



รายงานการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์
โดยใช้กลวิธีเมตาอวกนิกชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง

ชบา เมืองจีน

ทุนวิจัยมหาวิทยาลัยรามคำแหง
ประจำปีงบประมาณ 2559

A STUDY OF ACHIEVEMENT OF SCIENCE STUDY AND ABILITIES IN
SCIENTIFIC PROBLEM BY USING METACOGNITIVE STRATEGIES
OF MATTAYOMSUKSA 3 STUDENTS AT THE DEMONSTRATION
SCHOOL OF RAMKHAMHAENG UNIVERSITY

CHABA MUANGJIN

RESEARCH FUND OF RAMKHAMHAENG

2015

ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง

ชื่อผู้วิจัย นางชบา เมืองจิน

ปีงบประมาณ 2559

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (2) ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีการศึกษา 2559

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ ปีการศึกษา 2559 จำนวน 300 คน กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย จำนวน 3 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 98 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและ โมเมนตัม ที่สร้างตามขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชัน จำนวน 6 แผน และ (2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบสอบถามความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่มีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) เท่ากับ 0.91 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเที่ยง 0.74 มีค่าความยากอยู่ในระดับ 0.25-0.70 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับ 0.20-1.00

ผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและ โมเมนตัม โดยใช้วิธีเมตาคอกนิชัน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($M = 21.12, SD = 3.40$) สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ($M = 13.20, SD = 3.39$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและ โมเมนตัม โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังเรียน

($M = 64.67, SD = 7.65$) สูงกว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน
($M = 22.13, SD = 8.59$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ABSTRACT

Research Paper's Title A Study of Academic Achievement in Science
and the Science Problem-Solving Ability of
Matthayom Sueksa Three Students at Ramkhamhaeng
University Demonstration School Instructed by
Metacognitive Methods

Researcher Mrs. Chaba Muangjin

Fiscal Year 2016

In this research investigation, the researcher examines academic achievement in science and the science problem-solving ability of selected Matthayom Sueksa Three students at Ramkhamhaeng University Demonstration School (RUDS) instructed by metacognitive methods. Enrolled at RUDS in the academic year 2016, the 98 students selected were taken from three classrooms.

The research instruments were divided into two types:

(1) Experimental instruments, *viz.*, six lesson plans on Force and Momentum geared to the taking of sequential metacognitive steps

(2) Data collecting instruments:

2.1. A questionnaire eliciting data indicative of ability in solving science problems couched at the Cronbach alpha coefficient (α -coefficient) reliability level of 0.91; and

2.2. A science academic achievement test whose validity was determined to be at 0.74, level of difficulty at 0.25-0.70, and discriminatory power within the 0.20-1.00 range.

Findings are as follows:

1. The academic achievement in science of the students instructed on Force and Momentum by metacognitive methods showed the following results:

The academic achievement in science of the students upon the completion of instruction was at a higher level ($M = 21.12$, $SD = 3.40$) than prior to the commencement of the study ($M = 13.20$, $SD = 3.39$) at the statistically significant level of .05.

2. The science problem-solving ability of the students on Force and Momentum instructed by metacognitive methods showed the following results:

The ability in science problem solving after the completion of instruction was at a higher level ($M = 64.67$, $SD = 7.85$) than prior to the commencement of instruction ($M = 22.13$, $SD = 8.59$) at the statistically significant level of .05.

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์เป็นอย่างดีได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงยิ่งจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทิพย์ หาสน์ศรี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะ แนวทางในการทำวิจัยในทุกขั้นตอนด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร วัจนะ อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง อาจารย์วีระชัย นาสารีย์ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง อาจารย์ปรีชา ฤทธิเดช อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา จังหวัดลพบุรี อาจารย์ ดร. กานต์วี นุชยานนท์ อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง อาจารย์ชววรรณรัตน์ นาคเกรือ และอาจารย์จิรวรรณ เกิดร่วมอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหงคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ให้คำปรึกษาแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือ จนทำให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์น้ำเพชร นาสารีย์ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหงคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่ได้ให้คำแนะนำ ชี้แนะ และให้กำลังใจในการศึกษาวิจัย ด้วยดีมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาเป็นอย่างสูง ขอบคุณทุกคนในครอบครัว ที่ให้ความช่วยเหลือและคอยเป็นกำลังใจอันสำคัญแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด คุณค่าและประโยชน์ทั้งหลายที่เกิดจากวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านด้วยความรักและเคารพยิ่ง

ชบา เมืองจีน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(4)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(5)
กิตติกรรมประกาศ.....	(7)
สารบัญตาราง	(10)
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและสภาพปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
สมมติฐานของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
เมตาคอกนิชัน	9
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	28
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	29
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	29
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	30
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	34
การวิเคราะห์ข้อมูล	35

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	40
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย.....	40
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย	41
5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	44
สรุปผลการวิจัย.....	44
การอภิปรายผล	45
ข้อเสนอแนะ.....	47
ภาคผนวก	
ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	49
ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	51
ค การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	117
ง ผลการคำนวณ.....	122
บรรณานุกรม.....	127
ประวัติผู้เขียน	131

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน โดยกลวิธีเมตาคอกนิจัน.....	40
2	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t test) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน โดยกลวิธีเมตาคอกนิจัน.....	41
3	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t test) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์รายด้าน ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน โดยกลวิธีเมตาคอกนิจัน	42

สารบัญภาพประกอบ

ภาพ	หน้า
1 องค์ประกอบเมตาคอกนิชันของ Flavell.....	13
2 องค์ประกอบเมตาคอกนิชันของ Brown.....	14
3 กระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล.....	16
4 เมตาคอกนิชัน หรือกระบวนการควบคุมการรู้คิดในกรอบทฤษฎี กระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล.....	17
5 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	29

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและสภาพปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผลคิดสร้างสรรค์คิดวิเคราะห์วิจารณ์มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอนมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์และมีคุณธรรม (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) ปี พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) ปี พ.ศ. 2553 ระบุไว้ในมาตรา 23 ที่เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และในมาตรา 24 ได้เน้นให้จัดกระบวนการ

เรียนรู้โดยฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้แก่ นักเรียน พบว่า มีความยากลำบากในการเรียนเนื้อหาที่มีการคิดคำนวณการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนไม่สามารถคิดวิเคราะห์โจทย์และหากระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหานั้นได้ดีเท่าที่ควร นักเรียนจะเกิดความท้อแท้เบื่อหน่ายและมองว่าเป็นเรื่องยาก ถ้าเนื้อหาที่มีการคำนวณการแก้ปัญหามathematics เข้ามาเกี่ยวข้องกับนักเรียนจะไม่ค่อยมีความสุขในการเรียน ซึ่งถ้ามองตามนโยบายการศึกษาแห่งชาติแล้วต้องการให้ผู้เรียนเรียนอย่างมีความสุข ทั้งนี้ นักเรียนจะต้องมีทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญ ถ้าหากนักเรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ดี ก็จะสามารถแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย เหตุผลสำคัญที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเองว่าจะแก้โจทย์ปัญหา หรือสถานการณ์นั้นได้อย่างไร ทำให้การแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ไม่มีรูปแบบการคิด การตรวจสอบคำตอบ และประเมินการคิดของตนเอง ทั้งๆที่วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยทั้งความรู้ ความคิด กระบวนการคิด ทักษะการคำนวณคล้ายคลึงกับการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์

เมื่อได้ศึกษาถึงข้อบกพร่องของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์แล้ว พบว่ามีผู้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและสถานการณ์ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่หลายวิธีด้วยกัน และวิธีการหนึ่งที่จะพัฒนาความสามารถดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การพัฒนาสติเพื่อให้รู้เท่าทันกระบวนการคิดของตนเอง หรือที่เรียกว่าความรู้ในเมตาคอกนิชัน

องค์ประกอบของการคิดที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดที่น่าสนใจ คือ เมตาคอกนิชัน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) กล่าวว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง การควบคุมและการประเมินการคิดของตนเอง หรือความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนาเพื่อควบคุม กำกับกระบวนการทางปัญญา หรือกระบวนการคิด มีความตระหนักในงาน และสามารถใช้อยุทธวิธีในการทำงานจนสำเร็จสมบูรณ์ จากงานวิจัยด้านทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน พบว่า ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดี เป็นกลุ่มที่ได้รับ

การพัฒนาเมตาคอกนิชัน ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลใหม่ได้อย่างจับใจ และเชื่อมโยงเข้ากับความรู้เดิมได้อย่างดี สามารถกำกับตนเองจนสามารถเข้าใจได้ ถ้าผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้เมตาคอกนิชัน (metacognition strategies) จะสามารถพัฒนาตนเองให้เป็นผู้ที่สามารถเรียนได้ดี จำได้ถาวร มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสามารถแก้โจทย์ปัญหา (จรุง จำพงศ์, 2542) และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้น (สมจิตร ทรัพย์อัประไมย, 2540)

เห็นได้ว่าเมตาคอกนิชันมีความสำคัญต่อกระบวนการคิด และสามารถแก้โจทย์ปัญหา นอกจากนี้ การแก้ปัญหาก็ได้ว่าเป็นวิธีหนึ่งของการสอน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ข้อเท็จจริงพื้นฐาน มโนมติ โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านบทเรียนการแก้ปัญหาก็เป็นศูนย์กลาง (ปรีชา เนาวิสัยผล, 2543) หากผู้เรียนได้รับการฝึกฝนการคิดแก้ปัญหาก็เหมาะสม สอดคล้องกับช่วงพัฒนาการของผู้เรียนแล้ว จะทำให้การเรียนรู้ในการแก้ปัญหาก็ของผู้เรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแก้ปัญหาก็ได้อย่างมีระบบระเบียบ สมควรได้รับการส่งเสริมในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้รวดเร็ว และมีกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาก็ได้มากขึ้น (สมบัติ โพธิ์ทอง, 2539)

กระบวนการคิดที่นำมาใช้จัดการกับกลวิธีทางความคิด เพื่อกำกับและควบคุมการเรียนรู้ และกระบวนการของความจำนี้ Flavell เป็นคนแรกที่เรียกกระบวนการควบคุมการคิดแบบนี้ว่า “เมตาคอกนิชัน” (Flavell, 1979, p. 906)

นักการศึกษาหลายท่านได้ทดลองนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาก็ของนักเรียน เช่น ฤกษ์ดี แสนเรียง (2549) ได้วิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการตัดสินใจในวิชาวิทยาศาสตร์และศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาก็ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนโดยกลวิธีอภิปัญญา พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า โดยกลวิธีอภิปัญญา มีค่าคะแนนเฉลี่ย ความสามารถในการตัดสินใจในวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 พัทธ ทองคัน (2545) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก็วิทยาศาสตร์และการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันและเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้

โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างกลุ่มที่เรียน วิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันและกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ผลการศึกษาวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 60

งานวิจัยเหล่านี้โดยสรุปแล้วเป็นการนำกลวิธีเมตาคอกนิชันมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชันในด้านกลวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา โดยตรวจสอบได้จากความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่เพิ่มขึ้น หลังจากได้รับการฝึกโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งนับว่าเป็นประสบการณ์ที่ดีที่ควรนำมาปรับใช้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการบริหารและควบคุม ตรวจสอบการคิดของตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง มีทิศทาง และมีประสิทธิภาพต่อไป ตามทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลของ Klausmier (1989, p. 74) และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาความคิดของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม และตรงตามจุดประสงค์ของการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจใคร่รู้เกี่ยวกับการนำวิธีเมตาคอกนิชันมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและโมเมนต์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและ โมเมนต์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวិทยาศาสตร์เรื่องแรงและโมเมนต์ ระหว่างก่อนการเรียนรู้และหลังการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและโมเมนต์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 300 คน ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหงที่กำลังศึกษาอยู่ ปีการศึกษา 2559

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 3 ห้อง นักเรียนจำนวน 98 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เพราะผู้วิจัยต้องการศึกษากับนักเรียนที่เรียนสายวิทย์-คณิต จึงเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 ห้องนี้

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาสำหรับการวิจัยในครั้งนี้เป็นเนื้อหาเรื่อง แรงและโมเมนต์ ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน ปี พ.ศ. 2551 ได้จัดทำเป็นแผนการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบกลวิธี เมตาคอกนิชันจำนวน 6 แผน มีเนื้อหา 3 เรื่อง คือ

1. แรงเสียดทาน
2. แรงลอยตัว
3. โมเมนต์

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย คือ ปีการศึกษา 2559

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน หมายถึง การนำกลวิธี เมตาคอกนิชันมาใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาและส่วนที่เป็น การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อควบคุมและตรวจสอบกระบวนการคิด ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 โดยสามารถแบ่งตามลักษณะของวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.1 การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนที่เป็นเนื้อหา โดยวิธีเมตาคอกนิชัน ในการอ่าน และวิธีเมตาคอกนิชันในการทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ คือ ขั้นการ วิเคราะห์ข้อมูล ขั้นการวางแผน ขั้นการกำกับและควบคุมตนเอง และขั้นการประเมิน

1.2 การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ คือ ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นการวางแผน ขั้นการกำกับและควบคุมตนเอง และขั้นการ ประเมิน

2. แรง หมายถึง สิ่งที่ไปกระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลง สภาพของวัตถุ เช่น เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ เปลี่ยนขนาดของอัตราเร็ว หรือเปลี่ยน ขนาด รูปร่างของวัตถุ

3. แรงเสียดทาน หมายถึง แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ 2 ชิ้นที่สัมผัสกัน ซึ่งแรงนี้เป็นแรงที่ผิววัตถุผิวหนึ่งต้านทานการเคลื่อนที่ของผิววัตถุอีกผิวหนึ่ง ส่งผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งหยุดนิ่งในที่สุด

4. แรงลอยตัว หมายถึง แรงพยุงของของเหลวและแก๊สที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในของเหลวและแก๊สนั้น ทำให้วัตถุลอยอยู่ได้

5. โมเมนต์ของแรง หมายถึง ผลหมุนอันเนื่องมาจากแรงกระทำรอบแกนหมุนหรือจุดหมุน ขนาดของโมเมนต์เท่ากับผลคูณของแรงกับระยะตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรงที่กระทำ

6. เมตาคอนิชัน หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนใช้ควบคุมกระบวนการทางความคิดสติปัญญา และพฤติกรรมของตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้แบ่งขั้นตอนย่อย ๆ ได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้ (1) การวางแผนแก้ปัญหาเป็นการทำความเข้าใจข้อมูลในโจทย์ปัญหาโดยใช้ประสบการณ์เดิมของผู้แก้โจทย์ปัญหาร่วมทั้งวางแผนการแก้โจทย์ (2) การกำกับการแก้ปัญหาเป็นการควบคุมขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา (3) การประเมินการแก้ปัญหาเป็นการมองย้อนกลับไปขั้นตอนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

7. ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์เพื่อหาค่าของปริมาณที่ไม่ทราบค่าในโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดจากแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องแรงและโมเมนต์ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ย่อย ได้แก่ แรงเสียดทาน แรงลอยตัว และ โมเมนต์ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ ได้นำข้อค้นพบจากการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเนื้อหาอื่น ๆ และปรับใช้ในงานของตนต่อไป
2. นักเรียนสามารถนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียนทั้งด้านการเรียนและการอยู่ร่วมกันในสังคม
3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาวិทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. เมตาคอกนิชัน
 - 1.1 ความหมายของเมตาคอกนิชัน
 - 1.2 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน
 - 1.3 ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล
2. กลวิธีเมตาคอกนิชันในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
 - 2.3 การวัดเมตาคอกนิชัน
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

เมตาคอกนิชัน

เมตาคอกนิชัน เป็นการรู้จักคิดของบุคคล ตามทฤษฎีกระบวนการทางสมอง ในการประมวลข้อมูลของ กลอสไมเออร์ ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสติปัญญา โดยให้ความสนใจเกี่ยวกับการทำงานของสมอง ซึ่งได้รับความนิยม ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 จนถึงปัจจุบัน กลอสไมเออร์ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานของสมองว่ามีความ-

คล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังในการเรียนรู้ของมนุษย์เปรียบได้กับการทำงานของคอมพิวเตอร์ โดยมี ซอฟต์แวร์ เป็นสิ่งที่ใช้ควบคุมการทำงาน เปรียบได้กับการรู้จักของบุคคล และฟลายเวลล์เป็นผู้เรียกการรู้จักของบุคคลนี้ว่า เมตาคอกนิชัน

ความหมายของเมตาคอกนิชัน

จากการศึกษาข้อมูลการคิดและการคิดเกี่ยวกับความรู้ การพัฒนาทางการคิด พบว่า การควบคุมและการประเมินการคิด หรือที่นักการศึกษาบางท่าน เรียกว่า อภิปัญญา (Metacognition) เป็นสาระที่เป็นประเด็นหลักประเด็นหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการคิด ซึ่ง Flavell (1979) เป็นผู้ริเริ่มในการศึกษาเรื่องอภิปัญญา โดยกล่าวถึงอภิปัญญาไว้ว่า

“... อภิปัญญา หมายถึง การที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิดของตนเอง รวมทั้งสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตนเองอาจปรากฏเป็นความรู้หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมาย มีทิศทาง หรือเรียกว่า เป็นการรับรู้เกี่ยวกับการรับรู้ (Metacognition: cognition about cognition) และอภิปัญญามีบทบาทสำคัญต่อกิจกรรมทางปัญญาทุกรูปแบบ กล่าวคือ อภิปัญญาจะคอยกำกับควบคุมกิจกรรมทางปัญญาของผู้เรียนและทำให้บรรลุเป้าหมายหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า อภิปัญญาจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่ผู้เรียนกำหนดไว้...”

Brown (1987) ได้ให้ความหมายของการคิดเกี่ยวกับการรู้ ว่า หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดเกี่ยวกับการรู้ของตนเองสามารถควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ให้เลือกใช้กลวิธีในการวางแผน การกำกับควบคุม และกระประเมินการคิดของตนเองได้ รวมทั้งมีการปรับเปลี่ยนการคิดของตนเองให้เหมาะสม จนทำงานสำเร็จได้

Shoenfeld (1992) ได้ให้ความหมายของการคิดเกี่ยวกับการรู้ว่า เป็นการควบคุมหรือการจัดการเกี่ยวกับกระบวนการเชิงการรู้ของตนเอง รวมไปถึงการจัดสรรทรัพยากรเชิงการรู้ที่มีอยู่ขณะทำกิจกรรมเชิงการรู้ (cognitive activity) และในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหา (problem solving) คือ ประสิทธิภาพด้านการคิดเกี่ยวกับการรู้

Eggen and Kauchak (1997) ให้ความหมายของการคิดเกี่ยวกับการรู้ หรือเมตาคอกนิชัน หมายถึง การรับรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางสมองและการควบคุมกระบวนการทางสมอง

Beyer (1997) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอกนิชัน เป็นความคิดในระดับสูง ที่เกี่ยวข้องกับการกำกับ การควบคุม หรือการจัดการกับส่วนประกอบทางความคิด ที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าลงมา โดยมีความรู้ทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูล และการควบคุม ทำหน้าที่ในการสั่งการ”

Lories, Dardenne, and Tzerbyt (1998) ได้อธิบายว่า “เมตาคอกนิชัน คือ กระบวนการทางพุทธิปัญญา ซึ่งสามารถประยุกต์ไปสู่พุทธิปัญญา หรือจัดเป็น ลักษณะพิเศษที่เป็นรากฐานของพุทธิปัญญา และยังเป็นส่วนหนึ่งของการสืบสอบ ทางวิทยาศาสตร์”

ทิสนา แชมมณี (2544) ได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชันว่า การควบคุมการรู้คิดของตนเอง ซึ่งหมายถึงการรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการทำอะไรอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือการประเมินการคิดของตนเองและใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอกนิชัน คือ การควบคุม และประเมินการคิดของตนเอง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนาเพื่อควบคุม กำกับกระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการคิด มีความตระหนักในงานและสามารถใช้กลวิธีทำงานจนสำเร็จอย่างสมบูรณ์”

ณัฏฐ์รัฐ เณลิสุข (2550) ได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชันว่า หมายถึง ความสามารถในการคิดของบุคคลในการรับรู้การคิดพิจารณาไตร่ตรองและประเมินตนเอง เพื่อให้การคิดเป็นระบบเกิดความมั่นใจว่างานที่จะทำบรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

โดยสรุปแล้ว เมตาคอกนิชัน (Metacognition) หมายถึง การคิดเกี่ยวกับการรู้ ของตน การควบคุมการคิดของตนว่าตนคิดเกี่ยวกับการคิดนั้นอย่างไร โดยมีการกำกับ ควบคุมกิจกรรมอย่างเป็นกระบวนการ มีการประเมินผลลัพธ์ การวางแผนการแก้ปัญหา

การตรวจสอบ การกำกับควบคุม การประเมินผล และสะท้อนผลกลับจากการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุง แก้ไข แลกเปลี่ยนต่อไป

องค์ประกอบของเมตาคognition

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเมตาคognition ไว้ ดังนี้ Flavell (1979) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคognition ไว้ 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคognition (metacognition knowledge) คือ ส่วนหนึ่งของความรู้ทั้งหมดที่บุคคลสะสมไว้ในความจำระยะยาว ซึ่งมีอยู่ในมนุษย์โดยกระบวนการสร้างสรรค์ทางปัญญา สามารถเชื่อมโยงไปสู่งานเป้าหมาย การปฏิบัติ และประสบการณ์ โดยประกอบด้วยความรู้ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ด้านบุคคล (person variables) หมายถึง ความรู้ที่บุคคลมีเกี่ยวกับลักษณะความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน

1.2 ด้านงาน (task variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับงาน ลักษณะของงานที่เคยทำหรือที่ทำอยู่ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจและการทำงานนั้น ๆ

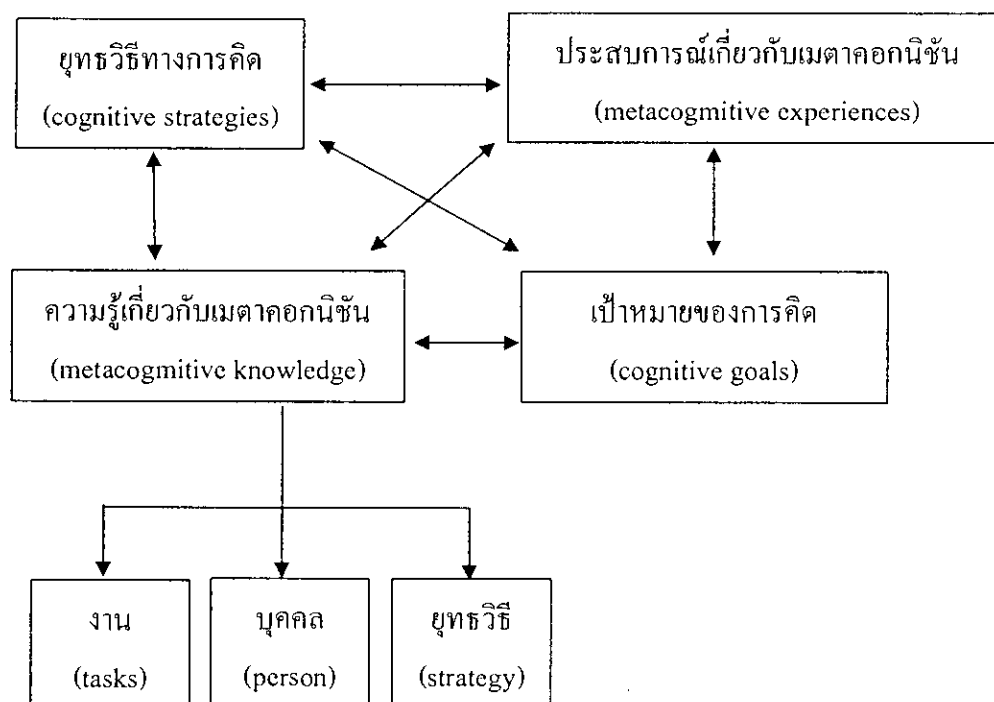
1.3 ด้านกลวิธี (strategy variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสมในการทำ ให้งานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ประสบการณ์ในเมตาคognition (metacognition experiences) คือ จิตสำนึกที่หลากหลายทางปัญญา หรือ ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับอารมณ์หรือความรู้สึก ซึ่งมีอยู่อย่างไม่จำกัดและเป็นเรื่องของการใช้ปัญญาในการวางแผนการ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 การวางแผน (planning)

2.2 การกำกับและควบคุมตนเอง (monitoring)

2.3 การประเมิน (evaluation)



ภาพ 1 องค์ประกอบเมตาคognitionของ Flavell

ที่มา. จาก “Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry”, by J. H. Flavell, 1979. *American Psychologist*, 34, 906-911.

Wells (2000, pp. 6-13) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคognition ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคognition ซึ่งแบ่งได้เป็น

1.1 ความรู้ในเมตาคognition ที่ชัดเจน (explicit metacognitive knowledge)

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก และสามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

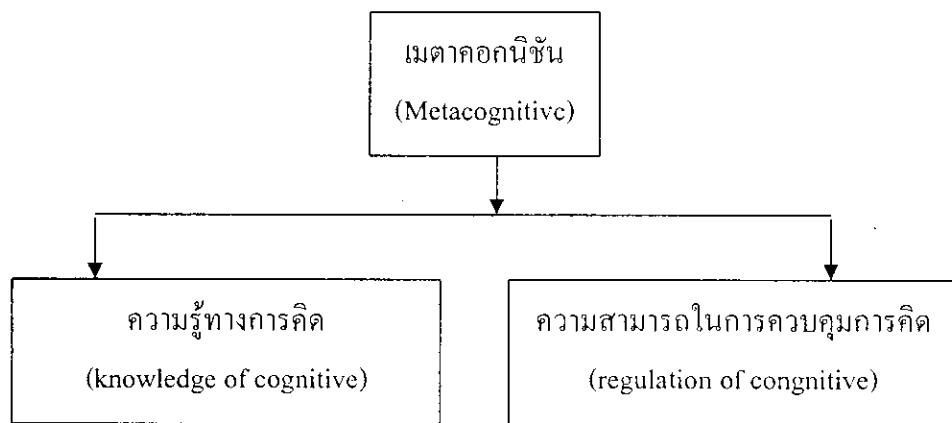
1.2 ความรู้ในเมตาคognition ที่ไม่ชัดเจน (implicit metacognitive knowledge)

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก แต่ไม่สามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

2. ประสบการณ์ในเมตาคognition เป็นสิ่งที่สามารถเชื่อมโยงความสับสนทางอารมณ์ในวิธีการที่หลากหลาย

3. กลวิธีควบคุมเมตาคognition คือ คำตอบของบุคคลขณะที่มีการควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ของระบบทางปัญญา

(Gama, 2004, p. 15; Brown, 1987) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน เป็น 2 ด้าน คือ ด้านความรู้ทางความคิด (knowledge of cognition) ซึ่งการพัฒนาองค์ประกอบด้านนี้จะเกี่ยวข้องกับอายุของเด็ก และด้านความสามารถในการควบคุมความคิดของตนเอง (regulation of cognition) เป็นความสามารถในการควบคุม โดยการพัฒนาองค์ประกอบด้านนี้ไม่ได้ขึ้นกับวัยเป็นสำคัญแต่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่เด็กมีโอกาสดำเนินและเรียนรู้ เพื่อให้ปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ได้สำเร็จสมบูรณ์ ดังแสดงในภาพ 2



ภาพ 2 องค์ประกอบเมตาคอกนิชันของ Brown

ที่มา. จาก *Investigating the Effect of Training in Metacognition in an Interactive Learning Environment: Design of an Empirical Study*. C. Gama, 2002, Master's Thesis, University of Sussex, UK.

นักการศึกษาหลายท่านได้สนใจศึกษาองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน โดยสรุปว่าเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วย ความรู้ในเมตาคอกนิชัน และประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน เป็นส่วนของความรู้ตนเองรู้อะไร และคิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมายและการบรรลุเป้าหมายอย่างไร โดยแบ่งตัวแปรของความรู้ในเมตาคอกนิชัน เป็น 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ตัวแปรด้านบุคคล หมายถึง การที่บุคคลที่มีความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่บุคคลโดยทั่วไปมีอยู่ในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน

1.2 ตัวแปรด้านงาน หมายถึง การตระหนักรู้ลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งมีผลต่อการปฏิบัติงานของบุคคลนั้น ๆ

1.3 ตัวแปรด้านกลวิธี คือ ความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสม ที่จะใช้ในการทำให้การทำงานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive experiences) เป็นประสบการณ์ทางการคิดที่บุคคลสามารถควบคุมได้ และประสบการณ์นี้มีความสำคัญต่อการกำกับตนเองในกิจกรรมการคิด สามารถแบ่งได้ ดังนี้

2.1 การวางแผน (planning) เป็นการรู้ว่าตนเองจะทำงานนั้นอย่างไร เริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการทำงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2 การกำกับ (monitoring) เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่า เป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสม ความถูกต้อง ลำดับของขั้นตอน และวิธีการที่เลือกใช้

2.3 การประเมิน (evaluating) เป็นความคิดเกี่ยวกับการประเมินการวางแผน การตรวจสอบขั้นตอน และประเมินผลลัพธ์

โดยสรุปแล้ว เมตาคอกนิชันประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน เป็นความรู้ที่ถูกเก็บบันทึกไว้ในความจำระยะยาว เพื่อที่จะใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีการรู้ตนเอง รู้การคิดของตนเอง การรู้และควบคุมความคิดของตนเองให้สามารถบรรลุเป้าหมาย ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธีต่าง ๆ

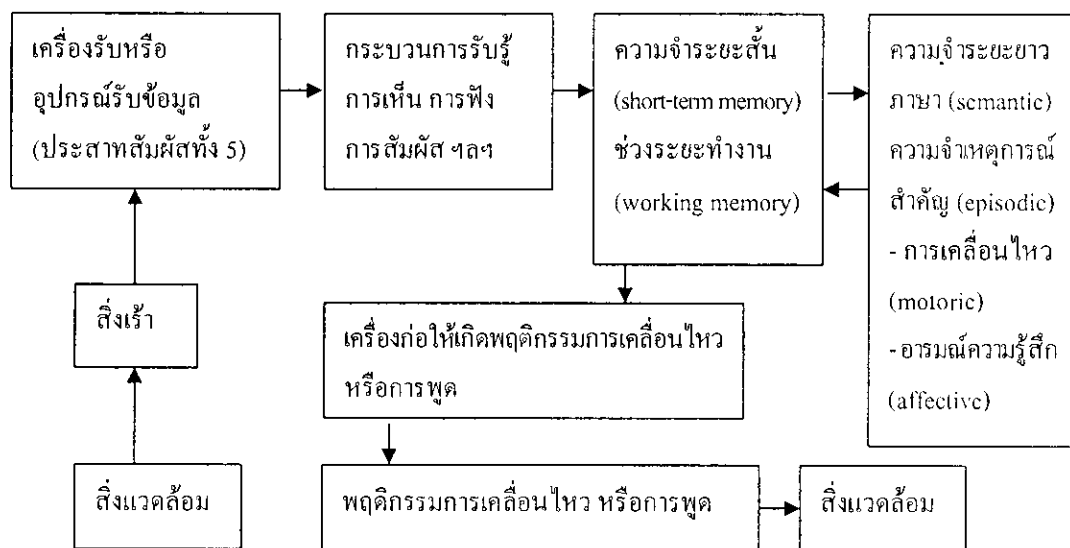
2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ คือ การวางแผนการกำกับ และควบคุมตนเอง และการประเมิน

ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล

ทฤษฎีประมวลผลข้อมูล (information processing theory) เป็นทฤษฎีที่อธิบายการเกิดเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นแนวคิดทางการเรียนรู้ของจิตวิทยาพุทธิปัญญาที่เปรียบเทียบความคิดของมนุษย์กับกระบวนการประมวลข้อมูลของคอมพิวเตอร์

Klausmier (1989) กล่าวโดยสรุปว่า การทำงานของสมองมนุษย์มีความคล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์โดยอธิบายการเรียนรู้ของมนุษย์โดยเปรียบเทียบ

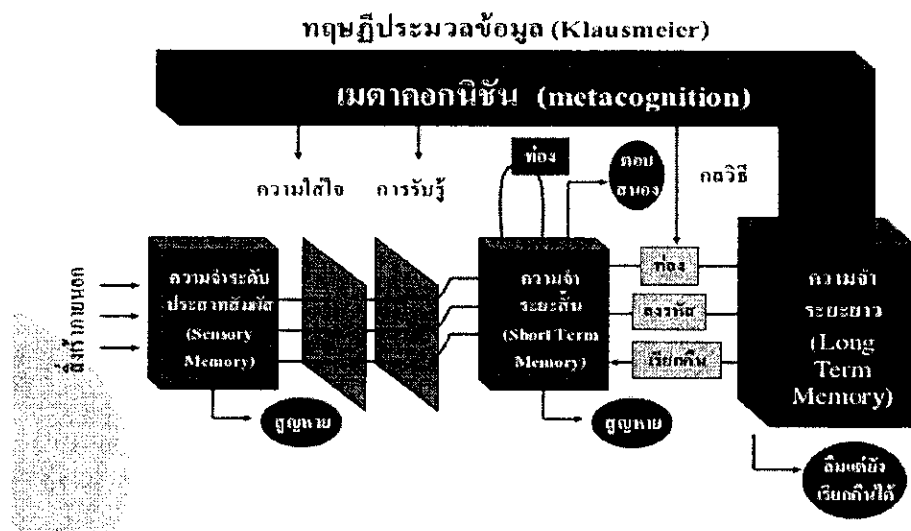
กับการทำงานของคอมพิวเตอร์ ก็การทำงานของสมอง ซึ่งมีการทำงานเป็นขั้นตอน ดังนี้ (1) การรับรู้ข้อมูล (2) การเข้ารหัส โดยอาศัยชุดคำสั่งหรือซอฟต์แวร์ (3) การส่งข้อมูลออก โดยผ่านทางอุปกรณ์ซึ่งตรงกับการประมวลข้อมูลของสมอง โดยเริ่มต้นจากการที่มนุษย์รับสิ่งเร้าเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 สิ่งเร้าที่เข้ามาจะได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น เมื่อบุคคลต้องการจะเก็บข้อมูลที่เข้ามาใช้ในภายหลัง ข้อมูลนี้จำเป็นต้องได้รับการประมวลและเปลี่ยนแปลง โดยการเข้ารหัส (encoding) เพื่อนำไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว ซึ่งอาจต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ เข้าช่วยเมื่อข้อมูลข่าวสารได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะยาวแล้ว บุคคลนั้นก็จะสามารถเรียกข้อมูลต่าง ๆ ออกมาใช้ได้ ซึ่งในการเรียกข้อมูลออกมาใช้ จำเป็นต้องถอดรหัสข้อมูล (decoding) จากความจำระยะยาวและส่งต่อไปสู่ตัวก่อกำเนิดพฤติกรรมตอบสนองซึ่งจะเป็นแรงขับหรือกระตุ้นให้บุคคลมีการเคลื่อนไหว หรือการพูดสนองตอบต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยคลอสไมเออร์ ดังนี้ ดังแสดงในภาพ 3



ภาพ 3 กระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล

ที่มา. จาก *Educational psychology* (5th ed.), by H. J. Klausmier, 1989, New York: Harper & Row.

กระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจะได้รับการบริหารควบคุมอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งหากเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์แล้ว ก็คือโปรแกรมสั่งงานหรือ “ซอฟต์แวร์” นั่นเอง การบริหารควบคุมการประมวลผลของสมอง คือ การที่บุคคลรู้ถึงความคิดของตน และสามารถควบคุมความคิดของตนให้เป็นไปในทางที่ตนต้องการ การรู้ในลักษณะนี้ ศัพท์ทางวิชาการเรียกว่า เมตาคอกนิชัน หรือ การควบคุมการรู้คิด หมายถึง การตระหนักรู้ (awareness) เกี่ยวกับความรู้และความสามารถของตนเองและใช้ความเข้าใจในการรู้ดังกล่าวในการจัดการควบคุมกระบวนการคิด การทำงานของตนด้วยกลวิธี (strategies) ต่าง ๆ อันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามต้องการ ในกระบวนการประมวลผลข้อมูลของสมองนั้น องค์ประกอบสำคัญของการรู้คิดที่ใช้ในการบริหารควบคุมกระบวนการ คือ แรงจูงใจ ความตั้งใจ และความมุ่งมั่นต่าง ๆ รวมทั้งเทคนิคและกลวิธีต่าง ๆ ที่บุคคลใช้ในการบริหารควบคุมตนเอง ดังแสดงในภาพ 4



ภาพ 4 เมตาคอกนิชัน หรือกระบวนการควบคุมการรู้คิดในกรอบทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูล

ที่มา. จาก *Educational Psychology* (3rd ed.), by P. Eggen, & D. Kauchak, 1997, New Jersey: Prentice Hall.

จากภาพ 4 จะเห็นว่า การจัดเก็บข้อมูลเป็นกระบวนการที่ใช้ในการเก็บข้อมูล เปรียบได้เสมือนกับแฟ้มเก็บข้อมูล ผู้เก็บแฟ้มข้อมูลของคอมพิวเตอร์ หรือสมุดบันทึก ที่อยู่ซึ่งคนเราใช้ในการเก็บข้อมูล ข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบการจัดการทำข้อมูล ได้แก่ ความจำที่เกิดจากประสาทสัมผัส ความจำที่เกิดจากการปฏิบัติ และความจำระยะยาว

กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนามेतาคอกนิชันที่มีนักการศึกษาหลายท่านได้ ทำการศึกษาและให้แนวทางไว้ เป็นกลวิธีที่มีผู้นำมาใช้ในการพัฒนามेतาคอกนิชัน ของผู้เรียน คือกลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งมีพื้นฐานมาจากการเรียน การสอนการแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะต่าง ๆ ดังนั้น การศึกษาการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ควรมีการศึกษา ถึงความหมายและขั้นตอนในการแก้ โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา วิทยาศาสตร์

ความหมายและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนส่วนใหญ่ต้องพบอยู่เสมอ โดย การที่ผู้เรียนจะประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องศึกษาถึง ความหมายและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตามที่นักการศึกษาได้อธิบาย ไว้ ดังนี้

Lamsdaine and Lamsdaine (1995) ได้ให้ความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาว่า “การแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การค้นพบการจัดการกับวิกฤตการณ์และทำการแยกส่วน วิเคราะห์คำ หรือข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหา”

ทิสนา แจมมณี (2544) ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา
3. แสวงหาทางแก้ปัญหามากมาย ๆ ทาง
4. เลือกทางแก้ปัญหาคือดีที่สุด

5. ลงมือดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่เลือกไว้

6. รวบรวมข้อมูล

7. ประเมินผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือเน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดอย่างมีระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้ นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้ กระบวนการความรู้ ทักษะต่าง ๆ และความเข้าใจในปัญหานั้นมาประกอบกันเพื่อ เป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหามี ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา

2. การวางแผนแก้ปัญหา

3. การดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล

4. การตรวจสอบการแก้ปัญหา

โดยสรุปแล้ว กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลในโจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญภายในขอบเขตจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และสามารถเลือกปัญหาที่สำคัญได้

2. การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การเลือกนำทฤษฎีและหลักการที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลในโจทย์ที่กำหนดมาให้

3. การแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาแทนค่าลงในปริมาณของนิยาม หลักการ หรือทฤษฎี ที่เป็นตัวแปรให้ถูกต้องแล้วทำการแก้สมการเพื่อให้ได้คำตอบ

4. การสรุปคำตอบ หมายถึง การจัดการกับผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาให้ตรงกับความหมายของสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า มีผู้เชี่ยวชาญและนักการศึกษาหลายท่านที่ได้มีการสร้างเป็นกลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

Beyer (1987) ได้สรุปกลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

1. การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา เพื่อพิจารณาหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการ โดยการใช้ประสบการณ์เดิมของผู้แก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วย

1.1 กำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นการพิจารณาสิ่งที่โจทย์ต้องการข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ และเลือกข้อมูลที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

1.2 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

1.3 เรียงลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

1.4 คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

1.5 คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้

1.6 ประเมินคำตอบของโจทย์ปัญหา

2. การกำกับการแก้ปัญหา (monitoring) เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

2.1 กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการตระหนักถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการภายในใจอยู่ตลอดเวลา

2.2 กำกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้องได้แก่

2.2.1 รู้แก้ปัญหาในเป้าหมายย่อยได้สำเร็จ

2.2.2 ตัดสินใจไปสู่วิธีการหรือขั้นตอนต่อไป

2.2.3 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนต่อไปได้อย่างเหมาะสม

2.2.4 รู้ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

2.2.5 มีวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

3. การประเมินการแก้โจทย์ปัญหา (assessing) เป็นการมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่าง ๆ ในการแก้ปัญห เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้แก้โจทย์ปัญหาแล้ว ผู้แก้โจทย์ปัญหาสามารถบรรลุเป้าหมายของการแก้ปัญหานั้น ๆ ตามที่ได้วางแผนไว้หรือไม่

3.2 พิจารณาความถูกต้องของคำตอบเป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา

3.3 ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ โดยย้อนกลับไปตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนว่าเป็นไปตามที่ตนเองวางแผนอย่างถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด และปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

สมบัติ โพธิ์ทอง (2539), จรุง ขำพงศ์ (2542) และพิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ (2544) ได้สรุปขั้นตอนในกลวิธีเมตาคอกนิชัน ตามแนวคิดของ Beyer (1987) ไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการวางแผน ประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

1.1.1 บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

1.1.2 บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

1.1.3 บอกค่าและข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหา

1.1.4 บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

1.2 เลือกวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ดังนี้

1.2.1 กลวิธีเดาและตรวจสอบ (guess and test)

1.2.2 กลวิธีวาดภาพ (draw a picture)

1.2.3 กลวิธีสร้างตาราง (make a table)

1.2.4 กลวิธีสร้างรายการ (make a list)

1.2.5 กลวิธีเขียนแผนภาพ (draw a diagram)

1.2.6 กลวิธีการใช้เหตุผล (use reasoning)

1.2.7 กลวิธีค้นหาแบบแผน (look for a pattern)

1.2.8 กลวิธีแก้ปัญหที่ง่ายขึ้นกว่าเดิม (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 บอกปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะแก้โจทย์ปัญหาจากกลวิธีเมตา-

คอกนิชัน

การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว เมื่อนำมาพิจารณาประกอบการแก้โจทย์ปัญหา
วิทยาศาสตร์ จึงควรจะมีการปรับปรุงขั้นตอนต่าง ๆ ให้เหมาะสม ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1.1 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

1.2 บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

1.3 สร้างตัวแทนของปัญหา

1.4 ระบุค่าและข้อความสำคัญ

1.5 บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2. ขั้นการวางแผน ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

2.1 เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

วิทยาศาสตร์

2.2 เรียงลำดับขั้นตอนตามหลักการหรือกลวิธีที่ได้เลือกไว้

3. การกำกับและควบคุม (Monitoring) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

3.1 การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

3.2 กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

4. การฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้ (assessing)

4.1 ตรวจสอบคำตอบ

4.2 ตรวจสอบการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3 ตรวจสอบการวางแผน

4.4 ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ

3. การวัดเมตาคอกนิชัน

เมตาคอกนิชัน เป็นกลวิธีความคิดที่เป็นระบบอยู่ในความคิดของมนุษย์ ซึ่งเป็นการยากที่จะวัดโดยการให้ผู้ถูกวัดเขียนออกมาในลักษณะการบรรยาย หรือแสดงวิธีทำ
วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540) ได้กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา
ในวิชาวิทยาศาสตร์ว่าปกติแล้วการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นในบริบท
ของการสืบเสาะหาความรู้ หรือในบริบทของวิทยาศาสตร์ที่มีการปฏิบัติจริง (practical
science)

จากรูปแบบการวัดและการประเมินผลการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์
ที่กล่าวมาจะเห็นว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สามารถ
ประเมินได้หลายวิธี เช่น การประเมินด้วยแบบทดสอบเขียนตอบ และการประเมิน
การปฏิบัติจริง ๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในประเทศไทย
พบว่ากลวิธีเมตาคอกนิชันมีการนำไปใช้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์
และภาษาอังกฤษด้วยเช่นกัน ส่วนงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน โดยส่วนมากแล้วจะเกี่ยวกับการจัดกิจกรรม

การเรียนการสอนในวิชาที่สอดคล้องและมีความสัมพันธ์กันกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของนักเรียน ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เป็นดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

พัทธ ทองตัน (2545) ศึกษาเรื่อง ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธี เมตาคอกนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนา เมตาคอกนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันและเพื่อ เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา-ตอนต้น ระหว่างกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันและกลุ่มที่เรียน วิทยาศาสตร์แบบปกติ ตัวอย่างประชากรคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียน สาริตุพลางกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ (1) นักเรียนที่เรียน วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 60 (2) นักเรียนที่ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 (3) นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชัน มีการพัฒนาเมตา คอกนิชัน โดยมีเมตาคอกนิชันหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ศรีสุมา ทศมี (2552) ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้เมตาคอกนิชัน สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้และความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เมตาคอกนิชัน โรงเรียนพังโคนวิทยาคม อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร จำนวน 21 คน พบว่า นักเรียน ร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

สายใจ พวงสายใจ (2554) ศึกษาเรื่อง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีอภิปัญญา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายพัฒนาการศึกษาแม่จันทรายสวรรค์ อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงราย เขต 3 จำนวน 3 โรงเรียน รวมนักเรียนจำนวน 147 คน ผลการวิจัย พบว่า (1) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีอภิปัญญาเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 85.86/81.66 (2) ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีอภิปัญญา พบว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีอภิปัญญาและการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์ (2554) ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนนทรีวิทยา จำนวน 60 คน 20 ชั่วโมง จำนวน 2 ห้องเรียน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัยมีค่าความเชื่อมั่น .92 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัยมี

ความเชื่อมั่น .94 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (5) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (6) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณรงค์ฤทธิ์ ประเสริฐสุข (2554) ศึกษาเรื่อง ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ การพัฒนามेटาคอกนิชันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องงานและพลังงานโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน โรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์ จำนวน 40 คน ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ (1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่า นักเรียนร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 72.92 ของแบบทดสอบทั้งฉบับ (2) ผลการศึกษาค้นคว้าพัฒนามेटาคอกนิชัน พบว่า นักเรียนสามารถนำกลวิธีเมตาคอกนิชันทั้ง 4 ขั้นตอน ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและสถานการณ์ในสังคมได้และมีคะแนนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด คือผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน

วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่า มีนักเรียนร้อยละ 72.50 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70.48 ของแบบทดสอบทั้งฉบับ

วรรณภา ปานเนา (2556) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยใช้ ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของ โรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดขอนแก่น จำนวน 40 คน ผลการปฏิบัติการ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้น ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น กระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ นำไปสู่การแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ พบว่า นักเรียน ร้อยละ 75 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่านักเรียนร้อยละ 72.50 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันในประเทศพบว่า การนำขั้นตอนตาม กลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาต่าง ๆ ของนักการศึกษาหลายท่านแล้วพบว่าขั้นตอนดังกล่าวสามารถพัฒนากระบวนการคิด การแก้ สถานการณ์ปัญหาและการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและพัฒนาศักยภาพและเป็นผู้เรียนได้ตามศักยภาพและเป็นขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก ตาม ผลการศึกษาที่ผู้วิจัยแต่ละท่านได้รายงาน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำขั้นตอนตาม แนวกลวิธีเมตาคอกนิชันมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อ พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง แรงและโมเมนต์ ซึ่งมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณแก้โจทย์ปัญหาและมีความสนใจที่จะ ศึกษาการนำขั้นตอนตามแนวกลวิธีเมตาคอกนิชันที่ผู้เรียนได้ฝึกจากการเรียนในหัวข้อ ดังกล่าวไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนและกระบวนการเรียน การสอนด้วย

งานวิจัยต่างประเทศ

Lee (อ้างถึงใน ดำเนิน ยาท่วม, 2548) ศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้ ร่วมกับการสะท้อน อภิปัญญา และวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ อภิปัญญา ผลการใช้แผนที่ความคิดกับเมตาคอกนิชัน ในการเรียนวิชาพันธุศาสตร์ของ นักเรียน โดยแก้ปัญหาจากการทำแผนที่ความคิดการเรียนอย่างกระตือรือร้น และการเตรียมความพร้อม การเรียงลำดับภาพเหมือน เคลื่อนไหวในไดอะแกรมการยกตัวอย่าง จากความจริง และการแปลความหมาย พบว่า แผนที่ความคิดกับเมตาคอกนิชันส่งเสริมความสามารถ ในการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ แผนที่ความคิดกับเมตาคอกนิชันมีผลกระทบซึ่งกันและกัน และการใช้ร่วมกันมีผลไม่ต่างจากการใช้เพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง และนักเรียนชอบเรียน จากการใช้สื่อหลายชนิดพร้อมกัน

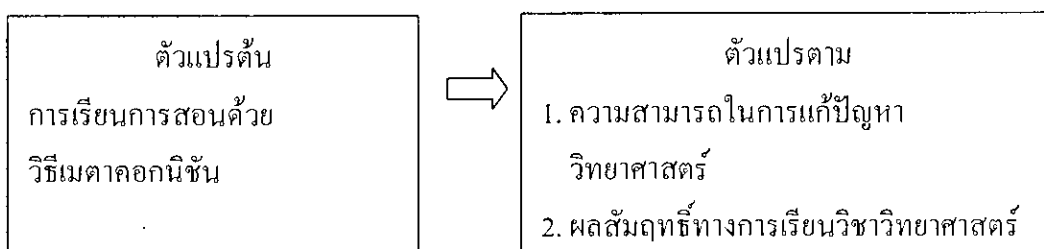
Helen (2009) ศึกษาเรื่อง “Metacognitive Strategies on Classroom Participation and Student Achievement in Senior Secondary School Science Classroom” ได้ศึกษายุทธศาสตร์ เมตาคอกนิชันกับการมีส่วนร่วมในห้องเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า ครูผู้สอนต้องเผชิญความท้าทายอย่างต่อเนื่องของ วิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนและการศึกษาความแตกต่างระหว่างกลุ่มนักเรียน โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน (Metacognitive Strategies) การมีส่วนร่วม ในชั้นเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ในรูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือกลุ่ม Thin Pair-Share (TPS) กลุ่ม Metacognitive Questions (MQ) และกลุ่มควบคุม ทำการทดลอง 11 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย 24, 22 และ 21 วิชา สำหรับกลุ่มควบคุม TPS และ MQ ตามลำดับ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความหนาแน่น ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ใช้สถิติเชิงพรรณนา ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน โดยการทดสอบใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANCOVA)

ผลการวิจัยพบว่า กลวิธีทางอภิปัญญา (MQ) มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธี TPS ข้อเสนอแนะจากการวิจัย ควรใช้กลวิธีทางอภิปัญญาและผสมผสานคำถามในห้องเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันในต่างประเทศ พบว่า เมตาคอกนิชันส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลยุทธ์เมตาคอกนิชัน และมีข้อเสนอแนะจากการวิจัยว่าควรใช้กลวิธีทางอภิปัญญาและผสมผสานคำถามในห้องเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน จะช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ และจะนำไปสู่การพัฒนาทักษะทางด้านการคิดของนักเรียนด้วย

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยกลวิธีเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 300 คน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหงที่กำลังศึกษาอยู่ ปีการศึกษา 2559

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 3 ห้องเรียน 98 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เพราะผู้วิจัยต้องการศึกษากับนักเรียนที่เรียนสายวิทย์-คณิต จึงเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 ห้องนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การศึกษาและค้นคว้าเอกสาร

1.1 ศึกษาข้อมูลจากตำรา เอกสาร วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวกับทฤษฎี แนวคิด หลักการ และกฎต่าง ๆ เกี่ยวกับกระบวนการคิดกับการเรียนรู้ เมตาคอกนิชันกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ของการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อวิเคราะห์ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องแรงและโมเมนต์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการเรียนรู้

1.3 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ วิธีการสร้างแบบสอวัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

1.4 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ วิธีการสร้างแบบสอวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและโมเมนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์รายวิชา และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จากเครื่องมือครูและหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องแรงและโมเมนต์

2.3 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน จากเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและโมเมนต์

2.4 ศึกษาแบบการฝึกโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ได้แก่ การฝึกแบบ โดยตรง และการฝึกแบบสอดแทรกในเนื้อหา

2.5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง แรงและโมเมนต์ ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหา และส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธี เมตาคอกนิชัน

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบ และพิจารณาให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และพิจารณาด้านตรงตามจุดประสงค์ และด้านความตรงตามเนื้อหาหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พร้อมทั้งความเหมาะสมในการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ถ้ามีอะไรต้องปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยจะดำเนินการ ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ที่ไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นำมาแก้ไขและปรับปรุง ก่อนจะนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 2 ชุด ดังนี้

3.1 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็น แบบทดสอบหลังเรียน (post test) โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

3.1.2 ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบแบบอัตนัย การใช้คำถาม และการเขียน ข้อคำถามให้ชัดเจน

3.1.3 ศึกษาข้อมูลจากหนังสือเรียน แบบเรียน คู่มือครู ที่มีเนื้อหาที่ต้องใช้ โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและถูกต้อง ตามจุดประสงค์

3.1.4 วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ครอบคลุมเนื้อหา ในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์

3.1.5 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยสร้างเป็นแบบอัตนัย ตามการวิเคราะห์ โดยแบ่งเนื้อหาเป็นเรื่อง แรงเสียดทาน แรงลอยตัว และโมเมนต์

3.1.6 เกณฑ์การให้คะแนนในแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ 15 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

3.1.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูล ได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ได้ 3 คะแนน

3.1.6.2 มีการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา โดยเลือกใช้สูตร เรียงลำดับ ขั้นตอนการแก้ปัญห ข้นการกำกับและควบคุมได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ตามกลวิธี เมตาคอกนิชันให้ 8 คะแนน

3.1.6.3 แสดงคำตอบที่ถูกต้องได้ 4 คะแนน

3.1.7 นำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตางเชิงเนื้อหา ความถูกต้องในการใช้ภาษา และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเกณฑ์ในการตรวจสอบแบบสอบเพื่อเป็นแนวทาง ในการปรับปรุงแก้ไข

3.1.8 นำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลอง กับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่ในกลุ่ม ตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิทยาศาสตร์ แล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเที่ยงตรง โดยใช้สูตรการหาค่า สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

3.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง แรงและโมเมนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง แรงและ โมเมนต์ จำนวน 30 ข้อ โดยผู้วิจัยดำเนินการตาม ขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีจากเอกสารต่าง ๆ

3.2.2 กำหนดขอบเขตและสัดส่วนของแบบทดสอบ โดยผู้วิจัยสร้างตาราง ผังข้อสอบหรือตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ทั้งหมด

3.2.3 เลือกรูปแบบข้อสอบ โดยผู้วิจัยใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ (multiple choice) ชนิด 4 ตัวเลือก แล้วดำเนินการเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่กำหนดไว้ จำนวน 37 ข้อ

3.2.4 ผู้วิจัยนำข้อสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม ชัดเจน ของข้อความและภาษาที่ใช้

3.2.5 พิจารณาทบทวน ปรับปรุง ข้อสอบทั้งฉบับ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่กำหนดไว้ มารวมกันเป็นฉบับ จำนวน 37 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อของแบบทดสอบ ดังนี้

3.2.5.1 นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนมาตรฐานคะแนนที่กำหนด โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

3.2.5.2 คำนวณหาค่าความยากง่าย (p) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ผลการวิเคราะห์ข้อสอบมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.70

3.2.5.3 คำนวณหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ผลการวิเคราะห์ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00

3.2.5.4 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า p ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.70 และค่า r ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 คัดเลือกให้เหลือ 30 ข้อ รวมกันเป็นฉบับ

3.2.6 นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดสอบเพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว

3.2.6.1 นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนมาตรฐานคะแนนที่กำหนด โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

3.2.6.2 คำนวณหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) KR-20 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.74

3.2.7 นำข้อสอบที่ได้ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.70 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.74 จำนวน 30 ข้อ ไปใช้ทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการเรียนการสอน

1.1 ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการทดลอง ด้วยแบบสอบถามความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน (pretest) เรื่องแรงและโมเมนต์

1.2 ทำการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการตั้งสมมติฐาน การระบุตัวแปร การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป การนำเสนอข้อมูลและการใช้อุปกรณ์โดยใช้แบบฝึก

1.3 แนะนำวิธีการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน เนื้อหาสาระและความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์กับการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจ

2. ขั้นดำเนินการเรียนการสอน

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เรื่องแรงและ โมเมนต์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนตามแนวกลวิธีเมตาคอกนิชัน จำนวน 6 แผน

3. ขั้นหลังการเรียนการสอน

3.1 เมื่อสิ้นสุดระยะดำเนินการทดลองแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบด้วยแบบสอบถามความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียน (post test) อดนัยจำนวน 6 ข้อ ข้อละ 10 นาที รวมใช้เวลาทั้งสิ้น 60 นาที

3.2 หลังจากนั้นให้นักเรียนเข้าสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงเสียดทาน แรงลอยตัว และ โมเมนต์ จำนวน 30 ข้อ 60 นาที เพื่อศึกษาว่าหลังจากที่นักเรียนได้ฝึก

โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันแล้ว มีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง แรงและโมเมนต์ มากน้อยเพียงใด

3.3 ตรวจสอบให้คะแนนเมตาคอกนิชันจากแบบวัดเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4 นำคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน ทั้ง 6 แผน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และหาค่า t -test ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2. การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน ทั้ง 6 แผน แล้วทำการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำผลที่ได้มาเทียบเกณฑ์การผ่าน คือ 70/70 หมายถึง ให้มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

1.1 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย

1.1.1 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัย โดยให้สูตรของครอนบัค (Cronbach) หรือสัมประสิทธิ์แอลฟา (α coefficient) เมื่อ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง ดังนี้

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

กำหนดให้

α = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K = จำนวนข้อสอบ

S_i^2 = ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย

2.1 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ได้แก่ ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (discrimination)

2.1.1 คำนวณหาค่าความยากง่าย (p) โดยใช้สูตร

$$p = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

กำหนดให้

P = ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

P_H = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n = จำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ

2.1.2 คำนวณหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตร

$$r = \frac{P_H - P_L}{n}$$

กำหนดให้

P = ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

P_H = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n = จำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ

2.2 การหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร

$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{(\sum pq)}{S^2} \right\}$$

กำหนดให้

r_u = ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

K = จำนวนข้อสอบทั้งหมด

p = สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ

q = แทนสัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ เท่ากับ 1 - p

S² = ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม

3. การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสอบ
ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ (บุญเชิด ภิญ โญอนันตพงษ์, 2526)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

กำหนดให้

IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์

$\sum R$ = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4. สถิติที่เกี่ยวข้องกับการรายงานผลการวิจัย

เป็นค่าสถิติที่นำมาใช้ในการนำเสนอผลการวิจัย ในที่นี้จะนำเสนอเฉพาะสถิติที่มีการใช้บ่อยในการรายงานผลการวิจัย ดังนี้

4.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เป็นการหาค่ากลางเพื่อเป็นตัวแทนของข้อมูลที่เป็นกลุ่มตัวอย่างชุดนั้น ๆ

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

กำหนดให้

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

4.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation--SD) ใช้บอกถึงการกระจายของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ SD คำนวณได้จากสูตร

$$SD = \sqrt{\frac{(x - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

กำหนดให้

SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ย

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

4.3 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน จำนวนจาก t test และ โปรแกรมทางสังคมศาสตร์

$$t = \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n-1}}}$$

กำหนดให้

t = ค่าที่พิจารณาใน t Distribution

d = ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

n = จำนวนคู่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แสดงรายละเอียดตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

จากผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย มีผลการศึกษา ดังนี้

ตาราง 1

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (*t*-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนโดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

การทดสอบ	N	M	SD	<i>t</i> - test	<i>p</i> value
ก่อนเรียน	98	13.20	3.39		
				-21.16	0.00
หลังเรียน	98	21.12	3.40		

หมายเหตุ: คะแนนเต็ม 30 คะแนน

ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ผลการวิเคราะห์ Paired sample *t*-test พบว่า ค่าสถิติทดสอบ t -test = -21.16, $p < .05$ แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($M = 21.12$, $SD = 3.40$) สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ($M = 13.20$, $SD = 3.39$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ปรากฏผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (*t*-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน โดยกลวิธีเมตาคอกนิจัน

การทดสอบ	N	M	SD	<i>t</i> - test	<i>p</i> value
ก่อนเรียน	98	22.13	8.59	-56.50	0.00
หลังเรียน	98	64.67	7.65		

หมายเหตุ: คะแนนเต็ม 90 คะแนน

ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ผลการวิเคราะห์ Paired sample *t* test พบว่า ค่าสถิติทดสอบ t -test = -56.50, $p < .05$ แสดงว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($M = 64.67$, $SD = 7.65$) สูงกว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ($M = 22.13$, $SD = 8.59$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 3

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (*t*-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์รายด้านของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน โดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

กลวิธีเมตาคอกนิชัน	ก่อนเรียน		หลังเรียน		<i>t</i> -test	<i>p</i> value
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
การวิเคราะห์ข้อมูล	9.76	2.86	15.12	2.08	-29.13	.000
การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	3.23	1.28	10.29	1.08	-47.58	0.023
การกำกับและควบคุม	5.85	3.1	24.98	3.31	-56.68	.000
การประเมิน	3.31	2.56	14.15	3.10	-32.14	0.002

หมายเหตุ: ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ผลการวิเคราะห์ Paired sample *t*-test พบว่า ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล มีค่าสถิติทดสอบ $t\text{-test} = -29.13, p < .05$ คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกลวิธีเมตาคอกนิชันหลังเรียน ($M = 15.12, SD = 2.08$) สูงกว่าคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกลวิธีเมตาคอกนิชันก่อนเรียน ($M = 9.76, SD = 2.86$) ด้านการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา พบว่า ค่าสถิติทดสอบ $t\text{-test} = -47.58, p < .05$ คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกลวิธีเมตาคอกนิชันหลังเรียน ($M = 10.29, SD = 1.08$) สูงกว่าคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกลวิธีเมตาคอกนิชันก่อนเรียน ($M = 3.23, SD = 1.28$) ด้านการกำกับและควบคุม พบว่า ค่าสถิติทดสอบ $t\text{-test} = -56.68, p < .05$ คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกลวิธีเมตาคอกนิชันหลังเรียน ($M = 24.98, SD = 3.31$) สูงกว่าคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกลวิธีเมตาคอกนิชันก่อนเรียน ($M = 5.85, SD = 3.10$) ด้านการประเมิน พบว่า ค่าสถิติทดสอบ $t\text{-test} = -32.14, p < .05$

คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกลวิธีเมตาคอกนิชันหลังเรียน ($M = 14.15, SD = 3.10$) สูงกว่าคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกลวิธีเมตาคอกนิชันก่อนเรียน ($M = 3.31, SD = 2.56$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการฝึกการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ถึงแม้ว่าการคิดเป็นสิ่งที่หลายคนรู้จัก แต่น้อยคนนักจะรู้สึกได้ว่าตนเองกำลังคิดอะไร ทำไมจึงคิดเช่นนั้น คิดเพื่ออะไร จะทำอย่างไร เพื่อให้รู้เท่าทันความคิดของตนเองเมื่อรู้แล้วจะทำให้เราสามารถทำอะไรได้บ้างมีประโยชน์อย่างไร เกี่ยวข้องกับการเรียนหรือไม่ และควรจะทำอย่างไรจึงจะทำให้เรารู้เท่าทันความคิดของตนเอง หรือการมีสติ คือ การระลึกได้ และสัมปชัญญะ คือ การรู้ตัว คือ กระบวนการรู้คิด หรือที่เรียกว่า “เมตาคอกนิชัน” นั่นเอง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 98 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่องแรงและโมเมนตัม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 แผน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t test

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและโมเมนตัม โดยใช้วิธีเมตาคอกนิชัน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($M = 21.12, SD = 3.40$) สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ($M = 13.20, SD = 3.39$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาวិทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและโมเมนต์ โดยใช้ กลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($M = 64.67, SD = 7.65$) สูงกว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ($M = 22.13, SD = 8.59$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แสดงให้เห็นว่ากลวิธีเมตาคอกนิชันที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น สามารถพัฒนาการคิดของนักเรียนได้ โดยเห็นได้จากร่องรอยในการคิดแก้โจทย์ปัญหา วิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถนำขั้นตอนตามกลวิธีเมตาคอกนิชันมาใช้ในการแก้ปัญหามาตามที่กำหนดได้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

การอภิปรายผล

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชัน ทั้ง 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการวิเคราะห์ ขั้นการวางแผน ขั้นการกำกับและควบคุม และ ขั้นการประเมิน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถ ในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกลวิธี เมตาคอกนิชัน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากนักเรียนมีกระบวนการรู้คิดของตนเอง โดยดูได้จากนักเรียนได้มีการกำกับ ควบคุมการคิดของตนเองจากโจทย์ที่กำหนดให้ผู้เรียนจะทำการวิเคราะห์ขั้นตอน การหาคำตอบ มีการสำรวจตรวจสอบหาคำตอบโดยมีขั้นตอนตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน เป็นกรอบในการคิด ซึ่งจากการวิจัย พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิด และกลวิธีเมตาคอกนิชันที่เห็นได้อย่างชัดเจนในขั้นการแสวงหาความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิด กระบวนการคิด การเรียนรู้ และการสร้างองค์ความรู้โดยมีการวางแผน การควบคุมและ การตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง แสดงถึงความสามารถในการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน จึงทำให้ผู้เรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุขสันต์ บัวสาย (2551) ศึกษาเรื่อง ผลการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดแทรก

เมตาคอกนิชันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมีที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องกับเมตาคอกนิชันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ Ngoziibe (2009) ได้ศึกษายุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันกับการมีส่วนร่วมในห้องเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า กลวิธีทางอภิปัญญา (MQ) มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีเพื่อนคู่คิด (TPS) และให้ข้อเสนอแนะจากการวิจัยว่า ควรใช้กลวิธีทางอภิปัญญาและผสมผสานคำถามในห้องเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเป็นรูปธรรม

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาวិทยาศาสตร์ ผู้เรียนได้รวบรวมความคิดของตนเองให้เป็นระเบียบมีหลักเกณฑ์ในการแก้ปัญหาคำตอบ โจทย์วิทยาศาสตร์ สังเกตได้จากร่องรอยการคิดของนักเรียนที่เกิดจากการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีแบบในการควบคุมการคิดของตนเอง คือเริ่มจากเมื่ออ่านโจทย์เสร็จ นักเรียนส่วนใหญ่จะวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าให้ตัวแปรใดมาบ้าง ให้ข้อมูลอะไรบ้าง ต้องการให้หาอะไร จากนั้นนักเรียนก็จะวางแผนว่าจะใช้สมการทางวิทยาศาสตร์ใดมาแก้ปัญหาคำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบที่โจทย์ต้องการออกกมาถึงแม้จะมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ แต่ก็พบว่าร่องรอยการคิดของนักเรียนที่แสดงลงในกระดาษคำตอบมีการทำอย่างเป็นขั้นเป็นตอน คิดอย่างเป็นระเบียบ แต่ทักษะการคำนวณก็มีความสำคัญถ้าผู้เรียนคนใดมีความสามารถในการคำนวณในระดับต่ำ ก็จะมีปัญหาในการคำนวณหาคำตอบของโจทย์วิทยาศาสตร์ได้ คือ ไม่สามารถคำนวณได้อย่างคล่องแคล่วและมีบางส่วนที่คำนวณไม่ได้เลย แต่ก็ถือว่าเป็นแนวทางที่ดีที่นักเรียนได้เริ่มคิดอย่างมีระบบ เมื่อนำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ แยกรายละเอียดเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการกำกับและควบคุมมีค่าเฉลี่ย 24.98 สูงที่สุด รองลงมาด้านการวิเคราะห์ข้อมูลมีค่าเฉลี่ย 15.12 ด้านการประเมินมีค่าเฉลี่ย 14.15 และด้านการวางแผนมีค่าเฉลี่ย 10.29 น้อยที่สุด และถ้าพิจารณาโดยรวมคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า

คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของฤกษ์ฤดี แสนเรือง (2549) ได้ศึกษาความสามารถในการตัดสินใจและการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนโดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการตัดสินใจในวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 มีค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากกระบวนการที่นักเรียนได้ฝึกฝนมาตลอดตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและโมเมนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยเขียนตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน จำนวน 6 แผน เพื่อฝึกกระบวนการรู้คิดให้กับนักเรียนนั้น สามารถทำให้นักเรียนมีคะแนนทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและโมเมนต์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนรู้จักควบคุมการคิดของตนเอง มีการรู้จักคิดอย่างเป็นระบบ นั่นเอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์โดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรทำความเข้าใจภูมิหลังเกี่ยวกับทักษะการคำนวณ ของนักเรียนเป็นสิ่งที่สำคัญเนื่องจากการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความรู้ทางด้านการคำนวณเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การประเมินเชิงการเรียนรู้ของนักเรียนที่นำมาใช้ในการตีความการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน

2. ผู้วิจัยต้องชี้แจงบทบาทหน้าที่ของผู้วิจัยและกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้เกิดความเข้าใจในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้ต่อเนื่องกับนักเรียนกลุ่มเดิม เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นด้านอื่นๆ เช่น เจตคติในการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเพื่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและพัฒนาเมตาคอกนิชันของผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร วัจนะ
อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
2. อาจารย์ ดร. กานต์วี บุญยานนท์
อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
3. อาจารย์วีระชัย นาสารีย์
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย-
รามคำแหง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
4. อาจารย์ปรีชา ฤทธิเดช
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา
อำเภอ จังหวัดลพบุรี
5. อาจารย์ธรรณรัตน์ นาคเครือ
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย-
รามคำแหง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
6. อาจารย์จิรวรรณ เกิดร่วม
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย-
รามคำแหง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างแผนการเรียนรู้โดยใช้วิธีเมตาคอนิชั่น

แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงลอยตัวหรือแรงพยุงของเหลว

เวลา 3 ชั่วโมง

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว 23101) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ผู้สอน ชบา เมืองจีน

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.1

เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์
มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.1 มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3/3

ทดลองและอธิบายแรงพยุงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ

สาระสำคัญ

แรงลอยตัวหรือแรงพยุง เป็นแรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับน้ำหนัก
ของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จมของเหลวที่มีความหนาแน่นมากจะมี
แรงพยุงมากวัตถุที่ลอยได้ในของเหลวจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าความหนาแน่น
ของของเหลว

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K) เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ
 - 1.1 อธิบายแรงลอยตัวหรือแรงพยุงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุได้
 - 1.2 สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของวัตถุและความหนาแน่น
ของของเหลวที่มีผลต่อการลอยและจมของวัตถุได้

1.3 สามารถนำความรู้เรื่องแรงลอยตัวหรือแรงพยุงของของเหลวไปใช้ประโยชน์ได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

2.1 สามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่องแรงลอยตัวหรือแรงพยุงได้อย่างถูกต้อง

2.2 สามารถแก้โจทย์ปัญหาเรื่องการหาแรงลอยตัวหรือแรงพยุงได้อย่างถูกต้อง

3. ด้านคุณลักษณะ (A)

3.1 ใฝ่เรียนรู้

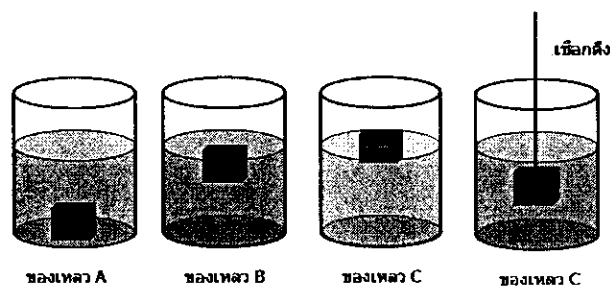
3.2 มีเหตุผล

3.3 ความรับผิดชอบ

3.4 ความใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น

สาระการเรียนรู้

แรงลอยตัว (buoyant force) คือ แรงพยุงของของเหลวและแก๊สที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในของเหลวและแก๊สนั้น ทำให้วัตถุลอยอยู่ได้ โดยในชีวิตประจำวันเราจะพบว่าวัตถุบางชนิดลอยอยู่ในน้ำได้เพราะแรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุนั้นมีค่าเพียงพอที่จะต้านน้ำหนักของวัตถุ ที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกได้ แต่สำหรับวัตถุบางชนิดที่จมลงในน้ำ แสดงว่า แรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุนั้นมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุ



ลักษณะการจมและลอยของวัตถุ

หลักของอาร์คิมิดีส (Archimedes principle) กล่าวว่าไว้ว่า เมื่อหย่อนวัตถุลงในน้ำ ปริมาตรของน้ำส่วนที่ล้นออกมา จะเท่ากับปริมาตรของก้อนวัตถุนั้นที่เข้าไปแทนที่น้ำ สรุปหลักอาร์คิมิดีส ดังนี้

1. ปริมาตรของเหลวที่ถูกแทนที่ จะเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมลงในของเหลว

2. น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในของเหลว จะมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศ เนื่องจากแรงพยุงของของเหลวมีมากกว่าแรงพยุงของอากาศ

3. น้ำหนักของวัตถุที่หายไปในของเหลว จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่ ซึ่งคำนวณได้จากผลต่างของน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศกับน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในของเหลว

4. น้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จม

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแรงพยุง

1. ชนิดของวัตถุ วัตถุแต่ละชนิดจะมีความหนาแน่นแตกต่างกัน เช่น เหล็ก ไม้ พลาสติก ที่มีมวลเท่ากัน เหล็กจะมีความหนาแน่นมากกว่าไม้และไม้มีความหนาแน่นมากกว่าพลาสติก ซึ่งวัตถุที่มีความหนาแน่นมากจะจมลงไปในของเหลวมาก

2. ชนิดของเหลว ของเหลวแต่ละชนิดมีความหนาแน่นแตกต่างกัน เช่น น้ำบริสุทธิ์มีความหนาแน่นมากกว่าเอทิลแอลกอฮอล์และน้ำมันเบนซิน เป็นต้น ซึ่งของเหลวที่มีความหนาแน่นมาก จะมีแรงพยุงมาก

3. ขนาดของวัตถุจะส่งผลต่อปริมาตรที่จมลงไปในของเหลว ซึ่งถ้าวัตถุมีขนาดใหญ่ จะมีปริมาตรที่จมลงไปในของเหลวมาก ทำให้แรงพยุงมีค่ามาก

สูตรที่ใช้ในการคำนวณความหนาแน่น

$$\rho = \frac{M}{V}$$

ρ = ความหนาแน่นของวัตถุ (หน่วย : กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

M = มวลรวมของวัตถุ (หน่วย : กิโลกรัม)

V = ปริมาตรรวมของวัตถุ (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร)

สูตรหาแรงลอยตัว

$$F_B = \rho Vg$$

ρ = ความหนาแน่นของของเหลว (หน่วย : กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3))

V = ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร (m^3))

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (หน่วย : เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (m/s^2))

F_B = ขนาดของแรงพยุง (หน่วย : นิวตัน (N))

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

จึ้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการพูดคุยซักถามประสบการณ์เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับแรงพยุงของของเหลว เช่น

1.1 นักเรียนเคยนำลูกฟุตบอลไปลอยในน้ำ หรือไม่ลูกฟุตบอลลอยน้ำหรือจมน้ำ

1.2 เมื่อนักเรียนยืนจับลูกฟุตบอลอยู่บนพื้นสนาม ถ้าปล่อยลูกฟุตบอลออกจากมือลูกฟุตบอลจะตกพื้นทันที แต่เมื่อปล่อยลูกฟุตบอลลงน้ำลูกฟุตบอลกลับลอยน้ำได้นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

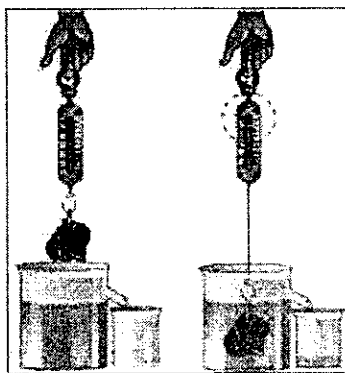
1.3 นักเรียนเคยลอยตัวในน้ำหรือไม่การลอยตัวในสระว่ายน้ำกับการลอยตัวในทะเลสถานที่ไหนทำให้นักเรียนลอยตัวง่ายกว่ากัน นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การจัดการเรียนรู้เรื่องแรงพยุงของของเหลว

ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ครูแขวนตุ้มน้ำหนักขนาด 10 นิวตันด้วยเครื่องชั่งสปริง นักเรียนอ่านค่าที่ได้จากเครื่องชั่ง จากนั้นชั่งวัตถุในน้ำ โดยค่อย ๆ หย่อนวัตถุน้ำหนักลงในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำ แล้วให้นักเรียนอ่านค่าที่ได้จากเครื่องชั่งอีกครั้ง จากนั้นครูถามคำถามกระตุ้นนักเรียน ดังนี้



1.1.1 น้ำหนักของวัตถุในอากาศและในน้ำแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แตกต่างกัน น้ำหนักของวัตถุในน้ำมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุในอากาศ)

1.1.2 นักเรียนคิดว่าน้ำหนักของวัตถุหายไปจริงหรือไม่ เพราะอะไร

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากแนวคำตอบของนักเรียน โดยครูยังไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้อง

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ให้นักเรียนศึกษาเรื่องแรงพยุงของของเหลวจากใบความรู้ หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลวของเหลวทุกชนิดจะออกแรงกระทำต่อวัตถุในทิศตรงกันข้าม โดย อาร์คิมิดีส นักฟิสิกส์ชาวกรีก ได้ให้หลักการไว้ว่า “เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลวแรงพยุงของของเหลวจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของ

ของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนที่จมของวัตถุ” ดังนั้น เราจึงสังเกตได้ว่าเครื่องชั่งสปริงอ่านค่าน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักได้น้อยลง เพราะของเหลวออกแรงพยุงตุ้มน้ำหนักไว้ ทำให้แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีทิศขึ้นในแนวตั้งไม่ให้น้ำหนักของวัตถุหายไป

2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมสังเกต ทำอย่างไรดินน้ำมันจึงลอยน้ำได้ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ ทักษะการสังเกต ดังนี้

2.2.1 นำดินน้ำมันที่เตรียมไว้มาปั้นเป็นก้อนกลมตันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร 1 ก้อน แล้วชั่งน้ำหนัก

2.2.2 หาปริมาตรของก้อนดินน้ำมันโดยการแทนที่น้ำในถ้วยริกา จากนั้นหาค่าความหนาแน่นของก้อนดินน้ำมันจากน้ำหนัก และปริมาตรที่หาได้บันทึกผล

2.2.3 นำน้ำที่ล้นออกจากถ้วยริกามาชั่งน้ำหนักและหาความหนาแน่นของน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยก้อนดินน้ำมันบันทึกผล

2.2.4 นำก้อนดินน้ำมันมาปั้นเป็นทรงถ้วยให้ปากถ้วยเป็นวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก

2.2.5 นำถ้วยดินน้ำมันไปลอยในถ้วยริกาจากนั้นค่อย ๆ หย่อนลูกเหล็กกลมลงในถ้วยดินน้ำมันจนกระทั่งสังเกตได้ว่าปากถ้วยดินน้ำมันอยู่ปริ่มน้ำพอดี บันทึกปริมาตรที่น้ำถูกแทนที่นับจำนวนลูกเหล็กและคำนวณหาค่าความหนาแน่นของถ้วยดินน้ำมัน

2.2.6 ปั้นถ้วยดินน้ำมันให้ปากถ้วยมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร แล้วหาความหนาแน่นของถ้วยดินน้ำมันอีกครั้งบันทึกผล

2.3 นักเรียน และ ครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

2.4 ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเพื่อฝึกการคำนวณ โดยให้นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 เหล็กแท่งหนึ่งมีน้ำหนัก 7.5นิวตัน เมื่อชั่งในอากาศ ถ้านำแท่งเหล็ก ไปชั่งขณะจมน้ำ เครื่องชั่งอ่านค่าได้ 6.6นิวตัน จงหาปริมาตรของแท่งเหล็ก (กำหนดให้น้ำมีความหนาแน่นเท่ากับ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

1) ขั้นวิเคราะห์โจทย์ปัญหา1.1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

- น้ำหนักเหล็กที่ชั่งในอากาศ 7.5 นิวตัน
- น้ำหนักเหล็กที่ชั่งในน้ำ 6.6 นิวตัน
- ความหนาแน่นของน้ำ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2) เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

- คำนวณหาปริมาตรของแท่งเหล็ก

3) สร้างตัวแทนของปัญหา

- ปริมาตรของแท่งเหล็ก = V

4) ขั้นการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา4.1) เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

วิทยาศาสตร์

- สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$\text{แรงพยุงของน้ำ} = \text{น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศ} - \text{น้ำหนักวัตถุที่ชั่งในน้ำ}$$

- และ $F_B = \rho Vg$

4.2) เรียงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาวิธีที่เลือกไว้

- แทนค่าข้อมูลลงในสูตรที่ใช้ในการคำนวณเรื่องแรงลอยตัว
- แก้สมการหาคำตอบ

4.3) นักเรียนบันทึกขั้นตอนต่าง ๆ ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1
เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับแรงลอยตัว

5) ขั้นการกำกับ5.1) การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

- ปริมาตรของแท่งเหล็ก = V

5.2) กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่เลือกไว้

จากสูตร $\text{แรงพยุงของน้ำ} = \text{น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศ} - \text{น้ำหนักวัตถุที่ชั่งในน้ำ}$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า } F_B &= 7.5 - 6.6 \\ &= 0.9 \text{ นิวตัน}\end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร } F_B = \rho Vg$$

$$\text{แทนค่า } 0.9 = 1,000 \times v \times 10$$

$$\text{ดังนั้น } V = \frac{0.9}{1,000 \times 10}$$

$$V = 9 \times 10^{-5} \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

ดังนั้น ปริมาตรของแท่งเหล็ก คือ 9×10^{-5} ลูกบาศก์เมตร

6) ขั้นตอนการประเมิน

6.1) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบคำตอบของแต่ละคนว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องครูต้องให้นักเรียนคนนั้นได้คิดหาวิธีใหม่และลงมือแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์จนได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับแรงลอยตัว

- การตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ
- ตรวจสอบคำตอบ

3. ขั้นตอนอธิบายและสรุปผล

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้

3.2.1 เมื่อเปลี่ยนรูปทรงของดินน้ำมันค่าใดที่มีค่าเท่าเดิมและค่าใดที่มีการเปลี่ยนแปลง (ดินน้ำมันมีมวลเท่าเดิมแต่ปริมาตรของดินน้ำมันเปลี่ยนแปลงไป)

3.2.2 ความหนาแน่นของดินน้ำมันแต่ละรูปทรงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าใดอย่างไร (ขึ้นอยู่กับปริมาตรของดินน้ำมัน โดยความหนาแน่นจะแปรผกผันกับปริมาตร)

3.2.3 เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของดินน้ำมันแต่ละรูปทรงกับความหนาแน่นของน้ำดินน้ำมันรูปทรงใดที่จมน้ำเพราะอะไร (ดินน้ำมันที่เป็นก้อนกลมเพราะมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ)

3.2.4 ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร (วัตถุจะลอยน้ำได้เมื่อความหนาแน่นของวัตถุน้อยกว่าน้ำ)

3.2.5 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ได้ข้อสรุปว่า สามารถทำให้วัตถุที่มีมวลคงที่ลอยหรือจมน้ำของเหลวได้ โดยเปลี่ยนแปลงปริมาตรของวัตถุเมื่อวัตถุมีปริมาตรมากขึ้นวัตถุจะมีความหนาแน่นน้อยลง และเมื่อวัตถุมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำวัตถุก็จะลอยน้ำ

4. ขั้นประเมินผล

4.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

4.2 นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

4.3 นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

4.4 ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการรายงานผลการทดลองและทำใบงาน

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้แบ่งออกเป็น ดังนี้

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม. 3
2. ใบกิจกรรมที่ 1 และใบกิจกรรมที่ 2
3. ใบความรู้เรื่องแรงพยุง
4. ดินน้ำมัน

5. บีกเกอร์

6. ถ้วยยูเรก้า

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ สามารถอธิบายได้ ดังนี้

จุดประสงค์	วิธีการวัด/เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ 1. อธิบายแรงลอยตัวหรือแรงพยุงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุได้ 2. สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของวัตถุและความหนาแน่นของของเหลวที่มีผลต่อการลอยและจมของวัตถุได้ 3. สามารถนำความรู้เรื่องแรงลอยตัวหรือแรงพยุงของของเหลวไปใช้ประโยชน์ได้	- การตอบคำถาม - ตรวจใบกิจกรรมที่ 1	ตอบคำถาม ได้ถูกต้อง ร้อยละ 70
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) 1. สามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงลอยตัวหรือแรงพยุงได้อย่างถูกต้อง 2. สามารถแก้โจทย์ปัญหาเรื่องการหาแรงลอยตัวหรือแรงพยุงได้อย่างถูกต้อง	-การตอบคำถาม -ใบกิจกรรมที่ 2	ตอบคำถาม ได้ถูกต้อง ร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ (A) 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มีเหตุผล 3. มีความรับผิดชอบ 4. ความใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น	สังเกตแบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะ	ผ่านเกณฑ์ การประเมินอยู่ในระดับดีขึ้นไป

การบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ด้านนักเรียน (ระบุนความรู้/ทักษะและกระบวนการ/คุณลักษณะอันพึงประสงค์
ของนักเรียนที่พบ)

.....

2. ด้านผู้สอน (ระบุนหาหรือผลการจัดการเรียนรู้/ข้อเสนอแนะสำหรับการ
จัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป)

.....

3. ด้านอื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

ลงชื่อ

(นางชบา เมืองจีน)

ครูผู้สอน

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

ใบความรู้ เรื่อง แรงพยุง

ความหนาแน่น

ความหนาแน่นของวัตถุ (density) คือ อัตราส่วนระหว่างมวลของวัตถุต่อปริมาตรของวัตถุ หน่วยของความหนาแน่นได้แก่กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (g/cm^3) หรือกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3)

$$\text{ดังนั้น ความหนาแน่นของวัตถุ} = \frac{\text{มวลของวัตถุ}}{\text{ปริมาตรของวัตถุ}}$$

$$\text{หรือ } \rho = \frac{m}{v}$$

กำหนดให้

ρ = ความหนาแน่นของวัตถุ (หน่วย : g/cm^3 หรือ kg/m^3)

m = มวลของวัตถุ (หน่วย : g หรือ kg)

v = ปริมาตรของวัตถุ (หน่วย : cm^3 หรือ m^3)

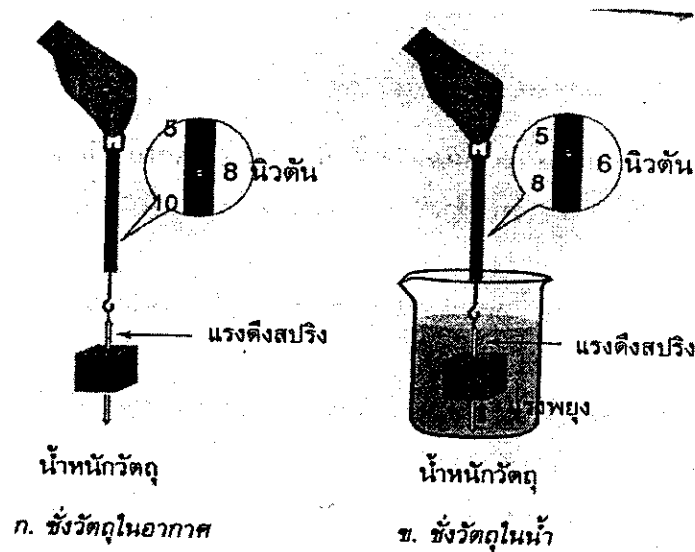
หมายเหตุ น้ำมีความหนาแน่น 1 g/cm^3 หรือ $1,000 \text{ kg/m}^3$

การจมและการลอยของวัตถุในของเหลวขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของวัตถุกับความหนาแน่นของของเหลวนั้น วัตถุที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจะทำให้จมน้ำได้ หากต้องการให้มีความหนาแน่นน้อยลง ต้องมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือรูปทรงของวัตถุเพื่อให้มีปริมาตรมากขึ้นจนมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ ตัวอย่างเช่น เหล็กมีความหนาแน่น 7.8 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าความหนาแน่นของน้ำเหล็กจึงจมน้ำ แต่เมื่อนำเหล็กมาทำเป็นเรือเหล็กจะลอยน้ำได้ที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากภายในเรือเหล็กส่วนใหญ่เป็นท่่างเรือเหล็กจึงมีปริมาตรมากขึ้นทำให้ความหนาแน่นของเรือเหล็กน้อยกว่าความหนาแน่นของน้ำ

แรงพยุง

แรงพยุงหรือแรงลอยตัว (Buoyant Force--FB) หมายถึง แรงลัพธ์ของแรงที่ของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จมอยู่ในของเหลวมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จมถ้าวัตถุอยู่นิ่งในน้ำ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่าเท่ากับศูนย์ ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน จะได้ว่า

$$\text{แรงพยุง} = \text{น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศ} - \text{น้ำหนักวัตถุที่ชั่งในของเหลว}$$



การเปรียบเทียบน้ำหนักของวัตถุ เมื่อชั่งในน้ำกับชั่งในอากาศ

หลักอาร์คิมิดีส

Archimedes นักปราชญ์ชาวกรีกได้ศึกษาเกี่ยวกับขนาดของแรงที่เกิดขึ้นในของเหลวที่กระทำต่อวัตถุที่จมอยู่ในของเหลว และสรุปเป็นหลักการเกี่ยวกับแรงพยุงไว้ว่า “น้ำหนักวัตถุที่หายไปเมื่อชั่งในของเหลว จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรวัตถุส่วนที่จม”

ขนาดของแรงพยุง = ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่

สมการที่ใช้ในการคำนวณหาแรงพยุงเป็น ดังนี้

$$\vec{F}_B = \rho V g$$

กำหนดให้

ρ = ความหนาแน่นของวัตถุ (หน่วย : กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (g/cm^3))

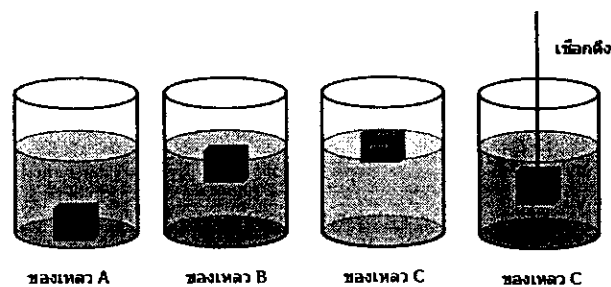
V = ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร (m^3))

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (หน่วย : เมตรต่อวินาที² (m/s^2))

$\vec{F}_B$ = ขนาดของแรงพยุง (หน่วย : นิวตัน (N))

ดังนั้น แรงพยุงหรือแรงลอยตัวที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมอยู่ในของเหลวสรุปได้ ดังนี้

1. วัตถุที่มีความหนาแน่นมากกว่าของเหลวจะจมในของเหลว
2. วัตถุที่มีความหนาแน่นเท่ากับของเหลวจะลอยปริ่มในของเหลว
3. วัตถุที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลวจะลอยในของเหลว



ลักษณะการจมและลอยของวัตถุ

สรุปหลักอาร์คิมิดีส ดังนี้

1. ปริมาตรของเหลวที่ถูกแทนที่ จะเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมลงในของเหลว

2. น้ำหนักของวัตถุที่ซั้งในของเหลว จะมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุที่ซั้งในอากาศ เนื่องจากแรงพยุงของของเหลวมีมากกว่าแรงพยุงของอากาศ

3. น้ำหนักของวัตถุที่หายไปในของเหลว จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่ ซึ่งคำนวณได้จากผลต่างของน้ำหนักของวัตถุที่ซั้งในอากาศกับน้ำหนักของวัตถุที่ซั้งในของเหลว

4. น้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จม

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแรงพยุง

1. ชนิดของวัตถุ วัตถุแต่ละชนิดจะมีความหนาแน่นแตกต่างกัน เช่น เหล็ก ไม้ พลาสติก ที่มีมวลเท่ากัน เหล็กจะมีความหนาแน่นมากกว่าไม้และไม้มีความหนาแน่นมากกว่าพลาสติก ซึ่งวัตถุที่มีความหนาแน่นมากจะจมลงไปในของเหลวมาก

2. ชนิดของเหลว ของเหลวแต่ละชนิดมีความหนาแน่นแตกต่างกัน เช่น น้ำบริสุทธิ์มีความหนาแน่นมากกว่าเอทิลแอลกอฮอล์และน้ำมันเบนซิน เป็นต้น ซึ่งของเหลวที่มีความหนาแน่นมาก จะมีแรงพยุงมาก

3. ขนาดของวัตถุ จะส่งผลต่อปริมาตรที่จมลงไปในของเหลวซึ่งถ้าวัตถุมีขนาดใหญ่ จะมีปริมาตรที่จมลงไปในของเหลวมาก ทำให้แรงพยุงมีค่ามาก

ตัวอย่างการคำนวณหาแรงพยุงและปริมาณที่เกี่ยวข้อง

ตัวอย่าง 1 เมื่อนำดินน้ำมันก้อนหนึ่งแขวนด้วยเครื่องชั่งสปริง พบว่า อ่านค่าน้ำหนักได้ 5.45 นิวตัน แต่เมื่อนำไปซั้งในน้ำ พบว่า อ่านค่าน้ำหนักบนเครื่องชั่งสปริงได้ 4.20 นิวตัน แรงพยุงที่น้ำกระทำต่อดินน้ำมันมีค่าเท่าไร

วิธีทำ จากสมการ

$$\text{แรงพยุงของน้ำ} = \text{น้ำหนักของวัตถุที่ซั้งในอากาศ} - \text{น้ำหนักวัตถุที่ซั้งในน้ำ}$$

$$\text{แทนค่า แรงพยุงของน้ำ} = 5.45 \text{ N} - 4.20 \text{ N} = 1.25 \text{ N}$$

ดังนั้น แรงพยุงที่น้ำกระทำต่อดินน้ำมันมีค่าเท่ากับ 1.25 นิวตัน ตอบ

ตัวอย่าง 2 เหล็กแท่งหนึ่งมีน้ำหนัก 7.5 นิวตัน เมื่อชั่งในอากาศ ถ้านำแท่งเหล็กไปชั่งขณะจมน้ำ เครื่องชั่งอ่านค่าได้ 6.6 นิวตัน จงหาปริมาตรของแท่งเหล็ก (กำหนดให้น้ำมีความหนาแน่นเท่ากับ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

1. ขั้นวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1.1 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

- น้ำหนักเหล็กที่ชั่งในอากาศ 7.5 นิวตัน
- น้ำหนักเหล็กที่ชั่งในน้ำ 6.6 นิวตัน
- ความหนาแน่นของน้ำ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

1.2 เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

- คำนวณหาปริมาตรของแท่งเหล็ก

1.3 สร้างตัวแทนของปัญหา

- ปริมาตรของแท่งเหล็ก = V

2. ขั้นการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

2.1 เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

วิทยาศาสตร์

- สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

แรงพยุงของน้ำ = น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศ – น้ำหนักวัตถุที่ชั่งในน้ำ

$$\text{และ } \overline{F_B} = \rho V g$$

2.2 เรียงลำดับขั้นตอนการกลวิธีที่ได้เลือกไว้

- แทนค่าข้อมูลลงในสูตรที่ใช้ในการคำนวณเรื่องแรงลอยตัว
- แก้สมการหาคำตอบ

2.3 นักเรียนบันทึกขั้นตอนต่าง ๆ ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง

การคำนวณเกี่ยวกับแรงลอยตัว

3. ขั้นการกำกับ

3.1 การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

- ปริมาตรของแท่งเหล็ก = V

3.2 กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

จากสูตร แรงพยุงของน้ำ = น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศ – น้ำหนักวัตถุ
ที่ชั่งในน้ำ

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า } F_B &= 7.5 - 6.6 \\ &= 0.9 \text{ นิวตัน}\end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร } \vec{F}_B = \rho V g$$

$$\text{แทนค่า } 0.9 = 1,000 \times V \times 10$$

$$\begin{aligned}V &= \frac{0.9}{1,000 \times 10} \\ &= 9 \times 10^{-5} \text{ ลูกบาศก์เมตร}\end{aligned}$$

ดังนั้น ปริมาตรของแท่งเหล็ก คือ 9×10^{-5} ลูกบาศก์เมตร

4. ขั้นตอนการประเมิน

4.1 คำตอบที่ได้คือ ปริมาตรของแท่งเหล็กคือ 9×10^{-5} ลูกบาศก์เมตร

4.2 ตรวจสอบคำตอบ คำตอบที่ได้มีความถูกต้อง เนื่องจากการตรวจสอบพบว่า

4.2.1 คำตอบที่ได้อยู่ในหน่วยของปริมาตรคือลูกบาศก์เมตร

4.2.2 คำตอบที่ได้ตรงตามสิ่งที่โจทย์ถาม คือปริมาตรของแท่งเหล็ก

4.3 มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ทุกขั้นตอน

ตัวอย่าง 3 ก้อนหินก้อนหนึ่งมีมวล 450 กรัม มีความหนาแน่น 9.5 กรัมต่อลูกบาศก์-
เซนติเมตร แท่งเหล็กนี้จะมีปริมาตรเท่าไร

วิธีทำ จากโจทย์กำหนดให้ $m = 450 \text{ g}$, $\rho = 9.5 \text{ g/cm}^3$ ต้องการหา V

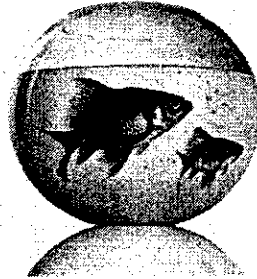
$$\text{จากสมการ } \rho = \frac{m}{v}$$

$$\text{หรือ } v = \frac{m}{\rho}$$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า } v &= \frac{450}{9.5} \\ &= 47.37 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

ดังนั้น ปริมาตรของก้อนหินมีค่าเท่ากับ 47.37 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตอบ

หลักการเรื่องแรงพุงที่พบเห็นโดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำแข็งลอยเหนือผิวน้ำ เรือ ทุ่นลอยบนผิวน้ำ เรือดำน้ำ การปล่อยโคมลอยหรือบอลลูน การดำรงชีวิตของปลาในน้ำ เป็นต้น



ตัวอย่างแรงพุงที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

การออกแบบเรือ นอกจากต้องการให้เรือลอยน้ำได้แล้ว ยังต้องคำนึงถึงขีดความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของเรือด้วยนะจ๊ะ



ใบกิจกรรมที่ 1

กิจกรรมที่ 1: สังเกตทำอย่างไรดินน้ำมันจึงล่อน้ำได้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายหลักการของแรงพยุงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ
2. สังเกตปัจจัยที่มีผลต่อการลอยและจมของวัตถุ

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของดินน้ำมันจะทำให้ดินน้ำมันล่อน้ำได้หรือไม่

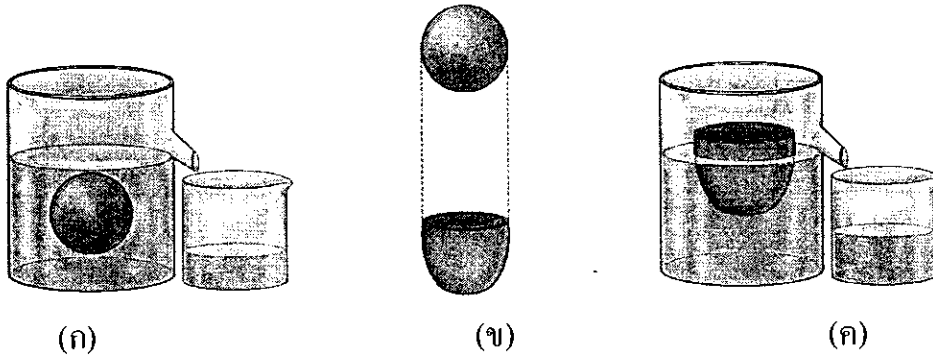
อุปกรณ์

1. ดินน้ำมัน 1 ก้อน
2. เครื่องชั่งน้ำหนักเครื่อง
3. ถ้วยชूरิกา 1 ถ้วย
4. ปีกเกอร์ขนาด 100ลบ.ซม. 1 ใบ
5. กระบอกวัดปริมาตรขนาด 500ลบ.ซม. 1 กระบอก
6. ลูกเหล็กกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซม. 10 ลูก

ขั้นตอน

1. นำดินน้ำมันที่เตรียมไว้มาปั้นเป็นก้อนกลมตันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร 1 ก้อนแล้วชั่งหามวล
2. หาปริมาตรของก้อนดินน้ำมันโดยการแทนที่น้ำในถ้วยชूरิกาตั้งรูป (ก) นำผลที่ได้จากข้อ 1 และ 2 มาหาค่าความหนาแน่นของก้อนดินน้ำมันบันทึกผล
3. นำน้ำที่ล้นออกจากถ้วยชूरิกาในข้อ 2 มาชั่งหามวลและหาความหนาแน่นของน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยก้อนดินน้ำมันบันทึกผล
4. นำก้อนดินน้ำมันจากข้อ 1 มาปั้นเป็นทรงถ้วยให้ปากถ้วยเป็นวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตรตั้งรูป (ข) จากนั้นนำไปชั่งหามวล
5. นำถ้วยดินน้ำมันไปลอยในถ้วยชूरิกาตั้งรูป (ค) จากนั้นค่อยๆ หย่อนลูกเหล็กกลมลงในถ้วยดินน้ำมันจนกระทั่งสังเกตได้ว่าปากถ้วยดินน้ำมันอยู่ปริ่มน้ำพอดีบันทึกปริมาตรที่น้ำถูกแทนที่นับจำนวนลูกเหล็กกลมและคำนวณหาค่าความหนาแน่นของถ้วยดินน้ำมันบันทึกผล

6. ปฏิบัติตามขั้นตอนที่4-5อีกครั้งโดยปั้นด้วยดินน้ำมันให้ปากถ้วยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง4 เซนติเมตรบันทึกผล



การหาปริมาตรของดินน้ำมัน

ตารางบันทึกผลการสังเกต

วัตถุ	มวล (กรัม)	ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ความหนาแน่น (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
ก้อนดินน้ำมัน			
น้ำที่ล้นจากการถูกแทนที่ด้วยก้อนดินน้ำมัน			
ถ้วยดินน้ำมันเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร			
ถ้วยดินน้ำมันเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร			

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

คำถาม

1. ดินน้ำมันแต่ละรูปทรงมีน้ำหนักและปริมาตรแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

2. ดินน้ำมันแต่ละรูปทรงมีความหนาแน่นเท่ากันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

3. ตัวแปรที่มีผลต่อความหนาแน่นของดินน้ำมันคืออะไรเพราะอะไร

.....

.....

.....

4. ลูกกลมเหล็กที่ใส่ลงในถ้วยดินน้ำมันทำหน้าที่อะไร

.....

.....

.....

5. เปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของดินน้ำมันที่จุ่มและลอยกับความหนาแน่นของน้ำ

.....

.....

.....

6. ปัจจัยใดที่มีผลต่อการลอยหรือจมของดินน้ำมัน

7. ความคลาดเคลื่อนของกิจกรรมนี้เกิดจากสาเหตุใดได้บ้าง

8. ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร

9. ถ้าเปลี่ยนน้ำเป็นของเหลวชนิดอื่นแทนนักเรียนคิดว่าผลการสังเกตจะเปลี่ยนไปหรือไม่เพราะอะไร

กิจกรรมที่ 2: เรื่อง การจมและการลอยของวัตถุในของเหลว

จุดประสงค์การเรียนรู้

มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจมและการลอยของวัตถุในของเหลว

คำสั่ง ให้นักเรียนนำอักษรหน้าข้อความทางขวามือมาเติมลงในหน้าข้อความทางซ้ายมือที่มีความสัมพันธ์กัน

- | | |
|--|---|
|1. ความหนาแน่นของวัตถุ | ก. ความหนาแน่นของวัตถุน้อยกว่าความหนาแน่นของของเหลว |
|2. วัตถุลอยในของเหลว | ข. ความหนาแน่นของวัตถุเท่ากับความหนาแน่นของของเหลว |
|3. วัตถุจมในของเหลว | ค. มวลของวัตถุ |
|4. ความหนาแน่นของวัตถุ
น้อยกว่า | ง. ปริมาตรของวัตถุต่อมวลของวัตถุ |
|5. วัตถุที่มีความหนาแน่น 2 g/cm^3 | จ. มวลของวัตถุต่อปริมาตรของวัตถุ |
|6. วัตถุลอยปริ่มในของเหลว | ฉ. ปริมาตรของวัตถุ |
|7. หน่วยเป็น g หรือ kg | ช. ความหนาแน่นของวัตถุมากกว่าความหนาแน่นของของเหลว |
|8. วัตถุที่จมน้ำทำให้ลอยน้ำได้ | ซ. เพิ่มปริมาตรของวัตถุโดยมวลเท่าเดิม |
| | ณ. วัตถุที่มีปริมาตร 50 cm^3 มวล 100 g |
| | ด. เพิ่มปริมาตรของวัตถุจนมีความหนาแน่นน้อยกว่า 1 g/cm^3 |

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับแรงลอยตัว

ชื่อ-สกุล.....ห้อง.....เลขที่.....

1. วัตถุมีปริมาตร 80 cm^3 จมลงในของเหลวที่มีความหนาแน่น 1.5 g/cm^3

แรงลอยตัวมีค่าเท่าใด

ขั้นการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1. ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....
2. เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา.....
3. สร้างตัวแทนของปัญหา.....

ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

1. เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์.....
2. เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้.....

ขั้นการกำกับ

1. การกำหนดเป้าหมาย.....
2. กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้เลือกไว้.....

ขั้นการประเมิน

1. คำตอบที่ได้.....
2. ตรวจสอบคำตอบ.....
3. มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ทุกขั้นตอน.....

คะแนนที่ได้

ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล	ขั้นวางแผน	ขั้นการกำกับ	ขั้นประเมิน	รวม

ตัวอย่างแผนการเรียนรู้โดยใช้วิธีเมตาคอนิชั่น

แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ประเภทของแรงเสียดทาน

เวลา 2 ชั่วโมง

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว 23101) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ผู้สอน ขบา เมืองจีน

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2

เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

- ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.3/1

ทดลองและอธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิตกับแรงเสียดทานจลน์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

แรงเสียดทานสถิตเป็นแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะหยุดนิ่ง แรงเสียดทานจลน์ เป็นแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะเคลื่อนที่

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K) เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ
 - 1.1 อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้
 - 1.2 อธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ได้
 - 1.3 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

2.1 สามารถทดลองและสรุปผลได้ว่า แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ

2.2 สามารถแก้โจทย์ปัญหาเรื่องแรงเสียดทานได้อย่างถูกต้อง

2.3 สามารถสังเกตและสรุปได้ว่า พื้นต่างชนิดกันจะมีแรงเสียดทานต่างกัน

2.4 สามารถตีความหมาย และนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

3. ด้านคุณลักษณะ (A)

3.1 ใฝ่เรียนรู้

3.2 มีเหตุผล

3.3 รับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

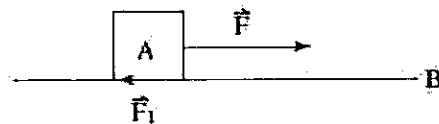
3.4 ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น

สาระการเรียนรู้

แรงเสียดทาน (friction) เป็นแรงที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุหนึ่งพยายามเคลื่อนที่ หรือกำลังเคลื่อนที่ไปบนผิวของอีกวัตถุ เนื่องจากมีแรงมากระทำมีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1. เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ

2. มีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางที่วัตถุเคลื่อนที่หรือตรงข้ามทิศทางของแรงที่พยายามทำให้วัตถุเคลื่อนที่ดังรูป



รูปแสดงลักษณะของแรงเสียดทาน

ถ้าแรง A อยู่บนวัตถุ B ออกแรง ลากวัตถุ วัตถุ A จะเคลื่อนที่หรือไม่ก็ตาม จะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นระหว่างผิวของ A และ B แรงเสียดทานมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงที่พยายามต่อต้านการเคลื่อนที่ของ A

3. ประเภทของแรงเสียดทานมี 2 ประเภท คือ

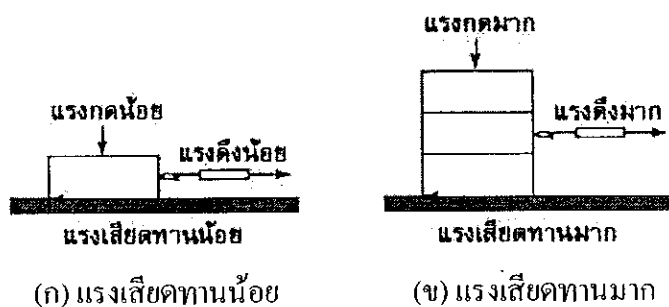
3.1 แรงเสียดทานสถิต (static friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสถานะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วอยู่นิ่ง

3.2 แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสถานะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

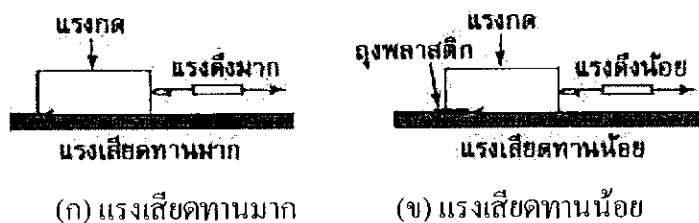
4. ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

4.1 แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส ถ้าแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสมากจะเกิดแรงเสียดทานมาก ถ้าแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสน้อยจะเกิดแรงเสียดทานน้อย ดังรูป



4.2 ลักษณะของผิวสัมผัส ถ้าผิวสัมผัสหยาบ ขรุขระจะเกิดแรงเสียดทานมาก ดังรูป ก ส่วนผิวสัมผัสเรียบลื่นจะเกิดแรงเสียดทานน้อยดังรูป ข



4.3 ชนิดของผิวสัมผัส เช่น คอนกรีตกับเหล็ก เหล็กกับไม้ จะเห็นว่าผิวสัมผัสแต่ละคู่ มีความหยาบ ขรุขระ หรือเรียบลื่น เป็นมันแตกต่างกัน ทำให้เกิดแรงเสียดทานไม่เท่ากัน

5. สมบัติของแรงเสียดทาน

5.1 แรงเสียดทานมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อวัตถุไม่มี แรงภายนอกมากระทำ

5.2 ขณะที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ และวัตถุยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีขนาดต่างๆ กัน ตามขนาดของแรงที่มากระทำ และแรงเสียดทานที่มีค่ามากที่สุด คือ แรงเสียดทานสถิต เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่

5.3 แรงเสียดทานมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

5.4 แรงเสียดทานสถิตมีค่าสูงกว่าแรงเสียดทานจลน์เล็กน้อย

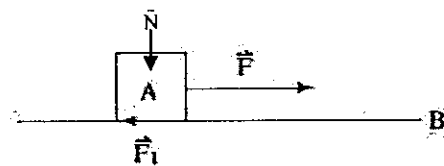
5.5 แรงเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส ผิวสัมผัสหยาบ หรือขรุขระจะมีแรงเสียดทานมากกว่าผิวเรียบและลื่น

5.6 แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับน้ำหนักหรือแรงกดของวัตถุที่กดลงบนพื้น ถ้าน้ำหนักหรือแรงกดมากแรงเสียดทานก็จะมากขึ้นด้วย

5.7 แรงเสียดทานไม่ขึ้นอยู่กับขนาดหรือพื้นที่ของผิวสัมผัส

6. การคำนวณหาสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน

สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่งๆ คือ อัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานต่อแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส



กำหนดให้

$\vec{F}$ = แรงลากวัตถุ

$\vec{F}_f$ = แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส

$\vec{N}$ = แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส

μ = สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน

ดังนั้น สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานหาได้จากสูตร

$$\mu = \frac{\bar{F}_f}{N}$$

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยการพูดคุยซักถามประสบการณ์เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับแรงเสียดทาน เช่น

1.1.1 ระหว่างการใส่ถุงเท้าเดินบนพื้นไม่กับการเดินด้วยเท้าเปล่าแตกต่างกันอย่างไร

1.1.2 รองเท้าที่พื้นมีดอกยางชัดเจนกับรองเท้าที่พื้นมีดอกยางน้อยคู่ไหนที่นักเรียนใส่แล้วเดินสะดวกกว่ากัน

1.1.3 นักเรียนเคยลื่นในห้องน้ำหรือไม่และในขณะนั้นพื้นห้องน้ำมีสภาพเป็นแบบใด (มีน้ำที่พื้นหรือมีคราบสบู่ที่พื้น)

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การจัดการเรียนรู้เรื่องประเภทของแรงเสียดทาน

2. ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 สร้างความสนใจ

2.1.1 ครูเตรียมกล่องที่บรรจุของหนักประมาณ 10 กิโลกรัม จากนั้นให้อาสาสมัคร 2 คน ออกแรงดันกล่องให้เคลื่อนที่ไปด้านหน้า โดยให้กล่องเคลื่อนที่ไปได้ประมาณ 1 เมตร จากนั้นครูถามกระตุ้นนักเรียนดังนี้

2.1.2 เมื่อนักเรียนออกแรงดันกล่องแล้ว กล่องยังไม่เคลื่อนที่ แรงลัพธ์มีขนาดเท่าไร (ศูนย์)

2.1.3 การที่กล่องยังไม่เคลื่อนที่แสดงว่ามีแรงต้านแรงที่เราผลักกล่องให้หรือไม่ นักเรียนคิดว่าแรงนั้นมีทิศใด (ใช่ มีทิศตรงข้าม)

2.1.4 เมื่อกล่องเคลื่อนที่แล้ว นักเรียนรู้สึกใช้แรงในการดันกล่องน้อยลงกว่าตอนกล่องเริ่มเคลื่อนที่หรือไม่

22. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากแนวคำตอบของนักเรียน โดยครูยังไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้อง

2. สำรวจและค้นหา

2.1 ให้นักเรียนศึกษาเรื่องประเภทของแรงเสียดทานจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าแรงเสียดทานเกิดขึ้นเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุแรงเสียดทานเป็นแรงที่กระทำต่อผิวล่างของวัตถุที่สัมผัสกับพื้นและมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุการที่วัตถุจะเคลื่อนที่ได้แรงลัพธ์จะต้องมีทิศทางเดียวกับแรงที่เรากระทำต่อวัตถุนั้นคือเราต้องออกแรงที่มีขนาดมากกว่าแรงเสียดทาน

2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมสังเกตการวัดแรงเสียดทานตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะการสังเกต ดังนี้

2.2.1 ทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่วางไม้อัดจากนั้นนำถ่วงทราย 1 ถุงมาวางทับลงบนไม้อัดใช้เครื่องชั่งสปริงคล้องห่วงที่แผ่นไม้อัดให้อยู่ในแนวระดับ โดยต้องระวังไม่ให้ส่วนหนึ่งส่วนใดของเครื่องชั่งสปริงสัมผัสกับพื้น และควรดึงเครื่องชั่งสปริงให้อยู่ในแนวระดับให้มากที่สุด

2.2.1 ค่อย ๆ ออกแรงดึงแผ่นไม้อัดให้เคลื่อนที่บันทึกค่าของแรงที่สังเกตได้และบันทึกค่าแรงอีกครั้งเมื่อถ่วงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่โดยต้องอ่านค่าแรงดึงเมื่อเข็มบนเครื่องชั่งสปริงอยู่นิ่ง

2.2.2 วางแผ่นไม้อัดไว้ตรงตำแหน่งเดิมและปฏิบัติกิจกรรมซ้ำ แต่เพิ่มจำนวนถ่วงทรายวางซ้อนกันบนแผ่นไม้อัดเป็น 2, 3 และ 4 ถุงตามลำดับบันทึกผล

2.3 นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

2.4 ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเพื่อฝึกการคำนวณ โดยให้นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหของกลวิธีเมตาคอกนิชัน ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ออกแรงขนาด 50 นิวตัน ลากวัตถุมวล 10 กิโลกรัมที่วางบนพื้นราบ พบว่าวัตถุสามารถเคลื่อนที่ได้พอดี สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมีค่าเท่าใด

1) ขั้นวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1.1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

- แรง 50 นิวตัน
- มวล 10 กิโลกรัม
- แรงโน้มถ่วงของโลก 10 เมตร/วินาที²

1.2 เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

- คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

1.3 สร้างตัวแทนของปัญหา

- สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต = μ_s

2) ขั้นการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

2.1) เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

วิทยาศาสตร์

- สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ $f_s = \mu_s N$

2.2) เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้

- แทนค่าข้อมูลลงในสูตรที่ใช้ในการคำนวณเรื่องแรงเสียดทาน
- แก้สมการหาคำตอบ

2.3) นักเรียนบันทึกขั้นตอนต่าง ๆ ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1

เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับแรงเสียดทาน

3) ขั้นการกำกับ

3.1) การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

- สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต = μ_s

3.2) กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

$$\text{จากสูตร } f_s = \mu_s N$$

$$\text{แทนค่า } 50 = \mu_s \times 10 \times 10$$

$$\text{ดังนั้น } \mu_s = \frac{50}{100} = 0.5$$

ดังนั้น สัมประสิทธิ์ความเสียดทานทางสถิตมีค่าเท่ากับ 0.5

4) ขั้นตอนการประเมิน

4.1) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบคำตอบของแต่ละคนว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องครูต้องให้นักเรียนคนนั้นได้คิดหาวิธีใหม่และลงมือแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์จนได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับแรงเสียดทาน

- การตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ

- ตรวจสอบคำตอบ

3. อธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้

3.2.1 เพราะเหตุใดจึงต้องอ่านค่าของแรงดึงเมื่อถ่วงทรายอยู่นิ่งและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ (เพราะแรงลัพธ์มีค่าเท่ากับศูนย์ทำให้ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงแทนค่าของแรงเสียดทานได้)

3.2.2 ในขณะที่ถ่วงทรายยังไม่เคลื่อนที่เครื่องชั่งสปริงอ่านค่าของแรงดึงได้หรือไม่และเป็นค่าที่แสดงถึงแรงใด (ได้แสดงถึงแรงเสียดทานขณะที่วัตถุหยุดนิ่งหรือแรงเสียดทานสถิต)

3.2.3 ขณะที่ถ่วงทรายเคลื่อนที่ค่าของแรงเสียดทานแตกต่างจากขณะที่ถ่วงทรายเริ่มเคลื่อนที่หรือไม่(ค่าของแรงเสียดทานขณะเคลื่อนที่มีค่าน้อยกว่า)

3.2.4 เมื่อเพิ่มจำนวนถ่วงทรายค่าของแรงที่อ่านได้เปลี่ยนแปลงอย่างไร(ค่าของแรงเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนถ่วงทรายเพิ่มขึ้น)

3.2.5 ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร (แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่และเมื่อวัตถุเคลื่อนที่แล้วจะมีค่าไม่เท่ากัน โดยขณะที่ถ่วงทรายเริ่มเคลื่อนที่จะมีค่ามากที่สุดและเมื่อถ่วงทรายเคลื่อนที่แล้วค่าที่อ่านได้จะน้อยลงเสมอ)

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ได้ข้อสรุปว่า แรงเสียดทานแบ่งได้เป็น2ประเภทคือแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

3.3.1 แรงเสียดทานสถิตจะมีค่าไม่คงที่กล่าวคือมีขนาดเท่ากับแรงที่มากระทำและจะมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่

3.3.2 แรงเสียดทานจลน์เป็นแรงเสียดทานในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่

4 ขยายความเข้าใจ

4.1 ครูเพิ่มเติมความรู้ให้นักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานและ ยกตัวอย่างโจทย์เพื่อให้นักเรียนฝึกคำนวณค่าของแรงเสียดทาน

4.2 นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับประเภทของ แรงเสียดทานจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ตและนำเสนอให้เพื่อน ในห้องฟังพร้อมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลลงสมุดส่งครู

5. ประเมินผล

5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติ กิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียน เข้าใจ

5.2 นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรค ใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

5.3 นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประ โยชน์ที่ได้รับจาก การปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

5.4 ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถามเช่น

5.4.1 เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุแต่วัตถุยังคงไม่เคลื่อนที่เหตุการณ์นี้มี แรงเสียดทานเกิดขึ้นหรือไม่เพราะอะไร

5.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานมีอะไรบ้าง

5.4.2.1 แรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์แตกต่างกัน อย่างไร

5.4.2.2 ข้อดีและข้อเสียของแรงเสียดทานมีอะไรบ้าง

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.3
2. ถุงทราย
3. ตาชั่งสปริง
4. แผ่นไม้อัด
5. ใบกิจกรรมที่ 1 และ ใบกิจกรรมที่ 2

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์	วิธีการวัด/เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ 1. อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้ 2. อธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ได้ 3. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานได้	-การตอบคำถาม -ตรวจใบกิจกรรมที่ 1	ตอบคำถามได้ ถูกต้อง ร้อยละ 70
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) 1. สามารถทดลองและสรุปผลได้ว่า แรงเสียดทานเป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ 2. สามารถแก้โจทย์ปัญหาเรื่องแรงเสียดทานได้อย่างถูกต้อง 3. สามารถสังเกตและสรุปได้ว่า พื้นต่างชนิดกันจะมีแรงเสียดทานต่างกัน 4. สามารถตีความหมาย และนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้องเหมาะสม	-การตอบคำถาม -ใบกิจกรรมที่ 2	ตอบคำถามได้ ถูกต้อง ร้อยละ 70

จุดประสงค์	วิธีการวัด/เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล
ด้านคุณลักษณะ (A) 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มีเหตุผล 3. มีความรับผิดชอบ 4. ความใจกว้าง ขอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น	สังเกตแบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะ	ผ่านเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดีขึ้นไป

การบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ด้านนักเรียน (ระบุความรู้/ทักษะและกระบวนการ/คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่พบ)

.....

.....

2. ด้านผู้สอน (ระบุปัญหาหรือผลการจัดการเรียนรู้/ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป)

.....

.....

3. ด้านอื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

.....

ลงชื่อ

(นางชบา เมืองจีน)

ครูผู้สอน

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

ใบกิจกรรม
เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับแรงเสียดทาน

ชื่อ-สกุล.....ห้อง.....เลขที่.....

1. ออกแรง 150 นิวตัน ดันวัตถุให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นกับวัตถุ 0.25 วัตถุก้อนนี้มีมวลเท่าใด

ขั้นการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1. ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....
2. เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา.....
3. สร้างตัวแทนของปัญหา.....

ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

1. เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์.....
2. เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้.....

ขั้นการกำกับ

1. การกำหนดเป้าหมาย.....
2. กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้เลือกไว้.....

ขั้นการประเมิน

1. คำตอบที่ได้.....
2. ตรวจสอบคำตอบ.....
3. มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ทุกขั้นตอน.....

คะแนนที่ได้

ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล	ขั้นวางแผน	ขั้นการกำกับ	ขั้นประเมิน	รวม

ตัวอย่างแผนการเรียนรู้โดยใช้วิธีเมตาคอกนิชัน

แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง โมเมนต์ของแรง

เวลา 2 ชั่วโมง

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว 23101) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

อาจารย์ผู้สอน ขบา เมืองจีน

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2

เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

-ตัวชี้วัด ว 4.2 มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3/2

ทดลองและวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุน วัตถุจะเปลี่ยนสภาพการหมุน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K) เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ
 - 1.1 อธิบายหลักการและจำแนกประเภทของโมเมนต์ของแรงได้
 - 1.2 คำนวณโมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่างๆ ได้
 - 1.3 ทดลองและอธิบายภาวะสมดุลของคานตามหลักการของโมเมนต์ได้
2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)
 - 2.1 สามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง โมเมนต์ได้อย่างถูกต้อง
 - 2.2 สามารถแก้โจทย์ปัญหาเรื่องการหาสมดุลโมเมนต์ได้อย่างถูกต้อง

3. ด้านคุณลักษณะ (A)

3.1 ใฝ่เรียนรู้

3.2 มีเหตุผล

3.3 มีความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

3.4 ใจกว้าง ขอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระการเรียนรู้

โมเมนต์ของแรง (moment of force) หรือ โมเมนต์ (moment) หมายถึง ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุเพื่อให้วัตถุหมุนไปรอบจุดหมุน ดังนั้น โมเมนต์ของแรงก็คือ ผลคูณของแรงกับระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน ดังสูตร

$$\begin{array}{ccccc} \text{โมเมนต์} & = & \text{แรง} & \times & \text{ระยะทางตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน} \\ (\text{นิวตัน-เมตร}) & & (\text{นิวตัน}) & & (\text{เมตร}) \end{array}$$

$$M = F \times l$$

กำหนดให้

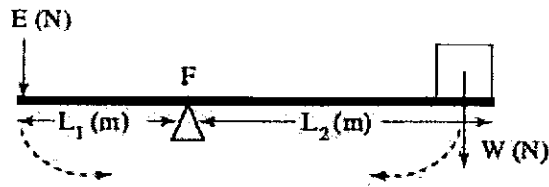
$M =$ โมเมนต์ (N.m)

$F =$ ขนาดของแรง (N)

$l =$ ระยะทางจากแนวแรงถึงจุดหมุน (m)

โมเมนต์ของแรงจะแบ่งตามทิศทางการหมุน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา คือ ผลคูณของแรงที่ทำให้วัตถุหมุนรอบจุดหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา
2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา คือ ผลคูณของแรงที่ทำให้วัตถุหมุนรอบจุดหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา



รูปแสดงทิศทางของโมเมนต์

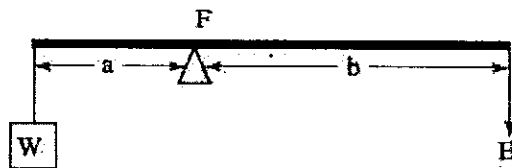
จากรูป

1. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = $W \times L_2$ (นิวตัน - เมตร)

2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = $E \times L_1$ (นิวตัน - เมตร)

ถ้ามีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุชิ้นหนึ่ง แล้วทำให้วัตถุนั้นอยู่ในสภาวะสมดุล
จะได้ว่า ผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

คาน หลักการของ โมเมนต์ เรานำมาใช้กับอุปกรณ์ที่เรียกว่า คาน (lever) หรือ
คานดีดคานงัด คานเป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งที่ใช้ติดตั้งวัตถุให้เคลื่อนที่รอบจุดหมุน
(fulcrum) มีลักษณะเป็นแท่งยาว หลักการทำงานของคานใช้หลักของ โมเมนต์



รูปแสดงลักษณะของคาน

ส่วนประกอบของคาน ส่วนประกอบที่สำคัญในการทำงานของคานมี 3 ส่วน คือ

1. จุดหมุนหรือจุดพิลกรัม (Fulcrum) F
2. แรงความต้านทาน (W) หรือน้ำหนักของวัตถุ
3. แรงความพยายาม (E) หรือแรงที่กระทำต่อคาน

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการพูดคุยซักถามประสบการณ์เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงเช่น

1.1.1 เมื่อเราเล่นกระดานหกที่สนามเด็กเล่นทราบหรือไม่ว่าตัวการที่ทำให้ไม้กระดานเคลื่อนที่ขึ้นและลงได้คืออะไร (แรงที่กระทำระหว่างจุดหมุน)

1.1.2 การที่นักสเก็ตน้ำแข็งหมุนตัวได้ขณะวิ่งเนื่องจากสาเหตุใด (มีสมมูลในการหมุนรอบตัวเอง)

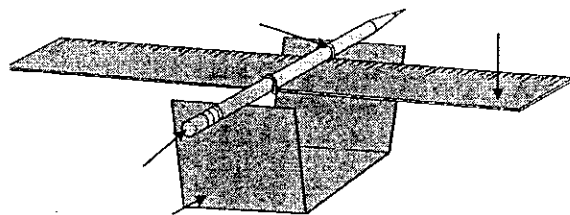
1.1.3 เมื่อนักเรียนประดิษฐ์โมบายสิ่งใดที่นักเรียนควรคำนึงถึงเพราะเหตุใด (น้ำหนักระหว่าง2ข้างต้องสมดุลกัน)

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การจัดการเรียนรู้เรื่อง โมเมนต์ของแรง

2. ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 สร้างความสนใจ

2.1.1 ครูใช้ที่กั้นลมไม้บรรทัดดินสอไม้และยางรัดมาจัดอุปกรณ์ดังรูป จากนั้นนำเหรียญ 1 บาท วางลงด้านใดด้านหนึ่งจากนั้นให้อาสาสมัคร 1 คน มาทำให้ไม้บรรทัดทั้ง 2 ด้านสมดุล และให้นักเรียนในห้องสังเกตการวางเหรียญของอาสาสมัครที่ทำให้ไม้บรรทัดสมดุลจากนั้นครูกระตุ้นนักเรียนด้วยการตั้งคำถามเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรง เช่น ยางรัดไม้บรรทัด



1) ขณะที่ไม้บรรทัดอยู่ในแนวระดับเราเรียกสภาวะนี้ว่าอะไร
(ไม้บรรทัดอยู่ในภาวะสมดุล)

2) ถ้านักเรียนนำคินสอวางบนที่กั้นลมแล้วไม้บรรทัดอยู่นิ่งไม่เคลื่อนที่ไปทางซ้ายหรือไปทางขวา บริเวณที่คินสอผูกติดกับไม้บรรทัดเราเรียกว่าอะไร (จุดหมุน)

3) เปรียบเทียบระยะที่ครูและอาสาสมัครวางเหรียญเพื่อทำให้ไม้บรรทัดสมดุล (ระยะห่างจากคินสอเท่ากัน)

4) นักเรียนคิดว่าถ้าครูเปลี่ยนไปใช้เหรียญ5บาทอาสาสมัครต้องทำอย่างไร เพื่อให้ไม้บรรทัดกลับมาสมดุลอีกครั้ง (เปลี่ยนไปใช้เหรียญ5บาทเหมือนกัน)

2. สำรวจและค้นหา

2.1 ให้นักเรียนศึกษาเรื่องโมเมนต์ของแรงจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าเมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุรอบจุดจุดหนึ่งแล้วทำให้วัตถุเกิดการหมุนรอบจุดนั้น เราเรียกว่าเกิดโมเมนต์ของแรงและเรียกจุดที่วัตถุหมุนรอบว่าจุดหมุนโดยแรงที่กระทำต่อวัตถุ และระยะห่างระหว่างแรงถึงจุดหมุนมีผลต่อโมเมนต์ของแรง

2.2 นักเรียนแบ่งกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมทดลองการเกิดสมดุลของคานตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.2.1 ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

– ตำแหน่งของแรงค้ำที่ห่างจากจุดหมุนมีผลต่อสมดุลของคานหรือไม่

2.2.2 ขั้นที่ 2 ตั้งสมมุติฐาน

– เมื่อตำแหน่งของแรงค้ำที่ห่างจากจุดหมุนเปลี่ยนไปแรงที่ใช้ค้ำคานให้สมดุลจะเปลี่ยนไป

2.2.3 ขั้นที่ 3 ทดลอง

– นำเชือกในลอนผูกตรงกึ่งกลางไม้บรรทัดแล้วแขวนให้ไม้บรรทัดอยู่ในภาวะสมดุลในแนวระดับ

– ชั่งถุงทรายน้ำหนัก500กรัมด้วยเครื่องชั่งสปริงจากนั้นนำมาแขวนทางซ้ายมือของไม้บรรทัดให้ห่างจากจุดกึ่งกลางไม้บรรทัดหรือจุดหมุน 5 เซนติเมตร

– ใช้เครื่องชั่งสปริงค้ำไม้บรรทัดลงที่จุดซึ่งห่างจากจุดหมุนไปทางขวามือ 5 เซนติเมตร แล้วอ่านค่าแรงที่ใช้ค้ำถุงทรายที่ทำให้ไม้บรรทัดอยู่ในแนวระดับบันทึกผล

– ดำเนินการทดลองเช่นเดิมโดยเปลี่ยนตำแหน่งที่เครื่องชั่งสปริง
ดึงไม้บรรทัดให้ห่างจากจุดหมุน 10 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร ตามลำดับ บันทึก
ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริง

2.2.4 ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

– แปลความหมายข้อมูลที่ได้จากตารางบันทึกผลการทดลอง
– นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาเพื่ออธิบายว่าเป็นไปตามที่นักเรียน
ตั้งสมมุติฐานไว้หรือไม่

2.2.5 ขั้นที่ 5 สรุปผลการทดลอง

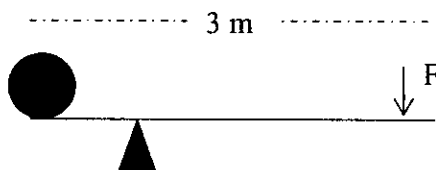
– นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองแล้วเขียนเป็นรายงาน
สรุปผลการทดลองส่งครู

2.3 นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

2.4 ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเพื่อฝึกการคำนวณ โดยให้นักเรียนใช้วิธี

การแก้ปัญหตามขั้นตอนการแก้ปัญหของกลวิธีเมตาคอกนิชัน ดังนี้
ตัวอย่างที่ 1 คานยาว 3 เมตร ใช้นักวัดหนัก 400 นิวตัน โดยวางให้จุด
หมุนอยู่ห่างวัตถุ 0.5 เมตร จงหาว่าจะต้องออกแรงที่ปลายคานอีกข้างหนึ่งเท่าไรคาน
จึงจะสมดุล

วิธีทำ วาดรูปภาพตามโจทย์บอกก่อน



1) ขั้นวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1.1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

- คานยาว 3 เมตร
- น้ำหนักวัตถุ 400 นิวตัน
- วัตถุห่างจากจุดหมุน 0.5 เมตร

1.2) เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

- คำนวณหาแรงที่ปลายคานอีกข้าง

1.3) สร้างตัวแทนของปัญหา

- แรงที่ปลายคาน = F

2) ขั้นการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

2.1) เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

วิทยาศาสตร์

- สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

หรือ $M_{\text{ทวนเข็มนาฬิกา}} = M_{\text{ตามเข็มนาฬิกา}}$

$F_l = F_l$

2.2) เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้

- แทนค่าข้อมูลลงในสูตรที่ใช้ในการคำนวณเรื่องโมเมนต์

- แก้สมการหาคำตอบ

2.3) นักเรียนบันทึกขั้นตอนต่าง ๆ ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1

เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์

3) ขั้นการกำกับ

3.1) การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

- แรงที่ปลายคาน = F

3.2) กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

จากสูตร $M_{\text{ทวนเข็มนาฬิกา}} = M_{\text{ตามเข็มนาฬิกา}}$

$F_l = F_l$

แทนค่า $400 \times 0.5 = F \times 2.5$

$200 = 2.5 F$

$F = \frac{200}{2.5}$

$F = 80 \text{ นิวตัน}$

ดังนั้น แรงที่ปลายคานอีกข้างหนึ่งเท่ากับ 80 นิวตัน

4) ขั้นตอนการประเมิน

4.1) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบคำตอบของแต่ละคนว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องให้นักเรียนคนนั้นได้คิดหาวิธีใหม่และลงมือแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์จนได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์

4.1.1 การตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ

4.1.2 ตรวจสอบคำตอบ

3. อธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้

3.2.1 ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงที่ตำแหน่ง 5 เซนติเมตรมีค่าเท่าไร (เท่ากับค่าที่อ่านได้เมื่อชั่งถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริง)

3.2.2 การเลื่อนตำแหน่งในการดึงเครื่องชั่งสปริงมีผลต่อค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงหรือไม่อย่างไร (มีผล โดยค่าที่อ่านได้จะน้อยลงเมื่อระยะห่างมากขึ้น)

3.2.3 ในขณะที่ไม้บรรทัดสมดุลเมื่อนำผลคูณของแรงดึงกับระยะห่างจากจุดหมุนของด้านซ้าย และด้านขวาของจุดหมุนมาเปรียบเทียบกับกันจะได้ผลอย่างไร (มีค่าเท่ากัน)

3.2.4 ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร(เมื่อตำแหน่งของแรงดึงที่ห่างจากจุดหมุนเปลี่ยนไปแรงที่ใช้ดึงกานให้สมดุลจะเปลี่ยนไป)

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ได้ข้อสรุปว่า

3.3.1 เมื่อโมเมนต์ของแรงที่กระทำรอบจุดหมุนมีค่าเท่ากันวัตถุจะอยู่ในภาวะสมดุลโดยแรงที่กระทำต่อวัตถุและระยะตั้งฉากจากแนวแรงไปยังจุดหมุนมีผลต่อ โมเมนต์ของแรง

3.3.2 โมเมนต์ของแรงคำนวณได้จากผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน

4. ขยายความเข้าใจ

4.1 ครูเพิ่มเติมความรู้ให้นักเรียนเกี่ยวกับประเภทของโมเมนต์ว่าแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา และ โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

4.2 ครูแสดงวิธีการคำนวณหาโมเมนต์ของแรง โดยครูเน้นให้นักเรียนต้องใส่หน่วยของค่าต่างๆกำกับทุกครั้งแล้วกำหนดโจทย์ให้นักเรียนคำนวณโดยออกมาแสดงการคำนวณหน้าห้องเรียนหรือทำการบ้านส่งครู

5. ประเมินผล

5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

5.2 นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่า มีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

5.3 นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

5.4 ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

5.4.1 โมเมนต์ของแรงคืออะไร

5.4.2 วัตถุที่อยู่ในสถานะสมดุลแสดงว่าไม่เกิดโมเมนต์ของแรงจริงหรือไม่เพราะอะไร

5.4.3 อธิบายการเกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

5.4.4 วัตถุขนาด 120 นิวตัน อยู่ห่างจากจุดหมุนไปทางด้านซ้าย 50 เซนติเมตร และวัตถุขนาด 90 นิวตัน อยู่ห่างจากจุดหมุนไปทางด้านขวา 60 เซนติเมตร คานนี้จะหมุนในลักษณะใด

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

- | | |
|-------------------------------------|---------------|
| 1) หนังสือเรียน วิทยาศาสตร์ ม.3 | 2) เหรียญ |
| 3) ถุงทราย | 4) ดาซังสปริง |
| 5) ไม้บรรทัด | 6) เชือกไนลอน |
| 7) ใบกิจกรรมที่ 1 และใบกิจกรรมที่ 2 | 8) แพงก้นลม |

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์	วิธีการวัด/ เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดผล และประเมินผล
ด้านความรู้ (K) เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ 1. อธิบายหลักการและจำแนกประเภทของ โมเมนต์ของแรงได้ 2. คำนวณโมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ ต่าง ๆ ได้ 3. ทดลองและอธิบายภาวะสมดุลของคาน ตามหลักการของโมเมนต์ได้	- การตอบคำถาม - ตรวจใบกิจกรรม ที่ 1	ตอบคำถามได้ ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) 1. สามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโมเมนต์ได้อย่างถูกต้อง 2. สามารถแก้โจทย์ปัญหาเรื่องการหาสมดุล โมเมนต์ได้อย่างถูกต้อง	- การตอบคำถาม - ใบกิจกรรมที่ 2	ตอบคำถามได้ ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ (A) 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มีเหตุผล 3. มีความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย 4. ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น	สังเกตแบบประเมิน พฤติกรรมด้าน คุณลักษณะ	ผ่านเกณฑ์การ ประเมินระดับดี ขึ้นไป

การบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ด้านนักเรียน (ระบุนความรู้/ทักษะและกระบวนการ/คุณลักษณะอันพึงประสงค์
ของนักเรียนที่พบ)

.....

2. ด้านผู้สอน (ระบุนปัญหาหรือผลการจัดการเรียนรู้/ข้อเสนอแนะสำหรับการ
จัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป)

.....

3. ด้านอื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

ลงชื่อ

(นางชบา เมืองจีน)

ครูผู้สอน

ลงชื่อ.....

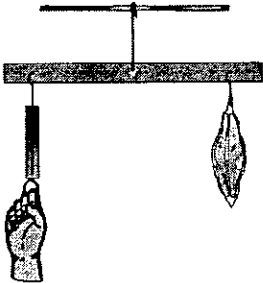
(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด แล้วบันทึกผล

อุปกรณ์	การทดลอง	ภาพประกอบ
• ไม้เมตร 1 อัน • ดินสอ 1 แท่ง • เชือก ยาว 60 ซม. 1 เส้น • เครื่องชั่งสปริง 1 อัน • ถูทราย 1 ถู	1. ใช้เชือกผูกบริเวณตรงกึ่งกลาง ไม้เมตรแล้วแขวน ดังภาพ 2. ชั่งน้ำหนักของถูทราย 1 ถู ด้วยเครื่องชั่งสปริง บันทึกผล 3. แขวนถูทราย 1 ถู ที่ตำแหน่ง หนึ่งของไม้เมตร ใช้เครื่องชั่งสปริงคล้องที่ไม้เมตร แล้วออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริง ดังภาพ บันทึกค่าแรงดึงน้ำหนักถูทราย และระยะห่างระหว่างจุดที่แขวนไม้เมตรถึงจุดที่เครื่องชั่งสปริงดึงไม้เมตรและระหว่างจุดที่แขวนไม้เมตรถึงจุดที่แขวนถูทราย 4. ทำซ้ำข้อ 3 โดยเปลี่ยนตำแหน่งที่คล้องเครื่องชั่งสปริง และตำแหน่งที่แขวนถูทรายไป 2-3 ตำแหน่ง	 

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อใดไม้เมตรจึงจะอยู่ในภาวะสมดุล

2. ผลคูณระหว่างแรงที่วัดได้จากเครื่องซึ่งสปริงกับระยะทางจากแนวแรงดึงไปยังจุดที่แขวนไม้เมตร และผลคูณระหว่างน้ำหนักของตุลทรายกับระยะทางจากจุดที่แขวนตุลทรายไปยังจุดที่แขวนไม้เมตรมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

ใบกิจกรรม
เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับแรงเสียดทาน

ชื่อ-สกุล.....ห้อง.....เลขที่.....

1. ไม้กระดานหกลาย 5 เมตร นาย ก.หนัก 400 นิวตัน ยืนอยู่ที่ปลาย A ส่วนนาย ข.หนัก 600 นิวตัน ยืนอยู่ที่ปลาย B อยากทราบว่า จะต้องวางจุดหมุนไว้ที่ใดกานจึงจะสมดุล
ขั้นการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1. ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้.....
2. เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา.....
3. สร้างตัวแทนของปัญหา.....

ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

1. เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
.....
2. เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้.....
.....

ขั้นการกำกับ

1. การกำหนดเป้าหมาย.....
2. กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้เลือกไว้.....

ขั้นการประเมิน

1. คำตอบที่ได้.....
2. ตรวจสอบคำตอบ.....
3. มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ทุกขั้นตอน.....

คะแนนที่ได้

ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล	ขั้นวางแผน	ขั้นการกำกับ	ขั้นประเมิน	รวม

**เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
โดยใช้กลวิธีมตาออกนิชน**

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล (3 คะแนน)		
1. การวิเคราะห์โจทย์	3	- บอกได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1.1 ระบุสิ่งที่โจทย์บอก	2	- บอกได้ถูกต้อง 2 ข้อ
1.2 เป้าหมายของการแก้โจทย์ ปัญหา	1	- บอกได้ถูกต้อง 1 ข้อ
1.3 สัญลักษณ์หรือตัวแทนของ ปัญหา	0	- ไม่มีการวิเคราะห์โจทย์
ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (2 คะแนน)		
1. การเลือกสูตรที่นำมาใช้ ในการแก้ปัญหา	1 0.5 0	- เลือกสูตรได้ถูกต้อง - เลือกสูตรได้ถูกต้องแต่เขียนสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง - เลือกสูตรไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ได้เลือก
2. เรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา	1 0.5 0	- มีการเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ถูกต้อง ละเอียด อ่านแล้วมีขั้นตอนชัดเจน ปฏิบัติได้ - มีการเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา แต่มี ความสับสนอ่านแล้วไม่ชัดเจน - ไม่มีการเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา
ขั้นการกำกับและควบคุม (6 คะแนน)		
1. การกำหนดเป้าหมาย	1 0	- มีการกำหนดเป้าหมาย - ไม่มีการกำหนดเป้าหมาย
2. กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตาม ขั้นตอนที่เลือกไว้	5 4 3 2 1 0	- มีการแทนค่า จำนวน และใส่หน่วยถูกต้อง - มีการแทนค่า จำนวนถูกต้อง แต่หน่วยผิด - มีการแทนค่าถูกต้องแต่จำนวนไม่ถูก - มีการแทนค่าจำนวนแต่ไม่คำนวณ - มีการแทนค่าจำนวนแต่ใช้สูตรคำนวณผิด - ไม่มีการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ขั้นการประเมิน (4 คะแนน)		
1. คำตอบที่ได้	1.5	- มีการแสดงคำตอบที่เป็นตัวเลขที่ถูกต้อง ระบุข้อความเป้าหมายของโจทย์ชัดเจน และแสดงหน่วยถูกต้อง
	1	- มีการแสดงคำตอบที่เป็นตัวเลขที่ถูกต้อง ระบุข้อความเป้าหมายของโจทย์ชัดเจน แต่ไม่แสดงหน่วย
	0.5	- มีการแสดงคำตอบที่เป็นตัวเลขที่ถูกต้อง แต่ไม่ระบุข้อความเป้าหมายของโจทย์
	0	- ไม่มีการแสดงคำตอบ
2. การตรวจสอบคำตอบ	1.5	- มีการตรวจสอบคำตอบ และมีการนำหลักการ ความรู้มาแสดงเหตุผล
	1	- มีการตรวจสอบคำตอบ แสดงเหตุผลที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์
	0.5	- มีการตรวจสอบคำตอบ แต่ไม่แสดงเหตุผล
	0	- ไม่มีการตรวจสอบคำตอบ
3. มีการปฏิบัติตามขั้นที่ได้วางแผนไว้ทุกขั้นตอน	1	- มีการตรวจสอบแผนการแก้ปัญหาและขั้นตอน การปฏิบัติ
	0	- ไม่มีการตรวจสอบแผนการแก้ปัญหา และขั้นตอนการปฏิบัติ
รวม	15	

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและโมเมนต์
โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน วิชา ว 23101 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกตอบคำถามที่ถูกที่สุดเพียง 1 ข้อ แล้ว X ลงในกระดาษคำตอบ
 (30 คะแนน)

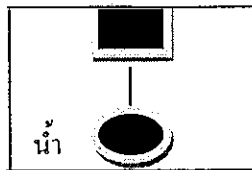
1. วัตถุมวล 18 กิโลกรัม มีความหนาแน่น 3,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร จงหาว่า
 เมื่อนำวัตถุนี้ไปชั่งหาน้ำหนักในน้ำ ที่มีความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
 จะอ่านน้ำหนักได้กี่นิวตัน

1. 120 นิวตัน 2. 130 นิวตัน 3. 140 นิวตัน 4. 150 นิวตัน

2. วัตถุก้อนหนึ่งเมื่อชั่งในอากาศหนัก 98.25 นิวตัน แต่เมื่อนำไปชั่งในน้ำหนัก 56.22
 นิวตัน แรงลอยตัวมีค่าเท่าใด

1. 40.03 N 2. 40.30 N 3. 42.03 N 4. 42.30 N

3. จากรูป ถ้าวัตถุอยู่ในภาวะสมดุล วัตถุก้อนล่างหนักเท่าใด ถ้า F_B เป็นแรงลอยตัว
 และ W เป็นน้ำหนักของวัตถุ



1. $W_1 = F_{B1} + F_{B2} - W_2$

2. $W_1 = F_{B1} - F_{B2} - W_2$

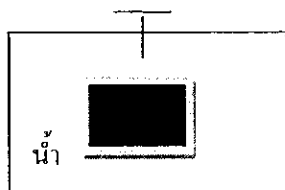
3. $W_1 = F_{B1} + F_{B2} + W_2$

4. $W_1 = -F_{B1} + F_{B2} - W_2$

4. ท่อนไม้มีปริมาตร 200 m^3 มีมวล 80 kg ท่อนไม้จะมีความหนาแน่นเท่าใด

1. 0.24 kg/m^3 2. 0.36 kg/m^3 3. 0.4 kg/m^3 4. 2.5 kg/m^3

5. จากรูป ถ้า W เป็นน้ำหนักของวัตถุ T เป็นแรงดึงเชือก และ F_B เป็นแรงลอยตัว
 ความสัมพันธ์ระหว่าง W , T และ F_B เป็นตามข้อใด



1. $W = F_B - T$

2. $F_B = W - T$

3. $T = W + F_B$

4. $T = F_B - W$

6. โลหะชนิดหนึ่งมีมวล 55 kg และมีความหนาแน่น 3.5 kg/m^3 จงหาปริมาตรของโลหะนี้

1. 15.7 m^3

2. 14.7 m^3

3. 10.5 m^3

4. 0.06 m^3

7. เมื่อวัตถุมีความหนาแน่นเท่ากับความหนาแน่นของของเหลว ผลจะเป็นอย่างไร

1. วัตถุจะลอยในของเหลว

2. วัตถุจะจมในของเหลว

3. วัตถุจะลอยปริ่มในของเหลว

4. วัตถุจะลอยแล้วค่อยๆ จมในของเหลว

8. ขนาดของแรงพยุงเท่ากับเท่าใด

1. น้ำหนักของของเหลวที่อยู่ในภาชนะ

2. น้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่

3. น้ำหนักของวัตถุชิ้นนั้น ๆ

4. น้ำหนักครึ่งหนึ่งของของเหลว
ที่ถูกแทนที่

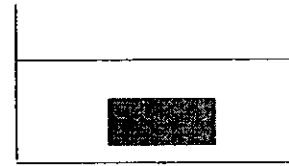
9. จากรูปข้อใดถูกต้อง

1. วัตถุมีความหนาแน่นมากกว่าของเหลว

2. วัตถุมีความหนาแน่นเท่ากับของเหลว

3. วัตถุมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลว

4. วัตถุมีความหนาแน่นมากกว่าหรือน้อยกว่าของเหลวก็ได้



10. จากภาพของเหลว A B C และ D เป็นของเหลวชนิดเดียวกันลักษณะการลอยของวัตถุในของเหลวใดที่ปริมาตรของของเหลวและปริมาตรของวัตถุที่ถูกแทนที่เท่ากัน



ของเหลว A



ของเหลว B



ของเหลว C



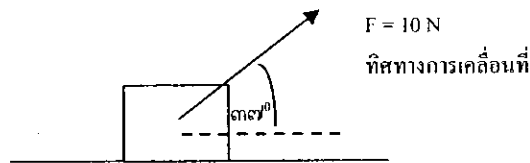
ของเหลว D

1. ของเหลว A และของเหลว B

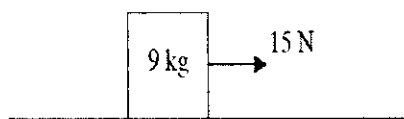
2. ของเหลว B และของเหลว C

3. ของเหลว C และของเหลว D

4. ของเหลว A และของเหลว D



11. จากรูป ออกแรง 10 นิวตัน ดึงวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามแนวราบด้วยความเร็วคงที่ แรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อวัตถุมีค่ากี่นิวตัน
1. 6
 2. 8
 3. 10
 4. 12
12. ออกแรงขนาด 40 นิวตัน ขนานกับพื้นลากวัตถุมวล 10 กิโลกรัมที่วางบนพื้นราบ พบว่า วัตถุสามารถเคลื่อนที่ได้พอดี สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมีค่าเท่าใด
1. 0.25
 2. 0.4
 3. 0.5
 4. 0.75
13. จากโจทย์ข้อ 12 ถ้าหลังจากวัตถุเคลื่อนที่แล้ว ออกแรง 30 นิวตัน พบว่า วัตถุก็สามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์มีค่าเท่าใด
1. 0.1
 2. 0.2
 3. 0.3
 4. 0.4
14. เมื่อวางวัตถุมวล 50 กิโลกรัม บนพื้นระดับโดยวัตถุอยู่นิ่ง ๆ และไม่มีแรงภายนอกใด ๆ มากระทำ แรงเสียดทานที่กระทำต่อมวลมีค่าเท่าไร
1. 0 นิวตัน
 2. 5 นิวตัน
 3. 50 นิวตัน
 4. ไม่สามารถหาได้เพราะต้องทราบ สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน
15. ถ้าวัตถุกำลังจะเคลื่อนที่แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อวัตถุและ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานมีค่าเท่าใด



1. 9 N, 0.16
2. 9 N, 0.26
3. 90 N, 0.16
4. 90 N, 0.26

16. วัตถุหนัก 60 นิวตัน กำลังเคลื่อนที่บนโต๊ะ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างวัตถุกับโต๊ะเท่ากับ 0.05 แรงเสียดทานที่โต๊ะกระทำกับวัตถุมีขนาดเท่าใด

1. 2.5 นิวตัน 2. 3 นิวตัน 3. 3.5 นิวตัน 4. 4 นิวตัน

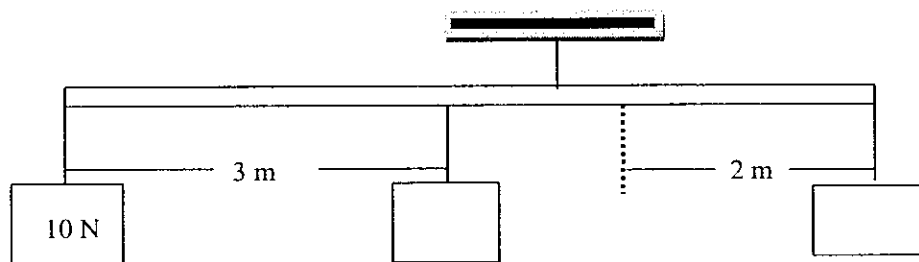
17. ข้อใดต่อไปนี้เป็น การเพิ่มแรงเสียดทาน

1. นำพรมมาปูบริเวณทางเดิน 2. ใช้ล้อในการขนส่ง
3. การใช้ดลบลูกปืนในระบบล้อและเพลลา 4. การหยอดน้ำมันเครื่อง

18. อุปกรณ์ใดต่อไปนี้อาศัยหลักการ โมเมนต์

1. กระดานหก 2. เครื่องชั่งสปริง
3. ที่เปิดขวด 4. ตะเกียบ

19. เมื่อคาน AB ยาว 6.5 เมตร มีวัตถุแขวนตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังภาพ โดยคานเบามาก



X มีค่ากี่นิวตัน

1. 0.03 N 2. 23.3 N 3. 73.3 N 4. 83.3 N

20. จากภาพข้อ 19 โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่าไร

1. 20 N.m 2. 30 N.m 3. 40 N.m 4. 80 N.m

21. ข้อใดเป็นการใช้คานประเภทเดียวกัน

1. ที่ทับกลัวยี่ปิ้ง เครื่องตัดกระดาษ 2. รถเข็นดิน กรรไกรตัดผ้า
3. ขอยกปลา ใช้ไม้กวาดกวาดพื้น 4. การดำครกกระเดื่อง การใช้ตะเกียบ

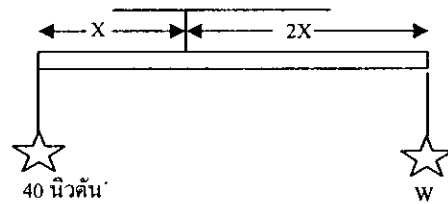
22. คีมตัดลวด คล้ายกับวิธีการทำงานของเครื่องผ่อนแรงชนิดเดียวกันกับข้อใด

1. คีมคิบน้ำแข็ง 2. ที่เปิดขวดน้ำ 3. รถเข็นดิน 4. กรรไกรตัดผ้า

23. น้องเกรซพลักหน้าต่างด้วยแรง 25 นิวตัน ตั้งฉากกับบานหน้าต่าง ณ ตำแหน่ง 0.4 เมตร จากบานพับขนาดโมเมนต์ของแรงมีค่ากี่นิวตัน

1. 6 นิวตัน 2. 9 นิวตัน 3. 10 นิวตัน 4. 15 นิวตัน

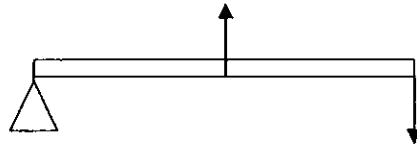
24. ถ้าต้องการให้โมบายอยู่ในสภาวะสมดุล W ควรจะมีค่ากี่นิวตัน



1. 5 2. 10 3. 15 4. 20

25. เครื่องกลใดมีลักษณะแตกต่างจากคันในรูป

แรงต้าน



แรงพยายาม

1. ที่ทับกล้วยปิ้ง 2. เครื่องตัดกระดาษ
3. รถเข็นดิน 4. ช้อนตักข้าว

26. อุปกรณ์ชนิดใดที่ไม่ช่วยผ่อนแรง

1. แหนบถอนขน รถเข็นทราย 2. คีมคีบถ่าน ตะเกียบ
3. กรรไกรตัดเล็บ คีมตัดลวด 4. ที่ทับกล้วยปิ้ง ขอยกปลา

27. คันอันหนึ่งมีน้ำหนัก 200 นิวตัน ถูกแขวน ณ จุดห่างจากปลายคัน 0.5 เมตร จงหาว่าต้องแขวนน้ำหนัก 100 นิวตัน ทางด้านตรงกันข้ามที่ใดคันจึงจะสมดุล

1. ห่างจากจุดหมุน 1 เมตร 2. ห่างจากจุดหมุน 1.5 เมตร
3. ห่างจากจุดหมุน 2 เมตร 4. ห่างจากจุดหมุน 2.5 เมตร

28. คานยาว 4 เมตร หนัก 100 นิวตัน ใช้จัดก้อนหินซึ่งหนัก 1600 นิวตัน โดยวางให้จุดหมุนอยู่บนวัตถุค้ำยันห่างจากก้อนหิน 1 เมตร จงหาว่า จะต้องออกแรงที่ปลายคาน เพื่อจัดก้อนหินขนาดเท่าไร

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. 500 นิวตัน | 2. 600 นิวตัน |
| 3. 700 นิวตัน | 4. 800 นิวตัน |

29. ไม้กระดานหกยาว 6 เมตร นายเอกหนัก 200 นิวตัน ยืนอยู่ที่ปลาย A ส่วนนายโทหนัก 400 นิวตัน ยืนอยู่ที่ปลาย B อยากทราบว่า จะต้องวางจุดหมุนห่างจากนายโทเท่าใดคานจึงจะสมดุล

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. 2 เมตร | 2. 3 เมตร |
| 3. 4 เมตร | 4. 5 เมตร |

30. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับเรื่องคานไม่ถูกต้อง

- ก. คานอันดับ 1 จะผ่อนแรงก็ต่อเมื่อจุดหมุนอยู่ใกล้แรงความพยายาม แต่ใกล้แรงความต้านทาน
- ข. คานอันดับ 2 จะไม่เสียเปรียบเชิงกล (ผ่อนแรง)
- ค. คานอันดับ 3 จะได้เปรียบเชิงกลมาก หากจุดหมุนอยู่ติดกับแรงความพยายาม
- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1. เฉพาะข้อ ก | 2. ข้อ ข และข้อ ค |
| 3. ข้อ ก และข้อ ข | 4. ข้อ ก และ ข้อ ค |

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน
เรื่อง แรงและโมเมนต์

1. วัตถุมีความหนาแน่น $0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ มีปริมาตร 0.3 m^3 เมื่อนำไปลอยน้ำ จะต้องใช้แท่งเหล็กหนักเท่าใดมาวางทับ จึงจะทำให้วัตถุจมปริมของเหลวพอดี

1. ขั้นการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1.1 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

1.1.1 ความหนาแน่น $\rho = 0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

1.1.2 ปริมาตร $V = 0.3 \text{ m}^3$

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม

น้ำหนักของแท่งเหล็ก

1.3 สร้างตัวแทนของปัญหา

น้ำหนัก = W

2. ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

2.1 สูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหา

หา W จาก

$$F_B = W_{\text{วัตถุ}} + W_{\text{แท่งเหล็ก}}$$

$$(\rho V g)_{\text{น้ำ}} = (\rho V g)_{\text{วัตถุ}} + W_{\text{แท่งเหล็ก}}$$

2.2 เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้

แทนค่าโจทย์ในสูตรเพื่อหา $W_{\text{แท่งเหล็ก}}$

3. ขั้นการกำกับ

3.1 เป้าหมายในการแก้ปัญหาที่ต้องการคำนึงเสมอ คือ

น้ำหนักของแท่งเหล็ก ($W_{\text{แท่งเหล็ก}}$)

3.2 กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้เลือกไว้

จากสูตร

$$F_B = W_{\text{วัตถุ}} + W_{\text{แท่งเหล็ก}}$$

$$(\rho V g)_{\text{น้ำ}} = (\rho V g)_{\text{วัตถุ}} + W_{\text{แท่งเหล็ก}}$$

$$\text{แทนค่า } 10^3 \times 0.3 \times 10 = (0.8 \times 10^3 \times 0.3 \times 10) + W_{\text{แท่งเหล็ก}}$$

$$3,000 = 2,400 + W_{\text{แท่งเหล็ก}}$$

$$W_{\text{แท่งเหล็ก}} = 600 \text{ นิวตัน}$$

4. ขั้นการประเมิน

4.1 คำตอบที่ได้

แท่งเหล็กหนัก เท่ากับ 600 นิวตัน

4.2 ตรวจสอบคำตอบ

$$\text{หา } W_{\text{แท่งเหล็ก}} \text{ จากสูตร } (\rho V g)_{\text{น้ำ}} = (\rho V g)_{\text{วัตถุ}} + W_{\text{แท่งเหล็ก}}$$

$$\text{ได้ } W_{\text{แท่งเหล็ก}} = 600 \text{ N นั่นคือ } 600 = 3,000 - 2,400$$

$$600 = 600 \dots \text{ถูกต้อง}$$

4.3 มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ทุกขั้นตอน

ขั้นตอนการแก้ปัญหาสามารถนำไปปฏิบัติการแก้ปัญหาได้จริง

2. ออกแรงขนาด 30 นิวตัน ลากวัตถุมวล 5 กิโลกรัมที่วางบนพื้นราบ พบว่า วัตถุสามารถเคลื่อนที่ได้พอดี สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมีค่าเท่าใด

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1.1 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

$$1.1.1 \text{ แรง } (F) = 30 \text{ N}$$

$$1.1.2 \text{ มวล } (m) = 5 \text{ kg}$$

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

1.3 สร้างตัวแทนของปัญหา

$$\mu_s$$

2. ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

2.1 สูตรที่ใช้ในการแก้ปัญห

$$2.1.1 \text{ หา } \mu_s \text{ ได้จาก } f = \mu_s N$$

2.2 นักเรียนมีขั้นตอนการแก้ปัญหายังไร

$$2.2.1 \text{ แทนค่าโจทย์ในสูตรเพื่อหา } \mu_s$$

3. ขั้นการกำกับ

3.1 เป้าหมายในการแก้ปัญหที่ต้องคำนึงถึงเสมอ คือ

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต (μ_s)

3.2 กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้เลือกไว้

$$\text{จากสูตร } f = \mu_s N$$

$$\text{แทนค่า } 30 = \mu_s \times 50$$

$$\mu_s = 0.6$$

4. ขั้นการประเมิน

4.1 คำตอบที่ได้

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเท่ากับ 0.6

4.2 ตรวจสอบคำตอบ

$$\text{หา } \mu_s \text{ จากสูตร } f = \mu_s N$$

$$\text{ได้ } \mu_s = 0.6 \text{ นั่นคือ } 0.6 = \frac{30}{50}$$

$$0.6 = 0.6 \dots \text{ถูกต้อง}$$

4.3 มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ทุกขั้นตอน

ขั้นตอนการแก้ปัญหสามารถนำไปปฏิบัติการแก้ปัญหได้จริง

3. คานยาว 4 เมตร หนัก 120 นิวตัน ใช้อยึดกอนหินซึ่งหนัก 5,000 นิวตัน โดยวางให้

จุดหมุนอยู่ห่างจากกอนหิน 1 เมตร จงหาว่าต้องออกแรงที่ปลายคานเท่าไร

เพื่อยึดกอนหิน

1. ขั้นการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

1.1 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

- คานยาว (l) = 4 m
- น้ำหนักคาน (W) = 120 N
- ก้อนหินหนัก (W) = 5,000 N
- ระยะที่ก้อนหินห่างจุดหมุน (S) = 1 m

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม

แรงที่ปลายคานในการจัดก้อนหิน

1.3 สร้างตัวแทนของปัญหา

F

2. ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

2.1 สูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหา

หา F จาก $M_{\text{ทวนเข็มนาฬิกา}} = M_{\text{ตามเข็มนาฬิกา}}$

$$FS = FS$$

2.2 นักเรียนมีขั้นตอนการแก้ปัญหายังไง

แทนค่าโจทย์ในสูตรเพื่อหา F

3. ขั้นการกำกับ

3.1 เป้าหมายในการแก้ปัญหาที่ต้องคำนึงถึงเสมอ คือ

แรงที่ปลายคานในการจัดก้อนหิน

3.2 กำกับวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้เลือกไว้

จากสูตร $M_{\text{ทวนเข็มนาฬิกา}} = M_{\text{ตามเข็มนาฬิกา}}$

$$FS = FS$$

$$\text{แทนค่า } 5,000 \times 1 = (120 \times 1) + (F \times 2)$$

$$5,000 = 120 + F2$$

$$F = 2,440 \text{ N}$$

4. ขั้นการประเมิน

4.1 คำตอบที่ได้

แรงที่ปลายคานในการจัดก้อนหิน เท่ากับ 2,440 N

4.2 ตรวจสอบคำตอบ

หา F จากสูตร $M_{\text{ทวนเข็มนาฬิกา}} = M_{\text{ตามเข็มนาฬิกา}}$

$$FS = FS$$

$$\text{นั่นคือ } 2,440 = \frac{5,000 - 120}{2}$$

$$2,440 = 2,440 \dots \text{ถูกต้อง}$$

4.3 มีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ทุกขั้นตอน

ขั้นตอนการแก้ปัญหาสามารถนำไปปฏิบัติการแก้ปัญหาได้จริง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม (ข้อ)						รวมจำนวนข้อ
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
1. อธิบายแรงลอยตัวหรือแรงพยุงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุได้	11,12	4, 6					4
2. สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของวัตถุและความหนาแน่นของของเหลวที่มีผลต่อการลอยและจมของวัตถุ	10,13						2
3. กำหนดค่าต่าง ๆ ของแรงลอยตัวได้อย่างถูกต้อง			3,5,8	2			4
4. อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้							-
5. อธิบายแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่าง ๆ ได้	17						1
6. สังเกตและอธิบายความแตกต่างของแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์			15,16				2
7. สามารถแก้โจทย์ปัญหาเรื่องแรงเสียดทานได้อย่างถูกต้อง			14	18,19			3
8. นำเสนอแนวคิดที่จะเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตได้	20						1
9. อธิบายหลักการและจำแนกประเภทของโมเมนต์ของแรงได้	24						1

	ระดับพฤติกรรม (ข้อ)	น
--	---------------------	---

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
10. คำนวณโมเมนต์ของแรง ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้			29	25,26, 30,33			5
11. อธิบายคุณลักษณะเฉพาะของ คานประเภทต่าง ๆ ได้	27, 28,37	31, 32					5
12. อธิบายภาวะสมดุลของคาน ตามหลักการของโมเมนต์ได้				34,35			2
รวม	10	4	7	9			30

ภาคผนวก ค .

การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	-1	+1	-1	-0.33
2	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	1.00
4	-1	+1	+1	0.33
5	-1	+1	+1	0.33
6	+1	+1	+1	1.00
7	-1	+1	+1	0.33
8	-1	+1	+1	0.33
9	-1	+1	0	0.00
10	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	-1	0.33
13	+1	+1	0	0.66
14	+1	+1	+1	1.00
15	-1	+1	+1	1.00
16	-1	+1	+1	0.33
17	0	+1	+1	0.66
18	+1	+1	+1	1.00

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
19	+1	+1	+1	1.00
20	+1	+1	+1	1.00
21	-1	-1	+1	-0.33
22	+1	+1	+1	1.00
23	-1	+1	+1	0.33
24	-1	+1	+1	0.33
25	+1	+1	+1	1.00
26	+1	+1	+1	1.00
27	0	+1	+1	0.66
28	0	+1	+1	0.66
29	+1	+1	+1	1.00
30	+1	+1	+1	1.00
31	+1	+1	+1	1.00
32	+1	+1	+1	1.00
33	+1	+1	+1	1.00
34	+1	+1	+1	1.00
35	0	+1	+1	0.66
36	-1	0	0	-0.33
37	+1	+1	+1	1.00

การคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาวិทยาศาสตร์

ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	1.00

การคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแผนการเรียนรู้ เรื่องแรงและโมเมนต์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	1.00
7	+1	0	+1	0.66
8	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	0	0.66
11	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	1.00
15	+1	+1	+1	1.00
16	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	+1	1.00
18	+1	+1	+1	1.00
19	+1	+1	+1	1.00
20	+1	+1	+1	1.00

ภาคผนวก ง
ผลการคำนวณ

**การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่า (*t* test)
ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์รายด้าน**

Paired Samples Statistics

		Mean	N	SD	Std. Error Mean
Pair 1	pre1	9.76	98	2.861	.289
	pros1	15.12	98	2.082	.210
Pair 2	pre2	3.23	98	1.275	.129
	pros2	10.29	98	1.075	.109
Pair 3	pre3	5.85	98	3.098	.313
	pros3	24.98	98	3.309	.334
Pair 4	pre4	3.31	98	2.558	.258
	pros4	14.15	98	3.101	.313

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pre1 & pros1	98	.772	.000
Pair 2	pre2 & pros2	98	.229	.023
Pair 3	pre3 & pros3	98	.457	.000
Pair 4	pre4 & pros4	98	.315	.002

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

Paired Samples Statistics

		Mean	N	SD	Std. Error Mean
Pair 1	pre	13.20	98	3.389	.342
	pos	21.12	98	3.450	.349

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pre & pos	98	.413	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	SD	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
								Lower	Upper
Pair 1	pre- pos	-7.918	3.705	.374	-8.661	-7.176	-21.159	97	.000

คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

Paired Samples Statistics

		Mean	N	SD	Std. Error Mean
Pair 1	pre	22.13	98	8.590	.868
	post	64.67	98	7.652	.773

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pre & post	98	.584	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences							
					95% Confidence Interval of the Difference		<i>t</i>	<i>df</i>	Sig. (2-tailed)
		Mean	SD	Std. Error	Lower	Upper			
Pair 1	pre- pos	-42.546	7.455	.753	-44.041	-41.051	-56.496	97	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	SD	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pre1-pros1	-5.367	1.824	.184	-5.773	-5.002	-29.128	97	.000
Pair 2	pre2-pros2	-7.051	1.467	.148	-7.342	-6.757	-47.582	97	.000
Pair 3	pre3-pros3	-19.133	3.342	.338	-19.803	-18.463	-56.677	97	.000
Pair 4	pre4-pros4	-10.847	3.341	.337	-11.517	-10.117	-32.140	97	.000

บรรณานุกรม

- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2526). แบบทดสอบอิงเกณฑ์: แนวคิดและวิธีการ.
กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- สมบัติ โพธิ์ทอง. (2539). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง
โดยใช้เมตาคอกนิชัน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์-
มหาวิทยาลัย
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหา.
กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สมจิตร ทรัพย์อัประไมย. (2540). ผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชันที่มีต่อ
เมตาคอกนิชันและสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
ปริญาญครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จรุง จำพงค์. (2542). ผลของการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร-
มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา เนาว่าเย็นผล. (2543). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการพัฒนาทักษะการคิด
คำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สมาคมคณิตศาสตร์-
แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.
- พิศนา เขมมณี. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์-
เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2544). “เมตาคอกนิชัน (Metacognition)” วิทยาการด้านการคิด.
กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). สารและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

- พัทธ ทองตัน. (2545). ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนามेतาคอกนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). รายงานการศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาความคิดระดับสูงวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ระยะที่ 1). กรุงเทพมหานคร: ผู้แต่ง.
- ฤกษ์ฤดี แสนเรือง. (2549). ความสามารถในการตัดสินใจและการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนโดยกลวิธีอภิปัญญา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ดำเนิน ยาท่วม. (2549). ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา. ปริญญานิพนธ์การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ-ประสานมิตร.
- ณัฏฐ์รัฐ เจริมสุข. (2550). การสร้างแบบวัดการคิดแบบเมตต้า (metacognition) ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 กรณีศึกษา: จังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุขสันต์ บัวสาย. (2551). ผลการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องเมตาคอกนิชันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาการจังหวัดสระแก้ว. การศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ศรีสุมา ทศมี. (2552). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้เมตาคอกนิชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดย
ใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษา-
ศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ณรงค์ฤทธิ์ ประเสริฐสุข. (2554). ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ การพัฒนา
เมตาคอกนิชันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร-
มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สายใจ พวงสายใจ. (2554). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีอภิปัญญา เพื่อพัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- วรรณภา ปานเนาว์. (2556). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยใช้
ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์-
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรารวรรณ จันทรวงศ์ และ กิ่งฟ้า สิ้นธุรงค์. (2557). การคิดและการคิดเกี่ยวกับการรู้:
แนวการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดของผู้เรียน.-ขอนแก่น: สำนักงาน
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน: โรงพิมพ์คลังน่านวิทยา.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of
cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.
- Beyer, B. K. (1987). *Practical strategies for the teaching of thinking*. Boston:
Allyn and Bacon.
- Brown, A. (1987). *Metacognition, executive control, self-regulation, and
other more Mysterious mechanisms*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Klausmier, H. J. (1989). *Educational psychology* (5th ed.). New York: Harper & Row.
- Schoenfeld, A. H. (1992). *Learning to think mathematically: Problem solving, Metacognition, and sense making in Mathematics*. New York: McMillan.
- Lamsdaine, E., & Lamsdaine, M. (1995). *Creative problem solving*. New York: McGraw-Hill.
- Beyer, B. K. (1997). *Improving student thinking: a comprehensive approach*. Boston: Allyn and Bacon.
- Eggen, P., & Kauchak, D. (1997). *Educational psychology* (3rd ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Lories, G., Dardenne, B., & Tzerbyt, V. Y., (1998). *Metacognition: Cognitive and social dimensions*. London: Sage Publication.
- Wells, A. (2000). *Emotion disorders and metacognition*. New York: John Wiley & Sons.
- Gama, C. (2002). *Investigating the effect of training in metacognition in an interactive learning environment: Design of an empirical study*. Master's Thesis, University of Sussex, UK.
- Helen, N. (2009). Metacognitive strategies on classroom participation and student achievement in senior secondary school science classroom. *Science Education International*, 20(1), 25-31.
- Ngoziibe, H. (2009). Metacognitive strategies on classroom participation and student achievement in senior secondary school science classrooms. *Science Education International*, 20, 25-31.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล	นางชบา เมืองจีน
วัน เดือน ปีเกิด	26 กรกฎาคม 2519
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	19/107 หมู่ 13 หมู่บ้านสินธนา ซอยนวมินทร์ 50 แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร 10310
โทรศัพท์	083-448-0051
ตำแหน่ง	อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยงานที่สังกัด	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2539	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านฉางกาญจนกุล- วิทยา จังหวัดระยอง
พ.ศ. 2543	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์- สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยรามคำแหง
พ.ศ. 2546	ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวัดและ- ประเมินผลมหาวิทยาลัยรามคำแหง

ผลงานทางวิชาการ

1. อาจารย์ผู้ควบคุมการจัดนิทรรศการทางวิชาการงานสถาปนามหาวิทยาลัย
รามคำแหงของนักเรียน โครงการสร้างเสริมความเป็น
เลิศทางวิชาการด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ชั้นม. 5/1 (1)
ณ หอประชุมพ่อบุณรามคำแหง มหาวิทยาลัยรามคำแหง

2. วิจัยในชั้นเรียน

- 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องความหลากหลายของ
สิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอบแบบปากเปล่า(oral test)

2.2 การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกทักษะ
วิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ว 23101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.3 งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยรามคำแหง