (Planning)

2.2) การกำกับและควบคุมตนเอง (Monitoring)

2.3) การประเมิน (Evaluation)

เวลส์ (Wells, 2000: 6-13) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอคนิชัน ดังนี้

1) ความรู้ในเมตาคอคนิชัน ซึ่งแบ่งได้เป็น

1.1) ความรู้ในเมตาคอคนิชันที่ชัดเจน (Explicit metacognitive knowledge) คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก และสามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

1.2) ความรู้ในเมตาคอคนิชันที่ชัดเจน (Implicit metacognitive knowledge) สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก แต่ไม่สามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

2) ประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน เป็นสิ่งที่สามารถเชื่อมโยงความสับสนทางอารมณ์ในวิธีการที่หลากหลาย

3) กลวิธีควบคุมเมตาคอคนิชัน คือ คำตอบของบุคคลขณะที่มีการควบคุมกิจกรรมต่างๆ ของระบบทางปัญญา

นักการศึกษาหลายท่านได้สนใจศึกษาองค์ประกอบของเมตาคอคนิชันโดยสรุปว่า เมตาคอคนิชัน ประกอบด้วย ความรู้ในเมตาคอคนิชัน และประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน (Brown, Bransford, Ferrala and Campione, 1983: 77-166; Beyer, 1987: 192-196) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) ความรู้ในเมตาคอคนิชัน เป็นส่วนของความรู้ตนเองรู้อะไร และคิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมายและการบรรลุเป้าหมายอย่างไร" โดยแบ่งตัวแปรของความรู้ในเมตาคอคนิชันเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1.1) ตัวแปรด้านบุคคล หมายถึง การที่บุคคลที่มีความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่บุคคลโดยทั่วไปมีอยู่ในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน

1.2) ตัวแปรด้านงาน หมายถึง การตระหนักรู้ลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งมีผลต่อการปฏิบัติงานของบุคคลนั้นๆ

1.3) ตัวแปรด้านกลวิธี คือ ความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสม ที่จะใช้ในการทำให้การทำงานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

2) ประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน (Metacognitive experiences) สามารถแบ่งได้ ดังนี้

1) การวางแผน (Planning) เป็นการรู้ว่าตนเองว่าจะทำงานนั้นอย่างไร เริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการทำงานจนบรรลุเป้าหมาย

2) การกำกับ (Monitoring) เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสม ความถูกต้อง ลำดับของขั้นตอน และวิธีการที่เลือกใช้

3) การประเมิน (Evaluating) เป็นความคิดเกี่ยวกับการประเมินการวางแผน การตรวจสอบขั้นตอน และประเมินผลลัพธ์

โดยสรุปแล้ว เมตาคอคนิชันประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ความรู้ในเมตาคอคนิชัน เป็นความรู้ที่ถูกเก็บบันทึกไว้ในความจำระยะยาว เพื่อที่จะใช้ในสถานการณ์ต่างๆ โดยมีการรู้ตนเอง รู้การคิดของตนเอง การรู้และควบคุมความคิดของตนเองให้สามารถบรรลุเป้าหมาย ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธีต่างๆ

2) ประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ การวางแผน การกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอคนิชัน

การพัฒนาเมตาคอคนิชันให้กับผู้เรียน เป็นแนวทางใหม่ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ลักษณะที่มีต่อกระบวนการและการทำความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาทฤษฎี และแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอคนิชัน รวมทั้งส่วนประกอบอื่นๆ ตามขั้นตอน ดังนี้

1.3.1 ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล

1.3.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอคนิชัน

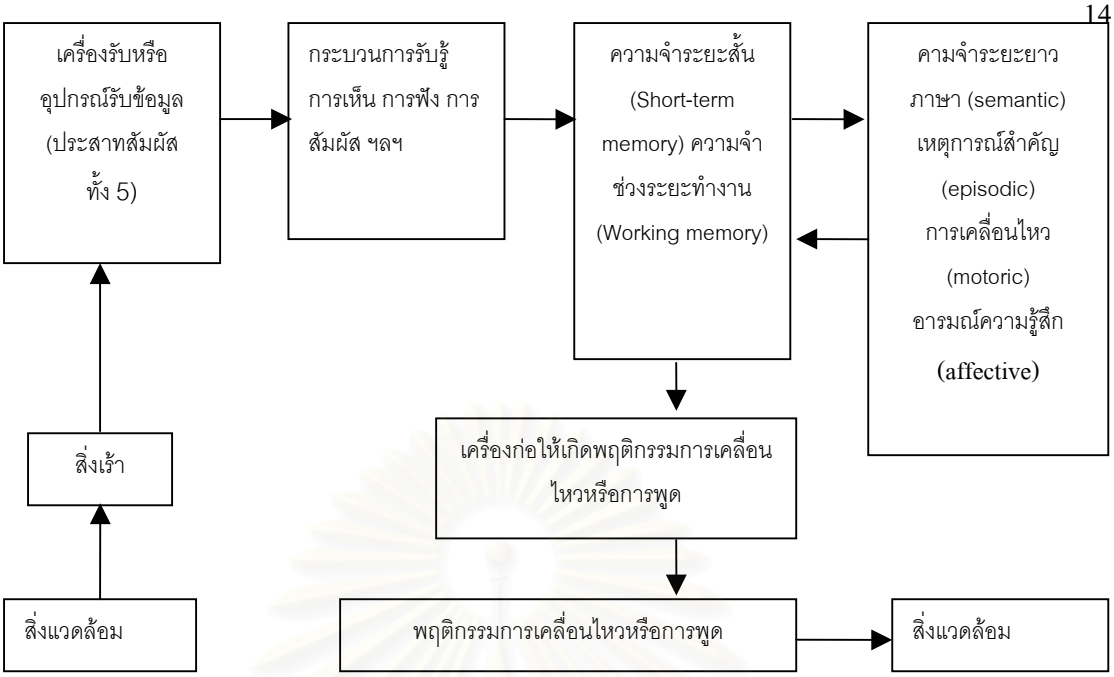
1.3.3 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชัน

รายละเอียดตามขั้นตอนข้างต้น มีดังนี้

1.3.1 ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล

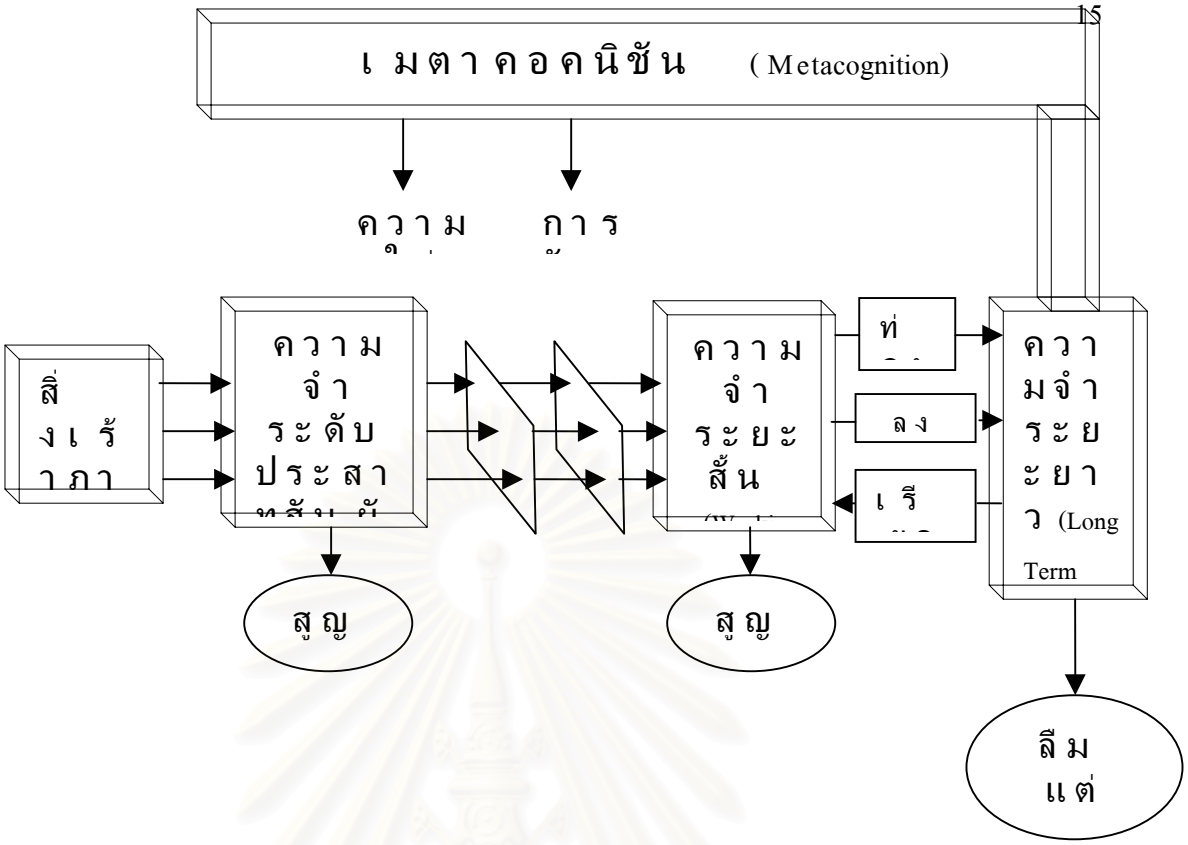
คลอสไมเออร์ (Klausmeier, 1985 อ้างถึงใน ศรินธร วิทยะสิรินันท์ และคณะ, 2544: 26-30) กล่าวโดยสรุปว่า การทำงานของสองมนุษย์มีความคล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยอธิบายการเรียนรู้ของมนุษย์โดยเปรียบเทียบกับการทำงานของคอมพิวเตอร์กับการทำงานของสมอง ซึ่งมีการทำงานเป็นขั้นตอน ดังนี้ 1) การรับรู้ข้อมูล 2) การเข้ารหัส โดยอาศัยชุดคำสั่งหรือซอฟแวร์ 3) การส่งข้อมูลออก โดยผ่านทางอุปกรณ์ ซึ่งตรงกับการประมวลข้อมูลของสมอง โดยเริ่มต้นจากการที่มนุษย์รับสิ่งเร้าเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 สิ่งเร้าที่เข้ามาจะได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น เมื่อบุคคลต้องการจะเก็บข้อมูลที่เข้ามาใช้ในภายหลัง ข้อมูลนี้จำเป็นต้องได้รับการประมวลและเปลี่ยนรูป โดยการเข้ารหัส (encoding) เพื่อนำไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว ซึ่งอาจต้องใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย

เมื่อข้อมูลข่าวสารได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะยาวแล้ว บุคคลนั้นก็จะสามารถเรียกข้อมูลต่างๆ ออกมาใช้ได้ ซึ่งในการเรียกข้อมูลออกมาใช้ จำเป็นต้องถอดรหัสข้อมูล (decoding) จากความจำระยะยาวนั้น และส่งต่อไปสู่ตัวก่อกำเนิดพฤติกรรมตอบสนอง ซึ่งจะเป็นแรงขับหรือกระตุ้นให้บุคคลมีการเคลื่อนไหว หรือการพูดสนองตอบต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งแวดล้อมต่างๆ ของมนุษย์ โดยคลอสไมเออร์ได้สร้างเป็นแผนภาพที่ 1 ดังนี้



แผนภาพที่ 1 กระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล (Klausmeier, 1985: 105)

กระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จะได้รับการบริหารควบคุมอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งหากเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์แล้ว ก็คือ โปรแกรมสั่งงานหรือ “ซอฟท์แวร์” นั่นเอง การบริหารควบคุมการประมวลข้อมูลของสมองก็คือ การที่บุคคลรู้ถึงการคิดของตน และสามารถควบคุมการคิดของตนให้เป็นไปในทางที่ตนต้องการ การรู้ในลักษณะนี้ ศัพท์ทางวิชาการ เรียกว่า เมตาคอคนิชัน หรือ การควบคุมการรู้คิด ซึ่งหมายถึง การตระหนักรู้ (awareness) เกี่ยวกับความรู้และความสามารถของตนเอง และใช้ความเข้าใจในการรู้ดังกล่าวในการจัดการควบคุมกระบวนการคิด การทำงานของตนด้วยกลวิธี (strategies) ต่างๆ อันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามต้องการ ในกระบวนการประมวลข้อมูลของสมองนั้น องค์ประกอบสำคัญของการรู้คิดที่ใช้ในการบริหารควบคุมกระบวนการก็คือ แรงจูงใจ ความตั้งใจ และความมุ่งหวังต่างๆ รวมทั้งเทคนิคและกลวิธีต่างๆ ที่บุคคลใช้ในการบริหารควบคุมตนเอง ดังแสดงในแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 เมตาคอคนิชัน หรือกระบวนการควบคุมการรู้คิดในกรอบทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล (Eggen and Kauch, 1997: 206)

จากแผนภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่า กระบวนการรู้คิดเริ่มตั้งแต่ ความใส่ใจ (attention) การรับรู้ (perception) และกลวิธีต่างๆ (strategies) ดังนั้นความรู้ในเชิงเมตาคอคนิชันจึงมักประกอบไปด้วยความรู้เกี่ยวกับบุคคล (person) ความรู้เกี่ยวกับงาน (task) และความรู้เกี่ยวกับกลวิธี (strategies) ดังนั้น การที่จะพัฒนาเมตาคอคนิชันให้กับผู้เรียนได้ ควรจะต้องมีการฝึกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ความรู้ในเชิงเมตาคอคนิชัน เพื่อให้เข้าไปสู่ความจำระยะยาวของสมอง

1.3.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอคนิชัน

ออสมัน และฮันนาฟิน (Osman and Hannafin, 1992 อ้างถึงใน สมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย, 2540: 36-39) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับพัฒนาเมตาคอคนิชันไว้ว่า การพัฒนาเมตาคอคนิชันขึ้นอยู่กับตัวแปรสำคัญ 2 ประการ คือ วิธีการฝึก และบทบาทของเนื้อหาบทเรียนในระหว่างการฝึก

สำหรับกลวิธีการฝึก ยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ กลวิธีวิธีการฝึกแบบผสมผสาน (Embedded strategy) และ กลวิธีแบบไม่ผูกพัน (Detached strategy)

ส่วนกลวิธีวิธีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนในระหว่างการฝึก ก็แบ่งเป็น 2 ประเภทเช่นกัน คือ กลวิธีที่อิงอยู่กับเนื้อหา (Content-Dependent Strategy) และกลวิธีที่เป็นอิสระจากเนื้อหา (Content-Independent Strategy)

โดยสรุปแล้ว กลวิธีการฝึกมีความสัมพันธ์กับกลวิธีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนในระหว่างการฝึก ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 กลวิธี ดังนี้

1) กลวิธีการฝึกแบบผสมผสานที่อิงอยู่กับเนื้อหา (Embedded Content-dependent Strategies) ใช้ในการทำความเข้าใจในบทเรียนที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคย กลวิธีประเภทนี้จะช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและโครงสร้างให้มีความชัดเจน ผู้ที่ออกแบบการสอนด้วยวิธีนี้มักชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนถึงมโนทัศน์สำคัญที่อยู่ในบทเรียน ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เหล่านั้น กลวิธีนี้มีจุดประสงค์เพื่อสนับสนุนการเรียนเนื้อหาเฉพาะเรื่อง มิได้มุ่งหมายให้ผู้เรียนนำเอากลวิธีนี้ไปใช้กับบทเรียนอื่นต่อไป

2) กลวิธีการฝึกแบบผสมผสานที่เป็นอิสระจากเนื้อหา (Embedded Content-independent Strategies) ใช้กับเนื้อหาที่มีลักษณะทั่วๆ ไป โดยจะมีการใช้เนื้อหานี้ในการเรียนรู้กลวิธีต่างๆ แล้วจึงมีการพัฒนากลวิธีเหล่านั้น และนำไปฝึกฝนให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้กลวิธีนี้กับเนื้อหาของบทเรียนอื่นๆ ต่อไป

3) กลวิธีการฝึกแบบไม่ผูกพันชนิดที่อิงอยู่กับเนื้อหา (Detached Content-dependent Strategies) กลวิธีนี้ได้รับการสอนแยกออกจากบทเรียน เนื่องจากกลวิธีนี้เป็นกลวิธีที่ซับซ้อนเกินกว่าจะผสมผสานเข้าไปในบทเรียนได้ แต่ก็ต้องนำเอากลวิธีที่ฝึกมาประยุกต์ใช้กับเนื้อหาบางเนื้อหา โดยมีจุดมุ่งหมายก็เพื่อที่จะปรับปรุงให้เนื้อเรื่องนั้นง่ายขึ้น แล้วจึงนำกลวิธีเหล่านี้เชื่อมโยงกับเนื้อเรื่องในบทเรียนอื่นๆ ต่อไป

4) กลวิธีการฝึกแบบไม่ผูกพันชนิดเป็นอิสระจากเนื้อหา (Detached Content-independent Strategies) เป็นการสร้างกลวิธีที่ถูกแบ่งแยกออกจากเนื้อหา และได้มาจากธรรมชาติ โดยทั่วไปแล้วเป็นกลวิธีที่เน้นการปฏิบัติมากกว่าสภาพความรู้ แต่เป้าหมายของกลวิธี โดยรวมแล้วเป็นอิสระต่อการเรียน ดังนั้นจึงต้องมีการแปรสภาพของกลวิธีไปเรื่อยๆ ตามลักษณะของเนื้อหา การฝึกด้วยวิธีนี้มีความมุ่งหมายที่จะให้มีการถ่ายโยงได้สูง ซึ่งประกอบไปด้วยกลวิธีขั้นต้น (primary strategies) และกลวิธีสนับสนุน (support strategies) สำหรับกลวิธีขั้นต้น ทำหน้าที่ช่วยให้ผู้เรียนจัดการกับบทเรียนโดยตรง ได้แก่ การถอดความ การจินตนาการ การสร้างเครือข่ายความรู้ การวิเคราะห์ประเด็นสำคัญ การสรุปและจัดโครงสร้างใหม่ การบูรณาการ เป็นต้น ส่วนกลวิธีสนับสนุนได้รับการออกแบบขึ้นเพื่อช่วยพัฒนาและรักษาบรรยากาศการเรียนรู้ที่เหมาะสมทั้งด้านพุทธิปัญญา และด้านอารมณ์ เป็นกลวิธีที่ช่วยให้มีการจัดระบบความตั้งใจ การวินิจฉัยความต้องการหรือความจำเป็นของการเรียนรู้

1.3.3 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชัน

จากงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษา พอสรุปบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน (Simon, 1994 อ้างถึงใน สมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย, 2540) ได้ ดังนี้

บทบาทของผู้สอน

1) ควรเน้นกิจกรรมและกระบวนการมากกว่าผลการเรียน

2) ช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดความตระหนักรู้ในกลวิธีการเรียนรู้ ทักษะการกำกับตนเอง และความสัมพันธ์ของกลวิธี

3) ควรเน้นการเชื่อมโยงการเรียนรู้และการบูรณาการ

4) ควรสอนให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการวางแผน กำกับและควบคุมตนเอง และการทบทวนหรือประเมินการเรียนรู้ของตนเอง

5) ควรออกแบบการสอนในแบบที่มีความสมดุลระหว่างคุณภาพและปริมาณของกิจกรรมการเรียนรู้

6) ควรร่วมมือและอภิปรายร่วมกับผู้เรียนในระหว่างเรียน

7) ควรเน้นเป้าหมายการเรียนรู้ทางปัญญาในระดับที่สูงขึ้น

8) การสอนต้องเหมาะกับภาวะ และความเข้าใจในมโนทัศน์ปัจจุบันของผู้เรียน

บทบาทของผู้เรียน

1) ควรมีเป้าหมายในการเรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน

2) ควรมีความรับผิดชอบในการเรียนมากขึ้น

3) ควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ปกครองและผู้ใหญ่คนอื่น เพื่อกระตุ้นให้เกิดการกำกับและควบคุมตนเองตั้งแต่เป็นเด็กเล็ก

ตามบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน ควรมีการออกแบบแผนการเรียนการสอนให้ครอบคลุมมากที่สุด จึงจะทำให้การพัฒนาเมตาคอคนิชันเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

2. กลวิธีเมตาคอคนิชันในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และการวัดเมตาคอคนิชัน

จากการศึกษาประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอยู่ 4 ประการ และพบว่ามีความสอดคล้องกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การพิสูจน์และทดลอง การสรุปผลและนำไปใช้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงการนำประสบการณ์ในเมตาคอคนิชันมาใช้ในการเรียนวิชาต่างๆ และสามารถสรุปได้ถึงกลวิธีที่มีนักการศึกษาได้ปรับปรุง และพัฒนาขึ้นมา ดังนี้

2.1 กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน

จากการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชันที่มีนักการศึกษาหลายได้ทำการศึกษา และให้แนวทางไว้ จึงมีผู้ที่สนใจศึกษาและพัฒนา เป็นกลวิธีที่มีผู้นำมาใช้ในการพัฒนาเมตาคอคนิชันของผู้เรียน คือ กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน ซึ่งมีพื้นฐานมาจากการเรียนการสอนที่มีการสอนให้นักเรียนมีความสามารถในการอ่านและทำความใจบทอ่านมากขึ้น ดังนั้น ควรมีการศึกษาถึง ความหมายของการอ่าน องค์ประกอบ เพื่อนำไปสู่กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน

2.1.1 ความหมายของการอ่าน

การอ่านเป็นกระบวนการตอบสนองต่อสัญลักษณ์ของภาษาที่เป็นตัวแทนของภาษาพูด และเป็นกระบวนการของการถอดความของภาษาเขียน ที่จะทำให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจถึงสิ่งที่ผู้เขียนต้องการ โดยได้มีนักการศึกษาหลายท่านที่อธิบายความหมายของการอ่านไว้ ดังนี้

ทิงเกอร์, สแตรงก์, โลว์ และซิลเบอร์สไตน์ (Tinker, 1952: 22-38; Strang, 1969: 1-2; Lowe, 1984: 301-303; Silberstein, 1994: 6) กล่าวว่า

> "...การอ่านเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสมอง ในการอ่านผู้อ่านจำตัวอักษรได้ และตัวอักษรทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้อ่านระลึกถึงความหมายซึ่งผู้อ่านทราบมาแล้วจากประสบการณ์ในอดีต การทำความเข้าใจเพื่อให้ได้ความหมายจึงเกิดจากการระลึกและใช้มโนทัศน์ที่ผู้อ่านมีอยู่แล้ว แต่ถ้าสิ่งที่อ่านมีความหมายใหม่ ผู้อ่านต้องใช้มโนทัศน์หลายอย่างจึงจะเข้าใจในสิ่งที่

อ่าน และได้ความหมายใหม่นั้น ความหมายใหม่ที่เกิดขึ้นนี้จะถูกเรียบเรียงเป็นกระบวนการทางความคิด…”

โดยสรุปแล้ว การอ่านเป็นกระบวนการทางสมอง ซึ่งต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับระบบของภาษา การตอบสนองต่อภาษาเขียนที่เป็นตัวแทนของภาษาพูด การใช้สติปัญญาในการตีความเพื่อทำความเข้าใจในสิ่งที่อ่าน การใช้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ กลวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดทักษะในการอ่าน และใช้ทักษะนั้นในการอ่านครั้งต่อไป เพื่อให้ได้มโนทัศน์ และทักษะใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นกับผู้อ่านเอง

2.1.2 องค์ประกอบของการอ่าน

ความเข้าใจในการอ่านเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการอ่าน กระบวนการเข้าใจจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะนำไปสู่การอ่านที่มีประสิทธิภาพ จึงได้มีผู้ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญในการอ่าน ดังนี้

แฮร์ริส (Harris ,1969: 10-12) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่จำเป็นในการอ่าน ดังนี้

1) ความรู้เกี่ยวกับภาษาและสัญลักษณ์ทางภาษา ซึ่งรวมถึงความเข้าใจความหมายของคำทั้งง่ายและยากที่มีอยู่ในข้อความ การเข้าใจระบบคำโครงสร้างประโยคจากลักษณะของภาษาเขียน และเข้าใจข้อความยาวๆ ที่รวมเอาประโยคย่อยๆ หลายประโยคเข้าไว้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางภาษา เช่น เครื่องหมายต่างๆ การใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ การย่อหน้า เป็นต้น

2) ความรู้ในในการคิด ได้แก่ ความสามารถในการระบุจุดประสงค์ของผู้เขียนและใจความสำคัญของข้อความที่อ่านได้ ความสามารถที่จะเข้าใจความคิดย่อยๆ ซึ่งจะสนับสนุนใจความสำคัญ และสามารถสรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องที่อ่านได้

3) ความรู้เกี่ยวกับอารมณ์ของเรื่องที่อ่านได้ ซึ่งรวมถึงความสามารถในการทราบเจตคติของผู้เขียนต่อเรื่องที่เขียนและต่อผู้อ่าน การเข้าใจอารมณ์ของเรื่องและบรรยากาศของเรื่อง และความสามารถในการระบุวิธีและแนวการเขียนที่ผู้เขียนใช้ในการแสดงความคิดเห็น

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2536: 24) ได้สรุปองค์ประกอบสำคัญที่ผู้อ่านจะต้องมีเพื่อช่วยให้การอ่านมีประสิทธิภาพไว้ ดังนี้

1) ความรู้ในด้านภาษา ผู้อ่านที่ประสบความสำเร็จในการอ่านควรจะมีความรู้ในด้านการผสมอักษร การสะกดคำ รูปแบบและความหมายของคำ รวมถึงโครงสร้างและไวยากรณ์ของภาษา

2) ความสามารถในการตีความหมายของประโยค ผู้อ่านควรจะมีความสามารถในการทำความเข้าใจจุดมุ่งหมายของข้อความ รู้วิธีการเรียบเรียงประโยคเป็นข้อความที่ต่อเนื่องกัน และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างประโยค

3) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้และประสบการณ์ที่ตนมีอยู่ ผู้อ่านจะต้องนำความรู้และประสบการณ์ด้านต่างๆ ของตนมาเชื่อมโยงกับสิ่งที่อ่าน เพื่อทำความเข้าใจกับเรื่องที่อ่าน

4) จุดมุ่งหมายในการอ่านและวิธีการอ่าน ผู้อ่านจะต้องมีจุดมุ่งหมายในการอ่านว่าอ่านไปเพื่ออะไร เพื่อความรู้ ความเพลิดเพลิน หรือความคล่องแคล่วในการอ่าน เพราะสิ่งนี้จะมีผลต่อการเลือกวิธีการอ่านที่เหมาะสมอันจะส่งผลให้การอ่านมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.1.3 ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน

จากความหมายของการอ่านและองค์ประกอบของการอ่าน ได้มีผู้สนใจศึกษาและนำมาปรับปรุงเป็นกลวิธีเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชันของผู้อ่าน โดยได้เสนอเป็นขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน ดังนี้

บราวน์ และคณะ (Brown et. al., 1984: 21-44) ได้เสนอขั้นตอนที่สำคัญของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านไว้ ดังนี้

1) การทำนายเกี่ยวกับสิ่งที่จะอ่าน (Predicting) หมายถึง การที่ผู้อ่านจะต้องคาดคะเนเกี่ยวกับสิ่งที่จะอ่าน นั่นคือ จะต้องกำหนดได้ว่า ตนเองจะอ่านสิ่งนั้นได้เข้าใจหรือไม่ สิ่งที่อ่านจะมีความยากง่ายเพียงใด

2) การวางแผนการอ่าน (Planning) หมายถึง การที่ผู้อ่านจะต้องวางแผนก่อนการอ่าน และเลือกกลวิธีที่จะใช้ในการอ่าน

3) การกำกับการอ่าน (Monitoring) หมายถึง การที่ผู้อ่านจะต้องทำการอ่านตามการวางแผนที่จนเองได้วางไว้จนบรรลุความต้องการ

4) การประเมินการอ่าน (Evaluation) หมายถึง การตรวจสอบผลจากการอ่านว่าเป็นอย่างไร บรรลุผลตามความต้องการหรือไม่ ควรแก้ไขการอ่านอย่างไร

บราวน์ และ พาลินซาร์ (Brown and Palincsar, 1982: 1-7) ได้รวบรวมและจำแนกขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านใหม่ ดังนี้

1) การวางแผนการอ่าน (Planning) ประกอบด้วย

1.1) การใช้ตัวชี้นำ (Advance organizers) เป็นการอ่านเพื่อค้นหาใจความสำคัญ และมโนทัศน์ของเนื้อหาที่จะเรียนล่วงหน้า มักจะทำด้วยการอ่านบทอ่านคร่าวๆ เพื่อหาหลักการจัดระบบเนื้อหา

1.2) การมุ่งความสนใจกับสิ่งที่อ่าน (Directed attention) เป็นการกำหนดล่วงหน้าว่าจะใส่ใจกับสิ่งที่ต้องการได้จากการอ่าน โดยไม่สนใจเรื่องอื่นที่สอดแทรก

1.3) การวางแผนใช้สิ่งที่จะเป็นประโยชน์กับการอ่าน (Functional planning) เป็นการวางแผน และกำหนดองค์ประกอบทางภาษาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำความเข้าใจสิ่งที่อ่าน

1.4) การเลือกใส่ใจเฉพาะสิ่งที่สำคัญของบทอ่าน (Selective attention) เป็นการกำหนดล่วงหน้าที่จะใส่ใจเฉพาะประเด็นที่สำคัญของบทอ่าน มักจะกระทำด้วยการเลือกจับประเด็นของคำ มโนทัศน์ และตัวบ่งชี้ทางภาษาศาสตร์ที่สำคัญ

1.5) การเตรียมตัวอ่าน (Self-management) เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ช่วยให้ตนเองอ่านได้ดีที่สุด

2) การกำกับการอ่าน (Monitoring) ประกอบด้วย การควบคุมการอ่านของตนระหว่างที่อ่าน ให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างเหมาะสม

3) การประเมินการอ่าน (Evaluation) ประกอบด้วย การประเมินการอ่านของตน โดยการตรวจสอบผลของการอ่านของตนเปรียบเทียบกับผลการอ่านที่ถูกต้อง

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1985: 372-397) ได้เสนอแนวคิดไว้ในทฤษฎีความรู้ความคิดว่า กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน เป็นกระบวนการใช้ความรู้ความคิดอย่างหนึ่ง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) การวางแผนการอ่าน เป็นกระบวนการในการแก้ไขความขัดแย้ง ซึ่งแสดงเป็นประโยคเงื่อนไข (Conditional (if) clause) ในระบบการรับภาษา การวางแผนการอ่านเป็นกลวิธีของการควบคุมและตรวจสอบการเรียนรู้ โดยเกี่ยวข้องกับการรับและการใช้ภาษา

2) การเลือกให้ความสนใจกับสิ่งที่อ่าน (Selected attention) เป็นส่วนสำคัญของกระบวนการรับรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างการอ่าน การฝึกเลือกกลวิธีที่ใช้กับการอ่าน ไม่ว่าจะเป็น วลี หรือ บริบทที่สำคัญ หรือจะเป็นสิ่งที่เอื้ออำนวยต่อการอ่านของผู้อ่าน

3) การกำกับและควบคุมการอ่าน (Monitoring) เป็นการสนองตอบต่อการวางแผนเพื่อที่จะอ่านให้ได้ตามกระบวนการที่ตนเองได้วางแผนไว้

จากขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน ที่มีนักการศึกษาได้เสนอไว้ข้างต้น สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน ของข้อมูลที่ศึกษาได้จากนักการศึกษา

นักการศึกษา	ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน
บราวน์ และคณะ	1) การทำนายเกี่ยวสิ่งที่จะอ่าน (Predicting)
	2) การวางแผนการอ่าน (Planning
	3) การกำกับการอ่าน (Monitoring)
	4) การประเมินการอ่าน (Evaluation)
บราวน์ และ พาลินซาร์	1) การวางแผนการอ่าน (Planning)
	2) การกำกับการอ่าน (Monitoring)
	3) การประเมินการอ่าน (Evaluation)
แอนเดอร์สัน	1) การวางแผนการอ่าน (Planning)
	2) การเลือกให้ความสนใจกับสิ่งที่อ่าน (Selected attention)
	3) การกำกับและควบคุมการอ่าน (Monitoring)

โดยสรุปแล้วขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านที่มีผู้เชี่ยวชาญและนักการศึกษาได้เสนอไว้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลจากการอ่าน เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการอ่าน เพื่อให้ผู้อ่านได้ทราบถึงสิ่งที่ผู้อ่านจะต้องศึกษา และทำการอ่านได้อย่างมีวัตถุประสงค์ และสามารถเน้นถึงข้อความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ผู้อ่านจะต้องศึกษาได้

2) การวางแผนการอ่าน เป็นการย้ำเตือนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการอ่าน และรู้จักเลือกวิธีการในการอ่านว่าควรอ่านอย่างไร ได้แก่ การอ่านซ้ำ การย่อ การอ่านข้ามคำ การทำสัญลักษณ์ การสร้างตาราง การขีดเส้นใต้ การจัดจำแนกประเภท การตัดออก การแบ่งเป็นส่วน การทำนาย การแปลความ การหาใจความสำคัญ การทดสอบความเข้าใจ การชี้บ่งแบบการเขียนของสิ่งที่อ่าน การลำดับเหตุการณ์ การหาความสัมพันธ์ การเชื่อมความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เป็นต้น พร้อมทั้งรู้จักเลือกนำเอาความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่อ่านมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่านให้มีความเข้าใจเรื่องที่อ่านได้ดีขึ้น

3) การกำกับการอ่าน เป็นการกำหนดให้ผู้อ่านอ่านตามวิธีการที่ตนเองได้วางไว้ตามลำดับขั้นตอน โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของการอ่านไว้ในใจเสมอ

4) การประเมินการอ่าน เป็นการตรวจสอบผลจากการอ่าน การวางแผนการอ่าน และการกำกับการอ่าน ว่าเป็นไปอย่างถูกต้อง ครบถ้วนหรือไม่ พร้อมทั้งรู้จักแก้ไขและเลือกวิธีการใหม่ที่ถูกต้องต่อไป

2.2 กลวิธีเมตาคอนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชันที่มีนักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษา และให้แนวทางไว้ จึงมีผู้ที่สนใจศึกษาและพัฒนา เป็นกลวิธีที่มีผู้นำมาใช้ในการพัฒนาเมตาคอคนิชันของผู้เรียน คือ กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งมีพื้นฐานมาจากการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะต่างๆ ดังนั้น การศึกษาการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ควรมีการศึกษาถึง ความหมายและขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่กลวิธีเมตาคอคนิชันในแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.2.1 ความหมายและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนส่วนใหญ่ต้องพบอยู่เสมอ โดยการที่ผู้เรียนจะประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงความหมายและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตามที่นักการศึกษาได้อธิบายไว้ ดังนี้

เบลิคอฟ (Belikov, 1989: 20 อ้างถึงใน นิพนธ์ นิลคง. 2541) ได้กล่าวว่า “โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นโจทย์ปัญหาที่ประกอบด้วยปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่มีปริมาณทางฟิสิกส์บางปริมาณที่ทราบค่าและปริมาณที่ไม่ทราบค่า”

ลัมส์เดน (Lumsdaine, 1995: 1-8) .ได้ให้ความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาว่า “การแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การค้นพบการจัดการกับวิกฤตการและทำการแยกส่วนวิเคราะห์คำหรือข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหา”

ทอร์แรนซ์ (Torrance, cite in Meador, 1994: 69-81) ได้กล่าวว่า “การแก้โจทย์ปัญหาเป็นกระบวนการของการตระหนักในปัญหา การแยกแยะข้อมูล ความคิดที่เป็นรูปแบบ การตรวจสอบสมมติฐาน การทดสอบ การปรับปรุงสมมติฐาน และการสื่อสารที่เป็นเหตุเป็นผล”

นอกจากนี้ เบลิคอฟ ได้เสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่อยู่ในโจทย์ปัญหา การตีความและทำความเข้าใจโจทย์ วิเคราะห์ และแปลความ หลังจากนั้นจึงพิจารณาถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 2 เป็นการเลือกใช้ทฤษฎีและหลักการตามข้อมูลในโจทย์ ด้วยการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนดหรือเลือกใช้ความสัมพันธ์ตามนิยาม หลักการและทฤษฎีที่เคยเรียนมา

ขั้นที่ 3 เป็นการใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาแทนปริมาณในนิยาม หลักการ และทฤษฎีทางฟิสิกส์ด้วยการแทนค่าปริมาณต่างๆ ในรูปของตัวแปรตามความสัมพันธ์ที่ได้ ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 เป็นการคิดคำนวณและวิเคราะห์คำตอบของโจทย์ ด้วยการคิดคำนวณแก้สมการหาคำตอบและประมาณค่าคำตอบที่ได้

ขั้นที่ 5 เป็นการตอบโดยสรุปคำตอบที่ได้ตามความหมายที่โจทย์ต้องการ

โดยสรุปแล้ว กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลในโจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญ ภายในขอบเขตจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และสามารถเลือกปัญหาที่สำคัญได้

2) การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การเลือกนำทฤษฎี และหลักการที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลในโจทย์ที่กำหนดมาให้

3) การแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาแทนค่าลงในปริมาณของนิยาม หลักการ หรือทฤษฎี ที่เป็นตัวแปรให้ถูกต้อง แล้วทำการแก้สมการเพื่อให้ได้คำตอบ

4) การสรุปคำตอบ หมายถึง การจัดการกับผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาให้ตรงกับความหมายของสิ่งที่โจทย์ต้องการ

2.2.2 ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า มีผู้เชี่ยวชาญและนักการศึกษาหลายท่านที่ได้มีการสร้างเป็นกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

เบเยอร์ (Beyer, 1987: 192-196) ได้สรุปกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

1) การวางแผนแก้ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา เพื่อพิจารณาหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการ โดยการใช้ประสบการณ์เดิมของผู้แก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วย

1.1) กำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการพิจารณาสิ่งที่โจทย์ต้องการ ข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ และเลือกข้อมูลที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา

1.2) เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

1.3) เรียงลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

1.4) คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

1.5) คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้

1.6) ประมาณคำตอบของโจทย์ปัญหา

2) การกำกับการแก้ปัญหา (Monitoring) เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

2.1) กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการตระหนักถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการภายในใจอยู่ตลอดเวลา

2.2) กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง ได้แก่

2.2.1) รู้แก้ปัญหาในเป้าหมายย่อยได้สำเร็จ

2.2.2) ตัดสินใจไปสู่วิธีการหรือขั้นตอนต่อไป

2.2.3) เลือกวิธีการหรือขั้นตอนต่อไปได้อย่างเหมาะสม

2.2.4) รู้ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

2.2.5) มีวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

3) การประเมินการแก้ปัญหา (Assessing) เป็นการมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

3.1) ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้แก้โจทย์ปัญหาแล้ว ผู้แก้โจทย์ปัญหาสามารถบรรลุเป้าหมายของการแก้ปัญหานั้นๆ ตามที่ได้วางแผนไว้หรือไม่

3.2) พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา

3.3) ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ โดยย้อนกลับไปตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนว่าเป็นไปตามที่ตนเองวางแผนอย่างถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด และปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

สมบัติ โพธิ์ทอง (2539: 44-45); จรุง ขำพงศ์ (2542: 20) และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 164-166) ได้สรุปขั้นตอนในกลวิธีเมตาคอคนิชัน ตามแนวคิดของ เบเยอร์ (Beyer, 1987) ไว้ 3 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นการวางแผน ประกอบด้วย

1.1) วิเคราะห์เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

1.1.1) บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

1.1.2) บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

1.1.3) บอกคำและข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหา

1.1.4) บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

1.2) เลือกกลวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ ดังนี้

1.2.1) กลวิธีเดาและตรวจสอบ (guess and test)

1.2.2) กลวิธีการวาดภาพ (draw a picture)

1.2.3) กลวิธีสร้างตาราง (make a table)

1.2.4) กลวิธีการสร้างรายการ (make a list)

1.2.5) กลวิธีเขียนแผนภาพ (draw a diagram)

1.2.6) กลวิธีใช้การใช้เหตุผล (use reasoning)

1.2.7) กลวิธีค้นหาแบบแผน (look for a pattern)

1.2.8) กลวิธีแก้ปัญหาที่ง่ายขึ้นกว่าเดิม (solve a simple problem)

1.2.9) กลวิธีทำย้อนกลับ (work backward)

1.3) เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้

2) ขั้นการกำกับ

2.1) กำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

2.2) กำกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

3) ขั้นการประเมิน

3.1) ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย

3.2) ตรวจสอบคำตอบที่ได้

3.3) ตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

3.4) บอกปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะแก้โจทย์ปัญหา

จากกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว เมื่อนำมาพิจารณาประกอบการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ จึงควรจะมีการปรับปรุงขั้นตอนต่างๆ ให้เหมาะสม ดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

1.1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

1.2) บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

1.3) สร้างตัวแทนของปัญหา

1.4) ระบุคำและข้อความสำคัญ

1.5) บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2) ขั้นการวางแผน ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

2.1) เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.2) เรียงลำดับขั้นตอนตามหลักการหรือกลวิธีที่ได้เลือกไว้

3) การกำกับและควบคุม (Monitoring) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

3.1) การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

3.2) กำกับวิธีการต่างๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

4) การฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้ (Assessing)

4.1) ตรวจสอบคำตอบ

4.2) ตรวจสอบการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3) ตรวจสอบการวางแผน

4.4) ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ

2.3 การวัดเมตาคอคนิชัน

เมตาคอคนิชัน เป็นกลวิธีการคิดที่เป็นระบบอยู่ในความคิดของมนุษย์ ซึ่งเป็นการยากที่จะวัดโดยการให้ผู้ถูกวัดเขียนออกมาในลักษณะการบรรยาย หรือแสดงวิธีทำ Garner (1988: 63-74) กล่าวถึงการศึกษากระบวนการคิด (เมตาคอคนิชัน) และกิจกรรมที่เกี่ยวกับการคิดไว้ว่า ในการตรวจสอบกลวิธีการคิด ต้องใช้การกระตุ้นจากภายนอก ได้แก่ การสัมภาษณ์ (interview) และการคิดออกเสียง (think aloud) ซึ่งเป็นวิธีการรายงานโดยใช้ถ้อยคำ (verbal report method)

2.3.1 **การสัมภาษณ์ (interview techniques)** เป็นการใช้คำถามเพื่อให้ผู้ตอบพูดทบทวนความคิด (retrospective verbalization) หลังจากที่ได้ทำงานไปแล้ว โดยผู้ถูกสัมภาษณ์อาจไม่ได้เตรียมลำดับความคิดมาล่วงหน้า

2.3.2 **กระบวนการคิดออกเสียง (Think aloud procedures)** เป็นการรายงานความคิดของผู้รายงาน ซึ่งได้ลำดับขั้นตอนในการคิดของตนเองตามความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ แล้วถ่ายทอดเป็นคำพูดออกมา ทำให้ผู้ฟังสามารถตรวจสอบระบบการคิดได้อย่างดี

กระบวนการคิดออกเสียง เป็นวิธีหนึ่งของการรายงานความคิดด้วยถ้อยคำ (verbal report) ซึ่งจะนำไปสู่ การวิเคราะห์ การประมวลผลข้อมูล โดยลักษณะสำคัญของกระบวนการนี้ คือ ผู้แก้ปัญหาสามารถรายงานสิ่งที่อยู่ในความจำระยะสั้นเท่านั้น แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ

1) รายงานเป็นคำพูดโดยตรง (direct verbalization) เป็นการรายงานข้อความที่มีรหัสถ้อยคำอยู่ในความจำระยะสั้นแล้ว ผู้แก้ปัญหาจะรายงานออกมาตามที่คิดได้เลย และการรายงานความคิดอาจทำได้ 2 แบบ คือ

1.1) การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดในขณะกำลังทำงาน (Concurrent protocol) หรือกำลังแก้ปัญหา โดยมีการบันทึกเสียงการรายงานไว้ แล้วถอดเทปออกมาใส่รหัสข้อความคำพูดที่ได้ จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์

1.2) การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดหลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว (Retrospective protocol) เป็นการลดการรบกวนสมาธิในการทำงาน ที่อาจเกิดขึ้นในแบบที่ 1 และเป็นการให้ผู้แก้ปัญหาได้รวบรวมความคิดรวบยอดเกี่ยวกับงานที่ทำ หรือปัญหาที่แก้ แต่สิ่งที่ต้องระวังในแบบที่ 2 นี้ คือ การรายงานความคิดที่อาจไม่มีในขณะแก้ปัญหา

2) การใส่รหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้น (recording the content of short term memory) ข้อความที่จะรายงานนั้น ยังไม่มีการใส่รหัสไว้ในความจำระยะสั้น ดังนั้น ก่อนการรายงาน ผู้แก้ปัญหาจึงต้องใช้เวลาในการบันทึกข้อมูลเป็นรหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้นก่อนแล้วจึงรายงานออกมา ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาในการรายงานความคิดโดยไม่พูดออกมาได้อย่างรวดเร็วเหมือนในลักษณะที่ 1 แต่จะใช้ได้กับกระบวนการคิดที่สูงกว่าการคิดโดยทั่วไป

3) การอธิบาย (explanation) เป็นการรายงานด้วยถ้อยคำ ที่ใช้กระบวนการขั้นสูงขึ้นไปกว่าลักษณะที่ 2 ซึ่งเกิดจากการถามให้ผู้แก้ปัญหาได้อธิบายความคิดของเขา ทำให้ต้องใช้ทั้งความคิดและการสังเคราะห์เพื่ออธิบาย และใช้เวลาในการอธิบายความคิดเพิ่มมากขึ้นด้วย

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในประเทศไทย จะพบในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ ซึ่งยังไม่พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีเพียงงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาที่สอดคล้องและมีความสัมพันธ์กันกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของนักเรียน ดังงานวิจัยต่อไปนี้

ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและเมตาคอคนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญและไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนผู้ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 25 คน และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 25 คน นักเรียนผู้ไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 25 คน และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบวัดความรู้เฉพาะด้าน แบบสอบวัดกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามเมตาคอคนิชัน ใช้วิธีการสอบวัดเป็นรายบุคคล โดยการสัมภาษณ์และวิธีการคิดออกเสียง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนผู้ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีคะแนนในตัวแปรทั้ง 3 ด้าน สูงกว่านักเรียนผู้ไม่ชำนาญในระดับชั้นเดียวกัน และนักเรียนที่เรียนในระดับชั้นที่สูงกว่ามีคะแนนในตัวแปรทั้ง 3 ด้าน สูงกว่านักเรียนที่เรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า ตัวแปรทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านแรก คือความรู้เฉพาะด้านทั้งในด้านความคิดรวบยอดและด้านการดำเนินการ ด้านสอง คือ กระบวนการในการคิดแก้ปัญหาในด้านการทำความเข้าใจปัญหา และด้านที่สาม ความรู้ในเมตาคอคนิชัน ด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธี

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิผลของรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอคนิชันในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแบบโดยตรง กับ แบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอน วิธีวิจัยแบ่งออกเป็นสองขั้นตอน ขั้นตอนเป็นการพัฒนารูปแบบการฝึกและเอกสารประกอบการฝึกทั้งสองรูปแบบ ขั้นตอนที่สองเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิผลของรูปแบบทั้งสอง ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้รูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอคนิชันในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจสองรูปแบบ คือ รูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์แบบโดยตรง และรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์แบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอน 2) นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยด้านความตระหนักรู้ในยุทธศาสตร์การเรียน

รู้เมตาคอคนิชันในการอ่าน และด้านความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษหลังการฝึกสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดทั้งสามเกณฑ์ 3) คะแนนของประชากรที่ฝึกด้วยรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอคนิชันในการอ่านแบบโดยตรงสูงกว่าคะแนนของประชากรที่ฝึกด้วยรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอคนิชันในการอ่านแบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอน

ณัฏฐี เจริญเกียรติบวร (2538) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคอคนิชัน กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร โดยใช้ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 640 คน ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่ามัชฌิมเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และสหสัมพันธ์พหุคูณ ผลการวิจัยพบว่า
1) ตัวอย่างประชากรมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด 2) พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 3) ความตระหนักในเมตาคอคนิชัน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 4) พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความตระหนักในเมตาคอคนิชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 5) พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน และความตระหนักในเมตาคอคนิชันมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สมบัติ โพธิ์ทอง (2539) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โดยใช้เมตาคอคนิชัน โดยใช้ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบชนิดอัตนัย ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ขั้นฝึกเมตาคอคนิชันร่วมกับเทคนิคการคิดเสียงดัง ใช้เวลาในการฝึก 8 วัน วันละ 40 นาที และขั้นนำเมตาคอคนิชันมาใช้สอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ใช้เวลาสอน 18 วัน วันละ 40 นาที ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอคนิชัน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สมจิตร์ ทรัพยะอัประไมย (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชันที่มีต่อเมตาคอคนิชัน และสัมฤทธิผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการศึกษานำร่องเพื่อปรับปรุงรูปแบบการพัฒนาเมตาคอคนิชัน ส่วนระยะที่สองเป็นการทดลองใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชัน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 46 คน กลุ่มทดลองฝึกด้วยรูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชัน และทำแบบฝึกหัดวันละ 45-50 นาที ทุกวัน เป็นเวลา 16 วัน กลุ่มควบคุมทำแบบฝึกหัดเช่นเดียวกับกลุ่มทดลองแต่ไม่ได้ฝึกเมตาคอคนิชัน และไม่ได้รับผลป้อนกลับ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นมาตรวัดเมตาคอคนิชัน การสัมภาษณ์ การคิดออกเสียง การสังเกต และการทดสอบ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเมตาคอคนิชันทั้งในงานด้านการอ่านตำรา และในงานด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในระยะหลังการทดลอง

จรุง ขำพงศ์ (2542) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านไร่พิทยาคม จังหวัดสุโขทัย จำนวน 65 คน ในปีการศึกษา 2542 ผู้วิจัยดำเนินการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันกับตัวอยางประชากร แล้วทดสอบด้วยแบบสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการเรียนการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันสูงกว่าก่อนการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นวรัตน์ หัสดี (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการฝึกใช้เมตาคอคนิชันเพื่อกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนของนักเรียนโครงการการศึกษาพิเศษ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย โดยมีตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนโครงการการศึกษาพิเศษ ปีการศึกษา 2544 จำนวน 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดการกำกับและควบคุมตนเอง แบบสังเกตพฤติกรรม บทเรียนการฝึก

เมตาคอคนิชัน แบบฝึกอ่าน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การแสดงกราฟ และเขียนบรรยายพัฒนาการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกเมตาคอคนิชันมีคะแนนการกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

สแวนสัน (Swanson, 1990) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความเกี่ยวข้องของความรู้ในเมตาคอคนิชันกับความถนัดในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพิสูจน์ว่า ความถนัดทั่วไปกับความรู้ในเมตาคอคนิชันเป็นอิสระจากกัน สมมติฐาน 2 ประการ คือ 1) คนที่มีความถนัดทั่วไปต่ำ แต่มีเมตาคอคนิชันสูง จะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีพอๆ กับคนที่มีความถนัดทั่วไปสูง 2) ข้อดีของระบบกระบวนการที่มีอยู่ในเมตาคอคนิชันจะสัมพันธ์กับการเลือกใช้กระบวนทางจิตเฉพาะอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามความถนัดคือ Cognitive Abilities Test (CAT) ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามระดับเมตาคอคนิชันคือ เครื่องมือวัดเมตาคอคนิชันในการแก้ปัญหาทั่วไป ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Kreutzer และคณะ การทำแบบสอบวัดเมตาคอคนิชัน กระทำโดยการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล และได้นำคำตอบที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาจัดเป็น 5 ระดับ ตามการตระหนักรู้ในเมตาคอคนิชัน แบบวัดการแก้ปัญหามี 2 ชนิด คือ Pendulum task และ Combination task ตัวแปรตามที่วัด คือ จำนวนครั้งที่พยายามแก้ปัญหาและเวลาทั้งหมดที่ใช้ไปในการแก้ปัญหา ระหว่างแก้ปัญหา ให้กลุ่มตัวอย่างคิดออกเสียง โดยมีการบันทึกเสียงสิ่งที่คิดออกเสียงเพื่อใช้ตัดสินสิ่งที่คิดออกเสียงนั้น จัดอยู่ในองค์ประกอบใดของการแก้ปัญหา จาก 24 องค์ประกอบ จากนั้นจัดกลุ่มองค์ประกอบต่างๆ ออกเป็น 6 กลุ่มตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่มีความถนัดต่ำแต่มีความรู้ในเมตาคอคนิชันสูง สามารถแก้ปัญหาได้ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่มีความถนัดสูงและมีความรู้ในเมตาคอคนิชันสูง โดยที่ทั้ง 2 กลุ่มนี้สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มที่มีความถนัดสูงแต่มีความรู้ในเมตาคอคนิชันต่ำ และกลุ่มที่มีความถนัดต่ำและมีความรู้ในเมตาคอคนิชันต่ำด้วย แสดงว่า ความรู้ในเมตาคอคนิชันมีความสำคัญมากสำหรับการแก้ปัญหา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า มีการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในวิชาต่างๆ เช่น วิชาคณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ โดยการศึกษาผลการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในการศึกษาผลการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษ พบว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการฝึกการอ่านโดยใช้

กลวิธีเมตาคอคนิชันแบบไม่อิงกับเนื้อหา มีความเข้าใจในการอ่าน และสามารถนำกลวิธีการอ่านไปใช้ในการอ่านครั้งต่อไปได้ดีขึ้น และสำหรับการศึกษาการใช้เมตาคอคนิชันในการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนที่จะสามารถแก้ปัญหาได้ดี ขึ้นอยู่กับการมีความรู้ในเมตาคอคนิชัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (quasi-experiment) มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ประชากรและตัวอย่างประชากร
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและค้นคว้าเอกสาร

1. ศึกษาข้อมูลจากตำรา เอกสาร วารสาร และงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ เกี่ยวกับทฤษฎี แนวคิด หลักการ และกฎต่างๆ เกี่ยวกับกระบวนการคิดกับการเรียนรู้ เมตาคอคนิชัน เมตาคอคนิชันกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ของการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์กับประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน การพัฒนาเมตาคอคนิชัน
2. ศึกษาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แบบเรียน คู่มือครู และหนังสือคู่มือประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ว 306) เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) เป็นแนวทางในการสร้างแผนการเรียนรู้
3. ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ วิธีการสร้างแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และศึกษาวิธีการวัดและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
4. ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ วิธีการสร้างแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และศึกษาวิธีการวัดและประเมินผลการพัฒนาเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
5. ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ และวิธีการสร้างแบบวัดเมตาคอคนิชัน และศึกษาวิธีการวัดและประเมินผลการพัฒนาเมตาคอคนิชัน

ประชากร และตัวอย่างประชากร

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย

ตัวอย่างประชากร

ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เนื่องจากมีการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์มากกว่าระดับชั้นอื่น ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม โดยดำเนินการสุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

1. การเลือกโรงเรียน ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกโรงเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1.1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เป็นโรงเรียนที่นักเรียนมีระดับความสามารถและองค์ประกอบต่างๆ ไม่แตกต่างไปจากโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยทั่วไป

1.2 ครูในโรงเรียน ผู้ปกครอง และผู้บริหาร ในโรงเรียนให้การสนับสนุน และความร่วมมือเป็นอย่างดี

1.3 มีนักเรียนที่เป็นเพศชาย และเพศหญิง ในอัตราส่วนใกล้เคียงกัน

2. การสุ่มห้องเข้ากลุ่มทดลอง ผู้วิจัยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 305) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 7 ห้องเรียน แล้วทำการเลือกมา 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 30 คน รวมแล้ว 60 คน โดยวิธีการดังนี้

2.1 เลือกห้องเรียนที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) ของผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 305) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ที่ใกล้เคียงกัน พบว่า

1) นักเรียนห้องมัธยมศึกษาปีที่ 3/6 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) เท่ากับ 2.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 1.24

2) นักเรียนห้องมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) เท่ากับ 2.90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 1.21

2.2 ทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 305) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของนักเรียนทั้งสองห้อง โดยการทดสอบค่าที ($t-test$) พบว่าค่าที ($t-test$) เท่ากับ 0.736 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้อง มีค่ามัชฌิมเลขคณิตของผล

สัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 305) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้น ตัวอย่างประชากรนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกัน

2.3 เมื่อได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองห้องแล้ว จึงทำการสุ่มด้วยวิธีจับสลาก ได้ผลดังนี้ นักเรียนห้องมัธยมศึกษาปีที่ 3/6 เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนห้องมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 เป็นกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองมีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ส่วนกลุ่มควบคุมมีการเรียนการสอนแบบปกติ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร แบ่งเป็น 2 ชุด คือ แผนการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม

รายละเอียดของการสร้างเครื่องมือ มีดังนี้

1. แผนการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ผู้วิจัยสร้างแผนการเรียนรู้โดยดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น

1.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการเรียนรู้ จากคู่มือครู และแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร

1.3 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน จากเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร

1.4 ศึกษาแบบการฝึกใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ได้แก่ การฝึกแบบโดยตรง และการฝึกแบบสอดแทรกในเนื้อหา

1.5 เขียนแผนการเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหา และส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน

1.6 นำแผนการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ และพิจารณาให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและพิจารณาด้านความตรงตามจุดประสงค์ และด้านความตรงตามเนื้อหาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) พร้อมทั้งความเหมาะสมในการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 2 กลวิธีเมตาคอคนิชันที่ใช้ในแผนการเรียนรู้ เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร โดยใช้ตามหัวข้อในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306) พร้อมทั้งเกณฑ์การเลือกใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน

แผนการเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวน (คาบ)	กลวิธีเมตาคอคนิชัน	เกณฑ์การเลือกใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน
1	วิวัฒนาการของการขนส่งและการขนส่งทางบก	2	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่าน และมีการทดลอง
2	การขนส่งทางน้ำ	1	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่าน และมีการทดลอง
3	การขนส่งทางอากาศ	2	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่าน และมีการทดลอง
4	รอก	2	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่าน และมีการทดลอง
5	รอกเดี่ยวและการคำนวณ	1	การอ่าน และการแก้โจทย์ปัญหา	เนื้อหาเป็นการคำนวณ และการนำไปใช้ประโยชน์
6	รอกพวงระบบที่ 1 ถึง 3 และการคำนวณ	2	การอ่าน และการแก้โจทย์ปัญหา	เนื้อหาเป็นการคำนวณ และการนำไปใช้ประโยชน์
7	คานและโมเมนต์	2	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่าน และมีการทดลอง
8	คานและการคำนวณ	2	การอ่าน และการแก้โจทย์ปัญหา	เนื้อหาเป็นการคำนวณ และการนำไปใช้ประโยชน์
9	พื้นเอียงและหลักการของงาน	2	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่าน และมีการทดลอง
10	พื้นเอียงและการคำนวณ	2	การอ่าน และการแก้โจทย์ปัญหา	เนื้อหาเป็นการคำนวณ และการนำไปใช้ประโยชน์
11	ล้อและเพลา และการคำนวณ	2	การอ่าน และการแก้โจทย์ปัญหา	เนื้อหาเป็นการคำนวณ และการนำไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แผนการเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวน (คาบ)	กลวิธีเมตาคอคนิชัน	เกณฑ์การเลือกใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน
12	ลิ่ม และการคำนวณ	2	การอ่าน และการแก้โจทย์ปัญหา	เนื้อหาเป็นการคำนวณ และการนำไปใช้ประโยชน์
13	สกรู และการคำนวณ	2	การอ่าน และการแก้โจทย์ปัญหา	เนื้อหาเป็นการคำนวณ และการนำไปใช้ประโยชน์
14	เครื่องยนต์แก๊สโซลีน	3	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่าน และมีการทดลอง
15	เครื่องยนต์ดีเซล	1	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่าน และมีการทดลอง
16	ความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ	3	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่าน และมีการทดลอง
17	วิวัฒนาการของการสื่อสาร และ การใช้เสียงในการสื่อสาร	2	การอ่าน และการทดลอง	เนื้อหาเป็นบทอ่าน และมีการทดลอง
18	โทรเลขและโทรพิมพ์	2	การอ่าน	เนื้อหาเป็นบทอ่าน
19	วิทยุ	2	การอ่าน	เนื้อหาเป็นบทอ่าน
20	โทรทัศน์	1	การอ่าน	เนื้อหาเป็นบทอ่าน
21	โทรศัพท์	1	การอ่าน	เนื้อหาเป็นบทอ่าน
22	การขนส่งและการสื่อสารช่วยพัฒนาสังคมและประเทศชาติอย่างไร	1	การอ่าน	เนื้อหาเป็นบทอ่าน

1.8 นำแผนการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมอีกครั้ง

1.9 นำแผนการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการเรียนรู้แล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงแผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก)

2. แผนการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์แบบปกติ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนเช่นเดียวกับแผนการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน และเป็นแผนการเรียนรู้ที่เน้นวิธีการเรียนการสอนแบบสืบสอบ แต่ไม่ต้องใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล มี 3 ชุด ดังนี้

1. แบบสอบความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ (ว 306) เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร
2. แบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
3. แบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอน ดังนี้

1. แบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร ใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Pretest-Posttest) โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวกับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

1.2 ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบแบบอัตนัย

1.3 ศึกษาข้อมูลจากหนังสือเรียน แบบเรียน คู่มือครู ที่มีเนื้อหาที่ต้องใช้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่เหมาะสมและถูกต้องตามจุดประสงค์รายวิชา

1.4 วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร

1.5 สร้างแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยสร้างเป็นแบบอัตนัย 6 ข้อ ตามการวิเคราะห์ โดยแบ่งเป็น 6 เรื่อง คือ รอก คาน พื้นเอียง ล้อและเพลา ลิ่ม และสกรู อย่างละ 1 เรื่อง และกำหนดให้แสดงวิธีทำพร้อมทั้งวาดรูปประกอบ (รายละเอียดปรากฏอยู่ในภาคผนวก)

1.6 เกณฑ์การให้คะแนนในแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1) วาดรูปประกอบการคำนวณได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ ให้ 1 คะแนน

2) แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและมีขั้นตอนที่สมบูรณ์ ให้ 3 คะแนน

3) แสดงคำตอบที่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

1.7 นำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเพื่อแก้ไขและปรับปรุง แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องในการใช้ภาษา และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเกณฑ์ในการตรวจแบบสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และข้อมูลที่ผู้วิจัยปรับปรุงของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

ข้อมูลที่ได้จากข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ	สิ่งที่ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไข
1. ควรกำหนดให้นักเรียนวาดรูปประกอบทุกข้อ	1. เพิ่มข้อความ (วาดรูปประกอบ) ในโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ แต่ละข้อ
2. ควรเรียบเรียงโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์บางข้อ ที่มีคำถามไม่ชัดเจน	2. เรียบเรียงโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ข้อนั้นใหม่ ให้มีการใช้คำถามที่ชัดเจนขึ้น
3. ควรตัดข้อความที่ไม่จำเป็นและทำให้เกิดความสับสนในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ออก	3. ตัดข้อความที่ไม่จำเป็นออก เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
4. ควรเพิ่มคำหรือข้อความที่จะทำให้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์มีความสมบูรณ์	4. เพิ่มคำหรือข้อความที่ทำให้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.8 นำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมของแบบสอบอีกครั้ง

1.9 นำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ ครั้งที่ 1 กับกลุ่มนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 1 เนื่องจากเคยมีการเรียนวิทยาศาสตร์ ว 306 แล้ว ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 เพื่อหาข้อบกพร่องของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค โดยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้คือ มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป พร้อมทั้งหาค่าความยากง่ายของแบบสอบให้อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจ

จำแนกให้มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ส่วนข้อสอบที่มีระดับความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกที่ไม่ถึงเกณฑ์ ผู้วิจัยได้นำมาแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสม

1.10 นำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่ได้แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ ครั้งที่ 2 กับกลุ่มนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลมาวิเคราะห์ พบว่า มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.85 พร้อมทั้งหาค่าความยากง่ายของแบบสอบทั้ง 6 ข้อ พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.34-0.63 และหาค่าอำนาจจำแนก พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.33

2. แบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการวัดเมตาคอคนิชัน ก่อนและหลังการเรียน (Pretest-Posttest) ของผู้เรียนกลุ่มทดลอง จากการทำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการเรียน ด้วยวิธีการสัมภาษณ์หลังจากให้นักเรียนพิจารณาแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่ตรวจและให้คะแนนแล้ว โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 ศึกษาการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเนื้อหาเรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร จากการทดลองใช้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.3 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามเชิงสัมภาษณ์

2.4 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5 สร้างแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ให้ครอบคลุมการใช้เมตาคอคนิชันทั้ง 4 ขั้น ได้แก่ การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา การกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมิน โดยสร้างเป็นแบบสอบถามเชิงสัมภาษณ์ จำนวน 8 ข้อ แยกตามการใช้เมตาคอคนิชัน (รายละเอียดปรากฏอยู่ในภาคผนวก ข)

2.6 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนจากแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ตอบคำถามได้ครบตามขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และบอกเหตุผลในการตอบได้อย่างสอดคล้องกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ให้ 2 คะแนน

ตอบคำถามได้ครบตามขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ แต่บอกเหตุผลในการตอบไม่สอดคล้องกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ให้ 1 คะแนน

ตอบคำถามได้ไม่ครบตามขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และบอกเหตุผลในการตอบได้อย่างสอดคล้องกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ให้ 1 คะแนน

ตอบคำถามไม่ได้ หรือไม่สอดคล้องกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ให้ 0 คะแนน

2.7 นำแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุง และทดลองใช้กับนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูง จำนวน 5 คน ซึ่งไม่ใช่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความครอบคลุมของเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.8 นำแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเกณฑ์การตรวจแบบวัด เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ผลการตรวจสอบแบบวัดของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และข้อมูลที่ผู้วิจัยปรับปรุงของแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

ข้อมูลที่ได้จากข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ	สิ่งที่ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไข
1. ควรใช้คำถามในการสัมภาษณ์ว่า “ทำไม”	1. เพิ่มข้อความ “ทำไม” ในแบบวัดเมตาคอคนิชันในข้อ 1 และ 2
2. ควรสัมภาษณ์นักเรียนโดยใช้แบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งให้นักเรียนดูแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ด้วย	2. ขณะทำการสัมภาษณ์โดยใช้แบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนดูแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจแล้วของนักเรียนแต่ละคน ประกอบการสัมภาษณ์

2.9 นำแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่แก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมของแบบสอบอีกครั้ง

3. แบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง เป็นการวัดเมตาคอคนิชันในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในเอกสารแบบวัด ก่อนและหลังการเรียน โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ ซึ่งกำหนดให้นักเรียนอ่านโจทย์ในแบบวัดทีละข้อ พร้อมกับทำการบันทึกเทปในแบบวัดข้อที่ 1-2 (วัดเมตาคอคนิชันในการอ่าน) และบันทึกวีดิทัศน์ ในแบบวัดข้อที่ 3 (วัดเมตาคอคนิชันในการทดลอง) โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาการใช้เมตาคอคนิชันในการอ่าน และการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทั่วไป โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดเมตาคอคนิชัน จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ

3.3 สร้างแบบวัดเมตาคอคนิชัน ให้ครอบคลุมการใช้เมตาคอคนิชัน ทั้ง 4 ขั้น ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูล การวางแผน การกำกับและควบคุมตนเอง การประเมิน (รายละเอียดปรากฏอยู่ในภาคผนวก ข) โดยสร้างเป็นแบบสอบถามเชิงสัมภาษณ์ จำนวน 2 ข้อ และแบบสังเกต 1 ข้อ สร้างเกณฑ์การให้คะแนนจากแบบวัดเมตาคอคนิชัน จากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ คือ การให้คะแนนในระดับ 0-2 โดยพิจารณาจากเหตุผลในการสนับสนุนคำตอบของนักเรียน ถ้าเป็นการให้เหตุผลที่เหมาะสมแสดงถึงความคิดในระดับสูง ก็ได้คะแนนมาก และลดหลั่นลงมา

3.4 นำแบบวัดเมตาคอคนิชันไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุง และทดลองใช้กับนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูง ซึ่งไม่ใช่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความครอบคลุมของการพัฒนาเมตาคอคนิชันในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทั่วไป และปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลองกับนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูง จำนวน 5 คน

ข้อ	ลักษณะของแบบวัด	เมตาคอคนิชัน	ผลจากการสัมภาษณ์หรือสังเกต
1	แบบวัดเชิงสัมภาษณ์	การวิเคราะห์ข้อมูล	นักเรียนอ่านแบบวัดมากกว่า 1 รอบ ขีดเส้นใต้คำสำคัญ และระบุปัญหาที่โจทย์ต้องการได้อย่างชัดเจน
		การวางแผน	นักเรียนบอกขั้นตอนที่จะปฏิบัติได้อย่างชัดเจน และมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือ
2	แบบวัดเชิงสัมภาษณ์	การวิเคราะห์ข้อมูล	นักเรียนอ่านแบบวัดมากกว่า 1 รอบ ขีดเส้นใต้คำสำคัญ และระบุปัญหาที่โจทย์ต้องการได้อย่างชัดเจน
		การวางแผน	นักเรียนบอกขั้นตอนที่จะปฏิบัติได้อย่างชัดเจน และมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือ
3	แบบวัดเชิงสังเกต	การกำกับและควบคุมตนเอง	นักเรียนมีการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ในแต่ละครั้งที่ปฏิบัติจะใช้เวลาที่รวดเร็วและมีขั้นตอน
		การประเมิน	นักเรียนมีการปฏิบัติการแก้ปัญหามากกว่า 1 รอบ

3.5 นำแบบวัดเมตาคอคนิชันไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเกณฑ์การตรวจแบบวัด เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และข้อมูลที่ผู้วิจัยปรับปรุงของแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

ข้อมูลที่ได้จากข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ	สิ่งที่ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไข
1. ควรเพิ่มโจทย์ที่เน้นเนื้อหาเกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์	1. เพิ่มแบบวัดข้อ 3 ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โดยเป็นแบบที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง เพื่อวัดการกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมินตนเองด้วย
2. ควรใช้คำถามว่า “แก้ปัญหาได้อย่างไร”	2. แก้ไขและเพิ่มเติมคำถามว่า “แก้ปัญหาได้อย่างไร” ในแบบวัดข้อที่ 1 และ2
3. ควรแก้ไขข้อมูลในโจทย์ให้มีความถูกต้องตามความเป็นจริง และมีความเป็นไปได้มากที่สุด	3. แก้ไขข้อมูลในโจทย์ให้มีความถูกต้องตามความเป็นจริง และมีความเป็นไปได้มากที่สุด
4. ควรมีโจทย์ให้นักเรียนอ่านและทำการสัมภาษณ์ โดยมีการบันทึกเทปหรือวีดิทัศน์ เพื่อใช้ในการตรวจให้คะแนน	4. เมื่อให้นักเรียนอ่านแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้ปัญหาที่ไม่ใช่โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ในแต่ละข้อเสร็จ ผู้วิจัยได้บันทึกเทปหรือวีดีทัศน์ เพื่อใช้ในการตรวจให้คะแนน

3.6 นำแบบวัดเมตาคอคนิชันที่แก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมของแบบวัดอีกครั้ง

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง โดยดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการเรียนการสอน

1.1 ทำการทดสอบตัวอย่างประชากรทั้งสองกลุ่ม ก่อนการทดลอง ด้วยแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน (Pretest) เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร

โดยการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 ทำการวัดด้วยแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน (Pretest) และแบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง ฉบับก่อนเรียน (Pretest) กับตัวอย่างประชากรกลุ่มทดลอง (รายละเอียดในบทที่ 4 ผลการวิเคราะห์)

1.3 แนะนำวิธีการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน เนื้อหาสาระ และความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์กับการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนกลุ่มทดลองเข้าใจ

2. ขั้นดำเนินการเรียนการสอน

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้กับนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการเรียนการสอนตามแผนการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์แบบปกติ และนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังกล่าว กลุ่มละ 22 แผน ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาการเรียนเท่ากัน คือ 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมประมาณ 30 คาบ เวลาเรียนคาบละ 50 นาที

3. ขั้นหลังการเรียนการสอน

3.1 เมื่อสิ้นสุดระยะดำเนินการทดลองแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบด้วยแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ฉบับหลังการเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่มในช่วงเวลาเดียวกัน ใช้เวลา 60 นาที

3.2 ตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นให้นักเรียนกลุ่มทดลองเข้าสัมภาษณ์โดยใช้แบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง ฉบับหลังการเรียน (Posttest) พร้อมทั้งบันทึกเสียง และบันทึกวีดิทัศน์ เป็นรายบุคคล

3.3 ตรวจให้คะแนนเมตาคอคนิชันจากแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง

3.4 นำคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และคะแนนเมตาคอคนิชัน มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. หาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนจากแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียน แล้วประเมินผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างประชากรกลุ่มทดลอง โดยนำค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละไปเทียบกับเกณฑ์ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (กรมวิชาการ, 2533 : 24) ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์ไว้ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินผลของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (กรมวิชาการ, 2533: 24)

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ	ความหมาย
80-100	มีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก
70-79	มีความสามารถอยู่ในระดับดี
60-69	มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง
50-59	มีความสามารถอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่สุดที่กำหนดไว้
0-49	มีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

2. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ฉบับหลังเรียน (Posttest) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t-test)

3. หาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนเมตาคอคนิชันจากแบบวัดเมตาคอคนิชัน ก่อนและหลังการเรียน ที่วัดได้จากตัวอย่างประชากรที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน

4. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต ที่ได้จากคะแนนเมตาคอคนิชันในตัวอย่างประชากรกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการเรียนโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ด้วยการทดสอบค่าที (t-test)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย

1.1 หาค่าความเที่ยง โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) ของครอนบาค

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left[1-\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right]$$

เมื่อ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง

n คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$\sum S_i^2$ คือ ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนรวม

(ประคอง กรรณสูต, 2542)

1.2 หาค่าระดับความยาก ของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์จากการนำไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตร

$$P = \frac{\overline{X}_H + \overline{X}_L}{2 \times n}$$

เมื่อ P คือ ค่าระดับความยากของแบบสอบ

$\overline{X}_H$ คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบสอบในกลุ่มที่ได้คะแนนสูง

$\overline{X}_L$ คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบสอบในกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ

n คือ คะแนนเต็มของแบบสอบแต่ละข้อ

(อุทุมพร จามรมาน, 2535: 60-67)

1.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร

$$r = \frac{\overline{X}_H - \overline{X}_L}{2 \times n}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนก

$\overline{X}_H$ คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิตคะแนนจากแบบสอบกลุ่มที่ได้คะแนนสูง

$\overline{X}_L$ คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิตคะแนนจากแบบสอบกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ

n คือ คะแนนเต็มของแบบสอบแต่ละข้อ

(อุทุมพร จามรมาน, 2535: 60-67)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

2.1 การคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และคะแนนเมตาคอคนิชัน โดยใช้สูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum fx}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ มัชฌิมเลขคณิต

$\sum fx$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้ง N จำนวน

N คือ จำนวนคะแนนทั้งหมด

(ประคอง กรรณสูต, 2542)

2.2 การคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร

$$\overline{X}_{\text{ร้อยละ}} = \frac{\overline{X} \times 100}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$ คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

$\overline{X}$ คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

N คือ จำนวนข้อสอบ

(ประคอง กรรณสูต, 2542)

2.3 การคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.-Standard Deviation) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และคะแนนเมตาคอคนิชัน โดยใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum(X - \overline{X})^2}{N}}$$

เมื่อ $S.D.$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X คือ คะแนนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนในกลุ่ม

$\overline{X}$ คือ มัชฌิมเลขคณิต

N คือ จำนวนประชากรในแต่ละกลุ่ม

(ประคอง กรรณสูต, 2542)

2.4 ทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยการทดสอบค่าที (t-test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences: SPSS)

2.5 ทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนเมตาคอคนิชัน กลุ่มทดลองโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ระหว่างก่อนและหลังการเรียน ด้วยการทดสอบค่าที (t-test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences: SPSS)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

การวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบค่ามัชฌิมเลขคณิตคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบค่ามัชฌิมเลขคณิตคะแนนเมตาคอคนิชันระหว่างก่อนและหลังการเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 8 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	$\overline{X}$	$S.D.$	$\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$
หลังการทดลอง	18.03	8.38	60.11

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิตของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังการทดลอง เท่ากับ 18.03 โดยมีค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 60.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้โดยเทียบกับเกณฑ์ของกรมวิชาการ คือ สูงกว่าร้อยละ 60 ของแบบสอบทั้งฉบับ

ตารางที่ 9 จำนวน และร้อยละของนักเรียน จำแนกตามช่วงคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60

รายการ	คน	ร้อยละ
นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	19	63.33
นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์	11	36.67
ช่วงคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)		
80-100	10	33.33
70-79	4	13.33
60-69	5	16.67
50-59	4	13.33
0-49	7	23.33

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 63.33 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้โดยเทียบกับเกณฑ์ของกรมวิชาการ คือ สูงกว่าร้อยละ 60 ของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ และมีนักเรียนส่วนน้อยคิดเป็นร้อยละ 36.67 ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้โดยเทียบกับเกณฑ์ของกรมวิชาการ คือ ต่ำกว่าร้อยละ 60

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบค่ามัชฌิมเลขคณิตคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 10 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หลังการทดลอง ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตัวอย่างประชากร	$\overline{X}$	*S.D.*	*t*
กลุ่มทดลอง	18.03	8.38	2.762*
กลุ่มควบคุม	11.83	8.99	

*P < 0.05 ($t_{ตาราง}$ = 2.000)

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตของนักเรียนกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบค่ามัชฌิมเลขคณิต ของคะแนนเมตาคอคนิชัน ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง จากนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากผลการวิเคราะห์คะแนนเมตาคอคนิชัน ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ปรากฏผลดังตาราง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนรวมจากแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง จากนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มทดลอง	$\overline{X}$	*S.D.*	*t*
ก่อนการเรียน	22.37	7.23	14.647*
หลังการเรียน	35.83	9.07	

*P < 0.05 ($t_{ตาราง}$ = 1.699)

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนเมตาคอคนิชัน ที่วัดได้จากนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 12 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ จากนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

กลวิธีเมตาคอคนิชัน	คะแนน	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test
		$\overline{X}$	*S.D.*	$\overline{X}$	*S.D.*	
การวิเคราะห์	6	2.77	1.99	4.20	1.68	5.151*
การวางแผน	4	1.67	1.34	2.53	1.22	5.066*
การกำกับและควบคุมตนเอง	4	2.20	1.10	3.00	1.14	3.525*
การประเมิน	2	1.13	0.57	1.47	0.62	3.340*
คะแนนรวม	16	7.77	4.21	11.20	3.88	5.739*

*P < 0.05 ($t_{ตาราง}$ = 1.699)

จากตารางที่ 12 แสดงให้ทราบค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยพบว่านักเรียนมีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาโดยรวม หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ นักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาเมตาคอคนิชันส่วนของการวิเคราะห์มากที่สุด สังเกตจากค่าทีสูงที่สุด คือ 5.151 แต่มีการพัฒนาเมตาคอคนิชันส่วนของการประเมินน้อยที่สุด สังเกตจากค่าทีต่ำสุด คือ 3.340

ตารางที่ 13 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง จากนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

กลวิธีเมตาคอคนิชัน	คะแนน	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test
		$\overline{X}$	$S.D.$	$\overline{X}$	$S.D.$	
การวิเคราะห์	12	4.60	1.54	7.63	2.23	10.333*
การวางแผน	12	4.37	1.93	7.70	3.29	9.898*
การกำกับและควบคุมตนเอง	6	2.57	0.85	4.13	1.00	9.997*
การประเมิน	8	3.10	1.01	5.17	1.51	11.987*
คะแนนรวม	38	14.6	4.36	24.63	6.25	14.670*

*P < 0.05 ($t_{ตาราง}$ = 1.699)

จากตารางที่ 13 แสดงให้ทราบค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละของคะแนนเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง โดยพบว่านักเรียนมีเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลองโดยรวม หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง ส่วนของการประเมินมากที่สุด สังเกตจากค่าทีสูงที่สุด คือ 11.987 แต่มีการพัฒนาเมตาคอคนิชันส่วนของการวางแผนน้อยที่สุด สังเกตจากค่าทีต่ำสุด คือ 9.898

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น หลังการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน และกลุ่มนักเรียนที่เรียนแบบปกติ พร้อมทั้งเปรียบเทียบเมตาคอคนิชันของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ระหว่างก่อนและหลังการเรียน โดยมีประชากรที่ใช้ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยจึงได้เลือกตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีนักเรียนจำนวน 30 คน และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ มีนักเรียนจำนวน 30 คน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ชุด คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน และแผนการเรียนรู้แบบปกติ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ แบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง ดำเนินการวิจัยโดยจัดการเรียนการสอนตามแผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นเวลาเท่ากัน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ แล้วจึงตรวจให้คะแนน หลังจากนั้นจึงเริ่มทำการวัดเชิงสัมภาษณ์ ด้วยแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และทำการวัดเชิงสัมภาษณ์และสังเกตด้วยแบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลองกับนักเรียนกลุ่มทดลอง

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 60

2. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีการพัฒนาเมตาคอคนิชันโดยมีเมตาคอคนิชันหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

จากการวิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนเมื่อเทียบกับเกณฑ์ของกรมวิชาการ คือ สูงกว่าร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ โดยมีค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 60.11 และสูงกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน เป็นการนำกลวิธีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถพัฒนาความ สามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้โดยมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ของกรมวิชาการ คือ สูงกว่าร้อยละ 60 อีกทั้งยังสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความ สามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ เนื่องจากการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์จัดเป็นกระบวนการที่มีขั้นตอน ตามที่ เบลิคอฟ (Belikov, 1989) ได้เสนอไว้ จากการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวเหมือนกัน พบว่าในกลุ่มทดลองที่มีการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน แสดงให้เห็นว่าเมตาคอคนิชัน เป็นตัวแปรที่สำคัญในการที่บุคคลจะสามารถปฏิบัติงานใดๆ ให้มีประสิทธิภาพ ต้องมีการรู้เกี่ยวกับความคิดของตนเองอยู่ตลอดเวลาในการปฏิบัติงานนั้นๆ ดังที่ ฟลาเวลล์ (Flavell, 1979: 906-911) ได้กล่าวไว้ว่า เมตาคอคนิชัน หมายถึง การที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิด รวมทั้งสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตนเอง อาจปรากฏเป็นความรู้หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมาย มีทิศทาง หรือที่เรียกว่าเป็นการคิดเกี่ยวกับความคิด (cognition about cognition) และ เวลส์ (Wells, 2000: 13) ผู้ให้ความสนใจกับเมตาคอคนิชันโดยเฉพาะ กล่าวว่า ความคิดทุกประเภทต้องการความคิดระดับสูงกว่าเพื่อเชื่อมโยงโดยมีการควบคุมและกระบวนกำกับ ขณะเดียวกันความคิดก็เป็น

แนวทางในการแก้ปัญหาซึ่งไม่มีการกำหนดขอบเขตขององค์ประกอบที่รวบรวมเป็นการคิดได้ เช่นเดียวกับการการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งมีลำดับขั้นตอนและต้องการการรู้คิด (เมตาคอคนิชัน) มาเป็นสิ่งเชื่อมโยงทำให้การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังผลการวิจัยของ จรุง ขำพงศ์ (2542) เรื่อง ผลของการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 60 และสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สมบัติ โพธิ์ทอง (2539) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โดยใช้เมตาคอคนิชัน พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอคนิชันสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 อาจสรุปได้ว่าการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย การวิเคราะห์ข้อมูล การวางแผน การกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมิน ที่นำมาใช้กับการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นเนื้อหา และส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องตามวิธีการหรือขั้นตอนต่างๆ อย่างเป็นระบบ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันที่สอดแทรกในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตลอดระยะเวลาในการวิจัย

2. การพัฒนาเมตาคอคนิชัน

จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีการพัฒนาเมตาคอคนิชัน โดยมีคะแนนรวมของเมตาคอคนิชันที่ได้จากแบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์กับคะแนนเมตาคอคนิชันที่ได้จากแบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง ของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เมื่อใช้สถิติทดสอบที (t-test) แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยกลวิธีสอดแทรกในเนื้อหา ตลอดระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง สามารถพัฒนาเมตาคอคนิชันของผู้เรียน และยังสามารถวิเคราะห์เพิ่มเติมได้ด้วยว่า การใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันสามารถพัฒนาเมตาคอคนิชันของผู้เรียนในการนำกลวิธีเมตาคอคนิชันไปใช้กับการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ การอ่านและการทดลอง ได้ในระดับที่สูงกว่าก่อนทดลอง ซึ่งสามารถอภิปรายตามประเภทของการวัดได้ ดังนี้

2.1 เมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยรวม พบว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีการพัฒนาเมตาคอคนิชัน โดยมีคะแนนเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันสอดแทรกในเนื้อหา มีการพัฒนาเมตาคอคนิชันหลังการเรียน อาจเนื่องมาจากการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันเป็นการฝึกให้นักเรียนใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการเรียน การอ่าน การทดลอง และการแก้ปัญหา โดยเมื่อผู้เรียนมีการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันตลอดเวลาจะทำให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญ จนกลายทักษะของแต่ละบุคคล จึงมีผลทำให้นักเรียนที่มีการฝึกใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันมีการพัฒนาเมตาคอคนิชัน ดังหลักการที่ว่า การคิดในระดับสูง (Higher-Order Thinking) เป็นกลวิธีในระดับสูงสำหรับความคิดเกี่ยวกับการคิด (thinking about thinking) เพื่อที่จะสำรวจ และควบคุมการปฏิบัติทางจิตใจ ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และ การคิดวิเคราะห์ ตลอดจนทำให้เกิดการพัฒนาเป็นความชำนาญ (Genick, 1997: 25) นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนใช้การวิเคราะห์ การวางแผน การกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมิน ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทราบได้จากผลการวิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test) เปรียบเทียบผลคะแนนเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียน โดยสามารถพัฒนาการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ในทุกๆ ด้าน แสดงให้เห็นว่าการนำกลวิธีเมตาคอคนิชันมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนของการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนการสอนซึ่งสามารถพัฒนาเมตาคอคนิชันของผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นวรัตน์ หัสดี (2544) เรื่อง ผลการฝึกใช้เมตาคอคนิชันเพื่อกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนของนักเรียนโครงการการศึกษาพิเศษ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกเมตาคอคนิชัน จะมีการกำกับและควบคุมตนเองสูงกว่าก่อนการฝึกเมตาคอคนิชัน อาจกล่าวได้ว่าการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ครบทุกขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาเมตาคอคนิชันอย่างต่อเนื่อง และส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

2.2 เมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง โดยรวม พบว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน มีการพัฒนาเมตาคอคนิชัน โดยมีคะแนนเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้ทราบว่าภายหลังจากที่นักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันตลอดการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหา และส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาเมตาคอคนิชัน โดยพบว่านักเรียนที่ได้รับการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง ได้สูงกว่า

ก่อนเรียน ซึ่งศึกษาได้จากการใช้แบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลองทั้ง 3 ข้อ พบว่า นักเรียนมีเมตาคอคนิชันสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทำนายจากการวิจัยของ สแวนสัน (Swanson, 1990: 306-314) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับเมตาคอคนิชันที่มีต่อการแก้ปัญหา พบว่า ผู้ที่มีความรู้ในเมตาคอคนิชันสูงก็จะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างบรรลุผลสำเร็จ และจากผลการวิจัยของ วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2535) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิผลของรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอคนิชันในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแบบโดยตรง กับแบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอคนิชันในการอ่านภาษาอังกฤษแบบโดยตรง และแบบสอดแทรกในเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยด้านความตระหนักรู้ในยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอคนิชันในการอ่าน และด้านความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษ หลังการฝึกสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อาจกล่าวได้ว่าการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันตลอดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาเมตาคอคนิชันซึ่งจะส่งผลทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการอ่านและการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย และจากผลการเปรียบเทียบโดยใช้สถิติทดสอบค่าที จากแบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลองทั้ง 3 ข้อ แยกตามการวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาเมตาคอคนิชัน คือ การวิเคราะห์ข้อมูล การวางแผน การกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมิน หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่า การฝึกใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนรู้จักการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านสำหรับงานอื่น นอกเหนือจากงานทางด้านวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ประสิทธิภาพที่ได้นั้นอาจไม่เทียบเท่า กับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนอยู่ โดยสังเกตได้จากค่ามัชฌิมเลขคณิต หากนำมาคิดเป็นมัชฌิมเลขคณิตร้อยละ เปรียบเทียบกับเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาจะพบว่า มีค่าต่ำกว่ามาก อาจเป็นเพราะปัญหาที่นักเรียนพบนั้น เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยได้ลองแก้ และมีบางปัญหาที่ไม่ได้อาศัยพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. กระทรวงศึกษาธิการควรร่วมกับโรงเรียนในสังกัด สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชันในวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดประชุม สัมมนา และอบรม โดยจัดส่งผู้เชี่ยวชาญเข้าไปดำเนินการให้ความรู้แก่ผู้บริหารโรงเรียน ครูและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่จะพัฒนาความคิดในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

2. ควรมีการสนับสนุนให้ครูมีการเตรียมความพร้อมและพัฒนาตนเองในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาเมตาคอคนิชัน โดยการจัดประชุมครู การสัมมนาและรับการอบรมจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันเพื่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการพัฒนาเมตาคอคนิชันของผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นอื่นๆ ต่อไป

4. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันเพื่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการพัฒนาเมตาคอคนิชันของผู้เรียนในวิชาอื่นๆ นอกเหนือจากวิชาวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2542.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. **มาตรฐานการศึกษาเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอก ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: บริษัท จุดทอง จำกัด, 2544.

จรุง ขำพงศ์. **ผลของการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชันมัธยมศึกษาปีที่ 2.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

ณัฏฐี เจริญเกียรติบวร. **ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคอคนิชัน กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ทบวงมหาวิทยาลัย. **ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ: คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. **การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

ทองหล่อ วงษ์อินทร์. **การวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้าน กระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและเมตาคอคนิชั่น ของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญ และไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจิตวิทยา สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ทิศนา แขมมณี และคณะ. **วิทยาการด้านการคิด**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2544.

นวรัตน์ หัสดี. ผลการฝึกใช้เมตาคอคนิชั่นเพื่อกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนของนักเรียนโครงการการศึกษาพิเศษ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นิพนธ์ นิลคง. **ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

พรรณี ชูทัย. **จิตวิทยาการเรียนการสอน (จิตวิทยาการศึกษาสำหรับครูในชั้นเรียน).** พิมพ์ครั้งที่ 3 ฉบับปรับปรุง. กรุงเทพฯ: อมรินทร์การพิมพ์, 2528.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. **การเปรียบเทียบประสิทธิผลของรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอคนิชันในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแบบโดยตรง กับแบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

สมจิต สวธนไพบูลย์. **วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

สมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย. **ผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชั่น ที่มีต่อเมตาคอคนิชั่นและสัมฤทธิผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาจิตวิทยาการศึกษา สาขาวิชาจิตวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

สมบัติ โพธิ์ทอง. **การพัฒนาความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โดยใช้เมตาคอคนิชัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาประถมศึกษา สาขาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 ว 306**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2540.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 ว 306**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2540.

อุทุมพร จามรมาน. **ข้อสอบการสร้างและการพัฒนา**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ฟันนี่, 2535.

ภาษาอังกฤษ

Anderson, R. C. "Role of the reader's schema in comprehension, learning, and memory," in **Theoretical models and processes of reading**, ed. Harry Singer and Robert B. Ruddle (Delaware: International Reading Asssociation, 1985) pp. 372-397.

Beyer, B. K. **Improving student thinking : a comprehensive approach.** Boston: Allyn and Bacon, 1997.

Beyer, B. K. **Practice Strategies for Teaching of Thinking**. Boston: Allyn and Bacon, 1987.

Bloom, B. S. **Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals.** New York: David McKay, 1956.

Brown, A. L. , Branfod, J. D. , Ferrara, R. A. and Campione, J. C. "Learning, remembering, and understanding," In **Carmichael's manual of child psychology,** ed. J. H. Flavell and M. Markman. New York: Wiley, 1983. pp. 77-166.

Brown, A. L. and Palincsar, A. S. "Inducing strategies learning from texts by means of informed, self-control training," **Topics In Learning and Learning Disabilities.** 2 (January 1982): 1-7.

Close, R. A. **The english we use for science : a selection of texts, with exercises for language practice.** London: Longman, 1969.

Davidson, J. E. , Deuser, R. and Sternberg, R. J. **The Role of Metacognition in Problem Solving**. In Janet Metcalfe and Auther P. Shimamura (eds.) Metacognition, Massachusetts: The MIT Press, 1994: 207-226.

Davies, F. **Reading for learning in the sciences.** Edinburgh: Oliver & Boyd, 1984.

Dewey, J. **Lectures on psychological and political ethics: 1898; ed. and with an introduction by D.F. Koch.** New York: Hafner Press, 1976.

Flavell, J. H. Metacognition and Cognitive Monitoring. **American Psychologist** 34 No. 10 1979: 906-911.

Flavell, J. H. **Cognitive Development**. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1985.

Garofolo, J. and Lester, F. K. Metacogmition, Cognitive Monitoring, and Mathematical Performance. **Journal of Educational Research.** 16. No. 3. 1985: 163-176.

Genick, P. A. **Independent learning and literagy : strategies for elementary teachers.** Boston, U.S.A.: Allyn and Bacon, 1997.

Harris, A. J. **How to increase reading ability: a guide to developmental and remedial methods.** 4th ed. New York: David Mckay, 1968.

Klausmier, H. J. **Educational psychology.** 5th ed. New York: Harper & Row, 1985.

Klausmier, H. J. and Ripple, R. E. **Learning and human abilities: educational psychology**. New York: Harper & Row, 1971.

Kuslan, L. I. and Stone, A. H. **Teaching Children Science: An Inquiry Approach**. 3rd print. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, Inc., 1969.

Lado, R. **Language teaching : a scientific approach.** New York: McGraw-Hill, 1964.

Lamsdaine, E. and Lamsdaine, M. **Creative Problem Solving**. New York: McGraw-Hill, 1995.

Loew, H. Z. "Development strategic reading skills," **Foreign Language Annals** 17 (1984): 301-303.

Lories, G. , Yzerbyt, V. Y. , and Dardenne, B. **Metacognition: cognitive and social dimensions.** London: Sage Publications, 1998.

Meador, K. S. **Creative Thinking and Problem Solving for Young Learning**. Englewood Colorado: Teacher Ideas Press A Division of Libraries Unlimited Inc., 1997.

Palincsar, A. S. and Brown, A. L. "Interactive teaching to promote independent learning from text," **The Reading Teacher** 39 (8, 1986): 771-772.

Polya, G. **How to solve it: a new aspect of mathematical method.** 2nd ed. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1957.

Silberstein, S. **Techniques and resources in teaching reading**. New York: Oxford University, 1994.

Stafford, D. G. et al. **The Physical Science: Inquiry & Investigatigation**. Bevery Hills, California: Benziger Bruce & Glencoe, 1977.

Suchman, J. R. **The Elementary School Inquiry Program**. Urbana, Illinois: University of Illinois, 1962.

Sund, R. B., and Trowbrige, L. W. **Student – Centered Teaching in the Secondary School**. Columbus Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company, 1975.

Swanson, H. L. Influence of Metacognitive Knowledge and Aptitude on Problem Solving. **Journal of Education Psychology.** 82. No. 2. 1990: 306-314.

Strang, R. M. **Diagnostic teaching of reading.** 2d ed. New York: McGraw-Hill Book, 1969.

Tinker, M. A. **Teaching elementary reading.** New York: Appleton-Century-Crofts, 1952.

Wells, A. **Emotion Disorders and Metacognition**. New York: John Wiley & Sons, 2000.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแยกตามการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. อาจารย์จารุลัทธิ์ กลิ่นเกษร
   อาจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

2. ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว
   ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภาพรรณ แสงศัพท์
   หัวหน้าหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาเกษตรศาสตร์

4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทองหล่อ วงษ์อินทร์
   อธิการบดี สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

5. ดร.สมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย
   เลขาแม่มหาธิการิณี แห่งอารามพระหฤทัยคอนแวนต์

6. อาจารย์อรสา คงชัยเจริญ
   อาจารย์พิเศษวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์ หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอัสสัมชัญ คอนแวนต์

7. รองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์
   อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
   มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแยกตามการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	ผู้ทรงคุณวุฒิ
1. แผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน	1. รองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์ 2. ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว 3. อาจารย์อรสา คงชัยเจริญ
2. แบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์	1. อาจารย์จารุลัทธิ์ กลิ่นเกษร 2. ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภาพรรณ แสงศัพท์
3. แบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์	1. ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภาพรรณ แสงศัพท์
3. แบบวัดเมตาคอคนิชัน	1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทองหล่อ วงษ์อินทร์ 2. ดร.สมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภาพรรณ แสงศัพท์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน (ส่วนที่เป็นเนื้อหา) 2

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

กิจกรรม 17.1 แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ

จุดประสงค์

1. อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้
2. สรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผิวสัมผัสและแรงเสียดทานได้

เนื้อหาสาระ

กิจกรรม 17.1 แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ตอนที่ 1

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้กับลักษณะของผิวสัมผัส

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ถุงทราย (มวลประมาณ 500 กรัม)	1 ถุง
2. ตาชั่งสปริง	1 อัน
3. ถุงพลาสติก (ขนาดใส่ถุงทรายได้)	1 ใบ

วิธีทดลอง

1) วางถุงทราย 1 ถุง (มวลประมาณ 500 g) ลงบนพื้นไม้ ใช้ตาชั่งสปริงดึงถุงทรายในแนวระดับให้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเสม่ำเสมอ บันทึกค่าแรงดึงจากตาชั่งสปริงขณะที่ถุงทรายกำลังเคลื่อนที่
2) นำถุงทรายจากข้อ 1 ใส่ลงในถุงพลาสติก แล้วดึงถุงพลาสติกให้เคลื่อนที่ในลักษณะเดิม บันทึกค่าแรงดึงจากตาชั่งสปริง

ตารางบันทึกผลกิจกรรม 17.1 ตอนที่ 1 ปริมาณของแรงที่ใช้ดึงถุงทรายที่วางบนพื้นไม้และถุงทรายในถุงพลาสติกที่วางบนพื้นไม้

ลักษณะถุงทราย	แรงที่ดึง (นิวตัน)
ถุงทรายวางบนพื้นไม้	2
ถุงทรายในถุงพลาสติกวางบนพื้นไม้	1.2

สรุปผลกิจกรรม 17.1 ตอนที่ 1

แรงเสียดทานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส

ตอนที่ 2

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานกับน้ำหนักหรือแรงกดของวัตถุลงบนพื้น

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ถุงทราย (มวลประมาณ 500 กรัม)	4 ถุง
2. แผ่นไม้อัดขนาด 8 cm × 10 cm × 1 cm พร้อมห่วงสำหรับเกี่ยวกับตาชั่งสปริง	1 แผ่น
3. ตาชั่งสปริง	1 อัน

วิธีทำ

1) วางถุงทราย 1 ถุง (มวลประมาณ 500 g หรือ น้ำหนัก 5 N) ทับบนไม่อัดขนาด 8 cm × 10 cm × 1 cm แล้วใช้ตาชั่งสปริง ดึงแผ่นไม้อัดให้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ บันทึกแรงดึงจากตาชั่งสปริง ขณะที่ถุงทรายกำลังเคลื่อนที่
2) ทำซ้ำข้อ 1 แต่เพิ่มจำนวนถุงทรายบนแผ่นไม้อัดเป็น 2, 3 และ 4 ถุงตามลำดับ

ตารางบันทึกผลกิจกรรม 17.1 ตอนที่ 2 ปริมาณของแรงที่ใช้ดึงถุงทรายจำนวนต่าง ๆ ที่วางบนแผ่นไม้อัด

จำนวนถุงทรายที่วางบนแผ่นไม้อัด (ถุง)	แรงที่ใช้ดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ (นิวตัน)
1	1.4
2	2.6
3	3.5
4	4.5

สรุปผลกิจกรรม 17.1 ตอนที่ 2

แรงเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักหรือแรงกดของวัตถุที่ตกลงบนพื้น

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (5 นาที)

ครูกล่าวถึงการขนส่งทางบก พร้อมทั้งตั้งคำถามว่า “เพราะเหตุใดรถยนต์จึงต้องมีล้อ” เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยและร่วมกันอภิปรายภายในห้องเรียน ว่าเพราะถ้าหากรถยนต์ไม่มีล้อก็จะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เนื่องจากตัวรถมีแรงเสียดทานกับพื้นถนน

ขั้นกิจกรรม (45 นาที)

กิจกรรม	กลวิธีเมตาคอคนิชัน
1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน	กลวิธีเมตาคอคนิชัน
2. ครูแจกวัสดุอุปกรณ์กิจกรรม 17.1 แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ ตอนที่ 1 และแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรม 17.1 ตอนที่ 1	ในการอ่านและการทดลอง
3. ครูอธิบายจุดประสงค์ของกิจกรรม และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและวิเคราะห์วิธีการทดลองในกิจกรรม พร้อมทั้งให้นักเรียนระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา บันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 ตอนที่ 1 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูลหรือปัญหา
4. ครูถามถึงเป้าหมายของการทดลองอีกครั้งเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	
5. ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายวิธีการทดลอง โดยพิจารณาข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ของสมาชิกในกลุ่มที่เป็นไปได้ ตอบลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 ตอนที่ 1 ขั้นการวางแผน	การวางแผน
6. นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอนที่ตนเองได้วางไว้และบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 ตอนที่ 1 ขั้นการกำกับ	การกำกับ
7. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่าการทดลองที่ได้ของแต่ละกลุ่มได้ข้อสรุปเหมือนกันถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องครูให้นักเรียนกลุ่มนั้น ๆ ร่วมกันคิดหาวิธีใหม่ และลงมือทำกิจกรรมจนได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 ตอนที่ 1 ด้วยหมึกแดงเฉพาะส่วนที่แก้ไข	การประเมิน
8. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามท้ายกิจกรรม 17.1 ด้วยตนเอง	

กิจกรรม	กลวิธีเมตาคอคนิชัน
9. ครูแจกวัสดุอุปกรณ์กิจกรรม 17.1 แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ ตอนที่ 2 และแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรม 17.1 ตอนที่ 2	
10. ครูบอกจุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและวิเคราะห์จุดประสงค์ของกิจกรรม พร้อมทั้งให้นักเรียนระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา บันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 ตอนที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูลหรือปัญหา
11. ครูถามถึงเป้าหมายของการทดลองอีกครั้งเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	
12. ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายวิธีการทดลอง โดยพิจารณาข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ของสมาชิกในกลุ่มที่เป็นไปได้ ตอบลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 ตอนที่ 2 ขั้นการวางแผน	การวางแผน
13. นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอนที่ตนเองได้วางไว้และบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 ตอนที่ 2 ขั้นการกำกับ	การกำกับ
14. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่าการทดลองที่ได้ของแต่ละกลุ่มได้ข้อสรุปเหมือนกันถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องครูให้นักเรียนกลุ่มนั้น ๆ ร่วมกันคิดหาวิธีใหม่ และลงมือทำกิจกรรมจนได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 ตอนที่ 2 ด้วยหมึกแดงเฉพาะส่วนที่แก้ไข	การประเมิน
15. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามท้ายกิจกรรม 17.1 ด้วยตนเอง	

สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุอุปกรณ์กิจกรรมที่ 17.1 แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ
2. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน กิจกรรม 17.1 แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ

การประเมินผล

1. การร่วมกิจกรรม
2. การตอบคำถาม
3. การตอบแบบบันทึกการเรียนรู้

ภาคผนวก

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรม 17.1 แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรม 17.1 ตอนที่ 1

กลุ่ม.....

จุดประสงค์ของกิจกรรม.....

.....

ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ระบุตัวแปร

   1.1 ตัวแปรอิสระ.....

   1.2 ตัวแปรตาม.....

   1.3 ตัวแปรควบคุม.....

   .....

2. บอกปัญหา หรือสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ.....

   .....

ขั้นการวางแผน

3. ระบุวิธีการทดลอง หรือวิธีการตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ

   3.1 .....

   3.2.....

   3.3.....

   3.4.....

   3.5.....

ขั้นการกำกับ

4. ดำเนินการตามขั้นตอนที่ได้ระบุไว้
5. สร้างตารางบันทึกผลการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง

6. สรุปผลการทดลอง.....

   .....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรม 17.1 ตอนที่ 2

กลุ่ม.....

จุดประสงค์ของกิจกรรม.....

.....

ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ระบุตัวแปร

   1.1 ตัวแปรอิสระ.....

   1.2 ตัวแปรตาม.....

   1.3 ตัวแปรควบคุม.....

   .....

2. บอกปัญหา หรือสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ.....

   .....

ขั้นการวางแผน

3. ระบุวิธีการทดลอง หรือวิธีการตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ

   3.1 .....

   3.2.....

   3.3.....

   3.4.....

   3.5.....

ขั้นการกำกับ

4. ดำเนินการตามขั้นตอนที่ได้ระบุไว้
5. สร้างตารางบันทึกผลการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง

6. สรุปผลการทดลอง.....

   .....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน (ส่วนที่เป็นเนื้อหา) 5

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

17.1.3 การขนส่งทางอากาศ

ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับแรงยกของเครื่องบิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญซึ่งทำให้เครื่องบินลอยตัวอยู่ได้ในอากาศ

กิจกรรม 17.4 ยกปีกให้ลอยได้

จุดประสงค์

1. สรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านผิวโค้งและผิวราบและความดันของอากาศที่กระทำต่อผิวดังกล่าวได้

2. นักเรียนอธิบายหลักการพื้นฐานสำคัญที่ทำให้เครื่องบินลอยขึ้นในอากาศได้

เนื้อหาสาระ

17.1.3 การขนส่งทางอากาศ

การขนส่งทางอากาศ คือ การลำเลียงคน สัตว์ และสิ่งของจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยใช้ยานพาหนะที่เคลื่อนที่ในอากาศ

วิวัฒนาการของการขนส่งทางอากาศ เริ่มจากเครื่องร่อน บอลลูน เรือเหาะและในปัจจุบันใช้เครื่องบิน

ข้อดีของการขนส่งทางอากาศ คือ เสียเวลาในการเดินทางน้อยมาก และสามารถเข้าถึงท้องถิ่นไกล ๆ หรือเขตทุรกันดารได้

ข้อเสียของการขนส่งทางอากาศ คือ ค่าใช้จ่ายสูงเกิดอุบัติเหตุได้ง่ายกว่าการขนส่งทางอื่นและมีอุปสรรคทางด้านดินฟ้าอากาศ

เครื่องบินเคลื่อนที่ในอากาศได้เนื่องจาก เครื่องยนต์ และปีก

แดเนียล เบอร์นูลี นักวิทยาศาสตร์ชาวสวิสพบว่า เมื่ออากาศมีความเร็วเพิ่มขึ้นความดันอากาศจะลดลง เนื่องจากอากาศที่กำลังเคลื่อนที่จะมีพลังงานจลน์ และอากาศที่มีความเร็วสูงจะมีพลังงานจลน์มากกว่าอากาศที่มีความเร็วต่ำ ดังนั้น ขณะที่อากาศมีความเร็วสูงขึ้นนี้จะมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น ทำให้แรงกระทำต่อพื้นที่ลดลง เป็นเหตุให้ความดันลดลงด้วย จากหลักการนี้จึงนำไปสร้างปีกเครื่องบินให้มีผิวด้านบนโค้ง ด้านล่างเรียบ เมื่อเครื่องบินเคลื่อนที่อากาศด้านบนของปีก

เครื่องบินมีความเร็วมากขึ้น ความดันจะลดลงทำให้อากาศด้านล่างของปีกออกแรงดันปีกเครื่องบินให้ยกขึ้น

แรงยก คือ แรงที่ยกวัตถุให้ลอยขึ้น เนื่องจากความดันอากาศด้านล่างของวัตถุมีมากกว่าความดันอากาศด้านบนของวัตถุ

กิจกรรม 17.4 ยกปีกให้ลอยได้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความเร็วของอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านผิวเรียบและผิวโค้ง และศึกษาความดันของอากาศที่กระทำต่อผิวเรียบและผิวโค้ง

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ดินน้ำมันกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 cm	2 ก้อน
2. กระดาษขนาด 2 cm × 8 cm	1 แผ่น
3. กระดาษขนาด 2 cm × 9 cm	1 แผ่น
4. สายพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 25 cm	1 เส้น
5. กาวติดกระดาษ	1 ขวด
6. ด้ายหลอด	1 หลอด

วิธีทดลอง

1) ตัดแผ่นกระดาษ 2 แผ่น ขนาด 2 cm × 8 cm และ 2 cm × 9 cm ตามลำดับ
2) พับครึ่งแผ่นที่ 1 ใช้กาวติดปลายกระดาษเข้าด้วยกัน รีดให้เรียบ
3) แผ่นที่ 2 พับที่ระยะ 4 cm จากปลายด้านหนึ่ง ใช้กาวติดปลายกระดาษทั้งสองเข้าด้วยกัน

รูปแสดงการเป่าลมผ่านแผ่นกระดาษ

4) ปั้นดินน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 cm 2 ก้อน วางบนโต๊ะห่างกันประมาณ 10 cm
5) ใช้ด้ายยาว 15 cm กดปลายด้านหนึ่งให้ติดกับดินน้ำมันก้อนแรก ร้อยปลายด้ายอีกด้านหนึ่งเข้ากับกระดาษที่พับไว้ทั้งสองแผ่น โดยให้แผ่นที่สองมีด้านโค้งอยู่ข้างบน ยึดปลายที่เหลือกับดินน้ำมันอีกก้อนหนึ่งให้เส้นด้ายขึงตึง ดังรูป
6) ใช้ท่อพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 25 cm เป่าอากาศจากด้านหน้าของกระดาษทั้งสองทีละแผ่น ดังรูป สังเกตการเปลี่ยนแปลง

ตารางบันทึกผลกิจกรรม 17.4 ยกปีกให้ลอยได้

ลักษณะของแผ่นกระดาษ	การลอยตัวของแผ่นกระดาษหลังการเป่า
กระดาษผิวเรียบสองด้าน	ลอยตัวในแนวระดับขนานกับพื้น
กระดาษผิวโค้งด้านบน	ยกตัวสูงขึ้น

สรุปผลกิจกรรม 17. 4

ถ้าอากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ความดันอากาศจะลดน้อยลง (หลักการของดาร์เนียล แบร์นูลี) นั่นก็คือความดันอากาศที่ผิวโค้งด้านบนมีค่าน้อยกว่าความดันอากาศที่ผิวเรียบด้านล่างกระดาษจึงยกตัวได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (5 นาที)

1. ครูอธิบายความหมายของการขนส่งทางอากาศ พร้อมยกตัวอย่างยานพาหนะทางอากาศ ที่อาศัยปีกในการเคลื่อนที่ขึ้นสู่อากาศ
2. ครูแสดงแผนภาพของปีกเครื่องบินที่มีลักษณะผิวโค้งด้านบนและผิวเรียบด้านล่างเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าเพราะเหตุใดจึงมีลักษณะเช่นนั้น

ขั้นกิจกรรม (45 นาที)

กิจกรรม	กลวิธีเมตาคอคนิชัน
1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน 2. ครูแจกวัสดุอุปกรณ์กิจกรรม 17.4 ยกปีกให้ลอยได้ และแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 6	กลวิธีเมตาคอคนิชัน ในการอ่านและการทดลอง
3. ครูอธิบายจุดประสงค์ของกิจกรรม และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและวิเคราะห์วิธีการทดลองในกิจกรรม พร้อมทั้งให้นักเรียนระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา	การวิเคราะห์ข้อมูล หรือปัญหา

กิจกรรม	กลวิธีเมตาคอคนิชัน
4. บันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 6 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
5. ครูถามถึงเป้าหมายของการทดลองอีกครั้งเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	หรือปัญหา
6. ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายวิธีการทดลอง โดยพิจารณาข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ของสมาชิกในกลุ่มที่เป็นไปได้ ตอบลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 6 ขั้นการวางแผน	การวางแผน
7. นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอนที่ตนเองได้วางไว้และบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 6 ขั้นการกำกับ	การกำกับ
8. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่าการทดลองที่ได้ของแต่ละกลุ่มได้ข้อสรุปเหมือนกันถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องครูให้นักเรียนกลุ่มนั้น ๆ ร่วมกันคิดหาวิธีใหม่ และลงมือทำกิจกรรมจนได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 6 ด้วยหมึกแดงเฉพาะส่วนที่แก้ไข	การประเมิน
9. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามท้ายกิจกรรม 17.4 และร่วมกันสรุปหลักการของแดเนียล แบร์นูลี	

สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุอุปกรณ์กิจกรรมที่ 17.4 ยกปีกให้ลอยได้
2. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306)
3. แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 6 กิจกรรม 17.4 ยกปีกให้ลอยได้

การประเมินผล

1. การร่วมกิจกรรม
2. การตอบคำถาม
3. การตอบแบบบันทึกการเรียนรู้

ภาคผนวก

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 6 กิจกรรม 17.4 ยกปีกให้ลอยได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 6 กิจกรรม 17.4 ยกปีกให้ลอยได้

กลุ่ม.....

จุดประสงค์ของกิจกรรม.....

.....

ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ระบุตัวแปร

   1.1 ตัวแปรอิสระ.....

   1.2 ตัวแปรตาม.....

   1.3 ตัวแปรควบคุม.....

   .....

2. บอกปัญหา หรือสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ.....

   .....

ขั้นการวางแผน

3. ระบุวิธีการทดลอง หรือวิธีการตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ

   3.1 .....

   3.2.....

   3.3.....

   3.4.....

   3.5.....

ขั้นการกำกับ

4. ดำเนินการตามขั้นตอนที่ได้ระบุไว้
5. สร้างตารางบันทึกผลการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง

6. สรุปผลการทดลอง.....

   .....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน (ส่วนที่เป็นเนื้อหา) 6

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

17.2 เครื่องกลและเครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง

ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับหลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องกลบางประเภท คือ รอก คาน พื้นเอียง เครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่งซึ่งใช้กันมากในชีวิตประจำวัน ได้แก่ เครื่องยนต์ก๊าซโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล

17.2.1 รอก

กิจกรรม 17.5 รอกเดี่ยว

จุดประสงค์

3. อธิบายหลักการทำงานของรอก

เนื้อหาสาระ

17.2 เครื่องกลและเครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง

เครื่องกล หมายถึง อุปกรณ์ที่ช่วยผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกหรือทั้งช่วยผ่อนแรงและอำนวยความสะดวก

17.2.1 รอก

รอก เป็นเครื่องกลที่ใช้สำหรับยกของขึ้นที่สูงหรือหย่อนลงไปในที่ต่ำ รอกมีลักษณะเป็นล้อหมุนได้คล่องรอบตัว และมีเชือกพาดล้อสำหรับยกวัตถุและดึงวัตถุ

ประเภทของรอก

1) รอกเดี่ยว แบ่งเป็น รอกเดี่ยวตายตัว และรอกเดี่ยวเคลื่อนที่
2) รอกพวง แบ่งเป็น 3 ระบบ คือรอกพวงระบบที่ 1 ระบบที่ 2 และระบบที่ 3

กิจกรรม17.5 รอกเดี่ยว

วัตถุประสงค์

1. อธิบายหลักการทำงานของรอกได้
2. ใช้รอกช่วยในการเคลื่อนย้ายวัตถุได้

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ถุงทราย (มวลประมาณ 500 g)	1 ถุง
2. เชือกยาว 1 m	1 เส้น
3. ตาชั่งสปริง	1 อัน
4. รอก	1 ตัว

วิธีทดลอง

1) ผูกปลายข้าหนึ่งของเชือกเข้ากับถึงทราย 1 ถุง แล้วร้อยเชือกเข้าทางด้านบนของรอกที่แขวนไว้กับที่ อีกปลายหนึ่งของเชือกเกี่ยวเข้ากับตาชั่งสปริง
2) ออกแรงดึงตาชั่งสปริงในแนวดิ่ง เมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้น อ่านค่าแรงดึงและบันทึกผล
3) เกี่ยวถุงทรายเข้ากับตัวรอก ตรึงปลายเชือกด้านหนึ่งไว้กับที่ ร้อยปลายเชือกอีกด้านหนึ่งเข้าทางด้านล่างของรอก เกี่ยวปลายเชือกที่เหลือเข้ากับตาชั่งสปริง
4) ออกแรงดึงตาชั่งสปริงในแนวดิ่ง เมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้น อ่านค่าแรงดึงและบันทึกผล

ตารางบันทึกผลกิจกรรม 17.5 ปริมาณของแรงดึงเชือกที่แขวนรอกเดี่ยวตายตัวและรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

ลักษณะของการแขวนรอก	แรงดึง (นิวตัน)
รอกที่แขวนอยู่กับที่	5.0
รอกที่แขวนแบบเคลื่อนที่	3.0

สรุปผลกิจกรรม 17.5

รอกเดี่ยวตายตัวไม่ช่วยผ่อนแรงแต่ช่วยอำนวยความสะดวก รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ช่วยผ่อนแรงและอำนวยความสะดวก

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (5 นาที)

1. ครูอธิบายความหมายของเครื่องกล พร้อมทั้งนำเครื่องกลจำลองประเภทต่างๆ มาให้นักเรียนสังเกต

2. ครูสาธิตการใช้รอกเดี่ยวในการยกของเพื่อแสดงให้นักเรียนทราบถึงประโยชน์ของรอก พร้อมทั้งถามนักเรียนถึงประโยชน์ของการใช้รอกเดี่ยว ในสองลักษณะ คือการจัดรอกเดี่ยวตายตัว และการจัดรอกเดี่ยวแบบเคลื่อนที่

ขั้นกิจกรรม (45 นาที)

กิจกรรม	กลวิธีเมตาคอคนิชัน
1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน	กลวิธีเมตาคอคนิชัน
2. ครูแจกวัสดุอุปกรณ์กิจกรรม 17.5 รอกเดี่ยว และแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 7	ในการอ่านและการทดลอง
3. ครูอธิบายจุดประสงค์ของกิจกรรม และนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและวิเคราะห์วิธีทดลองในกิจกรม พร้อมทั้งให้นักเรียนระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม โดยมีครูเป็นที่ปรึกษา บันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 7 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูลหรือปัญหา
4. ครูถามถึงเป้าหมายของการทดลองอีกครั้งเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	
5. ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายวิธีการทดลอง โดยพิจารณาข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ของสมาชิกในกลุ่มที่เป็นไปได้ ตอบลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 7 ขั้นการวางแผน	การวางแผน
6. นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอนที่ตนเองได้วางไว้และบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 7 ขั้นการกำกับ	การกำกับ
7. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่าการทดลองที่ได้ของแต่ละกลุ่มได้ข้อสรุปเหมือนกันถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องครูให้นักเรียนกลุ่มนั้น ๆ ร่วมกันคิดหาวิธีใหม่และลงมือทำกิจกรรมจนได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 7 ด้วยหมึกแดงเฉพาะส่วนที่แก้ไข	การประเมิน
8. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามท้ายกิจกรรม 17.5	

สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุอุปกรณ์กิจกรรมที่ 17.5 รอกเดี่ยว

2. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306)
3. แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 7 กิจกรรม 17.5 รอกเดี่ยว

การประเมินผล

1. การร่วมกิจกรรม
2. การตอบคำถาม
3. การตอบแบบบันทึกการเรียนรู้

ภาคผนวก

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 7 กิจกรรม 17.5 รอกเดี่ยว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 7 กิจกรรม 17.5 รอกเดี่ยว

กลุ่ม.....

จุดประสงค์ของกิจกรรม.....

.....

ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ระบุตัวแปร

   1.1 ตัวแปรอิสระ.....

   1.2 ตัวแปรตาม.....

   1.3 ตัวแปรควบคุม.....

   .....

2. บอกปัญหา หรือสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ.....

   .....

ขั้นการวางแผน

3. ระบุวิธีการทดลอง หรือวิธีการตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ

   3.1 .....

   3.2.....

   3.3.....

   3.4.....

   3.5.....

ขั้นการกำกับ

4. ดำเนินการตามขั้นตอนที่ได้ระบุไว้
5. สร้างตารางบันทึกผลการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. สรุปผลการทดลอง.....

   .....

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

17.2.1 รอก

รอกเดี่ยวตายตัว และรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

จุดประสงค์

คำนวณโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับรอกเดี่ยวตายตัว และรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

เนื้อหาสาระ

17.2.1 รอก

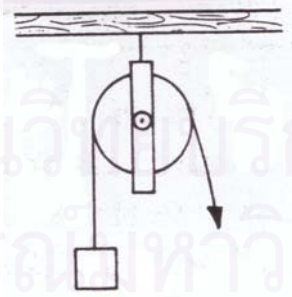
รอก เป็นเครื่องกลที่ใช้สำหรับยกของขึ้นที่สูงหรือหย่อนลงไปในที่ต่ำ รอกมีลักษณะเป็นล้อหมุนได้คล่องรอบตัว และมีเชือกพาดล้อสำหรับยกวัตถุและดึงวัตถุ

ประเภทของรอก

1) รอกเดี่ยว แบ่งเป็น รอกเดี่ยวตายตัว และรอกเดี่ยวเคลื่อนที่
2) รอกพวง แบ่งเป็น 3 ระบบ คือรอกพวงระบบที่ 1 ระบบที่ 2 และระบบที่ 3

รอกเดี่ยว

<u>รอกเดี่ยวตายตัว</u> เป็นรอกที่ตรึงติดอยู่กับที่ ใช้เชือกหนึ่งเส้นพาดรอบล้อ โดยปลายข้างหนึ่งติดกับวัตถุ ปลายอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับดึง เมื่อดึงวัตถุขึ้นในแนวดิ่ง แรงที่ใช้ดึงจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ รอกเดี่ยวตายตัวไม่ช่วยผ่อนแรงแต่สามารถอำนวยความสะดวกในการทำงาน ตัวอย่างเช่น การชักธงชาติขึ้นสู่ยอดเสา

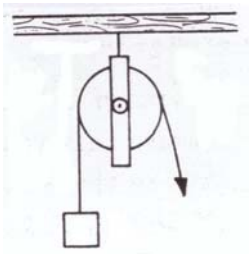


สูตรที่ใช้คำนวณ คือ $E = W$

เมื่อ E คือ แรงความพยายาม หรือแรงที่ใช้ดึง (นิวตัน)

W คือ แรงความต้านทานหรือน้ำหนักของวัตถุ (นิวตัน)

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> เมื่อออกแรงดึงวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ผ่านรอกเดี่ยว ดังรูป จะต้องออกแรงเท่าใด



วิธีทำ

การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้
   - วัตถุมวล 10 กิโลกรัม
   - รอกเดี่ยวตายตัว
2) เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา
   - แรงที่ใช้ดึงวัตถุผ่านรอกเดี่ยวตายตัว
3) สร้างตัวแทนของปัญหา
   - แรงที่ใช้ดึงวัตถุผ่านรอกเดี่ยวตายตัว $= E$
4) คำและข้อความสำคัญ
   - ดึงวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ผ่านรอกเดี่ยว
5) ข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา
   - วัตถุมวล 1 กิโลกรัม จะมีแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 นิวตัน

การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

1) เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
   - สูตรที่ใช้คำนวณ คือ $E = W$
2) เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้
   - แทนค่าข้อมูลในโจทย์ลงในสูตรที่ใช้คำนวณเรื่องรอกเดี่ยวตายตัว
   - แก้สมการหาคำตอบ

การกำกับ

1) การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ
   - แรงที่ใช้ดึงวัตถุผ่านรอกเดี่ยวตายตัว $= E$
2) กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

จากสูตร $E = W$

แทนค่า $E = 10kg \times 10m/s^2$

$\therefore \quad E = 100N$

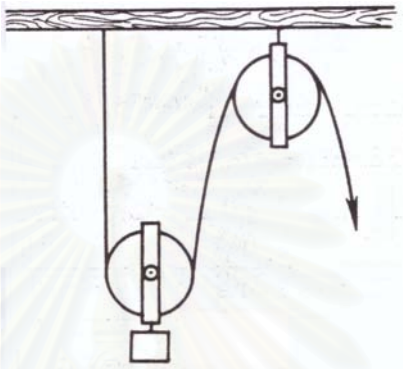
การประเมิน

1) ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) ตรวจสอบคำตอบ

<u>รอกเดี่ยวเคลื่อนที่</u> เป็นรอกที่เคลื่อนที่ได้ขณะใช้งาน วัตถุผูกติดกับตัวรอกใช้เชือกหนึ่งเส้นพาดรอบล้อ โดยปลายข้างหนึ่งผูกติดกับเพดาน ปลายอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับดึง เมื่อดึงวัตถุขึ้นในแนวดิ่ง แรงที่ใช้ดึงมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของน้ำหนักของวัตถุ รอกเดี่ยวเคลื่อนที่เป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง

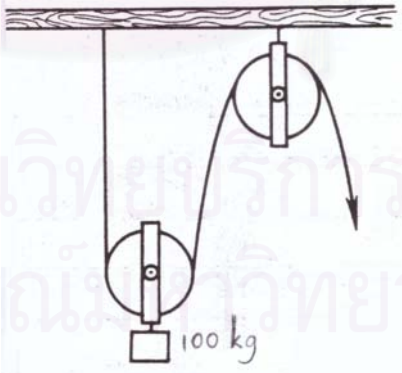


สูตรที่ใช้คำนวณ $E = \frac{W}{2}$

เมื่อ E คือ แรงความพยายาม หรือแรงที่ใช้ดึง (นิวตัน)

W คือ แรงความต้านทาน หรือน้ำหนักของวัตถุ (นิวตัน)

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> เมื่อออกแรงดึงวัตถุมวล 100 กิโลกรัม โดยใช้เชือกผ่านรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ และรอกเดี่ยวตายตัว ดังรูป จะต้องออกแรงเท่าใด



วิธีทำ

การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้
   - วัตถุมวล 100 กิโลกรัม
   - รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ 1 ตัว และรอกเดี่ยวตายตัว 1 ตัว
2) เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- แรงที่ใช้ดึงวัตถุผ่านรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ และรอกเดี่ยวตายตัว

3) สร้างตัวแทนของปัญหา

- แรงที่ใช้ดึงวัตถุผ่านรอก $= E$

4) คำและข้อความสำคัญ

- ดึงวัตถุมวล 100 กิโลกรัม ผ่านรอกเดี่ยว

5) ข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

- วัตถุมวล 1 กิโลกรัม จะมีแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 นิวตัน

การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

1) เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

- สูตรที่ใช้คำนวณ คือ $E = \frac{W}{2}$

2) เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้

- แทนค่าข้อมูลในโจทย์ลงในสูตรที่ใช้คำนวณเรื่องรอกเดี่ยวเคลื่อนที่
- แก้สมการหาคำตอบ

การกำกับ

1) การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

- แรงที่ใช้ดึงวัตถุผ่านรอกเดี่ยวตายตัว $= E$

2) กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

จากสูตร $E = \frac{W}{2}$

แทนค่า $E = \frac{100kg \times 10m/s^2}{2}$

$\therefore \quad E = \frac{1000}{2} = 500N$

การประเมิน

1) ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ

2) ตรวจสอบคำตอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ขั้นนำ (5 นาที)</u>

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสรุปผลการทดลอง 17.5 รอกเดี่ยว และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

<u>ขั้นกิจกรรม (45 นาที)</u>

กิจกรรม	กลวิธีเมตาคอคนิชัน

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน	<u>กลวิธีเมตาคอคนิชัน</u>
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงกิจกรรม 17.5 เพื่อนำมาใช้ในการสร้างสูตรการคำนวณ รอกเดี่ยวตายตัว และรอกเดี่ยวเคลื่อนที่	<u>ในการอ่าน และการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์</u>
3. ครูอธิบายจุดประสงค์ของการเรียนเรื่องรอกเดี่ยว และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างที่ 1 - 2 และร่วมกันตอบลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องรอกเดี่ยว (กลวิธีเมตาคอคนิชันในแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์) ขั้นการวิเคราะห์	การวิเคราะห์ข้อมูลหรือปัญหา
4. ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ของสมาชิกในกลุ่มที่เป็นไปได้ ตอบลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 8 ขั้นการวางแผน	การวางแผน
5. นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนที่ตนเองได้วางไว้และบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 8 ขั้นการกำกับ	การกำกับ
6. ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบคำตอบของแต่ละกลุ่มว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องครูให้นักเรียนกลุ่มนั้น ๆ ร่วมกันคิดหาวิธีใหม่ และลงมือแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์จนได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 8 ด้วยหมึกแดงเฉพาะส่วนที่แก้ไข	การประเมิน
7. ครูแสดงแผนผังกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งชี้แจงให้นักเรียนทราบว่า กลวิธีที่นักเรียนได้ทำไปแล้วนั้น เป็นกลวิธีที่จะนำพาให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความตระหนักถึงเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ รวมทั้งฝึกให้นักเรียนรู้จักเลือกวิธีการที่ถูกต้องและรวดเร็วที่สุดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งวิชาอื่น ๆ	

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306)

2. แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องรอกเดี่ยว (การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์)

การประเมินผล

1. การร่วมกิจกรรม
2. การตอบคำถาม
3. การตอบแบบบันทึกการเรียนรู้

ภาคผนวก

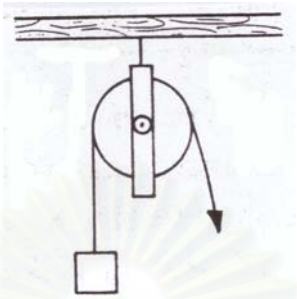
แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องรอกเดี่ยว (การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ..... **นามสกุล**..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องรอกเดี่ยว (การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์)

ตัวอย่างที่ 1 เมื่อออกแรงดึงวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ผ่านรอกเดี่ยว ดังรูป จะต้องออกแรงเท่าใด



ขั้นการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....

.....

2) เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา.....

.....

3) สร้างตัวแทนของปัญหา.....

4) คำและข้อความสำคัญ.....

5) ข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา.....

.....

ขั้นการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

1) เลือกนำหลักการจากความรู้ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์.....

.....

.....

2) เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้.....

.....

.....

.....

ขั้นการกำกับ

1) การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ .....

2) กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้.....

.....

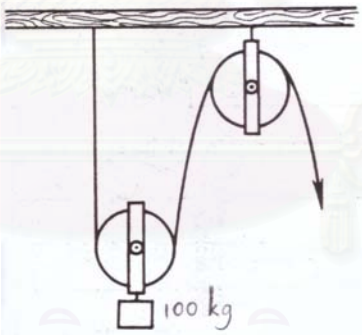
.....

ขั้นการประเมิน

1) ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ (ส่วนที่ต้องแก้ไข)

2) ตรวจสอบคำตอบ (คำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่)

ตัวอย่างที่ 2 เมื่อออกแรงดึงวัตถุมวล 100 กิโลกรัม โดยใช้เชือกผ่านรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ และรอกเดี่ยวตายตัว ดังรูป จะต้องออกแรงเท่าใด



ขั้นการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

2) เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

3) สร้างตัวแทนของปัญหา

4) คำและข้อความสำคัญ

5) ข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

1) เลือกนำหลักการจากความรู้ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์.....

.....

.....

2) เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้.....

.....

.....

.....

ขั้นการกำกับ

1) การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ.....

2) กับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นการประเมิน

1) ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ (ส่วนที่ต้องแก้ไข).....

.....

2) ตรวจสอบคำตอบ (คำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่).....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน (ส่วนที่เป็นเนื้อหา) 11

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

17.2.3 พื้นเอียง

จุดประสงค์

อธิบายหลักการทำงานของพื้นเอียง

เนื้อหาสาระ

17.2.3 พื้นเอียง

พื้นเอียง คือ เครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง มีลักษณะเป็นไม้กระดานยาวเรียบใช้สำหรับพาดบนที่สูงเพื่อขนย้ายวัตถุขึ้นสู่ที่สูงโดยการลากหรือผลัก

ประโยชน์ของพื้นเอียง คือ ช่วยอำนวยความสะดวกและช่วยผ่อนแรงในการขนย้ายสิ่งของขึ้นหรือลงจากยานพาหนะ

กิจกรรม 17.8 พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงอย่างไร

วัตถุประสงค์

อธิบายหลักการใช้พื้นเอียงช่วยในการขนส่งได้

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ถุงทราย (มวลประมาณ 500 g)	1 ถุง
2. รถอะลูมิเนียม	1 คัน
3. ชุดทดลองพื้นเอียง	1 ชุด
4. ตาชั่งสปริง	1 อัน

วิธีทดลอง

1) วางแผ่นไม้ยาว 0.5 m ให้เอียงทำมุมประมาณ 20 องศา กับแนวระดับ
2) ใช้ตาชั่งสปริงดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ตามแนวขนานกับพื้นเอียงจากจุด ก จนถึงจุด ค อ่านค่าแรงดึงจากตาชั่งสปริง
3) ทำซ้ำข้อ 2) แต่วางถึงทรายบนรถอะลูมิเนียม
4) ใช้ตาชั่งสปริงดึงถุงทรายและรถอะลูมิเนียมขึ้นพร้อม ๆ กันในแนวดิ่ง ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่ากับระยะ ข ค บันทึกค่าของแรงดึงจากตาชั่งสปริง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางบันทึกผลกิจกรรม 17.8 ระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่กับประมาณของแรงดึงถุงทรายเมื่อเคลื่อนที่ในลักษณะต่าง ๆ

ลักษณะการเคลื่อนที่ของถุงทราย	ระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่ (เมตร)	แรงดึงถุงทราย (นิวตัน)
เคลื่อนที่บนพื้นเอียง	0.5	2.0
เคลื่อนที่บนรถอะลูมิเนียม	0.5	1.5
เคลื่อนที่ในแนวดิ่ง	0.2	5.0

สรุปผลกิจกรรม 17.5

พื้นเอียง และรถอะลูมิเนียมช่วยผ่อนแรงได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (5 นาที)

ครูนำพื้นเอียงมาใช้ในการขนวัตถุขึ้นสู่ที่สูงเปรียบเทียบ กับการยกวัตถุขึ้นสู่ที่สูงโดยตรงเมื่อความสูงเท่ากัน พร้อมทั้งให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าเหตุการณ์ใดที่น่าจะมีการออกแรงมากกว่ากัน

ขั้นกิจกรรม (45 นาที)

กิจกรรม	กลวิธีเมตาคอคนิชัน
1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน 2. ครูแจกวัสดุอุปกรณ์กิจกรรม 17.8 พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงอย่างไร และแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 12 3. ครูอธิบายจุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและวิเคราะห์จุดประสงค์ของกิจกรรม พร้อมทั้งให้นักเรียนระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 12 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล 4. ครูถามถึงเป้าหมายของการทดลองอีกครั้งเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลหรือปัญหา

กิจกรรม	กลวิธีเมตาคอคนิชัน

5. ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายวิธีการทดลอง โดยพิจารณาข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ของสมาชิกในกลุ่มที่เป็นไปได้ ตอบลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 12 ขั้นการวางแผน	การวางแผน
6. นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอนที่ตนเองได้วางไว้และบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 12 ขั้นการกำกับ	การกำกับ
7. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่าการทดลองที่ได้ของแต่ละกลุ่มได้ข้อสรุปเหมือนกันถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องครูให้นักเรียนกลุ่มนั้น ๆ ร่วมกันคิดหาวิธีใหม่ และลงมือทำกิจกรรมจนได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 12 ด้วยหมึกแดงเฉพาะส่วนที่แก้ไข	การประเมิน
8. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามท้ายกิจกรรม 17.8	

สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุอุปกรณ์กิจกรรมที่ 17.8 พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงได้อย่างไร
2. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306)
3. แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 12 กิจกรรม 17.8 พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงได้อย่างไร

การประเมินผล

1. การร่วมกิจกรรม
2. การตอบคำถาม
3. การตอบแบบบันทึกการเรียนรู้

ภาคผนวก

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 12 กิจกรรม 17.8 พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงได้อย่างไร

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 12 กิจกรรม 17.8 พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงได้อย่างไร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่ม.....

จุดประสงค์ของกิจกรรม.....

.....

ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ระบุตัวแปร

   1.1 ตัวแปรอิสระ.....

   1.2 ตัวแปรตาม.....

   1.3 ตัวแปรควบคุม.....

   .....

2. บอกปัญหา หรือสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ.....

   .....

ขั้นการวางแผน

3. ระบุวิธีการทดลอง หรือวิธีการตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ

   3.1 .....

   3.2.....

   3.3.....

   3.4.....

   3.5.....

ขั้นการกำกับ

4. ดำเนินการตามขั้นตอนที่ได้ระบุไว้
5. สร้างตารางบันทึกผลการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. สรุปผลการทดลอง.....

   .....

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

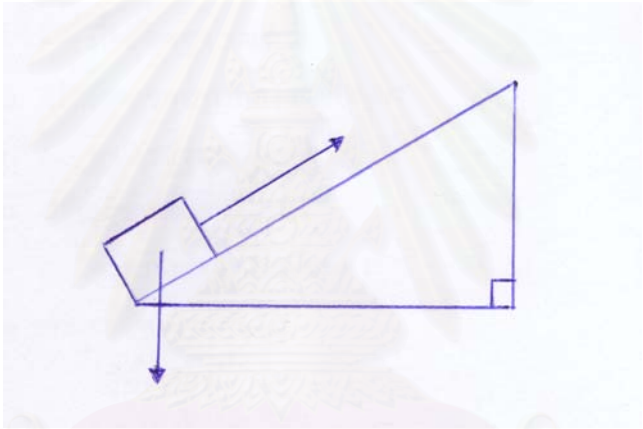
17.2.3 พื้นเอียง

จุดประสงค์

คำนวณโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับพื้นเอียง

เนื้อหาสาระ

หลักการคำนวณที่ใช้ในเรื่องพื้นเอียง



จากรูป

งานที่ได้ = งานที่ให้

$$W \times h = E \times l$$

เมื่อ W คือ แรงความต้านทานหรือน้ำหนักของวัตถุ (นิวตัน)

h คือ ความสูงของพื้นเอียง (เมตร)

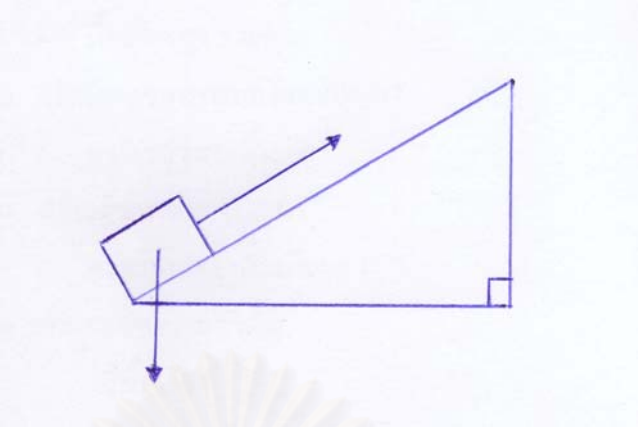
E คือ แรงความพยายามหรือแรงที่ใช้ลากวัตถุ (นิวตัน)

l คือ ความยาวของพื้นเอียง (เมตร)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> ออกแรง 100 นิวตัน ลากวัตถุมวล 40 กิโลกรัม ขึ้นไปได้สูง 3 เมตร จะต้องใช้พื้นเอียงยาวเท่าใด (วาดรูปประกอบ)

วิธีทำ



การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้
   - ออกแรง 100 นิวตัน
   - วัตถุมวล 40 กิโลกรัม
   - พื้นเอียงสูง 3 เมตร
2) เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา
   - ความยาวของพื้นเอียง
3) สร้างตัวแทนของปัญหา
   - ความยาวของพื้นเอียง $= l$
4) คำและข้อความสำคัญ
   - ใช้พื้นเอียง
5) ข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา
   - วัตถุมวล 1 กิโลกรัม จะมีแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 นิวตัน

การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

1) เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
   - สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ งานที่ได้ = งานที่ให้
2) เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้
   - แทนค่าข้อมูลในโจทย์ลงในสูตรที่ใช้คำนวณเรื่องพื้นเอียง
   - แก้สมการหาคำตอบ

การกำกับ

1) การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ
   - ความยาวของพื้นเอียง $= l$
2) กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

จากสูตร งานที่ได้ = งานที่ให้

$$W \times h = E \times l$$

แทนค่า $(40 \times 10)\,N \times 3 = 100 \times l$

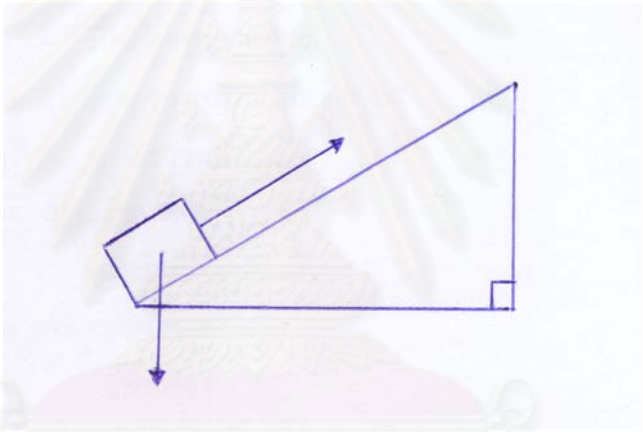
$$\therefore \quad l = 12\ m$$

การประเมิน

1) ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ
2) ตรวจสอบคำตอบ

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> ลากวัตถุมวล 100 กิโลกรัม ขึ้นไปบนกำแพงสูง 2 เมตร โดยใช้พื้นเอียงยาว 8 เมตร จะต้องออกแรงเท่าใด (วาดรูปประกอบ)

วิธีทำ



การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้
   - วัตถุมวล 100 กิโลกรัม
   - กำแพงสูง 2 เมตร
   - พื้นเอียงยาว 8 เมตร
2) เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา
   - แรงที่ใช้ลากวัตถุ
3) สร้างตัวแทนของปัญหา
   - แรงที่ใช้ลากวัตถุ $= E$
4) คำและข้อความสำคัญ
   - ใช้พื้นเอียง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5) ข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

- วัตถุมวล 1 กิโลกรัม จะมีแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 นิวตัน

การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

1) เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

- สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ งานที่ได้ = งานที่ให้

2) เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้

- แทนค่าข้อมูลในโจทย์ลงในสูตรที่ใช้คำนวณเรื่องพื้นเอียง
- แก้สมการหาคำตอบ

การกำกับ

1) การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

- แรงที่ใช้ลากวัตถุ = E

2) กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

จากสูตร งานที่ได้ = งานที่ให้

$$W \times h = E \times l$$

แทนค่า $(100 \times 10)N \times 2 = E \times 8$

$$\therefore \quad E = 250\ N$$

การประเมิน

1) ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ

2) ตรวจสอบคำตอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นกิจกรรม (100 นาที)

กิจกรรม	กลวิธีเมตาคอคนิชัน
1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน 2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาผลการทดลองที่ 17.8 พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงได้อย่างไร และร่วมสรุปเป็นหลักการที่จะใช้คำนวณเรื่องพื้นเอียง	<u>กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน และการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์</u>
3. ครูอธิบายจุดประสงค์ของการเรียนเรื่องพื้นเอียง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างที่ 1 - 2 และร่วมกันตอบลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 13 เรื่องพื้นเอียง (กลวิธีเมตาคอคนิชันในแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์) ขั้นการวิเคราะห์	การวิเคราะห์ข้อมูลหรือปัญหา
4. ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลของสมาชิกในกลุ่มที่เป็นไปได้ ตอบลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 13 ขั้นการวางแผน	การวางแผน
5. นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนที่ตนเองได้วางไว้และบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 13 ขั้นการกำกับ	การกำกับ
6. ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบคำตอบของแต่ละกลุ่มว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องครูให้นักเรียนกลุ่มนั้น ๆ ร่วมกันคิดหาวิธีใหม่และลงมือแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์จนได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 13 ด้วยหมึกแดงเฉพาะส่วนที่แก้ไข 7. ครูแสดงแผนผังกลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งชี้แจงให้นักเรียนทราบว่า กลวิธีที่นักเรียนได้ทำไปแล้วนั้น เป็นกลวิธีที่จะนำพาให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความตระหนักถึงเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ	การประเมิน

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306)
2. แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 13 เรื่องพื้นเอียง (การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์)

การประเมินผล

1. การร่วมกิจกรรม
2. การตอบคำถาม
3. การตอบแบบบันทึกการเรียนรู้

ภาคผนวก

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 13 เรื่องพื้นเอียง (การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ..... **นามสกุล**..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 13 เรื่องพื้นเอียง (การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์)

ตัวอย่างที่ 1 ออกแรง 100 นิวตัน ลากวัตถุมวล 40 กิโลกรัม ขึ้นไปได้สูง 3 เมตร จะต้องใช้พื้นเอียงยาวเท่าใด (วาดรูปประกอบ)

ขั้นการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....

.....

2) เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา.....

.....

3) สร้างตัวแทนของปัญหา.....

4) คำและข้อความสำคัญ.....

5) ข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา.....

.....

ขั้นการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

1) เลือกนำหลักการจากความรู้ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์.....

.....

.....

2) เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นการกำกับ

1) การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ .....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นการประเมิน

1) ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ (ส่วนที่ต้องแก้ไข).....

.....

2) ตรวจสอบคำตอบ (คำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่).....

ตัวอย่างที่ 2 ลากวัตถุมวล 100 กิโลกรัม ขึ้นไปบนกำแพงสูง 2 เมตร โดยใช้พื้นเอียงยาว 8 เมตร จะต้องออกแรงเท่าใด (วาดรูปประกอบ)

ขั้นการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....

.....

2) เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา.....

.....

3) สร้างตัวแทนของปัญหา.....

4) คำและข้อความสำคัญ.....

5) ข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา.....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

1) เลือกนำหลักการจากความรู้ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์.....

.....

.....

2) เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นการกำกับ

1) การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ.....

2) กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นการประเมิน

1) ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ (ส่วนที่ต้องแก้ไข).....

.....

2) ตรวจสอบคำตอบ (คำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่).....

.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

17.4 วิวัฒนาการของการสื่อสาร

17.4.2 โทรเลขและโทรพิมพ์

จุดประสงค์

อธิบายหลักการทำงานเบื้องต้นของโทรเลขและโทรพิมพ์

เนื้อหาสาระ

17.4.2 โทรเลขและโทรพิมพ์

โทรเลข คือ อุปกรณ์สื่อสารที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้า โดยผู้ประดิษฐ์เป็นคนแรก คือ แซมมวล มอร์ส ชาวอเมริกัน

แม่เหล็กไฟฟ้า คือ แม่เหล็กที่ทำจากเหล็กอ่อนที่มีลวดไฟฟ้าพันอยู่ เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าไหลผ่านก็จะกลายเป็นแม่เหล็กชั่วคราว เมื่อกระแสไฟฟ้าหยุดไหลก็จะหมดอำนาจแม่เหล็ก

หลักการทำงานของโทรเลข คือ กดคันเคาะของเครื่องส่งเกิดวงจรปิด กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กรอบขดลวดในเครื่องรับ อำนาจแม่เหล็กจะดูดแผ่นเหล็กมากระทบแกนเหล็กทำให้เกิดเสียงจังหวะเดียวกับที่กดคันเคาะ การเปิด-ปิดวงจรทำให้เกิดเสียงเป็นสัญญาณโทรเลข จึงต้องมีการแปลสัญญาณโทรเลขเป็นข้อความ ส่วนรหัสที่ใช้ในโทร มี 2 ลักษณะ คือ เคาะแล้วกดค้างไว้ (กดยาว) และเคาะแล้วปล่อย (กดสั้น)

ปัญหาของการใช้โทรเลข คือ ต้องใช้เวลาในการแปลรหัสทั้งขณะส่งและขณะรับ ซึ่งอาจเกิดการผิดพลาดได้

โทรพิมพ์ เป็นเครื่องมือสื่อสารที่วิวัฒนาการมาจากโทรเลข

หลักการทำงานของโทรพิมพ์ คือ ใช้เครื่องพิมพ์ดีดที่ทุก ๆ แป้นอักษรมีแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อกดพิมพ์อักษรทางเครื่องส่ง ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กทางเครื่องรับ และดูดแป้นอักษรตัวเดียวกับที่ถูกกด

ข้อดีของโทรพิมพ์ คือ การส่งข่าวสารโดยไม่ต้องแปลรหัส

กิจกรรมการเรียนการสอน

<u>ขั้นนำ (10 นาที)</u>

ครูถามนักเรียนว่าเมื่อนักเรียนอยู่ในห้องเรียนเดียวกันกับเมื่ออยู่ต่างห้องเรียนกันไกล จะได้ยินเสียงแตกต่างกันหรือไม่ และควรจะมีวิธีการอย่างไรเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากทราบถึงการทำให้ได้ยินเสียงกันในระยะทางที่ไกลมาก ๆ

ขั้นกิจกรรม (90 นาที)

กิจกรรม	กลวิธีเมตาคอคนิชัน
1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน	กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน
2. ครูแจกเอกสารประกอบการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่านเรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์ พร้อมทั้งแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 23 เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์	
3. ครูอธิบายจุดประสงค์ของการอ่านเอกสารประกอบการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน เรื่องเสียงและการได้ยินเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและวิเคราะห์ พร้อมทั้งให้นักเรียนตอบคำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 23 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูลหรือปัญหา
4. ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายขั้นตอนการอ่านว่ามีหลายคำถามก่อนเริ่มอ่านซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่อ่าน และช่วยเตรียมสิ่งที่จะต้องปฏิบัติหลังการอ่าน โดยคำถามก่อนการอ่านจะต้องใช้ความรู้เดิมมาช่วยระลึกประสบการณ์ต่า ๆ ที่มี ในด้านโครงสร้างของบทอ่าน เนื้อหาบทอ่าน และความเข้าใจสิ่งที่อ่านอันเป็นผลของการอ่านประกอบกับการพิจารณาข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ของสมาชิกในกลุ่มที่เป็นไปได้ ตอบลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 23 ขั้นการวางแผน	การวางแผน
5. นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอนที่ตนเองได้วางไว้ การอธิบายและการให้ตัวเลือกเกี่ยวกับกลวิธีการอ่านแบบต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถทำนายเรื่องได้ดี พร้อมทั้งเหตุผลในการเลือกใช้กลวิธีนั้น ๆ อย่างชัดเจน และบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 23 ขั้นการกำกับ	การกำกับ
6. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และสรุปสิ่งที่ได้จากการอ่าน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในจากบทอ่าน ที่ได้ของแต่ละกลุ่มว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องครูให้นักเรียนกลุ่มนั้น ๆ ร่วมกันคิดหาวิธีใหม่ และลงมือทำกิจกรรมในการอ่านจนได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 23 ด้วยหมึกแดงเฉพาะส่วนที่แก้ไข	การประเมิน

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306)

2. เอกสารประกอบการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์
3. แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 23 เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์

การประเมินผล

1. การร่วมกิจกรรม
2. การตอบคำถาม
3. การตอบแบบบันทึกการเรียนรู้

ภาคผนวก

1. เอกสารประกอบการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์
2. แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 23 เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารประกอบการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์

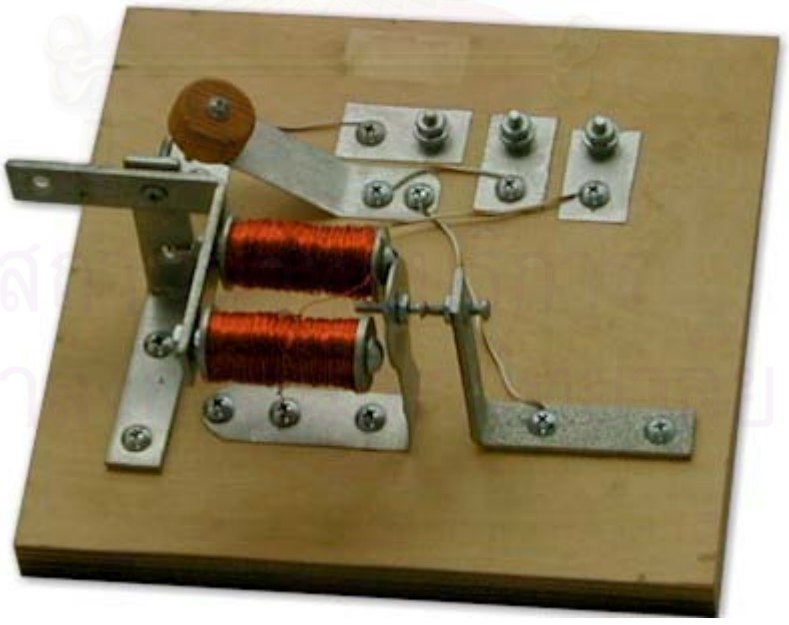
เขียนทางไกล จุด ขีด จุด

ความพยายามครั้งแรกของมนุษย์ในการที่จะส่งสัญญาณด้วยไฟฟ้านั้นมีมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 18 นักวิทยาศาสตร์จำนวนมากได้ค้นคว้าเรื่องนี้ แต่ก็ไม่มีใครที่สามารถคิดระบบที่ดีจริง ๆ ได้ ในที่สุด ในปี ค.ศ.1837 ชาวอเมริกันชื่อ แซมมวล เอฟ.บี. มอร์ส ก็ได้จดลิขสิทธิ์เครื่องโทรเลขที่ใช้การได้จริง ๆ เป็นครั้งแรก

ในการส่งโทรเลขระบบหนึ่ง แป้นจะถูกเคาะอย่างเร็วเพื่อแทนจุด และกดแป้นไว้นานขึ้นหน่อยเพื่อแทนขีด การกดแป้นจะทำให้กระแสไฟฟ้าวิ่งไปตามสายไปยังเครื่องรับ ที่เครื่องรับนั้นกระแสไฟฟ้าจะผ่านเข้าไปในแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งทำจากขดลวดพันอยู่รอบแกนเหล็ก เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไป แกนเหล็กนั้นก็จะกลายเป็นแม่เหล็ก และจะดึงดูดก้านอันหนึ่งที่เคลื่อนไหวได้ ก้านนั้นก็จะสั่นเป็นสัญญาณจุดหรือขีดที่ปรากฏออกมา

มอร์ส ยังได้คิดรหัสที่ใช้จุดและขีดแทนตัวอักษร ระบบรหัสนี้ได้รับการตั้งชื่อตามชื่อของเขาเพื่อเป็นเกียรติ รหัสนี้ยังคงใช้กันอยู่จนทุกวันนี้

โทรเลขฉบับแรกส่งจากกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. ไปยังเมืองบัลติมอร์ รัฐแมรีแลนด์ ใน ค.ศ.1844 โทรเลขนั้นมีคข้อความว่า “โอ อานุภาพแห่งพระผู้เป็นเจ้า” นับแต่นั้นมา การสื่อสารก็ได้พัฒนาไปอย่างมากมาย และในปี ค.ศ.1963 ประธานาธิบดี จอห์น เอฟ. เคเนดี้ ก็ได้ร่วมในการสนทนาผ่านดาวเทียมระหว่างสหรัฐอเมริกาและแอฟริกา เป็นครั้งแรก



เทเล็กซ์ คืออะไร

เนื่องจากการใช้เครื่องโทรพิมพ์ให้ความสะดวกรวดเร็วยิ่งกว่ารับส่งโทรเลขแบบมอร์ส และใคร ๆ ก็ใช้ได้ ไม่จำต้องฝึกหัดเรียนรู้รหัสสัญญาณ จึงมีการใช้เครื่องโทรพิมพ์มากขึ้น สำนักข่าว และบริษัทการค้าใหญ่ ๆ ก็นิยมเช่า สายโทรเลขพิเศษ (เป็นสายต่อตรงระหว่างต้นทางกับปลายทางไม่ผ่านที่ทำการโทรเลขใดๆ) เพื่อส่งข่าวสารด้วยเครื่องโทรพิมพ์ ระหว่างสำนักงานใหญ่กับสำนักงานสาขา สำหรับกิจการของตนโดยเฉพาะ แต่โดยที่สำนักงาน หรือบริษัทเหล่านั้นไม่อาจส่งข่าวสารติดต่อกับบริษัทอื่น ๆ ที่ไม่มีสายตรงเชื่อมโยงไปถึง จึงได้มีการจัดตั้งชุมสายโทรพิมพ์ขึ้น เพื่อทำหน้าที่ต่อสายให้เครื่องโทรพิมพ์ของบริษัทหนึ่ง ทำงานติดต่อกับเครื่องโทรพิมพ์ของบริษัทหนึ่ง ทำงานติดต่อกับเครื่องโทรพิมพ์ของบริษัทอื่น ๆ ได้ ทำนองเดียวกับชุมสายโทรศัพท์

ชุมสายโทรพิมพ์มี ๒ แบบ แบบหนึ่งใช้พนักงานเป็นผู้ต่อสายให้ คือเมื่อบริษัทหนึ่งแจ้ง (เป็นตัวหนังสือ) มาทางเครื่องโทรศัพท์ ว่าต้องการจะทำงานติดต่อกับอีกบริษัทหนึ่งพนักงานประจำชุมสายโทรพิมพ์ก็จะต่อสายให้ถึงกัน เครื่องโทรพิมพ์ของบริษัททั้งสองก็ทำงานติดต่อกันได้ เมื่อเสร็จงานแล้ว และมีรหัสแจ้งมาว่า เลิกการติดต่อกันแล้ว พนักงานประจำชุมสามโทรพิมพ์ก็จะปลดสายออก ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นแบบอัตโนมัติ ไม่ต้องให้พนักงาน ต่อสายให้ แต่จัดให้เครื่องโทรพิมพ์ในข่ายชุมสายแต่ละเครื่อง มีหมายเลขประจำตัวเครื่อง (ทำนองเดียวกับหมายเลขโทรศัพท์ตามบ้าน) เช่น บริษัท ก. ประสงค์ติดต่อส่งข่าวสารให้บริษัท ข. ซึ่งใช้เครื่องโทรพิมพ์หมาย เลข ๔๕๑๐ บริษัท ก. ก็หมุนเลข ๔-๕-๑-๐ อันเป็นหมายเลขประจำเครื่องโทรพิมพ์ของบริษัท ข. (ทำนองเดียวกับการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ เพื่อพูดติดต่อกัน) แล้วเครื่องโทรพิมพ์ของบริษัท ข. ก็จะทำงานรับข้อความข่าวสาร ที่เครื่องโทรพิมพ์ของบริษัท ก. ส่งมา และส่งข้อความโต้ตอบกันได้ด้วย เมื่อหมดเรื่องราวที่จะรับส่งกันแล้ว จะมีการส่งสัญญาณโทรพิมพ์ว่า "เลิกกัน" เครื่องชุมสายโทรพิมพ์ก็จะปลดสายออกเอง (เช่นเดียวกับเมื่อวางหูโทรศัพท์เมื่อเวลาเลิกพูด)

วิธีการติดต่อส่งข่าวสารทางโทรพิมพ์ ผ่านชุมสายโทรพิมพ์ แบบนี้เรียกว่า "เทเล็กซ์" (telex ย่อมาจากคำ teleprinter exchange ซึ่งแปลว่า "ชุมสายเครื่องโทรพิมพ์" ส่วนในสหรัฐอเมริกาเรียกว่า TWX ย่อมาจากคำ teletypewriter exchange)

เครื่องโทรพิมพ์สำหรับใช้ในบริการเทเล็กซ์ แตกต่างกับเครื่องโทรพิมพ์ธรรมดา ตรงที่มีอุปกรณ์เพิ่มเติมเป็นแป้นหมายเลข ใช้หมุนหมายเลขเรียกเครื่องโทรพิมพ์สำหรับบริการเทเล็กซ์เครื่องอื่น ๆ ทั้งภายในประเทศและ ต่างประเทศได้ทั่วโลก เมื่อมีเครื่องโทรพิมพ์สำหรับบริการโทรพิมพ์สำหรับเทเล็กซ์จากที่อื่น เรียกหมายเลขเครื่องโทรพิมพ์ใด เครื่องโทรพิมพ์

หมายเลขที่ถูกเรียกนี้จะทำงานติดต่อด้วยทันที โดยไม่ต้องใช้คนหรือพนักงานโทรพิมพ์คอยเฝ้าคอยเฝ้าดูอยู่ตลอดเวลา แล้วเจ้าหน้าที่ประจำเครื่องโทรพิมพ์จึงมารับงานต่อไป ส่วนเครื่องโทรพิมพ์ธรรมดาไม่มีอุปกรณ์แป้นหมายเลข และจะทำงานกับเครื่องโทรพิมพ์ธรรมดาด้วยกันเฉพาะเครื่องที่มีสายเชื่อมโยงถึงกัน อยู่ก่อนแล้วเท่านั้น

เครื่องโทรพิมพ์ธรรมดาไม่มีอุปกรณ์แป้นหมายเลข และจะทำงานกับเครื่องโทรพิมพ์ธรรมดาด้วยกันเฉพาะเครื่องที่มีสายเชื่อมโยงถึงกัน อยู่ก่อนแล้วเท่านั้น

บริการเทเล็กซ์เริ่มมีเป็นครั้งแรกในโลก พ.ศ. ๒๔๗๔ ในสหรัฐอเมริกา

กิจกรรมโทรเลขในประเทศไทยเริ่มมีเมื่อใด

เมื่อวันที่ ๕ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๔๑๒ รัฐบาลสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๕ ได้อนุมัติให้ชาวอังกฤษ ๒ นาย จัดตั้งบริษัทก่อสร้างและบำรุงรักษาทางโทรเลขภายในราชอาณาจักรตามคำเสนอขอ แต่การดำเนินงานของบุคคลทั้งสองล้มเหลว

ดังนั้น ในปี พ.ศ. ๒๔๑๘ รัฐบาลไทยจึงได้ดำเนินการเอง โดยมอบหมายให้กรมกลาโหม สร้างทางสายโทรเลขสายแรก จากกรุงเทพฯ ไปปากน้ำ (จังหวัดสมุทรปราการ) และวางสายเคเบิลโทรเลขใต้น้ำต่อออกไปถึงกระโจมไฟ นอกสันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา รวมระยะทางยาว ๔๕ กิโลเมตรเพื่อทางราชการใช้ส่งข่าวเกี่ยวกับการผ่านเข้าออกของเรือกลไฟ พ.ศ. ๒๔๒๑ กรมกลาโหมได้สร้างทางสายโทรเลขสายที่สอง จากกรุงเทพฯถึงพระราชวัง บางปะอิน และภายหลังได้ขยายทางสายออกไปถึงกรุงเก่า (จังหวัดพระนครศรีอยุธยา)เพื่อใช้ประโยชน์ในทางราชการเช่นกัน

ในปี พ.ศ. ๒๔๒๖ ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ตั้งกรมโทรเลขขึ้นรับช่วงงานโทรเลขจากกรมกลมโหมมาทำต่อไป ได้เริ่มสร้างทางสายใช้ลวดเหล็กอาบสังกะสีเป็นสายแรกจากกรุงเทพฯ ผ่านปราจีนบุรี กบินทร์บุรี อรัญประเทศ ศรีโสภณ ไปถึงคลองกำปงปลัก ในจังหวัดพระตะบอง (สมัยนั้นยังเป็นของไทย) และเชื่อมต่อกับสายโทรเลขอินโดจีนไปถึงเมืองไซ่ง่อน เป็นสายโทรเลขสายแรกที่ติดต่อกับต่างประเทศ ได้เปิดให้สาธารณะใช้เป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ ๒๖ กรกฎาคม ๒๔๒๖ ในปีเดียวกันนั้นก็ได้มีประกาศเป็นทางการให้สาธารณชนทั่วไปใช้โทรเลขสาย กรุงเทพฯ-สมุทรปราการ และกรุงเทพฯ-อยุธยา ได้ด้วย

ในปี พ.ศ. ๒๔๙๖ ดร. สมาน บุญยรัตพันธุ์ ค้นคิดประดิษฐ์เครื่องโทรพิมพ์ภาษาไทยได้สำเร็จ ต่อมาได้ประดิษฐ์เพิ่มเติม ในเครื่องโทรพิมพ์ทำงานได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษในเครื่องเดียวกัน เครื่องโทรพิมพ์แบบนี้ มีชื่อเรียกว่า "เครื่องโทรพิมพ์ไทยแบบ เอส พี (S.P.)" พิมพ์ได้ทั้งอักษรไทยและอักษรโรมัน ใช้ระบบ ๖ ยูนิต

กรมไปรษณีย์โทรเลข ได้รับรองเครื่องโทรพิมพ์ไทยแบบ เอส.พี. เมื่อปี พ.ศ. ๒๔๙๘ ได้สั่งซื้อเครื่องโทรพิมพ์ไทยจากบริษัทในประเทศญี่ปุ่น เข้ามาใช้งานรับส่งโทรเลขเป็นรุ่นแรก ระหว่าง พ.ศ. ๒๕๐๐ และกรมไปรษณีย์โทรเลขถือว่า การรับส่งโทรเลขด้วยเครื่องโทรพิมพ์ระบบนี้ เป็นมาตรฐานของการโทรเลขในประเทศไทยต่อไปด้วย

เครื่องโทรพิมพ์ภาษาไทย และภาษาอังกฤษเครื่องแรก ประดิษฐ์โดย ดร. สมาน บุณยรัตพันธ์ เครื่องโทรพิมพ์ไทยแบบเอสพีโรมัน เครื่องโทรพิมพ์ที่มีอักษรไทยและอักษรโรมันอยู่ในเครื่องเดียวกัน

บริการเทเล็กซ์เปิดให้บริการเมื่อใด

กรมไปรษณีย์โทรเลข ได้เปิดให้ใช้บริการเทเล็กซ์เป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ ๑ เมษายน พ.ศ. ๒๕๐๖ เป็นบริการเทเล็กซ์ระหว่างประเทศ ติดต่อตรงกับประเทศญี่ปุ่นด้วยคลื่นวิทยุ

ความถี่สูง และผ่านประเทศญี่ปุ่นไปยังประเทศ อื่น ๆ ได้อีก ๑๒ ประเทศ คือ จีนคณะชาติ (ไทเป) แคนนาดา สหรัฐอเมริกา เปรู อาร์เจนตินา ออสเตรเลีย อังกฤษ เยอรมันตะวันตก เบลเยี่ยม เนเธอร์แลนด์ และสวิส เครื่องโทรพิมพ์แต่ละเครื่องจะป้อนสัญญาณเข้าเครื่องแบ่งช่องสัญญาณ และเครื่องแก้คำผิดโดยอัตโนมัติ ก่อนที่จะไปเข้าเครื่องส่งวิทยุระบบนี้ต้องใช้พนักงานเป็นผู้ต่อสายให้ (manual)

ในวันที่ ๖ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๐๖ กรมไปรษณีย์โทรเลขได้เปิดให้ใช้บริการเทเล็กซ์ภายในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อให้ผู้เช่าสามารถติดต่อส่งข่าวสารกับผู้เช่าเครื่องโทรพิมพ์อื่น ๆ ที่อยู่ในข่ายชุมสายเทเล็กซ์เดียวกันได้เอง ต่อ มาได้เปิดชุมสายเทเล็กซ์ในต่างจังหวัด คือที่หาดใหญ่ (จังหวัดสงขลา ลำปาง และนครราชสีมา กับได้เปิดชุมสายเทเล็กซ์สาขาขึ้นที่นครสวรรค์ เชียงใหม่ และสระบุรีอีกด้วย ผู้เช่าใช้เครื่องเทเล็กซ์ทุกข่ายสายเทเล็กซ์ ทั้งในกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัด สามารถติดต่อส่งข่าวสารไปได้ทั้งภายในประเทศและไปต่างประเทศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ..... กลุ่ม..... ชั้น..... เลขที่.....

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 23 เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์

ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

จุดประสงค์ของการอ่าน.....

.....

.....

.....

ขั้นการวางแผน

1. ระบุสิ่งที่นักเรียนอยากทราบก่อนการอ่าน.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะอ่านอย่างไรบ้าง (ขีดเส้นใต้กลวิธีที่นักเรียนเลือก ได้แก่ การอ่านซ้ำ การย่อการอ่านข้ามคำ การทำนาย การแปลความ การหาใจความสำคัญ การทดสอบความเข้าใจ การชี้บ่งแบบการเขียนของสิ่งที่อ่าน การลำดับเหตุการณ์ การหาความสัมพันธ์ การเชื่อมความรู้เดิมกับความรู้ใหม่)

3. ความรู้เดิมที่นักเรียนนำมาใช้คือ.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. หลังจากที่นักเรียนอ่านเสร็จแล้วนักเรียนจะนำสิ่งที่ได้จากการอ่านไปทำอะไร

.....

.....

.....

ขั้นการกำกับ

5. ดำเนินการตามขั้นตอนที่ได้ระบุไว้
6. ตารางบันทึกสิ่งที่ได้จากการอ่านโดยแยกตามสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ

สิ่งที่อยากทราบ	ผลจากการอ่าน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแผนการเรียนรู้แบบปกติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน (ส่วนที่เป็นเนื้อหา) 2

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

กิจกรรม 17.1 แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ

จุดประสงค์

3. อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้
4. สรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผิวสัมผัสและแรงเสียดทานได้

เนื้อหาสาระ

กิจกรรม 17.1 แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ตอนที่ 1

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้กับลักษณะของผิวสัมผัส

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
5. ถุงทราย (มวลประมาณ 500 กรัม)	1 ถุง
6. ตาชั่งสปริง	1 อัน
7. ถุงพลาสติก (ขนาดใส่ถุงทรายได้)	1 ใบ

วิธีทดลอง

5) วางถุงทราย 1 ถุง (มวลประมาณ 500 g) ลงบนพื้นไม้ ใช้ตาชั่งสปริงดึงถุงทรายในแนวระดับให้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเสม่ำเสมอ บันทึกค่าแรงดึงจากตาชั่งสปริงขณะที่ถุงทรายกำลังเคลื่อนที่
6) นำถุงทรายจากข้อ 1 ใส่ลงในถุงพลาสติก แล้วดึงถุงพลาสติกให้เคลื่อนที่ในลักษณะเดิม บันทึกค่าแรงดึงจากตาชั่งสปริง

ตารางบันทึกผลกิจกรรม 17.1 ตอนที่ 1 ปริมาณของแรงที่ใช้ดึงถุงทรายที่วางบนพื้นไม้และถุงทรายในถุงพลาสติกที่วางบนพื้นไม้

ลักษณะถุงทราย	แรงที่ดึง (นิวตัน)
ถุงทรายวางบนพื้นไม้	2
ถุงทรายในถุงพลาสติกวางบนพื้นไม้	1.2

สรุปผลกิจกรรม 17.1 ตอนที่ 1

แรงเสียดทานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส

ตอนที่ 2

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานกับน้ำหนักหรือแรงกดของวัตถุลงบนพื้น

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
4. ถุงทราย (มวลประมาณ 500 กรัม)	4 ถุง
5. แผ่นไม้อัดขนาด 8 cm × 10 cm × 1 cm พร้อมห่วงสำหรับเกี่ยวกับตาชั่งสปริง	1 แผ่น
6. ตาชั่งสปริง	1 อัน

วิธีทำ

3) วางถุงทราย 1 ถุง (มวลประมาณ 500 g หรือ น้ำหนัก 5 N) ทับบนไม่อัดขนาด 8 cm × 10 cm × 1 cm แล้วใช้ตาชั่งสปริง ดึงแผ่นไม้อัดให้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ บันทึกแรงดึงจากตาชั่งสปริง ขณะที่ถุงทรายกำลังเคลื่อนที่
4) ทำซ้ำข้อ 1 แต่เพิ่มจำนวนถุงทรายบนแผ่นไม้อัดเป็น 2, 3 และ 4 ถุงตามลำดับ

ตารางบันทึกผลกิจกรรม 17.1 ตอนที่ 2 ปริมาณของแรงที่ใช้ดึงถุงทรายจำนวนต่าง ๆ ที่วางบนแผ่นไม้อัด

จำนวนถุงทรายที่วางบนแผ่นไม้อัด (ถุง)	แรงที่ใช้ดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ (นิวตัน)
1	1.4
2	2.6
3	3.5
4	4.5

สรุปผลกิจกรรม 17.1 ตอนที่ 2

แรงเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักหรือแรงกดของวัตถุที่ตกลงบนพื้น

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (5 นาที)

ครูกล่าวถึงการขนส่งทางบก พร้อมทั้งตั้งคำถามว่า “เพราะเหตุใดรถยนต์จึงต้องมีล้อ” เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยและร่วมกันอภิปรายภายในห้องเรียน ว่าเพราะถ้าหากรถยนต์ไม่มีล้อก็จะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เนื่องจากตัวรถมีแรงเสียดทานกับพื้นถนน

ขั้นกิจกรรม (45 นาที)

1. ครูอธิบายจุดประสงค์ของกิจกรรม 17.1 แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 และตอบลงในแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน
3. ครูแจกวัสดุและอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด
4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านวิธีการทดลอง และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม โดยเริ่มจากกิจกรรม 17.1 ตอนที่ 1 หากไม่เข้าใจขั้นตอนใดให้ซักถามจากครู
5. นักเรียนตอบคำถามก่อนกิจกรรมลงในแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. นักเรียนเริ่มทำการทดลอง จนได้ผลการทดลองและบันทึกผล พร้อมทั้งช่วยกันสรุปผลการทดลองเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้อง
7. ครูให้แต่ละกลุ่มเขียนผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง โดยเขียนในกระดาษฟลิปชาร์ทแล้วนำมาแสดงบนกระดานดำหน้าห้องเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินและอภิปรายผลการทดลองและข้อสรุป พร้อมทั้งเสนอแนะสิ่งที่ต้องแก้ไขแก่กลุ่มที่ทำการทดลองผิดพลาด
8. ครูให้นักเรียนเริ่มทำกิจกรรม 17.1 ตอนที่ 2 เช่นเดียวกับกิจกรรม 17.1 ตอนที่ 1
9. หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรม ครูให้นักเรียนตอบแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังกิจกรรม 17.1 ทั้งสองตอนเป็นการบ้าน

สื่อการเรียนการสอน

4. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306)
5. วัสดุอุปกรณ์กิจกรรมที่ 17.1 แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ
6. แบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประเมินผล

4. การร่วมกิจกรรม
5. การตอบคำถาม
6. การตอบแบบกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน (ส่วนที่เป็นเนื้อหา) 5

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

17.1.3 การขนส่งทางอากาศ

ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับแรงยกของเครื่องบิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญซึ่งทำให้เครื่องบินลอยตัวอยู่ได้ในอากาศ

กิจกรรม 17.4 ยกปีกให้ลอยได้

จุดประสงค์

4. สรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านผิวโค้งและผิวราบและความดันของอากาศที่กระทำต่อผิวดังกล่าวได้

5. นักเรียนอธิบายหลักการพื้นฐานสำคัญที่ทำให้เครื่องบินลอยขึ้นในอากาศได้

เนื้อหาสาระ

17.1.3 การขนส่งทางอากาศ

การขนส่งทางอากาศ คือ การลำเลียงคน สัตว์ และสิ่งของจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยใช้ยานพาหนะที่เคลื่อนที่ในอากาศ

วิวัฒนาการของการขนส่งทางอากาศ เริ่มจากเครื่องร่อน บอลลูน เรือเหาะและในปัจจุบันใช้เครื่องบิน

ข้อดีของการขนส่งทางอากาศ คือ เสียเวลาในการเดินทางน้อยมาก และสามารถเข้าถึงท้องถิ่นไกล ๆ หรือเขตทุรกันดารได้

ข้อเสียของการขนส่งทางอากาศ คือ ค่าใช้จ่ายสูงเกิดอุบัติเหตุได้ง่ายกว่าการขนส่งทางอื่นและมีอุปสรรคทางด้านดินฟ้าอากาศ

เครื่องบินเคลื่อนที่ในอากาศได้เนื่องจาก เครื่องยนต์ และปีก

แดเนียล เบอร์นูลี นักวิทยาศาสตร์ชาวสวิสพบว่า เมื่ออากาศมีความเร็วเพิ่มขึ้นความดันอากาศจะลดลง เนื่องจากอากาศที่กำลังเคลื่อนที่จะมีพลังงานจลน์ และอากาศที่มีความเร็วสูงจะมีพลังงานจลน์มากกว่าอากาศที่มีความเร็วต่ำ ดังนั้น ขณะที่อากาศมีความเร็วสูงขึ้นนี้จะมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น ทำให้แรงกระทำต่อพื้นที่ลดลง เป็นเหตุให้ความดันลดลงด้วย จากหลักการนี้จึงนำไปสร้างปีกเครื่องบินให้มีผิวด้านบนโค้ง ด้านล่างเรียบ เมื่อเครื่องบินเคลื่อนที่อากาศด้านบนของปีก

เครื่องบินมีความเร็วมากขึ้น ความดันจะลดลงทำให้อากาศด้านล่างของปีกออกแรงดันปีกเครื่องบินให้ยกขึ้น

แรงยก คือ แรงที่ยกวัตถุให้ลอยขึ้น เนื่องจากความดันอากาศด้านล่างของวัตถุมีมากกว่าความดันอากาศด้านบนของวัตถุ

กิจกรรม 17.4 ยกปีกให้ลอยได้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความเร็วของอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านผิวเรียบและผิวโค้ง และศึกษาความดันของอากาศที่กระทำต่อผิวเรียบและผิวโค้ง

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
7. ดินน้ำมันกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 cm	2 ก้อน
8. กระดาษขนาด 2 cm × 8 cm	1 แผ่น
9. กระดาษขนาด 2 cm × 9 cm	1 แผ่น
10. สายพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 25 cm	1 เส้น
11. กาวติดกระดาษ	1 ขวด
12. ด้ายหลอด	1 หลอด

วิธีทดลอง

1) ตัดแผ่นกระดาษ 2 แผ่น ขนาด 2 cm × 8 cm และ 2 cm × 9 cm ตามลำดับ
2) พับครึ่งแผ่นที่ 1 ใช้กาวติดปลายกระดาษเข้าด้วยกัน รีดให้เรียบ
3) แผ่นที่ 2 พับที่ระยะ 4 cm จากปลายด้านหนึ่ง ใช้กาวติดปลายกระดาษทั้งสองเข้าด้วยกัน

รูปแสดงการเป่าลมผ่านแผ่นกระดาษ

4) ปั้นดินน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 cm 2 ก้อน วางบนโต๊ะห่างกันประมาณ 10 cm

5) ใช้ด้ายยาว 15 cm กดปลายด้านหนึ่งให้ติดกับดินน้ำมันก้อนแรก ร้อยปลายด้ายอีกด้านหนึ่งเข้ากับกระดาษที่พับไว้ทั้งสองแผ่น โดยให้แผ่นที่สองมีด้านโค้งอยู่ข้างบน ยึดปลายที่เหลือกับดินน้ำมันอีกก้อนหนึ่งให้เส้นด้ายขึงตึง ดังรูป

6) ใช้ท่อพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 25 cm เป่าอากาศจากด้านหน้าของกระดาษทั้งสองทีละแผ่น ดังรูป สังเกตการเปลี่ยนแปลง

ตารางบันทึกผลกิจกรรม 17.4 ยกปีกให้ลอยได้

ลักษณะของแผ่นกระดาษ	การลอยตัวของแผ่นกระดาษหลังการเป่า
กระดาษผิวเรียบสองด้าน	ลอยตัวในแนวระดับขนานกับพื้น
กระดาษผิวโค้งด้านบน	ยกตัวสูงขึ้น

สรุปผลกิจกรรม 17. 4

ถ้าอากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ความดันอากาศจะลดน้อยลง (หลักการของดาร์เนียล แบร์นูลี) นั่นก็คือความดันอากาศที่ผิวโค้งด้านบนมีค่าน้อยกว่าความดันอากาศที่ผิวเรียบด้านล่าง กระดาษจึงยกตัวได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

<u>ขั้นนำ (5 นาที)</u>

3. ครูอธิบายความหมายของการขนส่งทางอากาศ พร้อมยกตัวอย่างยานพาหนะทางอากาศ ที่อาศัยปีกในการเคลื่อนที่ขึ้นสู่อากาศ

4. ครูแสดงแผนภาพของปีกเครื่องบินที่มีลักษณะผิวโค้งด้านบนและผิวเรียบด้านล่างเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าเพราะเหตุใดจึงมีลักษณะเช่นนั้น

<u>ขั้นกิจกรรม (45 นาที)</u>

1. ครูอธิบายจุดประสงค์ของกิจกรรม 17.4 ยกปีกให้ลอยได้ และตอบลงในแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน

3. ครูแจกวัสดุและอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด

4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านวิธีการทดลอง และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม หากไม่เข้าใจขั้นตอนใดให้ซักถามจากครู

5. นักเรียนตอบคำถามก่อนกิจกรรมลงในแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

6. นักเรียนเริ่มทำการทดลอง จนได้ผลการทดลองและบันทึกผล พร้อมทั้งช่วยกันสรุปผลการทดลองเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้อง

7. ครูให้แต่ละกลุ่มเขียนผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง โดยเขียนในกระดาษฟลิปชาร์ทแล้วนำมาแสดงบนกระดานดำหน้าห้องเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินและอภิปรายผลการทดลองและข้อสรุป พร้อมทั้งเสนอแนะสิ่งที่ต้องแก้ไขแก่กลุ่มที่ทำการทดลองผิดพลาด

8. หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรม ครูให้นักเรียนตอบแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังกิจกรรม 17.1 ทั้งสองตอนเป็นการบ้าน

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306)
2. วัสดุอุปกรณ์กิจกรรมที่ 17.4 ยกปีกให้ลอยได้
3. แบบแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประเมินผล

1. การร่วมกิจกรรม
2. การตอบคำถาม
3. การตอบแบบแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน (ส่วนที่เป็นเนื้อหา) 6

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

17.2 เครื่องกลและเครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง

ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับหลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องกลบางประเภท คือ รอก คาน พื้นเอียง เครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่งซึ่งใช้กันมากในชีวิตประจำวัน ได้แก่ เครื่องยนต์ก๊าซโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล

17.2.1 รอก

กิจกรรม 17.5 รอกเดี่ยว

จุดประสงค์

1. อธิบายหลักการทำงานของรอกเดี่ยว

เนื้อหาสาระ

17.2 เครื่องกลและเครื่องยนต์ที่ช่วยในการขนส่ง

เครื่องกล หมายถึง อุปกรณ์ที่ช่วยผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกหรือทั้งช่วยผ่อนแรงและอำนวยความสะดวก

17.2.1 รอก

รอก เป็นเครื่องกลที่ใช้สำหรับยกของขึ้นที่สูงหรือหย่อนลงไปในที่ต่ำ รอกมีลักษณะเป็นล้อหมุนได้คล่องรอบตัว และมีเชือกพาดล้อสำหรับยกวัตถุและดึงวัตถุ

ประเภทของรอก

3) รอกเดี่ยว แบ่งเป็น รอกเดี่ยวตายตัว และรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

4) รอกพวง แบ่งเป็น 3 ระบบ คือรอกพวงระบบที่ 1 ระบบที่ 2 และระบบที่ 3

กิจกรรม17.5 รอกเดี่ยว

วัตถุประสงค์

3. อธิบายหลักการทำงานของรอกได้
4. ใช้รอกช่วยในการเคลื่อนย้ายวัตถุได้

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ถุงทราย (มวลประมาณ 500 g)	1 ถุง
2. เชือกยาว 1 m	1 เส้น
3. ตาชั่งสปริง	1 อัน
4. รอก	1 ตัว

วิธีทดลอง

1) ผูกปลายข้าหนึ่งของเชือกเข้ากับถึงทราย 1 ถุง แล้วร้อยเชือกเข้าทางด้านบนของรอกที่แขวนไว้กับที่ อีกปลายหนึ่งของเชือกเกี่ยวเข้ากับตาชั่งสปริง
2) ออกแรงดึงตาชั่งสปริงในแนวดิ่ง เมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้น อ่านค่าแรงดึงและบันทึกผล
3) เกี่ยวถุงทรายเข้ากับตัวรอก ตรึงปลายเชือกด้านหนึ่งไว้กับที่ ร้อยปลายเชือกอีกด้านหนนนึ่งเข้าทางด้านล่างของรอก เกี่ยวปลายเชือกที่เหลือเข้ากับตาชั่งสปริง
4) ออกแรงดึงตาชั่งสปริงในแนวดิ่ง เมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้น อ่านค่าแรงดึงและบันทึกผล

ตารางบันทึกผลกิจกรรม 17.5 ปริมาณของแรงดึงเชือกที่แขวนรอกเดี่ยวตายตัวและรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

ลักษณะของการแขวนรอก	แรงดึง (นิวตัน)
รอกที่แขวนอยู่กับที่	5.0
รอกที่แขวนแบบเคลื่อนที่	3.0

สรุปผลกิจกรรม 17.5

รอกเดี่ยวตายตัวไม่ช่วยผ่อนแรงแต่ช่วยอำนวยความสะดวก รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ช่วยผ่อนแรงและอำนวยความสะดวก

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (5 นาที)

1. ครูอธิบายความหมายของเครื่องกล พร้อมทั้งนำเครื่องกลจำลองประเภทต่าง ๆ มาให้นักเรียนสังเกต

2. ครูสาธิตการใช้รอกเดี่ยวในการยกของเพื่อแสดงให้นักเรียนทราบถึงประโยชน์ของรอก พร้อมทั้งถามนักเรียนถึงประโยชน์ของการใช้รอกเดี่ยว ในสองลักษณะ คือการจัดรอกเดี่ยวตายตัว และการจัดรอกเดี่ยวแบบเคลื่อนที่

ขั้นกิจกรรม (45 นาที)

1. ครูอธิบายจุดประสงค์ของกิจกรรม 17.5 รอกเดี่ยว และตอบลงในแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน

3. ครูแจกวัสดุและอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด

4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านวิธีการทดลอง และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม หากไม่เข้าใจขั้นตอนใดให้ซักถามจากครู

5. นักเรียนตอบคำถามก่อนกิจกรรมลงในแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

6. นักเรียนเริ่มทำการทดลอง จนได้ผลการทดลองและบันทึกผล พร้อมทั้งช่วยกันสรุปผลการทดลองเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้อง

7. ครูให้แต่ละกลุ่มเขียนผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง โดยเขียนในกระดาษฟลิปชาร์ทแล้วนำมาแสดงบนกระดานดำหน้าห้องเรียน

8. ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินและอภิปรายผลการทดลองและข้อสรุป พร้อมทั้งเสนอแนะสิ่งที่ต้องแก้ไขแก่กลุ่มที่ทำการทดลองผิดพลาด

9. หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรม ครูให้นักเรียนตอบแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังกิจกรรม 17.5 ทั้งสองตอนเป็นการบ้าน

สื่อการเรียนการสอน

4. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306)
5. วัสดุอุปกรณ์กิจกรรมที่ 17.5 รอกเดี่ยว
6. แบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประเมินผล

4. การร่วมกิจกรรม
5. การตอบคำถาม
6. การตอบแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน (ส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์) 7

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

17.2.1 รอก

รอกเดี่ยวตายตัว และรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

จุดประสงค์

คำนวณโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับรอกเดี่ยวตายตัว และรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

เนื้อหาสาระ

17.2.1 รอก

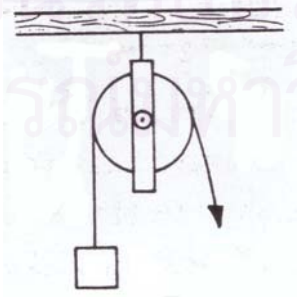
รอก เป็นเครื่องกลที่ใช้สำหรับยกของขึ้นที่สูงหรือหย่อนลงไปในที่ต่ำ รอกมีลักษณะเป็นล้อหมุนได้คล่องรอบตัว และมีเชือกพาดล้อสำหรับยกวัตถุและดึงวัตถุ

ประเภทของรอก

1) รอกเดี่ยว แบ่งเป็น รอกเดี่ยวตายตัว และรอกเดี่ยวเคลื่อนที่
2) รอกพวง แบ่งเป็น 3 ระบบ คือรอกพวงระบบที่ 1 ระบบที่ 2 และระบบที่ 3

รอกเดี่ยว

<u>รอกเดี่ยวตายตัว</u> เป็นรอกที่ตรึงติดอยู่กับที่ ใช้เชือกหนึ่งเส้นพาดรอบล้อ โดยปลายข้างหนึ่งติดกับวัตถุ ปลายอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับดึง เมื่อดึงวัตถุขึ้นในแนวดิ่ง แรงที่ใช้ดึงจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ รอกเดี่ยวตายตัวไม่ช่วยผ่อนแรงแต่สามารถอำนวยความสะดวกในการทำงาน ตัวอย่างเช่น การชักธงชาติขึ้นสู่ยอดเสา



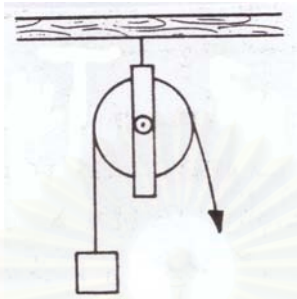
หลักการ คือ รอกเดี่ยวตายตัวไม่สามารถผ่อนแรงได้ เพียงแต่ช่วยอำนายความสะดวกเท่านั้น ดังนั้น

สูตรที่ใช้คำนวณ คือ $E = W$

เมื่อ E คือ แรงความพยายาม หรือแรงที่ใช้ดึง (นิวตัน)

W คือ แรงความต้านทานหรือน้ำหนักของวัตถุ (นิวตัน)

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> เมื่อออกแรงดึงวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ผ่านรอกเดี่ยว ดังรูป จะต้องออกแรงเท่าใด



วิธีทำ

จากหลักการ รอกเดี่ยวตายตัวจะไม่สามารถผ่อนแรงได้

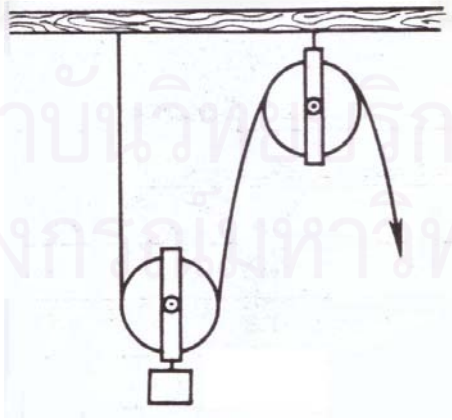
ดังนั้น $E = W$

แทนค่า $E = 10kg \times 10m/s^2$

$\therefore \quad E = 100N$

คำตอบ คือ แรงดึงวัตถุผ่านรอกเดี่ยวตายตัว เท่ากับ 100 นิวตัน

<u>รอกเดี่ยวเคลื่อนที่</u> เป็นรอกที่เคลื่อนที่ได้ขณะใช้งาน วัตถุผูกติดกับตัวรอกใช้เชือกหนึ่งเส้นพาดรอบล้อ โดยปลายข้างหนึ่งผูกติดกับเพดาน ปลายอีกข้างหนึ่งใช้สำหรับดึง เมื่อดึงวัตถุขึ้นในแนวดิ่ง แรงที่ใช้ดึงมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของน้ำหนักของวัตถุ รอกเดี่ยวเคลื่อนที่เป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง



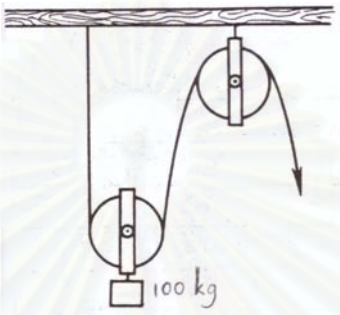
หลักการ คือ รอกเดี่ยวเคลื่อนที่จะสามารถผ่อนแรงได้ถึง 2 เท่า เนื่องจากน้ำหนักของวัตถุที่ดึงลงจะเท่าแรงพยายามที่มีค่าเท่ากับแรงในเส้นเชือกที่ผูกติดกับเพดาน (เชือกเส้นเดียวกัน จึงมีแรงตึงในเส้นเชือกเท่ากันตลอด)

สูตรที่ใช้คำนวณ $E = \frac{W}{2}$

เมื่อ E คือ แรงความพยายาม หรือแรงที่ใช้ดึง (นิวตัน)

W คือ แรงความต้านทาน หรือน้ำหนักของวัตถุ (นิวตัน)

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> เมื่อออกแรงดึงวัตถุมวล 100 กิโลกรัม โดยใช้เชือกผ่านรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ และรอกเดี่ยวตายตัว ดังรูป จะต้องออกแรงเท่าใด



วิธีทำ

หลักการ คือ รอกเดี่ยวเคลื่อนที่จะสามารถผ่อนแรงได้ถึง 2 เท่า

จากสูตร $E = \frac{W}{2}$

แทนค่า $E = \frac{100kg \times 10m/s^2}{2}$

$\therefore \quad E = \frac{1000}{2} = 500N$

คำตอบ คือ แรงดึงวัตถุผ่านรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ เท่ากับ 500 นิวตัน

กิจกรรมการเรียนการสอน

<u>ขั้นนำ (15 นาที)</u>

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสรุปผลการทดลอง 17.5 รอกเดี่ยว และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

<u>ขั้นกิจกรรม (85 นาที)</u>

<u>8.</u> ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน

<u>9.</u> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงกิจกรรม 17.5 เพื่อนำมาใช้ในการสร้างสูตรการคำนวณ รอกเดี่ยวตายตัว และรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. ครูอธิบายจุดประสงค์ของการเรียนเรื่องรอกเดี่ยว และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างที่ 1 - 2 และร่วมกันตอบลงในแบบฝึกหัดเรื่องรอกเดี่ยว

11. ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

13. ครูเฉลยแบบฝึกหัดเรื่องรอกเดี่ยว เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้อง

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306)
2. แบบฝึกหัดเรื่องรอกเดี่ยว

การประเมินผล

1. การร่วมกิจกรรม
2. การตอบคำถาม
3. การตอบแบบฝึกหัดเรื่องรอกเดี่ยว

ภาคผนวก

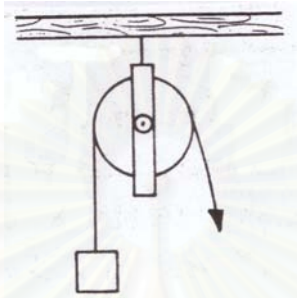
แบบฝึกหัดเรื่องรอกเดี่ยว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ_____ **นามสกุล**_____ **ชั้น**_____ **เลขที่**_____

แบบฝึกหัดเรื่องรอกเดี่ยว

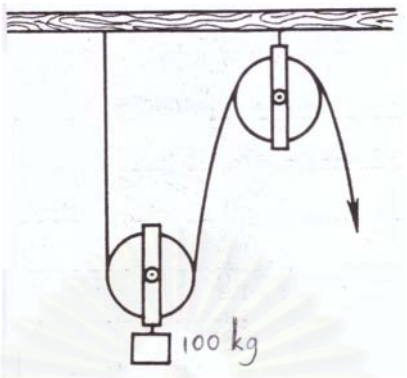
ตัวอย่างที่ 1 เมื่อออกแรงดึงวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ผ่านรอกเดี่ยว ดังรูป จะต้องออกแรงเท่าใด



แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา	สำหรับทด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างที่ 2 เมื่อออกแรงดึงวัตถุมวล 100 กิโลกรัม โดยใช้เชือกผ่านรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ และรอกเดี่ยวตายตัว ดังรูป จะต้องออกแรงเท่าใด



แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา	สำหรับทด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน (ส่วนที่เป็นเนื้อหา) 11

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

17.2.3 พื้นเอียง

จุดประสงค์

อธิบายหลักการทำงานของพื้นเอียง

เนื้อหาสาระ

17.2.3 พื้นเอียง

พื้นเอียง คือ เครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรง มีลักษณะเป็นไม้กระดานยาวเรียบใช้สำหรับพาดบนที่สูงเพื่อขนย้ายวัตถุขึ้นสู่ที่สูงโดยการลากหรือผลัก

ประโยชน์ของพื้นเอียง คือ ช่วยอำนวยความสะดวกและช่วยผ่อนแรงในการขนย้ายสิ่งของขึ้นหรือลงจากยานพาหนะ

กิจกรรม 17.8 พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงอย่างไร

วัตถุประสงค์

อธิบายหลักการใช้พื้นเอียงช่วยในการขนส่งได้

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ถุงทราย (มวลประมาณ 500 g)	1 ถุง
2. รถอะลูมิเนียม	1 คัน
3. ชุดทดลองพื้นเอียง	1 ชุด
4. ตาชั่งสปริง	1 อัน

วิธีทดลอง

1) วางแผ่นไม้ยาว 0.5 m ให้เอียงทำมุมประมาณ 20 องศา กับแนวระดับ
2) ใช้ตาชั่งสปริงดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ตามแนวขนานกับพื้นเอียงจากจุด ก จนถึงจุด ค อ่านค่าแรงดึงจากตาชั่งสปริง

3) ทำซ้ำข้อ 2) แต่วางถึงทรายบนรถอะลูมิเนียม

4) ใช้ตาชั่งสปริงดึงถุงทรายและรถอะลูมิเนียมขึ้นพร้อม ๆ กันในแนวดิ่ง ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่ากับระยะ ข ค บันทึกค่าของแรงดึงจากตาชั่งสปริง

ตารางบันทึกผลกิจกรรม 17.8 ระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่กับประมาณของแรงดึงถุงทรายเมื่อเคลื่อนที่ในลักษณะต่าง ๆ

ลักษณะการเคลื่อนที่ของถุงทราย	ระยะทางที่ถุงทรายเคลื่อนที่ (เมตร)	แรงดึงถุงทราย (นิวตัน)
เคลื่อนที่บนพื้นเอียง	0.5	2.0
เคลื่อนที่บนรถอะลูมิเนียม	0.5	1.5
เคลื่อนที่ในแนวดิ่ง	0.2	5.0

สรุปผลกิจกรรม 17.8

พื้นเอียง และรถอะลูมิเนียมช่วยผ่อนแรงได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (5 นาที)

ครูนำพื้นเอียงมาใช้ในการขนวัตถุขึ้นสู่ที่สูงเปรียบเทียบ กับการยกวัตถุขึ้นสู่ที่สูงโดยตรงเมื่อความสูงเท่ากัน พร้อมทั้งให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าเหตุการณ์ใดที่น่าจะมีการออกแรงมากกว่ากัน

ขั้นกิจกรรม (45 นาที)

9. ครูอธิบายจุดประสงค์ของกิจกรรม 17.8 พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงอย่างไร และตอบลงในแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

10. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน

11. ครูแจกวัสดุและอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด

12. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านวิธีการทดลอง และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม หากไม่เข้าใจขั้นตอนใดให้ซักถามจากครู

13. นักเรียนตอบคำถามก่อนกิจกรรมลงในแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

14. นักเรียนเริ่มทำการทดลอง จนได้ผลการทดลองและบันทึกผล พร้อมทั้งช่วยกันสรุปผลการทดลองเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้อง

15. ครูให้แต่ละกลุ่มเขียนผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง โดยเขียนในกระดาษ

ฟลิปชาร์ท แล้วนำมาแสดงบนกระดานดำหน้าห้องเรียน

16. ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินและอภิปรายผลการทดลองและข้อสรุป พร้อมทั้งเสนอแนะสิ่งที่ต้องแก้ไขแก่กลุ่มที่ทำการทดลองผิดพลาด

17. หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรม ครูให้นักเรียนตอบแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังกิจกรรม 17.5 ทั้งสองตอนเป็นการบ้าน

สื่อการเรียนการสอน

4. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306)
5. วัสดุอุปกรณ์กิจกรรมที่ 17.8 พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงได้อย่างไร
6. แบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประเมินผล

1. การร่วมกิจกรรม
2. การตอบคำถาม
3. การตอบแบบฝึกกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน (ส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์) 12

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

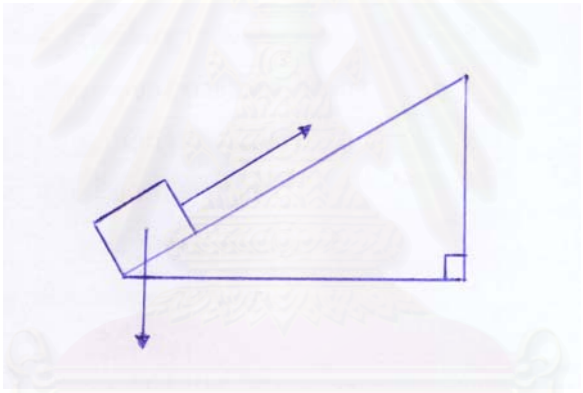
17.2.3 พื้นเอียง

จุดประสงค์

คำนวณโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับพื้นเอียง

เนื้อหาสาระ

หลักการคำนวณที่ใช้ในเรื่องพื้นเอียง



จากรูป

งานที่ได้ = งานที่ให้

$$W \times h = E \times l$$

เมื่อ W คือ แรงความต้านทานหรือน้ำหนักของวัตถุ (นิวตัน)

h คือ ความสูงของพื้นเอียง (เมตร)

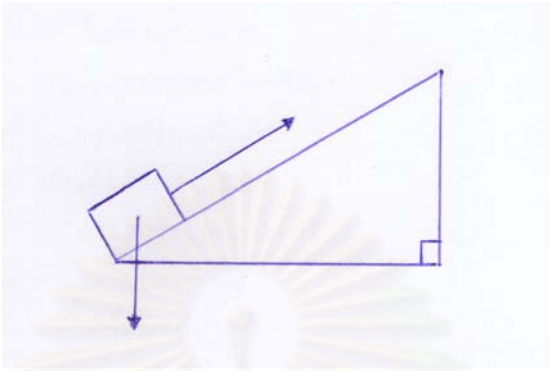
E คือ แรงความพยายามหรือแรงที่ใช้ลากวัตถุ (นิวตัน)

l คือ ความยาวของพื้นเอียง (เมตร)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> ออกแรง 100 นิวตัน ลากวัตถุมวล 40 กิโลกรัม ขึ้นไปได้สูง 3 เมตร จะต้องใช้พื้นเอียงยาวเท่าใด (วาดรูปประกอบ)

วิธีทำ



วิธีทำ

จากหลักการ งานที่ได้ = งานที่ให้

$$W \times h = E \times l$$

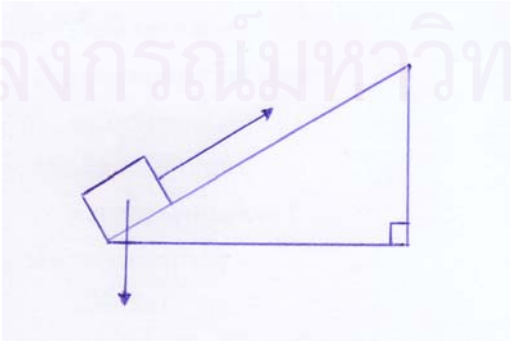
แทนค่า $(40 \times 10)\ N \times 3 = 100 \times l$

$$\therefore \quad l = 12\ m$$

คำตอบ คือ ความยาวของพื้นเอียง เท่ากับ 12 เมตร

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> ลากวัตถุมวล 100 กิโลกรัม ขึ้นไปบนกำแพงสูง 2 เมตร โดยใช้พื้นเอียงยาว 8 เมตร จะต้องออกแรงเท่าใด (วาดรูปประกอบ)

วิธีทำ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากหลักการ งานที่ได้ = งานที่ให้

$$W \times h = E \times l$$

แทนค่า $(100 \times 10)N \times 2 = E \times 8$

$$\therefore \quad E = 250\ N$$

คำตอบ คือ แรงที่ใช้ลากวัตถุ เท่ากับ 250 นิวตัน

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นกิจกรรม (100 นาที)

8. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน
9. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาผลการทดลองที่ 17.8 พื้นเอียงช่วยผ่อนแรงได้อย่างไร และร่วมสรุปเป็นหลักการที่จะใช้คำนวณเรื่องพื้นเอียง
10. ครูอธิบายจุดประสงค์ของการเรียนเรื่องพื้นเอียง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างที่ 1 - 2 และร่วมกันตอบลงในแบบฝึกหัดเรื่องพื้นเอียง
11. ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
12. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
13. ครูเฉลยแบบฝึกหัดเรื่องรอกเดี่ยว เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้อง

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 306)
2. แบบฝึกหัดเรื่องพื้นเอียง

การประเมินผล

1. การร่วมกิจกรรม
2. การตอบคำถาม
3. การตอบแบบแบบฝึกหัดเรื่องพื้นเอียง

ภาคผนวก

แบบฝึกหัด เรื่องพื้นเอียง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ..... **นามสกุล**..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....

แบบฝึกหัดเรื่องพื้นเอียง

ตัวอย่างที่ 1 ออกแรง 100 นิวตัน ลากวัตถุมวล 40 กิโลกรัม ขึ้นไปได้สูง 3 เมตร จะต้องใช้พื้นเอียงยาวเท่าใด (วาดรูปประกอบ)

แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา	สำหรับทด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างที่ 2 ลากวัตถุมวล 100 กิโลกรัม ขึ้นไปบนกำแพงสูง 2 เมตร โดยใช้พื้นเอียงยาว 8 เมตร จะต้องออกแรงเท่าใด (วาดรูปประกอบ)

แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา	สำหรับทด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน (ส่วนที่เป็นเนื้อหา) 22

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

เรื่อง บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร **เวลา 1 คาบ (50 นาที)**

สาระสำคัญ

17.4 วิวัฒนาการของการสื่อสาร

17.4.2 โทรเลขและโทรพิมพ์

จุดประสงค์

อธิบายหลักการทำงานเบื้องต้นของโทรเลขและโทรพิมพ์

เนื้อหาสาระ

17.4.2 โทรเลขและโทรพิมพ์

โทรเลข คือ อุปกรณ์สื่อสารที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้า โดยผู้ประดิษฐ์เป็นคนแรก คือ แซมมวล มอร์ส ชาวอเมริกัน

แม่เหล็กไฟฟ้า คือ แม่เหล็กที่ทำจากเหล็กอ่อนที่มีลวดไฟฟ้าพันอยู่ เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าไหลผ่านก็จะกลายเป็นแม่เหล็กชั่วคราว เมื่อกระแสไฟฟ้าหยุดไหลก็จะหมดอำนาจแม่เหล็ก

หลักการทำงานของโทรเลข คือ กดคันเคาะของเครื่องส่งเกิดวงจรปิด กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กรอบขดลวดในเครื่องรับ อำนาจแม่เหล็กจะดูดแผ่นเหล็กมากระทบแกนเหล็กทำให้เกิดเสียงจังหวะเดียวกับที่กดคันเคาะ การเปิด-ปิดวงจรทำให้เกิดเสียงเป็นสัญญาณโทรเลข จึงต้องมีการแปลสัญญาณโทรเลขเป็นข้อความ

รหัสที่ใช้ในโทร มี 2 ลักษณะ คือ เคาะแล้วกดค้างไว้ (กดยาว) และเคาะแล้วปล่อย (กดสั้น)

ปัญหาของการใช้โทรเลข คือ ต้องใช้เวลาในการแปลรหัสทั้งขณะส่งและขณะรับ ซึ่งอาจเกิดการผิดพลาดได้

โทรพิมพ์ เป็นเครื่องมือสื่อสารที่วิวัฒนาการมาจากโทรเลข

หลักการทำงานของโทรพิมพ์ คือ ใช้เครื่องพิมพ์ดีดที่ทุก ๆ แป้นอักษรมีแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อกดพิมพ์อักษรทางเครื่องส่ง ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กทางเครื่องรับ และดูดแป้นอักษรตัวเดียวกับที่ถูกกด

ข้อดีของโทรพิมพ์ คือ การส่งข่าวสารโดยไม่ต้องแปลรหัส

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำ (5 นาที)

ครูถามนักเรียนว่าเมื่อนักเรียนอยู่ในห้องเรียนเดียวกันกับเมื่ออยู่ต่างห้องเรียนกันไกล จะได้ยินเสียงแตกต่างกันหรือไม่ และควรจะมีวิธีการอย่างไรเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากทราบถึงการทำให้ได้ยินเสียงกันในระยะทางที่ไกลมาก ๆ

ขั้นกิจกรรม (45 นาที)

7. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน
8. ครูแจกเอกสารประกอบการเรียนรู้ เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์
9. ครูอธิบายจุดประสงค์ของการอ่านเอกสารประกอบการเรียนรู้
10. ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอ่านเอกสารประกอบการเรียนรู้
11. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และสรุปสิ่งที่ได้จากการอ่าน พร้อมทั้งตอบลงในแบบบันทึกการอ่าน เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์
12. นักเรียนส่งแบบบันทึกการอ่าน เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการเรียนรู้ เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์
2. แบบบันทึกการอ่าน เรื่อง โทรเลขและโทรพิมพ์

การประเมินผล

1. การร่วมกิจกรรม
2. การตอบคำถาม
3. การตอบแบบบันทึกการอ่าน เรื่อง โทรเลขและโทรพิมพ์

ภาคผนวก

3. เอกสารประกอบการเรียนรู้ เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์
4. แบบบันทึกการอ่าน เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารประกอบการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน เรื่องโทรเลขและโทรพิมพ์

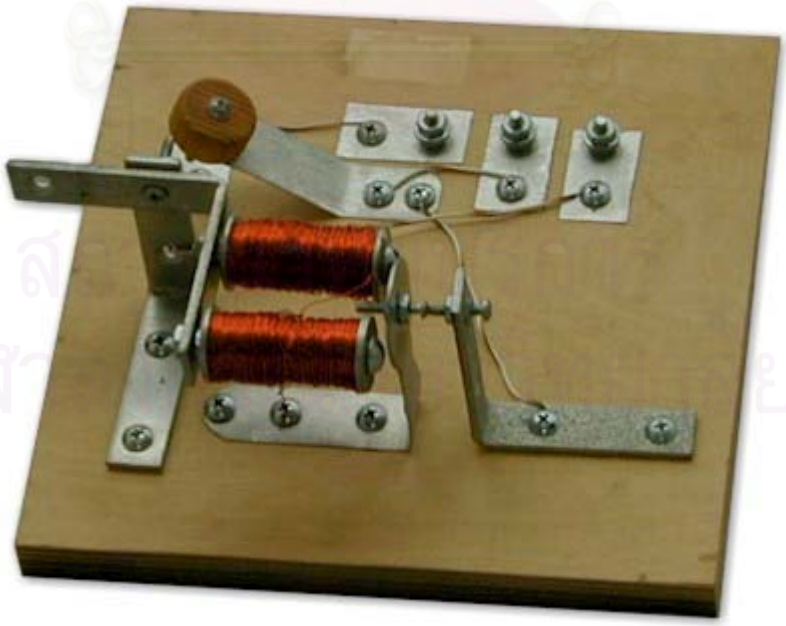
เขียนทางไกล จุด ขีด จุด

ความพยายามครั้งแรกของมนุษย์ในการที่จะส่งสัญญาณด้วยไฟฟ้านั้นมีมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 18 นักวิทยาศาสตร์จำนวนมากได้ค้นคว้าเรื่องนี้ แต่ก็ไม่มีใครที่สามารถคิดระบบที่ดีจริง ๆ ได้ ในที่สุด ในปี ค.ศ.1837 ชาวอเมริกันชื่อ แซมมวล เอฟ.บี. มอร์ส ก็ได้จดลิขสิทธิ์เครื่องโทรเลขที่ใช้การได้จริง ๆ เป็นครั้งแรก

ในการส่งโทรเลขระบบหนึ่ง แป้นจะถูกเคาะอย่างเร็วเพื่อแทนจุด และกดแป้นไว้นานขึ้นหน่อยเพื่อแทนขีด การกดแป้นจะทำให้กระแสไฟฟ้าวิ่งไปตามสายไปยังเครื่องรับ ที่เครื่องรับนั้นกระแสไฟฟ้าจะผ่านเข้าไปในแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งทำจากขดลวดพันอยู่รอบแกนเหล็ก เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไป แกนเหล็กนั้นก็จะกลายเป็นแม่เหล็ก และจะดึงดูดก้านอันหนึ่งที่เคลื่อนไหวได้ ก้านนั้นก็จะสั่นเป็นสัญญาณจุดหรือขีดที่ปรากฏออกมา

มอร์ส ยังได้คิดรหัสที่ใช้จุดและขีดแทนตัวอักษร ระบบรหัสนี้ได้รับการตั้งชื่อตามชื่อของเขาเพื่อเป็นเกียรติ รหัสนี้ยังคงใช้กันอยู่จนทุกวันนี้

โทรเลขฉบับแรกส่งจากกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. ไปยังเมืองบัลติมอร์ รัฐแมรีแลนด์ ใน ค.ศ.1844 โทรเลขนั้นมีคข้อความว่า “โอ อานุภาพแห่งพระผู้เป็นเจ้า” นับแต่นั้นมา การสื่อสารก็ได้พัฒนาไปอย่างมากมาย และในปี ค.ศ.1963 ประธานาธิบดี จอห์น เอฟ. เคเนดี้ ก็ได้ร่วมในการสนทนาผ่านดาวเทียมระหว่างสหรัฐอเมริกาและแอฟริกา เป็นครั้งแรก



เทเล็กซ์ คืออะไร

เนื่องจากการใช้เครื่องโทรพิมพ์ให้ความสะดวกรวดเร็วยิ่งกว่ารับส่งโทรเลขแบบมอร์ส และใคร ๆ ก็ใช้ได้ ไม่จำต้องฝึกหัดเรียนรู้รหัสสัญญาณ จึงมีการใช้เครื่องโทรพิมพ์มากขึ้น สำนักข่าว และบริษัทการค้าใหญ่ ๆ ก็นิยมเช่า สายโทรเลขพิเศษ (เป็นสายต่อตรงระหว่างต้นทางกับปลายทางไม่ผ่านที่ทำการโทรเลขใดๆ) เพื่อส่งข่าวสารด้วยเครื่องโทรพิมพ์ ระหว่างสำนักงานใหญ่กับสำนักงานสาขา สำหรับกิจการของตนโดยเฉพาะ แต่โดยที่สำนักงาน หรือบริษัทเหล่านั้นไม่อาจส่งข่าวสารติดต่อกับบริษัทอื่น ๆ ที่ไม่มีสายตรงเชื่อมโยงไปถึง จึงได้มีการจัดตั้งชุมสายโทรพิมพ์ขึ้น เพื่อทำหน้าที่ต่อสายให้เครื่องโทรพิมพ์ของบริษัทหนึ่ง ทำงานติดต่อกับเครื่องโทรพิมพ์ของบริษัทหนึ่ง ทำงานติดต่อกับเครื่องโทรพิมพ์ของบริษัทอื่น ๆ ได้ ทำนองเดียวกับชุมสายโทรศัพท์

ชุมสายโทรพิมพ์มี ๒ แบบ แบบหนึ่งใช้พนักงานเป็นผู้ต่อสายให้ คือเมื่อบริษัทหนึ่งแจ้ง (เป็นตัวหนังสือ) มาทางเครื่องโทรศัพท์ ว่าต้องการจะทำงานติดต่อกับอีกบริษัทหนึ่งพนักงานประจำชุมสายโทรพิมพ์ก็จะต่อสายให้ถึงกัน เครื่องโทรพิมพ์ของบริษัททั้งสองก็ทำงานติดต่อกันได้ เมื่อเสร็จงานแล้ว และมีรหัสแจ้งมาว่า เลิกการติดต่อกันแล้ว พนักงานประจำชุมสามโทรพิมพ์ก็จะปลดสายออก ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นแบบอัตโนมัติ ไม่ต้องให้พนักงาน ต่อสายให้ แต่จัดให้เครื่องโทรพิมพ์ในข่ายชุมสายแต่ละเครื่อง มีหมายเลขประจำตัวเครื่อง (ทำนองเดียวกับหมายเลขโทรศัพท์ตามบ้าน) เช่น บริษัท ก. ประสงค์ติดต่อส่งข่าวสารให้บริษัท ข. ซึ่งใช้เครื่องโทรพิมพ์หมาย เลข ๔๕๑๐ บริษัท ก. ก็หมุนเลข ๔-๕-๑-๐ อันเป็นหมายเลขประจำเครื่องโทรพิมพ์ของบริษัท ข. (ทำนองเดียวกับการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ เพื่อพูดติดต่อกัน) แล้วเครื่องโทรพิมพ์ของบริษัท ข. ก็จะทำงานรับข้อความข่าวสาร ที่เครื่องโทรพิมพ์ของบริษัท ก. ส่งมา และส่งข้อความโต้ตอบกันได้ด้วย เมื่อหมดเรื่องราวที่จะรับส่งกันแล้ว จะมีการส่งสัญญาณโทรพิมพ์ว่า "เลิกกัน" เครื่องชุมสายโทรพิมพ์ก็จะปลดสายออกเอง (เช่นเดียวกับเมื่อวางหูโทรศัพท์เมื่อเวลาเลิกพูด)

วิธีการติดต่อส่งข่าวสารทางโทรพิมพ์ ผ่านชุมสายโทรพิมพ์ แบบนี้เรียกว่า "เทเล็กซ์" (telex ย่อมาจากคำ teleprinter exchange ซึ่งแปลว่า "ชุมสายเครื่องโทรพิมพ์" ส่วนในสหรัฐอเมริกาเรียกว่า TWX ย่อมาจากคำ teletypewriter exchange)

เครื่องโทรพิมพ์สำหรับใช้ในบริการเทเล็กซ์ แตกต่างกับเครื่องโทรพิมพ์ธรรมดา ตรงที่มีอุปกรณ์เพิ่มเติมเป็นแป้นหมายเลข ใช้หมุนหมายเลขเรียกเครื่องโทรพิมพ์สำหรับบริการเทเล็กซ์เครื่องอื่น ๆ ทั้งภายในประเทศและ ต่างประเทศได้ทั่วโลก เมื่อมีเครื่องโทรพิมพ์สำหรับบริการโทรพิมพ์สำหรับเทเล็กซ์จากที่อื่น เรียกหมายเลขเครื่องโทรพิมพ์ใด เครื่องโทรพิมพ์หมายเลขที่ถูกเรียกนี้จะทำงานติดต่อด้วยทันที โดยไม่ต้องใช้คนหรือพนักงานโทร พิมพ์คอยเฝ้าคอยเฝ้าดูอยู่ตลอดเวลา แล้วเจ้าหน้าที่ประจำเครื่องโทรพิมพ์จึงมารับงานต่อไป ส่วนเครื่องโทรพิมพ์ธรรมดาไม่มีอุปกรณ์แป้นหมายเลข แลจะทำงานกับเครื่องโทรพิมพ์ธรรมดาด้วยกันเฉพาะเครื่องที่มีสายเชื่อมโยงถึงกัน อยู่ก่อนแล้วเท่านั้น

บริการเทเล็กซ์เริ่มมีเป็นครั้งแรกในโลก พ.ศ. ๒๔๗๔ ในสหรัฐอเมริกา

กิจกรรมโทรเลขในประเทศไทยเริ่มมีเมื่อใด

เมื่อวันที่ ๕ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๔๑๒ รัฐบาลสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๕ ได้อนุมัติให้ชาวอังกฤษ ๒ นาย จัดตั้งบริษัทก่อสร้างและบำรุงรักษาทางโทรเลขภายในราชอาณาจักรตามคำเสนอขอ แต่การดำเนินงานของบุคคลทั้งสองล้มเหลว

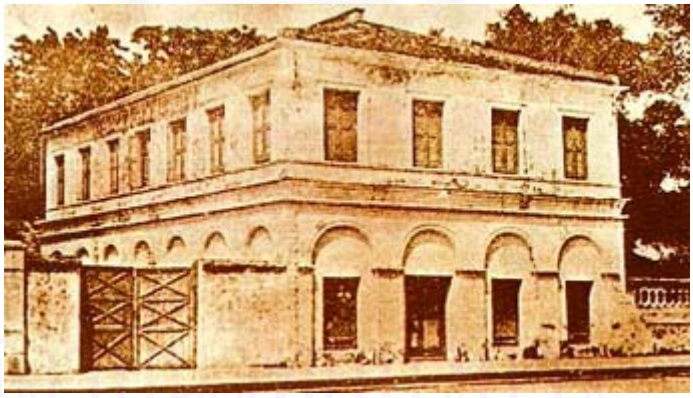
ดังนั้น ในปี พ.ศ. ๒๔๑๘ รัฐบาลไทยจึงได้ดำเนินการเอง โดยมอบหมายให้กรมกลาโหม สร้างทางสายโทรเลขสายแรก จากกรุงเทพฯ ไปปากน้ำ (จังหวัดสมุทรปราการ) และวางสายเคเบิลโทรเลขใต้น้ำต่อออกไปถึงกระโจมไฟ นอกสันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา รวมระยะทางยาว ๔๕ กิโลเมตรเพื่อทางราชการใช้ส่งข่าวเกี่ยวกับการผ่านเข้าออกของเรือกลไฟ พ.ศ. ๒๔๒๑ กรมกลาโหมได้สร้างทางสายโทรเลขสายที่สอง จากกรุงเทพฯถึงพระราชวัง บางปะอิน และภายหลังได้ขยายทางสายออกไปถึงกรุงเก่า (จังหวัดพระนครศรีอยุธยา)เพื่อใช้ประโยชน์ในทางราชการเช่นกัน

ออกไปถึงไทรบุรี (เดิมเป็นของเมืองไทย

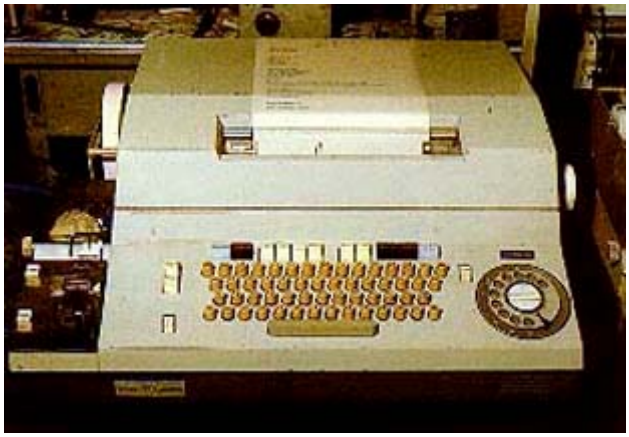
ในปี พ.ศ. ๒๔๒๖ ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ตั้งกรมโทรเลขขึ้นรับช่วงงานโทรเลขจากกรมกลมโหมมาทำต่อไป ได้เริ่มสร้างทางสายใช้ลวดเหล็กอาบสังกะสีเป็นสายแรกจากกรุงเทพฯ ผ่านปราจีนบุรี กบินทร์บุรี อรัญประเทศ ศรีโสภณ ไปถึงคลองกำปงปลัก ในจังหวัดพระตะบอง (สมัยนั้นยังเป็นของไทย) และเชื่อมต่อกับสายโทรเลขอินโดจีนไปถึงเมืองไซ่ง่อน เป็นสายโทรเลขสายแรกที่ติดต่อกับต่างประเทศ ได้เปิดให้สาธารณะใช้เป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ ๒๖ กรกฎาคม ๒๔๒๖ ในปีเดียวกันนั้นก็ได้มีประกาศเป็นทางการให้สาธารณชนทั่วไปใช้โทรเลขสาย กรุงเทพฯ-สมุทรปราการ และกรุงเทพฯ-อยุธยา ได้ด้วย

พ.ศ. ๒๔๔๐ กรมโทรเลขได้สร้างทางสายจากกรุงเทพฯ ไปแม่สอด จังหวัดตาก ไปต่อกับทางสายโทรเลขของอังกฤษไปเมืองมะละแหม่ง และย่างกุ้ง

ทางภาคใต้ ได้สร้างทางสายโทรเลขจากกรุงเทพฯ ผ่าน เพชรบุรี ชุมพร ทุ่งสง ไปหาดใหญ่ และสงขลา ต่อมาในปี พ.ศ. ๒๔๔๑ ได้สร้างทางสายต่อจากสงขลา ปัจจุบันเป็น
รัฐเคดาห์ ประเทศมาเลเซีย) และกัวลามุดา เชื่อมต่อกับสายโทรเลขของอังกฤษ ไปปีนังและสิงคโปร์



ตึกที่ทำการโทรเลขแห่งแรกของประเทศไทย ในกระทรวงกลาโหม ด้านมุมวังสราญรมย์ (พ.ศ. ๒๔๑๘)



เครื่องโทรพิมพ์สำหรับบริการเทเล็กซ์หรือเรียกสั้นๆ ว่าเครื่องเทเล็กซ์

การใช้เครื่องโทรพิมพ์

ได้มีการใช้เครื่องโทรพิมพ์ เป็นครั้งแรกในประเทศไทยราวปี พ.ศ. ๒๔๗๔ เป็นเครื่องโทรพิมพ์ภาษาอังกฤษ ระบบ ๕ ยูนิต (คือ ปรุแถบ ๕ รูเป็น อย่างมาก) ใช้ทำงานรับส่งโทรเลขระหว่างที่ทำการโทรเลขกลาง บางรักกับโฮเต็ลพญาไท) ปัจจุบันเป็นโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า) ในกรุงเทพมหานคร

ในปี พ.ศ. ๒๔๙๖ ดร. สมาน บุญยรัตพันธุ์ ค้นคิดประดิษฐ์เครื่องโทรพิมพ์ภาษาไทยได้สำเร็จ ต่อมาได้ประดิษฐ์เพิ่มเติม ในเครื่องโทรพิมพ์ทำงานได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษในเครื่องเดียวกัน เครื่องโทรพิมพ์แบบนี้ มีชื่อเรียกว่า "เครื่องโทรพิมพ์ไทยแบบ เอส พี (S.P.)" พิมพ์ได้ทั้งอักษรไทยและอักษรโรมัน ใช้ระบบ ๖ ยูนิต

กรมไปรษณีย์โทรเลข ได้รับรองเครื่องโทรพิมพ์ไทยแบบ เอส.พี. เมื่อปี พ.ศ. ๒๔๙๘ ได้สั่งซื้อเครื่องโทรพิมพ์ไทยจากบริษัทในประเทศญี่ปุ่น เข้ามาใช้งานรับส่งโทรเลขเป็นรุ่นแรกระหว่างพ.ศ. ๒๕๐๐ และกรมไปรษณีย์โทรเลขถือว่า การรับส่งโทรเลขด้วยเครื่องโทรพิมพ์ระบบนี้ เป็นมาตรฐานของการโทรเลขในประเทศไทยต่อไปด้วย

เครื่องโทรพิมพ์ภาษาไทย และภาษาอังกฤษเครื่องแรก ประดิษฐ์โดย ดร. สมาน บุณยรัตพันธ์ เครื่องโทรพิมพ์ไทยแบบเอสพีโรมัน เครื่องโทรพิมพ์ที่มีอักษรไทยและอักษรโรมันอยู่ในเครื่องเดียวกัน

บริการเทเล็กซ์เปิดให้บริการเมื่อใด

กรมไปรษณีย์โทรเลข ได้เปิดให้ใช้บริการเทเล็กซ์เป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ ๑ เมษายน พ.ศ. ๒๕๐๖ เป็นบริการเทเล็กซ์ระหว่างประเทศ ติดต่อตรงกับประเทศญี่ปุ่นด้วยคลื่นวิทยุความถี่สูง และผ่านประเทศญี่ปุ่นไปยังประเทศ อื่น ๆ ได้อีก ๑๒ ประเทศ คือ จีนคณะชาติ (ไทเป) แคนนาดา สหรัฐอเมริกา เปรู อาร์เจนตินา ออสเตรเลีย อังกฤษ เยอรมันตะวันตก เบลเยี่ยม เนเธอร์แลนด์ และสวิส เครื่องโทรพิมพ์แต่ละเครื่องจะป้อนสัญญาณเข้าเครื่องแบ่ง ช่องสัญญาณ และเครื่องแก้คำผิดโดยอัตโนมัติ ก่อนที่จะไปเข้าเครื่องส่งวิทยุระบบนี้ต้องใช้พนักงานเป็นผู้ต่อสายให้ (manual)

ในวันที่ ๖ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๐๖ กรมไปรษณีย์โทรเลขได้เปิดให้ใช้บริการเทเล็กซ์ ภายในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อให้ผู้เช่าสามารถติดต่อส่งข่าวสารกับผู้เช่าเครื่องโทรพิมพ์อื่น ๆ ที่อยู่ในข่ายชุมสายเทเล็กซ์เดียวกันได้เอง ต่อ มาได้เปิดชุมสายเทเล็กซ์ในต่างจังหวัด คือที่ หาดใหญ่ (จังหวัดสงขลา ลำปาง และนครราชสีมา กับได้เปิดชุมสายเทเล็กซ์สาขาขึ้นที่นครสวรรค์ เชียงใหม่ และสระบุรีอีกด้วย ผู้เช่าใช้เครื่องเทเล็กซ์ทุกข่ายสายเทเล็กซ์ ทั้งใน กรุงเทพมหานคร และต่างจังหวัด สามารถติดต่อส่งข่าวสารไปได้ทั้งภายในประเทศและไปต่างประเทศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ..... กลุ่ม..... ชั้น..... เลขที่.....

แบบบันทึกการอ่าน เรื่อง โทรเลขและโทรพิมพ์

จุดประสงค์ของการอ่าน.....

.....

.....

สิ่งที่อยากทราบ	ผลจากการอ่าน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
2. แบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
3. แบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ..... นามสกุล..... เลขที่.....

แบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบสอบอัตนัย เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชา ว 306 บทที่ 17 การขนส่งและการสื่อสาร จำนวน 6 ข้อ
2. ปัญหาโจทย์แต่ละข้อมีเกณฑ์ในการให้คะแนน ข้อละ 5 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้องของการแสดงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ 4 คะแนน และคำตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน
3. เวลาในการทำแบบสอบทั้งสิ้น 60 นาที
4. ให้นักเรียนแสดงวิธีทำปัญหาโจทย์คำนวณโดยละเอียด พร้อมทั้งวาดรูป และแสดงคำตอบอย่างชัดเจนทุกข้อ ด้วยความตั้งใจ และใช้ความรู้ที่มีอยู่อย่างเต็มความสามารถ

หมายเหตุ ถ้าหากคำตอบที่ได้เป็นทศนิยมให้ระบุตำแหน่งของทศนิยมเพียง 2 ตำแหน่ง (ห้ามใช้คำตอบที่เป็นเศษส่วน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โจทย์ปัญหาที่ 1

เมื่อใช้รอกพวงระบบที่ 1 ซึ่งมีรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ 3 ตัว ยกวัตถุมวล 48 กิโลกรัม และรอกพวงระบบที่ 2 ซึ่งมีรอกทั้งหมด 5 ตัว โดยเริ่มแขวนจากรอกตับบนเพื่อยกวัตถุชิ้นเดียวกัน จะต้องออกแรงเท่าใดในรอกพวงระบบที่ 1 และรอกพวงระบบที่ 2 (วาดรูปประกอบ)

วิธีแก้โจทย์ปัญหา	สำหรับทด

คำตอบ.....

โจทย์ปัญหาที่ 2

คานอันดับที่หนึ่ง ที่ปลาย ก มีวัตถุหนัก 500 นิวตัน วางห่างจากจุดหมุน 300 เซนติเมตร และวัตถุอีกอันหนึ่งหนัก 200 นิวตัน แขวนอยู่ด้านเดียวกันและใกล้จุดหมุนมากกว่าวัตถุชิ้นแรกอยู่ 100 เซนติเมตร ถ้านักเรียนต้องการออกแรงเพียง 100 นิวตัน อีกด้านหนึ่งของจุดหมุน จะต้องออกแรงกดลงบนคานห่างจากจุดหมุนเท่าใด จึงจะทำให้คานสมดุล (วาดรูปประกอบ)

วิธีแก้โจทย์ปัญหา	สำหรับทด

คำตอบ.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โจทย์ปัญหาที่ 3

นักเรียนจะต้องออกแรงเท่าใดจึงจะสามารถผลักวัตถุมวล 500 กิโลกรัม ขึ้นจากพื้นไปสู่ท้ายรถบรรทุก โดยใช้พื้นเอียงที่ปลายข้างหนึ่งพาดไว้บนท้ายรถบรรทุกสูง 3 เมตร และวัตถุนี้วางห่างจากรถบรรทุกตามแนวราบเป็นระยะ 4 เมตร พร้อมทั้งหางานที่ชายคนนี้กระทำ (วาดรูปประกอบ)

วิธีแก้โจทย์ปัญหา	สำหรับทด

คำตอบ----------

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โจทย์ปัญหาที่ 4

ถ้าหมุนคันกว้าน ด้วยแรง 300 นิวตัน เพื่อตักน้ำจากบ่อ โดยแกนของกว้านนั้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 เมตร และคันกว้านมีความยาวจากจุดศูนย์กลางของแกนกว้าน 0.15 เมตร จะตักน้ำได้ครั้งกี่กิโลกรัม (กำหนดให้ 1 กิโลกรัม = 10 นิวตัน, วาดรูปประกอบ)

วิธีแก้โจทย์ปัญหา	สำหรับทด

คำตอบ.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โจทย์ปัญหาที่ 5

ลิ่มหนาเพียง 1/3 ของความยาวลิ่ม ถูกตอกลงในดินที่มีแรงต้านทาน 300 นิวตัน นักเรียนจะต้องออกแรงตอกลิ่มเท่าใดจึงจะทำให้ลิ่มจมมิดพอดีในการตอกเพียงหนึ่งครั้ง (วาดรูปประกอบ)

วิธีแก้โจทย์ปัญหา	สำหรับทด

คำตอบ.....

โจทย์ปัญหาที่ 6

ต้องการเปลี่ยนยางรถทั้ง 4 เส้น จึงต้องใช้แม่แรงที่มีรัศมีของก้านหมุน 0.7 เมตร ยกรถมวล 1,320 กิโลกรัม ในการหมุนแม่แรง 20 รอบ จะทำให้รถสูงขึ้น 0.2 เมตร จะต้องออกแรงเท่าใด (วาดรูปประกอบ)

วิธีแก้โจทย์ปัญหา	สำหรับทด

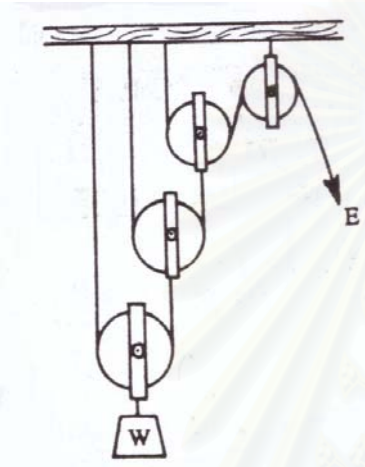
คำตอบ.....

เฉลยแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

โจทย์ปัญหาที่ 1

เมื่อใช้รอกพวงระบบที่ 1 ซึ่งมีรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ 3 ตัว ยกวัตถุมวล 48 กิโลกรัม และรอกพวงระบบที่ 2 ซึ่งมีรอกทั้งหมด 5 ตัว โดยเริ่มแขวนจากรอกตับบนเพื่อยกวัตถุชิ้นเดียวกัน จะต้องออกแรงเท่าใดในรอกพวงระบบที่ 1 และรอกพวงระบบที่ 2 (วาดรูปประกอบ)

(วาดรูปถูกต้อง 0.5 คะแนน)



จากหลักการของ รอกพวงระบบที่ 1

จากรูป สามารถคำนวณได้จากหลักการ

น้ำหนักของวัตถุ = ผลรวมของแรงในเส้นเชือก

แทนค่า

$$W = E + E + 2E + 4E$$

$$W = 8E$$

$$E = \frac{W}{8}$$

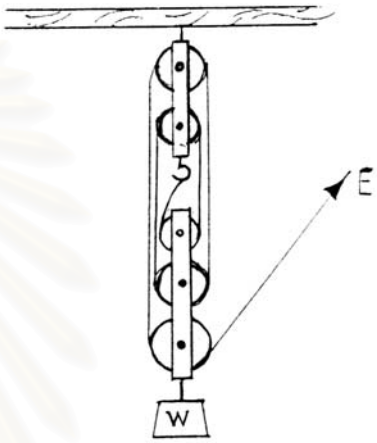
$$E = \frac{480}{8}$$

$$\therefore E = 60N$$

(แสดงวิธีทำถูกต้อง 1.5 คะแนน)

คำตอบ คือ แรงพยายาม = 60 นิวตัน (คำตอบถูกต้อง 0.5 คะแนน)

(วาดรูปถูกต้อง 0.5 คะแนน)



จากหลักการของ รอกพวงระบบที่ 2

จากรูป สามารถคำนวณได้จากหลักการ

น้ำหนักของวัตถุ = ผลรวมของแรงในเส้นเชือก

แทนค่า

$$W = 6E$$

$$480 = 6E$$

$$E = \frac{480}{6}$$

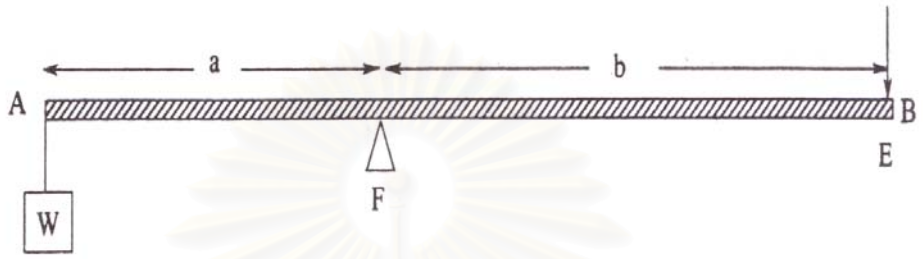
$$\therefore E = 80N$$

(แสดงวิธีทำถูกต้อง 1.5 คะแนน)

คำตอบ คือ แรงพยายาม = 60 นิวตัน (คำตอบถูกต้อง 0.5 คะแนน)

โจทย์ปัญหาที่ 2

คานอันดับที่หนึ่ง ที่ปลาย ก มีวัตถุหนัก 500 นิวตัน วางห่างจากจุดหมุน 300 เซนติเมตร และวัตถุอีกอันหนึ่งหนัก 200 นิวตัน แขวนอยู่ด้านเดียวกันและใกล้จุดหมุนมากกว่าวัตถุชิ้นแรกอยู่ 100 เซนติเมตร ถ้านักเรียนต้องการออกแรงเพียง 100 นิวตัน อีกด้านหนึ่งของจุดหมุน จะต้องออกแรงกดลงบนคานห่างจากจุดหมุนเท่าใด จึงจะทำให้คานสมดุล (วาดรูปประกอบ)



(วาดรูปถูกต้อง 1 คะแนน)

จากหลักการ

โมเมนต์ทวน = โมเมนต์ตาม

เมื่อคานอยู่ในภาวะสมดุล

แทนค่า

$$(500N \times 3m) + (200N \times 2m) = 100N \times Xm$$

$$1500 + 400 = 100X$$

$$1900 = 100X$$

$$X = \frac{1900}{100}$$

$$\therefore X = 19m$$ (แสดงวิธีทำถูกต้อง 3 คะแนน)

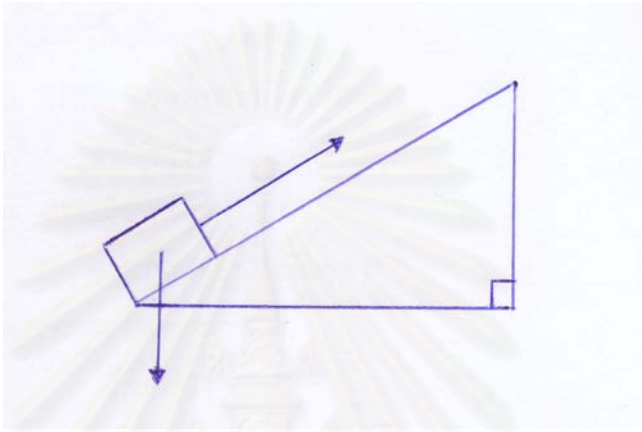
คำตอบ คือ จะต้องออกแรงกดลงบนคานห่างจากจุดหมุน เท่ากับ 19 เมตร

(คำตอบถูกต้อง 1 คะแนน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โจทย์ปัญหาที่ 3

นักเรียนจะต้องออกแรงเท่าใดจึงจะสามารถผลักวัตถุมวล 500 กิโลกรัม ขึ้นจากพื้นไปสู่ท้ายรถบรรทุก โดยใช้พื้นเอียงที่ปลายข้างหนึ่งพาดไว้บนท้ายรถบรรทุกสูง 3 เมตร และวัตถุนี้วางห่างจากรถบรรทุกตามแนวราบเป็นระยะ 4 เมตร พร้อมทั้งหางานที่ชายคนนี้กระทำ (วาดรูปประกอบ)



(วาดรูปถูกต้อง 1 คะแนน)

จากหลักการ

งานที่ได้ = งานที่ให้

แทนค่า

$$W \times h = E \times l$$

$$5000N \times 3m = E \times 5m$$

$$E = \frac{15000}{5}$$

$$\therefore E = 3000N$$

(แสดงวิธีทำถูกต้อง 1.5 คะแนน)

คำตอบ คือ แรงพยายาม เท่ากับ 3000 นิวตัน

(คำตอบถูกต้อง 0.5 คะแนน)

จากหลักการ

งาน = แรง × ระยะทางตามแนวแรง

แทนค่า

$$W = F \times S$$

$$W = 3000N \times 5m$$

$$\therefore W = 15000J$$

(แสดงวิธีทำถูกต้อง 1.5 คะแนน)

คำตอบ คือ งานที่ชายคนนี้กระทำ เท่ากับ 15000 จูล

(คำตอบถูกต้อง 0.5 คะแนน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โจทย์ปัญหาที่ 4

ถ้าหมุนคันกว้าน ด้วยแรง 300 นิวตัน เพื่อตักน้ำจากบ่อ โดยแกนของกว้านนั้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 เมตร และคันกว้านมีความยาวจากจุดศูนย์กลางของแกนกว้าน 0.15 เมตร จะตักน้ำได้ครั้งกี่กิโลกรัม (กำหนดให้ 1 กิโลกรัม = 10 นิวตัน, วาดรูปประกอบ)

(วาดรูปถูกต้อง 1 คะแนน)

จากหลักการ

งานที่ได้ = งานที่ให้

แทนค่า

$$W \times h = E \times l$$

$$W \times 0.10m = 300N \times 0.15m$$

$$W = \frac{300N \times 0.15m}{0.10m}$$

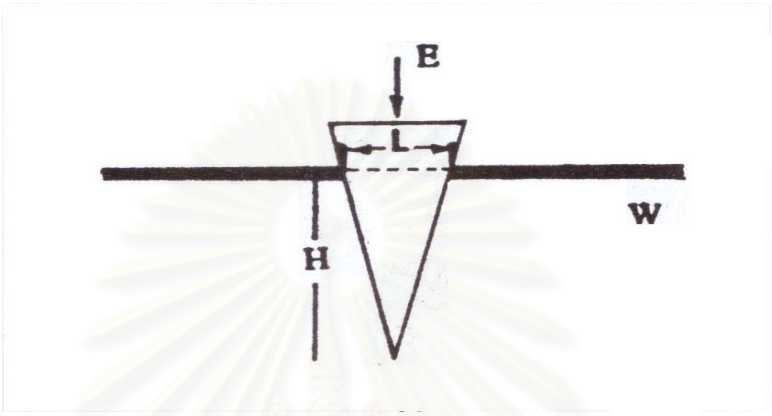
$$\therefore W = 450N$$

คิดน้ำหนักของน้ำที่ตักได้เป็นมวล จะได้ มวล = $\frac{450N}{10 \, m/s^2} = 45kg$ (แสดงวิธีทำถูกต้อง 3 คะแนน)

คำตอบ คือ มวลของน้ำที่ตักได้ เท่ากับ 45 กิโลกรัม (คำตอบถูกต้อง 1 คะแนน)

โจทย์ปัญหาที่ 5

ลิ่มหนาเพียง 1/3 ของความยาวลิ่ม ถูกตอกลงในดินที่มีแรงต้านทาน 300 นิวตัน นักเรียนจะต้องออกแรงตอกลิ่มเท่าใดจึงจะทำให้ลิ่มจมมิดพอดีในการตอกเพียงหนึ่งครั้ง (วาดรูปประกอบ)



(วาดรูปถูกต้อง 1 คะแนน)

จากหลักการ

งานที่ได้ = งานที่ให้

แทนค่า

$$W \times l = E \times h$$

จาก $l = \frac{h}{3}$

จะได้ $$300N \times \frac{h}{3} = E \times h$$

$$E = \frac{300N \times h}{3 \times h}$$

$$\therefore E = 100N$$ (แสดงวิธีทำถูกต้อง 3 คะแนน)

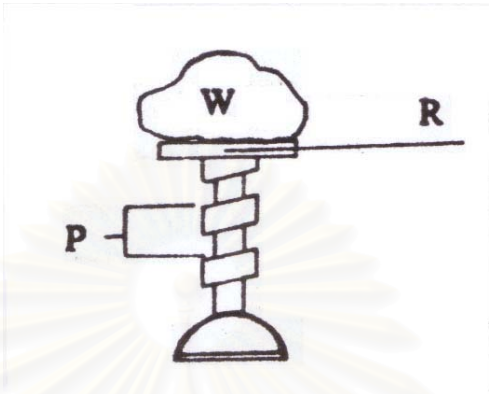
คำตอบ คือ แรงที่ใช้ตอกลิ่ม เท่ากับ 100 นิวตัน

(คำตอบถูกต้อง 1 คะแนน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โจทย์ปัญหาที่ 6

ต้องการเปลี่ยนยางรถทั้ง 4 เส้น จึงต้องใช้แม่แรงที่มีรัศมีของก้านหมุน 0.7 เมตร ยกรถมวล 1,320 กิโลกรัม ในการหมุนแม่แรง 20 รอบ จะทำให้รถสูงขึ้น 0.2 เมตร จะต้องออกแรงเท่าใด (วาดรูปประกอบ)



(วาดรูปถูกต้อง 1 คะแนน)

จากหลักการ

งานที่ได้ = งานที่ให้

แทนค่า

$$W \times p = E \times 2\pi r$$

$$13200N \times \frac{0.2}{20} m = E \times 2 \times \frac{22}{7} \times 0.7$$

$$132 = E \times 4.4$$

$$E = \frac{132}{4.4}$$

$$\therefore E = 30N$$ (แสดงวิธีทำถูกต้อง 3 คะแนน)

คำตอบ คือ แรงที่ออก เท่ากับ 30 นิวตัน (คำตอบถูกต้อง 1 คะแนน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ..... นามสกุล..... เลขที่.....

แบบวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

แบบวัดเมตาคอคนิชันจากการทำโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ มีจุดประสงค์เพื่อวัดเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์จากแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยผู้ทดสอบเป็นผู้ถามและให้นักเรียนตอบปากเปล่า พร้อมทั้งบอกเหตุผลของการตอบ

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มี 3 ข้อ (6 คะแนน)

1. เมื่อนักเรียนได้รับแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และเริ่มลงมือทำ นักเรียนมีวิธีอ่านโจทย์แต่ละข้ออย่างไร จึงจะทำให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (2 คะแนน).....

   .....

   .....

   .....

   เพราะเหตุใด.....

   .....

2. เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์เสร็จแล้ว นักเรียนมีวิธีจัดการกับข้อมูลในโจทย์อย่างไร (2 คะแนน)

   .....

   .....

   .....

   .....

   เพราะเหตุใด.....

   .....

3. ถ้านักเรียนพบว่าข้อมูลในโจทย์ไม่เพียงพอที่จะทำให้นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ นักเรียนจะทำอย่างไร (2 คะแนน).....

   .....

   .....

   เพราะเหตุใด.....

   .....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มี 2 ข้อ (4 คะแนน)

4. นักเรียนมีวิธีการนำหลักการที่ได้เรียนมาแล้วใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์อย่างไร (2 คะแนน)

   เพราะเหตุใด

5. นักเรียนมีการวางแผนเป็นขั้นตอนโดยใช้หลักการ หรือแนวคิดอะไร และอย่างไร (2 คะแนน)

   เพราะเหตุใด

ขั้นตอนที่ 3 การกำกับและควบคุมความคิดของตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มี 2 ข้อ (4 คะแนน)

6. นักเรียนได้ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนที่เลือกไว้หรือไม่ อย่างไร (2 คะแนน)

   เพราะเหตุใด

7. เมื่อนักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนที่เลือกไว้แล้วแต่ยังไม่ได้คำตอบ หรือได้คำตอบที่นักเรียนคิดว่ายังไม่ถูกต้อง นักเรียนจะทำอย่างไร (2 คะแนน)

   เพราะเหตุใด

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินความคิดของตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มี 1 ข้อ (2 คะแนน)

8. เมื่อนักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์จนได้คำตอบแล้ว นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบอย่างไรในแต่ละขั้นจึงจะทำให้นักเรียนมั่นใจว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องแล้ว (2 คะแนน)

เพราะเหตุใด---

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ..... **นามสกุล**..... **ชั้น**..... **เลขที่**.....

แบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง

คำชี้แจง

แบบวัดเมตาคอคนิชันฉบับนี้ เป็นแบบวัดเชิงสัมภาษณ์ เพื่อศึกษาการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการเรียนโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน และศึกษาความสัมพันธ์กับคะแนนสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนโดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน โดยใช้วิธีการสอบเป็นรายบุคคล โดยใช้การบันทึกเสียงแล้วนำมาถอดเป็นรหัสเพื่อนำไปให้คะแนนในข้อ 1- 2 ส่วนในข้อ 3 จะเป็นการบันทึกเทปวีดิทัศน์ โดยให้คะแนนเป็นลำดับขั้นตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างไว้

1. สมมติว่านักเรียนมีไข่ 50 ฟอง ใส่ตะกร้าแล้ววางไว้บนศีรษะ ไข่ 49 ฟอง มีสีขาว อีก 1 ฟอง เป็นสีน้ำตาล นักเรียนต้องเดินบนท่อนซุงทรงกระบอกที่มีขนาดเล็กมากแต่ไม่หมุนหรือเคลื่อนที่เพื่อข้ามคลอง เมื่อเดินไปถึงกึ่งกลางของท่อนซุง ก็มีเสียงหนึ่งสั่งว่าให้หยิบไข่สีน้ำตาลขึ้นมาให้เห็นเดี๋ยวนี้โดยห้ามนำตะกร้าไข่ลงจากศีรษะจึงจะผ่านไปได้ นักเรียนคิดว่าปัญหาของนักเรียนคืออะไร นักเรียนจะแก้ปัญหาอย่างไร และทำไมจึงเลือกวิธีนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ถ้านักเรียนหลงเข้าไปในป่าแห่งหนึ่ง และได้มาถึงเมืองเมืองหนึ่งอยู่ในป่า ซึ่งมีคนอยู่ 2 ประเภท คือ คนที่พูดแต่ความจริง กับคนที่พูดโกหกอย่างเดียว นักเรียนจะต้องคุยกับบุคคลทั้ง

สองประเภทอย่างละ 1 คน คนละไม่เกิน 2 คำถาม เพื่อให้ทราบหนทางกลับบ้าน โดยคนทั้งสองที่นักเรียนคุยด้วยทราบหนทางกลับบ้านของนักเรียนดี นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

3. ให้นักเรียนศึกษาเฟืองที่จัดให้ต่อไปนี้ซึ่งประกอบด้วย เฟืองเดี่ยวขนาดใหญ่ 2 อัน เฟืองเดียวขนาดเล็ก 2 อัน เฟืองคู่ที่มีเฟืองขนาดใหญ่และขนาดเล็กประกบติดกัน 1 อัน แหวนรอง (ใต้เฟือง) 6 อัน ฐานไม้อัดที่มีสกรูเกลียวปล่อย 5 อัน และจัดวางเฟืองทุกอัน เพื่อให้เฟืองตัวสุดท้ายหมุนช้าและเร็วที่สุดตามลำดับ

   3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่สังเกตได้

   3.2 การวางแผนที่สังเกตได้

   3.3 การกำกับที่สังเกตได้

   3.4 การประเมินที่สังเกตได้

แบบบันทึกคะแนนเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

พฤติกรรม	คะแนนที่ได้จากการสัมภาษณ์หรือสังเกต					
	ข้อที่ 1			ข้อที่ 2		
	2	1	0	2	1	0
1. การวิเคราะห์ 1.1 อ่านโจทย์ซ้ำ						
1.2 ระบุปัญหาได้อย่างถูกต้อง						
1.3 สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม						
2. การวางแผน 2.1 ตรวจสอบข้อมูลอีก (อ่านซ้ำ หรือขีดเส้นใต้)						
2.3 บอกหลักการในการแก้ปัญหาได้						
2.2 บอกสิ่งที่ตนเองจะปฏิบัติเป็นขั้นตอนได้						

ข้อ 3			
พฤติกรรม	คะแนนที่ได้จากการสัมภาษณ์หรือสังเกต		
	2	1	0
3. การกำกับ 3.1 กำกับเป้าหมายในใจ			
3.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ตนเองวางไว้			
3.3 ได้คำตอบ			
4. การวางแผน 4.1 มีการตรวจสอบข้อมูลอีกครั้ง			
4.2 มีการตรวจสอบการวางแผนอีกครั้ง			
4.3 มีการตรวจสอบการปฏิบัติตามขั้นตอนอีกครั้ง			
4.4 เมื่อได้คำตอบแล้วสอบถามความถูกต้อง			

เกณฑ์ในการให้คะแนนจากแบบวัดเมตาคอคนิชันในการอ่านและการทดลอง

ข้อที่ 1 และ 2

1. การวิเคราะห์ข้อมูล
   1.1 การอ่านโจทย์ซ้ำ
   - มีการอ่านโจทย์ซ้ำก่อนการตอบคำถาม ให้ 2 คะแนน
   - ไม่มีการอ่านโจทย์ซ้ำแต่ตอบคำถามได้ชัดเจนและมีเหตุผล ให้ 2 คะแนน
   - มีการอ่านโจทย์ซ้ำหลังการตอบคำถามที่ไม่ชัดเจน ให้ 1 คะแนน
   - ไม่มีการอ่านโจทย์ซ้ำ และคำตอบไม่ถูกต้องหรือชัดเจน ให้ 0 คะแนน

   1.2 การระบุปัญหาได้อย่างถูกต้อง
   - ระบุปัญหาได้ชัดเจนและถูกต้อง ให้ 2 คะแนน
   - ระบุปัญหาได้ไม่ชัดเจนแต่มีเหตุผลประกอบน่าเชื่อถือ ให้ 1 คะแนน
   - ระบุปัญหาได้ไม่ชัดเจนและไม่มีเหตุผลประกอบ ให้ 0 คะแนน
   - ระบุปัญหาไม่ได้ ให้ 0 คะแนน

   1.3 การสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม
   - มีการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมก่อนการตอบคำถาม ให้ 2 คะแนน
   - ไม่มีการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมแต่ตอบคำถาม ได้ชัดเจนและมีเหตุผล ให้ 2 คะแนน
   - มีการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหลังการตอบคำถาม ให้ 1 คะแนน
   - ไม่มีการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม และตอบคำถามไม่ถูกต้องหรือชัดเจน ให้ 0 คะแนน

2. การวางแผน
   2.1 การตรวจสอบข้อมูลเพิ่ม โดยการอ่านซ้ำหรือขีดเส้นใต้
   - มีการอ่านซ้ำ และขีดเส้นใต้ หรือทำสัญลักษณ์ลงในแบบวัด ให้ 2 คะแนน
   - มีการอ่านซ้ำอย่างเดียว ให้ 1 คะแนน
   - ไม่มีการอ่านซ้ำหรือขีดเขียนใด ๆ ลงในแบบวัด ให้ 0 คะแนน

   2.2 การบอกหลักการในการแก้ปัญหา
   - บอกหลักการในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน ให้ 2 คะแนน
   - บอกหลักการในการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่แน่ใจ ให้ 1 คะแนน
   - ไม่มีการบอกหลักการในการแก้ปัญหา ให้ 0 คะแนน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 การบอกสิ่งที่ตนเองจะปฏิบัติในการแก้ปัญหา

- บอกสิ่งที่ตนเองจะปฏิบัติได้เป็นลำดับขั้นตอนอย่างครบถ้วน ให้ 2 คะแนน
- บอกสิ่งที่ตนเองจะปฏิบัติได้เป็นลำดับขั้นตอนแต่ไม่ครบถ้วน ให้ 1 คะแนน
- ไม่มีการบอกสิ่งที่ตนเองจะปฏิบัติ ให้ 0 คะแนน

ข้อที่ 3

3. การกำกับ

3.1 การปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางไว้

- มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางไว้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ให้ 2 คะแนน
- มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางไว้แต่ไม่ถูกต้อง หรือไม่ครบถ้วน ให้ 1 คะแนน
- ไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางไว้ ให้ 0 คะแนน

3.2 ได้คำตอบที่ถูกต้อง

- ได้คำตอบที่ถูกต้อง ให้ 2 คะแนน
- ได้คำตอบแต่ไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน
- ไม่ได้คำตอบ ให้ 0 คะแนน

4. การประเมิน

4.1 การตรวจสอบข้อมูลอีกครั้ง

- มีการย้อนกลับไปอ่านข้อมูลจากโจทย์อีกหลังจากได้คำตอบ ให้ 2 คะแนน
- มีการย้อนกลับไปอ่านข้อมูลจากโจทย์อีกแต่ยังไม่ได้คำตอบ ให้ 1 คะแนน
- ไม่มีการย้อนกลับไปอ่านข้อมูลจากโจทย์อีก ไม่ว่าจะได้คำตอบหรือยังไม่ได้คำตอบ ให้ 0 คะแนน

4.2 การตรวจสอบการวางแผนอีกครั้ง

- มีการตรวจสอบการวางแผนอีกหลังจากที่ได้คำตอบ (ถอดออกทั้งหมดแล้วจึงเริ่มวางเฟืองใหม่) ให้ 2 คะแนน
- มีการตรวจสอบการวางแผนอีกแต่ยังไม่ได้คำตอบ ให้ 1 คะแนน
- ไม่มีการตรวจสอบการวางแผนอีก ไม่ว่าจะได้คำตอบหรือยังไม่ได้คำตอบ ให้ 0 คะแนน

4.3 การตรวจสอบการกำกับอีกครั้ง

- มีการตรวจสอบการปฏิบัติตามขั้นตอนอีกหลังจากได้คำตอบ (หลังจากถอดเฟืองออกหมดแล้ววางใหม่อีกครั้ง มีการหมุนเฟืองแต่ละอันเพื่อตรวจสอบวิธีการวาง) ให้ 2 คะแนน
- มีการตรวจสอบการปฏิบัติตามขั้นตอนอีกแต่ยังไม่ได้คำตอบ ให้ 1 คะแนน
- ไม่มีการตรวจสอบการปฏิบัติตามขั้นตอนอีก ไม่ว่าจะได้คำตอบหรือยังไม่ได้คำตอบ ให้ 0 คะแนน

4.4 การตรวจสอบคำตอบที่ได้

- มีการถามถึงความถูกต้องของคำตอบที่ได้ พร้อมทั้งเหตุผล ให้ 2 คะแนน
- มีการถามถึงความถูกต้องของคำตอบที่ได้ แต่ไม่ถามเหตุผล ให้ 1 คะแนน
- ไม่มีการถามถึงความถูกต้องของคำตอบที่ได้ ให้ 0 คะแนน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

การหาคุณภาพของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาคุณภาพของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเมตาคอคนิชัน เป็นเครื่องมือวัดที่มีคะแนนต่างจาก 0 และ 1 ซึ่งมีการตรวจสอบร่องรอยของกระบวนการคิดจากส่วนที่ใช้ทดในเครื่องมือวัดทั้งสองชนิด ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบวิธีตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดทั้งสอง ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อรายคน

นำคะแนนของนักเรียนแต่ละคน และแต่ละข้อมาใส่ลงในตาราง 2 มิติ ที่ผู้วิจัยออกแบบไว้ ทำให้ทราบลักษณะการตอบแบบสอบของนักเรียนแต่ละคน และแบบสอบแต่ละข้อดังนี้

นักเรียน	ข้อสอบ						รวมคะแนน
	1	2	3	4	5	6	
1 2 3 . . . 30							
รวม							

สร้างตารางแบ่งแยกคะแนนของนักเรียนแต่ละคน ระหว่างกลุ่มที่ได้คะแนนสูงกับกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ แบ่งได้เป็นกลุ่มละ 30 คนโดยแบ่งกระดาษคำตอบเป็นกลุ่มสูง (H) และกลุ่มต่ำ (L) เริ่มจากเรียงกระดาษคำตอบ จากคะแนนสูงไปหาคะแนนต่ำ แล้วนับกระดาษคำตอบ จากคะแนนสูงสุดลงมาให้ได้จำนวน 30 คน (ใช้เทคนิคร้อยละ 50) ตามที่กำหนดไว้เป็นกลุ่มสูง และนับคะแนนจากกลุ่มต่ำ โดยนับจากคะแนนต่ำสุดขึ้นไป จำนวนเท่ากับ 30 คน เป็นกลุ่มต่ำ โดยจำนวนคน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำต้องเท่ากัน

2. หาค่าระดับความยาก ของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ จากการนำไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีคุณสมบัติและผลการเรียนใกล้เคียงกัน จำนวน 60 คน ดังนี้

โดยใช้สูตร $P = \frac{\overline{X}_H + \overline{X}_L}{2}$

หลังจากนั้นจึงแปรค่าเป็นค่าความยากง่าย โดยการหารด้วยคะแนนเต็ม 5 จึงได้สูตรในการคำนวณค่าความยากเป็น

$$P = \frac{\overline{X}_H + \overline{X}_L}{2 \times 5} \quad P = \frac{\overline{X}_H + \overline{X}_L}{10}$$

ตัวอย่าง การคำนวณค่าระดับความยากของ ข้อ 1

หาค่า $P = \frac{3.73 + 1.30}{10}$

$\therefore \quad P = 0.50$

3. หาค่าอำนาจจำแนก หลังจากหาค่าความยากจากแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์แล้ว จึงนำมาหาค่าอำนาจจำแนก

โดยใช้สูตร $r = \frac{\overline{X}_H - \overline{X}_L}{10}$

ตัวอย่าง การคำนวณค่าอำนาจจำแนกของ ข้อ 1

จากสูตร $r = \frac{\overline{X}_H - \overline{X}_L}{10}$

$$r = \frac{3.73 - 1.30}{10}$$

$$r = 0.24$$

4. ค่าระดับความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ทั้ง 6 ข้อ ดังแสดงในตารางที่

ตารางที่ 14 ค่าระดับความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

ข้อ	1	2	3	4	5	6
ค่าระดับความยาก (p)	0.50	0.63	0.47	0.34	0.48	0.36
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.26	0.20	0.28	0.28	0.33	0.28

ค่าระดับความยากของแบบสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.34 – 0.63

ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.20 – 0.33

5. หาค่าความเที่ยงของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) จากคะแนนของการทำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 60 คน ในการทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 2

โดยใช้สูตร $\alpha = \frac{n}{n-1}\left[1-\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right]$

เมื่อ

α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$\sum S_i^2$ คือ ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนรวม

(ประคอง กรรณสูต, 2542)

จาก $\sum S_i^2 = 3.48 + 2.64 + 3.93 + 4.21 + 5.76 + 3.43$

$\sum S_i^2 = 23.48$

และ $S_t^2 = \frac{\sum\left(X_i - \overline{X}\right)^2}{N}$

เมื่อ N คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมด

แทนค่า $S_t^2 = \frac{4890.92}{60}$

$\therefore \quad S_t^2 = 81.51$

แทนค่าในสูตร $\alpha = \frac{n}{n-1}\left[1-\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right]$

$= \frac{6}{6-1}\left[1-\frac{23.48}{81.51}\right]$

$= \frac{6}{5}[1-0.28]$

$\therefore \quad \alpha = 0.85$

ประวัติผู้เขียน

นายพัทธ ทองต้น เกิดเมื่อวันพฤหัสบดีที่ 10 เมษายน 2518 จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ จากคณะศึกษาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2538 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต ในปีการศึกษา 2543 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย