

การศึกษาเปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ

ปริญญานิพนธ์

ของ

อัมรินทร์ อินทร์อยู่

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎิบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2551

การศึกษาเปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ

ปริญญานิพนธ์
ของ
อัมรินทร์ อินทร์อยู่

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุริยบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2551

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาเปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วย
วิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ

บทคัดย่อ
ของ
อัมรินทร์ อินทร์อยู่

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2551

อัมรินทร์ อินทร์อยู่ (2551). การศึกษาเปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการ

สืบค้น 3 รูปแบบ. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ชูวงศ์ ,

รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ .

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และจิตวิทยาศาสตร์ ในการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 การสืบค้นแบบปิด รูปแบบที่ 2 การสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด และ รูปแบบที่ 3 การสืบค้นแบบปิดแบบกึ่งปิดและแบบเปิด โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การสร้างกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น การนำการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นทั้ง 3 รูปแบบไปทดลองใช้ และการประเมินและปรับปรุง

การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น มีรูปแบบเป็นขั้นตอน 4 ตอน ประกอบด้วย การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้องพัฒนา วิธีการสืบค้น และการเกิดทักษะที่ต้องนำไปใช้ประโยชน์ กำหนดให้กิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนการสืบค้นแตกต่างกัน 3 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว รูปแบบที่ 2 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด รูปแบบที่ 3 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิด และแบบเปิด ประกอบด้วย 5 บทปฏิบัติการ ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบทำบทปฏิบัติการในเรื่องเดียวกันและใช้วิธีการสืบค้น 10 ขั้นตอนเหมือนกัน

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จำนวน 135 คน ประจำปีการศึกษา 2550 แบ่งเป็น กลุ่มทดลองจำนวน 3 กลุ่มๆละ 45 คน เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลประกอบด้วย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา และแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ผลวิจัยปรากฏดังนี้ 1) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 รูปแบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในรูปแบบที่ 3 สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 2) ค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาหลังจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้นทั้ง 3 รูปแบบ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทักษะการแก้ปัญหาวិทยาศาสตร์ของนักเรียนในรูปแบบที่ 3 สูงกว่าทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

การ หลังจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้น ทั้ง 3 รูปแบบสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนในรูปแบบที่ 3 สูงกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 รูปแบบ มีจิตวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น นักเรียนที่เรียนในรูปแบบที่ 3 มีจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A COMPARATIVE STUDY OF SCIENCE LEARNING PROCESSES BY 3 MODEL
INVESTIGATIVE APPROACHES

AN ABSTRACT
BY
AMMARIN INYOO

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Doctor of Education degree in Science Education
at Srinakarinwirot University

May 2008

Ammarin Inyoo. (2008). *A Comparative Study of Science Learning Processes by 3 Model Investigative Approaches*. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee: Assoc. Prof. Dr. Kanjana Chookruvong, Assoc. Prof. Dr. Sunee Hemaprasit, Dr. Manat Boonprakop.

The study was the research and development. The objectives of this research were to compare the effective results of science study, problem solving skill, integrated scientific process skill and scientific mind to the science learning process. Three models of the investigating process; closed, closed and semi-closed, closed and semi-closed and opened investigation process were performed. Four steps of research methodology; basic data study, constructing science learning process by investigating method, experimenting three models of investigating process, and evaluating and improving were stepwise applied.

The science learning process by investigating approach was composed of four steps; basic skill inspection, specified skill activity development, investigating method, and application skills. The learning activity of investigating approach was defined in three models. Closed, closed and semi-closed, and closed and semi-closed and opened investigating methods were used in the first, second, and third model, respectively. The experimental procedure that composed of five chapters and ten investigating steps was used for the target group in the same fashion.

The target group was Mathayom Suksa 1 students from school of Satit Nakornpathom Rajabhat University. One hundred and thirty five students in the academic year of 2007 were divided into three groups with forty five students each. The research instrument were achievement test, scientific mind test, problem solving skill evaluating , and integrated scientific process skill evaluating.

The research results depicted that the achievement of science for the target group after experimenting was higher compared to before experimenting and students in the third model of learning yield the better results than the first and second model with the statistical significantly different level of 0.05. Problem solving skill of students after using three models of investigating approach was higher than the criteria and the third model group displayed

the better results than first and second models with the statistical significantly different level of 0.05. The average value of integrated scientific process skill of students after using three models of investigating approach was higher than the criteria and the third model group showed the better result than first and second model with the statistical significantly different level of 0.05. The three models of target students illustrated the higher scientific mind after experimenting compared to before experimenting and the third model students scientific mind was higher than first and second model with the statistical significantly different level of 0.05.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การศึกษาเปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ
ของ
อัมรินทร์ อินทร์อยู่

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ เดือน พ.ศ. 2551

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ชูครองศ์)

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิสวธีรานนท์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ชูครองศ์)

..... กรรมการ
(ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์)

.....กรรมการ
(ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาลักษณ์ รัชชญาสิทธิกุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก

รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ชูวงศ์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ และ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ท่านทั้งสามได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอน ท่านทั้งสามยังเป็นแบบฉบับของอาจารย์ที่ทุ่มเทให้กับศิษย์และงานด้านวิชาการอย่างไม่เหน็ดเหนื่อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์สำหรับการวิจัย ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมที่ให้ทุนอุดหนุนพัฒนาอาจารย์แก่ผู้วิจัย โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ผู้อำนวยการและคณะครูโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมที่ให้ใช้สถานที่และให้ความสะดวกในการทดลอง ใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นเป็นอย่างดี ตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเก็บข้อมูลการวิจัยที่ให้ความร่วมมือ จนการวิจัยสำเร็จลุล่วง

คุณค่าและประโยชน์ใดๆที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแก่บูรพคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนผู้วิจัยมา

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ พี่ น้อง ภรรยา บุตร และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้ทั้งกำลังใจ และกำลังใจที่ดีเยี่ยมตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำงานวิจัย

อัมรินทร์ อินทร์อยู่

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
	ความสำคัญของการวิจัย.....	5
	ขอบเขตของการวิจัย.....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
	การสืบค้น.....	11
	กระบวนการเรียนรู้.....	23
	ทฤษฎีการเรียนรู้.....	27
	การพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	35
	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	39
	การแก้ปัญหา.....	45
	จิตวิทยาศาสตร์.....	53
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	54
	กรอบแนวคิดของการพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น	62
	สมมุติฐานของการวิจัย.....	64
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	65
	ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน.....	66
	ขั้นตอนที่ 2 การสร้างการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น.....	66
	ขั้นตอนที่ 3 การการนำการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น	
	ไปทดลองใช้.....	77
	ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	
	ด้วยวิธีการสืบค้น.....	81

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	83
ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน.....	83
ขั้นตอนที่ 2 ผลการสร้างการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วย วิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ.....	89
ขั้นตอนที่ 3 ผลการการนำการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสืบค้นไปทดลองใช้.....	97
ขั้นตอนที่ 4 ผลการประเมินผลและปรับปรุงการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสืบค้น.....	106
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	109
สรุปผลการวิจัย.....	111
อภิปรายผล.....	112
ข้อเสนอแนะ.....	118
บรรณานุกรม.....	121
ภาคผนวก.....	130
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	297

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ชนิดของการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	12
2	การแบ่งกิจกรรมการทำงานโดย OPENS.....	14
3	ชนิดของการสืบค้นโดย NCC และ DES เกี่ยวกับลักษณะของตัวแปร.....	15
4	ขั้นตอนและจุดหมายแบบจำลองการสืบค้นของชิน.....	18
5	ข้อแตกต่างของขั้นตอนการสืบค้นของ ก๊อตและเมอร์ฟี ชิน และวินเดล.....	18
6	ขั้นตอนวิธีการสืบค้นของผู้วิจัยที่ปรับจากขั้นตอนการสืบค้นของก๊อตและเมอร์ฟี ชิน และวินเดล.....	19
7	ขั้นตอนวิธีการสืบค้นที่ใช้ในการวิจัยและจุดมุ่งหมายของแต่ละขั้นตอน.....	20
8	ขั้นตอนของกิจกรรมที่จัดและจุดมุ่งหมาย.....	39
9	ประเภทของปัญหา.....	47
10	ความสัมพันธ์ของการกำหนดหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง และเวลา ของรูปแบบที่ 1 (วิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว).....	70
11	ความสัมพันธ์ของการกำหนดหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง และเวลา ของรูปแบบที่ 2 (วิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด).....	71
12	ความสัมพันธ์ของการกำหนดหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง และเวลา ของรูปแบบที่ 3 (วิธีการการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิดและวิธีการสืบค้น แบบเปิด).....	71
13	เปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นกับนักเรียน กลุ่มทดลองรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3.....	72
14	ความสัมพันธ์ของการจัดหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง และเวลา ของรูปแบบที่ 1 (วิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว).....	94
15	ความสัมพันธ์ของการจัดหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง และเวลา ของรูปแบบที่ 2 (วิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด).....	94
16	ความสัมพันธ์ของการจัดหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง และเวลาของ รูปแบบที่ 3 (วิธีการการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิดและวิธีการสืบค้น แบบเปิด).....	95

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง		หน้า
17	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3	98
18	ผลการทดสอบเงื่อนไขผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน.....	98
19	ผลการทดสอบสมมติฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามสมมติฐาน.....	99
20	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่.....	99
21	ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาหลังทดลองใช้การจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 กับเกณฑ์ที่กำหนด.....	100
22	ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาหลังทดลองระหว่างรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3	101
23	ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาเป็นรายคู่.....	101
24	ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้น รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 กับเกณฑ์ที่กำหนด.....	102
25	ผลการเปรียบเทียบทักษะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการทดลองระหว่างรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3	103
26	ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นรายคู่.....	103
27	ผลการเปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลองด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3	104
28	ผลการทดสอบเงื่อนไขจิตวิทยาศาสตร์ก่อนทดลอง.....	105
29	ผลการทดสอบสมมติฐานจิตวิทยาศาสตร์ตามสมมติฐาน.....	105
30	ผลการเปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่.....	106

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	10
2 แบบจำลองกิจกรรมการแก้ปัญหาของก๊อตและเมอร์ฟี.....	17
3 ระบบการเรียนการสอนของกลาสเซอร์.....	26
4 รูปแบบการสอนตามทฤษฎีสรณานิยม ของ Louck-Horsley and others.1990	32
5 การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น.....	37
6 กรอบความคิดการพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น.....	63
7 กรอบแนวทางดำเนินการวิจัย.....	65
8 ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น.....	68

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การพัฒนาคนให้มีความคิดที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโลก ธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลก่อให้เกิดประโยชน์ต่อ สังคมโลกในปัจจุบันและอนาคตต้องอาศัยการพัฒนาการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2545-2559) จึงได้เร่งพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มสมรรถนะการแข่งขันในระดับนานาชาติที่จะส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจของ ประเทศเป็นอย่างมากด้วยการส่งเสริมให้ประชาชนทุกคนได้รับการศึกษาที่เน้นการวางรากฐาน กระบวนการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์(สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2547: 3-8)นอกจากนี้ สาระ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 ในหมวด 4 แนวการจัดการศึกษา พอสรุปได้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถ เรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริม ให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ การจัดการกระบวนการเรียนรู้ต้องฝึกทักษะ กระบวนการคิด ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น จัดการ ประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสม พัฒนา กระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2546: 11-14) และนอกจากนี้ใน หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้เน้นถึงการมุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่ สมบูรณ์เป็นคนดีมีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบ อาชีพ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 4) ดังนั้นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด (สถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 3) ส่วนด้านคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์นั้นมุ่งหวังให้ ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการ เรียนทุกขั้นตอน (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 4-5)

ประเทศไทยได้มีการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างจริงจังเมื่อมีการจัดตั้ง สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในปี พ.ศ.2515 โดยเปลี่ยนจุดเน้นจากปรัชญา ทางด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เคยถือว่า “วิทยาศาสตร์คือองค์ความรู้” มาเป็น “วิทยาศาสตร์คือ กระบวนการแสวงหาความรู้” หลักสูตรวิทยาศาสตร์จึงมีลักษณะเป็นหลักสูตรที่มีกิจกรรมเป็นพื้นฐาน

(activity-based curriculum) การเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้จะมีการสำรวจตรวจสอบหรือการทำการทดลองทางห้องปฏิบัติการ กระบวนการเรียนการสอนมีลักษณะเป็นการเรียนที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมหรือมีบทบาทโดยตรง (Active role) ในกระบวนการหาความรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะและการค้นพบความรู้ (Inquiry-discovery learning) ซึ่งในกระบวนการนี้นักเรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือทำการสำรวจค้นคว้า ทดลอง เก็บข้อมูล หาหลักฐานหรือประจักษ์พยานเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุป แนวคิดหรือหลักการเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545: 3-4) สสวท.ได้นำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) มาใช้เป็นส่วนหนึ่งของวิธีสอนวิทยาศาสตร์ เช่น ของเรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด (Renner and Stafford. 1972) คาริน และซันด์ (Carin and Sund. 1975) ประวิตร ชูศิลป์ (2524) คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์ทางการสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525) มาร์ค วินชิตี และเฮเลน บัทเทเมอร์ (Mark Windschiti and Helen Buttemer. 2000) และ นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) เป็นต้น

จากรายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544: 26-35) กล่าวถึงสถานภาพวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย ในส่วนของหลักสูตรที่ใช้ในปัจจุบัน เป็นหลักสูตรที่เน้นเนื้อหา/หลักการ/ทฤษฎี ที่ขาดความเชื่อมโยงระหว่างกันและขาดการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ซึ่งไม่เอื้อต่อการเรียนรู้และการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนทักษะการคิด ในส่วนกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ปัจจุบันการจัดกระบวนการเรียนการสอนในทุกระดับการศึกษายังคงใช้วิธีการสอนแบบเน้นเนื้อหา พบว่านักเรียนไม่สามารถสังเคราะห์และบูรณาการความรู้ต่างๆในการทำความเข้าใจธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรอบตัว ซึ่งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ขาดความสัมพันธ์กับโลกภายนอกย่อมทำให้วิทยาศาสตร์หมดคุณค่าลงไป มนัส บุญประกอบและคณะ (2547) กล่าวในรายงานการวิจัย เรื่องความสนใจด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของเยาวชนไทย ถึงสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันว่ามีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นกว่าเดิมตามแนวปฏิรูปการศึกษา แต่ยังพบปัญหาสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ยังเน้นความรู้ ความจำ มีการปฏิบัติน้อย โดยเฉพาะโรงเรียนขยายโอกาสทุกขนาดยังมีความรู้ด้านการสอนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับมาก ครูมัธยมศึกษาตอนปลายบางสาขาขาดความเข้าใจเนื้อหาวิชา การเชื่อมโยงสาระ ขาดเทคนิคการตั้งคำถาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาพรวมระดับประเทศ ยังมีความแตกต่างกันในระหว่างโรงเรียนต่างสังกัดและต่างภาคและในบางระดับชั้น (ม. 3) ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวนลดลง นอกจากนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้เดิมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและความสนใจเข้าร่วมกิจกรรม ประการสำคัญจากผลการประเมิน

การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทยเทียบกับนานาชาติ (สุนีย์ คล้ายนิล. 2545 สมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลการศึกษา (International Association for The Evaluation of Education Achievement : IEA) ครั้งที่ 3 เรียกว่า TIMSS (Third International Mathematics and Science Studies) TIMSS 1999 ได้ประเมินผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติ จำนวน 38 ประเทศ พบว่าประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในอันดับที่ 24 และโดยเฉพาะด้านการหาความรู้และธรรมชาติวิทยาศาสตร์ซึ่งครอบคลุมเรื่อง ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทำงานทางวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์วิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-คณิตศาสตร์และสังคม เครื่องมือ วิธีการและกระบวนการที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในอันดับที่ 28 (สุนีย์ คล้ายนิล. 2545: 3-5,21-24,62-63) ซึ่งในอนาคตจะมีการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ ค.ศ.2000-2009 (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดย Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) จะประเมินนักเรียนที่จบการศึกษาภาคบังคับเกี่ยวกับความรู้และทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตและมีส่วนร่วมในสังคมในอนาคตได้อย่างมีคุณภาพหรือไม่ โดยกำหนดกลุ่มประชากรเป้าหมายของการประเมินเป็นเยาวชนอายุ 15 ปี โดยมีจุดเน้นคือการประเมินการรู้เรื่อง (Literacy) หลักการสำคัญคือต้นแบบการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเน้นที่ความรู้ใหม่และทักษะที่จำเป็นเพื่อการปรับตัวเข้ากับโลกที่เปลี่ยนแปลง วิชาที่เป็นตัวแทนของการวางรากฐานมีสามด้าน คือการรู้เรื่องด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการรู้เรื่องด้านวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) หมายถึงการรู้กระบวนการ (Process) การรู้แนวคิดและสาระเนื้อหา (Concepts and Content) และการรู้จักการใช้วิทยาศาสตร์เพื่อจะเข้าใจและช่วยตัดสินใจเกี่ยวกับโลกธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนทั้งปัจจุบันและอนาคต (สุนีย์ คล้ายนิล. 2545: 10-13)

การสืบค้น (Investigation) เป็นการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะมีส่วนของความสัมพันธ์ในการใช้ความรู้และทักษะต่างๆได้แก่ การถามคำถาม การตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปร การวางแผน การลงมือปฏิบัติการทดลองตามแผนที่วางไว้ การเลือกใช้เครื่องมือในการวัด การจดบันทึกข้อมูล การแปลความหมาย จัดกระทำข้อมูลหลักฐานและผลต่างๆ การลงข้อสรุปหรือการสรุปอ้างอิงจากผลการทดลอง การประเมินหลักฐานที่ได้และการปฏิบัติ การสื่อสาร และการทำนายหรือพยากรณ์ การสืบค้นมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการแก้ปัญหา (Problem-solving) เพราะเสนอแนวทางเลือกในการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง นักเรียนจะต้องใช้มโนทัศน์ (Concepts) กระบวนการทางสติปัญญา (Cognitive processes) และทักษะ (Skill) ในการแก้ปัญหา (Foulds et al. 1990)

จากรายงานการสังเคราะห์รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ของครูต้นแบบ (ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542) รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2547) มีรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำนวน 26 รูปแบบ แบ่งเป็นรูปแบบการจัดกระบวนการการเรียนรู้แบบการพัฒนากระบวนการคิดและการจัดการ 11 รูปแบบ รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบใช้ประสบการณ์จริง 11 รูปแบบ รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ 2 รูปแบบ และรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้จากแหล่งวิทยาการ 2 รูปแบบ ซึ่งยังไม่พบรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบค้น

จากสภาพปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมนักเรียนให้พร้อมรับการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ ค.ศ.2000-2009 ดังกล่าวการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์น่าจะนำวิธีการสืบค้น (Investigation Approach) มาใช้ได้ ซึ่งจะสอดคล้องกับแนวทางการประเมินผลนักเรียนนานาชาติและพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่กำหนดคุณภาพของผู้เรียนที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐานในกลุ่มวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นหนึ่งๆ ผู้เรียนจะต้องมีทั้งความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการและจิตวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญตามต้องการ ประกอบกับรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นในประเทศไทยมีน้อย อนึ่งผู้วิจัยเป็นอาจารย์สอนที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสอนที่โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมด้วย มีวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว31201 (กระบวนการวิทยาศาสตร์กับการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา) ในช่วงชั้นที่ 3 จึงเห็นว่าโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมน่าจะเป็นสถานที่ใช้ทดลองการทำวิจัยในเรื่องนี้ได้ ผู้วิจัยคาดว่า การพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นี้ จะทำให้นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม โดยใช้มโนทัศน์ กระบวนการทางสติปัญญา และทักษะแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และจิตวิทยาศาสตร์ ในการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 การสืบค้นแบบปิด รูปแบบที่ 2 การสืบค้นแบบเปิดและแบบกึ่งปิด และ รูปแบบที่ 3 การสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิดและแบบเปิด

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะการแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนโดยตรงและสามารถนำวิธีการนี้ไปแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ อันจะเป็นการพัฒนาให้นักเรียนไปสู่การเป็นนักวิทยาศาสตร์และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมจำนวน 135 คน ประจำปีการศึกษา 2550 แบ่งเป็น กลุ่มทดลองจำนวน 3 กลุ่มๆละ 45 คน มีรายละเอียดการจัดกระทำกับกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. การจัดกระทำกับกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

1.1 กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 1 คือ การสืบค้นแบบปิด

1.2 กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 2 คือ การสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด ตามลำดับ

1.3 กลุ่มทดลองที่ 3 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 3 คือ การสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิดและแบบเปิด ตามลำดับ

2. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (ว 31201 : กระบวนการวิทยาศาสตร์กับการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา) สารการเรียนรู้พื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 มาตรฐาน 8.1

3. ระยะเวลาที่ใช้ทดลอง 14 ชั่วโมง เวลาเรียน 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ โดยทดลองจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ

รูปแบบของวิธีการสืบค้นในการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 การสืบค้นแบบปิด รูปแบบที่ 2 การสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด และรูปแบบที่ 3 การสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิดและแบบเปิด

2. ตัวแปรตาม

ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนใน 4 ด้าน ต่อไปนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และ จิตวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบค้น หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และจิตวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสืบค้นซึ่งมี 5 ขั้นตอนดังนี้

1.1 การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน หมายถึง การวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียนสำหรับการสืบค้น เช่น การใช้เครื่องมือ การวัด หน่วยการวัด การกำหนดตัวแปร การวางแผนการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การเขียนกราฟ การแปลข้อมูลและการสรุปผล

1.2 การพัฒนากิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้องพัฒนา หมายถึง การทำความเข้าใจและพัฒนาทักษะที่นักเรียนขาดหายไปซึ่งเป็นทักษะที่ต้องใช้ในการสืบค้น บางทักษะอาจใช้คำถามที่ช่วยชี้นำทาง เช่น ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

1.3 การใช้คำถามที่ช่วยชี้นำทาง (enabling question) หมายถึง การนำข้อคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดตามหรือเป็นคำถามนำทางเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถปฏิบัติและคิดอย่างเป็นระบบ

1.4 วิธีการสืบค้น หมายถึง วิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการทดลองที่มีการออกแบบการทดลอง การวัดและการจัดกระทำข้อมูลเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา ในการดำเนินการสืบค้นนี้จะดำเนินการสืบค้นตามขั้นตอนการสืบค้นที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น 10 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การระบุตัวแปร 4) การทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ 5) การวางแผนและออกแบบการทดลอง 6) ทำการสืบค้น 7) การบันทึกผล(ตารางและกราฟ) 8) การแปลความหมายและลงข้อสรุป 9) การประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น และ 10) การสื่อสารผลที่ได้ ซึ่งแบ่งวิธีการสืบค้นเป็น 3 วิธี คือ

1.4.1 การสืบค้นแบบปิด หมายถึง การแก้ปัญหาที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้นักเรียนทำการสืบค้นโดยครูกำหนดขั้นตอนการสืบค้นให้ 7 ขั้นตอนแรก ขั้นตอนที่ 8 - 10 ใช้คำถามชี้นำ

1.4.2 การสืบค้นแบบกึ่งปิดและใช้คำถามที่ช่วยชี้นำทาง หมายถึงการแก้ปัญหาที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้ในขั้นตอนที่ 1 ส่วนขั้นตอนที่ 2 - 10 นักเรียนทำการสืบค้นด้วยตนเองโดยการใช้คำถามที่ช่วยชี้นำทาง

1.4.3 การสืบค้นแบบเปิด หมายถึง การแก้ปัญหาที่ครูกำหนดให้ในขั้นตอนที่ 1 ส่วนขั้นตอนที่ 2 - 10 นักเรียนทำการสืบค้นด้วยตนเองทั้งหมด

1.5 การเกิดทักษะที่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์ หมายถึง นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการแล้ว สามารถนำทักษะที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญห่อื่นๆได้ด้วยตัวนักเรียนเอง

2. รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบค้น หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้น แบ่งเป็น 3 รูปแบบคือ

2.1 รูปแบบที่ 1 หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว

2.2 รูปแบบที่ 2 หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิดซึ่งใช้คำถามที่ช่วยชี้นำทาง ตามลำดับ

2.3 รูปแบบที่ 3 หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิดซึ่งใช้คำถามที่ช่วยชี้นำทาง และวิธีการสืบค้นแบบเปิดตามลำดับ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ในด้านความรู้ความเข้าใจ (Klopper. 1971) ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำพวก ประเภท และเกณฑ์ต่างๆ ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและผังมโนทัศน์ การระบุถึงความรู้ที่อยู่ในรูปแบบใหม่ๆ การแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นสัญลักษณ์อื่น

ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์วัดได้จากแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำและด้านความเข้าใจใช้ข้อสอบแบบปรนัย

4. ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบของปัญหาด้วยวิธีการสืบค้นตามขั้นตอนดังนี้

4.1 การทำความเข้าใจกับปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ว่า ปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไร

4.2 การวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากขั้นทำความเข้าใจปัญหา ประกอบกับข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับปัญหานั้น โดยการตั้งสมมติฐาน การกำหนดวิธีการทดลองและแนวทางประเมินผล

4.3 การลงมือแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการลงมือแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้

4.4 การประเมินผลการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการประเมินได้ว่าผลที่ได้ถูกต้องหรือบรรลุผลหรือไม่ หากไม่บรรลุผลต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาใหม่

4.5 การนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น หมายถึง ความสามารถในการระบุได้ว่าวิธีการในการแก้ปัญหานั้นๆ สามารถนำไปใช้กับปัญหาอื่นใดได้บ้าง

ความสามารถในการแก้ปัญหาวัดได้จากชิ้นงานนักเรียนซึ่งเป็นผลการแก้ปัญหาที่ได้จากสถานการณ์ที่นักเรียนทำการสืบค้นแบบเปิดครั้งที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยให้คะแนนตามเกณฑ์ rubric

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึง ความสามารถในการสืบค้นหาความรู้ผ่านการปฏิบัติ การฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ประกอบด้วย

5.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

5.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

5.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ในสมมติฐาน รวมทั้งความสามารถในการควบคุมและการเปลี่ยนค่าตัวแปร

5.4 ทักษะการปฏิบัติการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองและการบันทึกผลการทดลองรูปแบบต่างๆ

5.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วัดได้จากชิ้นงานนักเรียนที่เกิดจากผลของการสืบค้นแบบเปิดครั้งที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยอาศัยหลักการให้คะแนนด้วยเกณฑ์รูปรีด

6. จิตวิทยาาสตร์ หมายถึง ลักษณะต่างๆที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้การสืบค้นได้แก่

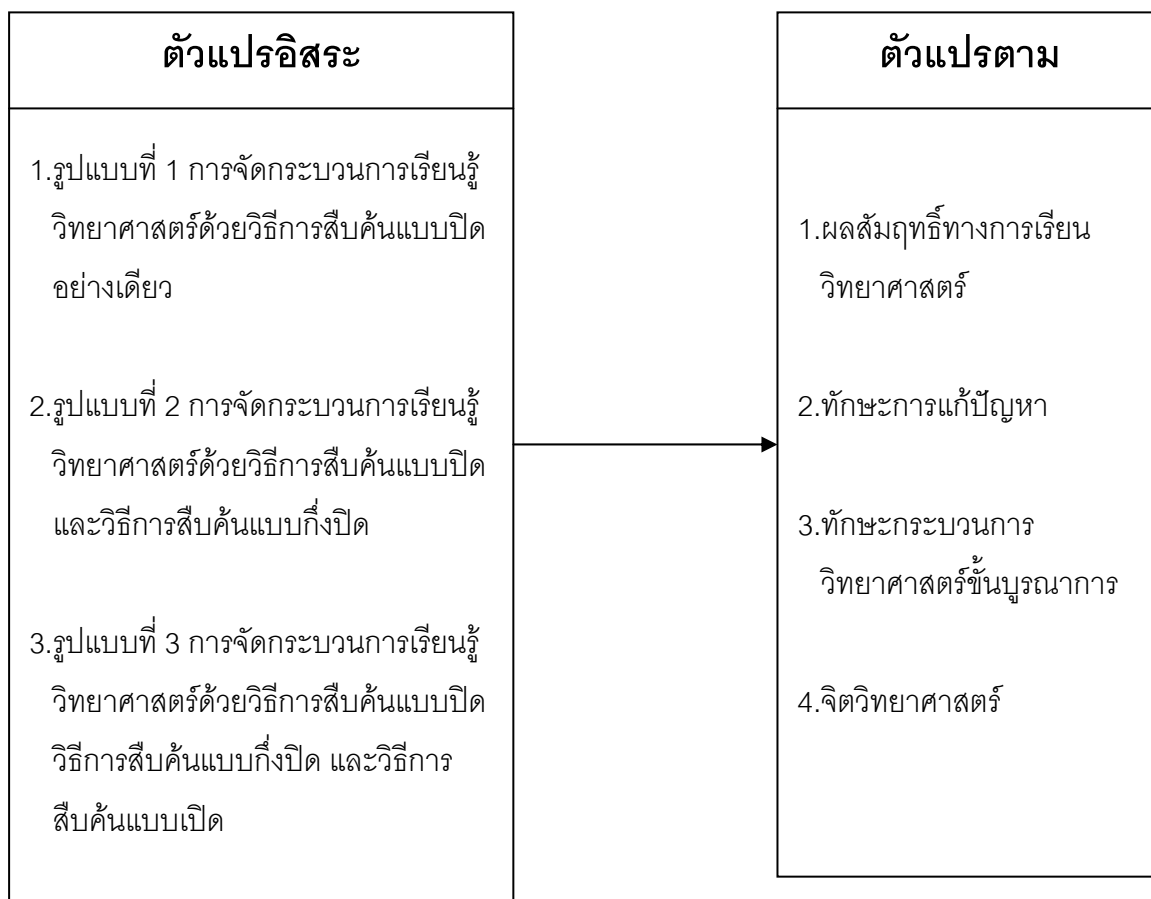
6.1 ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือพอใจอยากแสวงหา มีแนวโน้มที่จะเข้าร่วมหรือทำกิจกรรมต่างๆเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และมองเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์

6.2 ความซื่อสัตย์ หมายถึง การแสดงออกของพฤติกรรมในลักษณะที่ประพฤติปฏิบัติอย่างตรงไปตรงมาตามสภาพความเป็นจริง ไม่ทุจริตหลอกลวง ไม่คดโกง ไม่ผันแปรตามความต้องการของตนหรือของผู้อื่น

6.3 ความอดทน มุ่งมั่น หมายถึง คุณลักษณะอย่างหนึ่งของบุคคลที่แสดงออกในลักษณะของความสามารถทางร่างกาย ความคิด และจิตใจที่จะปฏิบัติกิจกรรมต่างๆให้สำเร็จได้ โดยไม่คำนึงถึงอุปสรรคใดๆ มีความรับผิดชอบ และจะสามารถบังคับตนเองเมื่อเกิดความเหนื่อยอ่อนและเกียจคร้านได้

6.4 การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นหรือมีเหตุผลที่เพียงพอ หมายถึง ลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการไม่ยึดถือความคิดเห็นของตนเองเป็นใหญ่ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่ต่างจากของตนว่ามีความสำคัญเท่าเทียมกัน สามารถรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งและเต็มใจที่จะทบทวนหรือเปลี่ยนแปลงความคิดเห็น

ผลการเรียนรู้ด้านจิตวิทยาาสตร์วัดได้จากการปรับปรุงแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ของ จุลพงษ์ กลิ่นหอม. (2549: 95-100)



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด หลักการเชิงทฤษฎีจากเอกสารต่างๆตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอสาระเป็นลำดับดังต่อไปนี้

1. การสืบค้น
 - ความหมาย
 - ชนิดของการสืบค้น
 - ขั้นตอนการสืบค้น
 - คำถามเพื่อช่วยชี้นำทาง
 - แนวทางการจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยการสืบค้น
 - การประเมินตนเองและความสามารถในการสืบค้น
2. ทฤษฎีการเรียนรู้
3. กระบวนการเรียนรู้
4. การพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. การแก้ปัญหา
7. จิตวิทยาศาสตร์
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ
9. กรอบความคิดการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

1. การสืบค้น (Investigations)

1.1 คำแปล ได้มีผู้แปลคำว่า Investigation ไว้หลากหลายดังนี้

คณะกรรมการบัญญัติศัพท์ของราชบัณฑิตยสถานและกระทรวงทบวงกรม(ม.ป.ป.)ได้ให้ความหมายในศัพท์บัญญัติ คำว่า Investigation หมายถึง การสืบสวน ซึ่งการสืบสวนนี้จะใช้ในการแพทย์และสถิติ

กรมวิชาการ : 2544(201) ได้ให้คำแปลในศัพท์บัญญัติการศึกษา ว่า การสืบค้น หรือการสืบสวน

เจียรชัย เขียมวรเมธ : 2547(635) ได้แปลในพจนานุกรมไทยฉบับ 80,000 คำ ว่า การสำรวจ การสำรวจศึกษาและการสำรวจค้นคว้า

ศูนย์การแปลและล่ามเฉลิมพระเกียรติคณะอักษรศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย :2547(481) ได้แปลในพจนานุกรมออกซฟอร์ด-ริเวอร์ บู้คส์ อังกฤษ-ไทยว่า การสืบสวน การสอบสวน และให้คำแปล a scientific investigation ว่าการสำรวจค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2547 : 141) ได้ให้คำแปลในการอบรมครูมัธยมศึกษาในประเทศไทยตามโครงการ Developing teaching techniques and learning processes in science workshop ว่า การสืบค้น

ศิริพร มโนพิเชฐวัฒนา (2547 : 94) ได้ให้คำแปลว่าเป็นกิจกรรมการสืบสอบ

วินเดล (Windale. 2004 : 173) ได้กล่าวว่าการสืบค้นเป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องระบุตัวแปร คัดเลือกตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ตั้งสมมติฐาน ผลของตัวแปรต้น(อิสระ) ที่มีต่อตัวแปรตาม และสามารถวางแผนทำการทดลองทดสอบสมมติฐานสืบค้น นักเรียนสามารถเปลี่ยนตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระในเชิงปริมาณ(วัดได้) สามารถควบคุมตัวแปรอื่นๆ และวัดผลตัวแปรตามอย่างแม่นยำถูกต้อง

ก๊อตและคณะ (Gott et al. 1988) ไม่ได้ให้ความหมายของ การสืบค้นโดยตรง แต่จัดรวมการสืบค้นเป็นประเภทหนึ่งของการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Practical science) ดังรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 ชนิดของการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

ชนิดของการฝึกปฏิบัติ	จุดมุ่งหมาย
1. ทักษะ (Skill)	เพื่อการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติ
2. การสังเกต (Observation)	ให้นักเรียนมีโอกาสใช้แนวคิดกรอบการทำงานในส่วนเกี่ยวข้องกับวัตถุและเหตุการณ์จริงทำให้เกิดความคิดทางวิทยาศาสตร์
3. การสืบเสาะ (Enquiry)	เพื่อการค้นพบหรือได้เรียนรู้ มโนทัศน์ กฎ หรือหลักการ
4. การอธิบายด้วยภาพประกอบ (Illustration)	เพื่อพิสูจน์ความจริง หรือมโนทัศน์พิเศษ กฎหรือหลักการ
5. การสืบค้น (Investigation)	เพื่อให้โอกาสนักเรียนใช้มโนทัศน์ กระบวนการทางสติปัญญา และทักษะแก้ปัญหา

จากตารางอาจอธิบายขยายความได้ดังนี้

การฝึกทักษะปฏิบัติ (Skills Practicals) จะรวมไปถึงการจัดเอกสาร ฝึกการอ่าน การใช้เครื่องมือ ฝึกทักษะต่างๆเช่นให้นักเรียนได้ศึกษาการสร้างกราฟเส้น กราฟแท่ง วิธีการแบบนี้ทำให้นักเรียนเกิดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

การสังเกต (Observation) การสังเกตทางวิทยาศาสตร์ได้มีคำอธิบายว่าเป็นการหวังว่าจากสิ่งที่สังเกตจะนำไปประยุกต์ใช้กับความรู้ในทศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific conceptual knowledge) เกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคำถามหรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะ (Enquiry) คือ การฝึกปฏิบัติที่ให้นักเรียนได้ค้นพบมโนทัศน์ด้วยตนเอง วิธีการทดลองจะต้องจัดทำอย่างระมัดระวังเพื่อให้นักเรียนทั้งหมดสามารถเรียนรู้มโนทัศน์และได้บรรลุวัตถุประสงค์

การอธิบายด้วยภาพประกอบ (Illustration) คือการอธิบายการปฏิบัติการด้วยการแสดงให้เห็นหรือด้วยภาพประกอบ มีจุดประสงค์เพื่อสาธิตให้เกิดความเข้าใจมโนทัศน์ กฎ และหลักการ ซึ่งครูได้เคยสอนไว้ก่อนหน้านี้แล้ว เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เห็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นจริงและสัมพันธ์กับทฤษฎีโดยใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด วิธีการนี้ครูอาจจะสาธิตเองหรือเป็นงานที่ครูบอกแนวทางการทดลองให้ มีคู่มือการปฏิบัติ รายละเอียดของการปฏิบัติให้นักเรียนทำตาม จุดประสงค์วิธีการนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น

การสืบค้น (Investigation) เป็นทางเลือกโดยทั่วไปของการแก้ปัญหาเนื่องจากในงานที่อธิบายด้วยภาพหรือการสืบเสาะจะมีการควบคุมการออกแบบการทดลอง ซึ่งกิจกรรมของการสืบค้นจะเน้นให้นักเรียนได้มีการออกแบบการทดลอง การวัด และการจัดกระทำข้อมูล จุดประสงค์หลักของการสืบค้นเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ ,กระบวนการทางสติปัญญา และทักษะในการแก้ปัญหา

สำหรับ ก๊อตและดักแกน (Gott and Duggan. 1995) กล่าวว่าวิธีการสืบค้นจะมีการแก้ปัญหาซึ่งเป็นวิธีแก้ปัญหาที่ไม่เหมือนที่ใช้นกันโดยทั่วไปตามปกติ แต่จะต้องมีความเข้าใจมโนทัศน์และวิธีการ (Conceptual and procedural understanding) และอธิบายว่าความเข้าใจมโนทัศน์ (Conceptual understanding) หมายถึง ความจริง กฎ และหลักการในทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจวิธีการ (Procedural understanding) ซึ่งสัมพันธ์หรือนำไปสู่"ความเข้าใจหลักฐานหรือมีมโนทัศน์ของหลักฐาน (Concepts of evidence)" จะเกี่ยวข้องกับการออกแบบ การวัด การจัดกระทำข้อมูลและการประเมินผลในงานสืบค้น

จากความหมายที่ได้รวบรวมมาผู้วิจัยขอใช้คำ Investigation ว่าการสืบค้น ซึ่งสรุปว่าเป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะต้อง ค้นหาปัญหา ตั้งสมมติฐาน ระบุตัวแปร ออกแบบการทดลอง มีการวัด การจัดกระทำข้อมูล การสรุปและประเมินผลได้

1.2 ชนิดของการสืบค้น

วิธีการสืบค้นส่วนใหญ่มีการพัฒนาในประเทศอังกฤษในรูปของหน่วยงานหรือโครงการ ดังนั้นชนิดของการสืบค้นจึงมีการแบ่งกันตามแนวคิดของแต่ละหน่วยงานดังนี้

1.2.1 โครงการให้นักเรียนทำโครงการ(ปลายเปิด)ด้วยตนเองอย่างอิสระ (The Open-ended work in Science Project : OPENS)

จากงานวิจัยของไซมอนและโจนส์ (Simon and Jones. 1992) ที่ให้นักเรียนทำโครงการ (ปลายเปิด) ด้วยตนเองอย่างอิสระเสนอแนะงานที่นักเรียนทำเป็น 3 ระดับ โดยพิจารณาจากกิจกรรมในการทำงาน การกำหนดปัญหา (defining the problem) การเลือกวิธีการ และการแก้ปัญหา ดังตาราง 2

ตาราง 2 การแบ่งกิจกรรมการทำงานโดย OPENS

งานที่	กำหนดปัญหา	เลือกวิธีการ	การแก้ปัญหา
1	ครูกำหนด	ครูกำหนด	ครูกำหนด
2	ครูกำหนด	นักเรียนคิดเอง	นักเรียนคิดเอง
3	นักเรียนคิดเอง	นักเรียนคิดเอง	นักเรียนคิดเอง

งานที่ 1 ครูกำหนดให้ทั้งหมดเหมือนกับการสืบเสาะ-ฐานการปฏิบัติ (enquiry-based practical)

งานที่ 2 เป็นการสืบค้นที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้ และให้นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาเอง

งานที่ 3 เป็นการสืบค้นโดยนักเรียนเองทั้งหมด ตั้งแต่คิดกำหนดหาปัญหาเอง เลือกวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

1.2.2 การประเมินการฝึกปฏิบัติในวิทยาศาสตร์ (The Assessment of Practical Work in Science : APWIS)

จากงานวิจัยการพัฒนาทักษะการสืบค้นด้วยการปรับและเพิ่มเติมตัวแปรให้นักเรียนของฟาวด์ และ ก๊อต (Fould and Gott. 1988) ได้พัฒนางานในการสืบค้นโดยคำนึงถึงตัวแปรเป็นหลักโดยที่ระดับของงานขึ้นกับระดับความเข้าใจของนักเรียนและความยากของงาน ดังนี้

1. คำถามที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร 1 ตัวแปร (A single categoric variable)

2. คำถามที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่มีความต่อเนื่องกัน 1 ตัวแปร (A single continuous variable) ใช้คำถามที่นักเรียนอธิบายตัวแปรอิสระที่มีลำดับชั้น (Categoric) เช่นอุณหภูมิ อาจจะบอกในรูปของความร้อน อุ่น และเย็น

3. คำถามที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว (More than one independent variable) ตัวอย่างเช่นตัวแปรทางชีวภาพที่ใช้ในการทดลองและมีตัวแปรอิสระตัวหนึ่งที่ใช้ควบคุมหรือเป็นมาตรฐาน

4. คำถามที่ต้องการใช้เทคนิคแก้ปัญหาเพื่อการสร้าง (Constructional activities) เช่น ให้นักเรียนคิดหรือสร้างถึงที่มีฉนวนกันความร้อน (กันน้ำร้อน)

1.2.3 คณะกรรมการหลักสูตรแห่งชาติ (The National Curriculum Council : NCC)

NCC ร่วมกับ Department of Education and Science : DES (Foulds et al. 1992) ได้อธิบายการสืบค้นตาม APU (The Assessment of Performance Unit) โดยแบ่งชนิดของตัวแปรอิสระออกเป็น 4 ชนิด ดังตาราง 3

ตาราง 3 ชนิดของการสืบค้นโดย NCC และ DES เกี่ยวกับลักษณะของตัวแปร

ชนิดที่	ตัวแปรอิสระ 1	ตัวแปรอิสระ 2	ตัวแปรอิสระ 3
1	ลำดับชั้น	-	ต่อเนื่อง
2	ต่อเนื่อง	-	ต่อเนื่อง
3	ลำดับชั้น	ลำดับชั้น	ต่อเนื่อง
4	ต่อเนื่อง	ต่อเนื่อง	ต่อเนื่อง

NCC และ DES ระบุชนิดของการสืบค้นชนิดที่ 1 และ 2 เหมือนกับของ APWIS แต่การออกแบบรวม ตัวแปรมากกว่าในชนิดที่ 3 และชนิดที่ 4 เป็นตัวแปรที่ไม่ต่อเนื่องกัน

1.2.4 วินเดล (Windale. 2004) ได้ฝึกอบรมครูมัธยมศึกษาในประเทศไทยตามโครงการ Developing teaching techniques and learning processes in science workshop และได้แบ่งการสืบค้นเป็น 2 ชนิด กล่าวคือ

1. การสืบค้นแบบเปิด (Opened Investigation) เป็นรูปแบบที่นักเรียนกำหนดตัวแปร การวางแผนและออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผล และการประเมินผลการสืบค้นด้วยตนเอง

2. การสืบค้นแบบปิด (Closed Investigation) เป็นรูปแบบที่ครูช่วยแนะนำการกำหนดตัวแปร การวางแผนและออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล การลงข้อสรุป และการประเมินผลการสืบค้น

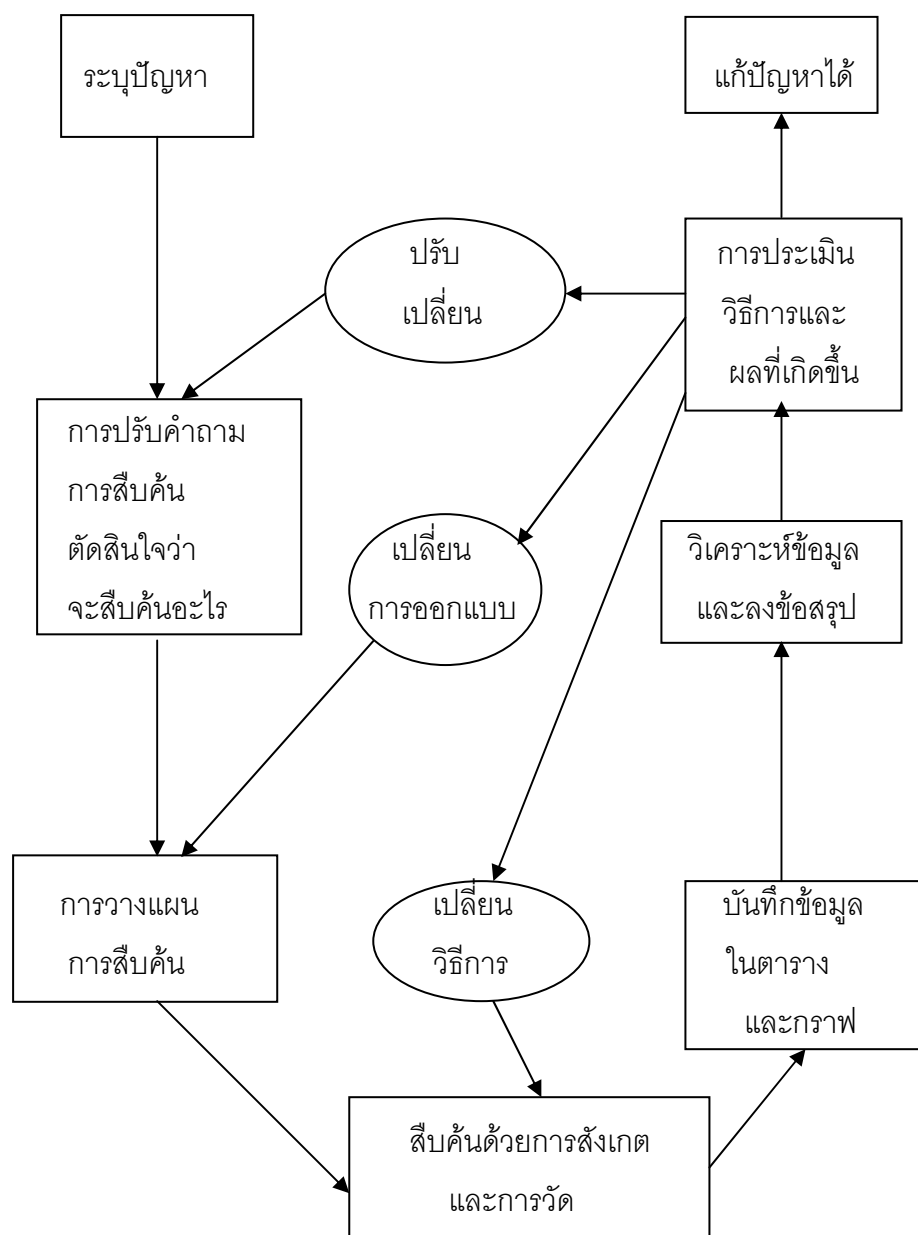
จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสืบค้น ซึ่งเป็นวิธีการสอนวิทยาศาสตร์วิธีหนึ่งที่ใช้ในประเทศอังกฤษที่มีการพัฒนาจากหน่วยงานต่างๆของอังกฤษให้เหมาะสมและมีการนำไปใช้สอนในประเทศต่างๆหลายประเทศและใช้ชื่อแตกต่างกันไป สำหรับประเทศไทยนั้นได้มีการฝึกอบรมให้ครูบ้างแล้ว แต่ครูยังไม่ได้นำวิธีการนี้มาใช้สอนอย่างจริงจัง และที่นำมาใช้จะมีลักษณะของการสืบค้นแบบปิดในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงคิดที่จะนำการสืบค้นมาทำการวิจัยเพื่อหาขั้นตอนการสืบค้นที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ทั้งนี้เพราะการสืบค้นเป็นวิธีการที่สามารถช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีวิธีการหนึ่ง ซึ่งกิจกรรมจะเน้นที่การออกแบบการทดลอง การวัด การจัดทำข้อมูลและการประเมินผล การสืบค้นแบ่งออกเป็นหลายชนิดตามหน่วยงานหรือนักการศึกษาเป็นผู้แบ่ง แต่ผู้วิจัยเลือกเอาการแบ่งโดยวินเดล. 2547 ซึ่งเป็นผู้อบรมครูมัธยมศึกษาในประเทศไทยตามโครงการ Developing teaching techniques and learning processes in science workshop ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ การสืบค้นแบบปิด และการสืบค้นแบบเปิด มาใช้ในการวิจัย

1.3 ขั้นตอนการสืบค้น

1.3.1 ก๊อตและเมอร์ฟี (Gott and Murphy. 1987) ได้พัฒนาแบบจำลองการแก้ปัญหาเพื่อช่วยให้มีรายละเอียดอธิบายแนวทางการสืบค้นให้กับนักเรียน ได้ระบุขั้นตอนของการสืบค้น คือ

1. ระบุปัญหา
2. ปรับคำถามการสืบค้น และตัดสินใจว่าจะสืบค้นอะไร
3. การวางแผนการสืบค้น
4. แก้ปัญห ด้วยการสืบค้นและการวัด
5. บันทึกข้อมูลในตารางและกราฟ
6. วิเคราะห์ข้อมูลและลงข้อสรุป
7. การประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น
8. แก้ปัญหาได้

ก๊อตและเมอร์ฟียังได้พัฒนาแบบจำลองไว้ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แบบจำลองกิจกรรมการแก้ปัญหาของก๊อตและเมอร์ฟี
(Gott and Murphy. 1987) APU

1.3.2 ชิน (Chin.2003 : 36) ได้ระบุขั้นตอนและจุดมุ่งหมายของแต่ละขั้นตอนของการสืบค้นดังตาราง 4

ตาราง 4 ขั้นตอนและจุดหมายแบบจำลองการสืบค้นของชิน

ขั้นตอน	จุดหมาย
1. ก่อนการสืบค้น	กำหนดปัญหา ความรู้เดิม ทำนายผล
2. การวางแผนและออกแบบ	วางแผน ออกแบบวิธีการทดลอง
3. ทำการสืบค้น	ลงมือปฏิบัติการทดลอง
4. วิเคราะห์ , การอธิบายผล และการนำเสนอผล	ผลการทดลอง
5. หลังจากการสืบค้น	สะท้อนผลกลับ

1.3.3 สำหรับ วินเดล (Windale. 2004: 143) มีขั้นตอนการสืบค้น คือ

1. การตั้งสมมติฐาน
2. วางแผน ออกแบบและทำการสืบค้น
3. การบันทึกผลและแปลความหมาย
4. การประเมิน
5. การสรุปอ้างอิง
6. การสื่อสารผลที่ได้

จากการศึกษาความหมายและขั้นตอนการสืบค้นดังกล่าวนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์พบว่าโดยทั่วไปของวิธีการสืบค้น คือการแก้ปัญหาที่มีการวางแผน ออกแบบการสืบค้น ลงมือทำการสืบค้น บันทึกข้อมูลวิเคราะห์และสรุปผล ทั้งนี้ขั้นตอนของแต่ละคนที่อ้างมาต่างกัน ดังตาราง 5

ตาราง 5 ข้อแตกต่างของขั้นตอนการสืบค้นของ ก๊อตและเมอร์ฟี ชิน และวินเดล

แบบจำลองของก๊อตและเมอร์ฟี	แบบจำลองของชิน	กระบวนการสืบค้นของวินเดล
มีการระบุปัญหา การใช้คำถาม การวัด การบันทึกข้อมูลในตาราง กราฟและการประเมินวิธีการ	ก่อนสืบค้นมีการใช้ ความรู้เดิม มีการ ทำนายผล	การตั้งสมมติฐาน มีการ ประเมิน การสรุปอ้างอิงและ การสื่อสารผลที่ได้

ผู้วิจัยได้ปรับขั้นตอนของวิธีการสืบค้นและนำมาใช้ในการวิจัยได้ ดังตาราง 6

ตาราง 6 ขั้นตอนวิธีการสืบค้นของผู้วิจัยที่ปรับจากขั้นตอนการสืบค้นของก๊อตและเมอร์ฟี
ชิน และวินเดล

ขั้นตอนการสืบค้นของ ก๊อตและเมอร์ฟี	ขั้นตอนการสืบค้นของ ชิน	ขั้นตอนการสืบค้นของ วินเดล	ขั้นตอนการสืบค้นที่ ใช้ในการวิจัย
มีขั้นตอนดังนี้	มีขั้นตอนดังนี้	มีขั้นตอนดังนี้	มีขั้นตอนดังนี้
1.ระบุปัญหา	1.ก่อนการสืบค้น	1.การตั้งสมมติฐาน	1.ระบุปัญหา
2.ปรับคำถามการ สืบค้นและตัดสินใจ จะค้นหาอะไร	2.การวางแผนและ ออกแบบ	2.วางแผน ออกแบบ และทำการสืบค้น	2.ตั้งสมมติฐาน
3.การวางแผนการ สืบค้น	3.ผลการสืบค้น	3.การบันทึกผลและ แปลความหมาย	3.ระบุตัวแปร
4.แก้ปัญหาด้วยการ สืบค้นและการวัด	4.วิเคราะห์ การ อธิบายผล	4.การประเมิน	4.ทำความเข้าใจกับ ศัพท์เฉพาะ
5.บันทึกข้อมูลใน ตารางและกราฟ	และการนำเสนอผล	5.การสรุปอ้างอิง	5.วางแผนและ ออกแบบการทดลอง
6.วิเคราะห์ข้อมูลและ ลงข้อสรุป	5.หลังจากการสืบค้น	6.การสื่อสารผลที่ได้	6.ทำการสืบค้น
7.การประเมินวิธีการ และผลที่เกิดขึ้น			7.บันทึกผล(ตาราง และกราฟ)
8.แก้ปัญหาได้			8.แปลความหมาย และลงข้อสรุป
			9.ประเมินวิธีการ และผลที่เกิดขึ้น
			10.สื่อสารผลที่ได้

ขั้นตอนการสืบค้นที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยได้จากตาราง 6 แบ่งลำดับการสืบค้นที่เหมาะสม
สำหรับนักเรียนออกเป็น 10 ขั้นตอน สามารถอธิบายจุดมุ่งหมายของแต่ละขั้นตอนได้ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ขั้นตอนวิธีการสืบค้นที่ใช้ในการวิจัยและจุดมุ่งหมายของแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอน	จุดมุ่งหมาย
1.ระบุปัญหา	ทำความเข้าใจปัญหา
2.ตั้งสมมติฐาน	คาดคะเนเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปร
3.ระบุตัวแปร	ให้รู้ตัวแปรอิสระ ตัวแปรตามและ ตัวแปรควบคุม
4.ทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ	ให้เข้าใจมโนทัศน์
5.วางแผนและออกแบบการทดลอง	ได้วิธีการทำการทดลอง
6.ทำการสืบค้น	ทำตามแผนที่วางไว้
7.บันทึกผล(ตารางและกราฟ)	ได้ผลการทดลอง
8.แปลความหมายและลงข้อสรุป	สรุปผลการสืบค้น
9.ประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น	ดูข้อผิดพลาดเพื่อแก้ไข
10.สื่อสารผลที่ได้	เผยแพร่ผลงาน

จากตารางอธิบายขยายความได้ดังนี้

การระบุปัญหาเป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหาให้ชัดเจนว่า ปัญหาที่พบคืออะไร เกี่ยวข้องกับอะไรบ้าง มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

การตั้งสมมติฐานเป็นขั้นที่นักเรียนคาดคะเนคำตอบจากปัญหา ด้วยการนำความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามมาเขียนเพื่อทำนายผลของการแก้ปัญหา

การระบุตัวแปรเป็นขั้นที่นักเรียนได้รู้ความสัมพันธ์ของตัวแปรได้แก่ตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

การทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะเป็นขั้นที่นักเรียนทำความเข้าใจกับมโนทัศน์ของคำศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร เพื่อที่จะได้เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมในการวัด หน่วยของการวัด กำหนดขอบเขตของการวัดและวัดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้อย่างถูกต้อง

การวางแผนและออกแบบการทดลองเป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องนำเอาสิ่งที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรต่างๆมากำหนดเพื่อออกแบบการทดลองให้เหมาะสมกับเครื่องมือที่จะใช้ในการวัด ออกแบบการบันทึกข้อมูลในรูปของตาราง

ทำการสืบค้นเป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองตามแผนที่วางไว้ อย่างถูกต้อง
 การบันทึกผล(ตารางและกราฟ)เป็นขั้นที่นักเรียนนำผลที่ได้จากการทดลองบันทึกใน
 รูปแบบตารางความสัมพันธ์ของตัวแปรและสามารถนำเสนอในรูปของกราฟได้อย่างเหมาะสม
 การแปลความหมายและลงข้อสรุปเป็นขั้นที่นักเรียนนำผลจากกราฟที่ได้มาแปลผลการ
 ทดลองและลงข้อสรุปว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่
 การประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้นเป็นขั้นที่นักเรียนดูว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่ เพื่อ
 จะได้แก้ไขวิธีการทดลองให้ถูกต้อง ดูความเชื่อมั่นและความถูกต้องของผลที่เกิดขึ้น
 การสื่อสารผลที่ได้เป็นขั้นที่นักเรียนนำผลการแก้ปัญหาด้วยการสืบค้นไปเผยแพร่

1.4 คำถามเพื่อช่วยชี้นำทาง (Enabling Questions) (Windale. 2547:146)

คำถามเพื่อชี้นำทางเป็นการถามคำถามสำคัญๆ ในช่วงต้นของการสืบค้น ระหว่างการทำ
 การทดลองสืบค้น เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดตลอดกระบวนการสืบค้นนั้นๆ ในกรณีที่นักเรียนยัง
 ไม่คุ้นเคยกับวิธีการสืบค้นหรือเพื่อฝึกให้นักเรียนได้คิด ดังตัวอย่าง

กำลังจะสืบค้นเรื่องอะไร(เพื่อช่วยให้นักเรียนค้นพบปัญหา)
 สามารถเปลี่ยนแปลงอะไรบ้างในเรื่องที่จะสืบค้น(เพื่อให้นักเรียนคิดถึงตัวแปรต่างๆ)
 จะเลือกทำการเปลี่ยนแปลงอะไร(เพื่อให้นักเรียนคิดถึงตัวแปรอิสระ)
 คิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสิ่งนั้น(เพื่อให้นักเรียนคิดถึงตัวแปรตาม)
 อะไรบ้างที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันทุกครั้ง(เพื่อให้นักเรียนคิดถึงตัวแปรควบคุม)

1.5 การสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยการสืบค้น

ครูควรช่วยเหลือและสนับสนุนนักเรียนตลอดการสืบค้นดังนี้ (Windale. 2004:146)

1. ใช้ภาษาที่เหมาะสม เมื่อเริ่มให้นักเรียนใช้วิธีการสืบค้นและพัฒนาทักษะ ควรให้
 นักเรียนค่อยๆ เรียนรู้คำ เช่น สมมติฐาน ตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม การวัด เป็นต้น ใช้
 ภาษาง่ายๆ ที่ทำให้นักเรียนเข้าใจ เช่น นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น? จะมีอะไรที่เปลี่ยนแปลง? เราจะ
 วัดค่าอะไร? จะวัดอย่างไร? จะใช้อะไรวัด? เป็นต้น

2. สนับสนุนให้นักเรียนรายงานปากเปล่าและถามคำถามซึ่งกันและกันในเรื่องการสืบค้น
 จะช่วยให้นักเรียนเน้นทักษะสำคัญๆ

3. ถามคำถามสำคัญๆนักเรียนในช่วงต้นของการสืบค้น ระหว่างทำการทดลองสืบค้น
 จะช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดตลอดการสืบค้นนั้นๆ เช่นใช้คำถามเพื่อช่วยชี้นำทาง (Enabling
 Questions)

4. ใช้ใบวางแผน (Activity Sheets) การสืบค้นเพื่อช่วยนักเรียนได้บรรลุเป้าหมายในการ
 สืบค้น

1.6 แนวทางการจัดกระบวนการสอนด้วยการสืบค้นของครู

ในการจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้น ครูจะต้องพิจารณาตอบคำถาม และดำเนินการในหัวข้อต่างๆ ดังนี้ (Windale. 2004)

1. จะใช้การสืบค้นเรื่องอะไร
2. เรื่องนั้นมีตัวแปรอะไรบ้าง
3. ตัวแปรที่ศึกษาวัดได้หรือไม่ เปลี่ยนแปลงอย่างไร
4. การจะเลือกชนิดการสืบค้นแบบใดขึ้นอยู่กับลักษณะของเรื่องที่กำหนด และ

ความสามารถของนักเรียน

5. กำหนดว่าควรจะให้ให้นักเรียนเริ่มลงมือ สืบค้น ในช่วงไหน
6. เตรียม ใบวางแผน
7. เตรียมอุปกรณ์และจัดให้นักเรียนสามารถหยิบใช้ได้ง่าย
8. สร้างหรือกระตุ้นความสนใจด้วยการแสดงตัวอย่างของสถานการณ์ในเรื่องที่จะทำการ

สืบค้น

9. นำนักเรียนเข้าสู่กระบวนการสืบค้น อาจจะใช้การให้นักเรียนในห้องเรียนระดมพลังสมองเพื่อให้ได้ตัวแปร หรือกำหนดสมมติฐานให้นักเรียนเพื่อทดลอง

10. แนะนำการใช้ ใบวางแผน
11. สาธิตการใช้เครื่องมือหากเป็นเครื่องมือใหม่ หรือที่ซับซ้อนยุ่งยากและบอกข้อควร

ระวัง เพื่อความปลอดภัยในการทำทดลอง

12. เน้นให้นักเรียนนำแผนการทดลองให้ครูตรวจสอบความถูกต้องก่อนทดลอง
13. นักเรียนออกแบบการทดลอง ครูตรวจสอบความถูกต้อง
14. เมื่อนักเรียนลงมือปฏิบัติ ครูดูแล ช่วยเหลือ ตรวจสอบความปลอดภัยของการ

ทำงาน และคอยอำนวยความสะดวก

15. ให้นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง
16. ครูซักถาม เกี่ยวกับการสืบค้นของนักเรียน ถามถึงความน่าเชื่อถือของผลการ

ทดลอง และสิ่งหรือผลที่นักเรียนได้ข้อสรุปจากการสืบค้น

17. ให้ทำรายงาน หรือโปสเตอร์ เพื่อสรุปผลของการสืบค้น
18. ให้นักเรียนคิดถึงการสืบค้นต่อไป ที่สามารถทำได้ อาจจะด้วยการเสนอแนะตัวแปร

อื่นๆเพิ่มเติม

1.7 การประเมินตนเองและความสามารถในการสืบค้น (Windale. 2004)

ความสามารถในการสืบค้นจะประเมินได้โดยการใช้เกณฑ์อ้างอิง นักเรียนส่วนมากมีความสามารถที่จะรับบทบาทสำคัญในการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวเป็นสิ่งที่เขียนด้วยการใช้ภาษาของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย การมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองทำให้นักเรียนเข้าใจจุดประสงค์ของการเรียนรู้มากขึ้นและสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีความก้าวหน้าอย่างไร ซึ่งส่งผลในการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามที่จะไปถึงจุดประสงค์ที่ตั้งไว้และนำไปสู่การเพิ่มการเรียนรู้หรือพฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งเกณฑ์การประเมินมักจะเป็นแบบรูปรีค

จะเห็นได้ว่าในวิธีการสืบค้นนั้นเพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการสืบค้นให้ง่ายขึ้น การใช้คำถามเพื่อช่วยชี้นำทางจะช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดตลอดกระบวนการสืบค้น โดยครูจะคอยช่วยเหลือและสนับสนุนนักเรียนตลอดการสืบค้น และจัดแนวทางการจัดกระบวนการสอนด้วยการสืบค้นที่เหมาะสมจะทำให้นักเรียนสามารถสืบค้นด้วยตนเองได้และ สามารถรู้ว่าตนเองมีความสามารถในการสืบค้นในขั้นใดได้ด้วยวิธีการประเมินตนเอง ผู้วิจัยจึงเลือกวิธีการดังกล่าวมาใช้ในกระบวนการวิจัยด้วย

2. กระบวนการเรียนรู้

2.1 ความหมายการจัดกระบวนการเรียนรู้

กระบวนการ หมายถึงกรรมวิธีในการดำเนินการปฏิบัติงานโดยผ่านขั้นตอนที่เป็นระบบระเบียบมีระบบทำให้การเปลี่ยนแปลงเป็นไปอย่างธรรมชาติเพื่อบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ (ชาณุชัย ยมดิษฐ์. 2548 :65 ; เริงชัย จงพิพัฒน์สุข. 2531 : 18 ; วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2541 : 673 ; Randolph. 2003 : 1305)

การเรียนรู้ หมายถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอันเนื่องมาจากประสบการณ์ที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมหรือการฝึกหัด ซึ่งรวมหมายถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความรู้ด้วย (ปรีชา พร วงศ์อนุตรโรจน์. 2543 : 29 ; กาญจนา คุณารักษ์. 2543 : 168 ; สุรางค์ โค้วตระกูล. 2536 : 135 ; อารี พันธุ์มณี. 2534 : 86 ; Bell-Gredler. 1986 : 1-8)

กระบวนการเรียนรู้ หมายถึงการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน หรือการใช้วิธีการต่างๆ ที่ช่วยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ (ทศนา แหม่มณี. 2545 : 1)

การจัดการ หมายถึงกระบวนการดำเนินงานต่างๆที่จะควบคุมและจัดระบบการทำงานตามองค์ประกอบและขั้นตอน การดำเนินการหรือองค์การให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1)การกำหนดเป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายของ

งาน 2)การวางแผน 3)การปฏิบัติตามแผนงาน 4)การประเมินและปรับปรุงผลงาน (ชาญชัย ยมดิษฐ์. 2548 : 66 ; วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2541 : 536 ; กระทรวงศึกษาธิการ. 2542ข : 8 ; Quirk. 2003 : 999)

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่าการจัดกระบวนการเรียนรู้ หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีระบบ มีการควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามองค์ประกอบและขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามต้องการ

2.2 องค์ประกอบของการจัดกระบวนการเรียนรู้

บุรชัย ศิริมหาสาร. 2540 (อ้างใน กรมวิชาการ. 2544 : 8) ระบุว่ากระบวนการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญหลายประการ ได้แก่ ครู นักเรียน เนื้อหา เป้าหมายของการเรียนการสอน สื่อและอุปกรณ์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งแต่ละองค์ประกอบต่างก็มีบทบาทที่เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน หรืออาจกล่าวได้ว่า การเรียนรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ 4 ทาง ได้แก่ 1)ผู้เรียนกับผู้สอน 2)ผู้เรียนกับผู้เรียน 3)ผู้เรียนกับวัสดุอุปกรณ์ และ 4)ผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม

2.3 การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

เกษมา วรวรรณ ณ อยุธยา. 2539 (อ้างใน กรมวิชาการ. 2544 : 5-7) ได้สังเคราะห์ข้อคิดของบุคคลที่เป็นแกนนำในการปฏิรูปการศึกษาทั้งภายในกระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ผู้นำศาสนา ครู อาจารย์ นักธุรกิจ ผู้นำชุมชน ผู้ปกครอง ตลอดจนสื่อมวลชน เสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของกระบวนการเรียนรู้สู่แนวทางปฏิบัติดังนี้

1. มนุษย์ทุกคนมีศักยภาพในการเรียนรู้ และมีกระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาต่อเนื่องตั้งแต่เกิดจนสิ้นอายุขัย

2. การเรียนรู้ที่พึงประสงค์คือการที่มนุษย์มีพฤติกรรมดังนี้

2.1 มีความสนใจใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีฉันทะในการเรียนรู้ ถือว่า “ชีวิตที่มีความสุข คือชีวิตที่มีการเรียนรู้”

2.2 มียุทธศาสตร์การเรียนรู้อย่างเป็นระบบนับตั้งแต่การรู้จักแสวงหาความรู้ มีเครื่องมือในการเรียนรู้ที่หลากหลายตามความจำเป็นของยุคสมัย รู้จักคิด วิเคราะห์ แยกแยะ ประเมินค่าของข้อมูลที่ได้รับด้วยเหตุและผล รู้จักคิดสร้างสรรค์ สร้างความรู้และแนวทางเลือกใหม่ มีความสามารถและความมุ่งมั่นที่จะแก้ปัญหาให้สำเร็จ

2.3 มีองค์ความรู้ที่เกิดการสะสมความรู้ ความเข้าใจ และความเชื่อมโยงระหว่างศาสตร์ต่างๆ และระหว่างภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิทยาการสากลจนเกิดความรู้รอบรู้และความลุ่มลึกขึ้นตามลำดับ

2.4 มีศีลธรรมที่จะกำกับการประเมินค่า การตัดสินใจ มีความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม และระหว่างมนุษย์ด้วยกัน จนเกิดอิสระภาพและความสงบสุขภายในสังคมและภายในตน

3. การศึกษาจะส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ได้ด้วยการจัดการเรียนการสอนที่ก่อให้เกิดสิ่งต่างๆ ดังนี้

3.1 คำนึงถึงพื้นฐานความแตกต่างของผู้เรียน ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สนับสนุนให้ผู้เรียนทุกคนได้รับการพัฒนาตามศักยภาพ มีวิธีการเรียนการสอนที่หลากหลาย ไม่สร้างความเครียด ความกดดัน

3.2 สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ค้นพบคำตอบ และแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็น “กัลยาณมิตร” เกื้อหนุน ดูแล และแนะนำ

3.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากปัญหาจริง ประสบการณ์จริง ซึ่งจะทำให้เชื่อมโยงศาสตร์ต่างๆ ที่เรียนรู้ สู่การมองปัญหา และแก้ไขปัญหาอย่างเป็นองค์รวมและครบวงจร

3.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่มีความหมาย สนองความต้องการของผู้เรียน และสืบทอดจากพื้นฐานความรู้เดิมและพื้นฐานทางวัฒนธรรมของผู้เรียน

3.5 ฝึกหัดให้ผู้เรียนรู้จักคิด ไตร่ตรองด้วยตนเอง และในขณะเดียวกันเรียนรู้จากการแลกเปลี่ยนและทำงานร่วมกับผู้อื่น

2.4 กระบวนการเรียนรู้ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 ระบุไว้ดังนี้

ลักษณะการจัดการเรียนการสอนตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 ในด้านกระบวนการเรียนรู้ได้กำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้ของสถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไว้ว่า

1. จัดเนื้อหาสาระกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ให้มีการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆอย่างได้สัดส่วน สมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา

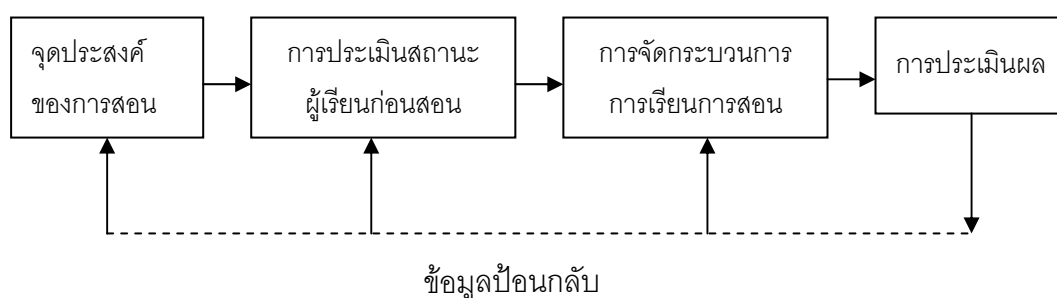
5. ส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ทั้งนี้ผู้เรียนและผู้สอนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอน และแหล่งวิทยาการประเภทต่างๆ

6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่ายเพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

2.5 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการเรียนรู้

ระบบการเรียนการสอนของเกลเซอร์

เกลเซอร์ (Glaser. 1965 : 711-809) ได้เสนอรูปแบบของการเรียนการสอนประกอบด้วย องค์ประกอบ 5 ส่วน คือ 1) จุดประสงค์ของการสอน 2) การประเมินสถานะของผู้เรียนก่อนสอน 3) การจัดกระบวนการเรียนการสอน 4) การประเมินผลการเรียนการสอน และ 5) ข้อมูลป้อนกลับ ซึ่งเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังภาพประกอบ 3 (พิศนา เขมมณี. 2545 : 204 ; ภพ เลหาไพบุลย์. 2542 : 59-60)



ภาพประกอบ 3 ระบบการเรียนการสอนของกลาสเซอร์

จุดประสงค์ของการเรียนการสอน (Instructional objectives) ในการสอนจำเป็นจะต้องกำหนดจุดประสงค์ไว้ให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้สอนจะได้วางแผนการสอนให้ได้ตามจุดประสงค์

การประเมินสถานะของผู้เรียนก่อนสอน (Entering behavior) เป็นการตรวจสอบดูว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถเพียงพอที่จะเรียนสิ่งใหม่ที่กำลังจะสอนหรือไม่ ถ้าพบว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถไม่เพียงพอ ก็จำเป็นต้องให้ความรู้พื้นฐานแก่ผู้เรียนเสียก่อน

การจัดกระบวนการเรียนการสอน (Learning experiences) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน การเลือกใช้เทคนิค วิธีสอน สื่อการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง เกิดการเรียนรู้

การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่ดำเนินการต่อจากกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อที่จะได้ทราบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด

ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) เป็นการนำเอาผลที่ได้จากการประเมินไปประกอบพิจารณาแก้ไของค์ประกอบต่างๆ อาจเป็นจุดประสงค์การสอน การประเมินสถานะของผู้เรียนก่อนสอน การจัดกระบวนการเรียนการสอน หากพบว่าส่วนใดยังมีข้อบกพร่องและทำการปรับปรุงให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยเลือกพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเลือกกระบวนการเรียนการสอนของ กลาสเซอร์มาพัฒนาให้เหมาะสม ทั้งนี้เพราะระบบการเรียนการสอนของกลาสเซอร์มีข้อดีตรงที่มีการประเมินสถานะผู้เรียนก่อนสอนซึ่งจะทำให้รู้ว่าผู้เรียนมีความรู้เดิมเพียงพอที่จะเรียนรู้ในสิ่งใหม่ๆหรือไม่ ทำให้ผู้สอนต้องปรับความรู้เดิมของนักเรียนให้เพียงพอพร้อมที่จะเรียนรู้ต่อไปได้ สอดคล้องกับการที่ผู้วิจัยได้นำเอาวิธีการสืบค้นมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอนนักเรียน ให้มีความรู้ในทัศนและทักษะต่างๆทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ครูควรจะรู้ว่านักเรียนมีความรู้เดิมในด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไรบ้าง เพื่อที่จะได้จัดความรู้พื้นฐานให้นักเรียนก่อนที่จะเรียนรู้ในเรื่องต่อไป ดังนั้นการนำเอาขั้นตอนของการตรวจสอบทักษะพื้นฐานมาปรับการใช้ขั้นประเมินสถานะผู้เรียนก่อนสอนของกลาสเซอร์ให้เหมาะสมน่าจะส่งผลดีต่อการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้

3. ทฤษฎีการเรียนรู้

3.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism)

กลุ่มพุทธินิยม หรือกลุ่มความรู้ความเข้าใจหรือกลุ่มที่เน้นกระบวนการทางปัญญาหรือความคิด นักคิดกลุ่มนี้เริ่มขยายขอบเขตของความคิดที่เน้นทางด้านพฤติกรรมออกไปสู่กระบวนการทางความคิด ซึ่งเป็นกระบวนการภายในของสมอง นักคิดกลุ่มนี้เชื่อว่าการเรียนรู้ของกลุ่มมนุษย์ไม่ใช่เรื่องของพฤติกรรมที่เกิดจากกระบวนการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพียงเท่านั้น การเรียนรู้ของมนุษย์มีความซับซ้อนยิ่งกว่านั้น การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดที่เกิดจากการสะสมข้อมูล การสร้างความหมาย และความสัมพันธ์ของข้อมูลและการดึงข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหา

ต่างๆการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของมนุษย์ในการที่จะสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ตนเอง

ทฤษฎีในกลุ่มนี้ที่นำมาใช้ในการวิจัย 2 ทฤษฎีได้แก่

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual Development Theory) นักจิตวิทยาคนสำคัญคือ เพียเจต์ (Piaget) และบรูเนอร์ (Bruner)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

ทฤษฎีนี้กล่าวว่า องค์ประกอบทางปัญญาของมนุษย์ประกอบด้วยกระบวนการจัดระเบียบของความรู้ในสมอง (Organization) วิธีการรับเอาความรู้ใหม่เข้าไปรวมกับความรู้เดิม (Assimilation) และวิธีการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขความรู้เดิมให้เหมาะสม (Accommodation) โดยที่บุคคลจะรับข้อความรู้ใหม่เข้ารวมกับโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่แล้ว คือกลุ่มโครงสร้างในสมองนั่นเอง (รัญจวน คำชิรพิทักษ์. 2538 : 21)

หลักการสอนตามทฤษฎีพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของเพียเจต์ สรุปได้ดังนี้ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2536 : 35)

1. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามแต่ระดับความสามารถทางด้านสติปัญญา
2. หนึ่งในทัศนคติอาจมีระดับขั้นการพัฒนาทางสติปัญญาหลายระดับ
3. การพัฒนาสติปัญญาเกิดขึ้นโดยการปรับโครงสร้างความคิดให้เกิดความสมดุลในทางเพิ่มพูนสติปัญญา
4. การสอนควรจัดให้ผู้เรียนได้พบปัญหา คิดทดลองแก้ปัญหาและหาเหตุผลในการแก้ปัญหา

ทฤษฎีการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบของบรูเนอร์

บรูเนอร์ (Bruner. 1960 , 1966 , 1971) เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ประมวลข้อมูลข่าวสารจากการที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งนำไปสู่การค้นพบการแก้ปัญหา บรูเนอร์ เรียกว่า เป็นวิธีการเรียนรู้โดยการค้นพบ (Discovery Approach) หรือนักการศึกษาบางท่านนิยมเรียกว่า การเรียนรู้ด้วยการสอบสวน (Inquiry learning) แต่นักการศึกษาบางท่านได้ให้ความแตกต่างของการเรียนรู้โดยการค้นพบและการเรียนรู้แบบสอบสวนแตกต่างกันคือ การเรียนรู้โดยการค้นพบครูเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมให้ข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับสิ่งที่จะให้นักเรียนรู้และวัตถุประสงค์ของบทเรียนพร้อมด้วยคำถาม โดยตั้งความคาดหวังว่านักเรียนจะเป็นผู้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ส่วนการเรียนรู้ด้วยการสอบสวนมีวัตถุประสงค์ที่จะฝึกนักเรียนให้เป็นผู้ที่สามารถชี้ว่าปัญหาคืออะไร จากข้อมูลที่มีอยู่และหาวิธีว่าจะแก้ปัญหาได้อย่างไรโดยใช้ข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2545. 212-213)

หลักการสอนโดยวิธีการค้นพบของบรูเนอร์ (สรวงศ์ ใ้วตระกูล. 2534 : 207-208) สรุปได้ดังนี้

1. ผู้เรียนมีแรงจูงใจภายใน (Self – Motivation) และมีความอยากรู้อยากเห็นอยากรค้นพบสิ่งที่อยู่รอบๆตนเองด้วยตนเอง
2. โครงสร้างของบทเรียน (Structure) การจัดบทเรียนจะต้องให้เหมาะสมกับวัยของเด็ก และธรรมชาติของบทเรียนแต่ละหน่วย
3. การจัดลำดับความยากง่าย (Sequence) ของบทเรียนอย่างมีประสิทธิภาพแรงเสริมด้วยตนเอง (Self – Reinforcement) ครูควรจะให้ผลย้อนกลับแก่นักเรียนว่าทำถูก หรือผิด แต่ไม่ควรจะเน้นแต่การทำถูก ถือว่าการทำผิดก็เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ ครูจะสอนให้นักเรียนตั้งความคาดหวังเป็นจริงได้ และเหมาะสมกับความสามารถของตน

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (A Theory of Meaningful Verbal Learning) ของเดวิด ออซูเบล (David Ausubel) (สรวงศ์ ใ้วตระกูล. 2545 : 300-301)

ออซูเบลเชื่อว่าการเรียนรู้จะมีความหมายแก่ผู้เรียนหากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน (Ausubel. 1963: 77-97)

ออซูเบลได้เสนอแนะวิธีสอนการเรียนรู้ที่มีความหมายได้ดังนี้

1. ก่อนที่จะสอนวิชาอะไรก็ตาม ครูจะต้องพยายามหาวิธีรวบรวม เรียบเรียงสิ่งที่ต้องการจะให้นักเรียนเรียนรู้ไว้อย่างมีระเบียบแบบแผนเป็นหมวดหมู่ มีหัวข้อชี้ให้เห็นเด่นชัดและง่ายต่อการเข้าใจ และมีความหมายต่อผู้เรียนเพื่อเตรียมผู้เรียนให้เข้ากับโครงสร้างพุทธิปัญญาที่มีอยู่แล้ว สามารถเชื่อมโยง หรือรวมความรู้ใหม่ที่จะเรียนอย่างมีความหมาย (Subsumer) ให้เข้ากับโครงสร้างพุทธิปัญญาที่มีอยู่แล้ว นอกจากนี้จะช่วยผู้เรียนให้นึกย้อนหลังหรือระลึก (Recall) สิ่งที่เคยเรียนแล้ว และเกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะเรียนใหม่ ออซูเบลเรียกขั้นนี้ว่าการนำเสนอความคิดรวบยอดหรือกรอบมโนทัศน์หรือกรอบความคิด (Advance Organizer) การใช้กรอบมโนทัศน์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแก่ผู้เรียนก่อนการสอนเนื้อหาสาระนั้นๆจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาสาระนั้นๆ จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระนั้นอย่างมีความหมาย

2. บอกให้นักเรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ของบทเรียน หรือเน้นสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ พร้อมกับบอกนักเรียนถึงคำจำกัดความของความคิดรวบยอดที่สำคัญ (Concepts) เพื่อผู้เรียนจะได้ใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ความรู้ใหม่

3. แบ่งบทเรียนออกเป็นขั้นๆ เพื่อผู้เรียนจะได้เข้าใจได้ เมื่อสอนจบแต่ละขั้นควรจะถามนักเรียน เพื่อจะได้แน่ใจว่าผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยความเข้าใจก่อนที่จะเพิ่มการสอนขั้นต่อไป

4. ชี้ให้ผู้เรียนเห็นความแตกต่างและความคล้ายคลึงของสิ่งที่เรียนใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อจะช่วยให้ช่วยให้จำได้นาน

5. เมื่อสอนแต่ละหน่วยบทเรียนจบ ผู้สอนควรสรุปและทบทวนตั้งแต่ต้นพร้อมกับเน้นใจความสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนรวมหรือเชื่อมโยงความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิมหรือทบทวนปัญหาที่มีอยู่แล้ว

6. ให้การบ้านหรือแบบฝึกหัด เพื่อผู้เรียนจะได้มีโอกาสทบทวนความรู้ที่เรียนรู้ใหม่ด้วยตนเองและนำไปประยุกต์

การนำเสนอความคิดรวบยอดหรือกรอบมโนทัศน์หรือกรอบความคิด (Advance Organizer) ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแก่ผู้เรียนก่อนการสอนเนื้อหาสาระนั้นๆ จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาสาระนั้นๆ จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระนั้นอย่างมีความหมาย

3.2 ทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism) (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2542 : 332-336)

ทฤษฎีสรณนิยมมีรากฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษาที่หลากหลาย (Driscoll. 1994) โดยเฉพาะอย่างยิ่งทฤษฎีจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม (Cognitivism) อันได้แก่ พื้นฐานของทฤษฎีพัฒนาการรู้คิดของเพียเจต์ (Piaget's cognitive development theory. 1963) ทฤษฎีพัฒนาการทางการรู้คิดของบรูเนอว์ (Bruner's theory of cognitive development. 1964) และทฤษฎีที่เน้นปฏิสัมพันธ์และวัฒนธรรมของไวโกตสกี (Vygotsky's social formation of mind. 1925) ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาและการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชล (Ausubel's cognitive structure and meaningful learning. 1965) จิตวิทยาเชิงนิเวศของกิบสัน (Gibson's ecological psychology. 1977) ปรัชญาการศึกษาของดิวอี้ (Dewey. 1933) และปรัชญาการศึกษาของกู๊ดแมน (Goodman. 1984) โดยมีเป้าหมายที่จะอธิบายและค้นหาว่า มนุษย์เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ได้อย่างไร นักทฤษฎีสรณนิยม (Constructivist) มีความเชื่อพื้นฐานว่า "ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยประสบการณ์แห่งชีวิตที่ได้รับเพื่อค้นหาความจริง" ได้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่เน้นกระบวนการรู้คิดในตัวบุคคล (radical constructivism or personal constructivism or cognitive oriented constructivist theories) เป็นกลุ่มที่เน้นการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นรายบุคคลโดยมีความเชื่อว่ามนุษย์แต่ละคนมีความรู้ความเข้าใจ เจตคติ แรงจูงใจและความสนใจอยู่แล้ว เมื่อได้รับรู้หรือมีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ทางกายภาพในชีวิตประจำวันก็จะเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นครูจึงมีบทบาทเป็นผู้พัฒนาให้นักเรียนแต่ละคนรู้วิธีเรียนและวิธีคิด เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง กลุ่มนี้อิงทฤษฎีของเพียเจต์เป็นสำคัญ

2. กลุ่มที่เน้นการสร้างความรู้โดยอาศัยปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (social constructivism or socially oriented constructivist theories) เป็นกลุ่มที่เน้นว่ามนุษย์จะเกิดการเรียนรู้ได้ต้องมี

ปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มคนและสภาพแวดล้อมทางสังคม โดยมีข้อตกลงเบื้องต้น 2 ประการ คือ 1) ความรู้ต้องสัมพันธ์กับชุมชน 2) ปัจจัยทางวัฒนธรรมสังคมและประวัติศาสตร์มีผลต่อการเรียนรู้ ดังนั้นครูจึงมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ กลุ่มนี้ถึงทฤษฎีของไวทสกก็สำคัญ

หลักการของทฤษฎีสรณนิคม

ทฤษฎีสรณนิคมมีหลัก 3 ประการดังนี้ (Abruscato. 1996)

1. คนเราจะไม่รู้อย่างแท้จริงว่าโลกเป็นอย่างไร คนแต่ละคนจะสร้างความเชื่อเกี่ยวกับโลกหรือสิ่งต่างๆ ขึ้นจนเชื่อนั่นคือ ความจริง

2. คนเรามีความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอยู่แล้วหากได้รับข้อมูลหรือสถานการณ์ใหม่เพิ่มเติมเขาอาจเปลี่ยนแปลงความเชื่อที่มีอยู่เดิมได้

3. คนเราสร้างความจริงบนพื้นฐานของ 1) ความเชื่อที่มีอยู่ก่อนแล้ว 2) ความสามารถในการให้เหตุผล และ 3) ความปรารถนาที่จะประสานความเชื่อกับสิ่งที่ตนสังเกตได้เชิงประจักษ์

ดังนั้น จากหลักพื้นฐานทางทฤษฎี 3 ประการ ดังกล่าว นักทฤษฎีสรณนิคมจึงถือว่าประสบการณ์ใหม่ที่มีสัมพันธ์กับการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม เป็นกุญแจสำคัญของการให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่เขาอยู่ นั่นคือผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ โดยอาศัยการเชื่อมต่อระหว่างการเรียนรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วกับการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นใหม่โดยผู้เรียนปรับสารสนเทศใหม่และความเข้าใจที่มีอยู่เดิม จนในที่สุดจึงเกิดความเข้าใจใหม่

คุณลักษณะของทฤษฎีสรณนิคม

นักทฤษฎีสรณนิคม มีข้อตกลงร่วมกัน 4 ประการเกี่ยวกับคุณลักษณะของทฤษฎีสรณนิคมซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้ (Kauchak and Eggen. 1998 ; citing Good and Brophy. 1997)

1. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างและค้นพบหรือแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง : ผู้เรียนอาศัยประสาทสัมผัสทั้งห้า คือ การดู ฟัง อ่าน เขียนและปฏิบัติ/ทำ

2. การเรียนรู้ใหม่จะเกิดขึ้นย่อมขึ้นกับความเข้าใจในบทเรียนปัจจุบัน : ผู้เรียนอาจมีความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เดิมที่ช่วยส่งเสริม/สนับสนุนหรืออาจขัดขวาง/เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ใหม่ ดังนั้นครูต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์และสร้างความเข้าใจในบทเรียน

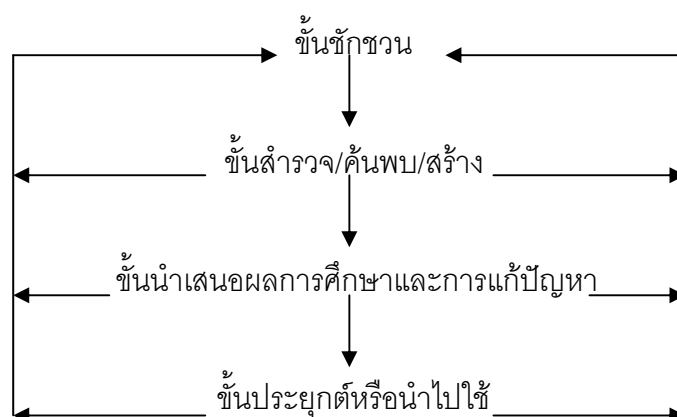
3. การเรียนรู้จะเกิดได้สะดวกเมื่อมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม : ผู้เรียนต้องร่วมกันคิดปฏิบัติและสื่อสารซึ่งกันและกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการกลุ่ม (group process) หรือการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning)

4. การเรียนรู้ย่อมมีความหมายจะต้องดำเนินการภายใต้การปฏิบัติในสภาพจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด : การจัดการเรียนการสอนภายใต้สภาพจริงหรือใกล้เคียงจะส่งผลให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจอย่างแท้จริงมากกว่าความรู้ที่เกิดจากความจำ นั่นคือ ต้อง

ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงโดยการปฏิบัติและโดยการคิด (hands-on and minds-on experience)

รูปแบบการเรียนรู้

นักทฤษฎีวรรณกรรมได้จัดรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทผู้เรียนดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 รูปแบบการสอนตามทฤษฎีวรรณกรรม ของ Louck-Horsley and others. 1990 (สุณีย์ เหมะประสิทธิ์. 2542 : 335)

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นชักชวน (Invitation) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน โดยการตั้งคำถามหรือให้นักเรียนสังเกตสภาพแวดล้อมใดๆแล้วตั้งคำถาม พร้อมทั้งพิจารณาคำถามหรือปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ/ค้นพบ/สร้าง (Exploration/Discovery/Creation) เป็นขั้นที่นักเรียนมีบทบาทสูงคือลงมือปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อย เช่น ระดมสมอง เก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล ออกแบบและปฏิบัติการทดลอง หรืออภิปรายเพื่อหาข้อยุติ เป็นต้น ดังนั้นครูจึงมีบทบาทเป็นผู้ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอผลการศึกษาและการแก้ปัญหา (Proposing explanation and Solutions) เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอโนทัศน์ใหม่ที่เกิดการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 ร่วมกันทั้งชั้นเรียนและนักเรียนอาจเกิดความสนใจอยากค้นพบหรือสำรวจข้อมูลใหม่ เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้นจึงย้อนกลับไปขั้นที่ 2 อีกเพื่อดำเนินกิจกรรมต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นประยุกต์หรือนำไปใช้ (Take action) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพที่เป็นจริงหรือในสถานการณ์ใหม่

บทบาทของครูกับการสอนตามทฤษฎีสรคณนิย

ครุนำทฤษฎีสรคณนิยมาใช้จะต้องมีบทบาทเป็นผู้อำนวยการความสะดวกให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ ดังนั้นครุควรมีบทบาทดังนี้ (Martin and others. 1994)

1. ผู้นำเสนอกิจกรรม (Presenter) คือครูลดการบรรยาย แต่เป็นผู้สาคิตและเสนอกิจกรรมกลุ่มให้นักเรียนพร้อมทั้งสร้างทางเลือกให้นักเรียนแต่ละคนได้รับประสบการณ์ตรง
2. ผู้สังเกต (Observer) คือเป็นผู้สังเกตการปฏิบัติงานของนักเรียน ซึ่งสะท้อนถึงความคิดของนักเรียน สังเกตปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน และนักเรียนกับครุ เพื่อที่จะจัดทางเลือกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน
3. ผู้ตั้งคำถามและผู้เสนอปัญหา (Question asker and Problem poser) คือเป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้โดยการตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความคิดเห็นของนักเรียนและนำเสนอข้อมูลเพื่อให้นักเรียนพัฒนามโนทัศน์
4. ผู้จัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ (Environment organizer) คือเป็นผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนรู้โดยสร้างบรรยากาศ ได้แก่ จัดกิจกรรมที่เหมาะสมและให้อิสระแก่นักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรม
5. ผู้ประสานการประชาสัมพันธ์ (Public relations coordinator) คือเป็นผู้กระตุ้นและสนับสนุนการรวมกลุ่มของนักเรียนและยอมรับความหลากหลายของนักเรียนภายในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาสัมพันธภาพในหมู่เพื่อน พร้อมทั้งชี้แจงและให้ความรู้ความเข้าใจแก่บุคคลอื่นๆ เกี่ยวกับผลประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับจากการสอนตามทฤษฎีสรคณนิย
6. ผู้รวบรวมข้อมูลทางการเรียนรู้ (Documenter of learning) คือเป็นผู้ตรวจสอบและวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียน
7. ผู้สร้างทฤษฎี (Theory builder) คือเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดต่างๆ และได้สร้างความรู้ด้วยแบบแผนอย่างมีความหมายด้วยตัวของนักเรียนเอง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรคณนิย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรคณนิย ครุควรออกแบบให้มีลักษณะดังนี้

1. ผู้เรียนต้องเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม เพื่อสร้างความเข้าใจด้วยตนเองจนค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยครุต้องออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าอย่างผสมผสานกันจนก่อให้เกิดการลงมือปฏิบัติ
2. กิจกรรมการเรียนรู้ควรเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือพื้นความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดความเข้าใจได้เร็วและง่ายขึ้น

3. กิจกรรมการเรียนรู้ควรสะท้อนโลกแห่งความเป็นจริงหรือใกล้เคียงชีวิตจริงมากที่สุด เพราะจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้แจ่มชัด และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างเหมาะสมและเป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิต

4. กิจกรรมการเรียนรู้ควรเป็นกิจกรรมกลุ่มเล็กเพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด และเจตคติตลอดจนทักษะทางสังคม การจัดกิจกรรมกลุ่มควรมีนักเรียนกลุ่มละ 2-6 คน โดยกิจกรรมกลุ่มไม่จำเป็นต้องเหมือนกันทุกกลุ่ม ทั้งนี้เพราะ

- นักเรียนแต่ละกลุ่มอาจมีความรู้พื้นฐานที่ไม่เท่าเทียมกัน
- นักเรียนแต่ละกลุ่มอาจมีกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งที่มีความสามารถ ความถนัด และความสนใจไม่เท่ากัน

- ครูต้องการใช้เวลาอยู่กับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็นพิเศษ
- ครูต้องการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงาน(ที่เกิดจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มซึ่งไม่เหมือนกัน) มาแลกเปลี่ยน

- สื่ออุปกรณ์มีน้อยหรือหายากหรือราคาแพง

คุณค่าหรือประโยชน์ของการสอนตามทฤษฎีสรคณิยม

การสอนตามทฤษฎีสรคณิยมสามารถช่วยพัฒนานักเรียนในด้านต่อไปนี้

1. ด้านความสามารถทางวิชาการ ซึ่งได้แก่

1.1 ความรู้ : นักเรียนจะเกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงในองค์ความรู้ที่ตนค้นพบหรือสร้างขึ้น

1.2 ทักษะ : นักเรียนจะได้รับการพัฒนาทั้งทักษะกระบวนการแสวงหาองค์ความรู้ตามสาระการเรียนรู้ในรายวิชาต่างๆ และยังได้พัฒนาทักษะทางความคิดระดับสูงอีกด้วย เช่น คิดแก้ปัญหา คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดไตร่ตรอง และคิดสร้างสรรค์

1.3 เจตคติ : นักเรียนมีเจตคติทางบวกต่อการเรียนและต่อวิชาที่เรียน

2. ด้านคุณลักษณะทางจิตพิสัยและจริยธรรม นักเรียนจะมีพฤติกรรมทางสังคมที่เหมาะสม เช่น ความรับผิดชอบ ความสามารถในการปรับตัว การยอมรับและเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น การให้ความร่วมมือ ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ เป็นต้น

ขณะเดียวกันครูผู้สอนที่นิยมทฤษฎีสรคณิยมจะต้องพัฒนาตนดังนี้

1. ด้านความสามารถทางการสอน ครูต้องมีศักยภาพในการเป็นผู้อำนวยความสะดวกและผู้จัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ ผู้กระตุ้นการเรียนรู้ เสริมสร้างปฏิสัมพันธ์ทางบวกกับนักเรียน และในระหว่างนักเรียนกับนักเรียน รวมทั้งเป็นนักวิจัยในชั้นเรียน และประเมินผลการเรียนรู้ภายใต้สภาพจริง ควบคู่ไปกับการสอน

2. ด้านคุณลักษณะทางจิตพิสัยและจริยธรรม ครูต้องเห็นคุณค่าของตนเองมีใจกว้าง มองโลกในด้านบวก อีกทั้งมีความเชื่อว่า “มนุษย์ทุกคนมีความดี ความงาม สามารถพัฒนาได้ตามศักยภาพแห่งตน” เชื่อมั่นในพลัง กลุ่ม หรือการเรียนรู้แบบร่วมมือ รวมทั้งครูต้องมีคุณลักษณะของการเป็นผู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียน และเป็นกัลยาณมิตรต่อนักเรียน

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์และบรูเนอร์ ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออสเชล และทฤษฎีสรวนิยม สรุปได้ว่าการนำทฤษฎีทั้งหมดไปใช้ประยุกต์กับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาประสบการณ์ทางกายภาพสมองและสังคม ความแตกต่างระหว่างบุคคล ความสามารถในการเรียนรู้ การเชื่อมโยงความรู้ ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยการเชื่อมต่อบริเวณการเรียนรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วกับการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นใหม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำทฤษฎีดังกล่าวมาแล้วไปจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมต่อไป

4. การพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แนวคิดในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้จากลักษณะการจัดการเรียนการสอนตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) ในด้านกระบวนการเรียนรู้ และจากการสังเคราะห์ข้อคิดของบุคคลที่เป็นแกนนำในการปฏิรูปการศึกษาฯ (เกษมา วรวรรณ ณ อยุธยา. 2539) เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่จะส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ซึ่งสรุปได้ว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงพื้นฐานความแตกต่างของผู้เรียน ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สนับสนุนให้ผู้เรียนทุกคนได้รับการพัฒนาตามศักยภาพ มีวิธีการเรียนการสอนที่หลากหลาย ไม่สร้างความเครียด ความกดดัน สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ค้นพบคำตอบ และแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็น “กัลยาณมิตร” เกื้อหนุน ดูแล และแนะนำ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากปัญหาจริง ประสบการณ์จริง ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงศาสตร์ต่างๆ ที่เรียนรู้ สู่การมองปัญหา และแก้ไขปัญหาอย่างเป็นองค์รวมและครบวงจร ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่มีความหมายสนองความต้องการของผู้เรียน และสารถ่จากพื้นฐานความรู้เดิมฝึกหัดให้ผู้เรียนรู้จักคิด ไตร่ตรองด้วยตนเอง และในขณะเดียวกันเรียนรู้จากการแลกเปลี่ยนและทำงานร่วมกับผู้อื่น ผู้วิจัยเลือกกระบวนการเรียนการสอนของกลาสเซอร์มาพัฒนาให้เหมาะสม ทั้งนี้เพราะระบบการเรียนการสอนของกลาสเซอร์มีข้อดีตรงที่มีการประเมินสถานะผู้เรียนก่อนสอนซึ่งจะทำให้รู้ว่าผู้เรียนมีความรู้เดิมเพียงพอที่จะเรียนรู้ในสิ่งใหม่หรือไม่และผู้สอนต้องปรับความรู้เดิมของนักเรียนให้เพียงพอพร้อมที่จะเรียนรู้ต่อไปได้ สอดคล้องกับหลักการสอนตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์และบรูเนอร์ วิธี

สอนการเรียนรู้ที่มีความหมายมีความหมายของออบุเบล และคุณลักษณะของทฤษฎีวิศวกรรมมาเป็นข้อเสนอแนะเกี่ยวกับหลักการและแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้ดังนี้

1. การสอนควรจัดให้ผู้เรียนได้พบปัญหา คิดทดลองแก้ปัญหา
2. โครงสร้างของบทเรียนจะต้องจัดให้เหมาะสมกับวัยของเด็ก
3. มีการจัดลำดับความยากง่ายของบทเรียน
4. ก่อนที่จะสอนเรื่องอะไรก็ตาม ครูต้องพยายามหาวิธีรวบรวม เรียบเรียงสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ไว้อย่างมีระเบียบแบบแผนง่ายต่อการเข้าใจและมีความหมายต่อผู้เรียน เพื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงหรือรวบรวมความรู้ใหม่ที่จะเรียน
5. แบ่งบทเรียนออกเป็นขั้นๆ เพื่อผู้เรียนจะได้เข้าใจได้
6. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างและค้นพบหรือแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
7. การเรียนรู้ใหม่จะเกิดขึ้นย่อมขึ้นกับความเข้าใจในบทเรียนปัจจุบัน
8. การเรียนรู้ที่มีความหมายจะต้องให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงโดยการปฏิบัติและโดยการคิด
9. ให้การบ้านหรือแบบฝึกหัดเพื่อผู้เรียนจะได้มีโอกาสทบทวนความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิม

ผู้วิจัยนำเอาขั้นตอนวิธีการสืบค้นที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ในตอนต้นซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสืบค้นที่เหมาะสมสำหรับนักเรียน 10 ขั้นตอน กล่าวคือ 1.ระบุปัญหา 2.ตั้งสมมติฐาน 3.ระบุตัวแปร 4.ทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ 5.วางแผนและออกแบบการทดลอง 6.ทำการสืบค้น 7.บันทึกผล(ตารางและกราฟ) 8.แปลความหมายและลงข้อสรุป 9.ประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น และ 10.สื่อสารผลที่ได้ ซึ่งใช้วิธีการสืบค้น 2 ชนิด คือ การสืบค้นแบบปิด และการสืบค้นแบบเปิด มาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะการสืบค้นแบบปิดมีการใช้คำถามที่ช่วยชี้นำทางด้วย

ดังนั้นลักษณะการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบทักษะขั้นพื้นฐาน

ขั้นตอนที่ 2 กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้องพัฒนา

ขั้นตอนที่ 4 วิธีการสืบค้น

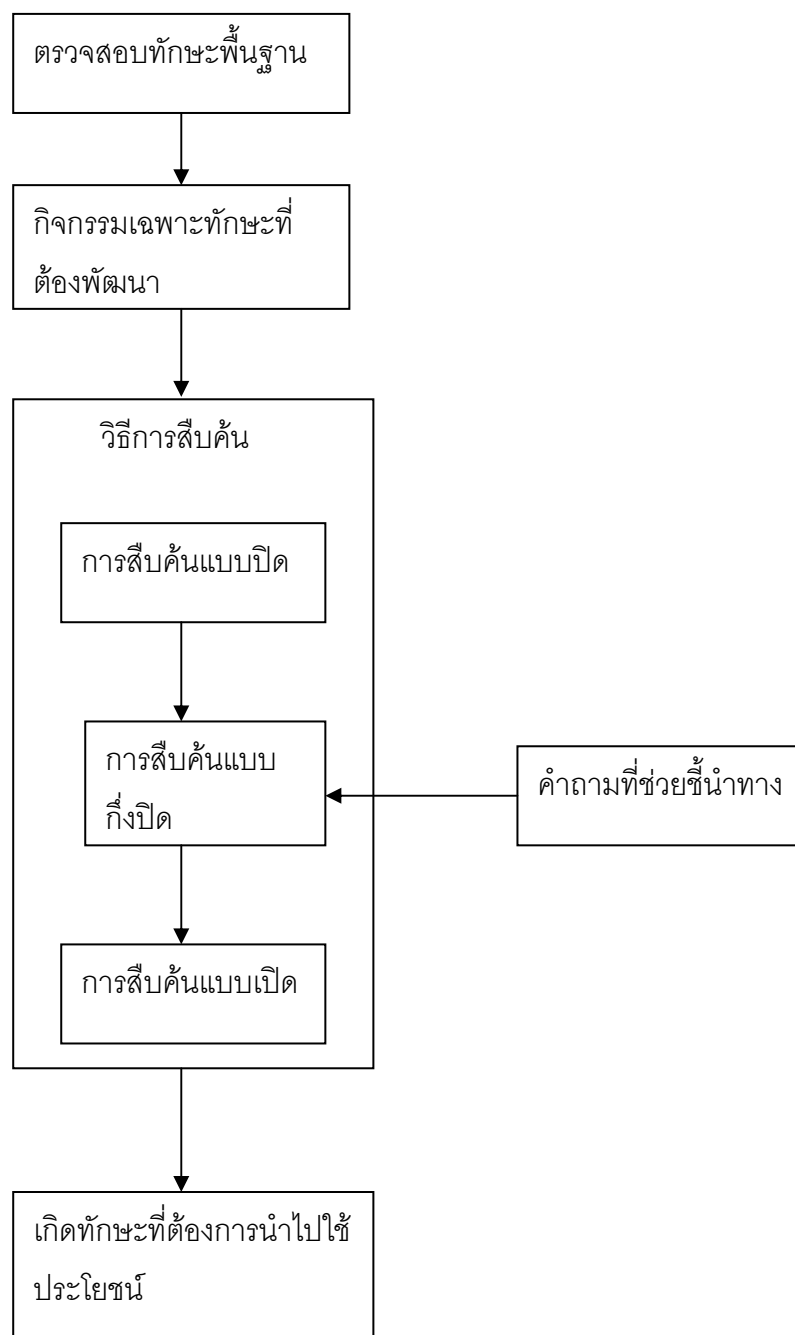
4.1 การสืบค้นแบบปิด

4.2 การสืบค้นแบบกึ่งปิดและใช้คำถามที่ช่วยชี้นำทาง

4.3 การสืบค้นแบบเปิด

ขั้นตอนที่ 4 เกิดทักษะที่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์

การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นในงานวิจัยนี้ สามารถนำมาเขียนเป็นภาพประกอบแสดงความสัมพันธ์ขั้นตอนของการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

จากภาพอาจอธิบายขยายความได้ดังนี้

การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน เป็นการวัดความรู้ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียนสำหรับการสืบค้น เช่น การใช้เครื่องมือ การวัด หน่วยการวัด การกำหนดตัวแปร การวางแผนการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การเขียนกราฟ การแปลข้อมูลและการสรุปผล

กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้องพัฒนา เป็นการทำความเข้าใจและพัฒนาทักษะที่นักเรียนขาดหายไปซึ่งเป็นทักษะที่ต้องใช้ในการสืบค้นได้แก่ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และ ทักษะการออกแบบการทดลอง

คำถามที่ช่วยชี้นำทาง เป็นการนำข้อคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดตามหรือเป็นคำถามนำทางช่วยให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นเหมาะสมกับวิธีการสืบค้น

วิธีการสืบค้น เป็นวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการทดลองที่มีการออกแบบการทดลอง การวัด และการจัดกระทำข้อมูล เพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะการแก้ปัญหา มีวิธีการสืบค้น 3 ขั้นตอน คือ

1. การสืบค้นแบบปิด เป็นการแก้ปัญหาที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้ นักเรียนทำการสืบค้น โดยครูช่วยแนะนำแนวทางปฏิบัติทุกขั้นตอน
2. การสืบค้นแบบกึ่งปิดและใช้คำถามที่ช่วยชี้นำทาง เป็นการแก้ปัญหาที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้ นักเรียนทำการสืบค้นด้วยตนเองโดยการใช้คำถามที่ช่วยชี้นำทาง
3. การสืบค้นแบบเปิด เป็นการแก้ปัญหาที่ครูเป็นผู้กำหนดให้ นักเรียนทำการสืบค้นหาคำตอบด้วยตนเองทั้งหมด

การเกิดทักษะที่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์ คือนักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการแล้ว สามารถนำทักษะที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆได้ด้วยตัวนักเรียนเอง

แนวทางการจัดกิจกรรมที่ใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นเป็นการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่นำหลักการและแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ได้จากข้อสรุปจากทฤษฎีการเรียนรู้มาใช้เป็นหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ตาราง 8 ขั้นตอนของกิจกรรมที่จัดและจุดมุ่งหมาย

ขั้นตอนที่	กิจกรรมที่จัด	จุดมุ่งหมาย
1	ตรวจสอบทักษะพื้นฐาน	เพื่อปรับปรุงทักษะพื้นฐานที่นักเรียนขาด
2	กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้องพัฒนา	เพื่อพัฒนาให้เกิดทักษะที่จะนำไปใช้ในการสืบค้น
3	การสืบค้นแบบปิด (1 ครั้ง)	เพื่อให้ นักเรียน เข้าใจขั้นตอนการสืบค้น
4	การสืบค้นแบบกึ่งปิดโดยใช้คำถามช่วยชี้นำทาง (1 ครั้ง)	เพื่อให้ นักเรียน แก้ปัญหาด้วยตนเองโดยใช้คำถามช่วยชี้นำทาง
5	การสืบค้นแบบเปิด (3 ครั้ง)	เพื่อให้ นักเรียน สืบค้นด้วยตนเองจากปัญหาที่กำหนดให้

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีลักษณะธรรมชาติเป็นกระบวนการสืบหาความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้คิดหาเหตุผลเพื่อนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องมีลักษณะที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งทางด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ความหมายและความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1) ได้ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา”

วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2532 : 5) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ”

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 14) ได้ให้ความหมายว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ”

คลอปเฟอร์ (Klopfer. 1971 : 563-573) ได้ให้ความหมายว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์”

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1978 : 15) ได้ให้ความหมายว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ความหมายที่สำคัญของกระบวนการคือเป็นวิถีทางของกระบวนการในการเสาะแสวงหาความรู้ ทำให้เกิดพัฒนาการทางด้านสติปัญญา”

ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1-16) ได้จัดประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน จำนวน 8 ทักษะ ประกอบด้วย
 - 1.1 ทักษะการสังเกต
 - 1.2 ทักษะการจำแนกประเภท
 - 1.3 ทักษะการวัด
 - 1.4 ทักษะการคำนวณ
 - 1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา
 - 1.6 ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย
 - 1.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
 - 1.8 ทักษะการพยากรณ์
2. ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ จำนวน 5 ทักษะ ประกอบด้วย
 - 2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - 2.2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - 2.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 2.4 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
 - 2.5 ทักษะการทดลอง

คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education) ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science: AAAS. 1970 : 33-176) ได้แบ่งทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าว่ามี 13 ทักษะโดยแบ่งทักษะทั้งหมดออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skills) มี 8 ทักษะดังนี้

1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)

ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายๆอย่างรวมกัน ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บและรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะ และรายละเอียดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ

1.2 ทักษะการวัด (Measuring)

การวัดเป็นทักษะสำคัญอย่างหนึ่งในการค้นคว้าหาความรู้ในทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตทำให้นักวิทยาศาสตร์ทราบลักษณะ รูปร่าง และสมบัติทั่วไปของวัตถุ แต่ไม่สามารถบอกรายละเอียดที่แน่นอนลงไปได้ นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือต่างๆทำการวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลถูกต้อง การใช้เครื่องมือต่างๆในการวัดนี้จำเป็นต้องอาศัยทักษะในการวัดเพื่อให้ได้ค่าตัวเลขที่ถูกต้องเหมาะสม

ทักษะในการวัด หมายถึงความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆได้อย่างถูกต้อง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งข้อมูลทั้งการประมาณค่าที่ควรจะวัดได้

1.3 ทักษะการคำนวณ (Using Number)

การคำนวณหมายถึงการนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่างๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของต่างๆรวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่นการหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน

1.4 ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

ทักษะการจำแนกประเภทหมายถึง ความสามารถในการจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภท โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนกต่างๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือต่างกัน ของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้นๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/space Relationship and space/time Relationships)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุซึ่งได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกปะเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ อาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึงความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

1.8 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

ทักษะการพยากรณ์หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นโดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล และภายนอกขอบเขตข้อมูล

2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (The Intergrated Process Skills)

2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

ทักษะการตั้งสมมติฐานหมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังทำการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการหมายถึงความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลการศึกษา สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆหรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่มีผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) เป็นตัวแปรตัวอื่นๆนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

2.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

การทดลองหมายถึงกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.4.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึงการวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

-วิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดตัวแปรและการควบคุมตัวแปร)

-อุปกรณ์/ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2.4.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึงการลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

2.4.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึงการจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่นๆ

ทักษะการทดลองหมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและการบันทึกผลการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

-การออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

-ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

2.4.4 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

2.4.5 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่และการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ในบางครั้งอาจจะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆด้วยเช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึงการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.5.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

2.5.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

คลอปเฟอร์ (Klopfer. 1971 : 563-573) ได้จัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกตและการวัด (Observing and Measuring)
2. ทักษะการมองเห็นปัญหาและวิธีหาคำตอบ (Seeing a Problem and Seeking Ways to Solve it)
3. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป (Interpreting Data and Formulating Generalizations)
4. ทักษะการสร้างทฤษฎี การตรวจสอบและการปรับปรุงทฤษฎีที่สร้างขึ้น (Building , Testing and Revising a Theoretical Model)

เจคอบสัน และ บาร์รี (Jacobson and Barry. 1980 : 450-451) ได้จัดประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรฝึกให้กับนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถด้านทักษะนี้ และสามารถนำเอาทักษะไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยแบ่งทักษะกระบวนการออกเป็น 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะการกำหนดปัญหา (Defining Problems)
2. ทักษะการวางแผนทางในการค้นคว้า (Designing Investigations)
3. ทักษะการทดลองที่มีการควบคุม (Controlled Experiments)

4. ทักษะการสังเกต (Observing)
5. ทักษะการวัด (Measuring)
6. ทักษะการจำแนก (Classifying)
7. ทักษะการสรุปลงความเห็น (Inferring)
8. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
9. ทักษะการรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล (Collecting and Handling Data)
10. ทักษะการแปลความหมายข้อมูล (Interpreting Data)
11. ทักษะการค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Literature Search)
12. ทักษะการสร้างความสัมพันธ์กับทฤษฎี (Relating to Theory)
13. ทักษะการลงข้อสรุป (Drawing Conclusions)

6. การแก้ปัญหา

ความหมายของปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (2546 : 272) ได้ให้ความหมายว่าเป็นการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่รู้วิธีการมาก่อน ทั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในวิทยาศาสตร์โดยตรงและปัญหาในชีวิตประจำวัน

อดิศักดิ์ สิงห์สีโว (2549 : 50) ได้ให้ความหมายว่าเป็นสถานการณ์ เหตุการณ์ ที่เผชิญแล้วไม่สามารถที่จะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหาได้ทันทีหรือเป็นสิ่งที่มีความขัดข้องที่ไม่สามารถทำงานให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ได้ ปัญหาเป็นสิ่งที่ต้องการการตัดสินใจในการหาทางออกของปัญหา เพื่อให้งานบรรลุเป้าหมายที่วางไว้

ครูลิกและรูดริค (Krulik ; & Rudrick. 1987 : 3 ; Krulik ; & Rudrick. 1996 : 3) ได้ให้ความหมายว่า เป็นสถานการณ์เหตุการณ์ที่เมื่อพบแล้วต้องตัดสินใจเพื่อหาทางออกของปัญหา

ชูเอล (Shuell. 1988 : 411-436) ได้ให้ความหมายว่า “เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลไม่สามารถไปถึงเป้าหมายได้”

ความหมายของการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (2546 : 143) ได้ให้ความหมายว่า เป็นการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่มีวิธีการหาคำตอบมาก่อน อาจเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน แนวทางแก้ปัญหาคือต้องใช้เทคนิค วิธีการหรือกลยุทธ์

การแก้ปัญหา (Problem solving) คือกระบวนการประยุกต์หลักเกณฑ์ความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อนต้องอาศัยความรู้พื้นฐาน มโนทัศน์และทักษะที่เกี่ยวข้องกับแก้ปัญหานั้นๆ (สมชาย วรภิเษมกุล. 2540 : 84; Koballa, et al. 1990 : 347) บุคคลที่มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาก็ต้องสามารถนำความรู้ ความคิด ประสบการณ์เดิมและหลักการของตนเองมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

ครูลิกและรูดริค (Krulik ; & Rudrick. 1987 : 3 ; Krulik ; & Rudrick. 1996 : 3) ได้ให้ความหมายว่า เป็นกระบวนการที่ใช้ความรู้ ทักษะ และความเข้าใจที่มีอยู่เพื่อสนองต่อความต้องการของปัญหาที่เราไม่คุ้นเคย

ซาพาร์ลิส และ แอนจิโลโพลอส (Tsapalis ; & Angelopoulos. 2000 : 131) ได้ให้ความหมายว่า เป็นกระบวนการซึ่งผู้เรียนสามารถนำกฎ หลักการ ความรู้เดิม ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ให้บรรลุผลสำเร็จ

ประเภทของปัญหา

ซาพาร์ลิส และ แอนจิโลโพลอส (Tsapalis ; & Angelopoulos. 2000 : 131 : citing Johnston. 1993) ได้พิจารณาถึงข้อมูล วิธีการ ผลลัพธ์/เป้าหมาย แล้วแบ่งปัญหาออกเป็น 8 ประเภทด้วยกันดังที่ สรุปรายละเอียดในตาราง 9

ตาราง 9 ประเภทของปัญหา

ชนิดของปัญหา	ข้อมูล	วิธีการ	ผลลัพธ์/เป้าหมาย	ทักษะที่ใช้พิเศษ/เพิ่มเติม
1	ให้ข้อมูล	รู้	กำหนดให้	ระลึกถึงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา
2	ให้ข้อมูล	ไม่รู้	กำหนดให้	พิจารณาถึงปัญหาอื่นที่คล้ายๆกัน เพื่อที่จะได้รู้วิธีแก้ปัญหา
3	ให้บางส่วน	รู้	กำหนดให้	วิเคราะห์ปัญหาเพื่อตัดสินใจว่า ยังต้องการข้อมูลอะไรเพิ่มอีก
4	ให้บางส่วน	ไม่รู้	กำหนดให้	ซึ่งนำนักวิธีการที่เป็นไปได้
5	ให้ข้อมูล	รู้	เปิดกว้าง/อิสระ	ตัดสินใจเกี่ยวกับเป้าหมายที่เหมาะสม สำหรับตรวจสอบเทคนิคและความรู้
6	ให้ข้อมูล	ไม่รู้	เปิดกว้าง/อิสระ	ตัดสินใจเกี่ยวกับเป้าหมายและทางเลือกที่เหมาะสม สำหรับตรวจสอบเทคนิคและความรู้
7	ให้บางส่วน	รู้	เปิดกว้าง/อิสระ	เป้าหมายครั้งแรกมีไว้เฉพาะนักเรียน ข้อมูลที่ยังไม่สมบูรณ์
8	ให้บางส่วน	ไม่รู้	เปิดกว้าง/อิสระ	แนะนำเป้าหมายและวิธีการ เพื่อบรรลุผลสำเร็จ ต้องการผลที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติม ต้องการทักษะ

(อดิศักดิ์ สิงห์สีโว. 2549 : 53 ;อ้างอิงจาก Tsapalis. & Angelopoulos. 2000 : 131)

ประเภทของปัญหาดังแต่ชนิดที่ 1-8 นั้น สรุปได้ว่า ปัญหาชนิดที่ 1 เป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ง่ายที่สุด โดยมีข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา มีการระบุผลลัพธ์และเป้าหมาย และที่สำคัญผู้แก้ปัญหารู้วิธีการแก้ปัญหา ส่วนปัญหาชนิดที่ 2 ถึงปัญหาชนิดที่ 8 มีความยาก/ซับซ้อน ขึ้นตามลำดับ โดย

ปัญหาชนิดที่ 8 มีข้อมูลให้บางส่วน โดยผู้แก้ปัญหาไม่รู้วิธีการแก้ปัญหา ผลลัพธ์เป้าหมายเปิดกว้าง จึงเป็นปัญหาชนิดที่มีความยาก/ซับซ้อนมากที่สุด

แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนทักษะการแก้ปัญหา

การสอนการแก้ปัญหาคือกระบวนการที่ต้องใช้เวลานานเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง มีผู้เสนอว่าการสอนแก้ปัญหาซึ่งเป็นการคิดขั้นสูงควรอยู่บนพื้นฐานแนวคิดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism) ที่ครูควรแสดงพฤติกรรมการสอนที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้สร้างและเพิ่มพูนโครงสร้างความรู้ภายในตัวผู้เรียนเอง พฤติกรรมของครูที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ขึ้นเองดังกล่าวควรเป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงการสนับสนุน (Supporting) การเชื่อมโยงความรู้ (Linking) การให้งานที่ท้าทาย (Challenging) และการให้ตัวแบบ (Modeling) ที่ผู้เรียนสามารถใช้อ้างอิงเพื่อตัดสินใจความก้าวหน้าในการคิดของตนเองได้ (Zahorik. 1994 : 6014-6015)

ทฤษฎีทางการรู้คิดกับการสอนแก้ปัญหา

นักวิทยาศาสตร์ทางการรู้คิด (Cognitive Scientists) ได้พยายามอธิบายกระบวนการทางจิตวิทยาที่เกิดขึ้นขณะที่คนเรากำลังอ่านหนังสือ เล่นหมากรุก ไชปริศนาหรือพยายามแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งเกิดเป็นกระบวนการสารสนเทศทางการรู้คิด (Cognitive Information processing) ขึ้น โดยผลวิจัยจำนวนมากที่นำทฤษฎีทางการรู้คิด (Cognitive theory) ไปใช้ในการสอนได้ยืนยันว่าทฤษฎีมีความสัมพันธ์สูงกับการสอน (Frederiksen. 1984 : 363)

ธรรมชาติของการแก้ปัญหา (อ้างใน รสวลีย์ อักษรวงศ์. 2545 : 32-33) มีทฤษฎีและผลงานวิจัยได้ระบุว่า การฝึกปฏิบัติมากๆ จะทำให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากความสามารถได้มาจากโครงสร้างความรู้ที่เหมาะสมและจัดไว้อย่างดี การนำเสนอปัญหากระบวนการสารสนเทศอัตโนมัติและระบบของแบบแผนการจำที่มีประสิทธิภาพจะก่อให้เกิดกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ทักษะที่พัฒนาขึ้นในระยะแรกโดยการปฏิบัติมากกุนั้นจะจำกัดเฉพาะ เช่น พิชิตคณิต จักรกลหรือหมากรุก มีทักษะจำนวนเล็กน้อยเท่านั้นที่จะถ่ายโยงจากสาขา (Domain) หนึ่งไปอีกสาขาหนึ่ง อย่างไรก็ตาม บุคคลอาจมีทักษะการแก้ปัญหาได้หลายสาขา

การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหามีเริ่มจากการให้เรียนรู้หัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ชำนาญและวิธีคิดจากหัวข้อเหล่านี้ด้วยวิธีแก้ปัญหา (Problem-solving procedure) ในขั้นต้น อาจเป็นปัญหาโครงสร้างไม่ดี เนื่องจากการแก้ปัญหานั้นงานที่ทำได้ช้าและเป็นงานหนักจึงต้องการการเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด การทบทวนความรู้บ่อยๆ และการแสวงหาแนวคิดและข้อมูลที่เกี่ยวข้องของความจำระยะยาว (Long term memory-LTM) จากการปฏิบัติของกระบวนการที่ก่อรูปขึ้นโดยการบูรณาการของบุคคล จะทำให้เกิดระบบแบบแผนการจำที่พัฒนาความเชื่อมโยงในการนำเสนอปัญหาที่ถูกต้องมากขึ้น เมื่อมี

ประสบการณ์มากขึ้น และได้ฝึกฝนมากขึ้นอาจส่งผลให้ปัญหามีโครงสร้างดีขึ้น วิธีการแก้ปัญหาก็จะเกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติด้วยความรวดเร็วและใช้ความสนใจน้อยลง

เฟรเดอริกเซน (Frederiksen. 1984 : 391-392) อธิบายว่า ทักษะการแก้ปัญหาและการพัฒนาปัญหาที่มีโครงสร้างที่ดีให้เกิดขึ้นซ้ำๆ และคงเส้นคงวาเพียงพอที่จะทำให้เกิดการรับรู้และกลายเป็นทักษะจะนำไปสู่การพัฒนาแบบแผนการจำได้ ปัญหาที่ขาดความคงเส้นคงวาซึ่งเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ดีนั้น ผู้แก้ปัญหาก็ต้องใช้กระบวนการแก้ปัญหาย่อยๆ โดยใช้ทักษะทางการรู้คิดหลายชนิดเข้ามาช่วย

คราซซิค (Koballa, et al. 1990 : 340-344; citing Krajcik, et al. 1988) กล่าวว่า การแก้ปัญหาใดๆ ก็ตามเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนในการเอาความจำที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การนิยามปัญหา การแสวงหากลยุทธ์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา การนำกลยุทธ์ไปใช้ และการประเมินผลการแก้ปัญหา กระบวนการเหล่านี้จะดำเนินไปจนกว่าการแก้ปัญหาก็จะบรรลุผลสำเร็จ โดยกระบวนการจะผสมผสานความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นๆ เข้ากับกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา นับว่าเป็นงานที่ใช้เวลาค่อนข้างนาน คราซซิคได้แบ่งลักษณะการแก้ปัญหออกเป็น 2 ชนิดคือ การแก้ปัญหามาจากแบบฝึกหัด (Exercise-solving) และการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน (Complex-problem solving) คราซซิคเสนอว่าการสอนทักษะการแก้ปัญหาคควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากกว่าแม้ว่าจะต้องใช้เวลานานก็ตาม สำหรับวิธีประเมินความเข้าใจของผู้เรียนและการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหานั้น ผู้สอนอาจใช้เทคนิคการคิดออกมามากๆ (Think aloud) การสังเกต การใช้เทปบันทึกภาพเป็นต้น โดยให้เหตุผลว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพไม่เหมาะสมที่จะใช้แบบทดสอบหรือเครื่องมือวัดง่ายๆ และวัดได้อย่างรวดเร็ว เพราะจะทำให้ทราบเพียงผลกระทบของวิธีการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเท่านั้น

ลักษณะการสอนแก้ปัญหา การสอนการแก้ปัญหาโดยทั่วไปได้เน้นความสำคัญของปัญหาสองชนิดคือปัญหาที่มีโครงสร้างดี (Well-structured problem) และปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ดี (Ill-structured problem) ปัญหาที่มีโครงสร้างดีคือปัญหาที่มีความชัดเจน นำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้อง มีกฎเกณฑ์แน่นอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Algorithm) แต่ปัญหาที่คนเราต้องเผชิญในชีวิตจริงนั้นมักเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ดี ในการเรียนการสอนครูมักให้นักเรียนแก้ปัญหาลงเลือนไม่ได้ตั้งปัญหาอย่างชัดเจน ไม่มีข้อมูลที่จำเป็นอย่างครบถ้วน ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนในการแก้ปัญหา และอาจมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ ไชมอน (Frederiksen. 1984 : 363; citing Simon. 1973) กล่าวว่า กระบวนการอ้างอิงเกี่ยวกับการสอน (Teaching generalized process) เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ

การวางแผนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับปัญหาที่มีโครงสร้างที่ดี จำเป็นต้องทำแผนการสอนแยกตามจำนวนหัวข้อหลัก (Domain) ซึ่งใช้ความรู้พื้นฐานแตกต่างกันและวิธีการแก้ปัญหาก็แตกต่างกันด้วย แผนการสอนที่ดีจำเป็นต้องมีการสอนความรู้พื้นฐานตามลำดับ เพื่อให้สะดวกต่อการนำความรู้ออกมาใช้ ในการสอนทักษะกระบวนการจำเป็นต้องรวมเอาการแก้ปัญหาที่มีรูปแบบเฉพาะแต่ละชนิดไว้ด้วย รวมทั้งวิธีการที่จะพัฒนาการนำเสนอปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาก็เหมาะสม วิธีการเหล่านี้อาจรวมทั้งการมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน

นักวิทยาศาสตร์ทางการรู้คิดได้เสนอว่า ควรสอนวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายรวมทั้งการมีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับปัญหาที่หลากหลายด้วย โดยทำให้ทักษะการแก้ปัญหาเกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติเท่าที่จะเป็นไปได้ ส่วนทักษะเฉพาะของปัญหาที่มีโครงสร้างต่ำนั้น ส่วนมากมักเกี่ยวข้องกับกลยุทธ์หรือแนวคิดที่กระตุ้นให้ค้นคว้าด้วยตนเอง เช่น การสรุปอ้างอิงและการแสวงหาความเหมือนกัน วิธีสอนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างต่ำ ได้แก่ การสาธิต การให้ตัวอย่าง แบบอย่างการตอบสนองที่ดี และการให้ข้อมูลป้อนกลับ อาจกล่าวได้ว่ามีผู้สอนไม่มากนักที่รู้จักเป็นอย่างดีเกี่ยวกับสิ่งที่จะสาธิตหรือสิ่งที่ควรปฏิบัติ เพราะว่าตัวอย่าง ตัวแบบและปัญหาที่ใช้ในการสอนจะมีการเปลี่ยนแปลงมาก ในปัญหาที่มีโครงสร้างที่ดีซึ่งจะเกี่ยวข้องกับรูปแบบ เนื้อหา และการจัดการ เนื่องจากการเรียนรู้ในปัจจุบันได้เน้นการเรียนรู้โดยการค้นพบมากขึ้นอาจจะทำให้สิ่งที่จะเรียนรู้มีจำนวนมากโดยปริยาย ดังนั้นการเรียนรู้ที่จะประเมินการแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยใช้วิธีที่เหมาะสมที่สุดอย่างจริงจัง จึงใช้การปฏิบัติในการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างที่ดี

การสอนการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอแนะว่าการแก้ปัญหาอาจทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้นและได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 222-223)

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้จะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบให้ถ่องแท้ในประเด็นต่างๆ คือ

- 1.1 ปัญหาถามว่าอย่างไร
- 1.2 มีข้อมูลใดบ้างแล้ว
- 1.3 มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่

2. การวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนคิดหาวิธีการวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นแล้วนำมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหาและการประเมินผล ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาและประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหาและผลที่ได้ถูกต้องหรือได้ผลเป็นอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาทำได้ถูกต้องก็จะมี การประเมินต่อว่าวิธีนี้น่าจะยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆหรือไม่ แต่ถ้าพบว่าการแก้ปัญหานี้ไม่ ประสพผลสำเร็จก็ต้องย้อนกลับไปเลือกวิธีในการแก้ปัญหาอื่นๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 ถ้า ยังไม่ประสพผลสำเร็จ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ว่ามีข้อบกพร่องประการ ใด เช่นข้อมูลกำหนดให้ไม่เพียงพอ เพื่อจะได้เริ่มต้นแก้ปัญหาใหม่

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหาทั้งในด้านวิธีการ แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ในการแก้ปัญหาใดๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541 : 91-92) ให้ความคิดเห็นว่า สภาพการจัดการเรียนการสอนที่มุ่ง ให้นักเรียนคิดแก้ปัญหานั้นอาจส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ต่างกัน ซึ่งอาจจะ ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐาน สภาพสังคม ประสพการณ์ คุณลักษณะด้านเจตคติทาง วิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนด้วย ครูจึงควรอย่างยิ่งที่ จะต้องจัดสภาพการณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ๆ และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายๆวิธี ให้นักเรียน ฝึกฝนแก้ปัญหาให้มากๆ
2. ปัญหาที่ได้หยิบยกมาให้ให้นักเรียนฝึกฝน ควรเป็นปัญหาใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยประสบมา ก่อน และอยู่ในกรอบของทักษะทางเชาว์ปัญญาของนักเรียน
3. การฝึกแก้ปัญหา ครูวิทยาศาสตร์ควรจะได้แนะให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ปัญหาให้ชัดเจน ก่อน ว่าปัญหานั้นเกี่ยวกับอะไร ถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกให้เป็นปัญหาย่อยๆ แล้วคิดแก้ปัญหาแต่ละ ปัญหา และเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อแล้วก็เท่ากับแก้ปัญหาใหญ่ได้นั่นเอง
4. จัดบรรยากาศการเรียนการสอนหรือจัดสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสภาพภายนอกของนักเรียนให้ เป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว นักเรียนจะเกิดความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลง อะไรบ้างในบทบาทต่างๆ
5. ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอยู่เสมอ
6. การฝึกฝนแก้ปัญหา ครูไม่ควรบอกวิธีแก้ปัญหาให้ตรงๆ เพราะถ้าบอกให้แล้วนักเรียนอาจ ไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์ของการคิดของตนเองเท่าที่ควร

กิลฟอร์ด (Guilford. 1971 : 12) กล่าวว่า การแก้ปัญหามี 5 ขั้นตอนคือ

1. เตรียมการ คือค้นหาว่าปัญหาคืออะไร
2. วิเคราะห์ คือพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหา

3. เสนอทางแก้ คือการหาวิธีการที่เหมาะสมกับสาเหตุของปัญหามาแก้ไข
 4. ตรวจสอบผล คือพิจารณาว่าผลลัพธ์ว่าตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ถ้าไม่ต้องการจะต้องหาวิธีอื่นจนกว่าจะได้ผลตามที่ต้องการ

5. นำไปประยุกต์ใช้ คือนำวิธีแก้ปัญหานั้นที่ได้ผลไปใช้กับปัญหาที่คล้ายกันในโอกาสต่อไป
 เบเยอร์ (Beyer. 1985) กล่าวว่า การแก้ปัญหามี 6 ขั้นตอนคือ

1. ระบุปัญหา (Identify a Problem) คือการตีความหมายของปัญหาโดยใช้คำสำคัญเป็นแนวทาง
2. วิเคราะห์ปัญหา เพื่อให้เกิดความชัดเจน (Represent the Problem) โดยระบุเป้าหมายที่ต้องการ อุปสรรคพร้อมสาเหตุ
3. คิดหายุทธวิธีแก้ปัญห (Invent a Solution Strategy) ด้วยการคิดหาวิธีที่เหมาะสม
4. แก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่เลือก (Carry out Plan)
5. สรุปผล (Conclude) ด้วยการเสนอผลการแก้ปัญหาและแสดงหลักฐานประกอบ
6. ตรวจสอบผล (Check the Results) ด้วยการประเมินคำตอบและวิเคราะห์การที่นำมาใช้
 ลอว์สัน (Lawson. 1995 : 158) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหา ระบุถึงพฤติกรรมนักเรียนในแต่ละขั้นดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นักเรียนสำรวจ ตรวจสอบปรากฏการณ์ปัญหาและถามคำถาม เพื่อให้ทราบสถานการณ์ของปัญหานั้นๆ

ขั้นตอนที่ 2 ครูกระตุ้นนักเรียนให้แสดงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 นักเรียนออกแบบและทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 4 นักเรียนรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ขั้นตอนที่ 5 นักเรียนได้รับคำแนะนำ เพื่อสรุปผลหรือบางครั้งเพื่อตัดสินใจในการยกเลิกผลการทดลอง และลงมือทำการทดลองใหม่อีกครั้ง

นอกจากนั้นลอว์สันกล่าวสรุปถึงความสัมพันธ์ว่า การแก้ปัญหาก็คือการสืบเสาะหาความรู้หรือการค้นพบแบบให้คำแนะนำนั่นเอง (Problem as Inquiry & As Guide Discovery)

โคซาค; และเอเกเจน; โทบริดจ์; และไบบี (Kauchak. ; & Eggen. 1998 : 311-314 ; Trowbridge. ; & Bybee. 1996 : 181) ได้แนะนำครูในฐานะเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ควรนำเสนอปัญหาที่สอดคล้องกับบทเรียน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงปัญหากับประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวันได้

2. ยกตัวอย่างปัญหาที่มีความหลากหลาย ที่สอดคล้องกับข้อเท็จจริง หลักการ กฎ และชีวิตประจำวันของนักเรียน
3. อภิปรายในรายละเอียดของปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจในปัญหา
4. เตรียมการปฏิบัติการแก้ปัญหา ครูควรช่วยให้ผู้เรียนระบุปัญหาและสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
5. ครูให้ความช่วยเหลือนักเรียน สำหรับนักเรียนที่เริ่มฝึกแก้ปัญหาใหม่ๆ
6. ครูช่วยให้นักเรียนเห็นปัญหาและแสดงปัญหาที่แท้จริง
7. ครูสอนนักเรียนเกี่ยวกับยุทธศาสตร์ในการแก้ปัญหาโดยทั่วไป
8. มอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่มให้มีความหลากหลาย
9. เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

7. จิตวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 272 ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ (scientific mind/scientific attitudes) ว่าเป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน เป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในบุคคลเพราะเป็นการพัฒนาคุณภาพของบุคคลโดยเฉพาะผู้ที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์เพราะเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่จะสร้างบุคคลให้เป็นคนที่สมบูรณ์ มีความสามารถในการคิดขั้นสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีระเบียบวิธีการในการดำเนินชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำลังพัฒนา ผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่รู้จักใช้ทรัพยากรตามธรรมชาติ ตลอดจนเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้อย่างฉลาดและมีประสิทธิภาพซึ่งจะทำให้เขาทำงานและอยู่ร่วมในสังคมประชาธิปไตยได้อย่างดีเยี่ยมตามความต้องการของสังคมแบบประชาธิปไตย ผู้ที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์จึงควรได้รับการปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์ให้เป็นอย่างดีโดยให้มีลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ภายในตัวบุคคล

จิตวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งจุลพงษ์ กลิ่นหอม สรุปได้ดังนี้ (จุลพงษ์ กลิ่นหอม. 2549 : 12-20)

1. ความสนใจใฝ่รู้ เป็นความรู้สึกชอบหรือความพอใจอยากรู้ อยากแสวงหา มีแนวโน้มที่จะเข้าร่วม หรือทำกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และมองเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์
2. ความซื่อสัตย์ เป็นการแสดงออกของพฤติกรรมในลักษณะที่ประพฤติปฏิบัติอย่างตรงไปตรงมาตามสภาพความเป็นจริง ไม่ทุจริตหลอกลวง ไม่คดโกง ไม่ผันแปรตามความต้องการของตนหรือของผู้อื่น
3. ความอดทนมุ่งมั่น เป็นคุณลักษณะอย่างหนึ่งของบุคคลที่แสดงออกในลักษณะของความสามารถทางร่างกาย ความคิด และจิตใจที่จะปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ให้สำเร็จได้ โดยไม่คำนึงถึงอุปสรรคใดๆ มีความรับผิดชอบ และจะสามารถบังคับตนเองเมื่อเกิดความเหนื่อยอ่อนและเกียจคร้านได้
4. การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นหรือมีเหตุผลที่เพียงพอ เป็นลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการไม่ยึดถือความคิดเห็นของตนเองเป็นใหญ่ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่ต่างจากของตนว่ามีความสำคัญเท่าเทียมกัน สามารถรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งและเต็มใจที่จะทบทวนหรือเปลี่ยนแปลงความคิดเห็น
5. ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของบุคคลในการผสมผสานความรู้และประสบการณ์ในการแก้ปัญหา หรือคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ หรือปรับปรุงดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ใหม่โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งสมบูรณ์อย่างแท้จริง
6. มีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ เป็นลักษณะของบุคคลที่ชอบสงสัย ชอบซักถาม ประารถนาที่จะแสวงหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ตื่นเต้นยินดีเมื่อได้ข้อมูลหรือความรู้ใหม่ๆ เพิ่มเติม

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

8.1 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับ

1) การสืบค้น

อารียา บุญทวีคุณ (2546: 33-48) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการใช้ชุดพัฒนาทักษะการสำรวจตรวจสอบ (Investigative skill) ที่มีต่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปทุมคงคา ปีการศึกษา 2545 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาชีววิทยา ว 441 ในภาคเรียนที่ 1 จำนวน 96 คน ใช้ชุดพัฒนาทักษะการสำรวจตรวจสอบ (Investigative skill) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาสอนรวม 4 คาบ ประเมินผลจากแนวทดสอบ ซักถามความพึงพอใจ และผลการทำกิจกรรมสำรวจ

ตรวจสอบจากรายงาน ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนร้อยละ 80 มีความรู้ความเข้าใจในคำศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง ตลอดจนเขียนรายงานโดยศึกษาจากใบช่วยตนเองได้ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาชีววิทยา การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ผู้เรียนเข้าใจได้ผลดี ควรเริ่มจากการใช้คำศัพท์พื้นฐานที่ใช้สื่อกับคนทั่วไปเข้าใจ เมื่อผู้เรียนมีความเข้าใจกระบวนการแม่นยำจึงใช้คำศัพท์เฉพาะทาง ด้านการออกแบบการสำรวจตรวจสอบเทคนิควิธีสอน การระบุตัวแปรวิธีนี้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย สามารถนำไปใช้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบที่กำหนดให้สำรวจสิ่งที่เกี่ยวข้องกับตนเองในชีวิตประจำวันและศึกษาในระยะเวลาไม่เกิน 1 สัปดาห์ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการศึกษาอย่างต่อเนื่องเกิดความพึงพอใจในการเรียน

กาญจนา ชูครุวงศ์ ; และคณะ (2546: 141-150) ได้ทำโครงการวิจัยนำร่องเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบค้นอิสระ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบค้นอย่างอิสระ (Independent investigation) สำหรับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา โดยทดลองกับนิสิตปีที่ 3 คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชา ชีววิทยา ฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 30 คน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ใช้รูปแบบของการจัดสถานการณ์ในห้องเรียนโดยผู้สอนจัดเตรียมเอกสาร งานวิจัย ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นพบปัญหาแล้วหาหนทางแก้ปัญหาด้วยการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม แบบทดสอบ แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์และแบบบันทึกของนิสิตและอาจารย์ พบว่า นิสิตได้รับความรู้วิทยาศาสตร์มากขึ้น รู้กระบวนการคิด ผึกแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติเอง ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ได้ออกแบบทดลองค้นคว้าไปสู่จุดมุ่งหมาย เกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และช่วยพัฒนาลักษณะนิสัยในการคิดอย่างมีเหตุผล อาจารย์ผู้สอนคิดว่าการเรียนการสอนด้วยวิธีนี้เหมาะสมสำหรับนิสิตในระดับปริญญาตรี เพราะผู้เรียนได้แสดงกระบวนการเรียนรู้ตามศักยภาพของผู้เรียน ทำให้ส่งเสริมการเรียนรู้ได้ตรงตามสภาพจริงมากที่สุด แต่ไม่ควรใช้วิธีการสอนแบบสืบค้นโดยอิสระทุกครั้ง

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

ศิริสา พันธ์กุล. (2548 : บทคัดย่อ). ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มนีรัตน์ เกตุไสว (2540: 80) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการเรียนรู้พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บรรณารักษ์ แพ่งถิ่น (2542: 68) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่องพืช และสัตว์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ ผลการศึกษพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ความคงทนในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543: 69) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรอุมา กาญจน์ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว PDCA กับแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว PDCA กับแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมพงษ์ รุจิวรรณ (2516: 51-54) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ พฤติกรรมด้านความเป็นผู้นำ ความตั้งใจเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหอวังกรุงเทพมหานคร โรงเรียนปากช่องและโรงเรียนรุ่งอรุณวิทยา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 417 คน ผลการวิจัยพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มนักเรียนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิโรจน์ เฉลยสุข (2541 : 75) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 “การหายใจ” ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองมีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุทธิพร พลอยสุข. (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดฝึกการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีของเวียร์โดยการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าเมื่อใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในแต่ละทักษะและโดยภาพรวม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้แบบทดสอบวัดการปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยภาพรวมและทักษะด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ผลการวิจัย พบว่า เมื่อใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ นักเรียนที่ได้รับการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นรายกลุ่ม มีเฉพาะทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการไม่ผ่านเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อใช้แบบทดสอบวัดการปฏิบัติ นักเรียนที่ได้รับการฝึกเป็นรายบุคคล มีทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกเป็นกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในแต่ละทักษะและโดยภาพรวม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มนวิภา อ่อนศรี (2541 : 79 –80) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และหาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาส่วนกลาง กลุ่มที่ 5 จำนวน 552 คน ผลปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กันทางบวกโดยด้านการจำแนกประเภทส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกตการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่นๆ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เนื่อทอง น่ายี (2544 : 87-91) ได้ศึกษา ผลการใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 56 คน จัดกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ซึ่งผู้เรียนปฏิบัติด้วยตนเองกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สูงกว่า กลุ่มทดลองที่ 2 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นงนุช สหัสดี (2545 : 54-56) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 42 คน ผลการศึกษา พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านอื่นๆ ส่งผลต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทิพาพรณ ก.บัวเกสร (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเองกับการสอนแบบค้นพบโดยมีการชี้แนะ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประสาน วัฒนประดิษฐ์ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยวิธีค้นพบด้วยตนเองกับนักเรียนที่สอนโดยวิธีปกติ กลุ่มทดลองโดยวิธีค้นพบด้วยตนเอง กลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีปกติผลการศึกษา พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีค้นพบด้วยตนเองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีค้นพบด้วยตนเองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

8.2 งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับ

1) การสืบค้น

งานวิจัยของดักแกน; จอนห์สัน; และก๊อต (Duggan ; Johnson ; & Gott. 1996: 461-274) เป็นงานวิจัยที่ศึกษาในเรื่องการกำหนดตัวแปรในการทำการสืบค้นของนักเรียนที่มีอายุระหว่าง 12-14 ปี ซึ่งพบว่า หากการสืบค้นเป็นปัญหาที่ซับซ้อนและยากมากขึ้นความสามารถในการกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องก็จะลดลง เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถหาทิศทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาของงานได้ นั่นคือนักเรียนเริ่มหลงทาง นักเรียนไม่เห็นความสำคัญหรือประโยชน์ของการกำหนดตัวแปรอิสระที่ต่อเนื่อง (Continuous) ในงานนี้นักเรียนเข้าใจว่าระยะทางเป็นตัวแปรอิสระที่มีความยาวต่อเนื่อง แต่นักเรียนขาดความเข้าใจว่าอุณหภูมิเป็นตัวแปรอิสระต่อเนื่อง งานวิจัยค้นพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการกำหนดหรือใช้ตัวแปรอิสระที่ต่อเนื่อง ปัญหาดังกล่าวอาจเกิดเนื่องจาก

1. การขาดทักษะการนำเครื่องมือที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการสืบค้น
2. ขาดความเข้าใจในทัศนคติว่าในงานทดลองจะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจอื่นๆ

นอกเหนือจากความเข้าใจโจทย์ปัญหาเท่านั้น

3. ขาดความสามารถในการดูองค์รวม

ฟอร์ตัส; และคณะ (Fortus; & etal. 2004: 1081-1107) ทำการวิจัยโดยให้นักเรียนจำนวน 92 คน เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการใช้ “การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการออกแบบ” ใช้บทเรียน 3 บทเรียน ได้แก่ การออกแบบสร้างบ้านที่ทนทานกับสภาพแวดล้อมที่เป็นปัญหาต่างๆ การออกแบบแบตเตอรี่ที่ไม่ทำให้เกิดมลพิษและทำจากสารที่ไม่ก่อมลภาวะ และการออกแบบมือถือที่มีความปลอดภัย การประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดูจากการนำเสนอด้วยโปสเตอร์และรูปแบบของผลงาน นักเรียนในการออกแบบ นอกจากนี้ยังมีการทดสอบก่อนและหลังเรียน ซึ่งพบว่านักเรียนมีคะแนนหลังใช้บทเรียนสูงขึ้น ผลงานที่เป็นรูปแบบเป็นผลมาจากการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในบทเรียน และได้รูปแบบของบ้าน แบตเตอรี่และมือถือตามข้อกำหนด

ไซมอน; และมาโลนี (Simon; & Maloney. 2007: 49-57) ทำการวิจัยกิจกรรมสำหรับส่งเสริมการอภิปรายกลุ่มย่อย (Small-group discussion) และการให้เหตุผล (Argumentation) โดยดำเนินการกับนักเรียนชั้นปีที่ 6 (อายุ 10-11 ปี) งานวิจัยสืบค้นว่านักเรียนจะใช้หลักฐานศึกษากิจกรรมการแก้ปัญหาที่แตกต่าง 4 กิจกรรม และการให้เหตุผลอย่างไรในการแก้ปัญหาในวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้ศึกษาการนำเสนอการอภิปรายกันในกลุ่มย่อยเพื่อตัดสินใจหาวิธีแก้ปัญหาและใช้หลักฐานมาอธิบาย งานนี้พบว่า ทุกกลุ่มมีความสามารถเชื่อมโยงได้ในระดับหนึ่งแต่ความสามารถในการให้เหตุผลจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับวิธีการนี้และเมื่อเขาเป็นที่ยอมรับหรือได้มีบทบาทร่วมในกลุ่ม

ชิน; คิม; และชาร์น (Ivy geok, Chin tan; Christine, Kim eng lee; & Shlomo, Sharan. 2007: 142-154) ทำการวิจัยผลการสืบค้นแบบกลุ่มต่อผลสัมฤทธิ์ และความสนใจใฝ่รู้ในการเรียน ของนักเรียนในสิงคโปร์ โดยดำเนินการทดลองกับนักเรียนเกรด 8 (อายุ 13-14 ปี) จำนวน 7 ห้องเรียน ในประเทศสิงคโปร์ ผู้วิจัยประเมินผลวิธีการสืบค้นแบบกลุ่ม (Group investigation) ที่จัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือร่วมใจ (Cooperative learning) เปรียบเทียบกับผลของการจัดการสอนทั้งชั้นเรียน การ วิจัยพบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการทำการทดลองเหมือนกันไม่ว่าจะให้การทดลองแบบกลุ่ม หรือทั้งห้องเรียน ทั้ง 2 วิธี ไม่ได้มีผลในทางวิชาการที่แตกต่างกัน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ วิธีการสืบค้นแบบ กลุ่มไม่ส่งผลแตกต่างกันในทั้ง 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนต่ำ การให้นักเรียนทำการสืบค้นแบบกลุ่มส่งผลให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูงมีแรงกระตุ้นหรือ สนใจใฝ่รู้ในการเรียนมากขึ้น แต่ไม่มีผลสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนต่ำ

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

วอลเตอร์ (Walter. 1966: 994-A—995-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีต่างกัน นักเรียนกลุ่มทดลองจะ เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับเอกสารคำแนะนำในวิธีการมองปัญหา แก้ปัญหา แต่ไม่มีการบรรยาย ไม่ใช้ ตำราเรียน ไม่มีการกำหนดงานเป็นการบ้าน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมจะเรียนโดยวิธีบรรยาย การ กำหนดงานมีการบ้าน มีการให้ทำปฏิบัติการบ้าง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 12 คน จัด กลุ่มโดยการจับคู่ตามเพศ คะแนนเฉลี่ย ความถนัดทางการเรียน ความสามารถในการอ่าน ผลการวิจัย กลุ่มทดลองมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านมีเหตุผล ไม่เชื่อถือโชคกลางสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่มี ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาวิชาต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รูบิน (Rubin. 1989 : 3469 -A) ได้ศึกษายุทธศาสตร์การสอนทำต้นแบบเป็นระบบเพื่อ พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน และความสามารถในการใช้เหตุผลในเชิง พุทธิพิสัยแบบเป็นทางการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับกลางในเมือง นักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้รับการ สอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในช่วงเวลา 3 เดือน จากครูซึ่งได้รับการฝึกกลยุทธ์การสอน การทำต้นแบบเชิงระบบทดลอง กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนจากครูที่ฝึกกลยุทธ์การควบคุม วงจรการ เรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแบบเดิม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนในกลุ่มที่ 2 และนักเรียน ในกลุ่มที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ โดยสรุป กลยุทธ์การสอนทำต้นแบบเป็นระบบ จัดเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นผสมผสานของนักเรียน

สมิท (Smith.1994 : 2528 – A) ได้ศึกษาผลการสอนที่มีเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือกลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้เป็นวิธีการทดสอบภาคสนามซึ่งเรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

ทอมป์สัน (Thomson. 1992) ได้ทำการศึกษาถึงความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงนั้น จะส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาบางส่วนยังไม่เข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้อย่างถูกต้อง ซึ่งมีสาเหตุมาจากไม่เข้าใจในความหมายของวิทยาศาสตร์กับความรู้สึกรวมดาจากสามัญสำนึกจากเหตุการณ์ดังกล่าวข้างต้นจึงมีผลทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยเน้นการให้ลงมือปฏิบัติจริงหรือมีการฝึกอบรวมเพิ่มเติม กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงหรือไม่มีการฝึกอบรวมเพิ่มเติมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชาร์แมน (Scharman. 1989 : 715 - 726) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของพัฒนาการของการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการวิจัยพบว่า การเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน 1 ภาคเรียน จะทำให้พัฒนาการในการรับรู้ความรู้พื้นฐานทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

เดวิส (Davis. 1978 : 211 – A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบวิธีสอนให้ค้นพบด้วยการตั้งคำถามแบบชี้นำ (Guided – Inquiry Discovery Approach) กับวิธีการสอนแบบบอกความรู้ตามตำรา (Expository Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปลาย ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนให้ค้นพบด้วยการตั้งคำถามแบบชี้นำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบครูบอกตามตำราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลงานวิจัยดังกล่าวจะพบว่าการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองโดยใช้ชุดฝึกหรือชุดกิจกรรมจะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะ

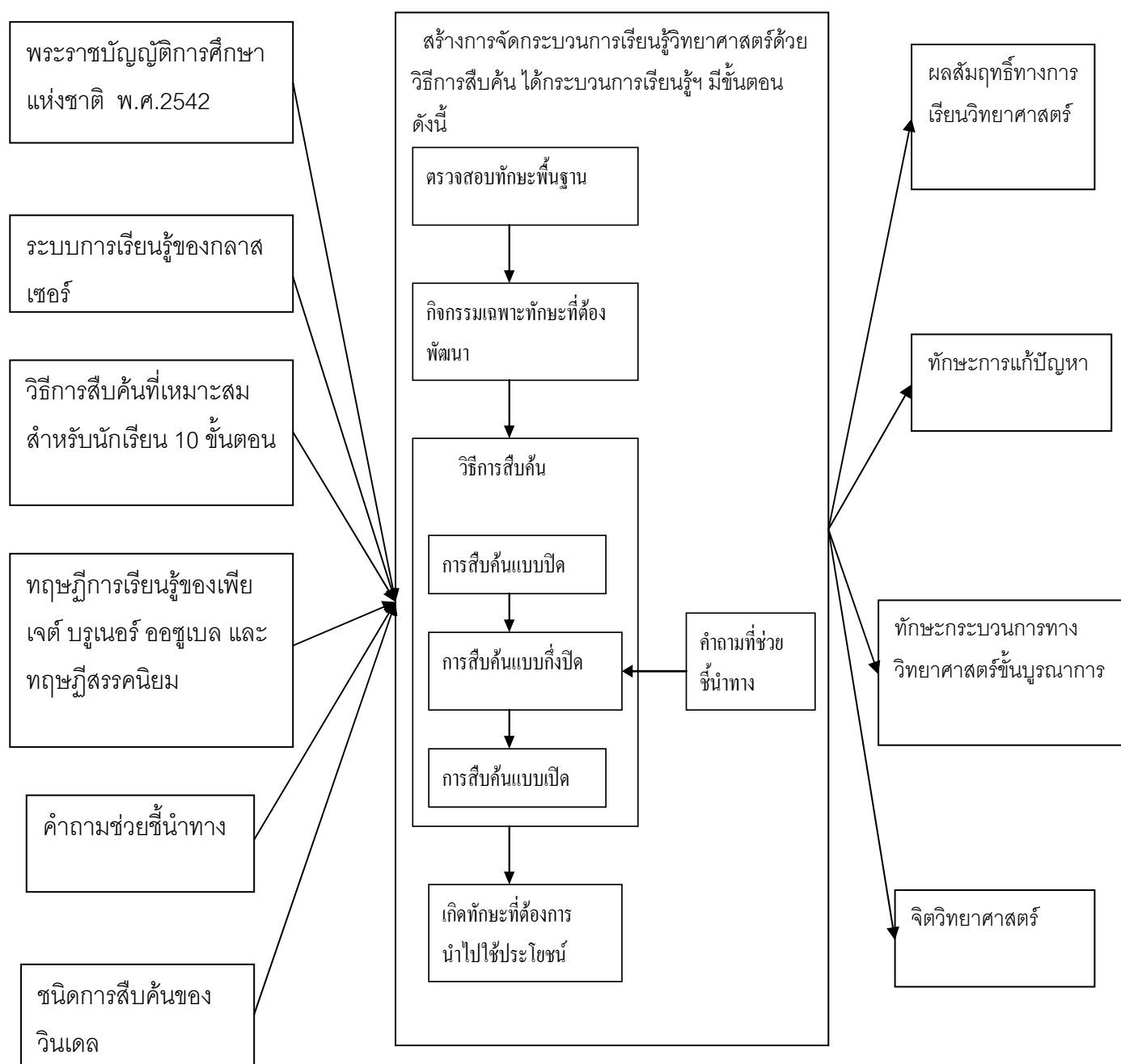
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเกิดจิตวิทยาศาสตร์

9. กรอบความคิดการพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

แนวคิดที่ผู้วิจัยวิเคราะห์เอกสารงานวิจัย มาใช้ในการสร้างการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานพบว่า การจัดกระบวนการเรียนการสอนต้องยึดการจัดการเรียนการสอนตามพระราชบัญญัติแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) ในด้านกระบวนการเรียนรู้ และเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 3) ส่วนด้านคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์นั้นมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นน่าเป็นวิธีการหนึ่งที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้ ทั้งนี้เพราะการสืบค้นเป็นกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์วิธีหนึ่ง โดยนักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง มีการวัด การจัดการทำข้อมูลและประเมินงานการสืบค้นด้วยตนเอง ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ผู้วิจัยเลือกระบบการเรียนการสอนของกลาสเซอร์มาพัฒนาให้เหมาะสม ทั้งนี้เพราะระบบการเรียนการสอนของกลาสเซอร์มีข้อดีตรงที่มีการประเมินสถานะผู้เรียนก่อนสอนซึ่งจะทำให้รู้ว่าผู้เรียนมีความรู้เดิมเพียงพอที่จะเรียนรู้ในสิ่งใหม่หรือไม่ ทำให้ผู้สอนต้องปรับความรู้เดิมของนักเรียนให้เพียงพอพร้อมที่จะเรียนรู้ต่อไปได้ สอดคล้องข้อสรุปจากหลักการสอนตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ และบรูเนอร์ วิธีสอนการเรียนรู้อย่างมีความหมายความหมายของออสซูเบล และคุณลักษณะของทฤษฎีสรรคนิยมซึ่งผู้วิจัยนำมาเป็นข้อเสนอแนะเกี่ยวกับหลักการและแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้

อนึ่งกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการสืบค้นที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้จะส่งผลต่อผู้เรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและจิตวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถเขียนเป็นกรอบแนวคิดการพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 กรอบความคิดการพัฒนาการจ้ดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

สมมติฐานการวิจัย

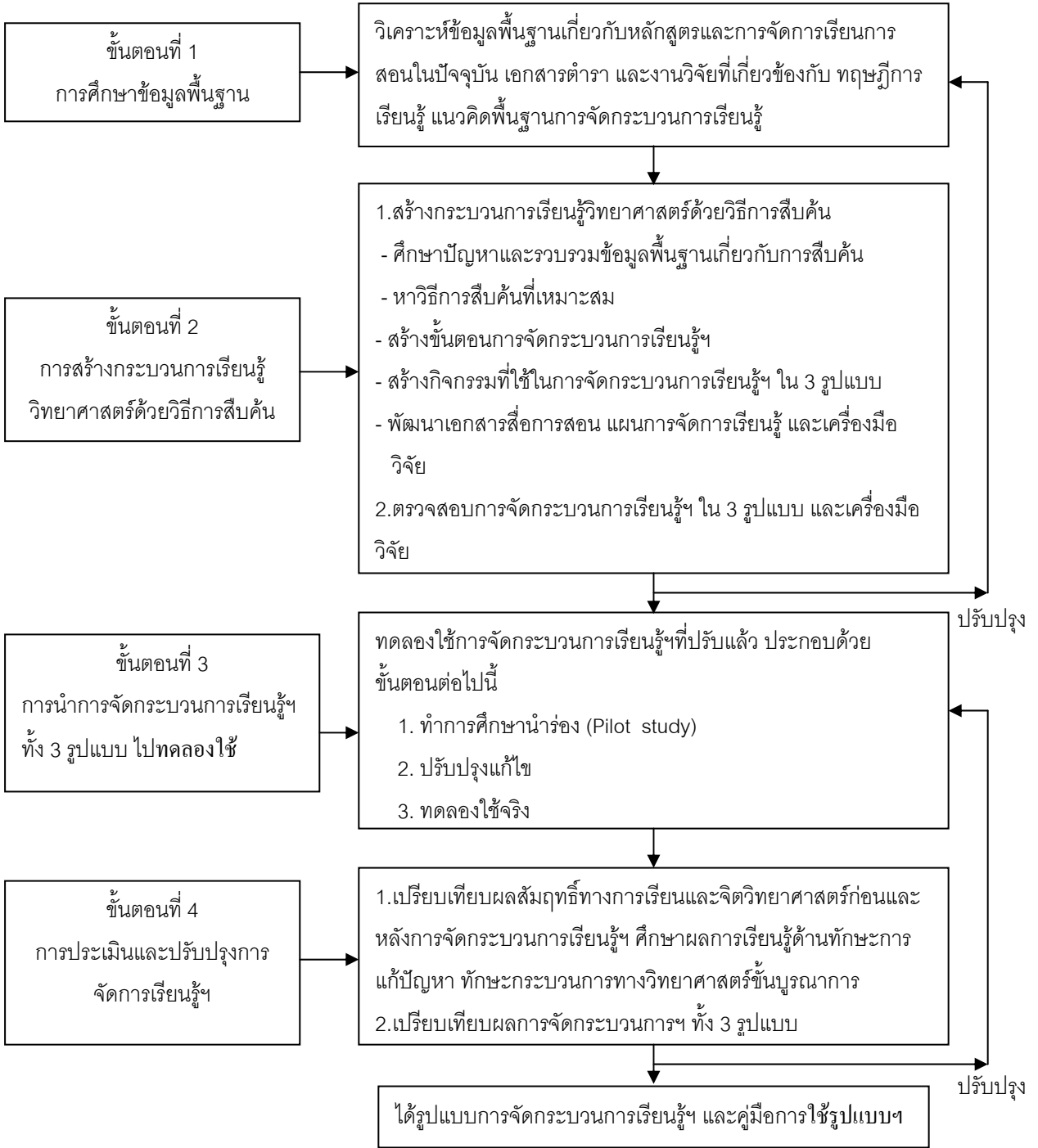
สมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย

1. รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 3 (วิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด และวิธีการสืบค้นแบบเปิด) จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่ารูปแบบที่ 1 (วิธีการสืบค้นแบบปิด) และรูปแบบที่ 2 (วิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด)

2. รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 3 (วิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด และวิธีการสืบค้นแบบเปิด) ทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและทักษะการแก้ปัญหาเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนในรูปแบบที่ 1 (วิธีการสืบค้นแบบปิด) และรูปแบบที่ 2 (วิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด)

บทที่ 3

การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ใช้วิธีวิจัยทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 กรอบแนวทางดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1.1 ศึกษาจากเอกสารที่เป็นบทความ ตำรา รายงานการวิจัย เอกสารเผยแพร่ และข้อเขียนต่างๆเกี่ยวกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ทิศทางและแนวโน้มในการจัดการศึกษา สภาพและผลของการจัดการศึกษาของไทย

1.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ แนวคิดพื้นฐานการจัดกระบวนการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ บรูเนอร์ ออซูเบลและทฤษฎีสรคินิยม ระบบ การเรียนการสอนของกลาสเซอร์ การแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยา ศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

มีขั้นตอนการดำเนินดังต่อไปนี้

2.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการสืบค้น ได้แก่ นิยาม ความสำคัญ การ แบ่งชนิดของการสืบค้น ขั้นตอนการสืบค้น คำถามช่วยชี้นำทาง การประเมินตนเองและความสามารถในการสืบค้น

2.2 หาวิธีการสืบค้นที่เหมาะสม

โดยการนำขั้นตอนการสืบค้นของกอตต์และเมอร์ฟี (Gott and Murphy. 1987) ชิน (Chin. 2003) และวินเดล (Windale. 2004) มาวิเคราะห์ข้อแตกต่างของขั้นตอนการสืบค้น แล้ว นำมาปรับเป็นขั้นตอนการสืบค้นใหม่ได้ 10 ขั้นตอนดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ระบุตัวแปร
4. ทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ
5. วางแผนและออกแบบการทดลอง
6. ทำการสืบค้น
7. บันทึกผล (ตารางและกราฟ)
8. แปลความหมายและลงข้อสรุป

9. ประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น

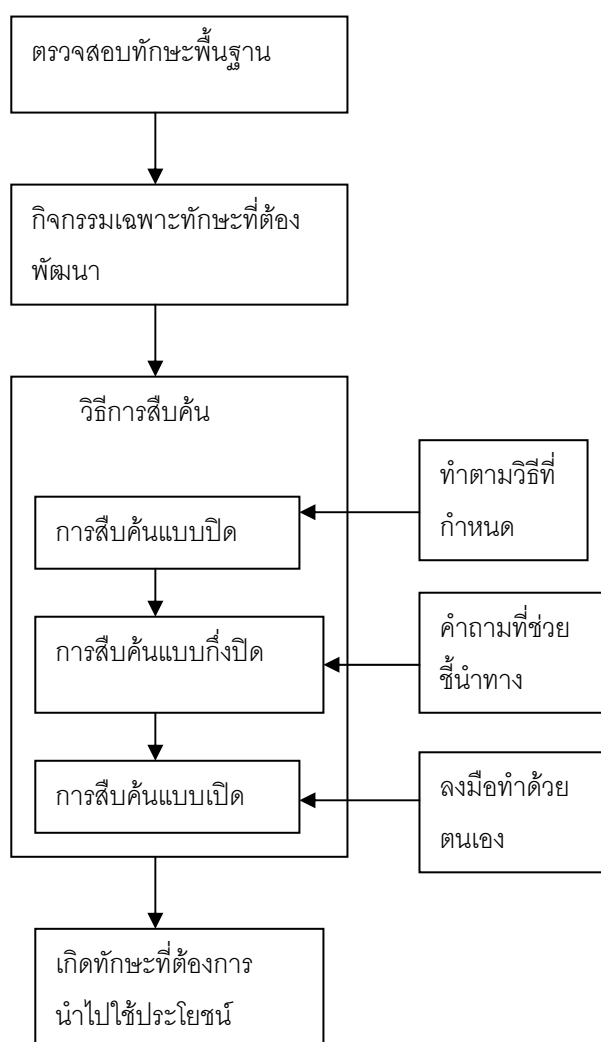
10. สื่อสารผลที่ได้

2.3 สร้างขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

การสร้างขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นมีลำดับดังนี้

2.3.1 รวบรวมข้อมูลจากการ

- 1) นำระบบการเรียนรู้ของกลาสเซอร์มาปรับปรุง ในขั้นตอนของการประเมินสถานะผู้เรียนก่อนสอน และขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนการสอน
 - 2) นำเอาขั้นตอนวิธีการสืบค้นที่ปรับได้มาใช้
 - 3) นำข้อสรุปจากหลักการสอนตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ และบรูเนอร์ วิธีสอนการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล และคุณลักษณะของทฤษฎีสรรคนิยมมาใช้เป็นหลักการและแนวทาง
 - 4) เลือกชนิดของการสืบค้นของวินเดลมาปรับให้เหมาะสม
 - 5) นำเอาคำถามที่ช่วยชี้นำทางจากวินเดล (Windale. 2004) มาปรับใช้
- 2.3.2 นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์ได้ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

2.4 สร้างกิจกรรมที่ใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ทั้ง 3 รูปแบบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.4.1 ศึกษาและวิเคราะห์ จุดประสงค์การเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว 31201 (กระบวนการวิทยาศาสตร์กับการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา) สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.4.2 นำขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบค้นมาจัดสร้างหน่วยการเรียนรู้ให้เหมาะสม ทั้ง 3 รูปแบบ

2.4.3 สร้างกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้เหมาะสม

2.4.4 นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ไปหาประสิทธิภาพ โดย

2.4.4.1 ไปให้นักเรียนที่อยู่ในช่วงชั้นที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองทำกิจกรรม จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการใช้ภาษา ระยะเวลาในการทำกิจกรรม ขั้นตอนการทำกิจกรรม นำมาปรับปรุง

2.4.4.2 นำไปให้อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตรวจสอบความถูกต้อง 5 คน พิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัด IC (Index Congruence) โดยให้ตรวจอย่างอิสระเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย อาจารย์ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาและอาจารย์ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2.5 จัดทำเครื่องมือ(ที่ใช้ในการ)วิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจำแนกตามลักษณะของการทำงาน ดังนี้

2.5.1 เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบการพัฒนาการจัดการกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นเบื้องต้น ได้แก่ แบบประเมินการพัฒนาการจัดการกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น มีขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นดังนี้

1) กำหนดจุดประสงค์ของการประเมิน

2) ศึกษาการสร้างแบบประเมินและกำหนดแบบประเมิน

3) สร้างแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับและแบบสอบถามปลายเปิดที่ครอบคลุมเอกสารและเครื่องมือต่างๆที่ต้องการประเมิน เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมโดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงจากแบบประเมินรูปแบบฯของสมพร (2541: 176)

4) นำแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน อ่านเพื่อพิจารณาความเป็นปรนัยและการใช้ภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย อาจารย์ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาและ อาจารย์ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

5) นำแบบประเมินมาพิจารณาแก้ไขปรับปรุง เป็นแบบประเมินฉบับสมบูรณ์

เกณฑ์ในการพิจารณาการประเมิน พิจารณาจากค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่นำมาแปลความหมาย ดังนี้

ช่วงคะแนน 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมาก

ช่วงคะแนน 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมค่อนข้างมาก

ช่วงคะแนน 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ช่วงคะแนน 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมค่อนข้างน้อย

ช่วงคะแนน 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

เกณฑ์ค่าคะแนนของความเหมาะสมในการวิจัยครั้งนี้ ถ้าค่าคะแนนของความ คิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.0 ถือว่าการพัฒนาการจัด กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นเหมาะสม (วิเชียร เกตุสิงห์. 2538: 8-11)

2.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ แผนการเรียนรู้การจัดการกระบวนการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบค้น ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนดังนี้

2.5.2.1 ขั้นตอนเตรียมการ

ผู้วิจัยได้เตรียมการเพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาและวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว 31201 (กระบวนการวิทยาศาสตร์กับการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา)

2) กำหนดหน่วยการเรียนรู้ ดังตาราง 10

ตาราง 10 ความสัมพันธ์ของการกำหนดหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง และเวลา ของรูปแบบที่ 1 (วิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว)

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้ (จำนวนครั้ง)	ชื่อเรื่อง	เวลา(ชั่วโมง)
1. พื้นฐานที่มี	1	การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน	2
2. เติมที่ยัง บกพร่อง	1	กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้อง พัฒนา	2
3. ลองทำดู	5	การสืบค้นแบบปิด	10

ตาราง 11 ความสัมพันธ์ของการกำหนดหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง และเวลา
ของรูปแบบที่ 2 (วิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด)

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้ (จำนวนครั้ง)	ชื่อเรื่อง	เวลา(ชั่วโมง)
1. พื้นฐานที่มี	1	การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน	2
2. เติมที่ยัง บกพร่อง	1	กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้อง พัฒนา	2
3. ลองทำดู	2	การสืบค้นแบบปิด	4
	3	การสืบค้นแบบกึ่งปิด	6

ตาราง 12 ความสัมพันธ์ของการกำหนดหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง และเวลาของ
รูปแบบที่ 3 (วิธีการการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด และวิธีการสืบค้นแบบเปิด)

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้ (จำนวนครั้ง)	ชื่อเรื่อง	เวลา(ชั่วโมง)
1. พื้นฐานที่มี	1	การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน	2
2. เติมที่ยัง บกพร่อง	1	กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้อง พัฒนา	2
3. ลองทำดู	1	การสืบค้นแบบปิด	2
	1	การสืบค้นแบบกึ่งปิด	2
	3	การสืบค้นแบบเปิด	6

3. นำหน่วยการเรียนรู้ที่ได้มากำหนดจัดเป็นกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นเปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3

ตาราง 13 เปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นกับนักเรียนกลุ่ม ทดลองรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3

การจัดกระบวนการเรียนรู้	วิธีการสืบค้นของนักเรียนกลุ่มทดลองรูปแบบที่			เวลา(ชั่วโมง)
	1	2	3	
ประเมิน : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน : จิตวิทยาศาสตร์ : ทักษะพื้นฐาน	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	2
เดิมที่ยังบกพร่องให้กับนักสืบค้น พัฒนาเฉพาะทักษะที่ต้องพัฒนา	บรรยาย/ สาธิต	บรรยาย/ สาธิต	บรรยาย/ สาธิต	2
บทปฏิบัติการที่ 1 ลูกโป่งจรวด	แบบปิด*	แบบปิด	แบบปิด	2
บทปฏิบัติการที่ 2 ลาวาไหล	แบบปิด	แบบปิด	แบบกึ่งปิด	2
บทปฏิบัติการที่ 3 ดั่งกระดอน	แบบปิด	แบบกึ่งปิด**	แบบเปิด***	2
บทปฏิบัติการที่ 4 ตุ่มต่อแต่ง	แบบปิด	แบบกึ่งปิด	แบบเปิด	2
บทปฏิบัติการที่ 5 อุ่นน่านๆ ประเมิน : ทักษะขั้นบูรณาการ : ทักษะการแก้ปัญหา	แบบปิด	แบบกึ่งปิด	แบบเปิด	2
ประเมิน : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน : จิตวิทยาศาสตร์	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	1

หมายเหตุ * แบบปิด ผู้สอนกำหนดกระบวนการสืบค้นให้ 7 ขั้นตอนแรก ขั้นตอนที่ 8-10 ใช้คำถามชี้นำ

** แบบกึ่งปิด ผู้สอนกำหนดกระบวนการสืบค้นให้ 1 ขั้นตอนแรก ขั้นตอนที่ 2-10 ใช้คำถามชี้นำ

*** แบบเปิด ผู้สอนระบุปัญหาให้ ส่วนขั้นตอนที่ 2-10 ให้นักเรียนลงมือทำด้วยตนเอง

2.5.2.2 ขั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ชื่อเรื่อง เวลา จุดประสงค์การเรียนรู้ แนวความคิดหลัก เนื้อหาสาระ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

- ชื่อเรื่อง เป็นชื่อเรื่องที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วย
- เวลา เป็นการกำหนดช่วงเวลาใน 1 แผนการจัดการเรียน
- จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นข้อความที่ระบุวัตถุประสงค์การสอนที่มุ่งหวังให้

นักเรียนเกิดผลการเรียนรู้ที่พึงประสงค์

- แนวความคิดหลัก เป็นข้อความแสดงมโนทัศน์ของเนื้อหา
- เนื้อหาสาระ เป็นรายละเอียดของความรู้ที่ขยายจากมโนทัศน์
- กระบวนการจัดการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นของการ

จัดการเรียนรู้ตามแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

- การวัดและประเมินผล เป็นการระบุเครื่องมือวัดผล สิ่งที่วัด วิธีการวัดและ

ประเมินผล

- วัสดุอุปกรณ์ วัสดุเป็นสื่อที่ใช้แล้วสิ้นเปลืองได้แก่ สารเคมี ส่วนอุปกรณ์เป็นสื่อที่มีลักษณะถาวร ได้แก่ อุปกรณ์ปฏิบัติการทดลอง

- สื่อและแหล่งการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ใช้ประกอบการเรียนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ใบงาน หนังสือ อินเทอร์เน็ต

- บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ เป็นที่สำหรับบันทึกข้อสังเกตต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะมีการจัดการเรียนรู้

2.5.2.3 ขั้นหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนดังนี้

2.5.2.3.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ 5 คน พิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัด IC โดยให้ตรวจอย่างอิสระเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยอาจารย์ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับอุดมศึกษาและอาจารย์ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2.5.2.3.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนไปทดลองใช้กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 3 คน ระยะเวลา 14 ชั่วโมง เพื่อหาความเหมาะสมด้านระยะเวลา การสื่อความหมาย และผลกระทบอื่น ๆ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.5.2.3.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน ไปทดลองใช้กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 36 คน ระยะเวลารวม 14 ชั่วโมง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.5.3 เครื่องมือที่ใช้ประเมินผลการนำการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบค้น ไปทดลองใช้ ได้แก่

2.5.3.1 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้ เป็นแบบทดสอบปรนัย ดังนี้

2.5.3.1.1 แบบทดสอบปรนัย ใช้วัดผลในด้านความรู้ความเข้าใจ (Klopper.

1971) จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นเตรียมการ

ผู้วิจัยเตรียมการ โดยวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้

2) ขั้นสร้างแบบทดสอบปรนัย

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- สร้างข้อสอบแบบปรนัย แบบเลือกตอบ มีคำตอบ 4 ตัวเลือก เกณฑ์ให้คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน โดยสร้างไว้ 40 ข้อ

- นำไปตรวจสอบความเป็นปรนัย ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน โดยให้ตรวจอย่างอิสระเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ตามแบบวัด IC ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยอาจารย์ที่มีประสบการณ์ด้านการวัดผลระดับอุดมศึกษาและอาจารย์ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้

- ขั้นตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบปรนัย

ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบปรนัยตามขั้นตอน ดังนี้

นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 36 คน

นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำผลมาวิเคราะห์ดังนี้

หาความยากง่ายและอำนาจจำแนก โดยการวิเคราะห์เป็นรายข้อ

โดยใช้เทคนิคร้อยละ 27 ของจุง เตห์ฟาน (Chung-Teh Fan) แล้วเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่

.20 ขึ้นไป และมีความยากง่ายระหว่าง .20 – .80 ไว้ ได้ข้อสอบ 20 ข้อ พิสัยค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.31 – 0.78 พิสัยค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.80

น้ำหนักคะแนนของแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ 20 ข้อ มาหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยวิธีของคูเดอร์และริชาร์ดสัน (Kuder Richardson 20) (KR 20) ได้ค่าความเชื่อมั่น .7943

2.5.3.2 แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา

การสร้างแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาจากชิ้นงาน ดำเนินการดังนี้

2.5.3.2.1 ขั้นเตรียมการ ผู้วิจัยวิเคราะห์นิยามศัพท์เฉพาะทักษะการแก้ปัญหา

2.5.3.2.2 ขั้นสร้างแบบประเมิน

ผู้วิจัยดำเนินการขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดการประเมินจากใบงานผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีการสืบค้นแบบเปิดครั้งที่ 3

2) สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีดจากเกณฑ์การประเมินในลักษณะของระดับคุณภาพเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ ได้แก่ 1-ต้องปรับปรุง 2-พอใช้ 3-ดี 4-ดีมาก

3) สร้างรายการประเมินที่สอดคล้องกับระดับคุณภาพ

4) นำแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาไปตรวจสอบความเป็นปรนัย ความเที่ยงตรงและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตามแบบวัด IC โดยให้ตรวจแบบอิสระ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยอาจารย์ผู้มีประสบการณ์ด้านวัดผลระดับอุดมศึกษาและอาจารย์ผู้มีประสบการณ์สอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2.5.3.2.3 ขั้นตรวจสอบคุณภาพแบบประเมิน

1) นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน

2) นำแบบประเมินมาตรวจให้คะแนนโดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญที่เป็นอาจารย์ผู้มีประสบการณ์ทางการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3) นำมาหาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน (Inter-scorer reliability) ได้ค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนนเท่ากับ 0.984

2.5.3.3 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

การสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ดำเนินการดังนี้การสร้างแบบประเมินทักษะจากชิ้นงาน ดำเนินการดังนี้

2.5.3.3.1 ขั้นเตรียมการ ผู้วิจัยวิเคราะห์นิยามศัพท์เฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2.5.3.3.2 ขั้นสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ผู้วิจัยดำเนินการขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดการประเมินจากใบงานผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีการสืบค้นแบบเปิด
ครั้งที่ 3

2) สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคจากเกณฑ์การประเมินในลักษณะ
ของระดับคุณภาพเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ ได้แก่ 1-ต้องปรับปรุง 2-พอใช้ 3-ดี 4-ดีมาก

3) สร้างรายการประเมินที่สอดคล้องกับระดับคุณภาพ

4) นำแบบประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
ไปตรวจสอบความเป็นปรนัย ความเที่ยงตรงและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน
5 คน ตามแบบวัด IC โดยให้ตรวจแบบอิสระ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย
อาจารย์ผู้มีความรู้ด้านวัดผลระดับอุดมศึกษาและอาจารย์ผู้มีความรู้สอนระดับมัธยม

2.5.3.3.3 ขั้นตอนตรวจสอบคุณภาพแบบประเมิน

- 1) นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน
- 2) นำแบบประเมินมาตรวจให้คะแนนโดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญที่เป็น
อาจารย์ผู้มีความรู้ทางการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- 3) นำมาหาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน (Inter-scorer reliability) ได้
ค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนนเท่ากับ 0.943

2.5.3.4 แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

2.5.3.4.1 ขั้นตอนเตรียมการ ผู้วิจัยพิจารณาเลือกแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของ
จุลพงษ์ กลิ่นหอม. (2549: 95-100) มาปรับใช้

2.5.3.4.2 ขั้นตอนสร้างแบบวัด

ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1) เลือกแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยเลือกจำนวน 40 ข้อ ประกอบด้วยจิต
วิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ ความอดทน มุ่งมั่นและการมีใจกว้าง
ยอมรับฟังความคิดเห็นหรือมีเหตุผลที่เพียงพอ ด้านละ 10 ข้อ

2) สร้างมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

3) นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่เลือกไปตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น โดยให้
ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เป็นผู้พิจารณาว่าวัดได้ตรงกับนิยามเชิงปฏิบัติการหรือไม่ รวมทั้งภาษาที่ใช้
เหมาะสมควรแก้ไขหรือเพิ่มเติมข้อความใด ตามแบบวัด IC ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยอาจารย์ผู้มีความรู้

ประสบการณ์ด้านการวัดผลระดับอุดมศึกษาและอาจารย์ผู้มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2.5.3.4.3 ขั้นตอนตรวจสอบคุณภาพแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนดังนี้

1) นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง
ซึ่งเป็นนักเรียนจำนวน 36 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดด้านค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้ t -test แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนก (t) ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ
ปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม จำนวนด้านละ 5 ข้อ รวม 20 ข้อ ได้อำนาจจำแนก $*p < .05$

2) นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ได้จำนวน 20 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง
ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองซึ่งเป็นนักเรียนจำนวน 36 คน เพื่อตรวจสอบค่าความเชื่อมั่น ใช้สูตร KR 20 ได้ค่า
ความเชื่อมั่นของแบบวัด เท่ากับ .9051

ขั้นตอนที่ 3 การนำการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบค้นไป ทดลองใช้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 ทำการศึกษานำร่อง (Pilot study)

3.1.1 นำการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นและเอกสาร
ประกอบการเรียนการสอนที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วมาทดลองสอนกับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
ปีการศึกษา 2550 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง จำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนด้วยตนเองเพื่อ
พิจารณากระบวนการเรียนรู้ ปัญหาอุปสรรคที่คาดว่าจะเกิดขึ้นตลอดระยะเวลาที่ใช้สอน จากนั้นนำ
ข้อมูลมาปรับปรุงให้การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบค้นมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พบว่า
ระยะเวลาในการจัดกระบวนการเรียนรู้ทั้ง 4 ขั้นตอน เหมาะสม การตรวจสอบทักษะพื้นฐานมีข้อสอบ
มาก ขึ้นเติมที่ยังบกพร่องใช้เวลาในแต่ละเรื่องแตกต่างกัน การปรับภาษาที่ใช้ในบทปฏิบัติการให้สื่อ
ความหมายได้ชัดเจนขึ้น ปรับบทปฏิบัติการให้เหมาะสมกับเวลา ปรับใบกิจกรรมขั้นตอนการสืบค้นทั้ง
10 ขั้นตอน ปัญหาคือใช้เวลาในขั้นการวางแผนและขั้นทำการสืบค้นมาก ผู้วิจัยได้ปรับแก้ไขด้านภาษา
การสื่อความหมาย และปรับบทปฏิบัติการให้เหมาะสมขึ้น

3.1.2 นำการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นและเอกสาร
ประกอบการเรียนการสอนที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาทดลองสอนกับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
ปีการศึกษา 2550 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง จำนวน 1 ห้อง จำนวน 36 คน ณ โรงเรียนผดุงปัญญา
จังหวัดตาก ในช่วงวันที่ 22-24 ธันวาคม 2550 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนด้วยตนเอง เพื่อพิจารณา

ลำดับชั้น กิจกรรม การวัดและประเมินผลการเรียน การประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ การประเมินทักษะการแก้ปัญหาและการวัดจิตวิทยาาสตร์ จากนั้นนำข้อมูลมาปรับปรุงให้เหมาะสมเพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป พบว่า ขั้นตอนต่างในการทดลองเหมาะสมดังนี้

ระยะเวลาในการจัดลำดับชั้นต่างๆเหมาะสม กล่าวคือ หน่วยที่ 1 เวลาในการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 30 นาที และเวลาในการสอบวัดจิตวิทยาาสตร์ 30 นาที ก่อนเรียนเหมาะสม เวลาสำหรับการตรวจสอบทักษะพื้นฐาน 60 นาที เหมาะสม หน่วยที่ 2 เวลาสำหรับกิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้องพัฒนา ไม่เหมาะสมเนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นไม่เท่ากัน แก้ไขโดยการให้นักเรียนมาศึกษาออกเวลาในช่วงพักกลางวัน หน่วยที่ 3 บทปฏิบัติการทั้ง 5 เรื่องที่เหมือนกัน แต่ใช้วิธีการสืบค้นไม่เหมือนกัน พบว่ารูปแบบที่ 1 จะใช้เวลาได้เหมาะสม ส่วนรูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 จะใช้เวลาในแต่ละบทปฏิบัติการมาก ผู้วิจัยได้ปรับบทปฏิบัติการให้กระชับขึ้น และให้นักเรียนสามารถนำไปเขียนรายงานส่งในชั่วโมงถัดไปได้ ปัญหาสำคัญคือการควบคุมเวลาในการทำบทปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติการให้เหมาะสม

ลำดับขั้นตอนของแต่ละกิจกรรมมีการปรับให้เหมาะสมขึ้นเช่น มีการปรับปรุงกรณีที่มีปัญหาที่จะทำให้ให้นักเรียนทำกิจกรรมไม่สะดวกให้ชัดเจนและง่ายมากขึ้น การเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมเมื่อนักเรียนต้องการเพิ่มเติม หรือเข้าไปช่วยเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา

การวัดและประเมินผลการเรียน ผู้วิจัยต้องรับตรวจและแจ้งผลการประเมินแต่ละบทปฏิบัติการให้นักเรียนได้รู้เพื่อให้นักเรียนจะได้แก้ไขในสิ่งที่ตนเองหรือกลุ่มยังบกพร่องอยู่

การใช้แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขึ้นบูรณาการแบบรูปรีด ต้องใช้เวลาในการตรวจมาก นำข้อบกพร่องที่พบมาปรับแก้ไขให้เหมาะสม

3.2 นำไปทดลองใช้จริง

กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมจำนวน 135 คน ประจำปีการศึกษา 2550 แบ่งเป็น กลุ่มทดลองจำนวน 3 กลุ่มๆละ 45 คน มีรายละเอียดการจัดกระทำกับกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. การจัดกระทำกับกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

1.1 กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 1 คือ การสืบค้นแบบปิด

1.2 กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 2 คือ การสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด ตามลำดับ

1.3 กลุ่มทดลองที่ 3 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 3 คือ การสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิดและแบบเปิด ตามลำดับ

2. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (ว 31201 : กระบวนการวิทยาศาสตร์กับการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา) สารการเรียนรู้พื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 มาตรฐาน 8.1

3. ระยะเวลาที่ใช้ทดลอง 14 ชั่วโมง เวลาเรียน 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ รวม 7 ครั้ง โดยทดลองจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ช่วงระหว่างวันที่ 7 มกราคม 2551 ถึงวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2551

กลุ่มทดลอง ทั้ง 3 กลุ่ม ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองโดยการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ทั้ง 3 รูปแบบๆ ละ 1 ห้อง

รูปแบบเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการวิจัย Pretest – Posttest design

การทดลอง 1 $T_1 \quad X \quad T_2$

การทดลอง 2 $T_1 \quad X \quad T_2$

การทดลอง 3 $T_1 \quad X \quad T_2$

หมายเหตุ แบบแผนการวิจัยนี้ จะใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์เพื่อทดสอบก่อนและหลังหลังการทดลอง ทั้ง 3 กลุ่ม ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาจะวัดเฉพาะหลังเรียนให้ได้ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.51)

มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.2.1 ทำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ในการใช้กลุ่มตัวอย่างทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (ว 31201 : กระบวนการวิทยาศาสตร์กับการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา)

3.2.2 ผู้วิจัยเป็นผู้สอนกลุ่มตัวอย่างทดลองจำนวน 3 ห้องเรียนๆ ละ 45 คน สอนตามแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นทั้ง 3 รูปแบบๆ ละ 1 ห้อง

3.2.3 ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 เป็นเวลา 7 สัปดาห์ 14 ชั่วโมง โดยผู้วิจัย และผู้เรียน ได้ทำความเข้าใจร่วมกัน เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนการสอน ตามแผนการเรียนรู้ และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ก่อนดำเนินการทดลองทั้ง 3 ห้อง ขณะทดลองผู้วิจัยสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนและคอยช่วยเหลือนักเรียนให้ทำกิจกรรมไปได้ด้วยดี

3.2.4 ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองทันทีในสัปดาห์ที่ 8 โดยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ วัดจิตวิทยาศาสตร์ เก็บผลงานในการทำการสืบค้นครั้งที่ 3 ทั้ง 3 ห้องเพื่อนำไปประเมินทักษะการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและนำไปประเมินผลต่อไป

ทุกครั้งที่มีการกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยจะเก็บร่องรอยการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานในชั้นเรียนเพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นให้เหมาะสมต่อไป

3.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด(Content validity) ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับจุดประสงค์(Index Congruence : IC) เทคนิคร้อยละ 27 ของจุฑา เดห์ ฟาน ความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR 20 เทคนิคร้อยละ 25 ของวิทนีและซาเบอร์

สถิติในการตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย

1) การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ประเมินโดยการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและความคิดเห็นของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 3 (วิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด และวิธีการสืบค้นแบบเปิด) จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่ารูปแบบที่ 1 (วิธีการสืบค้นแบบปิด) และรูปแบบที่ 2 (วิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด) ใช้การวิเคราะห์ด้วย ANCOVA โดยมี Pretest เป็นตัวแปรร่วม (Covariate)

3) รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 3 (วิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด และวิธีการสืบค้นแบบเปิด) ทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและด้านทักษะการแก้ปัญหาเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดสูงกว่ารูปแบบที่ 1 (วิธีการสืบค้นแบบปิด) และรูปแบบที่ 2 (วิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด) ใช้ One-way ANOVA วิเคราะห์

ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยใช้การประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for Windows

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินและปรับปรุงการ จัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการสืบค้น

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้ เป็นการประเมินผลโดยรวมของทุกขั้นตอน เพื่อรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆ สำหรับนำไปปรับปรุงในส่วนที่ยังบกพร่องอยู่ เพื่อให้ได้การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบค้นที่สมบูรณ์ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพดังนี้

การประมวลผลข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่

4.1 นำคะแนนทดสอบจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นของแต่ละรูปแบบ

4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นระหว่าง รูปแบบที่ 1 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว กับรูปแบบที่ 2 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นกึ่งปิด และรูปแบบที่ 3 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นกึ่งปิดและวิธีการสืบค้นแบบเปิด

4.3 วิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นของแต่ละรูปแบบว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

4.4 เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นระหว่าง รูปแบบที่ 1 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว กับรูปแบบที่ 2 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นกึ่งปิด และรูปแบบที่ 3 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นกึ่งปิดและวิธีการสืบค้นแบบเปิด

4.5 วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบค้นของแต่ละรูปแบบว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (2.51)หรือไม่

4.6 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นระหว่าง รูปแบบที่ 1 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว กับรูปแบบที่ 2 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นกึ่งปิด และรูปแบบที่ 3 ได้รับการจัด

กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นกึ่งปิดและวิธีการสืบค้นแบบเปิด

4.7 เปรียบเทียบการเกิดจิตวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นของแต่ละรูปแบบ

4.8 เปรียบเทียบการเกิดจิตวิทยาศาสตร์หลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นระหว่าง รูปแบบที่ 1 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว กับรูปแบบที่ 2 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นกึ่งปิด และรูปแบบที่ 3 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นกึ่งปิดและวิธีการสืบค้นแบบเปิด

ทั้งนี้เกณฑ์ที่กำหนดได้มาจากการพิจารณาเกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณภาพ 4 ระดับ คือ

1- ต้องปรับปรุง 2-พอใช้ 3-ดี และ 4-ดีมาก ผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพเฉลี่ยของทักษะในระดับ 3 ของคะแนนเต็ม 4 คะแนน เป็นเกณฑ์ขั้นต่ำที่พิจารณาว่านักเรียนเกิดทักษะตามที่ต้องการแล้ว โดยช่วงเฉลี่ยของคะแนนคุณภาพในระดับ 3 จะอยู่ระหว่าง 2.51-3.50 ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ของทักษะเป็น 2.51 ขึ้นไป จึงจะถือว่านักเรียนเกิดทักษะตามต้องการ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำเสนอผลการศึกษิตตามขั้นตอนของการพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นตอนที่ 2 ผลการสร้างการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ

ขั้นตอนที่ 3 ผลการนำการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นทั้ง 3 รูปแบบไปทดลองใช้

ขั้นตอนที่ 4 ผลการประเมินและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน มีดังนี้

1.1 ผลจากการศึกษาเอกสารที่เป็นบทความ ตำรา รายงานการวิจัย เอกสาร และข้อเขียนต่างๆ เกี่ยวกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ทิศทางและแนวโน้มในการจัดการศึกษา สภาพและผลของการจัดการศึกษาของไทย สรุปได้ดังนี้

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 ในหมวด 4 แนวการจัดการศึกษา พอสรุปได้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ การจัดกระบวนการเรียนรู้ต้องฝึกทักษะ กระบวนการคิด ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น จัดการประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสม พัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2546: 11-14)

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้เน้นถึงการมุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์เป็นคนดีมีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 4) ดังนั้นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด (สถาบันส่งเสริมการ

สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 3) ส่วนด้านคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์นั้นมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 4-5)

หลักสูตรวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นหลักสูตรที่มีกิจกรรมเป็นพื้นฐาน (activity-based curriculum) การเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้จะมีการสำรวจตรวจสอบหรือการทำการทดลองทางห้องปฏิบัติการ กระบวนการเรียนการสอนมีลักษณะเป็นการเรียนที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม หรือมีบทบาทโดยตรง (Active role) ในกระบวนการหาความรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะและการค้นพบความรู้ (Inquiry-discovery learning) ซึ่งในกระบวนการนี้นักเรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือทำการสำรวจ ค้นคว้า ทดลองเก็บข้อมูล หาหลักฐานหรือประจักษ์พยานเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุป แนวคิดหรือหลักการเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545: 3-4) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้นำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) มาใช้เป็นส่วนหนึ่งของวิธีสอนวิทยาศาสตร์ เช่น ของเรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด (Renner and Stafford. 1972) คาริน และซันด์ (Carin and Sund. 1975) ประวิตร ชูศิลป์ (2524) คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์ทางการสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525) มาร์ค วินชิตี และเฮเลน บัทเทเมอร์ (Mark Windschiti and Helen Buttemer. 2000) และ นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) เป็นต้น

สภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังเน้นความรู้ ความจำ มีการปฏิบัติน้อย โดยเฉพาะโรงเรียนขยายโอกาสทุกขนาดยังมีปัญหาด้านการสอนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับมาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาพรวมระดับประเทศ ยังมีความแตกต่างกันในระหว่างโรงเรียนต่างสังกัดและต่างภาคและในบางระดับชั้น (ม.3) ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวนลดลง นอกจากนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้เดิมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและความสนใจเข้าร่วมกิจกรรม (มนัส บุญประกอบและคณะ. 2547) และจากรายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544: 26-35) กล่าวถึงสถานภาพวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย ในส่วนกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ปัจจุบันการจัดกระบวนการเรียนการสอนในทุกระดับการศึกษายังคงใช้วิธีการสอนแบบเน้นเนื้อหา พบว่านักเรียนไม่สามารถสังเคราะห์และบูรณาการความรู้ต่างๆในการทำความเข้าใจธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรอบตัว และจากผลการประเมินการศึกษาวิทยาศาสตร์ไทยเทียบกับนานาชาติ (สุนีย์ คล้ายนิล. 2545 สมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลการศึกษา (International Association for The Evaluation of Education Achievement : IEA) ครั้งที่ 3 เรียกว่า TIMSS (Third International Mathematics and Science Studies) TIMSS 1999 ได้ประเมินผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์และ

วิทยาศาสตร์นานาชาติ จำนวน 38 ประเทศ พบว่าประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในอันดับที่ 24 และโดยเฉพาะด้านการหาความรู้และธรรมชาติวิทยาศาสตร์ซึ่งครอบคลุมเรื่อง ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทำงานทางวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์วิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-คณิตศาสตร์และสังคม เครื่องมือ วิธีการและกระบวนการที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในอันดับที่ 28 (สุนีย์ คล้ายนิล. 2545: 3-5,21-24,62-63)

ทิศทางและแนวโน้มในการจัดการศึกษา มนัส บุญประกอบและคณะ(2547) กล่าวในรายงานการวิจัย เรื่องความสนใจด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของเยาวชนไทย ถึงสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันว่ามีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นกว่าเดิมตามแนวปฏิรูปการศึกษา

1.2 ผลจากการศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ แนวคิดพื้นฐานการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ บรูเนอร์ ออชเบลและทฤษฎีสรคนิยม ระบบการเรียนการสอนของกลาสเซอร์ การแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

ลักษณะการจัดการเรียนการสอนตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 ในด้านกระบวนการเรียนรู้ได้กำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้ของสถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไว้ว่า

1. จัดเนื้อหาสาระกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. ให้มีการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา
3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง
4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆอย่างได้สัดส่วน สมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา
5. ส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ทั้งนี้ผู้เรียนและผู้สอนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอน และแหล่งวิทยาการประเภทต่างๆ
6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่ายเพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

ทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆที่เกี่ยวข้องได้แก่

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ กล่าวว่า องค์ประกอบทางปัญญาของมนุษย์ ประกอบด้วยกระบวนการจัดระเบียบของความรู้ในสมอง (Organization) วิธีการรับเอาความรู้ใหม่เข้าไปรวมกับความรู้เดิม (Assimilation) และวิธีการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขความรู้เดิมให้เหมาะสม (Accommodation) โดยที่บุคคลจะรับข้อความรู้ใหม่เข้ารวมกับโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่แล้ว คือกลุ่มโครงสร้างในสมองนั่นเอง (รัญจวน คำชิริพิทักษ์. 2538 : 21)

ทฤษฎีการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบของบรูเนอร์ บรูเนอร์ (Bruner. 1960 , 1966 และ 1971) เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ประมวลข้อมูลข่าวสารจากการที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งนำไปสู่การค้นพบการแก้ปัญหา บรูเนอร์ เรียกว่า เป็นวิธีการเรียนรู้โดยการค้นพบ (Discovery Approach) หรือนักการศึกษาบางท่านนิยมเรียกว่า การเรียนรู้ด้วยการสืบ (Inquiry learning) แต่นักการศึกษาบางท่านได้ให้ความแตกต่างของการเรียนรู้โดยการค้นพบและการเรียนรู้แบบสืบแตกต่างกันคือ การเรียนรู้โดยการค้นพบครูเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมให้ข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับสิ่งที่จะให้นักเรียนรู้และวัตถุประสงค์ของบทเรียนพร้อมด้วยคำถาม โดยตั้งความคาดหวังว่านักเรียนจะเป็นผู้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ส่วนการเรียนรู้ด้วยการสืบมีวัตถุประสงค์ที่จะฝึกนักเรียนให้เป็นผู้ที่สามารถชี้ว่าปัญหาคืออะไร จากข้อมูลที่มีอยู่และหาวิธีว่าจะแก้ปัญหได้อย่างไรโดยใช้ข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2545. 212-213)

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (A Theory of Meaningful Verbal Learning) ของเดวิด ออซูเบล (David Ausubel) (สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2545 : 300-301) ออซูเบลเชื่อว่าการเรียนรู้จะมีความหมายแก่ผู้เรียนหากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน (Ausubel, 1963: 77-97)

ทฤษฎีสรคินิยม (Constructivism) นักทฤษฎีสรคินิยม (Constructivist) (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2542 : 332-336) มีความเชื่อพื้นฐานว่า “ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยประสบการณ์แห่งชีวิตที่ได้รับเพื่อค้นหาความจริง”

ระบบการเรียนการสอนของเกลเซอร์

เกลเซอร์ (Glaser. 1965 : 711-809) ได้เสนอรูปแบบของการเรียนการสอนประกอบด้วย องค์ประกอบ 5 ส่วน คือ

1.จุดประสงค์ของการสอน (Instructional objectives) ในการสอนจำเป็นจะต้องกำหนดจุดประสงค์ไว้ให้ชัดเจน เพื่อว่าผู้สอนจะได้วางแผนการสอนให้ได้ตามจุดประสงค์

2.การประเมินสถานะของผู้เรียนก่อนสอน (Entering behavior) เป็นการตรวจสอบดูว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถเพียงพอที่จะเรียนสิ่งใหม่ที่กำลังจะสอนหรือไม่ ถ้าพบว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถไม่เพียงพอ ก็จำเป็นต้องให้ความรู้พื้นฐานแก่ผู้เรียนเสียก่อน

3.การจัดกระบวนการเรียนการสอน (Learning experiences) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน การเลือกใช้เทคนิค วิธีสอน สื่อการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง เกิดการเรียนรู้

4.การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่ดำเนินการต่อจากกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อที่จะได้ทราบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด

5.ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) เป็นการนำเอาผลที่ได้จากการประเมินไปประกอบพิจารณาแก้ไของค์ประกอบต่างๆ อาจเป็นจุดประสงค์การสอน การประเมินสถานะของผู้เรียนก่อนสอน การจัดกระบวนการเรียนการสอน หากพบว่าส่วนใดยังมีข้อบกพร่องและทำการปรับปรุงให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนทักษะการแก้ปัญหา

การสอนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลานานเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง มีผู้เสนอว่าการสอนแก้ปัญหาซึ่งเป็นการคิดขั้นสูงควรอยู่บนพื้นฐานแนวคิดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism) ที่ครูควรแสดงพฤติกรรมการสอนที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้สร้างและเพิ่มพูนโครงสร้างความรู้ภายในตัวผู้เรียนเอง พฤติกรรมของครูที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ขึ้นเองดังกล่าวควรเป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงการสนับสนุน (Supporting) การเชื่อมโยงความรู้ (Linking) การให้งานที่ท้าทาย (Challenging) และการให้ตัวแบบ (Modeling) ที่ผู้เรียนสามารถใช้อ้างอิงเพื่อตัดสินใจความก้าวหน้าในการคิดของตนเองได้ (Zahorik. 1994 : 6014-6015) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอแนะว่าการแก้ปัญหาก็ทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้นและได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาวិทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 222-223)

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้จะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบให้ถ่องแท้ในประเด็นต่างๆ คือ

1.1 ปัญหาถามว่าอย่างไร

1.2 มีข้อมูลใดบ้างแล้ว

1.3 มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอีกหรือไม่

2. การวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนคิดหาวิธีการวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นแล้วนำมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหาและการประเมินผล ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาและประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหาและผลที่ได้ถูกต้องหรือได้ผลเป็นอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาทำได้ถูกต้องก็จะมีประเมินต่อว่าวิธีนั้นน่าจะยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆหรือไม่ แต่ถ้าพบว่าการแก้ปัญหานั้นไม่ประสบผลสำเร็จก็ต้องย้อนกลับไปเลือกวิธีในการแก้ปัญหาอื่นๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 ถ้ายังไม่ประสบผลสำเร็จ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูลกำหนดให้ไม่เพียงพอ เพื่อจะได้เริ่มต้นแก้ปัญหาใหม่

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหาทั้งในด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ในการแก้ปัญหาใดๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่องสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1) ได้ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา” และจัดประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน จำนวน 8 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์

2. ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ จำนวน 5 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการทดลอง

จิตวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 272 ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ (scientific mind/scientific attitudes) ว่าเป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่าง

สร้างสรรค์ ซึ่งจุลพงษ์ กลิ่นหอม สรุปได้ว่า (จุลพงษ์ กลิ่นหอม. 2549 : 12-20) เป็นความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ ความอดทนมุ่งมั่น การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นหรือมีเหตุผลที่เพียงพอ ความคิดสร้างสรรค์ และมีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 ผลการสร้างการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

3 รูปแบบ มีดังนี้

2.1 ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการสืบค้น ได้แก่ นิยาม ความสำคัญ การแบ่งชนิดของการสืบค้น ขั้นตอนการสืบค้น คำถามช่วยชี้นำทาง การประเมินตนเองและความสามารถในการสืบค้นมีดังนี้

จากความหมายที่ได้ศึกษารวบรวมมาสรุปว่าการสืบค้นเป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะต้อง ค้นหา ปัญหา ตั้งสมมติฐาน ระบุตัวแปร ออกแบบการทดลอง มีการวัด การจัดกระทำข้อมูล การสรุปและ ประเมินผลได้ การสืบค้นแบ่งออกเป็นหลายชนิดตามหน่วยงานหรือนักการศึกษาเป็นผู้แบ่ง แต่ผู้วิจัย เลือกเอาการแบ่งโดยวินเดล. 2547 ซึ่งเป็นผู้อบรมครูมัธยมศึกษาในประเทศไทยตามโครงการ Developing teaching techniques and learning processes in science workshop แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. การสืบค้นแบบเปิด (Opened Investigation) เป็นรูปแบบที่นักเรียนกำหนดตัวแปร การวางแผนและออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผล และการ ประเมินผลการสืบค้นด้วยตนเอง

2. การสืบค้นแบบปิด (Closed Investigation) เป็นรูปแบบที่ครูช่วยแนะนำการกำหนดตัวแปร การวางแผนและออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล การลงข้อสรุป และการ ประเมินผลการสืบค้น

คำถามเพื่อช่วยชี้นำทาง (Enabling Questions) (Windale. 2547:146) เป็นการถามคำถาม สำคัญๆ ในช่วงต้นของการสืบค้น ระหว่างการทำการทดลองสืบค้น เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความคิด ตลอดกระบวนการสืบค้นนั้นๆ ในกรณีที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการสืบค้นหรือเพื่อฝึกให้นักเรียนได้ คิด เช่น กำลังจะสืบค้นเรื่องอะไร(เพื่อช่วยให้นักเรียนค้นพบปัญหา) สามารถเปลี่ยนแปลงอะไรบ้างใน เรื่องที่จะสืบค้น(เพื่อให้นักเรียนคิดถึงตัวแปรต่างๆ) จะเลือกทำการเปลี่ยนแปลงอะไร(เพื่อให้นักเรียน คิดตัวแปรอิสระ) คิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสิ่งนั้น(เพื่อให้นักเรียนคิดถึงตัวแปรตาม) อะไรบ้างที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันทุกครั้ง(เพื่อให้นักเรียนคิดถึงตัวแปรควบคุม)

การประเมินตนเองและความสามารถในการสืบค้น (Windale. 2004) ความสามารถในการสืบค้นจะประเมินได้โดยการใช้เกณฑ์อ้างอิง นักเรียนส่วนมากมีความสามารถที่จะรับบทบาทสำคัญในการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวเป็นสิ่งที่เขียนด้วยการใช้ภาษาของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจได้ง่าย การมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองทำให้นักเรียนเข้าใจจุดประสงค์ของการเรียนรู้มากขึ้นและสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีความก้าวหน้าอย่างไร ซึ่งส่งผลในการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามที่จะไปให้ถึงจุดประสงค์ที่ตั้งไว้และนำไปสู่การเพิ่มการเรียนรู้หรือพฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งเกณฑ์การประเมินมักจะเป็นแบบบูรณาการ

2.2 ผลการหาวิธีการสืบค้นที่เหมาะสม

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ขั้นตอนการสืบค้นของ ก๊อตและเมอร์ฟี ชิน และวินเดลและนำมาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนของการสืบค้นได้ 10 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การระบุปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหาให้ชัดเจนว่า ปัญหาที่พบคืออะไร เกี่ยวข้องกับอะไรบ้าง มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
- 2) การตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่นักเรียนคาดคะเนคำตอบจากปัญหา ด้วยการนำความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามมาเขียนเพื่อทำนายผลของการแก้ปัญหา
- 3) การระบุตัวแปร เป็นขั้นที่นักเรียนได้รู้ความสัมพันธ์ของตัวแปรได้แก่ตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม
- 4) การทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ เป็นขั้นที่นักเรียนทำความเข้าใจกับนิยามของคำศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร เพื่อที่จะได้เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมในการวัด หน่วยของการวัด กำหนดขอบเขตของการวัดและวัดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้อย่างถูกต้อง
- 5) การวางแผนและออกแบบการทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องนำเอาสิ่งที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรต่าง ๆ มากำหนดเพื่อออกแบบการทดลองให้เหมาะสมกับเครื่องมือที่จะใช้ในการวัด ออกแบบการบันทึกข้อมูลในรูปของตาราง
- 6) ทำการสืบค้น เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองตามแผนที่วางไว้ อย่างถูกต้อง
- 7) การบันทึกผล(ตารางและกราฟ) เป็นขั้นที่นักเรียนนำผลที่ได้จากการทดลองบันทึกในรูปแบบตารางความสัมพันธ์ของตัวแปรและสามารถนำเสนอในรูปของกราฟได้อย่างเหมาะสม
- 8) การแปลความหมายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำผลจากกราฟที่ได้มาแปลผลการทดลองและลงข้อสรุปว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่
- 9) การประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น เป็นขั้นที่นักเรียนดูว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่ เพื่อจะได้แก้ไขวิธีการทดลองให้ถูกต้อง ดูความเชื่อมั่นและความถูกต้องของผลที่เกิดขึ้น
- 10) การสื่อสารผลที่ได้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำผลการแก้ปัญหาด้วยการสืบค้นไปเผยแพร่

2.3 ผลการสร้างขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นมีลำดับดังนี้

1.การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน เป็นการวัดความรู้ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียนสำหรับการสืบค้น เช่น การใช้เครื่องมือ การวัด หน่วยการวัด การกำหนดตัวแปร การวางแผนการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การเขียนกราฟ การแปลข้อมูลและการสรุปผล

2.กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้องพัฒนา เป็นการพัฒนาทักษะที่นักเรียนขาดหายไปซึ่งเป็นทักษะที่ต้องใช้ในการสืบค้นได้แก่ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และ ทักษะการออกแบบการทดลอง

3.วิธีการสืบค้น เป็นวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการทดลองที่มีการออกแบบการทดลอง การวัด และการจัดกระทำข้อมูล เพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะการแก้ปัญหา มีวิธีการสืบค้น 3 วิธี ได้แก่

1) การสืบค้นแบบปิด เป็นการแก้ปัญหาที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้ นักเรียนทำการสืบค้น โดยครูช่วยแนะนำแนวทางปฏิบัติทุกขั้นตอน

2) การสืบค้นแบบกึ่งปิดและใช้คำถามที่ช่วยชี้นำทาง เป็นการแก้ปัญหาที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้ นักเรียนทำการสืบค้นด้วยตนเองโดยการใช้คำถามที่ช่วยชี้นำทาง

3) การสืบค้นแบบเปิด เป็นการแก้ปัญหาที่ครูเป็นผู้กำหนดให้ นักเรียนทำการสืบค้นหาคำตอบด้วยตนเองทั้งหมด

4.การเกิดทักษะที่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์ คือนักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการแล้ว สามารถนำทักษะที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นได้ด้วยตัวนักเรียนเอง

2.4 ผลการสร้างกิจกรรมที่ใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ทั้ง 3 รูปแบบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.4.1 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ จุดประสงค์การเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว 31201 (กระบวนการวิทยาศาสตร์กับการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา) สาระการเรียนรู้และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

จากการศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว 3120 (กระบวนการวิทยาศาสตร์กับการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา) สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม พบว่ามีจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับผู้เรียนดังนี้

1.ตั้งคำถามหรือกำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบหรือค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนสำรวจตรวจสอบหลายๆวิธี
 3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
 4. เก็บข้อมูลจัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ
 5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
 6. สร้างแบบจำลอง(modeling) หรือรูปแบบ(pattern representation) ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
 7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
 8. บันทึกและอภิปรายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือได้แย้งจากเดิม
 9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและนำเสนอเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจได้
- คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว 3120 (กระบวนการวิทยาศาสตร์กับการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา) มีดังนี้
- การศึกษาสิ่งต่างๆรอบตัว โดยการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การคำนวณ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา การจัดกระทำกับข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการศึกษา แก้ไขปัญหาที่สงสัย มีการสืบสอบหาความรู้ มีการสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำข้อความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

สาระการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. การสืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. การวิเคราะห์และเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ
3. การทดลองการอภิปรายการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.การสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ รูปแบบการเขียนโครงงาน วิทยาศาสตร์และขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

5.การสำรวจ การทดลองเพื่อศึกษาการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ นำเสนอในรูปแบบโครงงานวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม)

มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มีทักษะในการ สังเกตรวบรวมข้อมูล การทำงานเป็นกลุ่ม มีเจตคติที่ดีต่อการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีความสามารถในการ ใช้ภาษาในการสื่อสารมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์สมบัติส่วนรวม

จากการศึกษาคำอธิบายรายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว 3120 (กระบวนการวิทยาศาสตร์กับ การทำโครงงานเพื่อแก้ปัญหา) จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และแผนการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราช ภัฏนครปฐม พบว่าการเรียนการสอนจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องใน 2 ประเด็นหลักได้แก่ทักษะกระบวนการ ทางด้านวิทยาศาสตร์และการทำโครงงานทางด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งส่วนที่สอดคล้องกับการจัด กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยจะใช้ทำการวิจัยคือในส่วนของทักษะกระบวนการทางด้าน วิทยาศาสตร์ ซึ่งจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติได้แบ่งเวลาในเรื่องทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 6 สัปดาห์ๆละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้นำมาปรับเป็น หน่วยการเรียนรู้เป็น 3 หน่วย คือ พื้นฐานที่มี เดิมที่ยังบกพร่อง และลองทำดูเอง ใช้เวลา 14 ชั่วโมง

2.4.2 ผลการนำขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบค้นมาจัดสร้าง หน่วย การเรียนรู้ให้เหมาะสม ทั้ง 3 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ พื้นฐานที่มี เดิมที่ยังบกพร่อง และลองทำดูเอง โดย หน่วยการเรียนรู้ลองทำดูจะประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน ที่เป็นการใช้วิธีการสืบค้น แบบปิดทั้งหมด

ตาราง 14 ความสัมพันธ์ของการจัดหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง และเวลา
ของรูปแบบที่ 1 (วิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว)

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้ (จำนวนครั้ง)	ชื่อเรื่อง	เวลา(ชั่วโมง)
1. พื้นฐานที่มี	1	การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน	2
2. เติมที่ยัง บกพร่อง	1	กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้อง พัฒนา	2
3. ลองทำดูเอง	5	บทปฏิบัติการที่ 1 ลูกโป่งจรวด	2
		บทปฏิบัติการที่ 2 ลาวาไหล	2
		บทปฏิบัติการที่ 3 เด้งกระดอน	2
		บทปฏิบัติการที่ 4 ตุ่มตองแต่ง	2
		บทปฏิบัติการที่ 5 อุณหภูมิ	2

รูปแบบที่ 2 ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ พื้นฐานที่มี เติมที่ยังบกพร่อง และลองทำดูเอง โดย
หน่วยการเรียนรู้ลองทำดูจะประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน เป็นการใช่วิธีการสืบค้น
แบบปิด 2 แผน และวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิดโดยใช้คำถามช่วยชี้นำทาง 3 แผน

ตาราง 15 ความสัมพันธ์ของการจัดหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง และเวลา
ของรูปแบบที่ 2 (วิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด)

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้ (จำนวนครั้ง)	ชื่อเรื่อง	เวลา(ชั่วโมง)
1. พื้นฐานที่มี	1	การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน	2
2. เติมที่ยัง บกพร่อง	1	กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้อง พัฒนา	2
3. ลองทำดูเอง	5	บทปฏิบัติการที่ 1 ลูกโป่งจรวด (แบบปิด)	2

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้ (จำนวนครั้ง)	ชื่อเรื่อง	เวลา(ชั่วโมง)
		บทปฏิบัติการที่ 2 ลาวาไหล (แบบปิด)	2
		บทปฏิบัติการที่ 3 เด้งกระดอน (แบบกึ่งปิด)	2
		บทปฏิบัติการที่ 4 ตุ่มต๋องแตง (แบบกึ่งปิด)	2
		บทปฏิบัติการที่ 5 อุ๋นนานๆ (แบบกึ่งปิด)	2

รูปแบบที่ 3 ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ พื้นฐานที่มี เดิมที่ยังบกพร่อง และลองทำดูเอง โดยหน่วยการเรียนรู้ลองทำดูจะประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน เป็นการใช่วิธีการสืบค้นแบบปิด 1 แผน วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิดโดยใช้คำถามที่ช่วยชี้แนวทาง 1 แผน และวิธีการสืบค้นแบบเปิด 3 แผน

ตาราง 16 ความสัมพันธ์ของการจัดหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง และเวลาของรูปแบบที่ 3 (วิธีการการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด และวิธีการสืบค้นแบบเปิด)

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้ (จำนวนครั้ง)	ชื่อเรื่อง	เวลา(ชั่วโมง)
1. พื้นฐานที่มี	1	การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน	2
2. เดิมที่ยัง บกพร่อง	1	กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้อง พัฒนา	2
3. ลองทำดูเอง	5	บทปฏิบัติการที่ 1 ลูกโป่งจรวด (แบบปิด)	2
		บทปฏิบัติการที่ 2 ลาวาไหล (แบบกึ่งปิด)	2

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้ (จำนวนครั้ง)	ชื่อเรื่อง	เวลา(ชั่วโมง)
		บทปฏิบัติการที่ 3 แต่งกระดอ (แบบเปิด)	2
		บทปฏิบัติการที่ 4 ต้มต่อ่งแต่ง (แบบเปิด)	2
		บทปฏิบัติการที่ 5 อุ่นน่านๆ (แบบเปิด)	2

2.4.3 ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้เหมาะสม

หน่วยที่ 1 พื้นฐานที่มี เป็นกิจกรรมที่ต้องการตรวจสอบทักษะพื้นฐานของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้ตอบคำถามสั้นๆแบบเขียนตอบ โดยตรวจสอบในเรื่อง การอ่านคำมาตรวจวัด การเลือกเครื่องมือเพื่อใช้ในการวัด การจำแนก ค้นหาตัวแปรและบอกเครื่องมือที่ใช้วัด การบันทึกผลในตาราง การเขียนกราฟรูปร่าง การเขียนกราฟรูปร่างเส้น การลากเส้นกราฟที่เหมาะสม การดูรูปแบบที่ได้ และความเชื่อถือของผลที่ได้

หน่วยที่ 2 เติมที่ยังบกพร่อง เป็นกิจกรรมที่เพิ่มเติมให้กับนักเรียนหลังจากการตรวจสอบในหน่วยที่ 1 แล้วพบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจในเรื่องใดก็อธิบาย หรือให้ทดลองในสิ่งที่ขาดหายไป รวมทั้งอธิบายเพิ่มเติมในเรื่องทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และ ทักษะการออกแบบการทดลอง

หน่วยที่ 3 ลองทำดูเอง เป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะทำการสืบค้นโดยใช้วิธีการสืบค้น 10 ขั้นตอน แบ่งเป็น 5 บทปฏิบัติการคือ

บทปฏิบัติการที่ 1 ลูกโป่งจรวด

บทปฏิบัติการที่ 2 ลาวาไหล

บทปฏิบัติการที่ 3 แต่งกระดอ

บทปฏิบัติการที่ 4 ต้มต่อ่งแต่ง

บทปฏิบัติการที่ 5 อุ่นน่านๆ

โดยรูปแบบที่ 1 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิดทั้ง 5 บทปฏิบัติการ รูปแบบที่ 2 ใช้วิธีการสืบค้นแบบเปิดในบทปฏิบัติการที่ 1 - 2 ใช้วิธีการสืบค้นแบบกึ่งเปิดโดยใช้คำถามช่วยชี้แนวทางในบทปฏิบัติการที่

3-5 และรูปแบบที่ 3 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิดในบทปฏิบัติการที่ 1 ใช้วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิดโดยใช้คำถามช่วยชี้นำทางในบทปฏิบัติการที่ 2 และใช้วิธีการสืบค้นแบบเปิดในบทปฏิบัติการที่ 3-5

ผลจากการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญหาค่าความเหมาะสมได้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 4.68 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.44 แสดงว่าการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นเหมาะสมเหมาะสมมากที่สุด และค่าความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.99 แสดงว่ามีความสอดคล้องสามารถนำการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นไปทดลองต่อไปได้

ขั้นตอนที่ 3 ผลการนำการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบค้นทั้ง 3 รูปแบบไปทดลองใช้

ผู้วิจัยได้นำการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม อำเภอเมือง จ.นครปฐม จำนวน 135 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลองจำนวน 3 กลุ่มๆละ 45 คน ระหว่างวันที่ 7 มกราคม 2551 ถึงวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2551 โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 ใช้รูปแบบที่ 1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ใช้รูปแบบที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ใช้รูปแบบที่ 3 ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาตามลำดับขั้นของการทดลอง คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองใช้การจัดกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น จิตวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการทดลองใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด และทักษะการแก้ปัญหาหลังการทดลองใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

3.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3

3.1.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ด้วยการทดสอบค่า t (Paired-Sample T Test) แบบสองทาง

ตาราง 17 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองใช้
การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
รูปแบบที่ 1	10.6444	2.0797	13.0889	1.9980	5.418**
รูปแบบที่ 2	10.2222	2.0877	13.3778	1.7489	8.679**
รูปแบบที่ 3	9.7111	2.4085	15.5111	2.2925	11.814**

** $p < .01$

จากตาราง 17 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

3.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยมีผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเป็นตัวแปรร่วม (Covariate)

1) ผลการทดสอบเงื่อนไข

ตาราง 18 ผลการทดสอบเงื่อนไขผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	4.329	2.165	.531	.589
ภายในกลุ่ม	132	694.664	5.262		
รวม	134	698.993			

จากตาราง 18 ผลการทดสอบเงื่อนไขหา slope ของกลุ่มและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน พบว่า $F = .531$ Sig = .589 แสดงว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน มีลักษณะเหมือนกัน

2) ทดสอบสมมติฐาน ANCOVA

ตาราง 19 ผลการทดสอบสมมติฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามสมมติฐาน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	141.335	70.667	17.459	.000
ภายในกลุ่ม	132	557.658	4.224		
รวม	134	698.993			

จากตาราง 19 ผลการทดสอบ ANCOVA พบว่า $F = 17.459$ Sig = .000 แสดงว่า การทดสอบ หลังเรียนอย่างน้อย 1 คู่ มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่ (Scheffe's test)

ตาราง 20 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่

การเปรียบเทียบระหว่าง	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	p
รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2	2.13 *	.427	.000
รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1	2.42 *	.427	.000
รูปแบบที่ 2 กับรูปแบบที่ 1	.29	.427	.769

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ .05

จากตาราง 20 ผลการทดสอบเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์รายคู่ (Post Hoc test) ด้วยวิธีของเซฟเฟ่ พบว่า รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.42 Sig = .000 แสดงว่าทั้งสองรูปแบบแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และ รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.13 Sig = .000 แสดงว่าทั้งสองรูปแบบแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

จึงสรุปได้ว่า รูปแบบที่ 3 คือ การสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิดและแบบเปิด ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนด้วยรูปแบบที่ 1 คือ การสืบค้นแบบปิด และรูปแบบที่ 2 การสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด

3.3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นหลังทดลองของรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (2.51) ด้วยการทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One – sample t test)

ผลทักษะการแก้ปัญหาลงทดลองใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 21 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาลงทดลองใช้การจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 กับเกณฑ์ที่กำหนด

ทักษะการแก้ปัญหา	$\bar{X}$	S.D.	t
รูปแบบที่ 1	2.8533	.3823	6.024**
รูปแบบที่ 2	3.0311	.4242	8.241**
รูปแบบที่ 3	3.3778	.4636	12.556**

** p < .01

จากตาราง 21 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาลงทดลองใช้การจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้น รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาลงทดลองระหว่างรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ด้วยความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA)

1) ทดสอบสมมติฐาน ANOVA

ตาราง 22 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาหลังทดลองระหว่างรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	132.504	66.252	16.478	.000
ภายในกลุ่ม	132	530.711	4.021		
รวม	134	663.215			

จากตาราง 22 ผลการทดสอบ ANOVA พบว่า $F = 16.478$ Sig = .000 แสดงให้เห็นว่า การทดสอบหลังเรียนอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่าง

2) ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาเป็นรายคู่โดยวิธีของ เซฟเฟ

ตาราง 23 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาเป็นรายคู่

การเปรียบเทียบระหว่าง	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	p
รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2	1.5111 *	.42272	.002
รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1	2.4000 *	.42272	.000
รูปแบบที่ 2 กับรูปแบบที่ 1	.8889	.42272	.114

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ .05

จากตาราง 23 ผลการทดสอบเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหารายคู่ ด้วยวิธีของ เซฟเฟ พบว่า รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.4000 Sig = .000 แสดงว่าทั้งสองรูปแบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และ รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2 ความ

แตกต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.5111 Sig = .002 แสดงว่าทั้งสองรูปแบบแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

จึงสรุปได้ว่า รูปแบบที่ 3 คือ การสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิดและแบบเปิด ทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่าการสอนด้วยรูปแบบที่ 1 คือ การสืบค้นแบบปิด และรูปแบบที่ 2 การสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด

3.5 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นหลังเรียนของรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (2.51)

ผลทักษะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการด้วยวิธีการสืบค้น รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดด้วยการทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One – sample t test)

ตาราง 24 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้น รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 กับเกณฑ์ที่กำหนด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	$\bar{X}$	S.D.	t
รูปแบบที่ 1	3.0889	.3803	10.211**
รูปแบบที่ 2	3.1644	.4830	9.090**
รูปแบบที่ 3	3.5067	.2544	26.279**

** p < .01

จากตาราง 24 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้น รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.6 ผลการเปรียบเทียบทักษะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังทดลองระหว่างรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ด้วยความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA)

1) ทดสอบสมมติฐาน ANOVA

ตาราง 25 ผลการเปรียบเทียบทักษะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลัง
การทดลองระหว่างรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	111.511	55.756	15.116	.000
ภายในกลุ่ม	132	486.889	3.689		
รวม	134	598.400			

จากตาราง 25 ผลการทดสอบ ANOVA พบว่า $F = 15.116$ Sig = .000 แสดงให้เห็นว่า การทดสอบหลังเรียนอย่างน้อยหนึ่งคู่มีความแตกต่าง

2) ผลการเปรียบเทียบทักษะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นรายคู่โดยวิธีของเซฟเฟ

ตาราง 26 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นรายคู่

การเปรียบเทียบระหว่าง	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	p
รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2	1.71 *	.405	.000
รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1	2.09 *	.405	.000
รูปแบบที่ 2 กับรูปแบบที่ 1	.38	.405	.648

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ .05

จากตาราง 26 ผลการทดสอบเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรายคู่ ด้วยวิธีของเซฟเฟ พบว่า รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.09 Sig = .000 แสดงว่าทั้งสองรูปแบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และ รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.71 Sig = .000 แสดงว่าทั้งสองรูปแบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

จึงสรุปได้ว่า รูปแบบที่ 3 คือ การสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิดและแบบเปิดทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่าการสอนด้วยรูปแบบที่ 1 คือ การสืบค้นแบบปิด และรูปแบบที่ 2 การสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด

3.7 ผลการเปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์ของการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นก่อนเรียนและหลังเรียนของรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3

ผลการเปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์ของการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ด้วยการทดสอบค่า t (Paired-Sample T Test) แบบสองทาง

ตาราง 27 ผลการเปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลองด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3

จิตวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
รูปแบบที่ 1	3.8522	.3404	4.0078	.4011	2.245*
รูปแบบที่ 2	3.9400	.3295	4.0178	.3477	1.684*
รูปแบบที่ 3	3.9711	.357	4.2456	.4052	4.897*

p < .05

จากตาราง 27 แสดงว่าจิตวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

3.8 ผลการเปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์ของการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยมีผลทดสอบจิตวิทยาศาสตร์ก่อนทดลองเป็นตัวแปรร่วม

1) ผลการทดสอบเงื่อนไข

ตาราง 28 ผลการทดสอบเงื่อนไขจิตวิทยาศาสตร์ก่อนทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	.395	.198	1.642	.198
ภายในกลุ่ม	132	20.857	.158		
รวม	134	21.252			

จากตาราง 28 ผลการทดสอบเงื่อนไข หา slop ของกลุ่มและ จิตวิทยาศาสตร์ก่อนทดลอง พบว่า $F = 1.642$ Sig = .198 แสดงว่าคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนมีลักษณะเหมือนกัน

2) ทดสอบสมมติฐาน ANCOVA

ตาราง 29 ผลการทดสอบสมมติฐานจิตวิทยาศาสตร์ตามสมมติฐาน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	1.169	.584	4.811	.000
ภายในกลุ่ม	132	20.083	.152		
รวม	134	21.252			

จากตาราง 29 ผลการทดสอบ ANCOVA พบว่า $F = 4.811$ Sig = .000 แสดงว่า การทดสอบหลังเรียนอย่างน้อย 1 คู่ มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

3) เปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่ (Scheffe' s test)

ตาราง 30 ผลการเปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่

การเปรียบเทียบระหว่าง	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	p
รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2	.2278 *	.08129	.022
รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1	.2378 *	.08129	.016
รูปแบบที่ 2 กับรูปแบบที่ 1	.0100	.08129	.992

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ .05

จากตาราง 30 ผลการทดสอบเปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่ ด้วยวิธีของเซฟเฟ พบว่า รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เท่ากับ .2378 Sig = .016 แสดงว่าทั้งสองรูปแบบแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และ รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ .2278 Sig = .022 แสดงว่าทั้งสองรูปแบบแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

จึงสรุปได้ว่า รูปแบบที่ 3 คือ การสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิดและแบบเปิดทำให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนด้วยรูปแบบที่ 1 คือ การสืบค้นแบบปิด และรูปแบบที่ 2 การสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินและปรับปรุงการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบค้น

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้ เป็นการประเมินผลโดยรวมของทุกขั้นตอน เพื่อรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆ สำหรับนำไปปรับปรุงในส่วนที่ยังบกพร่องอยู่ เพื่อให้ได้การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบค้นที่สมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพดังนี้

การประมวลผลข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่

1) ผลการนำคะแนนทดสอบจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นของแต่ละรูปแบบพบว่าข้อมูลจากตาราง 17 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 รูปแบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นระหว่าง รูปแบบที่ 1 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว กับรูปแบบที่ 2 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นกึ่งปิด และรูปแบบที่ 3 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นกึ่งปิดและวิธีการสืบค้นแบบเปิด พบว่าข้อมูลตาราง 20 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 3 สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรูปแบบที่ 1 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรูปแบบที่ 2 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1

3) ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นของแต่ละรูปแบบกับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า จากตาราง 21 ค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาหลังจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้น รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นระหว่าง รูปแบบที่ 1 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว กับรูปแบบที่ 2 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นกึ่งปิด และรูปแบบที่ 3 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นกึ่งปิดและวิธีการสืบค้นแบบเปิด พบว่า จากตาราง 23 รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 แสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 3 สูงกว่าทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 1 และทักษะการแก้ปัญหารูปแบบที่ 2 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

5) ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบค้นของแต่ละรูปแบบกับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่าจากตาราง 24 ค่าเฉลี่ย

ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้น รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6) ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นระหว่าง รูปแบบที่ 1 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว กับรูปแบบที่ 2 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นกึ่งปิด และรูปแบบที่ 3 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นกึ่งปิดและวิธีการสืบค้นแบบเปิด พบว่า จากตาราง 26 รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรูปแบบที่ 3 สูงกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรูปแบบที่ 1 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรูปแบบที่ 2 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

7) เปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นของแต่ละรูปแบบ พบว่า จากตาราง 27 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 รูปแบบ มีจิตวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยจิตวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

8) เปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์หลังการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นระหว่าง รูปแบบที่ 1 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว กับรูปแบบที่ 2 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นกึ่งปิด และรูปแบบที่ 3 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นกึ่งปิดและวิธีการสืบค้นแบบเปิด พบว่า จากตาราง 30 จิตวิทยาศาสตร์ รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 แสดงว่าจิตวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 3 สูงกว่าจิตวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 1 และจิตวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 2 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ มีการดำเนินการวิจัย กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และจิตวิทยาศาสตร์ในการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 การสืบค้นแบบปิด รูปแบบที่ 2 การสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด และ รูปแบบที่ 3 การสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิดและแบบเปิด

สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย

1. รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 3 (วิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด และวิธีการสืบค้นแบบเปิด) จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่ารูปแบบที่ 1 (วิธีการสืบค้นแบบปิด) และรูปแบบที่ 2 (วิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด)
2. รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 3 (วิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด และวิธีการสืบค้นแบบเปิด) ทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและทักษะการแก้ปัญหาเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนในรูปแบบที่ 1 (วิธีการสืบค้นแบบปิด) และรูปแบบที่ 2 (วิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด)

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมจำนวน 135 คน กระจายปีการศึกษา 2550 แบ่งเป็น กลุ่มทดลองจำนวน 3 กลุ่มๆละ 45 คน มีรายละเอียดการจัดกระทำกับกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. การจัดกระทำกับกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

1.1 กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 1 คือ การสืบค้นแบบปิด

1.2 กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 2 คือ การสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด ตามลำดับ

1.3 กลุ่มทดลองที่ 3 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 3 คือ การสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิดและแบบเปิด ตามลำดับ

การดำเนินการวิจัย การศึกษาเปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ มีขั้นตอนการวิจัย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ทิศทางและแนวโน้มในการจัดการศึกษา สภาพและผลของการจัดการศึกษาของไทย ทฤษฎีการเรียนรู้ แนวคิดพื้นฐานการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การสืบค้น และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น โดยนำหลักการจากผลการศึกษาวិเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และข้อมูลพื้นฐาน มาประกอบการสังเคราะห์เพื่อสร้างรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ

3. ทดลองใช้รูปแบบฯ นำการจัดกระบวนการเรียนรู้ทั้ง 3 รูปแบบ ไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมจำนวน 135 คน ประจำปีการศึกษา 2550 แบ่งเป็น กลุ่มทดลองจำนวน 3 กลุ่มๆละ 45 คน ระหว่างวันที่ 7 มกราคม 2551 ถึงวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2551 มีรายละเอียดการจัดกระทำกับกลุ่มตัวอย่างดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 1 คือ การสืบค้นแบบปิด

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 2 คือ การสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด ตามลำดับ

กลุ่มทดลองที่ 3 ได้รับการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 3 คือ การสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิดและแบบเปิด

4. ประเมินและปรับปรุงการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้มาปรับปรุงให้ได้รูปแบบฯที่สมบูรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ก่อนเรียน ให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์
2. หลังเรียน ให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์
3. หลังเรียน นำรายงานผลการทำทบทปฏิบัติการที่ 5 อุณหภูมิจนไปตรวจโดยใช้แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา และแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติในการตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย

1) รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 3 (วิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด และวิธีการสืบค้นแบบเปิด) จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่ารูปแบบที่ 1 (วิธีการสืบค้นแบบปิด) และรูปแบบที่ 2 (วิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด) ใช้การวิเคราะห์ด้วย ANCOVA โดยมี Pretest เป็นตัวแปรร่วม (Covariate)

2) รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นตามรูปแบบที่ 3 (วิธีการสืบค้นแบบปิด วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด และวิธีการสืบค้นแบบเปิด) ทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและด้านทักษะการแก้ปัญหาเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดสูงกว่ารูปแบบที่ 1 (วิธีการสืบค้นแบบปิด) และรูปแบบที่ 2 (วิธีการสืบค้นแบบปิดและวิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิด) ใช้ One-way ANOVA

การวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยใช้การประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for Windows Version

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยที่ได้นำเสนอข้างต้น ปราบกฎผลการวิจัยสรุปผลได้ดังนี้

1) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 รูปแบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 3 สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรูปแบบที่ 1 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรูปแบบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

2) ค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาหลังจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้นทั้ง 3 รูปแบบ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 3 สูงกว่าทักษะการ

แก้ปัญหาวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 1 และทักษะการแก้ปัญหาในรูปแบบที่ 2 แตกต่างต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

3) ค่าเฉลี่ยของพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้น ทั้ง 3 รูปแบบสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด พัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรูปแบบที่ 3 สูงกว่าพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรูปแบบที่ 1 และพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรูปแบบที่ 2 แตกต่างต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

4) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 รูปแบบ มีจิตวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น จิตวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 3 สูงกว่าจิตวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 1 และจิตวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 2 แตกต่างต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

อภิปรายผล

ผลการศึกษาเปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ ที่นำเสนอข้างต้น มีข้อสังเกตที่น่าสนใจอภิปราย ดังนี้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น โดยการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานแล้วนำมากำหนดเป็นแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสืบค้นที่มีลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

การสร้างการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น มีรูปแบบเป็นขั้นตอน 4 ขั้นตอน ที่ประกอบด้วย การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้องพัฒนา วิธีการสืบค้น และการเกิดทักษะที่ต้องนำไปใช้ประโยชน์ โดยกำหนดให้มืองค์ประกอบการจัดการเรียนการสอน และกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนการสืบค้นแตกต่างกัน 3 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว รูปแบบที่ 2 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด (ใช้คำถามช่วยชี้นำทาง) รูปแบบที่ 3 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิด (ใช้คำถามช่วยชี้นำทาง) และแบบเปิด

ส่วนกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ใช้กิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางเน้นการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ในขั้นวิธีการสืบค้นแบ่งเป็น 5 บทปฏิบัติการ ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบทำบทปฏิบัติการในเรื่องเดียวกันและใช้วิธีการสืบค้น 10 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การระบุตัวแปร การทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ การวางแผนและออกแบบการทดลอง ทำการสืบค้น การบันทึกผล (ตารางและกราฟ) การแปลความหมายและลงข้อสรุป การประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น และการสื่อสารผลที่ได้

การวัดและประเมินผล ใช้การวัดด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา และแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

เมื่อนำการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นทั้ง 3 รูปแบบไปทดลองกับกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ขั้นตอนการตรวจสอบทักษะพื้นฐาน และขั้นตอนกิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้องพัฒนา เหมือนกัน แตกต่างกันในขั้นตอนวิธีการสืบค้น โดย รูปแบบที่ 1 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิดอย่างเดียว รูปแบบที่ 2 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งปิด (ใช้คำถามช่วยชี้นำทาง) รูปแบบที่ 3 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งปิด (ใช้คำถามช่วยชี้นำทาง) และแบบเปิด ซึ่งแบ่งเป็นบทปฏิบัติการ 5 บทปฏิบัติการ ได้แก่

บทปฏิบัติการที่ 1 ลูกโป่งจรวด

บทปฏิบัติการที่ 2 ลาวาไหล

บทปฏิบัติการที่ 3 เด้งกระดอน

บทปฏิบัติการที่ 4 ตุ่มต่อ่งแต่ง

บทปฏิบัติการที่ 5 ชุ่นนานๆ

โดยรูปแบบที่ 1 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิดทั้ง 5 บทปฏิบัติการ รูปแบบที่ 2 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิดในบทปฏิบัติการที่ 1 - 2 ใช้วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิดโดยใช้คำถามช่วยชี้นำทางในบทปฏิบัติการที่ 3-5 และรูปแบบที่ 3 ใช้วิธีการสืบค้นแบบปิดในบทปฏิบัติการที่ 1 ใช้วิธีการสืบค้นแบบกึ่งปิดโดยใช้คำถามช่วยชี้นำทางในบทปฏิบัติการที่ 2 และใช้วิธีการสืบค้นแบบเปิดในบทปฏิบัติการที่ 3-5 ซึ่งทุกกลุ่มจะใช้วิธีการสืบค้น 10 ขั้นตอน เหมือนกัน ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองใช้การจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบค้น จะเห็นว่าผลทั้ง 3 รูปแบบแตกต่างกัน กล่าวคือ

1. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 รูปแบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 3 สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรูปแบบที่ 1 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรูปแบบที่ 2 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น น่าจะเป็นผลที่มีสาเหตุสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อารียา บุญทวีคุณ (2546: 33-48) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดพัฒนาทักษะการสำรวจตรวจสอบ (Investigative skill) พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เดวิส (Davis. 1978 : 211 – A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบวิธีสอนให้ค้นพบด้วยการตั้งคำถามแบบชี้นำ (Guided – Inquiry Discovery Approach) กับวิธีการสอนแบบบอกความรู้ตามตำรา

(Expository Approach) พบว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนให้ค้นพบด้วยการตั้งคำถามแบบชี้นำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบครูบอกตามตำรา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และซลสึด จันทาสี (2543: 69) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาหลังจัดกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบค้นรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการแก้ปัญหา รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 โดยทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 3 สูงกว่าทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 1 และทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 2 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ค่าเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาหลังจัดกระบวนการเรียนรู้อธิบายด้วยวิธีการสืบค้นสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดทั้ง 3 รูปแบบ และทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะน่าจะเป็นผลที่มีสาเหตุสอดคล้องกับผลการวิจัยของไซมอน; และมาโลนี (Simon; & Maloney. 2007: 49-57) ที่ได้วิจัยกิจกรรมสำหรับส่งเสริมการอภิปรายกลุ่มย่อย (Small-group discussion) และการให้เหตุผล (Argumentation)) พบว่า ทุกกลุ่มมีความสามารถเชื่อมโยงได้ในระดับหนึ่งแต่ความสามารถในการให้เหตุผลจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับวิธีการนี้และเมื่อเขาเป็นที่ยอมรับหรือได้มีบทบาทร่วมในกลุ่ม และการที่รูปแบบที่ 3 มีทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่ารูปแบบ 1 และรูปแบบ 2 ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะวิธีการสืบค้นจะส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของกอตและดักแกน (Gott and Duggan. 1995) ที่ว่าวิธีการสืบค้นจะมีการแก้ปัญหาซึ่งเป็นวิธีแก้ปัญหาที่ไม่เหมือนที่เขารู้โดยทั่วไปตามปกติ แต่จะต้องมีความเข้าใจในทัศนคติและวิธีการ (Conceptual and procedural understanding) และอธิบายว่าความเข้าใจในทัศนคติ (Conceptual understanding) หมายถึง ความจริง กฎ และหลักการในทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจวิธีการ (Procedural understanding) ซึ่งสัมพันธ์หรือนำไปสู่ "ความเข้าใจหลักฐานหรือมีโนทัศน์ของหลักฐาน (Concepts of evidence)" จะเกี่ยวข้องกับการออกแบบ การวัด การจัดการทำข้อมูลและการประเมินผลในงานสืบค้น สอดคล้องกับผลวิจัยของมนวิภา อ่อนศรี (2541 : 79 -80) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กันทางบวกโดยด้านการจำแนกประเภทส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ ทิพาพรรณ ก.บัวเกสร (2542:

บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและ
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเองกับการสอนแบบค้นพบ
โดยมีการชี้แนะ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ของนักเรียนกลุ่ม
ทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสามารถในการคิด
แก้ปัญหา ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01

3. ค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังจัดกระบวนการ
เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ที่
กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติระดับ .05 โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรูปแบบที่ 3 สูงกว่าทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรูปแบบที่ 1 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการรูปแบบที่ 2 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 การที่ค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังจัดกระบวนการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นสูงกว่าเกณฑ์
ทั้ง 3 รูปแบบ น่าจะสอดคล้องกับ อารียา บุญทวีคุณ (2546: 33-48) ที่ศึกษาเรื่องผลการใช้ชุด
พัฒนาทักษะการสำรวจตรวจสอบ (Investigative skill) พบว่า การสอนทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ที่ให้ผู้เรียนเข้าใจได้ผลดี ควรเริ่มจากการใช้คำศัพท์พื้นฐานที่ใช้สื่อกับคนทั่วไปเข้าใจ
เมื่อผู้เรียนมีความเข้าใจกระบวนการแม่นยำจึงใช้คำศัพท์เฉพาะทาง ด้านการออกแบบการสำรวจ
ตรวจสอบเทคนิควิธีสอน การระบุตัวแปรวิธีนี้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย สามารถนำไปใช้ออกแบบ
การทดลองด้วยตนเอง และการส่งผลให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรูปแบบ
ที่ 3 สูงกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรูปแบบที่ 1 และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรูปแบบที่ 2 สอดคล้องกับดักแกน; จอนห์สัน; และก๊อต (Duggan ;
Johnson ; & Gott. 1996: 461-274) ได้ศึกษาในเรื่องการกำหนดตัวแปรในการทำการสืบค้น
พบว่า ยิ่งงานสืบค้นเป็นปัญหาที่ซับซ้อนและยากมากขึ้นความสามารถในการกำหนดตัวแปรที่
เกี่ยวข้องก็จะลดลง เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถหาทิศทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาของงานได้
(หลงทาง) นักเรียนไม่เห็นความสำคัญหรือประโยชน์ของการกำหนดตัวแปรอิสระที่ต่อเนื่อง
(Continuous) สุธิพร พลอยสุข. (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดฝึกการคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีของเวียร์โดยการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม พบว่า นักเรียนที่ได้รับ
วิธีการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในแต่ละ
ทักษะและโดยภาพรวม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้แบบทดสอบวัดการปฏิบัติ

วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการพบว่า นักเรียนที่ได้รับวิธีการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยภาพรวมและทักษะด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ผลการวิจัย พบว่า เมื่อใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ นักเรียนที่ได้รับวิธีการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นรายกลุ่ม มีเฉพาะทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการไม่ผ่านเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้แบบทดสอบวัดการปฏิบัติ นักเรียนที่ได้รับวิธีการฝึกเป็นรายบุคคล มีทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่ได้รับวิธีการฝึกเป็นกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในแต่ละทักษะและโดยภาพรวม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วิโรจน์ เฉลยสุข (2541 : 75) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับนักเรียนได้รับการสอนแบบปกติ พบว่านักเรียนได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองมีคะแนนสูงกว่านักเรียนได้รับการสอนปกติ เนื้อทงน่ายี (2544 : 87-91) ได้ศึกษา ผลการใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ซึ่งผู้เรียนปฏิบัติด้วยตนเองกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สูงกว่า กลุ่มทดลองที่ 2 ประสาน วัฒนประดิษฐ์ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่สอนโดยวิธีค้นพบด้วยตนเองกับนักเรียนที่สอนโดยวิธีปกติ กลุ่มทดลองโดยวิธีค้นพบด้วยตนเอง กลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีปกติ พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีค้นพบด้วยตนเองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีค้นพบด้วยตนเองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน มณีรัตน์ เกตุไสว (2540 : 80) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลองแตกต่างกัน รุบิน (Rubin. 1989 : 3469 –A) ได้ศึกษาวิทยาศาสตร์การสอนทำต้นแบบเป็นระบบเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน และความสามารถในการใช้เหตุผลในเชิงพุทธ

พิสัยแบบเป็นทางการ นักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในช่วงเวลา 3 เดือน จากครูซึ่งได้รับการฝึกกลยุทธการสอนการทำต้นแบบเชิงระบบทดลอง กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนจากครูที่ฝึกกลยุทธการสอนการควบคุม วงจรการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามแบบเดิม พบว่า กลยุทธการสอนทำต้นแบบเป็นระบบ จัดเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขึ้นผสมผสานของนักเรียน ทอมป์สัน (Thomson. 1992) ได้ทำการศึกษาถึงความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงนั้น จะส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาบางส่วนยังไม่เข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้อย่างถูกต้อง ซึ่งมีสาเหตุมาจากไม่เข้าใจในความหมายของวิทยาศาสตร์กับความรู้สึกรวมดาจากสามัญสำนึกจากเหตุการณ์ดังกล่าวข้างต้นจึงมีผลทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยเน้นการให้ลงมือปฏิบัติจริงหรือมีการฝึกอบรมเพิ่มเติม กับนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยไม่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงหรือไม่มีการฝึกอบรมเพิ่มเติมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชาร์แมน (Scharman. 1989 : 715 - 726) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของพัฒนาการของการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน 1 ภาคเรียน จะทำให้พัฒนาการในการรับรู้ความรู้พื้นฐานทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

4. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 รูปแบบ มีจิตวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยจิตวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น และจิตวิทยาศาสตร์ รูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 กับรูปแบบที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 โดยจิตวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 3 สูงกว่าจิตวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 1 และจิตวิทยาศาสตร์รูปแบบที่ 2 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 สอดคล้องกับศิริสา พงษ์กุล. (2548 : บทคัดย่อ). ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อรุณา กาญจน์ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว PDCA กับแบบ

สืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว PDCA กับแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สมพงษ์ รุจิวรรณ (2516: 51-54) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ พฤติกรรมด้านความเป็นผู้นำ ความตั้งใจเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มนักเรียนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วอลเตอร์ (Walter. 1966: 994-A—995-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีต่างกัน นักเรียนกลุ่มทดลองจะเรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับเอกสารคำแนะนำในวิธีการมองปัญหา แก้ปัญหา แต่ไม่มีการบรรยาย ไม่ใช้ตำราเรียน ไม่มีการกำหนดงานเป็นการบ้าน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมจะเรียนโดยวิธีบรรยาย การกำหนดงานมีการบ้าน มีการให้ทำปฏิบัติการบ้าง ผลการวิจัย กลุ่มทดลองมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านมีเหตุผล ไม่เชื่อถือโซกลางสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาวิชาต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสมิท (Smith.1994 : 2528 – A) ได้ศึกษาผลการสอนที่มีเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือกลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้เป็นวิธีการทดสอบภาคสนามซึ่งเรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วแสดงว่าการจัดกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นทั้งรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ทุกรูปแบบส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และจิตวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าทุกรูปแบบสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ และ รูปแบบที่ 3 จะเป็นรูปแบบที่ดีที่สุดเพราะส่งผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่ารูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัย การศึกษาเปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ ได้รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ผลจากการศึกษา

ทุกขั้นตอนสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และจะส่งผลกระทบต่อผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายของหลักสูตรที่วางไว้ ซึ่งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะตามลำดับดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้

1.1 ด้านการกำหนดแนวนโยบาย

ผู้บริหารโรงเรียนเป็นบุคคลสำคัญในการสนับสนุนให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมาย โดยการให้กำลังใจในการทำงาน สนับสนุนงบประมาณในการจัดทำสื่อ อำนวยความสะดวก นิเทศ และติดตามผลการเรียนการสอน ดังนั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นนั้น ผู้บริหารจะต้องมีความตระหนัก ถึงความจำเป็นของการมีส่วนร่วมของบุคลากรที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ตลอดจนมีความรู้ความเข้าใจใน ปรัชญา หลักการ กระบวนการเรียนรู้ เพื่อจะได้ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการศึกษาย่างแท้จริง

1.2 ด้านการปฏิบัติการเรียนการสอน

1) ผู้สอน เป็นผู้ที่มีความสำคัญในการนำการจัดกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ที่เป็นเอกสารตัวหนังสือสู่กิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ดังนั้นผู้สอนจำเป็นต้องทำการศึกษาวิธีการจากคู่มือครูให้เข้าใจ จนกระทั่งได้แนวคิดที่สำคัญของวิธีการ แล้วนำสาระเนื้อหาและการจัดกิจกรรมมาปรับปรุงให้สอดคล้องเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงของแต่ละสถานศึกษา และผู้เรียน จะช่วยให้มีการค้นคว้าหาข้อมูลที่ต้องการได้ง่าย รวดเร็ว ไม่ก่อปัญหาในชั้นเรียน

2) การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ผู้สอนต้องปรับบทบาทตัวเองให้เป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก ช่วยเหลือ ดูแล และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ หาคำตอบ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ต้องคำนึงถึงวิธีการเรียนรู้ ทักษะการทำงานการเรียนรู้ด้วยความสนุกสนานและเห็นคุณค่าการทำงาน

3) ผู้สอนต้องอุทิศเวลาพอสมควรในการเตรียมความพร้อมพื้นฐาน ทั้งความรู้ในเนื้อหาวิชา ทักษะการสอน การวางแผนการสอน การวัดและประเมินผล ต้องคอยส่งเสริมให้กำลังใจแก่ผู้เรียนและอำนวยความสะดวก

4) การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน เป็นสิ่งจำเป็นต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น การเป็นมิตร การสร้างเสริมบรรยากาศที่อบอุ่น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบผู้สอนนอกเวลาเรียนอย่างไม่เป็นทางการเพื่อให้การปรึกษา

5) ผู้สอนสามารถนำแนวทางการจัดกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นนี้ไปใช้สอนในวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ และพัฒนาให้เหมาะสมได้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1) เนื่องจากงานวิจัยในครั้งนี้ กระจาเฉพาะในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมเท่านั้น ปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการวิจัย ตลอดจนผลวิจัย แม้จะมีหลายประเด็นที่มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสนับสนุน แต่เพื่อให้สามารถได้ผลการวิจัยที่ขยายสู่บริบทที่กว้างขึ้น ควรศึกษาวิจัยการจัดกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสืบค้น แก่ผู้เรียนในช่วงชั้นต่างๆด้วย

2) ควรมีการศึกษาตัวแปรที่อาจส่งผลต่อการจัดกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสืบค้น เพิ่มเติม เช่น เพศ ทักษะการคิด กระบวนการกลุ่มและความพึงพอใจ เป็นต้น

3) ควรมีการเลือกใช้เครื่องมือในการประเมิน เป็นการประเมินตามสภาพจริง ที่หลากหลาย เช่น การสัมภาษณ์ การประเมินพฤติกรรม และการเก็บชิ้นงาน เป็นต้น

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นและ
ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.พรรณี บุญประกอบ	อาจารย์ประจำสถาบันวิจัยพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ดร.ราชนัย บุญธิมา	อาจารย์ประจำสำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ผศ.นิทัศน์ ผักเจริญผล	ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม อาจารย์โปรแกรมวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
4. ดร.ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา	โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ
5. นายประดิษฐ์ เหล่าเนตร	โรงเรียนจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย จังหวัดพิษณุโลก
6. นายสุวิทย์ สอนไฉ	โรงเรียนผดุงปัญญา จังหวัดตาก

ภาคผนวก ข

- 1.แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
- 2.การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน
- 3.กิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
 - บทปฏิบัติการที่ 1 ลูกโป่งจรวด
 - บทปฏิบัติการที่ 2 ลาวาไหล
 - บทปฏิบัติการที่ 3 เด้งกระดอน
 - บทปฏิบัติการที่ 4 ตุ่มต่อ่งแต่ง
 - บทปฏิบัติการที่ 5 อุ่นน่านๆ
- 4.คำถามช่วยชี้นำทาง
- 5.ใบทำกิจกรรมการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง การสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
(เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อฝึกให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
4. เพื่อฝึกให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

แนวความคิดหลัก การสืบค้นทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาทาง

วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น โดยเริ่มจากการตรวจสอบทักษะพื้นฐานที่มี แล้วเติมที่ยังบกพร่อง ใช้วิธีการสืบค้น แก้ปัญหาจากตัวอย่างปัญหา 5 เรื่อง ได้แก่ ลูกโป่งจรรด

ลาวาไหล

แต่งกระดอง ตุ่มต่อต่ง และอื่นๆ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่อง แรงและ

การ

เคลื่อนที่ และความร้อน

เนื้อหาสาระ วิธีการสืบค้น 10 ขั้นตอน ประกอบด้วยระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ระบุตัวแปร ทำความเข้าใจกับ

ศัพท์เฉพาะ วางแผนและออกแบบการทดลอง ทำการสืบค้น บันทึกผลแปลความหมาย

และลง

ข้อสรุป ประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น และสื่อสารผลที่ได้ ทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์

ขั้นพื้นฐาน และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ แรงกิริยา-แรงปฏิกิริยา แรงดล แรงยก

ความหนืด

แรงเสียดทาน แรงยึดผิว ความเข้มข้น การกระเดิง การสะท้อน การแกว่งแบบซิมเปิล

ฮาร์มอนิก

และการถ่ายเทความร้อน

เวลาที่ใช้ 15 ชั่วโมง

กระบวนการจัดการเรียนรู้

เนื้อหา	วิธีการสืบค้นของนักเรียนกลุ่มทดลองที่			เวลา(ชั่วโมง)
	1	2	3	
ประเมิน : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน : จิตวิทยาศาสตร์ : ทักษะพื้นฐาน	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	2
เติมที่ยังบกพร่องให้กับนักสืบค้น พัฒนาเฉพาะทักษะที่ต้องพัฒนา	บรรยาย/ สาธิต	บรรยาย/ สาธิต	บรรยาย/ สาธิต	2
บทปฏิบัติการที่ 1 ลูกโป่งจรวด	แบบปิด*	แบบปิด	แบบปิด	2
บทปฏิบัติการที่ 2 ลาวาไหล	แบบปิด	แบบปิด	แบบกึ่งปิด	2
บทปฏิบัติการที่ 3 เด้งกระดอน	แบบปิด	แบบกึ่งปิด**	แบบเปิด***	2
บทปฏิบัติการที่ 4 ตุ่มต่อแต่ง	แบบปิด	แบบกึ่งปิด	แบบเปิด	2
บทปฏิบัติการที่ 5 อุ่นน่านๆ ประเมิน : ทักษะขั้นบูรณาการ : ทักษะการแก้ปัญหา	แบบปิด	แบบกึ่งปิด	แบบเปิด	2
ประเมิน : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน : จิตวิทยาศาสตร์	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	1

หมายเหตุ * **แบบปิด** ผู้สอนกำหนดกระบวนการสืบค้นให้ 7 ขั้นตอนแรก ขั้นตอนที่ 8-10 ใช้คำถามชี้นำ

** **แบบกึ่งปิด** ผู้สอนกำหนดกระบวนการสืบค้นให้ 1 ขั้นตอนแรก ขั้นตอนที่ 2-10 ใช้คำถามชี้นำ

*** **แบบเปิด** ผู้สอนระบุปัญหาให้ ส่วนขั้นตอนที่ 2-10 ให้นักเรียนลงมือทำด้วยตนเอง

สื่อการเรียนรู้

1. บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ 5 บทปฏิบัติการ
2. แบบประเมินผลก่อนและหลังเรียน
3. แบบตรวจสอบความพร้อมการเป็นนักสืบค้น
4. ใบงาน ใบความรู้

5. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบบทปฏิบัติการ
6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

การวัดและประเมินผล

1. วัดก่อนและหลังเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์
2. ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการและประเมินทักษะการแก้ปัญหาด้วยแบบประเมินจากบทปฏิบัติการที่ 5 ชุ่่นนานๆ
3. สังเกตพฤติกรรมขณะเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนของรูปแบบทั้งสาม
2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและทักษะการแก้ปัญหาของรูปแบบทั้งสาม จากบทปฏิบัติการที่ 5 ชุ่่นนานๆ
3. จำนวนนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้งร้อยละ 80 ขึ้นไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (พื้นฐานที่มี)

บทนำ

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 มาตรฐาน ว. 8.1

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลายวิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. เก็บข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ
5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. สร้างแบบจำลอง(modeling) หรือรูปแบบ(pattern representation) ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและนำเสนอเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อตรวจสอบทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเสริมที่ยังบกพร่อง(เพิ่มเติมทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ในส่วนที่นักเรียนขาด)
3. เพื่อแนะนำบทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติตนในการเรียนรู้ และวิธีการสืบค้นข้อมูล

เนื้อหา ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสืบค้น และทักษะการสื่อสารข้อมูล

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วิธีการจัดการเรียนรู้

1. ผู้สอนตรวจสอบทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบตรวจสอบทักษะพื้นฐานของนักสืบค้น(ก่อนการเรียนรู้)
2. ผู้สอนบรรยายพร้อมทั้งสาธิตเพิ่มเติมทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์โดยเน้นในส่วนทักษะที่นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาด
3. ผู้สอนให้นักเรียนเลือกทำแบบตรวจสอบทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบตรวจสอบทักษะพื้นฐานของนักสืบค้นเฉพาะทักษะที่นักเรียนขาด

สื่อการจัดการเรียนรู้

1. แบบตรวจสอบทักษะพื้นฐานของนักสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
2. Power point ประกอบการบรรยาย
3. วัสดุอุปกรณ์ประกอบการสาธิต

การวัดและประเมินผล

ผลการตรวจสอบทักษะพื้นฐานของนักสืบค้นก่อนและหลังเรียน

เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนร้อยละ 90 มีคะแนนทักษะพื้นฐานของนักสืบค้น หลังเรียนร้อยละ 70

ขึ้นไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 1 โป่งจรวด

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 มาตรฐาน ว. 8.1

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจ ได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลายวิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. เก็บข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ
5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. สร้างแบบจำลอง(modeling) หรือรูปแบบ(pattern representation) ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและนำเสนอเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจได้

- จุดประสงค์**
1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
 2. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
 3. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการลอยตัวของลูกโป่งในอากาศ

เนื้อหาการสืบค้น

แรงกิริยา หมายถึงแรงที่มากกระทำกับวัตถุ

แรงปฏิกิริยา หมายถึง แรงที่วัตถุได้ตอบสนองต่อแรงที่มากกระทำ

แรงกิริยา-แรงปฏิกิริยา แรงทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ “ ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรง

ปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากันและทิศตรงข้ามเสมอ “

แรงดลหมายถึง แรงที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ อาจทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ หรือไม่เคลื่อนที่ก็ได้

แรงยกตัว แรงซึ่งทำให้เครื่องบิน บินขึ้นหรือบินอยู่ในอากาศได้เนื่องจากอากาศด้านบนของปีก

เครื่องบินมีแรงดันน้อยกว่าอากาศด้านล่าง

แรงดึงดูดของโลก เป็น แรงที่โลกดึงดูดวัตถุบนผิวโลกให้วัตถุต่างๆตกลงพื้นดิน ถ้าน้ำหนักมา

แรงดึงดูดก็จะมาก

สาระวิทยาศาสตร์ แรงกิริยา-แรงปฏิกิริยา แรงดล แรงยกตัว แรงดึงดูดของโลก

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วิธีการจัดการเรียนรู้ (ห้อง 1 ห้อง 2 และ ห้อง 3)

- 1.ให้นักเรียนเป่าลูกโป่ง (แบบยาว) ให้ได้ขนาดพอสมควร แล้วมัดปลายให้เรียบร้อย
 - 2.ให้นักเรียนจับลูกโป่งให้ขนานกับพื้นชี้ทิศไปข้างหน้านักเรียนแล้วใช้นิ้วดีดที่ก้นลูกโป่ง
- สังเกตทิศทางและลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกโป่ง

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ปัญหา : ถ้าทำให้ลูกโป่งมีปีกคล้ายเครื่องบินลูกโป่งที่มีลักษณะปีกแบบไหนจะลอยในอากาศได้นานกว่ากัน

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน : ลูกโป่งที่ติดปีกแบบยาวปีกจะลอยในอากาศได้นานกว่า

ขั้นตอนที่ 3 ระบุตัวแปร

ตัวแปรต้น : ลักษณะปีกที่ติดลูกโป่ง

ตัวแปรตาม : เวลาที่ลูกโป่งลอยในอากาศ

ตัวแปรควบคุม : ขนาดลูกโป่ง ความยาวของลูกโป่ง ขนาดของปีก แรงที่ใช้นิ้วดีดลูกโป่ง ความสูงของการปล่อยลูกโป่ง ทิศทางของการเคลื่อนที่ของลูกโป่ง นาฬิกาที่ใช้จับเวลา คนจับเวลา

ขั้นตอนที่ 4 ทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ

ก่อนจะลงมือทำนักเรียนจะต้องศึกษาความรู้ดังต่อไปนี้

แรงกิริยา หมายถึงแรงที่มากกระทำกับวัตถุ

แรงปฏิกิริยา หมายถึง แรงที่วัตถุได้ตอบสนองแรงที่มากกระทำ

แรงกิริยา-แรงปฏิกิริยา แรงทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ “ ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรง

ปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงข้ามเสมอ “

แรงดลหมายถึง แรงที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ อาจทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ หรือไม่เคลื่อนที่ก็ได้

แรงยกตัว แรงซึ่งทำให้เครื่องบิน บินขึ้นหรือบินอยู่ในอากาศได้เนื่องจากอากาศด้านบนของปีก

เครื่องบินมีแรงดันน้อยกว่าอากาศด้านล่าง

แรงดึงดูดของโลก เป็น แรงที่โลกดึงดูดวัตถุบนผิวโลกให้วัตถุต่างๆตกลงพื้นดิน ถ้าน้ำหนักมา

แรงดึงดูดก็จะมาก

ลักษณะการติดปีก ในการทดลองนี้จะติดปีกในลักษณะตั้งฉากกับลูกโป่ง และตามแนวเฉียงกับ

ลูกโป่ง

วิธีการปล่อย ในการทดลองนี้ใช้มือจับลูกโป่งข้างหนึ่งให้ขนานกับพื้นแล้วใช้นิ้วดีดลูกโป่งด้วย

แรงที่เท่ากัน ทุกครั้ง

เวลา ในการทดลองนี้จะเริ่มจับเวลาเมื่อลูกโป่งถูกดีดออกจากลูกโป่งตกลงถึงพื้น

การวัดขนาดของปีก วัดด้วยความยาวและความสูงของปีก

ขั้นตอนที่ 5 วางแผนและออกแบบการทดลอง

- 1.ให้นักเรียนเป่าลูกโป่ง แล้วติดปีกแบบตรง(ตามตัวอย่างที่นำมาให้ดู) 2 ปีก
- 2.ให้นักเรียนยืน ณ จุดที่กำหนดแล้วใช้นิ้วดีดที่ก้นลูกโป่งที่ไม่มีปีกแล้วปล่อยให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า
- 3.ให้เพื่อนนักเรียนจับเวลาการตกของลูกโป่ง เริ่มจากที่นักเรียนปล่อยจนกระทั่งลูกโป่งตกลงถึงพื้น
- 4.บันทึกผลการทดลองและทำซ้ำอีก 2 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยของเวลา (sec)
- 5.ทำการทดลองเหมือนข้อ 1-4 เปลี่ยนจำนวนปีกเป็น 3 และ 4 ปีก ตามลำดับ
- 6.ทำการทดลองเหมือน ข้อ 1-5 แต่ใช้ลูกโป่งที่มีลักษณะการติดปีกแบบเฉียง ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 6 ทำการสืบค้น

ทำการสืบค้นตามแผนที่วางไว้

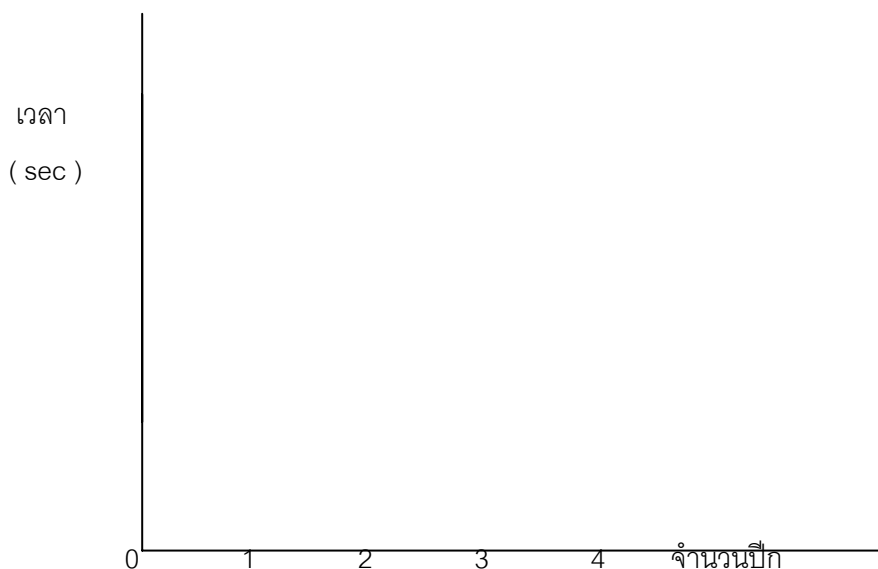
ขั้นตอนที่ 7 บันทึกผล (ตารางและกราฟ)

บันทึกผลการทดลองลงในตารางความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปีก ลักษณะปีก และเวลา

ตารางบันทึกผลการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปีก ลักษณะปีก และเวลา

จำนวนปีก (อัน)	ปีกแบบตรง เวลา (sec) ครั้งที่				ปีกแบบเฉียง เวลา(sec)ครั้งที่			
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
0								
2								
3								
4								

นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปีก ลักษณะปีกกับเวลา



ขั้นตอนที่ 8 แปลความหมายและลงข้อสรุป

1. จากตารางบันทึกผลการทดลอง ลูกโป่งที่ติดปีกแบบไหนที่เคลื่อนที่โดยเฉลี่ยนานมากที่สุด
2. ลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของจำนวนปีกกับเวลาที่ได้มีแนวโน้มอย่างไร
3. จากกราฟที่ได้ เมื่อจำนวนปีกเพิ่มขึ้นเวลาของลูกโป่งเป็นอย่างไร
4. ผลการทดลองที่นักเรียนได้สอดคล้องกับสมมติฐานของนักเรียนหรือไม่
5. นักเรียนจะสรุปผลว่าอย่างไร

ขั้นตอนที่ 9 ประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น

1. จากผลการทดลองที่นักเรียนทำซ้ำทั้ง 3 ครั้ง ค่าเวลาที่วัดได้ใกล้เคียงกันหรือไม่
2. นักเรียน เชื่อมั่นว่าวิธีการทดลองที่นักเรียนออกแบบนั้นถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้อง นักเรียนแก้ไขอย่างไร
3. ผลการทดลองของนักเรียนเหมือนหรือต่างจากเพื่อนหรือไม่ ถ้าแตกต่างมากนักเรียนจะแก้ไขอย่างไร

ขั้นตอนที่ 10 สื่อสารผลที่ได้

ให้นักเรียนเขียนสรุปวิธีการสืบค้นที่นักเรียนได้ทำเรื่อง โป่งจรวด ลงในแผ่นกระดาษ A 4 หนึ่งหน้ากระดาษ ติดแสดงให้เพื่อนอ่าน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 2 ลาวาไหล

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 มาตรฐาน ว. 8.1

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจ ได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลายๆวิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. เก็บข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ
5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. สร้างแบบจำลอง(modeling) หรือรูปแบบ(pattern representation) ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
8. บันทึกและอภิปรายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและนำเสนอเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจได้

- จุดประสงค์**
1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
 2. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
 3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการไหลของลาวา

เนื้อหาการสืบค้น

ลาวา หมายถึงหินหนืดที่ไหลออกมา คุณสมบัติของหินหนืดอาจจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ และเมื่อเย็นตัวลง อาจได้หินอัคนีคนละชนิด อุณหภูมิปกติจะสูงกว่า 1,000 องศาเซลเซียส

ความหนืด เป็นแรงต้านภายในเนื้อของเหลวที่กระทำที่กระทำต่อวัตถุที่เคลื่อนที่ในของเหลว เป็นสมบัติเฉพาะตัวของของไหล ความหนืดมีสาเหตุมาจากการที่โมเลกุลของของเหลวมี

แรงดึงดูดกระทำซึ่งกันและกัน บางครั้งเรียกแรงด้านการเคลื่อนที่ ของไหลที่มีความหนืดมากจะมีแรงด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุในของไหลนั้นมาก แรงที่ด้านการเคลื่อนที่นี้เรียกว่า แรงหนืด

แรงเสียดทานเป็นแรงต้านทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุสองสิ่งเสียดสีกัน

ความตึงผิว ที่ผิวของเหลวจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของของเหลวด้วยกัน พยายามยึดผิวของเหลวให้ตึง (ให้มีพื้นที่น้อยที่สุด) เรียกว่า “แรงตึงผิวของของเหลว” เมื่อของเหลวสัมผัสกับภาชนะและสัมผัสกับอากาศจะมีแรงเกาะติด (adhesion) ที่เกิดขึ้นระหว่าง

โมเลกุลของของเหลวกับโมเลกุลของภาชนะและโมเลกุลของอากาศ

ความเข้มข้น เป็นสารเนื้อเดียวที่มีปริมาณของตัวละลายต่อสารละลายหรือตัวทำละลาย

สาระวิทยาศาสตร์ แรงเสียดทาน ความหนืด ความตึงผิว ความเข้มข้นของสาร

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วิธีการจัดการเรียนรู้ (ห้อง 1)

ให้นักเรียนอ่านเรื่อง การไหลของลาวา จากใบความรู้ และให้ใช้น้ำหวานแทนลาวา

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ปัญหา : น้ำหวานที่เข้มข้นน้อยจะไหลเร็วที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 สมมติฐาน

สมมติฐาน : ลาวาที่มีความหนืดน้อยจะไหลเร็ว

ขั้นตอนที่ 3 ระบุตัวแปร

1.ตัวแปรต้น : ความเข้มข้นของน้ำหวาน

2.ตัวแปรตาม : เวลาในการไหล

3.ตัวแปรควบคุม : ระยะทางในการไหล ความชันของแผ่นพลาสติก การหยดน้ำหวาน

หลอดหยด นาฬิกาจับเวลา คนจับเวลา

ขั้นตอนที่ 4 ทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ

ก่อนจะลงมือทำนักเรียนต้องทำความเข้าใจกับคำต่อไปนี้

ลาวา หมายถึงหินหนืดที่ไหลออกมา คุณสมบัติของหินหนืดอาจจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละ

พื้นที่ และเมื่อเย็นตัวลง อาจได้หินอัคนีคนละชนิด อุณหภูมิปกติจะสูงกว่า 1,000 องศา

เซลเซียส

ความหนืด เป็นแรงต้านภายในเนื้อของเหลวที่กระทำที่กระทำต่อวัตถุที่เคลื่อนที่ในของเหลว เป็น

สมบัติเฉพาะตัวของของไหล ความหนืดมีสาเหตุมาจากการที่โมเลกุลของของเหลวมี

แรงดึงดูดกระทำซึ่งกันและกัน บางครั้งเรียกแรงด้านการเคลื่อนที่ ของไหลที่มีความ

หนืดมากจะมีแรงด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุในของไหลนั้นมาก แรงที่ด้านการเคลื่อน

ที่นี้เรียกว่า แรงหนืด

แรงเสียดทานเป็นแรงต้านทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุสองสิ่งเสียดสีกัน

ความตึงผิว ที่ผิวของเหลวจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของของเหลวด้วยกัน พยายามยึดผิว

ของเหลวให้ตึง (ให้มีพื้นที่น้อยที่สุด) เรียกว่า “แรงตึงผิวของของเหลว” เมื่อของเหลว

สัมผัสกับภาชนะและสัมผัสกับอากาศจะมีแรงเกาะติด (adhesion) ที่เกิดขึ้นระหว่าง

โมเลกุลของของเหลวกับโมเลกุลของภาชนะและโมเลกุลของอากาศ

ความเข้มข้น เป็นสารเนื้อเดียวที่มีปริมาณของตัวละลายต่อสารละลายหรือตัวทำละลาย

ลาวาในการทดลองนี้แทนด้วยน้ำหวานที่ความเข้มข้นต่างกัน

พื้นผิวของภูเขาไปแทนด้วยกระดาษฟิวเจอร์บอร์ด

ในการทดลองนี้ ระนาบของภูเขาใช้ระนาบเอียงทำมุม 45°

การจับเวลา เริ่มตั้งแต่หยดน้ำหวานไหลผ่านเส้นแนวเริ่มต้นจนถึงแนวสิ้นสุดที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 5 วางแผนและออกแบบการทดลอง

1.ให้นักเรียนนำแผ่นพลาสติก ขนาด 20 X 30 cm มาแล้วใช้ดินสอหรือปากกาลากเส้นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด โดยกำหนดระยะทางการไหลยาว 20 cm กำหนดจุดหยดน้ำหวานห่างจากจุดเริ่มต้น 1 cm

2.มาวางบนหนังสือที่ซ้อนกัน เอาแผ่นพลาสติกวางโดยให้มีความชันประมาณ 45°

3.นำน้ำหวานที่เป็นตัวอย่างมา 10 cm^3 มาหยดลงบนแผ่นพลาสติกด้วยหลอดหยด ประมาณ 2 หยด ก่อนถึงจุดเริ่มต้น 1 cm

4.เริ่มจับเวลาเมื่อน้ำหวานไหลผ่านจุดเริ่มต้น และสิ้นสุดการจับเวลาเมื่อสารละลายที่เกิดขึ้นไหลได้ระยะทางที่กำหนดไว้ บันทึกผลลงในตาราง

5.ทำซ้ำตามข้อ 1 และ 2 อีก 2 ครั้ง บันทึกผลลงในตาราง แล้วหาค่าเฉลี่ย

6.ทำซ้ำเหมือนข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนปริมาณน้ำหวานเป็น 9.0 cm^3 ผสมน้ำ 1.0 cm^3

7.ทำซ้ำเหมือนข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนปริมาณน้ำหวานเป็น 8.0 cm^3 ผสมน้ำ 2.0 cm^3

8.ทำซ้ำเหมือนข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนปริมาณน้ำหวานเป็น 7.0 cm^3 ผสมน้ำ 3.0 cm^3

9.นำปริมาณน้ำหวานกับเวลาเฉลี่ยที่ได้ไปเขียนกราฟ

ขั้นตอนที่ 6 ทำการสืบค้น

ทำการสืบค้นตามแผนที่วางไว้

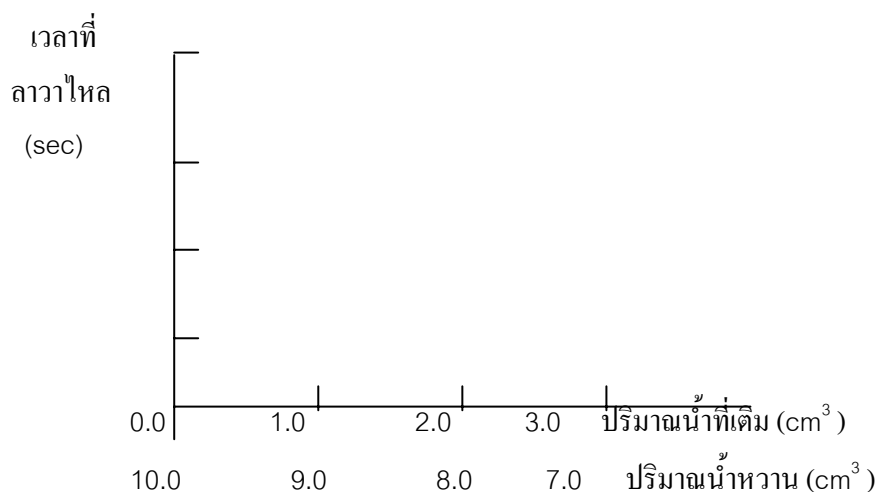
ขั้นตอนที่ 7 บันทึกผล (ตารางและกราฟ)

บันทึกผลลงในตารางและเขียนกราฟ

ตารางบันทึกผลการทดลอง ระหว่างส่วนผสมของน้ำหวานกับเวลาที่น้ำหวานไหล

ส่วนผสมของน้ำหวาน (cm^3)		ระยะเวลาที่น้ำหวานไหล (sec)			
น้ำหวาน	น้ำที่เติม	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
10.0	0.0				
9.0	1.0				
8.0	2.0				
7.0	3.0				

รูป กราฟความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมของน้ำหวาน (cm^3) กับ เวลาที่ลวาลไหล (sec)



ขั้นตอนที่ 8 แปลความหมายและลงข้อสรุป

1. จากผลการทดลองที่ได้ในตาราง ค่าเฉลี่ย เวลาการไหลของลวาล ปริมาณน้ำที่เติมในปริมาณเท่าไรที่ใช้เวลาน้อยที่สุด และใช้เวลามากที่สุด
2. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่เติมกับเวลาที่ลวาลไหลที่เขียน นักเรียนสังเกตได้ว่าอย่างไร แนวโน้มของเวลาเป็นอย่างไร
3. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร
4. ผลการทดลองนี้เป็นไปตามผลนักเรียนได้คาดคะเนไว้ก่อนหรือไม่

ขั้นตอนที่ 9 ประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น

1. ผลการทดลองที่นักเรียนทำซ้ำ เวลาที่ได้สามครั้งก่อนหาค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไร
2. นักเรียนคิดว่าผลการทดลองของนักเรียนถูกต้อง และเชื่อถือได้หรือไม่
3. ในการทดลองนี้มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร

ขั้นตอนที่ 10 สื่อสารผลที่ได้

ให้นักเรียนเขียนเป็นรายงานสรุปการสืบค้นแล้วนำเสนอหน้าชั้นเล่าให้เพื่อนฟัง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 2 ลาวาไหล

- จุดประสงค์** 1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการไหลของลาวา

เนื้อหาการสืบค้น

ลาวา หมายถึงหินหนืดที่ไหลออกมา คุณสมบัติของหินหนืดอาจจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ และเมื่อเย็นตัวลง อาจได้หินอัคนีชนิดชนิด อุนหภูมิปกติจะสูงกว่า 1,000 องศาเซลเซียส

ความหนืด เป็นแรงต้านภายในเนื้อของเหลวที่กระทำที่กระทำต่อวัตถุที่เคลื่อนที่ในของเหลว เป็นสมบัติเฉพาะตัวของของไหล ความหนืดมีสาเหตุมาจากการที่โมเลกุลของของเหลวมีแรงดึงดูดกระทำซึ่งกันและกัน บางครั้งเรียกแรงต้านการเคลื่อนที่ ของไหลที่มีความหนืดมากจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุในของไหลนั้นมาก แรงที่ต้านการเคลื่อนที่นี้เรียกว่า แรงหนืด

แรงเสียดทานเป็นแรงต้านทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุสองสิ่งเสียดสีกัน

ความตึงผิว ที่ผิวของเหลวจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของของเหลวด้วยกัน พยายามยึดผิวของเหลวให้ตึง (ให้มีพื้นที่น้อยที่สุด) เรียกว่า “แรงตึงผิวของของเหลว” เมื่อของเหลวสัมผัสกับภาชนะและสัมผัสกับอากาศจะมีแรงเกาะติด (adhesion) ที่เกิดขึ้นระหว่างโมเลกุลของของเหลวกับโมเลกุลของภาชนะและโมเลกุลของอากาศ

ความเข้มข้น เป็นสารเนื้อเดียวที่มีปริมาณของตัวละลายต่อสารละลายหรือตัวทำละลาย

สาระวิทยาศาสตร์ แรงเสียดทาน ความหนืด ความตึงผิว ความเข้มข้นของสาร

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วิธีการจัดการเรียนรู้ (ห้อง 3)

ให้นักเรียนอ่านเรื่อง การไหลของลาวา จากใบความรู้ และให้ใช้น้ำหวานแทนลาวา

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ปัญหา : น้ำหวานที่เข้มข้นน้อยจะไหลเร็วที่สุด

ให้นักเรียนสืบค้นโดยใช้คำถามช่วยชี้นำทาง ทำตามวิธีสืบค้น ขั้นตอนที่ 2 – ขั้นตอนที่ 10

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 3 แต่งระดอน

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 มาตรฐาน ว. 8.1

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจ ได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลายๆวิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. เก็บข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ
5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. สร้างแบบจำลอง(modeling) หรือรูปแบบ(pattern representation) ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
8. บันทึกและอภิปรายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและนำเสนอเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจได้

- จุดประสงค์**
1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
 2. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
 3. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการกระเด็นของวัตถุในแนวดิ่ง

เนื้อหาการสืบค้น

การตกกระทบ คือการที่ลูกบอลกำลังวิ่งเข้าหาตัวรับทำกับตัวรับ

การสะท้อน คือการที่ลูกบอลสะท้อนออกจากตัวรับทำกับตัวรับ

การกระเด็น วัตถุแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการกระเด็นต่างกัน เช่นลูกเหล็ก กับลูกบอลหนัง ลูก

เหล็กจะมีการกระเด็นที่น้อยกว่าลูกบอลหนัง ซึ่งวัตถุที่ไม่มีการสูญเสียแรงจากการกระเด็น

เลย หรือค่าในการกระเด็น เท่ากับ 1 นั่นเอง แล้วจะเกิดแรงนี้เมื่อไร ก็เมื่อลูกบอลกระทบ กับแพงลูกบอลจะเคลื่อนที่อยู่ภายในแรงโน้มถ่วงของโลก และการชนเป็นแบบ ยืดหยุ่น ดังนั้นมุมที่ลูกบอลตกกระทบจะเท่ากับมุมที่ลูกบอลกระเด็นออกมาจาก ผืนผนัง ขณะที่ลูกบอลกระเด็นออกจากผืนผนังมันจะเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์

ทิศทางการกระเด็นในแนวตั้งของลูกเทนนิสหลังจากชนกับตัวรับในแนวตั้งมีทิศทางตรงกันข้ามกับ การชน

พื้นผิว หมายถึงลักษณะของพื้นผิวตัวรับที่ลูกเทนนิสจะวิ่งไปกระทบและสะท้อนกลับมา

สาระวิทยาศาสตร์ การกระเด็น การสะท้อน การตกกระทบ

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วิธีการจัดการเรียนรู้ (ห้อง 1)

ขั้นตอนที่ 1

- 1.ให้นักเรียนยืนถือลูกเทนนิสให้อยู่ในระดับแขนที่ขนานกับพื้นแล้วปล่อยให้ลูกเทนนิสตกลงมา
- 2.ปัญหา : ถ้าพื้นผิวแตกต่างกันลูกเทนนิสจะกระเด็นสูงต่างกันหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2

สมมติฐาน : พื้นกระเบื้องจะกระดอนได้สูงกว่าพื้นผิวเจอร์บอร์ค

ขั้นตอนที่ 3

ตัวแปรต้น : ชนิดของพื้นผิว

ตัวแปรตาม : ความสูงของลูกเทนนิสที่กระเด็นขึ้น

ตัวแปรควบคุม : ความสูงของการปล่อย คนที่ปล่อยลูกเทนนิส ลักษณะการปล่อย คนที่วัดความสูงของลูก เทนนิสที่กระเด็นขึ้นมา ไม้เมตร ขนาดของพื้นผิว ลูกเทนนิสที่ใช้ทดลอง

ขั้นตอนที่ 4

แรงกิริยา กับแรงปฏิกิริยา

ทิศทาง การกระเด็น

พื้นผิว

การวัดความสูงของการกระเด็นของลูกเทนนิส

ขั้นตอนที่ 5

- 1.ให้นักเรียนนำไม้เมตรมาจัดทำระดับความสูงจากพื้นห้อง โดยใช้ผนังห้องเป็นแนวระดับจัดให้ความสูง เท่ากับระดับแขนของนักเรียนที่จะปล่อยลูกเทนนิส(กำหนดระดับความสูงของการปล่อยลูกเทนนิส)
- 2.ให้นักเรียนอีกคนทำหน้าที่วัดระดับการกระเด็นของลูกเทนนิสที่ตกถึงพื้นแล้วกระเด็นขึ้นมาครั้งแรก โดยใช้ไม้บรรทัดทำเครื่องหมายระดับที่ลูกเทนนิสกระเด็นขึ้นมาสูงที่สุด

3.ให้นักเรียนลองปล่อยลูกเทนนิสลงพื้นห้องและอีกคนคอยวัดการกระเด็นของลูกเทนนิส ลองทำจนมั่นใจว่าทำได้ถูกต้องทุกครั้ง

4.นำแผ่นกระเบื้องขนาด $30 \times 30 \text{ cm}^2$ มาวางที่พื้น แล้วปล่อยลูกเทนนิสให้ตกลงที่พื้นกระเบื้อง วัดความสูงของลูกเทนนิสที่กระเด็น บันทึกผล

5.ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

6.เปลี่ยนจากแผ่นกระเบื้องมาเป็นแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดและแผ่นไม้ ตามลำดับ ทำเหมือนข้อ 4 และข้อ 5

ขั้นตอนที่ 6

ทำการสืบค้นตามแผนที่วางไว้

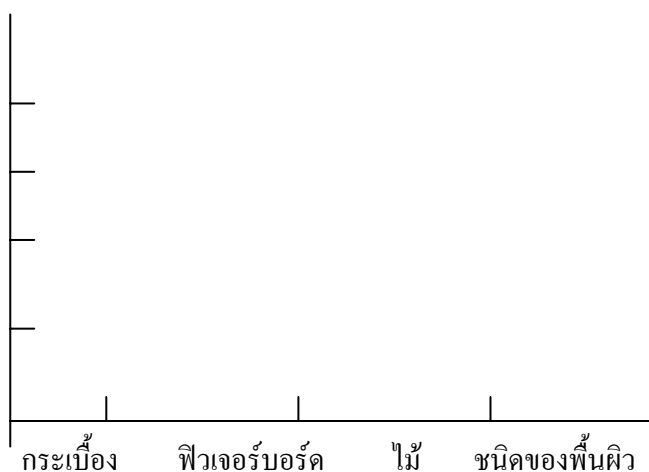
ขั้นตอนที่ 7

บันทึกผลลงในตาราง

ชนิดของพื้นผิว	ความสูงของลูกเทนนิส (cm)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
แผ่นกระเบื้อง				
แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด				
แผ่นไม้				

เขียนแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพื้นผิวกับความสูงของลูกเทนนิสที่กระดอนขึ้น

ความสูงของลูกเทนนิส
ที่กระดอนขึ้น (cm)



ขั้นตอนที่ 8

1. จากผลการทดลองที่ได้ในตาราง ค่าเฉลี่ย ความสูงของลูกเทนนิสที่กระเด็นขึ้นเป็นอย่างไร
2. จากแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพื้นผิวกับความสูงของลูกเทนนิสที่กระเด็นขึ้นที่เขียน นักเรียนเปรียบเทียบได้อย่างไร
3. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร
4. ผลการทดลองนี้เป็นไปตามผลนักเรียนได้ตั้งสมมติฐานไว้ก่อนหรือไม่ นักเรียนจะอธิบายผลได้อย่างไร

ขั้นตอนที่ 9

1. ผลการทดลองที่นักเรียนทำซ้ำ ความสูงของลูกเทนนิสที่กระเด็นขึ้นที่ได้สามครั้งก่อนหาค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไร
2. นักเรียนคิดว่าผลการทดลองของนักเรียนถูกต้อง และเชื่อถือได้หรือไม่
3. ในการทดลองนี้มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร

ขั้นตอนที่ 10

1. ให้นักเรียนเขียนเป็นรายงานสรุปการสืบค้นในกระดาศที่แจกให้(เขียนให้ได้ในหน้าเดียว)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 3 กระเด็นกระดอน

- จุดประสงค์**
1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
 2. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
 3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการกระเด็นของวัตถุในแนวตั้ง

เนื้อหาการสืบค้น

การตกกระทบ คือการที่ลูกบอลกำลังวิ่งเข้าหาตัวรับทำกับตัวรับ

การสะท้อน คือการที่ลูกบอลสะท้อนออกจากตัวรับทำกับตัวรับ

การกระเด็น วัตถุแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการกระเด็นต่างกัน เช่นลูกเหล็ก กับลูกบอลหนัง ลูก

เหล็กจะมีการกระเด็นที่น้อยกว่าลูกบอลหนัง ซึ่งวัตถุที่ไม่มีการสูญเสียแรงจากการกระเด็น

เลย หรือค่าในการกระเด็น เท่ากับ 1 นั่นเอง แล้วจะเกิดแรงนี้เมื่อไร ก็เมื่อลูกบอลกระทบ

กับแผงลูกบอลจะเคลื่อนที่อยู่ภายในแรงโน้มถ่วงของโลก และการชนเป็นแบบ

ยืดหยุ่น ดังนั้นมุมที่ลูกบอลตกกระทบจะเท่ากับมุมที่ลูกบอลกระเด็นออกมาจาก

ผนัง ขณะที่ลูกบอลกระเด็นออกจากผนังมันจะเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์

ทิศทางการกระเด็นในแนวตั้งของลูกเทนนิสหลังจากชนกับตัวรับในแนวตั้งมีทิศทางตรงกันข้ามกับ

การชน

พื้นผิว หมายถึงลักษณะของพื้นผิวตัวรับที่ลูกเทนนิสจะวิ่งไปกระทบและสะท้อนกลับมา

สาระวิทยาศาสตร์ การกระเด็น การสะท้อน การตกกระทบ

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วิธีการจัดการเรียนรู้ (ห้อง 2)

ขั้นตอนที่ 1

ให้นักเรียนยืนถือลูกเทนนิสให้อยู่ในระดับแขนที่ขนานกับพื้นแล้วปล่อยให้ลูกเทนนิสตกลงมา

ปัญหา : ถ้าพื้นผิวแตกต่างกันลูกเทนนิสจะกระเด็นสูงต่างกันหรือไม่

ให้นักเรียนทำการสืบค้น โดยใช้คำถามช่วยชี้นำทาง ทำตามวิธีการสืบค้นขั้นตอนที่ 2 – ขั้นตอนที่ 10

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 3 กระเด็นกระดอน

- จุดประสงค์**
1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
 2. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
 3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการกระเด็นของวัตถุในแนวตั้ง

เนื้อหาการสืบค้น

การตกกระทบ คือการที่ลูกบอลกำลังวิ่งเข้าหาตัวรับทำกับตัวรับ

การสะท้อน คือการที่ลูกบอลสะท้อนออกจากตัวรับทำกับตัวรับ

การกระเด็น วัตถุแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการกระเด็นต่างกัน เช่นลูกเหล็ก กับลูกบอลหนัง ลูกเหล็กจะมีการกระเด็นที่น้อยกว่าลูกบอลหนัง ซึ่งวัตถุที่ไม่มีการสูญเสียแรงจากการกระเด็นเลย หรือค่าในการกระเด็น เท่ากับ 1 นั่นเอง แล้วจะเกิดแรงนี้เมื่อไร ก็เมื่อลูกบอลกระทบกับแผงลูกบอลจะเคลื่อนที่อยู่ภายในแรงโน้มถ่วงของโลก และการชนเป็นแบบยืดหยุ่น ดังนั้นมุมที่ลูกบอลตกกระทบจะเท่ากับมุมที่ลูกบอลกระเด็นออกมาจากผนัง ขณะที่ลูกบอลกระเด็นออกจากผนังมันจะเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์

ทิศทางการกระเด็นในแนวตั้งของลูกเทนนิสหลังจากชนกับตัวรับในแนวตั้งมีทิศทางตรงกันข้ามกับการชน

พื้นผิว หมายถึงลักษณะของพื้นผิวตัวรับที่ลูกเทนนิสจะวิ่งไปกระทบและสะท้อนกลับมา

สาระวิทยาศาสตร์ การกระเด็น การสะท้อน การตกกระทบ

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วิธีการจัดการเรียนรู้ (ห้อง 3)

ขั้นตอนที่ 1

ให้นักเรียนยืนถือลูกเทนนิสให้อยู่ในระดับแขนที่ขนานกับพื้นแล้วปล่อยให้ลูกเทนนิสตกลงมา

ปัญหา : ถ้าพื้นผิวแตกต่างกันลูกเทนนิสจะกระเด็นสูงต่างกันหรือไม่

ให้นักเรียนทำการสืบค้น โดยทำตามวิธีการสืบค้นขั้นตอนที่ 2 – ขั้นตอนที่ 10

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 4 ต้มต่อแตง

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 มาตรฐาน ว. 8.1

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลายๆวิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. เก็บข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ
5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. สร้างแบบจำลอง(modeling) หรือรูปแบบ(pattern representation) ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
8. บันทึกและอภิปรายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและนำเสนอเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจได้

- จุดประสงค์**
1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
 2. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
 3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการของเพนดูลัม

เนื้อหาการสืบค้น

เพนดูลัม หมายถึง การสั่นแบบซิมเปิลฮาร์โมนิกของลูกตุ้มนาฬิกา (มวลที่ถูกติดกับเชือกแล้วแกว่ง เป็นมุมน้อย ๆ) การเคลื่อนที่ของวัตถุ ที่แกว่งเป็นวงกลมรอบจุดในแนวอน

ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเป็นความเร่งที่เกิดในแนวดิ่งจะมีแรงเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง

คาบของการแกว่ง คือ ระยะเวลาการแกว่งของลูกตุ้ม ไป-กลับ หนึ่งรอบ

สาระวิทยาศาสตร์ การแกว่งแบบซิมเปิลฮาร์โมนิก ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วิธีการจัดการเรียนรู้ (ห้อง 1)

ครูสาธิตการแกว่งของลูกตุ้มให้นักเรียนดู ให้นักเรียนสังเกตการแกว่งของลูกตุ้ม

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ปัญหา : ความยาวของเชือกมีผลต่อการแกว่งหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน : ถ้าความยาวของเชือกเพิ่มขึ้นคาบของการแกว่งจะเพิ่มขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 ระบุตัวแปร

ตัวแปรต้น : ความยาวของเส้นเชือก

ตัวแปรตาม : คาบของการแกว่ง

ตัวแปรควบคุม : น้ำหนักของลูกตุ้ม ระดับของการปล่อยลูกตุ้ม จุดหมุน นาฬิกาจับเวลา คนปล่อยลูกตุ้ม คนจับเวลา คนนับคาบในการแกว่ง ลักษณะของเชือก

ขั้นตอนที่ 4 ทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ

เพนดูลัม หมายถึง การสั่นแบบซิมเปิลฮาร์โมนิกของลูกตุ้มนาฬิกา (มวลที่ถูกติดกับเชือกแล้วแกว่ง

เป็นมุมน้อย ๆ) การเคลื่อนที่ของวัตถุ ที่แกว่งเป็นวงกลมรูปกรวยในแนวนอน

ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเป็นความเร่งที่เกิดในแนวดิ่งจะมีแรงเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง

คาบของการแกว่ง คือ ระยะเวลาการแกว่งของลูกตุ้ม ไป-กลับ หนึ่งรอบ

ในการทดลองนี้ การวัดจำนวนการแกว่งของลูกตุ้ม 10 คาบ ในเวลาหน่วยเป็นวินาที

ระยะความยาวของเชือกหมายถึงระยะตั้งแต่จุดหมุนจนถึงกึ่งกลางของลูกตุ้ม

ขั้นตอนที่ 5 วางแผนและออกแบบการทดลอง

1. นำลูกตุ้มมาผูกกับเส้นเชือกเส้นเชือกความยาวประมาณ 70 cm
2. นำเชือกที่มัดด้วยดินน้ำมันไปมัดผูกติดกับไม้หนีบผ้า ที่ทำเป็นจุดหมุน โดยให้เชือกมีความยาวจากจุดหมุนถึงกึ่งกลางของเชือกยาว 20.0 cm
3. กำหนดความสูงของการปล่อยลูกตุ้ม โดยใช้ไม้เมตรตั้งให้ตรง
4. เริ่มปล่อยให้ลูกตุ้มแกว่งไป-กลับมาที่จุดปล่อย นับเป็น 1 คาบ
5. เริ่มบันทึกเวลาเมื่อลูกตุ้มเริ่มแกว่งในคาบที่ 2 นับจำนวนคาบที่แกว่งให้ได้ 10 คาบ บันทึกผลลงในตาราง
6. ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

7. ทำเหมือนข้อ 1-6 แต่เปลี่ยนความยาวเชือกเป็น 30.0 cm 40.0 cm และ 50.0 cm

ขั้นตอนที่ 6 ทำการสืบค้น

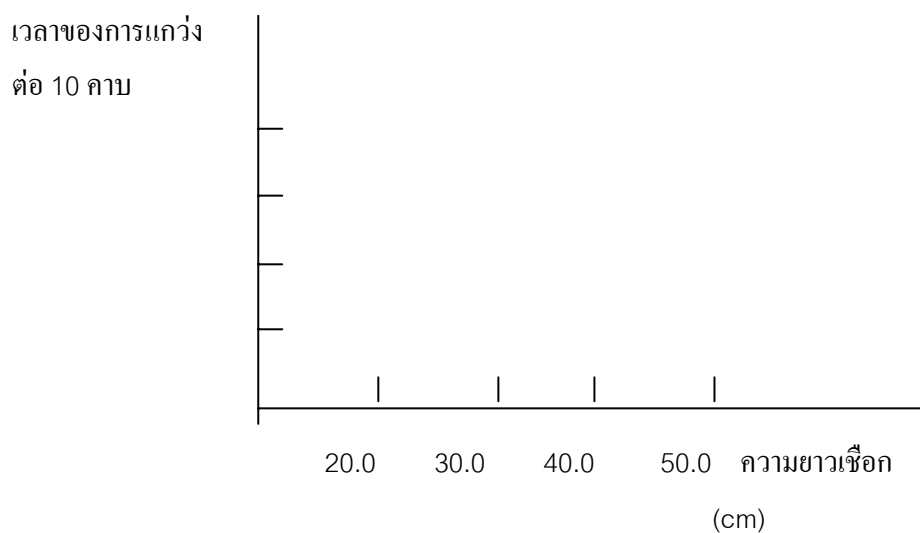
ทำการสืบค้นตามแผนที่วางไว้

ขั้นตอนที่ 7 บันทึกผล (ตารางและกราฟ)

บันทึกผลลงในตารางความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเชือก กับเวลาในการแกว่ง/ 10 คาบ

ความยาวเชือก (cm)	เวลาในการแกว่ง (sec) / 10 คาบ			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
20.0				
30.0				
40.0				
50.0				

นำไปเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเชือกกับค่าเฉลี่ยเวลาของการแกว่ง/ 10 คาบ



ขั้นตอนที่ 8 แปลความหมายและลงข้อสรุป

1. จากผลการทดลองที่ได้ในตาราง ค่าเฉลี่ยเวลาของการแกว่ง/10 คาบ กับความยาวเชือก ต่างๆ เป็นอย่างไร
2. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเชือกกับคาบของการแกว่งที่เขียน นักเรียนสังเกตได้ว่าอย่างไร มีแนวโน้มเป็นอย่างไร

3.นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

4.ผลการทดลองนี้เป็นไปตามผลนักเรียนได้ตั้งสมมติฐานไว้ก่อนหรือไม่ นักเรียนจะอธิบายผลได้อย่างไร

ขั้นตอนที่ 9 ประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น

1.ผลการทดลองที่นักเรียนทำซ้ำ คาบของการแกว่งที่ได้สามครั้งก่อนหาค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไร

2.นักเรียนคิดว่าผลการทดลองของนักเรียนถูกต้อง และเชื่อถือได้หรือไม่

3.ในการทดลองนี้มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร

ขั้นตอนที่ 10 สื่อสารผลที่ได้

ให้นักเรียนเขียนเป็นรายงานสรุปการสืบค้นในกระดาษที่แจกให้(เขียนให้ได้ในหน้าเดียว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 4 ตุ่มต่อแตง

- จุดประสงค์**
1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
 2. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
 3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการของเพนดูลัม

เนื้อหาการสืบค้น

เพนดูลัม หมายถึง การสั่นแบบซิมเปิลฮาร์โมนิกของลูกตุ้มนาฬิกา (มวลที่ผูกติดกับเชือกแล้วแกว่งเป็นมุมน้อย ๆ) การเคลื่อนที่ของวัตถุ ที่แกว่งเป็นวงกลมรูปกรวยในแนวนอน ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเป็นความเร่งที่เกิดในแนวดิ่งจะมีแรงเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง

คาบของการแกว่ง คือ ระยะเวลาการแกว่งของลูกตุ้ม ไป-กลับ หนึ่งรอบ

สาระวิทยาศาสตร์ การแกว่งแบบซิมเปิลฮาร์โมนิก ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วิธีการจัดการเรียนรู้ (ห้อง 2)

ครูสาธิตการแกว่งของลูกตุ้มให้นักเรียนดู ให้นักเรียนสังเกตการแกว่งของลูกตุ้ม

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ปัญหา : ความยาวของเชือกมีผลต่อการแกว่งหรือไม่

ให้นักเรียนทำการสืบค้นโดยใช้คำถามช่วยชี้นำทาง ตามขั้นตอนที่ 2 – ขั้นตอนที่ 10

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 4 ต้มต่อ่งแต่ง

- จุดประสงค์**
1. เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
 2. เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
 3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการของเพนดูลัม

เนื้อหาการสืบค้น

เพนดูลัม หมายถึง การสั่นแบบซิมเปิลฮาร์โมนิกของลูกตุ้มนาฬิกา (มวลที่ผูกติดกับเชือกแล้วแกว่ง

เป็นมุมน้อย ๆ) การเคลื่อนที่ของวัตถุ ที่แกว่งเป็นวงกลมรูปกรวยในแนวนอน

ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเป็นความเร่งที่เกิดในแนวดิ่งจะมีแรงเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง

คาบของการแกว่ง คือ ระยะเวลาการแกว่งของลูกตุ้ม ไป-กลับ หนึ่งรอบ

สาระวิทยาศาสตร์ การแกว่งแบบซิมเปิลฮาร์โมนิก ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วิธีการจัดการเรียนรู้ (ห้อง 3)

ครูสาธิตการแกว่งของลูกตุ้มให้นักเรียนดู ให้นักเรียนสังเกตการแกว่งของลูกตุ้ม

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ปัญหา : ความยาวของเชือกมีผลต่อการแกว่งหรือไม่

ให้นักเรียนทำการสืบค้น ตามขั้นตอนที่ 2 – ขั้นตอนที่ 10

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 5 อุ่นน่านๆ

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 มาตรฐาน ว. 8.1

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจ ได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลายๆวิธี
3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. เก็บข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ
5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. สร้างแบบจำลอง(modeling) หรือรูปแบบ(pattern representation) ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
8. บันทึกและอภิปรายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและนำเสนอเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจได้

- จุดประสงค์**
1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
 2. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
 3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อน

เนื้อหาการสืบค้น

ความร้อนคือเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในวัตถุทุกชนิดมากน้อยต่างกัน

ความอุ่นคือเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในวัตถุที่มากกว่าความร้อนปกติของคน

ความเย็นคือเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในวัตถุที่มีน้อยกว่าความร้อนปกติของคน

จะวัดความความร้อน ความอุ่น ความเย็น โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์

สาระวิทยาศาสตร์ การถ่ายเทความร้อน ฉนวนความร้อน

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วิธีการจัดการเรียนรู้ (ห้อง 1)

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ระบุปัญหา : แก้วที่ทำจากวัสดุใดจะเก็บความร้อนได้ดีกว่ากัน

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน : แก้วกระดาษจะเก็บความร้อนได้ดีกว่าแก้วกระดาษเคลือบไข และแก้วพลาสติก

ขั้นตอนที่ 3 ระบุตัวแปร

ตัวแปรต้น : วัสดุที่ใช้ทำแก้ว

ตัวแปรตาม : อุณหภูมิ

ตัวแปรควบคุม : ปริมาณของน้ำ อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น ขนาดของแก้ว เวลาที่ใช้

ขั้นตอนที่ 4 ทำความเข้าใจกับศัพท์เทคนิค

ความร้อนคือเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในวัตถุทุกชนิดมากน้อยต่างกัน

ความอุ่นคือเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในวัตถุที่มากกว่าความร้อนปกติของคน

ความเย็นคือเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในวัตถุที่มีน้อยกว่าความร้อนปกติของคน

จะวัดความร้อน ความอุ่น ความเย็น โดยใช้มือ ใช้เทอร์มอมิเตอร์

มือเชื่อถือไม่ได้เราจึงใช้เทอร์มอมิเตอร์แทน

เทอร์มอมิเตอร์บอกระดับความร้อน หรืออุณหภูมิ

หน่วยของอุณหภูมิทั่วไปที่ใช้เป็นองศาเซลเซียส

การใช้เทอร์มอมิเตอร์นั้น ถ้าจะวัดสิ่งไหนก็ให้กระเปาะอยู่ในสิ่งนั้น ตั้งให้ตรง อ่านอุณหภูมิ

ที่นักเรียนบอกว่าเอาแก้วที่ใส่ไมโลตั้งทิ้งไว้ คำว่าตั้งทิ้งไว้ นักเรียนหมายถึงระยะเวลา

เวลาที่นักเรียนใช้มีหน่วยเป็นนาที

อุ่นนานหมายถึงการตั้งน้ำร้อนทิ้งไว้ในเวลาที่เท่ากัน ถ้าแก้วไหนมีอุณหภูมิสูงกว่าแสดงว่า

แก้วนั้นอุ่นได้นานกว่า

ขั้นตอนที่ 5 วางแผนและออกแบบการทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ต้มจนน้ำเดือดด้วยเครื่องทำน้ำร้อน

2. นำแก้ว 3 ชนิด ได้แก่ แก้วกระดาษ แก้วกระดาษเคลือบไข และแก้วพลาสติก ที่มีรูปร่าง

ลักษณะคล้ายกัน ขนาดเท่ากัน นำมาตั้งพร้อมไม้หนีบมาติดตั้งพร้อมทดลองน้ำ

เทอร์มอมิเตอร์ มาจัดระดับให้เหมาะสมกับการวัด

3. เติมน้ำร้อนที่ได้จากข้อ 1 ปริมาณ 50.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในแก้วพลาสติก ที่

เตรียมไว้ ติดตั้งเทอร์มอมิเตอร์โดยให้กระเปาะจุ่มอยู่ในน้ำ เทอร์มอมิเตอร์ตั้งตรง พร้อม

อ่านอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำร้อน บันทึกผล จับเวลาทุกๆ 2 นาที อ่านอุณหภูมิของน้ำ บันทึกผล เป็นเวลา 12 นาที ทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง

4.ทำเช่นเดียวกับข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนแก้วพลาสติกเป็นแก้วกระดาษ และแก้วกระดาษ

เคลือบไขแทน

5.นำผลที่ได้ไปบันทึกลงในตาราง และหาค่าเฉลี่ย

6.นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเสนอผลการทดลองในรูปของกราฟเส้น โดยมีแกนนอนเป็นระยะ

เวลา แกนตั้งเป็นอุณหภูมิ

ขั้นตอนที่ 6 ทำการสืบค้น

นักเรียนทำการสืบค้นตามแผนการทดลองที่ออกแบบไว้

ขั้นตอนที่ 7 บันทึกผล(ในรูปตารางและกราฟ)

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของแก้ว/อุณหภูมิ (°C) ที่เวลา (นาที)		0	2	4	6	8	10	12	
แก้วพลาสติก	ครั้งที่ 1								
	ครั้งที่ 2								
	ครั้งที่ 3								
	ค่าเฉลี่ย								
แก้วกระดาษ	ครั้งที่ 1								
	ครั้งที่ 2								
	ครั้งที่ 3								
	ค่าเฉลี่ย								
แก้วกระดาษ เคลือบไข	ครั้งที่ 1								
	ครั้งที่ 2								
	ครั้งที่ 3								
	ค่าเฉลี่ย								



ขั้นตอนที่ 8 แปลความหมายและลงข้อสรุป

-จากกราฟที่ได้นักเรียนพบลักษณะกราฟของแก้วพลาสติก แก้วกระดาษ และแก้วกระดาษเคลือบไขเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

-จากกราฟแก้วชนิดใดที่ใช้เวลานานที่สุด

-จากกราฟเมื่อเวลาที่ 12 นาที อุณหภูมิของน้ำในแก้วไหนสูงสุด

-จากผลที่ได้นักเรียนจะสรุปได้อย่างไร

ขั้นตอนที่ 9 ประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น

-จากการทดลองที่ได้นี้นักเรียนคิดว่านักเรียนเชื่อมั่นในผลการทดลองหรือไม่ อย่างไร

-นักเรียนเชื่อมั่นในวิธีการทดลองที่นักเรียนออกแบบหรือไม่

ขั้นตอนที่ 10 สื่อสารผลที่ได้

ให้นักเรียนนำผลที่ได้เขียนเป็นจดหมายเล่าการสืบค้นให้เพื่อนต่างโรงเรียนฟัง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 5 อุณหภูมิ

- จุดประสงค์**
1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
 2. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
 3. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อน

เนื้อหาการสืบค้น

ความร้อนคือเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในวัตถุทุกชนิดมากน้อยต่างกัน

ความอุ่นคือเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในวัตถุที่มากกว่าความร้อนปกติของคน

ความเย็นคือเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในวัตถุที่มีน้อยกว่าความร้อนปกติของคน

จะวัดความร้อน ความอุ่น ความเย็นโดย ใช้เทอร์มอมิเตอร์

สาระวิทยาศาสตร์ การถ่ายเทความร้อน จนวนความร้อน

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วิธีการจัดการเรียนรู้ (ห้อง 2)

- 1.ครูให้นักเรียนศึกษาจากใบงาน
- 2.ครูกำหนด ปัญหา ในขั้นตอนที่ 1

ระบุปัญหา : แก้วที่ทำจากวัสดุใดจะเก็บความร้อนได้ดีกว่ากัน

ให้นักเรียนลงมือสืบค้นตามขั้นตอนของวิธีการสืบค้น ขั้นที่ 2 จนถึงขั้นที่ 10 โดยใช้คำถามช่วยชี้นำทาง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 5 อุณหวน

- จุดประสงค์**
1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
 2. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
 3. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อน

เนื้อหาการสืบค้น

ความร้อนคือเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในวัตถุทุกชนิดมากน้อยต่างกัน

ความอุ่นคือเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในวัตถุที่มากกว่าความร้อนปกติของคน

ความเย็นคือเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในวัตถุที่มีน้อยกว่าความร้อนปกติของคน

จะวัดความร้อน ความอุ่น ความเย็นโดย ใช้เทอร์มอมิเตอร์

สาระวิทยาศาสตร์ การถ่ายเทความร้อน จนวนความร้อน

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

วิธีการจัดการเรียนรู้ (ห้อง 3)

- 1.ครูให้นักเรียนศึกษาจากใบงาน
- 2.ครูกำหนด ปัญหา ในขั้นตอนที่ 1

ระบุปัญหา : แก้วที่ทำจากวัสดุใดจะเก็บความร้อนได้ดีกว่ากัน

ให้นักเรียนลงมือสืบค้นตามขั้นตอนของวิธีการสืบค้น ขั้นที่ 2 จนถึงขั้นที่ 10

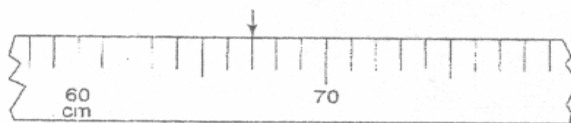
ชื่อ..... ชั้น ม.1/... เลขที่.....

การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน

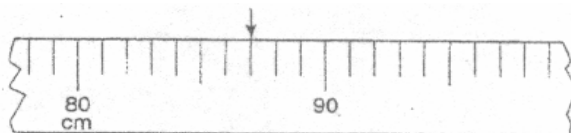
ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ (ให้ทำลงในตัวข้อสอบนี้) เวลา 60 นาที

1. การอ่านค่ามาตรวัด

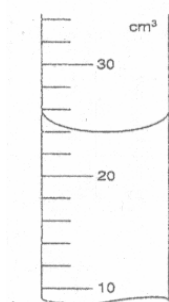
1.อ่านค่าที่วัดได้ในส่วนที่แสดงไว้ด้านล่างนี้ อย่าลืมใส่หน่วยที่วัด



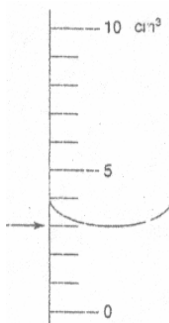
1.1 คำตอบ.....



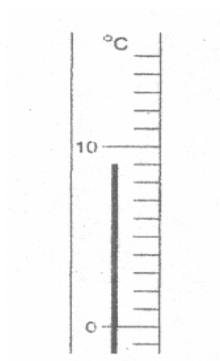
1.2 คำตอบ.....



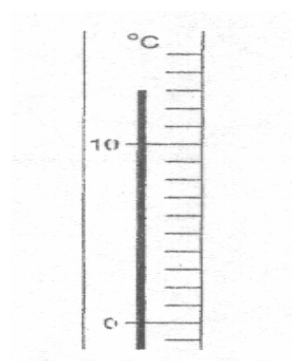
1.3 คำตอบ.....



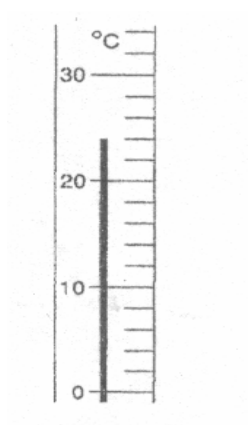
1.4 คำตอบ.....



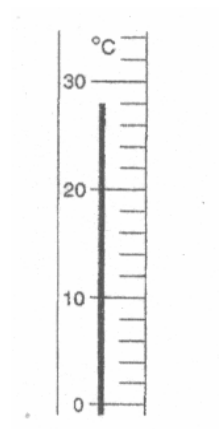
1.5 คำตอบ.....



1.6 คำตอบ.....



1.7 คำตอบ.....



1.8 คำตอบ.....

2. การเลือกเครื่องมือเพื่อใช้ในการวัด

ให้นักเรียนบอกชื่อเครื่องมือที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการวัดปริมาณต่างๆ

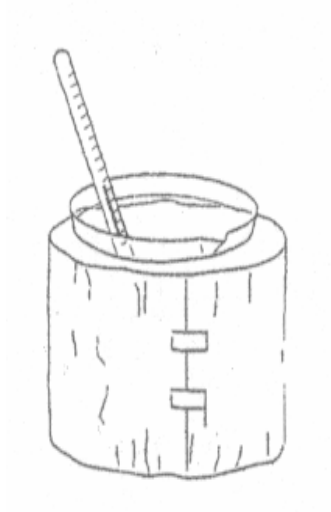
2.1 ปริมาณน้ำมีผลต่อเวลาในการละลายเม็ดยาอย่างไร



ปริมาณน้ำ.....

เวลาในการละลาย.....

2.2 ความหนาของฉนวนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างไร

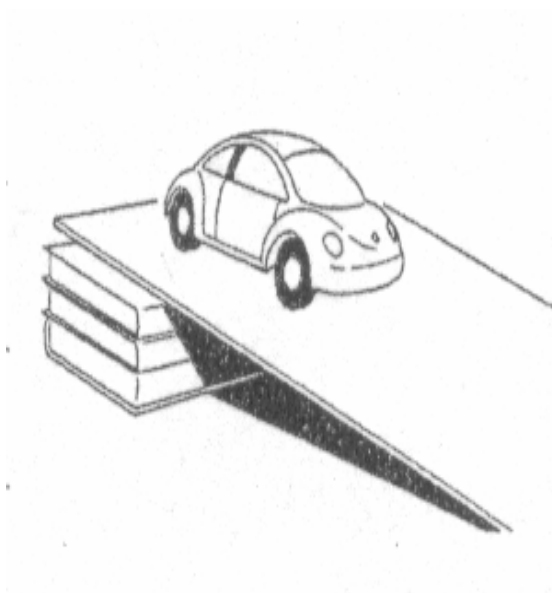


ความหนาของฉนวน.....

อุณหภูมิของน้ำ.....

เวลา.....

2.3 ความสูงของทางลาดมีผลกับระยะทางที่รถวิ่งอย่างไร



ความสูงทางลาด.....

ระยะทางที่รถวิ่ง.....

2.4 มวลของดินน้ำมันที่ติดไว้ที่ปลายร่มชูชีพมีผลต่อเวลาที่ร่มชูชีพตกอย่างไร



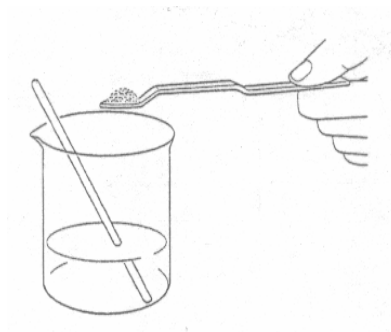
มวลของดินน้ำมัน.....

เวลาในการตกของร่มชูชีพ.....

3.การจำแนก ค้นหาตัวแปรและบอกเครื่องมือที่ใช้วัด

ให้นักเรียนบอกตัวแปรต้น ตัวแปรตามและบอกว่าจะใช้เครื่องมือใดวัดตัวแปรเหล่านั้น

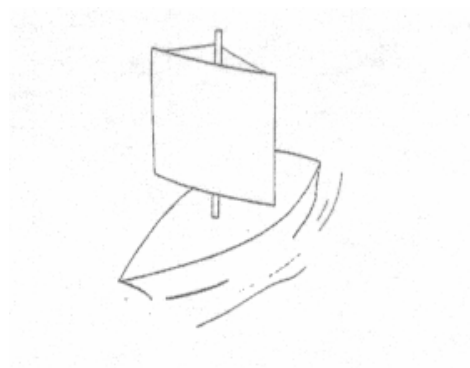
3.1 อุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการละลายของน้ำตาลอย่างไร



ตัวแปรต้น..... เครื่องมือที่ใช้วัด.....

ตัวแปรตาม..... เครื่องมือที่ใช้วัด.....

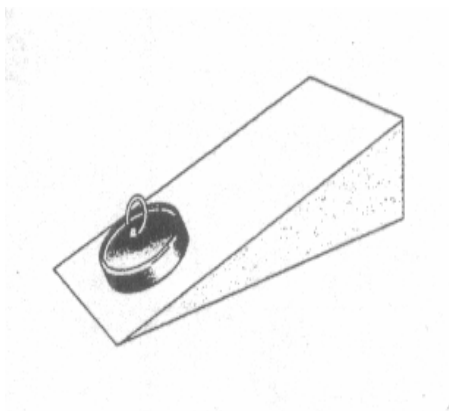
3.2 ขนาดของใบเรือมีผลต่อความเร็วเรืออย่างไร



ตัวแปรต้น..... เครื่องมือที่ใช้วัด.....

ตัวแปรตาม..... เครื่องมือที่ใช้วัด.....

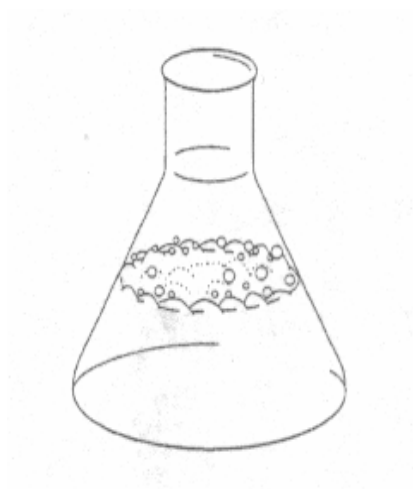
3.3 มุมของการลาดเอียงมีผลต่อแรงกระทำที่ต้องดึงมวลขึ้นอย่างไร



ตัวแปรต้น..... เครื่องมือที่ใช้วัด.....

ตัวแปรตาม..... เครื่องมือที่ใช้วัด.....

3.4 มวลของน้ำตาลมีผลต่อปริมาตรของการคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาระหว่างการหมักอย่างไร



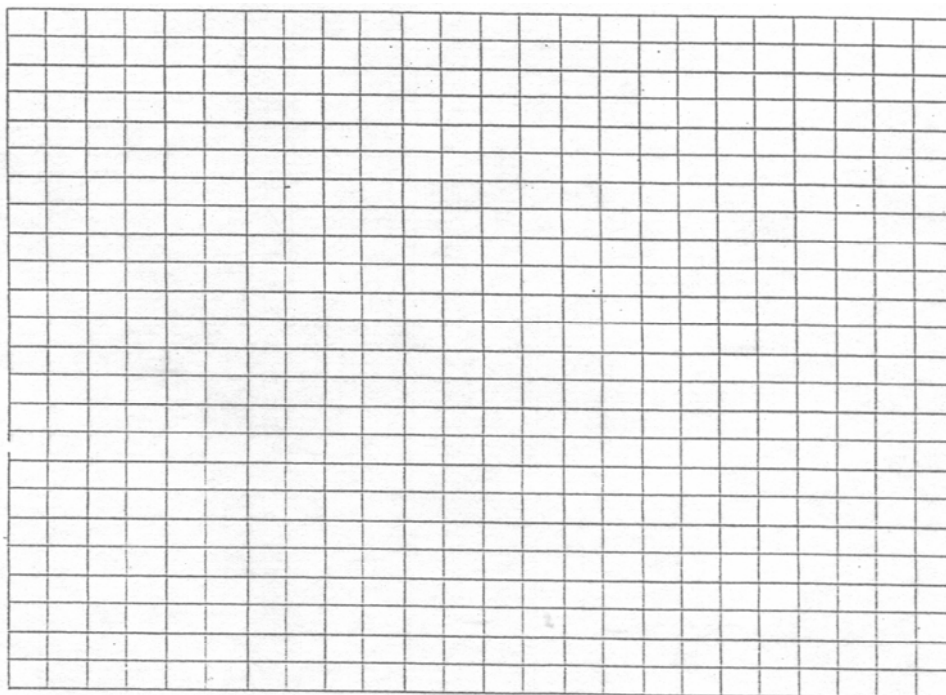
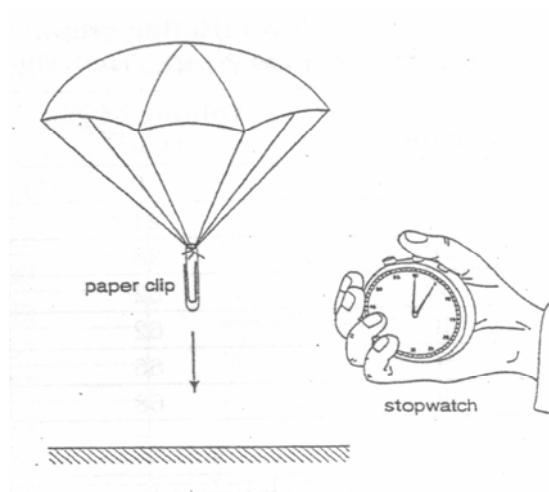
ตัวแปรต้น..... เครื่องมือที่ใช้วัด.....

ตัวแปรตาม..... เครื่องมือที่ใช้วัด.....

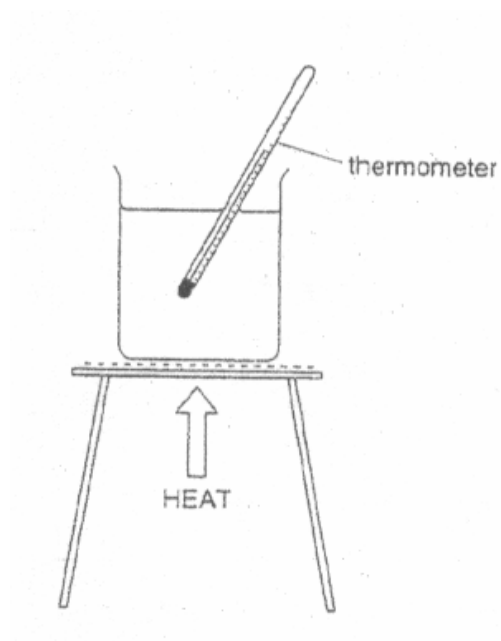
5. การเขียนรูปกราฟแท่ง

วาดรูปกราฟแท่ง พร้อมบอกชื่อแกนที่ใช้ในแนวดิ่งและแนวนอนด้วย จากผลที่ระบุไว้นี้

จำนวนคลิปหนีบกระดาษ (อัน)	เวลาที่ตกถึงพื้น (sec)
1	1.9
2	1.6
3	1.3
4	0.8
5	0.6

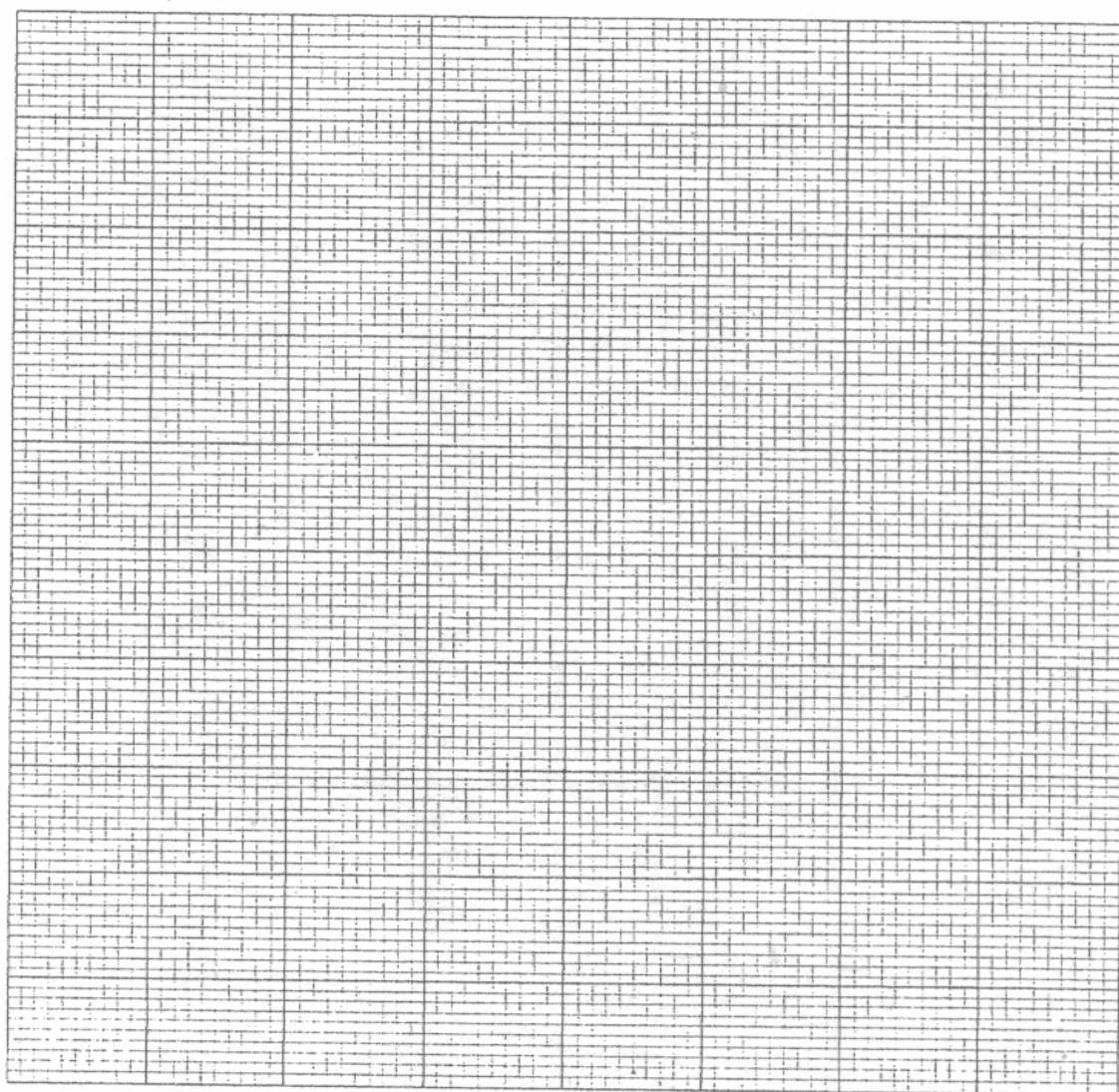


6. การเขียนรูปกราฟเส้น



จากผลการทดลองข้างล่างนี้ให้นักเรียนเขียนรูปกราฟเส้นแสดงผลโดยบอกชื่อแกนทั้งสองด้วย

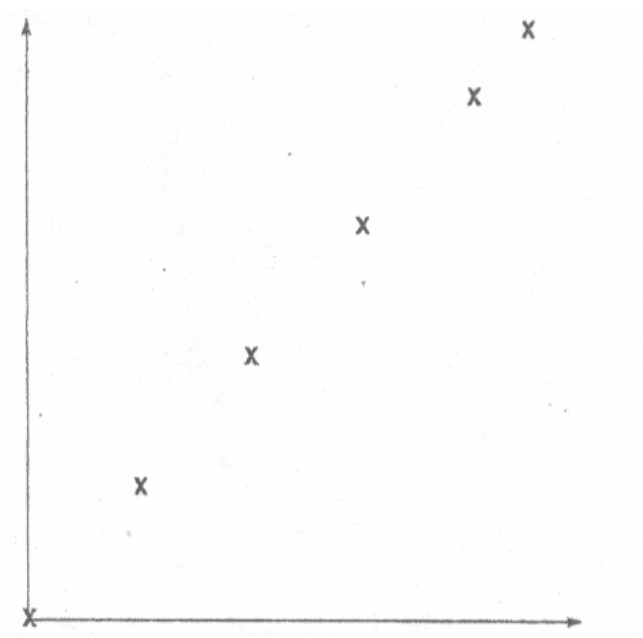
เวลา (sec)	อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ($^{\circ}\text{C}$)
0	22
60	27
120	33
180	37
240	41
300	47
360	52
420	58
480	62



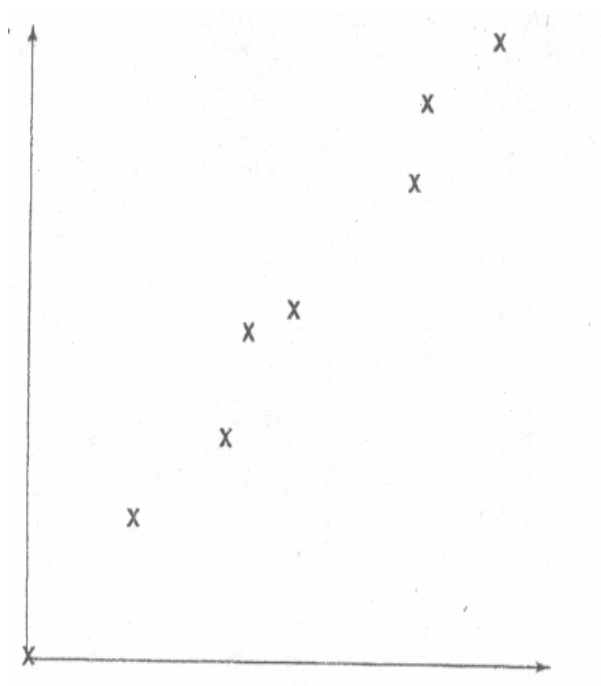
7. ลากเส้นกราฟที่เหมาะสม

จงลากเส้นกราฟที่เหมาะสมโดยการเฉลี่ยให้เส้นกราฟผ่านจุดให้มากที่สุดเพียงเส้นเดียวจากจุดที่แสดงผลในรูป

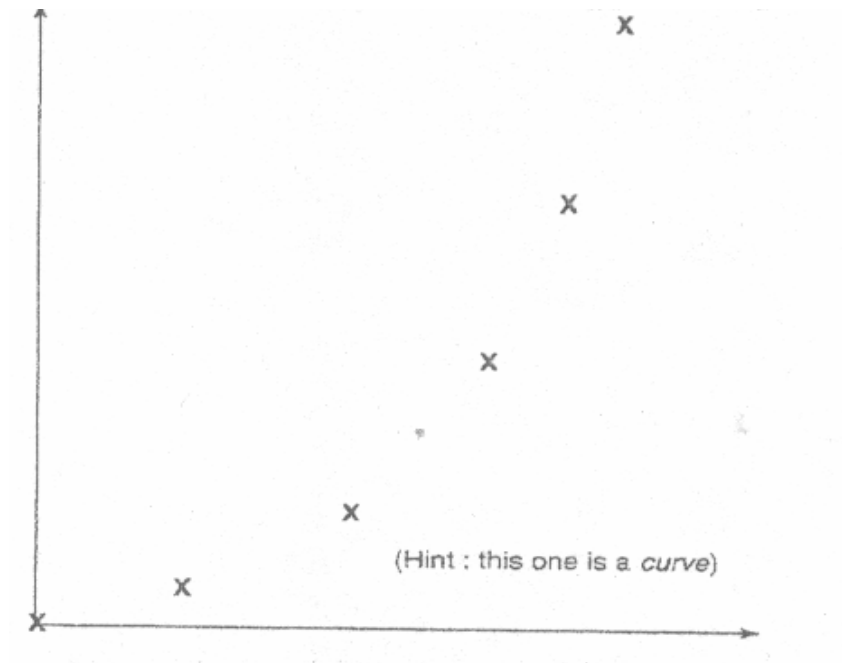
7.1



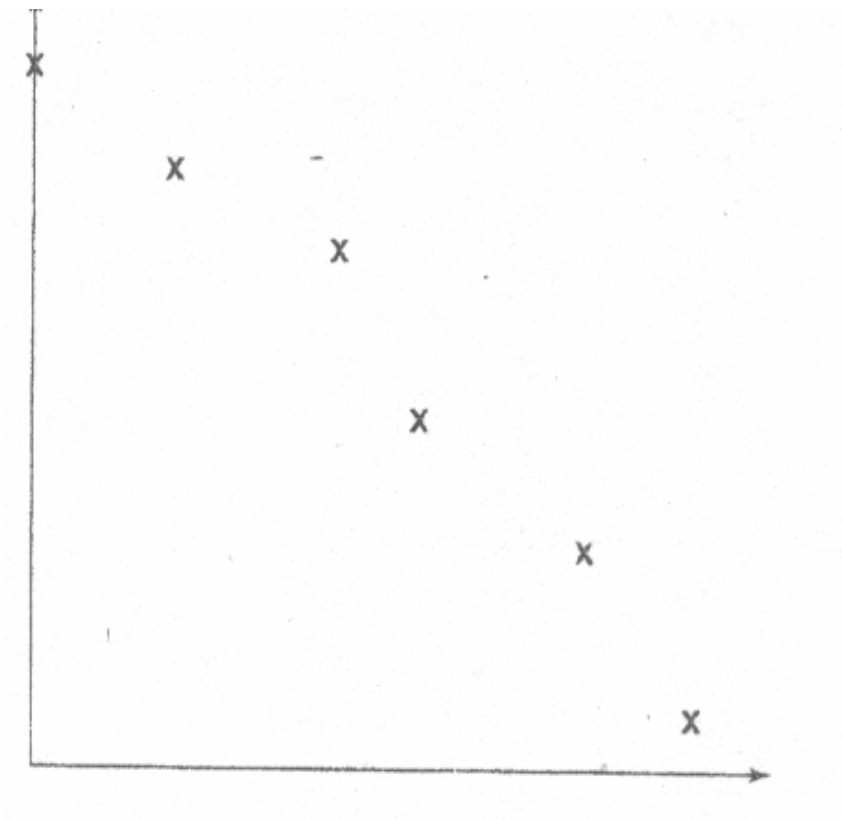
7.2



7.3

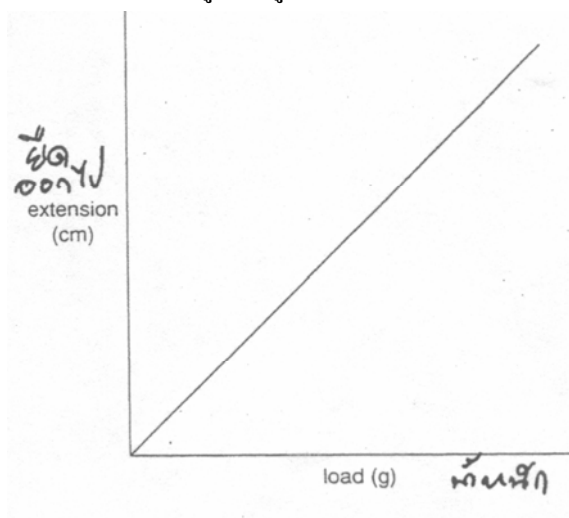


7.4



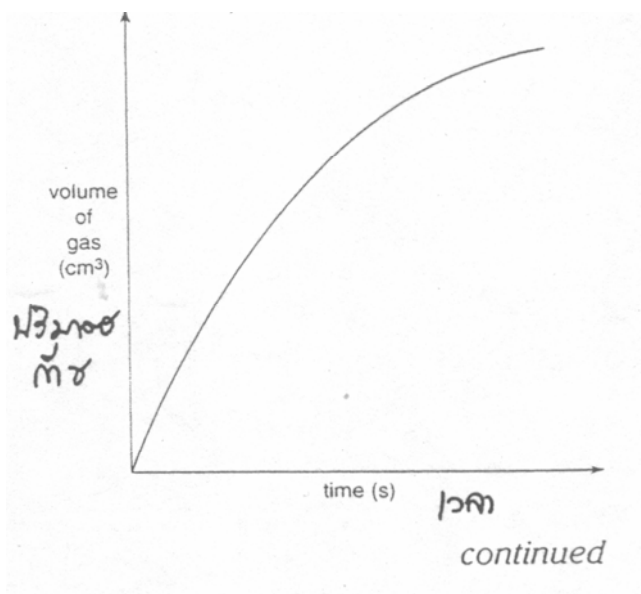
8. การดูรูปแบบที่ได้

ให้นักเรียนอธิบายผลการทดลองโดยใช้ข้อมูลจากรูปกราฟที่กำหนดให้ได้



8.1 รูปของกราฟอธิบายได้ว่า.....

.....

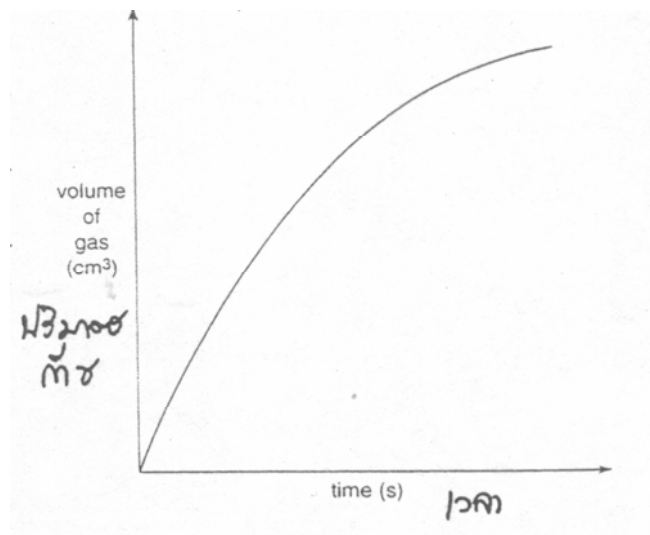


8.2 รูปของกราฟอธิบายได้ว่า.....

.....

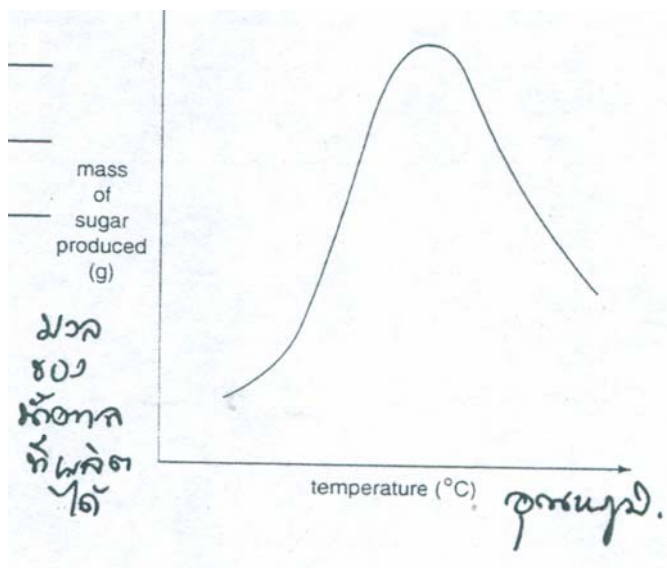
8.3 รูปของกราฟอธิบายได้ว่า.....

.....

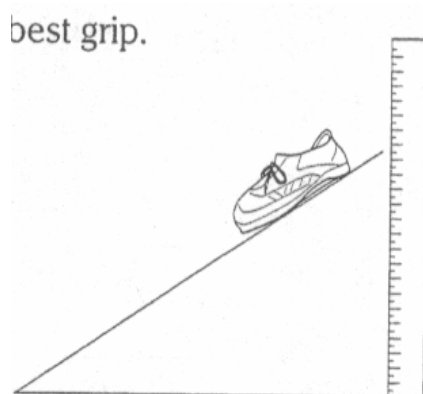


8.4 รูปของกราฟอธิบายได้ว่า.....

.....



9. ความเชื่อถือของผลที่ได้



สมชายทำการสืบค้นรองเท้ากีฬา ว่าชนิดใดจับยึดพื้นได้ดีที่สุด เขาปรับระดับความชันของพื้นลาดเอียง ปรับให้สูงขึ้น จนรองเท้าลื่นไหลตกลงมา ให้ศึกษาผลการศึกษานของสมชาย และเรียงลำดับ

ตารางที่ 1

ชนิดของรองเท้า	ความสูงชันของพื้นเอียง (cm)
รองเท้าเดิน	50
รองเท้าวิ่ง	46
รองเท้าฟุตบอล	44
รองเท้าเล่นเทนนิส	47

เรียงลำดับชนิดของรองเท้า

.....

ยึดดีที่สุด

↓
 ยึดไม่ดีที่สุด

สมชายทำซ้ำ 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย หลังจากนั้นให้เรียงลำดับ ดังตาราง 2

ชนิดของรองเท้า	ความสูงชันของพื้นเอียง (cm)		ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
รองเท้าเดิน	50	45	
รองเท้าวิ่ง	46	44	
รองเท้าฟุตบอล	44	47	
รองเท้าเทนนิส	47	49	

เรียงลำดับชนิดของรองเท้า

.....

ยี่ดดีที่สุด



ยี่ดไม่ดีที่สุด

สมชายทำซ้ำ 3 ครั้ง เรียงลำดับชนิดของรองเท้า ดังตาราง 3

ชนิดรองเท้า	ความสูงชันของพื้นเอียง (cm)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
รองเท้าเดิน	50	45	46	
รองเท้าวิ่ง	46	44	44	
รองเท้าฟุตบอล	44	47	47	
รองเท้าเทนนิส	47	49	48	

จากผลที่ได้จะเรียงลำดับอย่างไร อธิบายเหตุผลที่เลือกเรียงลำดับนั้น

เรียงลำดับชนิดของรองเท้า

.....

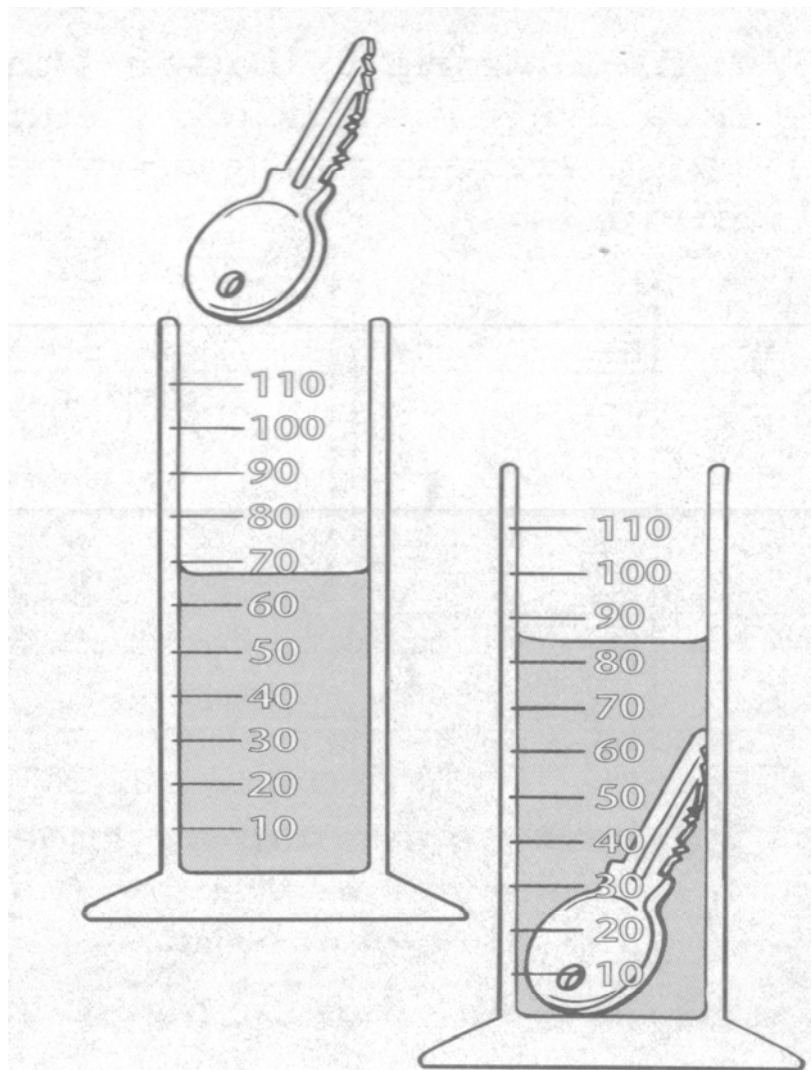
ยี่ดดีที่สุด



ยี่ดไม่ดี

เหตุผลที่เรียงลำดับ

กิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น



กิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ได้กำหนดเป็นกิจกรรมที่จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสืบค้น 10 ขั้นตอน ประกอบด้วยระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ระบุตัวแปร ทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ วางแผนและออกแบบการทดลอง ทำการสืบค้น บันทึกผลแปลความหมายและลงข้อสรุป ประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น และสื่อสารผลที่ได้ให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจและปฏิบัติตามลำดับดังนี้

1. กิจกรรมนี้แบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ คือ

ก. หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 พื้นฐานที่มี เรื่อง การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน

ข. หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เดิมที่ยังบกพร่อง เรื่อง กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้องพัฒนา

ค. หน่วยที่ 3 ลองทำดู ประกอบด้วยบทปฏิบัติการ 5 เรื่อง ได้แก่

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ลูกโป่งจรวด

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ลาวาไหล

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง เค็งกระดอน

บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง ตุ่มต่อ่งแต่ง

บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง อุณหภูมิ

2. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบค้น

3. นักเรียนศึกษาระเบียบวิธีเกี่ยวกับวิธีการสืบค้น

4. นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมหน่วยที่ 3 ลองทำดู โดยใช้วิธีการสืบค้น

จุดประสงค์ของกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ชุณนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. มีความรู้ความเข้าใจในวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
2. เกิดความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์
3. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
4. มีทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5. เกิดจิตวิทยาศาสตร์
6. นำแนวทางการสืบค้นไปใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

สาระสำคัญ

กิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นนี้ กำหนดการแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์ 5 ปัญหา ใช้วิธีการสืบค้น 10 ขั้นตอน ประกอบด้วยระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ระบุตัวแปร ทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ วางแผนและออกแบบการทดลอง ทำการสืบค้น บันทึกผลแปลความหมาย และลงข้อสรุป ประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น และสื่อสารผลที่ได้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ แรงกิริยา-แรงปฏิกิริยา แรงคล แรงยก ความหนืด แรงเสียดทาน แรงตึงผิว ความเข้มข้น การกระเดื่อง การสะท้อน การแกว่งแบบซิมเปิลฮาร์โมนิก ความร้อน และการถ่ายเทความร้อน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 พื้นฐานที่มี เรื่อง การตรวจสอบทักษะพื้นฐาน

จุดประสงค์

เพื่อสำรวจความพร้อมด้านทักษะพื้นฐานที่จำเป็นของนักสืบค้นทางวิทยาศาสตร์

สาระสำคัญ

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่จำเป็นของนักสืบค้น เช่น การอ่านคำมาตรวัด การเลือกใช้เครื่องมือในการวัดให้เหมาะสม จำแนกค้นหาตัวแปรและเครื่องมือเพื่อใช้วัด การบันทึกผลในตาราง การเขียนกราฟแท่ง การเขียนกราฟเส้น การแปรข้อมูล ความเชื่อถือของผลการทดลอง

วิธีดำเนินการ

นักเรียนทำแบบตรวจสอบทักษะพื้นฐาน ที่ครูแจกให้ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เพิ่มเติมที่ขาด เรื่อง กิจกรรมเฉพาะทักษะที่ต้องพัฒนา

จุดประสงค์

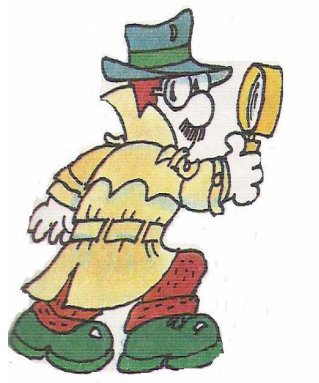
เพื่อเตรียมความพร้อมด้านทักษะพื้นฐานที่จำเป็นของนักสืบค้นทางวิทยาศาสตร์

สาระสำคัญ

พัฒนาทักษะพื้นฐานที่จำเป็นของนักสืบค้นที่นักเรียนขาดหายไป เช่น การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การออกแบบการทดลอง การสื่อสารข้อมูล การสืบค้น 10 ขั้นตอน

วิธีดำเนินการ

1. ให้นักเรียนเลือกศึกษาทักษะพื้นฐานที่จำเป็นของนักสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนขาดหายไป จากใบตรวจสอบทักษะพื้นฐาน
2. ให้นักเรียนซักถามภายหลังจากครูได้ สาธิต และอธิบายเพิ่มเติมในทักษะที่จำเป็นที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจ ปฏิบัติไม่ถูกต้อง
3. ให้นักเรียนซักถามขั้นตอนการสืบค้นภายหลังจากที่ครูได้ให้ความรู้แล้ว



บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นม.1

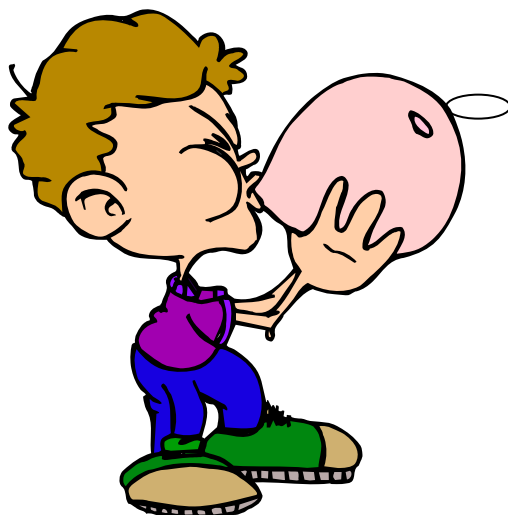


จัดทำโดย

นายอัมรินทร์ อินทร์อยู่
นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นม.1

ตอนที่ 1 ลูกโป่งจรวด



วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบตัวแปรที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของลูกโป่ง
2. เปรียบเทียบลักษณะการติดปีกของลูกโป่งกับเวลาในการตกของลูกโป่ง



ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

1. ให้นักเรียนเป่าลูกโป่ง (แบบยาว) ให้ได้ขนาดพอสมควร แล้วมัดปากลูกโป่งให้แน่น
2. ให้นักเรียนจับลูกโป่งให้ขนานกับพื้น(อยู่สูงในระดับไหล่ของนักเรียน)ชี้ทิศไปข้างหน้านักเรียนแล้วใช้นิ้วคีบที่ก้นลูกโป่งแล้วปล่อย
สังเกตทิศทาง ลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกโป่ง และเวลาในการตกของลูกโป่ง
3. ถ้าติดปีกให้ลูกโป่งค้างตัวอย่างที่นำมาให้ดู (ติดปีกลักษณะแบบตรง 2 ปีก ห่างจากปลายด้านที่มัด 10 cm) นักเรียนคิดว่า
 - ก. ปีกจะทำให้ลูกโป่งตกลงช้าหรือไม่
 - ข. จำนวนปีกที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ลูกโป่งตกเร็วหรือช้า
 - ค. ลักษณะการติดปีกที่ต่างกัน (แบบตรงกับแบบเฉียง)จะทำให้ลูกโป่งตกเร็วหรือช้าอย่างไร

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐาน

1. ลูกโป่งที่ติดปีกแบบตรงจะตกลงช้ากว่าลูกโป่งที่ติดแบบเฉียง

ขั้นตอนที่ 3 ระบุตัวแปร

1. ตัวแปรต้น : ลักษณะการติดปีกกับลูกโป่ง
2. ตัวแปรตาม : เวลาที่ลูกโป่งตก
3. ตัวแปรควบคุม : ขนาดลูกโป่ง ความยาวของลูกโป่ง ขนาดของปีก แรงที่ใช้สูบลูกโป่ง ความสูงของการปล่อยลูกโป่ง ทิศทางของการเคลื่อนที่ของลูกโป่ง นาฬิกาที่ใช้จับเวลา คนจับเวลา

ขั้นตอนที่ 4 ทำความเข้าใจกับศัพท์เทคนิค

ก่อนจะลงมือทำให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ในเรื่องต่อไปนี้

1. แรงต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของลูกโป่ง ได้แก่ แรงกิริยา แรงปฏิกิริยา แรงคล แรงยกตัว แรงดึงดูดของโลก
2. การกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ขนาดของปีก ลักษณะการติดปีก วิธีการปล่อย เวลาในการตกของลูกโป่ง



ขั้นตอนที่ 5 วางแผนและออกแบบการทดลอง

1. ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวางแผนการทดลอง เช่น การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ได้แก่ ลูกโป่ง กระดาษกาว กรรไกร ไม้บรรทัด นาฬิกา การแบ่งหน้าที่กันในการทดลอง เช่น คนเตรียมเป่าลูกโป่งและติดปีกลูกโป่ง คนปล่อยลูกโป่ง คนจับเวลา คนบันทึกผลการทดลอง
2. ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการทดลองโดยทำความเข้าใจกับปัญหา สมมติฐานและตัวแปร แล้วร่วมกันออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึงความเชื่อมั่นในวิธีการทดลองด้วย

ขั้นตอนที่ 6 ทำการสืบค้น

ทำการสืบค้นตามแผนที่วางไว้ ดังนี้

1. นักเรียนเป่าลูกโป่งให้ยาว แล้วมัดปลายลูกโป่งให้แน่น
2. นักเรียนยืน ณ จุดที่กำหนดแล้วใช้นิ้วคิดที่ก้นลูกโป่งที่ไม่มีปีกแล้วปล่อยให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า
3. ให้เพื่อนนักเรียนจับเวลาการตกของลูกโป่ง เริ่มจากที่นักเรียนปล่อยจนกระทั่งลูกโป่งตกลงถึงพื้น
4. บันทึกผลการทดลองและทำซ้ำอีก 2 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยของเวลา (sec)
5. นำลูกโป่งมาติดปีกแบบตรง (ตามแนวยาวของลูกโป่ง) ให้กับลูกโป่ง 2 ปีก (ตามตัวอย่างที่แสดง)
แล้วทำการทดลองเหมือนข้อ 2 - 4
6. ทำการทดลองเหมือนข้อ 5-6 แต่เพิ่มจำนวนปีกเป็น 3 และ 4 ปีก ตามลำดับ
7. ทำการทดลองเหมือน ข้อ 5-6 แต่ใช้ลูกโป่งที่มีลักษณะการติดปีกแบบเฉียง ตามลำดับ
“อย่าลืมความแม่นยำและถูกต้องในการเก็บและรวบรวมข้อมูลนะ”

ขั้นตอนที่ 7 บันทึกผล (ตารางและกราฟ)

ตารางบันทึกผล ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปีก ลักษณะปีก และเวลาในการตกของลูกโป่ง

จำนวนปีก(อัน)	ปีกแบบตรง เวลา (sec) /ครั้งที่				ปีกแบบเฉียง เวลา(sec) /ครั้งที่			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0								
2								
3								
4								

นำข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้ไปเขียนกราฟเส้น แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปีก ลักษณะปีกกับเวลาในการตกของลูกโป่ง เป็นกราฟ 2 รูป เปรียบเทียบลักษณะปีกที่ติดลูกโป่ง แบบตรง กับแบบเฉียง อยู่ในแกนนอนและแกนตั้งเดียวกัน โดยให้จำนวนปีกเป็นแกนนอน และเวลาในการตกของลูกโป่งเป็นแกนตั้ง

ขั้นตอนที่ 8 แปลความหมายและลงข้อสรุป

1. จากตารางบันทึกผลการทดลอง ลูกโป่งที่ติดปีกแบบไหนที่ใช้เวลาในการตกเฉลี่ยมากที่สุด
2. ลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ของจำนวนปีกกับเวลาในการตกของลูกโป่งเฉลี่ยที่ได้มีแนวโน้มอย่างไร
3. จากกราฟที่ได้ เมื่อจำนวนปีกเพิ่มขึ้นเวลาในการตกของลูกโป่งเป็นอย่างไร
4. ลูกโป่งที่ติดปีกแบบไหนใช้เวลาในการตกมากที่สุด
5. ผลการทดลองที่นักเรียนได้สอดคล้องกับสมมติฐานของนักเรียนหรือไม่

ขั้นตอนที่ 9 ประเมินวิธีการและผลที่เกิดขึ้น

1. จากผลการทดลองที่นักเรียนทำซ้ำทั้ง 3 ครั้ง ค่าเวลาในการตกของลูกโป่งที่วัดได้ใกล้เคียงกันหรือไม่
2. นักเรียน เชื่อมั่นว่าวิธีการทดลองที่นักเรียนออกแบบนั้นถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องนักเรียนแก้ไขอย่างไร
3. ผลการทดลองของนักเรียนเหมือนหรือต่างจากเพื่อนหรือไม่ ถ้าแตกต่างมากนักเรียนจะแก้ไขอย่างไร

ขั้นตอนที่ 10 สื่อสารผลที่ได้

1. ให้นักเรียนเขียนเป็นจดหมายหรือ อีเมล เล่าให้เพื่อนที่อยู่ต่างโรงเรียนฟังถึงเรื่องที่นักเรียนได้ทดลองนี้
2. ทำรายงานผลการทดสอบตัวแปรที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของลูกโป่งส่งครู

ประเมินตนเองหน่อยนะ

ใบความรู้ เรื่อง ลูกโป่งจรวด

หลักพื้นฐานการบิน

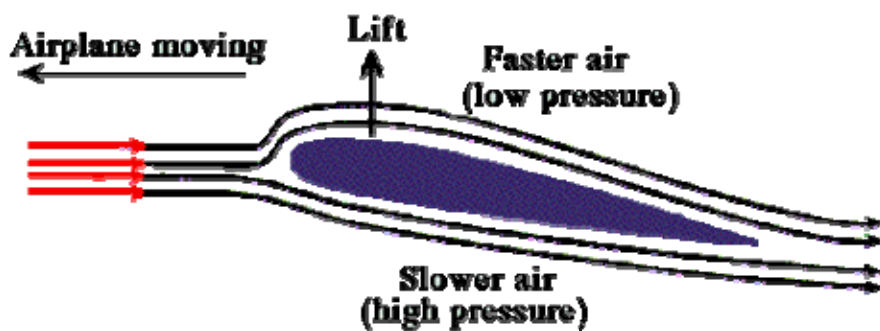
แรงที่กระทำต่อเครื่องบิน

มีแรงที่กระทำต่อเครื่องบินอยู่ 4 แรงตลอดเวลา ขณะที่เครื่องบินกำลังบินอยู่ แรงทั้งสี่นั้น คือ

- (1) แรงยก (Lift), (2) แรงดึงดูดของโลก (Gravity force or Weight), (3) แรงขับไปข้างหน้า (Thrust), และ (4) แรงต้านทาน หรือแรงจุด (Drag).

แรงยก และแรงต้าน (Lift and Drag) ถือว่าเป็นแรงที่เกิดจาก aerodynamics เพราะว่าแรงนี้ เกิดจากการเคลื่อนที่ของเครื่องบิน ผ่านอากาศ

แรงยก (Lift): เกิดขึ้นโดยความกดอากาศต่ำ ที่เกิดขึ้นที่พื้นผิวด้านบน ของปีก เมื่อเปรียบเทียบกับความกดอากาศที่พื้นผิวด้านล่างของปีกเครื่องบิน หรือพูดอีกอย่างหนึ่งก็คือ แรงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวด้านบนของปีก น้อยกว่าแรงที่เกิดขึ้น ที่พื้นผิว ของปีกด้านล่าง ตามหลักของเบอร์นูลลี ทำให้เกิดแรงยกขึ้นข้างบน ที่ปีกของเครื่องบิน. ลักษณะรูปร่างของปีกเครื่องบิน ถูกออกแบบมาให้อากาศ ที่พัดไหลผ่านด้านบนของปีก จะมีระยะทางที่อากาศต้องเดินทางมากกว่า จึงทำให้ต้องไหลผ่านเร็วกว่าด้านล่าง ทำให้เกิดความกดอากาศต่ำ (ดูรูปประกอบ) ดังนั้นจึงทำให้ปีกถูกยกขึ้น



แรงยกก็คือ แรงที่อยู่ตรงข้ามกับน้ำหนัก หรือแรงดึงดูดของโลก

แรงยกขึ้นอยู่กับ (1) รูปร่างของ airfoil (2) มุมที่ปีกกระทำต่อ Relative Wind (3) พื้นที่ผิวที่อากาศไหลผ่าน (4) กำลังสองของความเร็วลม (นำไปหา dynamic pressure) (5) ความหนาแน่นของอากาศ.

น้ำหนัก (Weight): เกิดจากแรงดึงดูดของโลก แรงนี้ กด หรือดึงเครื่องบินลงมายังโลก เราถือว่ากระทำที่จุดศูนย์กลางของแรง หรือ CG ของเครื่องบิน

แรงขับเคลื่อน (Thrust): คือ แรงที่ขับเคลื่อน ไปข้างหน้า จะเป็นแรงผลัก หรือ แรงจุด ที่ เกิดจากเครื่องยนต์ของเครื่องบิน ไม่ว่าจะเป็นเครื่องยนต์ลูกสูบ, เครื่องยนต์เทอร์โบเจ็ท หรือเทอร์โบแฟน

แรงต้าน (Drag): เป็นแรงที่กระทำตรงข้ามกับแรงที่ขับเคลื่อน เครื่องบิน ไปข้างหน้า โดยเฉพาะเป็นแรงที่ต่อต้าน การเคลื่อนที่ของวัตถุในอากาศ มีทิศทางขนานกับวัตถุที่เคลื่อนที่ นี่ก็คือแรงเสียดทานของอากาศ ที่ผ่านส่วนต่างๆ ของเครื่องบิน. แรงต้านเกิดจากการกระทบของอากาศ การเสียดทานของพื้นผิวเครื่องบิน และแรงดูดเนื่องจากอากาศแทนที่

อ้างอิงจาก http://www.thaitechnics.com/fly/principle_t.html

ความหมายของศัพท์

แรงกิริยา หมายถึงแรงที่มากระทำกับวัตถุ

แรงปฏิกิริยา หมายถึง แรงที่วัตถุได้ตอบสนองต่อแรงที่มากระทำ

แรงกิริยา-แรงปฏิกิริยา แรงทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ “ ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรง

ปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงข้ามเสมอ “

แรงคลหมายถึง แรงที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ อาจทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ หรือไม่เคลื่อนที่ก็ได้

แรงยกตัว แรงซึ่งทำให้เครื่องบิน บินขึ้นหรือบินอยู่ในอากาศได้เนื่องจากอากาศด้านบนของปีกเครื่องบินมีแรงดันน้อยกว่าอากาศด้านล่าง

แรงดึงดูดของโลก เป็น แรงที่โลกดึงดูดวัตถุบนผิวโลกให้วัตถุต่างๆตกลงพื้นดิน ถ้าน้ำหนักมาแรงดึงดูดก็จะมาก

ลักษณะการติดปีก ในการทดลองนี้จะติดปีกในลักษณะตั้งฉากกับลูกโป่ง และตามแนวเฉียงกับลูกโป่ง

วิธีการปล่อย ในการทดลองนี้ใช้มือจับลูกโป่งข้างหนึ่งให้ขนานกับพื้นแล้วใช้นิ้วดีดลูกโป่งด้วยแรงที่เท่ากัน ทุกครั้ง

เวลา ในการทดลองนี้จะเริ่มจับเวลาเมื่อลูกโป่งถูกดีดออกจนลูกโป่งตกลงถึงพื้น

การวัดขนาดของปีก วัดด้วยความยาวและความสูงของปีก

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นม.1

ตอนที่ 2 ลาวาไหล



วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการไหลของลาวา
2. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการไหลของลาวาที่มีความเข้มข้นต่างกัน

วิธีการสืบค้น

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่อง ลาวา จากใบความรู้
2. ให้นักเรียนกับเพื่อนในกลุ่มช่วยกันคิดว่ามีอะไรบ้างที่ส่งผลต่ออัตราการไหลของลาวา เช่น อาจจะเป็น อุณหภูมิของลาวา รูปทรงของภูเขาไฟ ความเข้มข้นของลาวา หรือจะเป็นอัตราส่วนผสมของลาวา
3. ในปฏิบัติการนี้ ให้นักเรียนทดสอบว่า ความเข้มข้นของลาวามีผลต่ออัตราการไหลของลาวาหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐาน

ความเข้มข้นของลาวามีผลต่ออัตราการไหลของลาวา

ขั้นตอนที่ 3 ระบุตัวแปร

1. ตัวแปรต้น : ความเข้มข้นของน้ำหวาน
2. ตัวแปรตาม : เวลาในการไหลของน้ำหวาน(ลาวา)
3. ตัวแปรควบคุม : ระยะทางในการไหล ความชันของแผ่นพลาสติก การหยคน้ำหวาน
หลอดหยด นาฬิกาจับเวลา คนจับเวลา

ขั้นตอนที่ 4 ทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ

ก่อนจะลงมือทำให้นักเรียนศึกษาไปความรู้ในเรื่องต่อไปนี้

1. ลาวา ความหนืด แรงเสียดทาน แรงดึงดูด ความเข้มข้นของสารละลาย อัตราการไหลของลาวา
2. การกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ความเข้มข้นของน้ำหวาน การจับเวลา อัตราการไหลของลาวา การหยคน้ำหวาน

ขั้นตอนที่ 5 วางแผนและออกแบบการทดลอง

1. ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวางแผนการทดลองดังนี้
การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ น้ำหวาน(แทนลาวา) ฟิวเจอร์บอร์ดขนาด 20 X 30 ซม. นาฬิกาจับเวลา ไม้บรรทัด น้ำ กระบอกตวง บีกเกอร์ หลอดหยด อุปกรณ์สำหรับวัดมุม
การแบ่งหน้าที่กันในการทดลอง เช่น คนหยคน้ำหวาน คนเตรียมสารละลายความเข้มข้นต่าง คนวัดระยะและวัดมุมของระนาบเอียง คนจับเวลา และคนบันทึกผลการทดลอง
2. ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการทดลองโดยทำความเข้าใจกับปัญหา สมมติฐานและตัวแปร แล้วร่วมกันออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึงความเชื่อมั่นในวิธีการทดลองด้วย

ขั้นตอนที่ 6 ทำการสืบค้น

ทำการสืบค้นตามแผนที่วางไว้ “อย่าลืมความแม่นยำและถูกต้องในการเก็บและรวบรวมข้อมูลนะ”

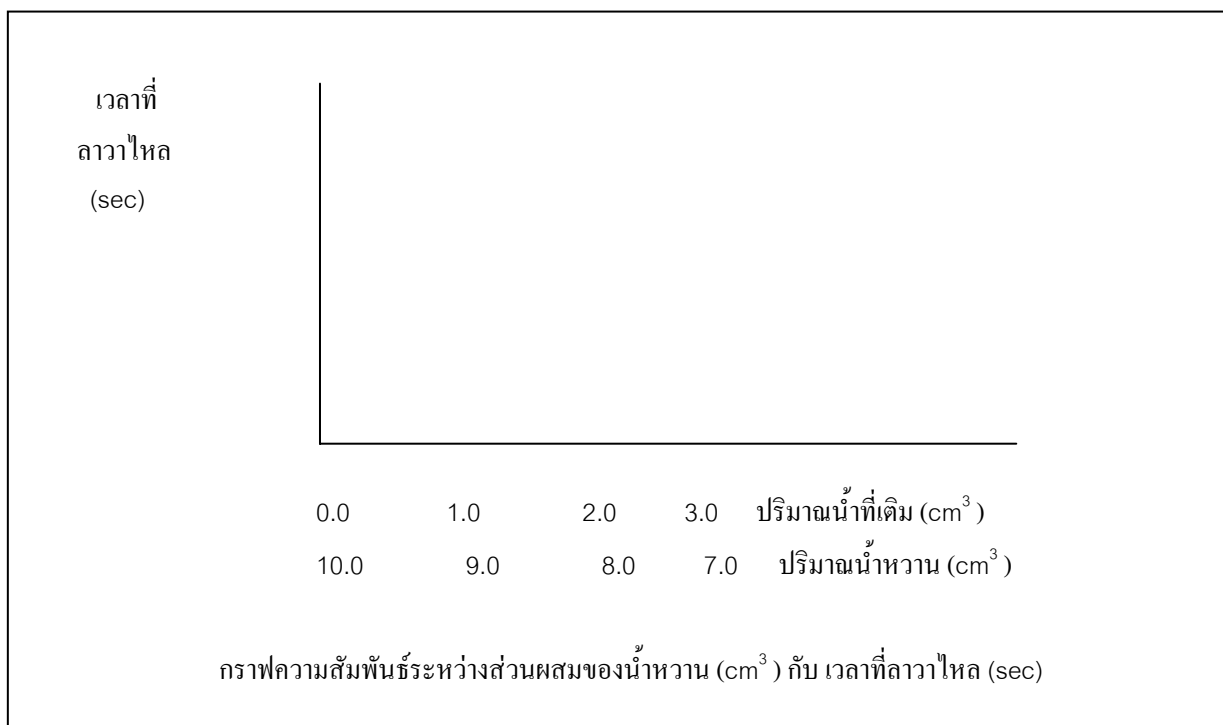
1. ให้นักเรียนนำแผ่นพลาสติก ขนาด 20 X 30 cm มาแล้วใช้ดินสอดหรือปากกาลากเส้นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด โดยกำหนดระยะทางการไหลยาว 20 cm กำหนดจุดหยดน้ำหวานห่างจากจุดเริ่มต้น 1 cm
2. มาวางบนหนังสือที่ซ้อนกัน เอาแผ่นพลาสติกวางโดยให้มีความชันประมาณ 45°
3. นำน้ำหวานที่เป็นตัวอย่างมา 10 cm^3 มาหยดลงบนแผ่นพลาสติกด้วยหลอดหยด ประมาณ 2 หยด ก่อนถึงจุดเริ่มต้น 1 cm
4. เริ่มจับเวลาเมื่อน้ำหวานไหลผ่านจุดเริ่มต้น และสิ้นสุดการจับเวลาเมื่อสารละลายที่เกิดขึ้นไหลได้ระยะทางที่กำหนดไว้ บันทึกผลลงในตาราง
5. ทำซ้ำตามข้อ 1 และ 2 อีก 2 ครั้ง บันทึกผลลงในตาราง แล้วหาค่าเฉลี่ย
6. ทำซ้ำเหมือนข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนปริมาณน้ำหวานเป็น 9.0 cm^3 ผสมน้ำ 1.0 cm^3
7. ทำซ้ำเหมือนข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนปริมาณน้ำหวานเป็น 8.0 cm^3 ผสมน้ำ 2.0 cm^3
8. ทำซ้ำเหมือนข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนปริมาณน้ำหวานเป็น 7.0 cm^3 ผสมน้ำ 3.0 cm^3
9. นำปริมาณน้ำหวานกับเวลาเฉลี่ยที่ได้ไปเขียนกราฟ

ขั้นตอนที่ 7 บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง ระหว่างส่วนผสมของน้ำหวานกับเวลาที่น้ำหวานไหลตารางบันทึกผล

ส่วนผสมของน้ำหวาน(ลบ.ซม.)		ระยะเวลาที่น้ำหวานไหล(วินาที)/ครั้งที่			
น้ำหวาน	น้ำที่เติม	1	2	3	เฉลี่ย
10	0				
9	1				
8	2				
7	3				

จากผลการทดลองในตาราง นำไปเขียนกราฟได้ดังรูป



ขั้นตอนที่ 8 แปลความหมายและลงข้อสรุป

1. จากผลการทดลองที่ได้ในตาราง ค่าเฉลี่ย เวลาการไหลของลาลา ปริมาณน้ำที่เติมในปริมาณเท่าไรที่ใช้เวลาน้อยที่สุด และใช้เวลามากที่สุด
2. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่เติมกับเวลาที่ลาลาไหลที่เขียน นักเรียนสังเกตได้ว่าอย่างไร แนวโน้มของเวลาเป็นอย่างไร
3. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร
4. ผลการทดลองนี้เป็นไปตามผลนักเรียนได้คาดคะเนไว้ก่อนหรือไม่

ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบการสืบค้น

1. ผลการทดลองที่นักเรียนทำซ้ำ เวลาที่ได้สามครั้งก่อนหาค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไร
2. นักเรียนคิดว่าผลการทดลองของนักเรียนถูกต้อง และเชื่อถือได้หรือไม่

ขั้นตอนที่ 10 สื่อสารผลที่ได้

ให้นักเรียนเขียนเป็นรายงานสรุปการสืบค้นแล้วนำเสนอหน้าชั้นเล่าให้เพื่อนฟัง

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นม.1

ตอนที่ 2 ลาวาไหล



วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการไหลของลาวา
2. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการไหลของลาวาที่มีความเข้มข้นต่างกัน

วิธีการสืบค้น

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่อง ลาวา จากใบความรู้
2. ให้นักเรียนกับเพื่อนในกลุ่มช่วยกันคิดว่ามีอะไรบ้างที่ส่งผลต่ออัตราการไหลของลาวา เช่น อาจจะเป็น อุณหภูมิของลาวา รูปทรงของภูเขาไฟ ความเข้มข้นของลาวา หรือจะเป็นอัตราส่วนผสมของลาวา
3. ในปฏิบัติการนี้ ให้นักเรียนทดสอบว่า ความเข้มข้นของลาวามีผลต่ออัตราการไหลของลาวาหรือไม่

ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 10

ให้นักเรียนสืบค้นโดยใช้คำถามช่วยชี้นำทาง ทำตามขั้นตอนวิธีการสืบค้นตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 – ขั้นตอนที่ 10

ใบความรู้ เรื่อง ลาวา

ภูเขาไฟมาจากคำว่า Vulcan (ภาษาโรมัน) หมายความว่า God of Fire โดยความหมายแล้ว ภูเขาไฟ อาจหมายถึง

(1) เป็นช่อง (รูเปิด) ในเปลือกโลกที่หินหนืด (Magma) และก๊าซจากภายในโลก สามารถหนีขึ้นมาที่พื้นผิวโลกได้ หรือ

(2) ภูเขาที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการระเบิดของภูเขาไฟ หินหนืด (Magma) ซึ่งเกิดขึ้นภายในโลก เมื่อเคลื่อนตัวขึ้นสู่ผิวโลก โดยเฉพาะตามบริเวณขอบของเพลทต่าง ๆ บริเวณ Mid-ocean Ridge และบริเวณแนวมุดตัว (Subduction Zone) เมื่อหินหนืดไหลขึ้นมาที่ผิวโลก จะเรียกว่า ลาวา (Lava) อาจจะมีการระเบิดหรือไม่ก็ได้ ถ้ามีการระเบิด มักจะมี แผ่นดินไหวขนาดเล็กเกิดขึ้นก่อน ดังรูป การไหลของลาวา



รูป การไหลของลาวา

มากกว่า 80% ของเปลือกโลกทั้งที่เป็นพื้นทวีปและพื้นมหาสมุทร เป็นผลพวงมาจากการเกิดภูเขาไฟ นอกจากนั้น อากาศ น้ำ ที่มนุษย์เราใช้อยู่ในปัจจุบันก็เป็นผลพวงมาจากการเกิดภูเขาไฟที่มีมาอย่างต่อเนื่องหลายร้อยหรือหลายพันล้านปี ตั้งแต่โลกเริ่มเย็นตัวลง ดังนั้น ภูเขาไฟจึงเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ส่งผลกระทบต่อโลกและมนุษย์มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

วัตถุที่ถูกปล่อยออกมาจากการระเบิดของภูเขาไฟ อาจแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ลาวา (Lava)

หินหนืดที่ไหลออกมา คุณสมบัติของหินหนืดอาจจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ และเมื่อเย็นตัวลง อาจได้หินอัคนีคนละชนิด อุณหภูมิปกติจะสูงกว่า 1,000 องศาเซลเซียส

2. เศษหินภูเขาไฟ (Pyroclastic Debris)

ได้แก่ วัตถุต่าง ๆ ที่ภูเขาไฟพ่นออกมา อาจจะมีขนาดใหญ่ ลักษณะกลมมน (Volcanic Bombs) หรือเป็นเหลี่ยม (Volcanic Blocks) หรืออาจจะมีขนาดเล็กขนาดเม็ดถั่ว (Lapilli) หรือขนาดเล็กเป็นเถ้าถ่าน (Volcanic Ash and Dust)

3. ก๊าซ (Gases)

ก๊าซที่สำคัญที่ภูเขาไฟพ่นออกมาในขณะเกิดการระเบิด ได้แก่ H_2O (70%), CO_2 (15%), N_2 (5%), สารประกอบซัลเฟอร์ H_2S , SO_4 , SO_2 อื่นๆ (5%) และที่เหลืออื่นๆ ประมาณ 5% ได้แก่ Cl , H_2 , As

4. ธุลีหลาก (Nuée Ardentes)

ประกอบด้วย ธุลี ก๊าซ และไอน้ำ ลักษณะเป็นกลุ่มเมฆร้อน อุณหภูมิสูง เคลื่อนตัวเร็ว และเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์

คำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

ลาวา หมายถึงหินหนืดที่ไหลออกมา คุณสมบัติของหินหนืดอาจจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ และเมื่อเย็นตัวลง อาจได้หินอัคนีคนละชนิด อุณหภูมิปกติจะสูงกว่า 1,000 องศาเซลเซียส

ความหนืด เป็นแรงต้านภายในเนื้อของเหลวที่กระทำต่อวัตถุที่เคลื่อนที่ในของเหลว เป็นสมบัติเฉพาะตัวของของไหล ความหนืดมีสาเหตุมาจากการที่โมเลกุลของของเหลวมีแรงดึงดูดกระทำซึ่งกันและกัน บางครั้งเรียกแรงต้านการเคลื่อนที่ ของไหลที่มีความหนืดมากจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุในของไหลนั้นมาก แรงที่ต้านการเคลื่อนที่นี้เรียกว่า **แรงหนืด**

แรงเสียดทาน เป็นแรงต้านทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุสองสิ่งเสียดสีกัน

ความตึงผิว เป็นผลที่เกิดจากโมเลกุลที่อยู่ผิวของๆเหลวยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกัน แรงนี้พยายามยึดผิวของเหลวให้ตึง (ให้มีพื้นที่น้อยที่สุด) เรียกว่า “แรงตึงผิวของของเหลว” เมื่อของเหลวสัมผัสกับภาชนะและสัมผัสกับอากาศจะมีแรงเกาะติด (adhesion) ที่เกิดขึ้นระหว่างโมเลกุลของของเหลวกับโมเลกุลของภาชนะและโมเลกุลของอากาศ

ความเข้มข้น เป็นสมบัติของสารเนื้อเดียวบอกได้โดยอัตราส่วนของปริมาณตัวละลายต่อสารละลายหรือตัวทำละลาย

ลวาวในการทดลองนี้แทนด้วยน้ำหวานที่ความเข้มข้นต่างๆกัน

พื้นผิวของภูเขาไปแทนด้วยกระดาษฟิวเจอร์บอร์ด

ในการทดลองนี้ ระบายของภูเขาใช้ระบายเอียงทำมุม 45°

การจับเวลา เริ่มตั้งแต่หยดน้ำหวานไหลผ่านเส้นแนวเริ่มต้นจนถึงแนวสิ้นสุดที่กำหนด

ความเร็วในการไหล หมายถึง เวลาที่น้ำหวานใช้ไหลผ่านจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย

ความหนืดในการทดลองนี้ หมายถึง ระดับความเข้มข้นของน้ำหวานซึ่งมีความแตกต่างกัน 4 ระดับคือ

ระดับที่ 1 ปริมาณน้ำหวาน 10.0 cm^3 ปริมาณน้ำ 0.0 cm^3

ระดับที่ 2 ปริมาณน้ำหวาน 9.0 cm^3 ปริมาณน้ำ 1.0 cm^3

ระดับที่ 3 ปริมาณน้ำหวาน 8.0 cm^3 ปริมาณน้ำ 2.0 cm^3

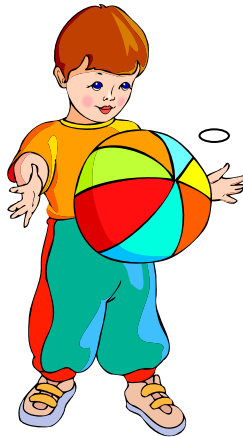
ระดับที่ 4 ปริมาณน้ำหวาน 7.0 cm^3 ปริมาณน้ำ 3.0 cm^3

อ้างอิงจาก

<http://web.geol.science.cmu.ac.th/gs/courseware/tavisakdi/16/1606.html>

บทปฏิบัติการตามรายนักวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นม.1

ตอนที่ 3
กระดิ่งกระดอน



- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อทดสอบการกระดิ่งของลูกเทนนิสที่ปล่อยลงบนพื้นวัสดุต่างชนิดกัน
 2. เพื่อเปรียบเทียบความสูงของการกระดิ่งของลูกเทนนิสที่ปล่อยลงบนพื้นวัสดุต่างชนิดกัน

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

1. ให้นักเรียนยืนถือลูกเทนนิสให้อยู่ในระดับแขนที่ขนานกับพื้นแล้วปล่อยให้ลูกเทนนิสตกลงสู่พื้นห้องและสังเกตการตกและการกระดิ่งของลูกเทนนิส
2. ให้นักเรียนกับเพื่อนในกลุ่มช่วยกันคิดว่าถ้าพื้นที่ลูกเทนนิสตกกระทบทำจากวัสดุอื่นๆ ต่างชนิดกัน ลักษณะการตกหรือการกระดิ่งของลูกเทนนิสจะต่างกันหรือไม่
3. ในปฏิบัติการนี้ ให้นักเรียนทดสอบว่า พื้นผิวที่ลูกเทนนิสตกกระทบทำจากวัสดุแตกต่างกันลูกเทนนิสจะกระดอนสูงต่างกันหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐาน

ลูกเทนนิสตกกระทบพื้นกระเบื้องจะกระดิ่งได้สูงกว่าพื้นพิวเจอร์บอร์ด และไม้

ขั้นตอนที่ 3 ระบุตัวแปร

1. ตัวแปรต้น : ชนิดของพื้นผิวที่ลูกเทนนิสตกกระทบ
2. ตัวแปรตาม : ความสูงของลูกเทนนิสที่กระเด็นขึ้น
3. ตัวแปรควบคุม : ความสูงของการปล่อย คนที่ปล่อยลูกเทนนิส ลักษณะการปล่อย คนที่วัดความสูงของลูกเทนนิสที่กระเด็นขึ้นมา ไม้เมตร ขนาดของพื้นผิว ลูกเทนนิสที่ใช้ทดลอง

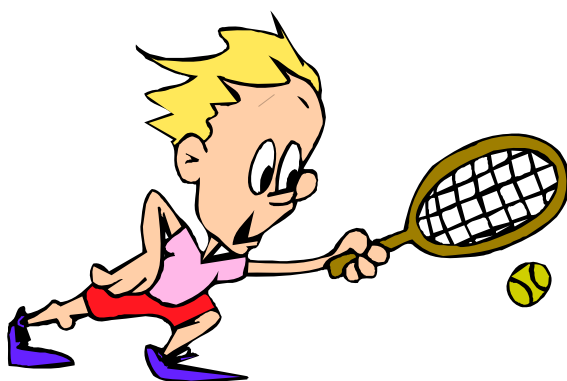
ขั้นตอนที่ 4 ทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ

ก่อนจะลงมือทำให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ในเรื่องต่อไปนี้

1. การตกกระทบ การสะท้อน การกระเด็น
2. การกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ลักษณะของพื้นผิว ความสูงของการกระเด็น

ขั้นตอนที่ 5 วางแผนและออกแบบการทดลอง

1. ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวางแผนการทดลอง เช่น
การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ได้แก่ ลูกเทนนิส ไม้เมตร ไม้บรรทัด แผ่นกระเบื้อง แผ่นไม้ และแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด
การแบ่งหน้าที่กันในการทดลอง เช่น คนปล่อยลูกเทนนิส คนถือไม้เมตร คนสังเกตความสูงของการกระเด็น คนวัดระยะความสูงของการกระเด็น คนบันทึกผลการทดลอง
2. ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการทดลองโดยทำความเข้าใจกับปัญหา สมมติฐานและตัวแปร แล้วร่วมกันออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึงความเชื่อมั่นในวิธีการทดลองด้วย



ขั้นตอนที่ 6 ทำการสืบค้น

ทำการสืบค้นตามแผนที่วางไว้ ดังนี้

1. ให้นักเรียนนำไม้เมตรมาจัดทำระดับความสูงจากพื้นห้อง โดยใช้ผนังห้องเป็นแนวระดับจัดให้ความสูงเท่ากับระดับแขนของนักเรียนที่จะปล่อยลูกเทนนิส(กำหนดระดับความสูงของการปล่อยลูกเทนนิส)
2. ให้นักเรียนอีกคนทำหน้าที่วัดระดับการกระเด็นของลูกเทนนิสที่ตกถึงพื้นแล้วกระเด็นขึ้นมาครั้งแรก โดยใช้ไม้บรรทัดทำเครื่องหมายระดับที่ลูกเทนนิสกระเด็นขึ้นมาสูงที่สุด
3. ให้นักเรียนลองปล่อยลูกเทนนิสลงพื้นห้องและอีกคนคอยวัดการกระเด็นของลูกเทนนิส ลองทำงานมั่นใจว่าทำได้ถูกต้องทุกครั้ง
4. นำแผ่นกระเบื้องขนาด $29 \times 29 \text{ cm}^2$ มาวางที่พื้น แล้วปล่อยลูกเทนนิสให้ตกลงที่พื้น กระเบื้อง วัดความสูงของลูกเทนนิสที่กระเด็นสูงสุด บันทึกผล
5. ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย
6. เปลี่ยนจากแผ่นกระเบื้องมาเป็นแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดและแผ่นไม้ ขนาด $29 \times 29 \text{ cm}^2$ ตามลำดับ ทำเหมือนข้อ 4 และข้อ 5

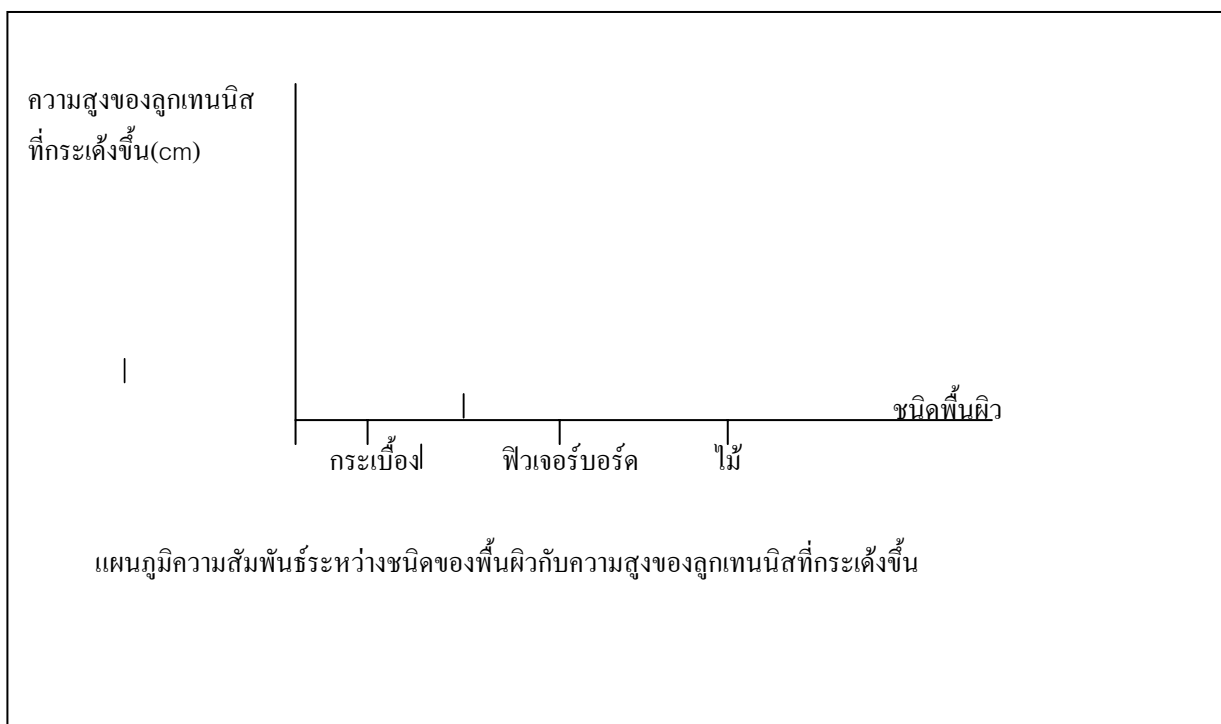
“อย่าลืมความแม่นยำและถูกต้องในการเก็บและรวบรวมข้อมูลนะ”

ขั้นตอนที่ 7 บันทึกผล

บันทึกผลลงในตารางความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพื้นผิวกับความสูงของการกระเด็น

ชนิดของวัสดุพื้นผิวตกกระทบ	ความสูงของการกระเด็น(ซม.)/ครั้งที่			
	1	2	3	เฉลี่ย
แผ่นกระเบื้อง				
แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด				
แผ่นไม้				

จากผลการทดลองนำไปเขียนแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพื้นผิวกับความสูงของลูกเทนนิสที่กระเด็นขึ้น



ขั้นตอนที่ 8 แปลความหมายและลงข้อสรุป

- 1.จากผลการทดลองที่ได้ในตาราง ค่าเฉลี่ย ความสูงของลูกเทนนิสที่กระเด็นขึ้นเป็นอย่างไร
- 2.จากแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพื้นผิวกับความสูงของลูกเทนนิสที่กระเด็นขึ้นที่เขียน นักเรียนเปรียบเทียบได้อย่างไร
- 3.นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร
- 4.ผลการทดลองนี้เป็นไปตามผลนักเรียนได้ตั้งสมมติฐานไว้ก่อนหรือไม่ นักเรียนจะอธิบายผลได้อย่างไร

ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบการสืบค้น

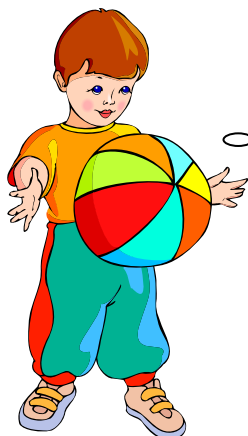
- 1.ผลการทดลองที่นักเรียนทำซ้ำ ความสูงของลูกเทนนิสที่กระเด็นขึ้นที่ได้สามครั้งก่อนหาค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไร
- 2.นักเรียนคิดว่าผลการทดลองของนักเรียนถูกต้อง และเชื่อถือได้หรือไม่
- 3.ในการทดลองนี้มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร

ขั้นตอนที่ 10 สื่อสารผลที่ได้

ให้นักเรียนเขียนเป็นรายงานสรุปการสืบค้นในกระดาษที่แจกให้(เขียนให้ได้ในหน้าเดียว)

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นม.1

ตอนที่ 3
กระดิ่งกระดอน



วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบการกระดิ่งของลูกเทนนิสที่ปล่อยลงบนพื้นวัสดุต่างชนิดกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสูงของการกระดิ่งของลูกเทนนิสที่ปล่อยลงบนพื้นวัสดุต่างชนิดกัน



ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

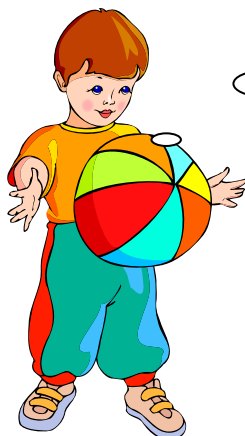
1. ให้นักเรียนยืนถือลูกเทนนิสให้อยู่ในระดับแขนที่ขนานกับพื้นแล้วปล่อยให้ลูกเทนนิสตกลงสู่พื้นห้องและสังเกตการตกและการกระดิ่งของลูกเทนนิส
2. ให้นักเรียนกับเพื่อนในกลุ่มช่วยกันคิดว่าถ้าพื้นที่ลูกเทนนิสตกกระทบทำจากวัสดุอื่นๆ ต่างชนิดกัน ลักษณะการตกหรือการกระดิ่งของลูกเทนนิสจะต่างกันหรือไม่
3. ในปฏิบัติการนี้ ให้นักเรียนทดสอบว่า พื้นผิวที่ลูกเทนนิสตกกระทบทำจากวัสดุแตกต่างกันลูกเทนนิสจะกระดอนสูงต่างกันหรือไม่

ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 10

ให้นักเรียนสืบค้นโดยใช้คำถามช่วยชี้นำทาง ทำตามขั้นตอนวิธีการสืบค้นตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 – ขั้นตอนที่ 10

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นม.1

ตอนที่ 3
กระดิ่งกระดอน



วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบการกระดิ่งของลูกเทนนิสที่ปล่อยลงบนพื้นวัสดุต่างชนิดกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสูงของการกระดิ่งของลูกเทนนิสที่ปล่อยลงบนพื้นวัสดุต่างชนิดกัน

วิธีการสืบค้น

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

1. ให้นักเรียนยืนถือลูกเทนนิสให้อยู่ในระดับแขนที่ขนานกับพื้นแล้วปล่อยให้ลูกเทนนิสตกลงสู่พื้นห้องและสังเกตการตกและการกระดิ่งของลูกเทนนิส
2. ให้นักเรียนกับเพื่อนในกลุ่มช่วยกันคิดว่าถ้าพื้นที่ลูกเทนนิสตกกระทบทำจากวัสดุอื่นๆ ต่างชนิดกัน ลักษณะการตกหรือการกระดิ่งของลูกเทนนิสจะต่างกันหรือไม่
3. ในปฏิบัติการนี้ ให้นักเรียนทดสอบว่า พื้นผิวที่ลูกเทนนิสตกกระทบทำจากวัสดุแตกต่างกันลูกเทนนิสจะกระดอนสูงต่างกันหรือไม่

ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 10

ให้นักเรียนสืบค้น ทำตามขั้นตอนวิธีการสืบค้นตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 – ขั้นตอนที่ 10

ใบความรู้ เรื่อง กระเดื่องกระดอน

การตกกระทบ คือการที่ลูกบอลวิ่งเข้าชนพื้นผิวตัวรับ

การสะท้อน คือการที่ลูกบอลวิ่งออกจากพื้นผิวตัวรับหลังการกระทบ

การกระเด็น เป็นคุณสมบัติของวัตถุในการสะท้อนจากตัวรับ วัตถุที่มีการกระเด็นดี เมื่อตกกระทบ

ตัวรับแล้วจะสะท้อนขึ้นมาได้ระยะทางที่มาก ถ้าวัตถุตกกระทบแล้วไม่มีการสูญเสีย

พลังงาน วัตถุจะสะท้อนขึ้นมามีระยะทางจากผิวสะท้อนถึงตำแหน่งที่ปล่อยวัตถุสามารถ

คำนวณหาการกระเด็นของวัตถุได้ดังนี้

การกระเด็น = ระยะทางที่วัตถุสะท้อนขึ้น / ระยะทางที่ปล่อยวัตถุตกกระทบ

ทิศทางการกระเด็น การกระเด็นในแนวตั้งของลูกเทนนิสหลังจากชนกับตัวรับในแนวตั้งมีทิศทาง

ตรงกันข้ามกับการชน

พื้นผิว หมายถึง ลักษณะของพื้นผิวตัวรับที่ลูกเทนนิสจะวิ่งไปกระทบและสะท้อนกลับมา

ความสูงของการกระเด็น หมายถึง ระยะทางจากพื้นผิวตัวรับถึงระดับความสูงที่สุดที่ลูกเทนนิส

กระเด็นขึ้นมา ก่อนตกลงอีกครั้ง

การวัดความสูงของการกระเด็นของลูกเทนนิสวัดได้จากระยะทางจากพื้นผิวตัวรับถึงความสูงที่ลูก

เทนนิสกระเด็นกลับหลังจากลูกเทนนิสกระทบพื้นผิวตัวรับแล้วกระเด็นขึ้นมาสูงที่สุดก่อน

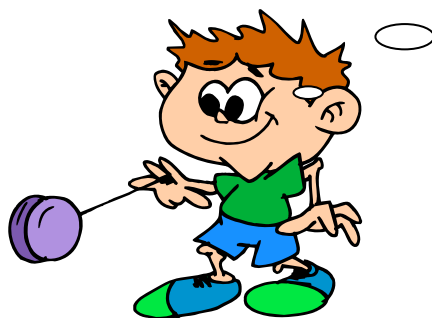
การตกเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกต่อไป

<http://www.electron.rmutphysics.com/teaching->

[glossary/index.php?option=com_content&task=view&id=1929&Itemid=6](http://www.electron.rmutphysics.com/teaching-glossary/index.php?option=com_content&task=view&id=1929&Itemid=6)

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นม.1

ตอนที่ 4
ตุ้มต่อแต่ง



วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบตัวแปรที่มีผลต่อคาบการแกว่งของลูกตุ้ม
2. เพื่อเปรียบเทียบความคาบการแกว่งของลูกตุ้มที่มีความยาวเชือกต่างกัน

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

1. ให้นักเรียนสังเกตการแกว่งของลูกตุ้ม ที่ครูสาธิตให้ดู
2. ให้นักเรียนกับเพื่อนในกลุ่มช่วยกันคิดว่ามีอะไรที่เกี่ยวข้องกับการแกว่งของลูกตุ้มนี้บ้าง เช่น น้ำหนักของลูกตุ้ม ความยาวเชือก ระดับที่ปล่อยลูกตุ้ม แรงที่ใช้ในการปล่อยลูกตุ้ม
3. ในปฏิบัติการนี้ ให้นักเรียนทดสอบว่า ความยาวเชือกที่ใช้แขวนลูกตุ้มมีผลต่อคาบการแกว่งของลูกตุ้มหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐาน

ความยาวเชือกที่ใช้แขวนลูกตุ้มมีผลต่อคาบการแกว่งของลูกตุ้ม โดย ถ้าความยาวเชือกเพิ่มขึ้นคาบของการแกว่งน่าจะเพิ่มขึ้นด้วย

ขั้นตอนที่ 3 ระบุตัวแปร

1. ตัวแปรต้น : ความยาวของเส้นเชือก
2. ตัวแปรตาม : คาบของการแกว่งของลูกตุ้ม
3. ตัวแปรควบคุม : น้ำหนักของลูกตุ้ม ระดับของการปล่อยลูกตุ้ม จุดหมุน นาฬิกาจับเวลา คนปล่อยลูกตุ้ม คนจับเวลา คนนับคาบในการแกว่ง ลักษณะของเชือก

ขั้นตอนที่ 4 ทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ

ก่อนจะลงมือทำให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ในเรื่องต่อไปนี้

1. การแกว่งของลูกตุ้ม ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก คาบของการแกว่ง
2. การกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ความยาวของเชือก การวัดเวลาในการแกว่ง

ขั้นตอนที่ 5 วางแผนและออกแบบการทดลอง

1. ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวางแผนการทดลอง เช่น
การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ได้แก่ ไม้มัด เชือก ลูกตุ้ม นาฬิกา ไม้มัด (เป็นจุดหมุน)
การแบ่งหน้าที่กันในการทดลอง เช่น คนจับไม้มัดที่ใช้เป็นจุดหมุน คนวัดความยาวของเชือก คนจับเวลา คนนับจำนวนคาบของการแกว่งคนบันทึกผลการทดลอง
2. ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการทดลองโดยทำความเข้าใจกับปัญหา สมมติฐานและตัวแปร แล้วร่วมกันออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึงความเชื่อมั่นในวิธีการทดลองด้วย

ขั้นตอนที่ 6 ทำการสืบค้น

ทำการสืบค้นตามแผนที่วางไว้ “อย่าลืมความแม่นยำและถูกต้องในการเก็บและรวบรวมข้อมูลนะ”

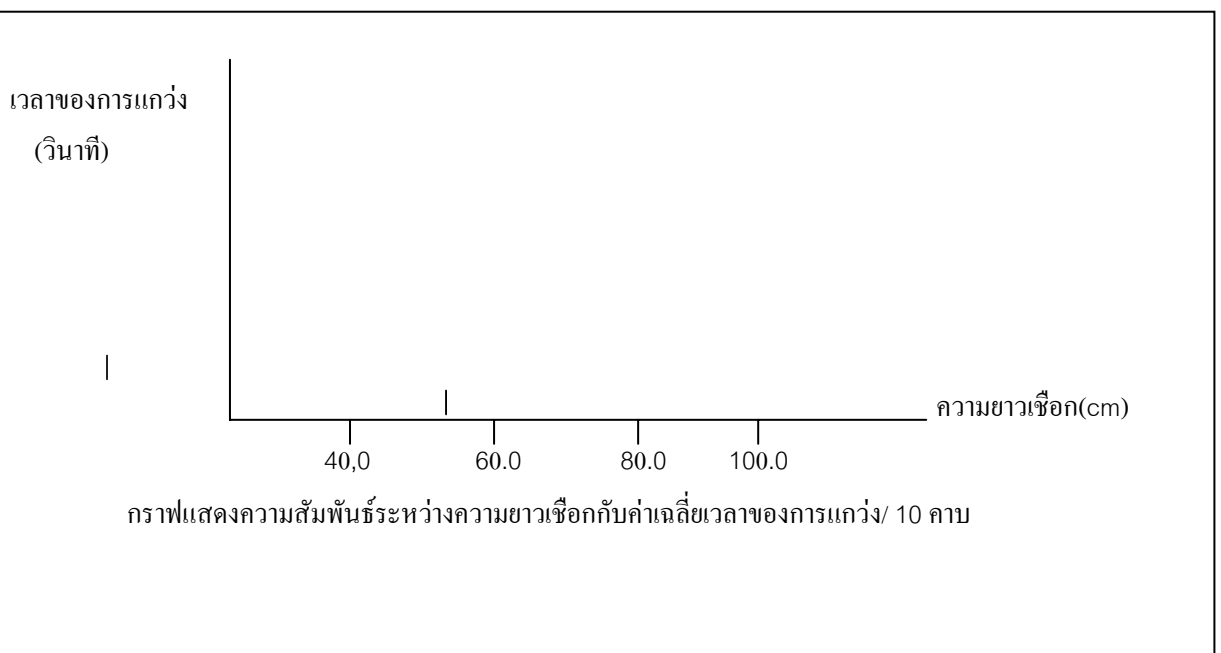
1. นำลูกตุ้มมาผูกกับเส้นเชือกเส้นเชือกความยาวประมาณ 120 cm
2. นำเชือกที่มัดด้วยลูกตุ้มไปมัดผูกติดกับไม้มัดที่ทำเป็นจุดหมุน โดยให้เชือกมีความยาวจากจุดหมุนถึงก้นดินน้ำมัน ยาว 40.0 cm
3. กำหนดความสูงของการปล่อยลูกตุ้ม โดยใช้ไม้เมตรตั้งให้ตรง
4. เริ่มปล่อยให้ลูกตุ้มแกว่งไป-กลับมาที่จุดปล่อย นับเป็น 1 คาบ
5. เริ่มบันทึกเวลาเมื่อลูกตุ้มเริ่มแกว่งในคาบที่ 2 นับจำนวนคาบที่แกว่งให้ได้ 10 คาบ บันทึกผลลงในตาราง
6. ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย
7. ทำเหมือนข้อ 1-6 แต่เปลี่ยนความยาวเชือกเป็น 60.0 cm 80.0 cm และ 100.0 cm

ขั้นตอนที่ 7 บันทึกผล

บันทึกผลลงในตารางความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเชือก กับเวลาในการแกว่ง/ 10 คาบ

ความยาวเชือก(cm)	เวลาในการแกว่ง (วินาที)/10คาบ			
	1	2	3	เฉลี่ย
40.0				
60.0				
80.0				
100.0				

จากผลการทดลอง นำไปเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเชือกกับค่าเฉลี่ยเวลาของการแกว่ง/ 10 คาบ



ขั้นตอนที่ 8 แปลความหมายและลงข้อสรุป

1. จากผลการทดลองที่ได้ในตาราง ค่าเฉลี่ยเวลาของการแกว่ง/10 คาบ กับความยาวเชือกต่างๆ เป็นอย่างไร
2. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเชือกกับคาบของการแกว่งที่เขียน นักเรียนสังเกตเห็นได้อย่างไร มีแนวโน้มเป็นอย่างไร
3. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร
4. ผลการทดลองนี้เป็นไปตามผลนักเรียนได้ตั้งสมมติฐานไว้ก่อนหรือไม่ นักเรียนจะอธิบายผลได้อย่างไร

ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบการสืบค้น

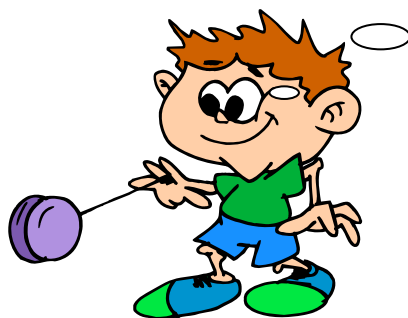
- 1.ผลการทดลองที่นักเรียนทำซ้ำ คาบของการแกว่งที่ได้สามครั้งก่อนหาค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไร
- 2.นักเรียนคิดว่าผลการทดลองของนักเรียนถูกต้อง และเชื่อถือได้หรือไม่
- 3.ในการทดลองนี้มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร

ขั้นตอนที่ 10 สื่อสารผลที่ได้

ให้นักเรียนเขียนเป็นรายงานสรุปการสืบค้นในกระดาษที่แจกให้(เขียนให้ได้ในหน้าเดียว)

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นม.1

ตอนที่ 4
ตุ้มต่อแฉ่ง



วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบตัวแปรที่มีผลต่อการแกว่งของลูกตุ้ม
2. เพื่อเปรียบเทียบความคาบการแกว่งของลูกตุ้มที่มีความยาวเชือกต่างกัน

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

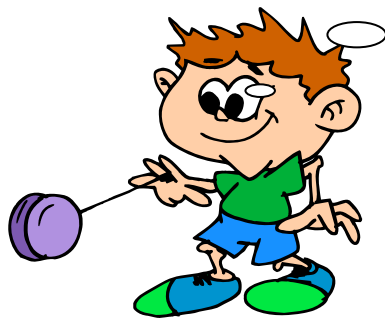
2. ให้นักเรียนสังเกตการแกว่งของลูกตุ้ม ที่ครูสาธิตให้ดู
2. ให้นักเรียนกับเพื่อนในกลุ่มช่วยกันคิดว่ามีอะไรที่เกี่ยวข้องกับการแกว่งของลูกตุ้มนี้บ้าง เช่น น้ำหนักของลูกตุ้ม ความยาวเชือก ระดับที่ปล่อยลูกตุ้ม แรงที่ใช้ในการปล่อยลูกตุ้ม
3. ในปฏิบัติการนี้ ให้นักเรียนทดสอบว่า ความยาวเชือกที่ใช้แขวนลูกตุ้มมีผลต่อคาบการแกว่งของลูกตุ้มหรือไม่

ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 10

ให้นักเรียนสืบค้นโดยใช้คำถามช่วยชี้นำทางทำตามขั้นตอนวิธีการสืบค้นตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 10

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นม.1

ตอนที่ 4
ตุ้มต่อแฉ่ง



วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบตัวแปรที่มีผลต่อการแกว่งของลูกตุ้ม
2. เพื่อเปรียบเทียบความคาบการแกว่งของลูกตุ้มที่มีความยาวเชือกต่างกัน



ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

3. ให้นักเรียนสังเกตการแกว่งของลูกตุ้ม ที่ครูสาธิตให้ดู
2. ให้นักเรียนกับเพื่อนในกลุ่มช่วยกันคิดว่ามีอะไรที่เกี่ยวข้องกับการแกว่งของลูกตุ้มนี้บ้าง เช่น น้ำหนักของลูกตุ้ม ความยาวเชือก ระดับที่ปล่อยลูกตุ้ม แรงที่ใช้ในการปล่อยลูกตุ้ม
3. ในปฏิบัติการนี้ ให้นักเรียนทดสอบว่า ความยาวเชือกที่ใช้แขวนลูกตุ้มมีผลต่อคาบการแกว่งของลูกตุ้มหรือไม่

ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 10

ให้นักเรียนสืบค้น ทำตามขั้นตอนวิธีการสืบค้นตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 – ขั้นตอนที่ 10

ใบความรู้เรื่อง เรื่อง ตุ้มต๋องแต่ง

กาลิเลโอ กาลิเลอี (Galileo Galilei)

การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ครั้งแรกของกาลิเลโอเกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1584 เมื่อเขากำลังนั่งฟังสวดมนต์อยู่ในโบสถ์แห่งหนึ่ง เขาสังเกตเห็นโคมแขวนบนเพดานโบสถ์แกว่งไปแกว่งมา เขาจึงเกิดความคิดสงสัยว่าการแกว่งไปมาของโคมในแต่ละรอบใช้เวลาเท่ากันหรือไม่ ดังนั้นเขาจึงทดลองจับเวลาการแกว่งไปมาของโคม โดยเทียบกับชีพจรของตัวเอง เนื่องจากเขาเคยเรียนวิชาแพทย์ ทำให้เขารู้ว่าจังหวะการเต้นของชีพจรของคนในแต่ละครั้งนั้นใช้เวลาเท่ากัน ผลปรากฏว่าไม่ว่าโคมจะแกว่งในลักษณะใดก็ตามแล้วแต่ ระยะเวลาในการแกว่งไปและกลับครบ 1 รอบ จะเท่ากันเสมอ เมื่อเขากลับบ้านได้ทำการทดลองแบบเดียวกันนี้อีกหลายครั้ง เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าทฤษฎีที่เขาจะตั้งขึ้นถูกต้องที่สุด ซึ่งผลการทดลองก็เหมือนกันทุกครั้ง กาลิเลโอได้ตั้งชื่อทฤษฎีนี้ว่ากฎเพนดูลัม (Pendulum) หรือ กฎการแกว่งของนาฬิกาตุ้มตุ้ม กาลิเลโอได้นำหลักการจากการทดลองครั้งนี้มาสร้างเครื่องจับเวลา ซึ่งต่อมาในปี ค.ศ. 1656 คริสเตียน ฮอยเกนส์ (Christian Huygens) ได้นำทฤษฎีนี้มาสร้างนาฬิกาตุ้มตุ้ม

การแกว่งของลูกตุ้ม หมายถึง การสั่นแบบซิมเปิลฮาร์โมนิกของลูกตุ้มนาฬิกา (มวลที่ผูกติดกับเชือกแล้วแกว่งเป็นมุมน้อย ๆ)

ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเป็นความเร่งที่เกิดในแนวดิ่งจะมีแรงเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง

คาบของการแกว่ง คือ เวลาในการแกว่งของลูกตุ้ม ไป-กลับ ครบหนึ่งรอบ

ในการทดลองนี้ ใช้การวัดเวลาในการแกว่งของลูกตุ้มครบ 10 รอบ

ความยาวของเชือก หมายถึงระยะทางตั้งแต่จุดแขวนลูกตุ้มจนถึงกึ่งกลางของลูกตุ้ม

http://www.nectec.or.th/waghor/index.php?option=com_content&task=view&id=31&Itemid=29

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นม.1

ตอนที่ 5
อุ่นนานๆ



วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการ
เก็บความร้อนของแก้วที่ทำจากวัสดุต่างชนิดกัน



ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

1. ให้นักเรียนอ่าน ปัญหาของน้องเดวิด แล้วหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการสืบค้น

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐาน

วัสดุต่างชนิดกันจะเก็บความร้อนได้ดีต่างกัน โดย แก้วที่ทำจากกระดาษจะเก็บความร้อนได้ดีกว่าแก้วกระดาษเคลือบไขและแก้วพลาสติก

ขั้นตอนที่ 3 ระบุตัวแปร

1. ตัวแปรต้น : วัสดุที่ใช้ทำแก้ว
2. ตัวแปรตาม : อุณหภูมิ
3. ตัวแปรควบคุม : ปริมาณของน้ำ อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น ขนาดของแก้ว เวลาที่ใช้ เทอร์โมมิเตอร์ นาฬิกาจับเวลา สถานที่ทดลอง

ขั้นตอนที่ 4 ทำความเข้าใจกับศัพท์เฉพาะ

ก่อนจะลงมือทำให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ในเรื่องต่อไปนี้

1. ความร้อน ความอุ่น ความเย็น อุณหภูมิ
2. การกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ วัสดุที่ใช้ทำแก้ว อุณหภูมิ ตั้งทิ้งไว้

ขั้นตอนที่ 5 วางแผนและออกแบบการทดลอง

1. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการทดลอง เช่น

การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ แก้วที่ทำจากกระดาษ แก้วกระดาษเคลือบไข แก้วพลาสติก กระบอกตวง ปีกเกอร์ เทอร์มอมิเตอร์ ขาดัง ที่จับเทอร์มอมิเตอร์ น้ำ เครื่องทำน้ำร้อน

การแบ่งหน้าที่กันในการทดลอง เช่น คนตวงน้ำร้อน คนติดตั้งอุปกรณ์ คนจับเวลา คนอ่านเทอร์มอมิเตอร์ คนบันทึกผล

2. ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการทดลองโดยทำความเข้าใจกับปัญหา สมมติฐานและตัวแปร ล้างร่วมกัน ออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึงความเชื่อมั่นในวิธีทดลองด้วย

ขั้นตอนที่ 6 ทำการสืบค้น

ทำการสืบค้นตามแผนที่วางไว้ “ระวัง ♦ อ่านเทอร์มอมิเตอร์ให้อยู่ในระดับสายตา จะได้ค่าที่ถูกต้อง”

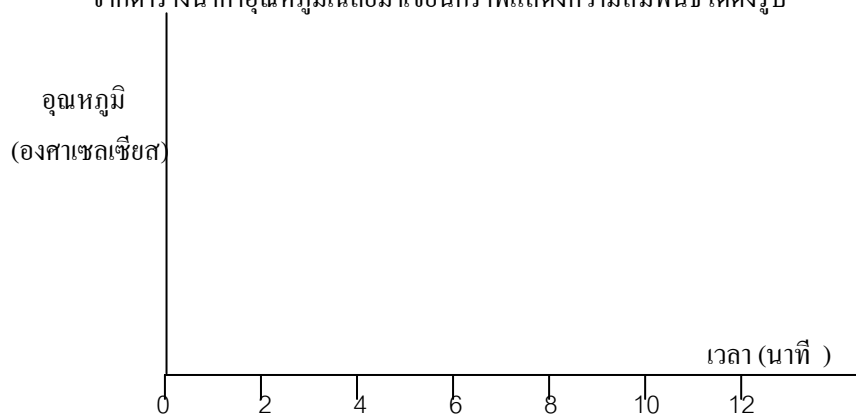
1. ต้มจนน้ำเดือดด้วยเครื่องทำน้ำร้อน
2. นำแก้ว 3 ชนิด ได้แก่ แก้วกระดาษ แก้วกระดาษเคลือบไข และแก้วพลาสติก ที่มีรูปร่าง ลักษณะคล้ายกัน ขนาดเท่ากัน นำขาดังพร้อมที่จับเทอร์มอมิเตอร์ มาติดตั้งพร้อมทดลอง นำเทอร์มอมิเตอร์ มาจัดระดับให้เหมาะสมกับการวัด
3. เทน้ำร้อนที่ได้จากข้อ 1 ปริมาณ 50.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในแก้วกระดาษ แก้วเคลือบไข และแก้วพลาสติก ที่เตรียมไว้ ติดตั้งเทอร์มอมิเตอร์โดยให้กระเปาะจุ่มอยู่ในน้ำ เทอร์มอมิเตอร์ตั้งตรง พร้อมอ่านอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำร้อน บันทึกผล จับเวลาทุกๆ 2 นาที อ่านอุณหภูมิของน้ำ บันทึกผล เป็นเวลา 12 นาที ทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง
4. นำผลที่ได้ไปบันทึกลงในตาราง และหาค่าเฉลี่ย
5. นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเสนอผลการทดลองในรูปของกราฟเส้น โดยมีแกนนอนเป็นระยะเวลา แกนตั้งเป็นอุณหภูมิ

ขั้นตอนที่ 7 บันทึกผล

บันทึกผลลงในตารางความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเชือก กับเวลาในการแกว่ง/ 10 คาบ

แกว่งที่ทำจาก	ครั้งที่	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส) /เวลา(นาทึ)						
		0	2	4	6	8	10	12
พลาสติก	1							
	2							
	3							
	เฉลี่ย							
กระดาษ	1							
	2							
	3							
	เฉลี่ย							
กระดาษเคลือบ ไข	1							
	2							
	3							
	เฉลี่ย							

จากตารางนำค่าอุณหภูมิเฉลี่ยมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ดังรูป



กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิภายในแกว่งที่ทำจากพลาสติก

✿ ✿ ให้นักเรียนนำผลการทดลองของแกว่งกระดาษและกระดาษเคลือบไข มาเขียนกราฟที่ 2 และที่ 3 ตามลำดับ ในลักษณะเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 8 แปลความหมายและลงข้อสรุป

1. จากกราฟที่ได้ให้นักเรียนพบลักษณะกราฟของแก้วพลาสติก แก้วกระดาษ และแก้วกระดาษเคลือบไขเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
2. จากกราฟแก้วชนิดใดที่ใช้ระยะเวลานานที่สุด
3. จากกราฟเมื่อเวลาที่ 12 นาที อุณหภูมิของน้ำในแก้วไหนสูงที่สุด
4. จากผลที่ได้ให้นักเรียนจะสรุปได้อย่างไร

ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบการสืบค้น

1. จากการทดลองที่ได้นี้นักเรียนคิดว่านักเรียนเชื่อมั่นในผลการทดลองหรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนเชื่อมั่นในวิธีการทดลองที่นักเรียนออกแบบหรือไม่

ขั้นตอนที่ 10 สื่อสารผลที่ได้

ให้นักเรียนนำผลที่ได้เขียนเป็นจดหมายเล่าการสืบค้นแล้วส่งทางไปรษณีย์ไปให้เพื่อนต่างโรงเรียน

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นม.1

ตอนที่ 5

อุ่นนานๆ



วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการ
เก็บความร้อนของแก้วที่ทำจากวัสดุต่างชนิดกัน



ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

1. ให้นักเรียนอ่าน ปัญหาของน้องเดวิด แล้วหาวิธีการแก้ปัญหาคับวิธีการสืบค้น

ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 10

ให้นักเรียนทำการสืบค้นโดยใช้คำถามช่วยชี้นำทาง ทำตามขั้นตอนวิธีการสืบค้นตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 10

บทปฏิบัติการตามรอยนักวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นม.1

ตอนที่ 5
อุ่นนานๆ



วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการ
เก็บความร้อนของแก้วที่ทำจากวัสดุต่างชนิดกัน



ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

1. ให้นักเรียนอ่าน ปัญหาของน้องเดิว แล้วหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการสืบค้น

ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 10

ให้นักเรียนทำการสืบค้น โดยทำตามขั้นตอนวิธีการสืบค้นตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 10

ปัญหาของน้องเดียว

น้องเดียวเป็นเด็กเก่งคนหนึ่งที่ชนะการแข่งขันในรายการเกมส์ทัศนัยเด็ก สามารถตอบคำถามได้ถึง 200 หน้า ทุกเช้าคุณแม่จะปลุกให้น้องเดียวตื่นเพื่อเตรียมตัวไปโรงเรียน แล้วคุณแม่ก็ไปเตรียมอาหารเช้าพร้อมขนมไมโลใส่แก้วไว้ ซึ่งเป็นเครื่องดื่มที่น้องเดียวชอบ น้องเดียวชอบดื่มไมโลอุ่นๆ บางวันน้องเดียวอาบน้ำช้า แต่งตัวนักเรียนก็ช้า พอมาดื่มไมโลปรากฏว่าไมโลเย็นไม่อร่อย น้องเดียวสังเกตเห็นว่าตามร้านขายของสะดวกซื้อเขาไม่ได้ใช้แก้วแบบที่บ้านน้องเดียว นักเรียนจะช่วยให้น้องเดียวให้ดื่มไมโลอุ่นๆ ได้อย่างไร ให้นักเรียนทำการสืบค้นด้วยตนเอง

ปัญหาของน้องเดียวคือ วัสดุที่ใช้ทำแก้วจากอะไรที่จะเก็บความร้อน(อุ่นนานๆ)ได้ดี
วัสดุที่ใช้ทำแก้วในการสืบค้นได้แก่ แก้วกระดาษ แก้วกระดาษเคลือบไข และแก้วพลาสติก

ข้อควรระวัง ในการทดลองนี้ใช้น้ำร้อนต้องระมัดระวังการถ่ายเทเป็นพิเศษ

ใบความรู้ เรื่อง อุณหภูมิต

ความร้อน และ อุณหภูมิ

สสารทั้งหลายประกอบด้วย อะตอมรวมตัวกันเป็นโมเลกุล การเคลื่อนที่ของอะตอม หรือการสั่นของโมเลกุล ทำให้เกิดรูปแบบของพลังงานจลน์ ซึ่งเรียกว่า “ความร้อน” (Heat) เราพิจารณาพลังงานความร้อน (Heat energy) จากพลังงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของอะตอมหรือโมเลกุลทั้งหมดของสสาร

อุณหภูมิ (Temperature) หมายถึง การวัดค่าเฉลี่ยของพลังงานจลน์ซึ่งเกิดขึ้นจากอะตอมแต่ละตัว หรือแต่ละโมเลกุลของสสาร เมื่อเราใส่พลังงานความร้อนให้กับสสาร อะตอมของมันจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น แต่เมื่อเราลดพลังงานความร้อน อะตอมของสสารจะเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง หากเราต้มน้ำด้วยถ้วยและหม้อบนเตาเดียวกัน จะเห็นได้ว่าน้ำในถ้วยจะมีอุณหภูมิสูงกว่า แต่จะมีพลังงานความร้อนน้อยกว่าในหม้อ เนื่องจากปริมาณความร้อนขึ้นอยู่กับมวลทั้งหมดของสสาร แต่อุณหภูมิเป็นเพียงค่าเฉลี่ยของพลังงานในแต่ละอะตอม ดังนั้นบรรยากาศชั้นบนของโลก (ชั้นเทอร์โมสเฟียร์) จึงมีอุณหภูมิสูง แต่มีพลังงานความร้อนน้อย เนื่องจากมีมวลอากาศอยู่อย่างเบาบาง

สเกลอุณหภูมิ

• องศาฟาเรนไฮต์

ในปี ค.ศ.1714 กาเบรียล ฟาเรนไฮต์ (Gabriel Fahrenheit) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ได้ประดิษฐ์เทอร์มอมิเตอร์ซึ่งบรรจุปรอทไว้ในหลอดแก้ว เขาพยายามทำให้ปรอทลดต่ำสุด (0°F) โดยใช้ น้ำแข็ง และเกลือผสมน้ำ เขาพิจารณาจุดหลอมละลายของน้ำแข็งเท่ากับ 32°F และจุดเดือดของน้ำเท่ากับ 212°F

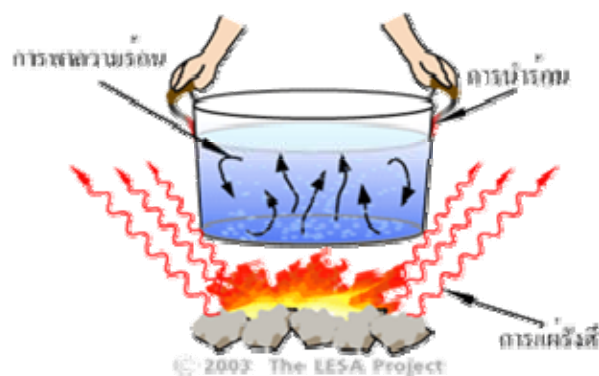
• องศาเซลเซียส

ในปี ค.ศ.1742 แอนเดอร์ส เซลเซียส (Anders Celsius) นักดาราศาสตร์ชาวสวีเดน ได้ออกแบบสเกลเทอร์มอมิเตอร์ให้อ่านได้ง่ายขึ้น โดยมีจุดหลอมละลายของน้ำแข็งเท่ากับ 0°C และจุดเดือดของน้ำเท่ากับ 100°C

• เคลวิน (องศาสัมบูรณ์)

ต่อมาในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ลอร์ด เคลวิน (Lord Kelvin) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ผู้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนและอุณหภูมิตว่า ณ อุณหภูมิ -273°C อะตอมของสสารจะไม่มี การเคลื่อนที่ และจะไม่มี

สิ่งใดหนาวเย็นไปกว่านี้ได้อีก เขาจึงกำหนดให้ $0\text{ K} = -273^{\circ}\text{C}$ (ไม่ต้องใช้เครื่องหมาย ° กำกับหน้าอักษร K) สเกลองศาสัมบูรณ์หรือเคลวิน เช่นเดียวกับองศาเซลเซียสทุกประการ เพียงแต่ +273 เข้าไป เมื่อต้องการเปลี่ยนเคลวินเป็นเซลเซียส



ภาพที่ 1 การถ่ายเทความร้อน

กลไกการถ่ายเทความร้อน

เราแบ่งกลไกการถ่ายเทความร้อนออกเป็น 3 ชนิดคือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี แต่ทว่าในความเป็นจริง การถ่ายเทความร้อนทั้งสามชนิดอาจเกิดขึ้นพร้อมๆ กันอย่างแยกไม่ออก

- การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนจากโมเลกุลไปสู่อีกโมเลกุลหนึ่งซึ่งอยู่ติดกันไปเรื่อยๆ จากอุณหภูมิสูงไปสู่อุณหภูมิต่ำ ยกตัวอย่างเช่น หากเราจับทัพพีในหม้อหุงข้าว ความร้อนจะเคลื่อนที่ผ่านทัพพีมายังมือของเรา ทำให้เรารู้สึกร้อน โลหะเป็นตัวนำความร้อนที่ดี อโลหะและอากาศเป็นตัวนำความร้อนที่เลว

- การพาความร้อน (Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนด้วยการเคลื่อนที่ของอะตอมและโมเลกุลของสารซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวและก๊าซ ส่วนของแข็งนั้นจะมีการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำความร้อน และการแผ่รังสีเท่านั้น การพาความร้อนจึงมักเกิดขึ้นในบรรยากาศ และมหาสมุทร รวมทั้งภายในโลก และดวงอาทิตย์

ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงธรรมชาติของวัฏจักรการพาความร้อน การแผ่รังสีจากกองไฟทำให้เกิดความร้อนที่ก้นหม้อน้ำด้านนอก โลหะทำให้เกิดการนำความร้อนเข้าสู่ภายในหม้อ ทำให้น้ำที่อยู่เบื้องล่างร้อนและขยายตัว ความหนาแน่นต่ำจึงลอยขึ้นสู่ข้างบน ทำให้น้ำเย็นความหนาแน่นสูงซึ่งอยู่ด้านบนเคลื่อนตัวลงมาแทนที่ เมื่อน้ำเย็นที่เคลื่อนลงมาได้รับความร้อนเบื้องล่าง ก็จะลอยขึ้นหมุนวนเป็นวัฏจักรต่อเนื่องกันไป ซึ่งเรียกว่า “วัฏจักรการพาความร้อน” (Convection circulation)

• การแผ่รังสี (Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนออกรอบตัวทุกทิศทาง โดยมีต้องอาศัยตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงาน ดังเช่น การนำความร้อน และการพาความร้อน การแผ่รังสีสามารถถ่ายเทความร้อนผ่านอากาศได้ วัตถุทุกชนิดที่มีอุณหภูมิสูงกว่า -273°C หรือ 0 K (เคลวิน) ย่อมมีการแผ่รังสี วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงแผ่รังสีคลื่นสั้น วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำแผ่รังสีคลื่นยาว

ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในวัตถุทุกชนิดมากน้อยต่างกัน

ความอุ่นเป็นความรู้สึกเมื่อไปสัมผัสกับวัตถุที่มีระดับอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิของคน

ความเย็นเป็นความรู้สึกเมื่อไปสัมผัสกับวัตถุที่มีระดับอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของคน

จะวัดความร้อน ความอุ่น ความเย็นโดยใช้มือ หรือใช้เทอร์มอมิเตอร์

มือเชื่อถือไม่ได้เราจึงใช้เทอร์มอมิเตอร์แทน

เทอร์มอมิเตอร์บอกระดับความร้อน หรืออุณหภูมิ

หน่วยของอุณหภูมิทั่วไปที่ใช้เป็นองศาเซลเซียส

การใช้เทอร์มอมิเตอร์นั้น ถ้าจะวัดสิ่งไหนก็ให้กระเปาะอยู่ในสิ่งนั้น ตั้งให้ตรง อ่านอุณหภูมิ

ที่นักเรียนบอกว่าเอาแก้วที่ใส่น้ำมาวัดทั้งวัน คำว่าตั้งทั้งวัน นักเรียนหมายถึงระยะเวลาที่วางแก้วไว้

เวลาที่นักเรียนใช้มีหน่วยเป็นนาที

อุ่นนานหมายถึงการตั้งน้ำร้อนทั้งวันในเวลาที่เท่ากัน ถ้าแก้วไหนมีอุณหภูมิสูงกว่าแสดงว่า

แก้วนั้นอุ่นได้นานกว่า

อ้างอิง

<http://www.electron.rmutphysics.com/science->

[news/index.php?option=com_content&task=view&id=201&Itemid=4](http://www.electron.rmutphysics.com/science-news/index.php?option=com_content&task=view&id=201&Itemid=4)

http://ecurriculum.mv.ac.th/science/library_sci/physics111/203.158.100.100/charud/virtualexperiment/index.html

คำถามที่ช่วยชี้นำทาง

กระบวนการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ มี 10 ขั้นตอน คือ

1.ระบุปัญหา

นักเรียนกำลังจะสืบค้นเรื่องอะไร

2.ตั้งสมมติฐาน

นักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในเรื่องที่สืบค้น

นักเรียนจะเลือกทำการเปลี่ยนแปลงอะไร

นักเรียนคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้นเมื่อเปลี่ยนแปลงถึงนั้น ทำไม

3.ระบุตัวแปร

นักเรียนต้องการเปลี่ยนแปลงอะไร

นักเรียนจะเปลี่ยนแปลงมันอย่างไร

นักเรียนจะควบคุมอะไรบ้างให้เหมือนกันทุกครั้ง

นักเรียนจะจัดอย่างไรให้เหมือนกัน

4.ทำความเข้าใจกับศัพท์เทคนิค

คำนิยามศัพท์ที่นักเรียนควรจะต้องรู้ในการทดลองมีอะไรบ้าง

นักเรียนจะกำหนดนิยามการทดลองของวิธีการวัดตัวแปรต้นและ

ตัวแปรตามได้อย่างไร

5.วางแผนและออกแบบการทดลอง

มีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองอะไรบ้าง

นักเรียนจะจัดสิ่งใดให้ต่างกัน

นักเรียนจะจัดสิ่งใดให้เหมือนกัน

นักเรียนจะสังเกตอะไรบ้าง

นักเรียนจะเก็บข้อมูลอะไร

นักเรียนจะวัดตัวแปรในการทดลองได้อย่างไร

นักเรียนจะเลือกใช้เครื่องมือใดวัด

นักเรียนจะมั่นใจได้อย่างไรว่าผลที่ได้เป็นที่น่าเชื่อถือ

นักเรียนจะทำอย่างไรจึงจะปลอดภัยในการสืบค้น

นักเรียนสามารถวางแผนงานเพื่อส่งครูได้หรือไม่

นักเรียนจะแบ่งหน้าที่กันอย่างไร

6. ทำการสืบค้น

ในขณะที่สืบค้นนักเรียนต้องระมัดระวังอย่างไร

มีปัญหาเกิดขึ้นในขณะที่สืบค้นหรือไม่ และนักเรียนแก้ไขอย่างไร

7. บันทึกผล

นักเรียนจะอย่างไรให้การอ่านผลถูกต้องแม่นยำ

นักเรียนจะบันทึกข้อมูลอย่างไร/สามารถที่จะจัดเป็นตารางบันทึกผลได้หรือไม่

นักเรียนต้องใช้การคำนวณข้อมูลที่ได้หรือไม่

8. แปลความหมายและลงข้อสรุป

นักเรียนสามารถแสดงผลลัพธ์ในรูปของกราฟได้หรือไม่

ผลที่ได้ของนักเรียนบอกอะไรบ้าง

นักเรียนสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้หรือไม่

นักเรียนสามารถสรุปอะไรได้บ้างจากการสืบค้นของนักเรียน

9. ตรวจสอบการสืบค้นเพื่อยืนยันสมมติฐาน

ผลที่ได้เป็นไปตามที่นักเรียนคาดหมายไว้หรือไม่

มีผลที่ไม่ได้เป็นไปตามที่วางแผนหรือไม่

สิ่งที่ไม่เป็นตามที่วางแผนไว้เกิดขึ้นได้อย่างไร

นักเรียนแน่ใจหรือไม่ว่าจัดสถานการณ์ได้ถูกต้องเหมือนกันทุกครั้ง อย่างไร

นักเรียนแน่ใจหรือไม่ว่าในแต่ละครั้งที่วัดข้อมูลทำได้ถูกต้อง อย่างไร

นักเรียนจะปรับปรุงการสืบค้นอย่างไร

นักเรียนจะสืบค้นอะไรเพิ่มเติมให้กว้างขวางมากขึ้น

10. สื่อสารผลที่ได้

นักเรียนจะรายงานการสืบค้นอย่างไรเพื่อให้คนอื่นๆ รู้ว่านักเรียนทำอะไร และได้ข้อค้นพบอะไร

ใบทำกิจกรรมการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการที่..... เรื่อง.....

ชื่อผู้ทำการทดลอง..... ชั้น.....

1. ปัญหาของกิจกรรมนี้คือ.....

2. สมมติฐาน

คือ.....

3. ตัวแปรต้น ได้แก่.....

เครื่องมือที่ใช้วัดคือ.....

ตัวแปรตาม

ได้แก่.....

เครื่องมือที่ใช้วัดคือ.....

ตัวแปรควบคุมได้แก่.....

.....

4. คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

นิยามข้อตกลงในการทดลองนี้ได้แก่

.....

.....

.....

.....

5. ทำการวางแผนและออกแบบการทดลองดังนี้

ข้อควรระวังในการทดลองนี้ ได้แก่

6.เมื่อลงมือทำการสืบค้นพบปัญหาและอุปสรรคได้แก่

แก้ไขโดย

7.บันทึกผลการทดลองได้ดังนี้ (แบบตาราง)

เขียนเป็นกราฟได้ดังนี้

8.อธิบายลักษณะผลการทดลองที่ได้จากตารางและกราฟได้ดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

.....

.....

.....

.....

9.ผลการสืบค้นนี้เชื่อถือได้หรือไม่ อธิบายได้ดังนี้

.....

.....

.....

.....

10.จากการสืบค้นเรื่องนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แก่

.....

.....

.....

.....

นำไปผลที่ได้ไปเผยแพร่ให้เพื่อนรู้ได้โดยวิธีการดังนี้

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- 1.แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 2.แบบวัดจิตวิทยาาสตร์
- 3.แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา
- 4.แบบประเมินทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- 5.แบบประเมินคุณภาพการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความเข้าใจ
การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อๆ ละ 1 คะแนน
2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบให้ครบทั้ง 20 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที
3. ในการทำแบบทดสอบให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ให้ตรงกับหัวข้อคำตอบท้ายแบบทดสอบนี้
4. หากผู้เรียนต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบในข้อหนึ่งให้ขีดเครื่องหมาย ✕ ลงในช่องที่ไม่ต้องการออก แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ต้องการใหม่

ตัวอย่าง ในครั้งแรกทำเครื่องหมาย X ในข้อ ก. แต่ต้องการเปลี่ยนแปลงเป็นข้อ ง.

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	✕			X

5. ให้ตอบแบบทดสอบลงในกระดาษคำตอบที่จัดให้เท่านั้น
6. ห้ามขีดเขียนข้อความหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบนี้

9. ในการทดลองทำไมต้องทำซ้ำหลายครั้ง
 - ก. เพื่อหาค่าเฉลี่ย
 - ข. กลัวว่าจะทำผิด
 - ค. หาคความเชื่อมั่นว่าได้ผลการวัดที่ถูกต้อง
 - ง. ลองทำดูถ้าผลครั้งไหนดีก็เลือกเอาผลนั้น
10. ไม่ใช่เป็นการดูความร้อน
 - ก. การเกิดฝน
 - ข. การกลายเป็นไอ
 - ค. การเดือดของน้ำ
 - ง. การละลายของน้ำแข็ง
11. เราควรรใช้เครื่องมือใดสำหรับวัดปริมาตรของสาร
 - ก. เครื่องชั่ง
 - ข. ไม้บรรทัด
 - ค. กระบอกตวงตวง
 - ง. เทอร์มอมิเตอร์
12. เครื่องมือใดที่ใช้วัดความสูงของการกระเด็นของลูกบอลได้ดี
 - ก. เทปวัด
 - ข. ไม้เมตร
 - ค. เชือกวัด
 - ง. ไม้บรรทัด
13. คาบของการแกว่งนักรียนหาได้อย่างไร
 - ก. วัดจากการแกว่งครบ 1 รอบ
 - ข. วัดจากการแกว่งหลายๆครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย
 - ค. ถาาจากการทดลองของกลุ่มเพื่อนใกล้เคียงแล้วหาค่าเฉลี่ย
 - ง. กำหนดการหาคาบของการแกว่งได้จากการแกว่ง 10 คาบ จับเวลาแล้วหาค่าเฉลี่ย
14. ถ้าปล่อยก้อนเหล็กมีมวล 100g ก้อนทองเหลืองมวล 150 g และก้อนหินมวล 200 g ที่ความสูง 20 m ก้อนไหนจะตกถึงพื้นดินก่อนกัน
 - ก. หิน
 - ข. เหล็ก
 - ค. ทองเหลือง
 - ง. ถึงพร้อมกัน
15. เมื่อวัตถุได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
 - ก. โมเลกุลจะสั่นสะเทือน
 - ข. โมเลกุลไม่เปลี่ยนแปลง
 - ค. โมเลกุลจะถูกทำลาย
 - ง. โมเลกุลจะเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว
16. เมื่อแกว่งตุ้มที่มีความยาวเชือกมากๆ ลักษณะการแกว่งจะเป็นอย่างไร
 - ก. แนวเส้นตรง
 - ข. แนวเส้นเฉียง
 - ค. ไม่มีทิศทางในการแกว่ง
 - ง. เป็นวงกลมรูปกรวยในแนวนอน
17. ข้อต่อไปนี ข้อใดไม่ใช่การถ่ายเทความร้อน
 - ก. การแผ่รังสี
 - ข. การสะท้อนกลับ
 - ค. การนำความร้อน
 - ง. การพาความร้อน

18. การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาไม่เกี่ยวข้องกับแรงในข้อใด

ก. แรงเสียดทาน

ข. น้ำหนักของลูกตุ้ม

ค. แรงโน้มถ่วงของโลก

ง. ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

19. เครื่องเล่นในสวนสนุกข้อใดที่ใช้หลักของการแกว่งของลูกตุ้ม

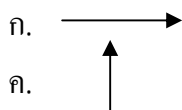
ก. ม้าหมุน

ข. เรือไวกิ้ง

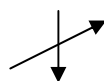
ค. ชิงช้าสวรรค์

ง. รถไฟเหาะตีลังกา

20. เมื่อปล่อยให้ลูกบอลตกลงบนพื้น นักเรียนจะเขียนทิศทางของการกระเด็นของลูกบอลได้ตามข้อใด



ข.



ค.

แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

คำชี้แจงในการตอบแบบวัด

1.แบบวัดฉบับนี้ประกอบด้วยข้อความที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีทั้งหมด 20 ข้อ เวลา 30 นาที

2.แบบวัดนี้ คำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนหรือการสอบ แต่จะมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น ฉะนั้นขอให้นักเรียนตั้งใจทำตอบให้ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด

3.แบบวัด แบ่งออกเป็น 4 ด้านได้แก่

- (1) ด้านความสนใจใฝ่รู้
- (2) ด้านความซื่อสัตย์
- (3) ด้านความมุ่งมั่น อดทน
- (4) ด้านการมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นหรือเหตุผลที่เพียงพอ

4.การตอบแบบวัด

ให้นักเรียนอ่านข้อความอย่างละเอียดแล้วทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกหรือความคิดของนักเรียน ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง

เห็นด้วย

ไม่แน่ใจ

ไม่เห็นด้วย

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ขอขอบใจในความตั้งใจและความพยายามในการทำแบบวัดนี้ของนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง

ข้อ	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1	ข้าพเจ้าไม่ชอบเข้าร่วมกิจกรรมทาง วิทยาศาสตร์					
2	ข้าพเจ้าเบื่อหน่ายที่จะเรียนรู้ในเรื่อง วิทยาศาสตร์					
3	ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกที่ได้เรียนรู้อะไรใหม่ๆในวิชา วิทยาศาสตร์					
4	การเรียนรู้วิชาอื่นน่าสนใจกว่าการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์					
5	ข้าพเจ้าชอบชมนิทรรศการความก้าวหน้าทาง วิทยาศาสตร์					
6	การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องน่าเบื่อ					
7	ข้าพเจ้าชอบเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการศึกษา ค้นคว้า					
8	ข้าพเจ้าทำงานทุกอย่างด้วยความทุ่มเทและ ตั้งใจ					
9	ข้าพเจ้าไม่ชอบกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้ เวลานานๆ					
10	ข้าพเจ้าคิดว่าไม่มีกิจกรรมหรืองานใดๆ ที่จะ สำเร็จได้ง่ายโดยปราศจากความมุ่งมั่นและ อดทนในการปฏิบัติงาน					
11	ข้าพเจ้าอดทนทำงานเพื่อรอคอยผลของ ความสำเร็จได้					
12	เมื่อเพื่อนทำการบ้านไม่ได้ข้าพเจ้าจะให้เพื่อน ลอก					
13	ข้าพเจ้าปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย อย่างตรงไปตรงมา					

ข้อ	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
14	เมื่อข้าพเจ้าทำการทดลองผิดพลาดข้าพเจ้าจะ ลอกผลการทดลองของเพื่อนส่งครู					
15	ข้าพเจ้าจะเป็นผู้ที่เพื่อนเชื่อถือและให้ความ ไว้วางใจในความซื่อตรง					
16	ข้าพเจ้าเชื่อว่าการให้คนอื่นคิดว่าสิ่งที่ผิดกลายเป็น ถูกได้แสดงว่าเป็นคนฉลาด					
17	ข้าพเจ้าพร้อมที่จะยอมรับความผิดพลาด เมื่อสิ่ง เหล่านั้นเป็นผลจากการปฏิบัติงานของข้าพเจ้า					
18	ข้าพเจ้าไม่เปิดโอกาสให้ใครแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับงานของข้าพเจ้า					
19	ข้าพเจ้าจะขอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของ ผู้อื่นในการทำงาน					
20	ข้าพเจ้าเต็มใจให้ผู้อื่นแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับตนเอง					

แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบของปัญหาด้วยวิธีการสืบค้น ประกอบด้วย

1.การทำความเข้าใจกับปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ว่า ปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไร

แนวทางในการตอบและกฎเกณฑ์การให้คะแนน

ตรวจจากรายงานในรายงานผลการสืบค้น เรื่องอุ้นน่าน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการทำความเข้าใจกับปัญหา ระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ

แนวทางในการตอบ

อธิบายได้ว่า ปัญหาของน้องเคียวคือต้องการดื่มไมโลอุ่นๆ หลังจากตั้งทิ้งไว้ช่วงแต่งตัวจะไปโรงเรียน ซึ่งสาเหตุที่นมไม่อุ่นเพราะแก้วที่ใช้ทำจากวัสดุที่ไม่กักเก็บความร้อนไว้นาน จึงคิดหาวัสดุที่จะเก็บความร้อนได้ดีกว่าแก้วที่ใช้ที่บ้านซึ่งเห็นจากร้านสะดวกซื้อ เป็นแก้วกระดาส แก้วพลาสติก และแก้วที่เคลือบไข

กฎเกณฑ์การให้คะแนนการทำความเข้าใจกับปัญหา

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	ระบุได้ว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไร จะสืบค้นได้อย่างไร ได้อย่างถูกต้องครบสมบูรณ์
3 ดี	ระบุได้ว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุจากอะไร จะสืบค้นได้อย่างไร ยังไม่ถูกต้องครบ
2 พอใช้	ระบุได้ว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุจากอะไร ได้ถูกต้อง ไม่สามารถระบุได้ว่าจะสืบค้นได้อย่างไร
1 ต้องปรับปรุง	ไม่สามารถระบุได้ว่าปัญหาคืออะไรได้ ไม่สามารถระบุสาเหตุของปัญหา และไม่สามารถระบุว่าจะสืบค้นได้อย่างไร

2.การวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากขั้นทำความเข้าใจปัญหา ประกอบกับข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับปัญหานั้น โดยการตั้งสมมติฐาน การกำหนดวิธีการทดลองและแนวทางประเมินผล

แนวทางในการตอบและกฎเกณฑ์การให้คะแนน

ตรวจจากรายงานในรายงานผลการสืบค้น เรื่องอุณหภูมิต่ำ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการวางแผนแก้ปัญหา ระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ

แนวทางในการตอบ

สามารถตั้งสมมติฐานได้ว่า แก้วกระดาษจะเก็บความร้อนได้ดีกว่าแก้วพลาสติกและแก้วกระดาษเคลือบสีแล้ว ออกแบบการทดลองโดยเอาแก้วทั้งสามชนิด ใส่ความร้อนในปริมาณเท่ากัน ตั้งทิ้งไว้โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นช่วงเวลาที่เท่ากันแล้ว ทดลอง 3 ครั้ง นำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปเขียนเป็นกราฟเส้น ได้อย่างถูกต้อง

กฎเกณฑ์การให้คะแนนการวางแผนแก้ปัญหา

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	หมายถึงสามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีการทดลองและแนวทางประเมินผลได้ถูกต้องสมบูรณ์
3 ดี	หมายถึง สามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีการทดลองได้บ้าง ระบุแนวทางประเมินได้สอดคล้องกับวิธีทดลอง
2 พอใช้	หมายถึง สามารถตั้งสมมติฐานได้ กำหนดวิธีการทดลองได้บ้าง ระบุแนวทางประเมินไม่สอดคล้องกับวิธีการทดลอง
1 ต้องปรับปรุง	หมายถึง ไม่สามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีทดลองและแนวทางประเมินผลไม่ได้

3.การลงมือแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการลงมือแก้ปัญหามาตามที่ได้วางแผนไว้

แนวทางในการตอบและกฎเกณฑ์การให้คะแนน

ตรวจจากรายงานในรายงานผลการสืบค้น เรื่องอุณหภูมิต่ำ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน การลงมือแก้ปัญหา ระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ

แนวทางในการตอบ

ทำการทดลองตามแผนที่วางไว้ เป็นขั้นตอน มีการสังเกต การวัดอุณหภูมิเป็นช่วงๆ ทุกๆ 2 นาที บันทึกผลลงในตาราง ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วไปหาค่าเฉลี่ย นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟ

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ของแก้วที่ทำจากวัสดุแต่ละชนิด ได้กราฟ 3 เส้น เปรียบเทียบกัน

กฎเกณฑ์การให้คะแนนการลงมือแก้ปัญหา

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	หมายถึงสามารถลงมือแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ถูกต้องสมบูรณ์
3 ดี	หมายถึง สามารถลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ได้มากกว่า 1 ข้อ แต่ไม่ครบทุกข้อ
2 พอใช้	หมายถึง สามารถลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ได้ 1 ข้อ
1 ต้องปรับปรุง	หมายถึง ไม่สามารถลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ได้

4.การประเมินผลการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการประเมินได้ว่าผลที่ได้ถูกต้องหรือบรรลุผลหรือไม่ หากไม่บรรลุผลต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาใหม่ แนวทางในการตอบและกฎเกณฑ์การให้คะแนน

ตรวจจากรายงานในรายงานผลการสืบค้น เรื่องอุ้นนาน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน การประเมินผลการแก้ปัญหา ระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ

แนวทางในการตอบ

จากผลที่ได้จากค่าเฉลี่ยที่ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ได้ค่าใกล้เคียงกันแสดงว่าผลที่ได้น่าเชื่อถือ ถูกต้อง และเมื่อนำค่าเฉลี่ยมาเขียนกราฟแล้วสามารถบอกได้ว่าแก้วที่ทำจากวัสดุได้เก็บความร้อนได้นานที่สุด แต่ถ้าค่าที่ได้แตกต่างกันมากไม่สามารถสรุปได้ต้องกลับไปทบทวนการทดลองใหม่

กฎเกณฑ์การให้คะแนนการประเมินผลการแก้ปัญหา

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	หมายถึง สามารถประเมินได้ว่าผลที่ได้ถูกต้องสามารถแก้ปัญหาได้ ถ้าไม่บรรลุผลก็กลับไปทบทวนการวางแผนแก้ปัญหาใหม่ได้
3 ดี	หมายถึง สามารถประเมินได้ว่าผลที่ได้ถูกต้องสามารถแก้ปัญหาได้ ถ้าผลไม่บรรลุก็ไม่กลับไปทบทวนวางแผนใหม่
2 พอใช้	หมายถึง สามารถประเมินได้ว่าผลที่ได้ถูกต้องแก้ปัญหาได้บางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	หมายถึง ไม่สามารถประเมินผลที่ได้ว่าถูกต้องแก้ปัญหาได้

5.การนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น หมายถึง ความสามารถในการระบุได้ว่าวิธีการในการแก้ปัญหา
นั้นๆ สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่นใดได้บ้าง

แนวทางในการตอบและกฎเกณฑ์การให้คะแนน

ตรวจจากรายงานในรายงานผลการสืบค้น เรื่องอุณนาน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน การนำวิธีการ
แก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น ระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ

แนวทางในการตอบ

บอกได้ว่าการสืบค้นโดยวิธีนี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ ได้ การหาวัสดุมาทำจนวนกันความร้อน
โดยนำวัสดุที่เป็นฉนวนต่างชนิดกันมาหุ้มแก้วแล้วทำการทดลองเหมือนเดิม

กฎเกณฑ์การให้คะแนนการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	หมายถึง สามารถในการระบุได้ว่าวิธีการแก้ปัญหานี้สามารถ นำไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ ได้
3 ดี	หมายถึง สามารถในการระบุได้ว่าวิธีการแก้ปัญหานี้สามารถ นำไปใช้แก้ปัญหาได้บางปัญหานั้น
2 พอใช้	หมายถึง สามารถระบุได้ว่านำวิธีการแก้ปัญหานี้ไปใช้แก้ปัญหา ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น
1 ต้องปรับปรุง	หมายถึง ไม่สามารถระบุได้ว่าวิธีการแก้ปัญหานี้นำไปใช้แก้ปัญหา อื่นได้

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึง ความสามารถในการสืบค้นหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติ การฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ประกอบด้วย

1.ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

แนวทางในการตอบและเกณฑ์การให้คะแนน

การตรวจให้คะแนน ตรวจจากรายงานในรายงานผลการสืบค้นเรื่อง อุณหภูมิ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการตั้งสมมติฐานตามระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ

แนวทางในการตอบ

ถ้าแก้วกระดาษจะเก็บความร้อนได้ดีกว่าแก้วชนิดอื่นดังนั้นถ้าใส่น้ำร้อนในแก้วและตั้งทิ้งไว้ เมื่อเวลาเท่ากัน น้ำในแก้วกระดาษก็จะมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำในแก้วชนิดอื่น

กฎเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการตั้งสมมติฐาน

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	หมายถึง สามารถคาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองสอดคล้องกับปัญหาได้ และระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้องสมบูรณ์
3 ดี	หมายถึง สามารถคาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองสอดคล้องกับปัญหาได้ และระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ไม่ครบถ้วน
2 พอใช้	หมายถึง สามารถคาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองแต่ไม่สอดคล้องกับปัญหา และระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามไม่ได้
1 ต้องปรับปรุง	หมายถึง ไม่สามารถคาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองให้สอดคล้องกับปัญหา และระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามไม่ได้

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้
แนวทางในการตอบและกฎเกณฑ์การให้คะแนน

การตรวจให้คะแนน ตรวจจากรายงานในรายงานผลการสืบค้นเรื่อง อุณหภูมิจากการให้คะแนนทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการตามระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ

แนวทางในการตอบ

วัสดุที่ใช้ทำแก้วในการทดลองนี้หมายถึง กระจก กระจกไข พลาสติก

อุณหภูมิจากการให้คะแนน หมายถึง เมื่อนำภาชนะใส่น้ำร้อนตั้งทิ้งไว้ในห้องช่วงเวลาเท่ากัน แล้วนำในภาชนะยังมีอุณหภูมิสูงอยู่

การวัดอุณหภูมิในที่นี้ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในหน่วย °C

กฎเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	หมายถึง สามารถกำหนดความหมายและขอบเขตต่างๆ ได้ครบถ้วนสมบูรณ์
3 ดี	หมายถึง สามารถกำหนดความหมายและขอบเขตต่างๆ ได้ไม่ครบ
2 พอใช้	หมายถึง สามารถกำหนดความหมายและขอบเขตต่างๆ ได้ 1 ข้อ
1 ต้องปรับปรุง	หมายถึง ไม่สามารถกำหนดความหมายและขอบเขตต่างๆ ได้

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ในสมมติฐาน รวมทั้งความสามารถในการควบคุมและการเปลี่ยนค่าตัวแปร
แนวทางในการตอบและกฎเกณฑ์การให้คะแนน

การตรวจให้คะแนน ตรวจจากรายงานในรายงานผลการสืบค้นเรื่อง อุณหภูมิจากการให้คะแนนทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรตามระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ

แนวทางในการตอบ

ตัวแปรต้น : วัสดุที่ใช้ทำแก้ว

ตัวแปรตาม : อุณหภูมิ

ตัวแปรควบคุม : ปริมาณน้ำ อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น ขนาดของแก้ว เวลาที่ใช้ เทอร์มอมิเตอร์

กฎเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม สอดคล้องกับสมมติฐาน และเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรได้ถูกต้อง
3 ดี	หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม สอดคล้องกับสมมติฐานได้
2 พอใช้	หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่ง ตัวแปรต้น และตัวแปรตามได้ ไม่สามารถชี้บ่งตัวแปรควบคุม
1 ต้องปรับปรุง	หมายถึง ไม่สามารถชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

ทักษะการปฏิบัติการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองและการบันทึกผลการทดลองรูปแบบต่างๆ แนวทางในการตอบและกฎเกณฑ์การให้คะแนน

การตรวจให้คะแนน ตรวจจากรายงานในรายงานผลการสืบค้นเรื่อง อุณหภูมิ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการปฏิบัติการทดลองตามระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ

แนวทางในการตอบ

ออกแบบการทดลองเพื่อสืบค้นเรื่อง อุณหภูมิ เขียนเป็นข้อๆ เลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้แก่เทอร์มอมิเตอร์วัดได้ถูกต้อง ใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง ระบุตัวแปรต้นในการเทน้ำร้อนลงในแก้วชนิดต่างๆ บันทึกผลการทดลองระหว่างตัวแปรได้ชัดเจนถูกต้อง เขียนกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุที่ใช้ทำแก้วกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงได้ และตรวจสอบสมมติฐานได้

กฎเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการปฏิบัติการทดลอง

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	หมายถึง สามารถออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และบันทึกผลการทดลองในรูปแบบตารางและกราฟได้ตามสมมติฐาน
3 ดี	หมายถึง สามารถออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และบันทึกผลการทดลองในรูปแบบตารางได้ ไม่สามารถเขียนกราฟได้
2 พอใช้	หมายถึง สามารถออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลองไม่สมบูรณ์
1 ต้องปรับปรุง	หมายถึง ไม่สามารถออกแบบการทดลองได้ครบตามสมมติฐาน ปฏิบัติการทดลอง และบันทึกผลการทดลองไม่ครบ

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

แนวทางในการตอบและกฎเกณฑ์การให้คะแนน

การตรวจให้คะแนน ตรวจจากรายงานในรายงานผลการสืบค้นเรื่อง อุณหภูมิจากการให้คะแนนทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ตามระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ

แนวทางในการตอบ

อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคือ ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำแก้วกับเวลา อธิบายแนวโน้มของเส้นกราฟได้ว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นอุณหภูมิจะลดลง และสรุปได้ว่าวัสดุที่ใช้ทำแก้วชนิดไหนที่อุณหภูมิ

กฎเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	หมายถึง สามารถแปลความหมายของข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม จากตารางและกราฟได้
3 ดี	หมายถึง สามารถแปลความหมายข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามจากตารางได้
2 พอใช้	หมายถึง สามารถแปลความหมายข้อมูลได้จากตารางได้ไม่ชัดเจน
1 ต้องปรับปรุง	หมายถึง ไม่สามารถแปลความหมายข้อมูลจากตารางและกราฟได้

แบบประเมินคุณภาพการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วย วิธีการสืบค้น

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาพิจารณา ความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ของการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น ขอให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านและขอความกรุณาเขียนข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางใน

การปรับปรุงการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นต่อไป

แบบประเมินแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ประเมินความเหมาะสมของการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น เป็นการพิจารณาส่วนประกอบต่างๆ ของการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นว่ามีความเหมาะสมเพียงใด

ตอนที่ 2 ประเมินความสอดคล้องของการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น เป็นการพิจารณาส่วนประกอบต่างๆ ของการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้นว่ามีความสอดคล้องกันเพียงใด

ตอนที่ 1 ความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเหมาะสมที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง(3)	น้อย (2)	น้อย ที่สุด (1)
1.ปัญหาและข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการกำหนดการจัดกระบวนการเรียนรู้					
2.การกำหนดขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้					
3.ความสอดคล้องของขั้นตอนต่างๆของการจัดกระบวนการเรียนรู้					
4.การวางแผนและกำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอน					
5.องค์ประกอบการเรียนการสอน					
6. การกำหนดวิธีดำเนินการในขั้นตอนการสอนการจัดกระบวนการเรียนรู้					
7.การกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติและการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน					
8.การกำหนดวิธีดำเนินการในขั้นตอนการประเมินผลสำหรับกิจกรรม					
9.ระยะเวลาที่กำหนดกับกิจกรรมการเรียนการสอน					
10. ภาษาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 ความสอดคล้องของการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	สอดคล้อง (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)
1. ปัญหาและความสำคัญกับหลักการของหลักสูตร			
2. ปัญหาและความสำคัญกับเป้าหมายของหลักสูตร			
3. ปัญหาและความสำคัญกับจุดประสงค์หลักสูตร			
4. หลักการกับจุดประสงค์ของหลักสูตร			
5. หลักการกับกิจกรรมกับการเรียนการสอน			
6. หลักการกับการประเมินผลการจัดกิจกรรม			
7. เป้าหมายกับจุดประสงค์ของการจัดกิจกรรม			
8. จุดประสงค์กับเป้าหมายของการจัดกิจกรรม			
9. จุดประสงค์กับกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน			
10. เนื้อหากับกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้			
11. เนื้อหากับสื่อประกอบการจัดกระบวนการเรียนรู้			
12. กิจกรรมกับการเรียนการสอนกับสื่อประกอบ			
13. กิจกรรมการเรียนการสอนกับการประเมินผล			
			
			
			
	...		

ข้อเสนอแนะ

เพิ่มเติม.....

เกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมของโครงร่างการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสืบค้น

เกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมของโครงร่างการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น เป็นการนำเอาคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาแปลงเป็นคะแนนดังนี้ (พวงรัตน์ ทีวีรัตน์.2535:124)

มีความเห็นว่า เหมาะสมที่สุด	ให้คะแนนเป็น 5
มีความเห็นว่า เหมาะสมมาก	ให้คะแนนเป็น 4
มีความเห็นว่า เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนนเป็น 3
มีความเห็นว่า เหมาะสมน้อย	ให้คะแนนเป็น 2
มีความเห็นว่า เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนนเป็น 1

การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ย

จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญโดยเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00	หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49	หมายถึง เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49	หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49	หมายถึง เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49	หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสม ถ้าค่าเฉลี่ยมีค่าตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป ถือว่าประเด็นนั้นมีความเหมาะสมไม่ต้องปรับปรุง ถ้าต่ำกว่านั้นต้องปรับปรุงให้เหมาะสม

เกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้องของโครงร่างการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

การประเมินความสอดคล้อง ใช้ดัชนีความสอดคล้องเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน นำมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้

มีความเห็นว่า สอดคล้อง	กำหนดคะแนนเป็น +1
มีความเห็นว่า ไม่แน่ใจ	กำหนดคะแนนเป็น 0
มีความเห็นว่า ไม่สอดคล้อง	กำหนดคะแนนเป็น -1

เมื่อรวมคะแนนและแทนค่าในการหาค่าดัชนีความสอดคล้องแล้ว พบว่า มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จะพิจารณาว่าใช้ได้โดยไม่ต้องปรับปรุง แต่ถ้าพบน้อยกว่า 0.5 จะต้องปรับปรุงตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดผลการเรียนรู้ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

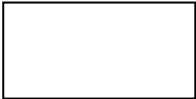
ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ	ข้อสอบ	ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ			ข้อควรปรับปรุง
		สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)	
ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง	1.ความแรงเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเกิดจาก ก.แรงดึงดูดของโลก ข.แรงดึงดูดของโลกกับวัตถุ /ค.แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุด้วยความเร่ง ง.แรงดึงดูดของโลกที่กระทำกับวัตถุด้วยความเร็ว 2.การกระเด็นเกิดจาก ก.วัตถุสะท้อนออกจากตัวรับ ข.การเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ค.การชนแบบยืดหยุ่น /ง.วัตถุกระทบพื้นด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกและเป็นแบบยืดหยุ่น 3.เมื่อดีดลูกโป่งแล้วลูกโป่งลอยในอากาศได้ไม่นาน เป็นเพราะ ก. แรงโน้มถ่วงของโลก ข.น้ำหนักของลูกโป่งมากกว่าอากาศ /ค.แรงตีสั้นน้อยกว่าแรงโน้มถ่วงของโลก ง.ลูกโป่งไม่มีแรงยกตัว 4.ความหนืดของลาวาเกิดจาก ก.มีหินเหลว ข.ความร้อนของลาวา ค.แรงเสียดทาน / ง.โมเลกุลของของเหลวมีแรงดึงดูดกระทำซึ่งกันและกันมาก				

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ	ข้อสอบ	ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ			ข้อควร ปรับปรุง
		สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)	
ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ วิทยาศาสตร์	1.แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ คือ /ก.แรงดล ข.แรงเสียดทาน ค.แรงกระเด็น ง.แรงกระทบ 2.แรงปฏิกิริยาหมายถึงแรงชนิดใด ก.แรงที่มากระทำกับวัตถุ /ข.แรงที่วัตถุได้ตอบต่อแรงที่มากระทำ ค.แรงที่โลกดึงวัตถุไว้ ง.แรงต้านของวัตถุ 3.แรงเสียดทานหมายถึงแรงใด ก.แรงที่วัตถุกระทำกับพื้นผิว /ข.แรงที่วัตถุสองชนิดเสียดสีกัน ค.แรงที่วัตถุกระทำกับโลก ง.แรงที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ 4.คาบของการแกว่ง หมายถึง ก.เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของลูกตุ้ม ข.ระยะเวลาที่ลูกตุ้มเคลื่อนที่ไป หรือกลับ /ค.ระยะเวลาที่ลูกตุ้มเคลื่อนที่ ไป-กลับ 1 รอบ ง.เวลาทั้งหมดที่ลูกตุ้มแกว่งจนหยุด				

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ	ข้อสอบ	ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ			ข้อควรปรับปรุง
		สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)	
ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์	1.ข้อใดควรเป็นตัวอย่างของเพนดูลัม ก.ลูกบอลตกลงบนพื้น /ข.ชิงช้าเด็กเล่น ค.รถไฟเหาะตีลังกา ง.ไม้กระดก 2.เครื่องร่อนที่บินอยู่ได้อาศัยหลักการใด /ก.แรงยกตัวของปีก ข.แรงขับไปข้างหน้า ค.แรงพยุงของอากาศ ง.น้ำหนักเครื่องร่อนเบากว่าอากาศ 3.ลาวาไหลได้เร็วและไกลได้ เกิดจาก ก.มีความหนืดมาก /ข.มีความเข้มข้นน้อย ค.แรงดึงดูดของโลกมาก ง.มีแรงเสียดทานน้อย 4.พลังงานที่เราใช้คั่นดอกตะปูคือพลังงานชนิดใด ก.พลังงานศักย์ /ข.พลังงานจลน์ ค.พลังงานกล ง.พลังงานจากร่างกาย				

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ	ข้อสอบ	ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ			ข้อควรปรับปรุง
		สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)	
ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง	1.โดยทั่วไปเรานิยมการวัดปริมาณความร้อนด้วยเทอร์โมมิเตอร์หน่วยใด /ก.เซลเซียส ข.ฟาเรนไฮต์ ค.โรเมอร์ ง.เคลวิน 2.การวัดความสูงของการปล่อยลูกโป่งใช้หน่วยในการวัดใด ก. นิ้ว ข.เมตร /ค.เซนติเมตร ง.ฟุต 3.เราวัดเวลาของการไหลของน้ำหวนบนพื้นลาดเอียงได้อย่างไร / ก.กำหนดระยะทางให้เท่ากัน แล้วจับเวลา ข.กำหนดเวลาให้เท่ากันแล้ววัดระยะทาง ค.ปล่อยให้น้ำหวนไหลอย่างอิสระแล้วค่อยจับเวลา ง.จับเวลาเป็นช่วงๆ ดูการไหลของน้ำหวนก็ได้ 4.การวัดระยะความสูงของลูกบอลที่กระเด็นขึ้นมาเราวัดอย่างไร ก.วัดจุดที่ลูกบอลเคลื่อนขึ้น ประมาณใกล้จุดสูงสุด ถึงพื้น ข. วัดจุดที่ลูกบอลเคลื่อนที่ตกลงมา ประมาณใกล้จุดสูงสุด ถึงพื้น /ค.วัดโดยเล็งตรงจุดที่ลูกบอลลอยสูงสุดก่อนตก ถึงพื้น ง.ประมาณด้วยสายตาแล้วค่อยวัด ถึงพื้น				



ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ	ข้อสอบ	ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ			ข้อควรปรับปรุง
		สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)	
ความรู้เกี่ยวกับลำดับชั้นและ แนวโน้ม	1.ข้อใดไม่ใช่ลำดับขั้นตอนของการออกแบบการทดลอง ก.รู้ตัวแปร ตั้งสมมติฐาน ปัญหา ระบุตัวแปร ออกแบบการทดลอง /ข.ปัญหา ตั้งสมมติฐาน ระบุตัวแปร ออกแบบการทดลอง ค.ระบุตัวแปร ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ตั้งปัญหา ง.ปัญหา ระบุตัวแปร ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง 2.ในการปล่อยลูกบอลให้ตกพื้นแต่ละครั้งนักเรียนจะต้องควบคุมที่สำคัญที่สุด อะไร /ก.คนที่ปล่อย ข.วิธีการปล่อย ค.เวลาในการปล่อย ง.ความสูงของการปล่อย 3.ข้อใดไม่ใช่ขั้นตอนของการวัดระยะทาง ก.เลือกอุปกรณ์ที่จะวัด ข.หาอุปกรณ์ที่มีมาตรในการวัดที่เหมาะสม ค.ศึกษาวิธีการวัด /ง.ทำการวัดด้วยไม้เมตรทันที 4.ในการทดลองทำไมต้องทำซ้ำ ก.เพื่อหาค่าเฉลี่ย ข. กลัวว่าจะทำผิด /ค.หาความเชื่อมั่นว่าวิธีวัดนั้นถูกต้องหรือไม่ ง.ลองทำดูถ้าผลครั้งไหนดีก็เลือกเอาผลนั้น				

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ	ข้อสอบ	ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ			ข้อควรปรับปรุง
		สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)	
ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำพวกประเภท และเกณฑ์ต่างๆ	1.ทิศทางของแรงต่อไปนี้เป็นแรงในข้อใดไม่อยู่ในแนวเดียวกัน ก.แรงโน้มถ่วงของโลก ข.แรงกิริยาของวัตถุที่วางไว้ ค.แรงสะท้อนของลูกบอล ง.แรงเนื่องจากความเร่งในการตก 2.ข้อใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับการไหลของลวาว ก.ความหนืด ข.ความตึงผิว ค.แรงเสียดทาน ง.การสะท้อน 3.ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับการตกของลูกบอล ก.น้ำหนักของลูกบอล ข.ความสูงในการปล่อย ค.พื้นผิว /ง.แรงลอยตัว 4.ไม่ใช่เป็นการดูดความร้อน ก.การละลายของน้ำแข็ง ข.การกลายเป็นไอ ค.การเดือดของน้ำ /ง.การเกิดฝน				

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ	ข้อสอบ	ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ			ข้อควรปรับปรุง
		สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)	
ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและ กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์	1.เราควรใช้เครื่องมือใดสำหรับวัดปริมาตรของสาร /ก.กระบอกตวงตวง ข.ไม้บรรทัด ค.ตาชั่ง ง.เทอร์มอมิเตอร์ 2.เครื่องมือใดที่ใช้วัดความสูงของการกระเด็นของลูกบอลได้ดี ก.ไม้บรรทัด /ข.ไม้เมตร ค.เทปวัด ง.เชือกวัด 3.เมื่อนำน้ำร้อนมาตั้งทิ้งไว้ให้อุ่นนาน คำว่าอุ่นนานเราจะใช้เครื่องมือใดวัด /ก.เทอร์มอมิเตอร์ ข.นาฬิกาจับเวลา ค.ทั้งเทอร์มอมิเตอร์และนาฬิกา ง.เครื่องตรวจวัดจากคอมพิวเตอร์ 4.ความยาวของเชือกวัดระยะของลูกตุ้ม เราจะวัดจากจุดหมุนถึงส่วนไหนของ ลูกตุ้ม ก.ผิวตอนบนที่ติดกับเชือก ข.กึ่งกลางลูกตุ้ม ค.ผิวด้านล่างสุดของลูกตุ้ม ง.ตรงไหนก็ได้ของลูกตุ้ม				

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ	ข้อสอบ	ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ			ข้อควรปรับปรุง
		สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)	
ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์	1.เมื่อลาวาแข็งตัวจะเกิดเป็นหินชนิดใด ก.หินแกรนิต /ข.หินอัคนี ค.หินอ่อน ง.หินทราย 2.ถ้าปล่อยก้อนเหล็กมีมวล 100g ก้อนทองเหลืองมวล 150 g และก้อนหินมวล 200 g ที่ความสูง 20 m ก้อนไหนจะตกถึงพื้นดินก่อนกัน ก. เหล็ก ข.ทองเหลือง ค.หิน /ง.ถึงพร้อมกัน 3.เมื่อวัตถุได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร /ก.โมเลกุลจะสั่นสะเทือน ข.โมเลกุลจะเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว ค.โมเลกุลจะถูกทำลาย ง.โมเลกุลไม่เปลี่ยนแปลง 4.เมื่อแกว่งตุ้มที่มีความยาวเชือกมากๆ ลักษณะการแกว่งจะเป็นอย่างไร ก.แนวเส้นตรง ข.แนวเส้นเฉียง /ค.เป็นวงกลมรูปกรวยในแนวนอน ง.ไม่มีทิศทางในการแกว่ง				

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ	ข้อสอบ	ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ			ข้อควรปรับปรุง
		สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)	
ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและผังมโนทัศน์	1.ข้อต่อไปนี ข้อใดไม่ใช่การถ่ายเทความร้อน ก.การนำความร้อน ข.การพาความร้อน ค.การแผ่รังสี /ง.การกระจายความร้อน 2.การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาไม่เกี่ยวข้องกับแรงในข้อใด ก.แรงโน้มถ่วงของโลก ข.น้ำหนักของลูกตุ้ม /ค.แรงเสียดทาน ง.ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก 3.ข้อใดไม่ใช่ แรงที่เกี่ยวกับการบินของเครื่องบิน ก.แรงยกตัว ข.แรงดึงดูดของโลก /ค.แรงดล ง.แรงขับไปข้างหน้า 4.ข้อต่อไปนีข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับการตกของลูกบอลลงบนพื้น ก.เกิดการสะท้อน ข.เกิดการกระเด็น ค.เกิดการยืดหยุ่น /ง.เกิดแรงเสียดทาน				

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ	ข้อสอบ	ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ			ข้อควรปรับปรุง
		สอดคล้อง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)	
การระบุถึงความรู้ที่อยู่ในรูปแบบใหม่ๆ การแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นสัญลักษณ์อื่น	1.ผลิตภัณฑ์ข้อใดที่ไม่ใช่หลักของความหนืดของของเหลว ก.น้ำยาล้างจาน ข.โลชั่นทาผิว /ค.น้ำดื่ม ง.น้ำมัน 2. เครื่องเล่นในสวนสนุกข้อใดที่ใช้หลักของเพนดูลัม ก.ม้าหมุน /ข.เรือไวคิง ค.รถไฟเหาะตีลังกา ง.ชิงช้าสวรรค์ 1.คาบของการแกว่งนักเรียนหาได้อย่างไร ก.วัดจากการแกว่งครบ 1 รอบ ข.วัดจากการแกว่งหลายๆครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย /ค.กำหนดการหาคาบของการแกว่งได้จากการแกว่ง 10 คาบ จับเวลาแล้วหาค่าเฉลี่ย ง.ถามจากการทดลองของกลุ่มเพื่อนใกล้เคียงแล้วหาค่าเฉลี่ย 2.เมื่อปล่อยให้ลูกบอลตกลงบนพื้น นักเรียนจะเขียนทิศทางของการกระเด็นของลูกบอลได้ตามข้อใด ก.  ข.  ค.  ง. 				

แบบประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา

เกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้เป็นแบบรูบริคส์ (Rubric) 4 ระดับ

แนวการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน	ความเหมาะสมของเกณฑ์			ข้อควรปรับปรุง
		เหมาะสม (3)	ไม่แน่ใจ (2)	ไม่เหมาะสม (1)	
1.อธิบายได้ว่า ปัญหาของน้องเดียวคือต้องการตีไม้โล่อื่นๆ หลังจากตั้งทิ้งไว้ช่วงแฉ่งตัวจะไปโรงเรียน ซึ่งสาเหตุที่นมไม่อุ่นเพราะแก้วที่ใช้ทำจากวัสดุที่ไม่กักเก็บความร้อนไว้นาน จึงคิดหาวัสดุที่จะเก็บความร้อนได้ดีกว่าแก้วที่ใช้ที่บ้านซึ่งเห็นจากร้านสะดวกซื้อ เป็นแก้วกระดาศ แก้วพลาสติก และแก้วที่เคลือบไข	การทำความเข้าใจกับปัญหา 4 คะแนน เมื่อระบุได้ว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไร จะสืบค้นได้อย่างไรได้อย่างถูกต้องครบสมบูรณ์ 3 คะแนน เมื่อระบุได้ว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุจากอะไร จะสืบค้นได้อย่างไร ยังไม่ถูกต้องครบ 2 คะแนน เมื่อระบุได้ว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุจากอะไร ได้ถูกต้อง ไม่สามารถระบุได้ว่าจะสืบค้นได้อย่างไร 1 ไม่สามารถระบุได้ว่าปัญหาคืออะไรได้ ไม่สามารถระบุสาเหตุของปัญหา และไม่สามารถระบุว่าจะสืบค้นได้อย่างไร				

แนวการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน	ความเหมาะสมของเกณฑ์			ข้อควรปรับปรุง
		เหมาะสม (3)	ไม่แน่ใจ (2)	ไม่เหมาะสม (1)	
2. สามารถตั้งสมมติฐานได้ว่า แก้วกระดาษจะเก็บความร้อนได้ดีกว่าแก้วพลาสติกและแก้วกระดาษเคลือบแล้ว ออกแบบการทดลองโดยเอา แก้วทั้งสามชนิด ใส่น้ำร้อนใน ปริมาณเท่ากันตั้งทิ้งไว้โดยใช้ เทอร์มอมิเตอร์วัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นช่วงเวลา ที่เท่ากันแล้ว ทดลอง 3 ครั้งนำ ค่าเฉลี่ยที่ได้ไปเขียนเป็นกราฟ เส้น ได้อย่างถูกต้อง	การวางแผนแก้ปัญหา 4 คะแนน หมายถึงสามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีการทดลองและแนวทาง ประเมินผลได้ถูกต้องสมบูรณ์ 3 คะแนน หมายถึง สามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีการทดลองได้บ้าง ระบุ แนวทางประเมินได้สอดคล้องกับวิธีการทดลอง 2 คะแนน หมายถึง สามารถตั้งสมมติฐานได้ กำหนดวิธีการทดลองได้บ้าง ระบุแนวทางประเมินไม่สอดคล้องกับวิธีการทดลอง 1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีการทดลองและแนวทาง ประเมินผลไม่ได้				
3. นักเรียนลงมือแก้ปัญหา	การลงมือแก้ปัญหา 4 คะแนน หมายถึงสามารถลงมือแก้ปัญหาตามที่วางแผนได้ ถูกต้องสมบูรณ์ 3 คะแนน หมายถึง สามารถลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ได้มากกว่า 1 ข้อแต่ไม่ครบทุกข้อ				

แนวการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน	ความเหมาะสมของเกณฑ์			ข้อควรปรับปรุง
		เหมาะสม (3)	ไม่แน่ใจ (2)	ไม่เหมาะสม (1)	
4. ทำการทดลองตามแผนที่วางไว้ เป็นขั้นตอน มีการสังเกต การวัดอุณหภูมิเป็นช่วงๆ ทุกๆ 2 นาที บันทึกผลลงในตาราง ทำซ้ำอีก 2 ครั้งแล้วไปหาค่าเฉลี่ย นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ของแก้วที่ทำจากวัสดุแต่ละชนิดได้กราฟ 3 เส้น เปรียบเทียบกัน	2 คะแนน หมายถึง สามารถลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ได้ 1 ข้อ 1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ได้ การประเมินผลการแก้ปัญหา 4 คะแนน หมายถึง สามารถประเมินได้ว่าผลที่ได้ถูกต้องสามารถแก้ปัญหาได้ ถ้าไม่บรรลุผลก็กลับไปทบทวนการวางแผนแก้ปัญหาใหม่ได้ 2 คะแนน หมายถึง สามารถประเมินได้ว่าผลที่ได้ถูกต้องสามารถแก้ปัญหาได้ ถ้าผลไม่บรรลุก็ไม่กลับไปทบทวนวางแผนใหม่ 3 คะแนน หมายถึง สามารถประเมินได้ว่าผลที่ได้ถูกต้องแก้ปัญหาได้บางส่วน 1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถประเมินผลที่ได้ว่าถูกต้องแก้ปัญหาได้				
5.บอกได้ว่าการสืบค้นโดยวิธีนี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆได้ การหาวัสดุมาทำจนจนกันความร้อน โดยนำวัสดุที่เป็นฉนวนต่างชนิดกัน	การนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น 4 คะแนน หมายถึง สามารถในการระบุได้ว่าวิธีการแก้ปัญหานี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆได้ 4 คะแนน หมายถึง สามารถในการระบุได้ว่าวิธีการแก้ปัญหานี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้บางปัญหานั้น				

แนวการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน	ความเหมาะสมของเกณฑ์			ข้อควรปรับปรุง
		เหมาะสม (3)	ไม่แน่ใจ (2)	ไม่เหมาะสม (1)	
มาหุ้มแก้วแล้วทำการทดลองเหมือนเดิม กฎเกณฑ์การให้คะแนนการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น.	2 หมายถึง สามารถระบุได้ว่านำวิธีการแก้ปัญหานี้ไปใช้แก้ปัญห ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น 1 หมายถึง ไม่สามารถระบุได้ว่าวิธีการแก้ปัญหานี้นำไปใช้แก้ปัญห อื่นได้				

แบบประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

เกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้เป็นแบบรูบริกส์ (Rubric) 4 ระดับ

แนวการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน	ความเหมาะสมของเกณฑ์			ข้อควรปรับปรุง
		เหมาะสม (3)	ไม่แน่ใจ (2)	ไม่เหมาะสม (1)	
1. ถ้าแก้วกระดาษจะเก็บความร้อนได้ดีกว่าแก้วชนิดอื่น ดังนั้นถ้าใส่น้ำร้อนในแก้วและตั้งทิ้งไว้ เมื่อเวลาเท่ากัน น้ำในแก้วกระดาษก็จะมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำในแก้วชนิดอื่น	ทักษะการตั้งสมมติฐาน 4 คะแนน หมายถึง สามารถคาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองสอดคล้องกับปัญหาได้ และระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้องสมบูรณ์ 3 คะแนน หมายถึง สามารถคาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองสอดคล้องกับปัญหาได้ และระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ไม่ครบถ้วน 2 คะแนน หมายถึง สามารถคาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองแต่ไม่สอดคล้องกับปัญหา และระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามไม่ได้ 1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถคาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองให้สอดคล้องกับปัญหา และระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามไม่ได้				

แนวการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน	ความเหมาะสมของเกณฑ์			ข้อควรปรับปรุง
		เหมาะสม (3)	ไม่แน่ใจ (2)	ไม่เหมาะสม (1)	
2. วัสดุที่ใช้ทำแก้วในการทดลองนี้หมายถึงกระดาษกระดาษไข พลาสติก ช้อน นาน หมายถึง เมื่อนำภาชนะใส่น้ำร้อนตั้งทิ้งไว้ในห้องช่วงเวลาเท่ากัน แล้วน้ำในภาชนะยังมีอุณหภูมิสูงอยู่ การวัดอุณหภูมิในที่นี้ใช้เทอร์โมมิเตอร์ในหน่วย °C	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4 คะแนน หมายถึง สามารถกำหนดความหมายและขอบเขตต่างๆได้ครบถ้วนสมบูรณ์ 3 คะแนน หมายถึง สามารถกำหนดความหมายและขอบเขตต่างๆได้ไม่ครบ 2 คะแนน หมายถึง สามารถกำหนดความหมายและขอบเขตต่างๆ ได้ 1 ข้อ 1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถกำหนดความหมายและขอบเขตต่างๆได้				
3. ตัวแปรต้น : วัสดุที่ใช้ทำแก้ว ตัวแปรตาม : อุณหภูมิ ตัวแปรควบคุม : ปริมาณน้ำ อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น ขนาดของแก้ว เวลาที่ใช้ เทอร์โมมิเตอร์	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 4 คะแนน หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม สอดคล้องกับสมมติฐาน และเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรได้ถูกต้อง 3 คะแนน หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม สอดคล้องกับสมมติฐานได้ 2 คะแนน หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่ง ตัวแปรต้น และตัวแปรตามได้ ไม่สามารถชี้บ่งตัวแปรควบคุม 1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม				

แนวการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน	ความเหมาะสมของเกณฑ์			ข้อควรปรับปรุง
		เหมาะสม (3)	ไม่แน่ใจ (2)	ไม่เหมาะสม (1)	
4. ออกแบบการทดลองเพื่อ สืบค้นเรื่อง อุณหภูมิ เขียนเป็น ข้อๆ เลือกใช้เครื่องมือในการ วัดได้แก่เทอร์มอมิเตอร์วัดได้ ถูกต้อง ใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง ระมัดระวังในการเทน้ำร้อนลงใน แก้วชนิดต่างๆ บันทึกผล การทดลองระหว่างตัวแปรได้ ชัดเจนถูกต้อง เขียนกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของ วัสดุที่ใช้ทำแก้วกับอุณหภูมิที่ เปลี่ยนแปลงได้ และ ตรวจสอบสมมติฐานได้	ทักษะการปฏิบัติการทดลอง 4 คะแนน หมายถึง สามารถออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และบันทึก ผลการทดลองในรูปแบบตารางและกราฟได้ตามสมมติฐาน 3 คะแนน หมายถึง สามารถออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และ บันทึก ผลการทดลองในรูปแบบตารางได้ ไม่สามารถเขียนกราฟได้ 2 คะแนน หมายถึง สามารถออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลองไม่สมบูรณ์ 1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถออกแบบการทดลองได้ครบตามสมมติฐาน ปฏิบัติการทดลอง และบันทึกผลการทดลองไม่ครบ				

แนวการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน	ความเหมาะสมของเกณฑ์			ข้อควรปรับปรุง
		เหมาะสม (3)	ไม่แน่ใจ (2)	ไม่เหมาะสม (1)	
5.อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคือ ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำแก้วกับเวลาอธิบายแนวโน้มของเส้นกราฟได้ว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นอุณหภูมิจะลดลง และสรุปได้ว่าวัสดุที่ใช้ทำแก้วชนิดไหนที่อุณหวน.	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 4 คะแนน หมายถึง สามารถแปลความหมายของข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม จากตารางและกราฟได้ 3 คะแนน หมายถึง สามารถแปลความหมายข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามจากตารางได้ 2 คะแนน หมายถึง สามารถแปลความหมายข้อมูลได้จากตารางได้ไม่ชัดเจน 1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถแปลความหมายข้อมูลจากตารางและกราฟได้				

แบบประเมินแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 40 ข้อ

ข้อ	ข้อความ	การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ			ข้อควรปรับปรุง
		ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)	
1	ข้าพเจ้าไม่ชอบเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (1)				
2	ข้าพเจ้าชอบซักถามสิ่งที่สงสัยในขณะที่เรียนวิทยาศาสตร์ (1)				
3	ข้าพเจ้าแข็งที่จะเรียนรู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์ (1)				
4	ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกที่ได้เรียนรู้อะไรใหม่ๆในวิชาวิทยาศาสตร์ (1)				
5	การเรียนวิชาอื่นน่าสนใจกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ (1)				
6	ข้าพเจ้ากระหายใคร่รู้ในเหตุและผลของสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต (1)				
7	เพื่อนคอยกระตุ้นให้ข้าพเจ้าตั้งใจเรียนในชั่วโมงวิทยาศาสตร์(1)				
8	ข้าพเจ้าชอบชมนิทรรศการความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์(1)				
9	การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องน่าเบื่อ(1)				
10	ข้าพเจ้าชอบเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการศึกษาค้นคว้า (1)				
11	ข้าพเจ้าเบื่อที่จะทำการทดลองซ้ำๆก่อนที่จะสรุปผลการทดลอง(3)				
12	ข้าพเจ้าทำงานจนสำเร็จ โดยไม่ละทิ้งงานกลางคัน (3)				
13	ข้าพเจ้าทำงานทุกอย่างด้วยความทุ่มเทและตั้งใจ (3)				
14	ข้าพเจ้าไม่ชอบกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้เวลา(3)				

15	ข้าพเจ้าคิดว่าไม่มีกิจกรรมหรืองานใดๆ ที่จะสำเร็จได้ง่ายโดยปราศจากความมุ่งมั่นและอดทนในการปฏิบัติงาน (3)				
16	ข้าพเจ้าไม่สามารถจดจ่ออยู่กับการกิจกรรมวิทยาศาสตร์ได้นาน (3)				
17	เมื่อข้าพเจ้าเริ่มทำสิ่งใดแล้ว จะพยายามมุ่งมั่นจะทำจนสำเร็จ (3)				
18	ข้าพเจ้าชอบทำงานที่ง่ายและไม่มี ความยุ่งยากมาก (3)				
19	ข้าพเจ้าอดทนทำงานเพื่อรอคอยผลของความสำเร็จได้ (3)				
20	เมื่อมีใครที่ตำหนิงานที่ปฏิบัติอยู่ จะทำให้ข้าพเจ้าหมดกำลังใจ (3)				
21	เมื่อข้าพเจ้าทำงานที่ได้รับมอบหมาย ไม่ทันตามกำหนดข้าพเจ้าจะยอมรับผิดและชี้แจงเหตุผล (2)				
22	ข้าพเจ้าขอให้ครูให้คะแนนพิเศษในกิจกรรมโครงการ (2)				
23	ข้าพเจ้าเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น (2)				
24	เมื่อเพื่อนทำการบ้านไม่ได้ข้าพเจ้าจะให้เพื่อนลอก (2)				
25	ข้าพเจ้าจะสามารถเอาชนะตนเองในการไม่ลอกผลงานของผู้อื่น (2)				
26	ในการทำโครงการการเอาเปรียบกัน เพื่อให้ได้คะแนนมากย่อมเป็นเรื่องธรรมดา (2)				
27	ข้าพเจ้าปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายอย่างตรงไปตรงมา(2)				
28	เมื่อข้าพเจ้าทำการทดลองผิดพลาด ข้าพเจ้าจะลอกผลการทดลองของเพื่อนส่งครู (2)				
29	ข้าพเจ้าจะเป็นผู้ที่เพื่อนเชื่อถือและให้ความไว้วางใจในความซื่อตรง (2)				

30	ข้าพเจ้าเชื่อว่าการให้คนอื่นคิดว่าสิ่งที่ ผิดกลายเป็นถูกได้แสดงว่าเป็นคน ฉลาด (2)				
31	ข้าพเจ้ายึดมั่นและปฏิบัติตาม ขั้นตอนการทดลองมากกว่าปฏิบัติ ตามผู้อื่น (4)				
32	ข้าพเจ้าพร้อมที่จะยอมรับความ ผิดพลาด เมื่อสิ่งเหล่านั้นเป็นผลจาก การปฏิบัติงานของข้าพเจ้า (4)				
33	ข้าพเจ้ายอมรับฟังความคิดเห็นของ เพื่อนในกลุ่มที่ต่างจากของตนเอง(4)				
34	ความคิดเห็นของผู้อื่นทำให้ข้าพเจ้า เกิดการไขว่เขวและผิดพลาดได้ (4)				
35	เมื่อมีผู้อื่นดำเนินการทดลอง ข้าพเจ้า จะฟังและนำมาพิจารณาแก้ไข (4)				
36	ข้าพเจ้าไม่เปิดโอกาสให้ใครแสดง ความคิดเห็นเกี่ยวกับงานของ ข้าพเจ้า (4)				
37	ข้าพเจ้าจะขอความคิดเห็นและ ข้อเสนอแนะของผู้อื่นในการทำงาน(4)				
38	ข้าพเจ้าจะหาแนวร่วมเพื่อให้ผู้อื่น ยอมรับความคิดเห็นแม้ว่าจะไม่ ถูกต้อง(4)				
39	ข้าพเจ้าเต็มใจให้ผู้อื่นแสดงความ คิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง (4)				
40	ข้าพเจ้าเชื่อมั่นในความคิดเห็นและ การตัดสินใจของตนเองโดยไม่ต้อง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น(4)				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์

- 1.ค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.ค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของจิตวิทยาศาสตร์
- 3.ค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา
- 4.ค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- 5.ค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าดัชนีความสอดคล้องและการแปลความหมายของความเหมาะสมและความสอดคล้องการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

ตารางผนวก 1 ตารางค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าความยากง่าย
ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

ข้อ	ระดับความเหมาะสม		IC	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)
	$\bar{X}$	S.D.			
1	5.00	0.00	1.00	0.36	0.80
2	5.00	0.00	1.00	0.61	0.30
3	5.00	0.00	1.00	0.61	0.40
4	5.00	0.00	1.00	0.58	0.70
5	5.00	0.00	1.00	0.75	0.50
6	4.60	0.89	0.80	0.67	0.40
7	5.00	0.00	1.00	0.31	0.40
8	5.00	0.00	1.00	0.61	0.60
9	5.00	0.00	1.00	0.69	0.30
10	5.00	0.00	1.00	0.69	0.40
11	5.00	0.00	1.00	0.78	0.50
12	5.00	0.00	1.00	0.44	0.40
13	5.00	0.00	1.00	0.61	0.70
14	5.00	0.00	1.00	0.36	0.60
15	4.60	0.89	1.00	0.50	0.60
16	5.00	0.00	1.00	0.64	0.30
17	5.00	0.00	1.00	0.42	0.70
18	5.00	0.00	1.00	0.39	0.60
19	5.00	0.00	1.00	0.36	0.50
20	5.00	0.00	1.00	0.75	0.70

พิสัยค่าความยากเฉลี่ย = 0.31 – 0.78

พิสัยค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย = 0.30 – 0.80

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ (Reliability of Test) = .7943

ตารางผนวก 2 ค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

ข้อ	ความเหมาะสม		IC	อำนาจจำแนก t
	$\bar{X}$	S.D.		
1	5.00	0.00	1.00	3.313
2	4.60	0.89	0.80	3.586
3	4.60	0.89	0.80	4.382
4	4.60	0.89	0.80	2.058
5	5.00	0.00	1.00	4.000
6	5.00	0.00	1.00	5.814
7	5.00	0.00	1.00	3.586
8	4.60	0.89	0.80	3.761
9	4.20	0.84	0.60	5.075
10	4.80	0.45	1.00	3.674
11	5.00	0.00	1.00	3.857
12	4.80	0.45	0.80	2.703
13	4.60	0.89	0.80	3.536
14	4.60	0.89	0.80	3.157
15	5.00	0.00	1.00	4.330
16	5.00	0.00	1.00	3.684
17	5.00	0.00	1.00	2.077
18	5.00	0.00	1.00	2.939
19	4.60	0.89	0.80	4.025
20	4.80	0.45	1.00	4.160

อำนาจจำแนก t เฉลี่ย = 3.686

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ (Reliability of Test) = .9051

ตารางผนวก 3 ตารางค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าความเชื่อมั่น
ของแบบวัดการแก้ปัญหา

ข้อ	ระดับความเหมาะสม		IC	ค่าความ เชื่อมั่น
	$\bar{X}$	S.D.		
1	4.60	0.55	1.00	0.984
2	4.80	0.45	1.00	
3	4.80	0.45	1.00	
4	4.60	0.55	1.00	
5	5.00	0.00	1.00	

ตารางผนวก 4 ตารางค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าความเชื่อมั่น
ของแบบวัดทักษะขั้นบูรณาการ

ข้อ	ระดับความเหมาะสม		IC	ค่าความ เชื่อมั่น
	$\bar{X}$	S.D.		
1	4.80	0.45	1.00	0.943
2	4.80	0.45	1.00	
3	5.00	0.00	0.80	
4	5.00	0.00	0.80	
5	4.40	0.89	1.00	

ตารางผนวก 5 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความเหมาะสมของโครงร่าง
การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

รายการประเมิน	M	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
1.ปัญหาและข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการ กำหนดการจัดกระบวนการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
2.การกำหนดขั้นตอนการจัดกระบวนการ เรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.ความสอดคล้องของขั้นตอนต่างๆของ การจัดกระบวนการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
4.การวางแผนและกำหนดแนวทางการจัด การเรียนการสอน	4.40	0.55	มาก
5.องค์ประกอบการเรียนการสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
6.การกำหนดวิธีดำเนินการในขั้นตอน การสอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
7.การกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติและการ จัดการเรียนการสอนในห้องเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
8.การกำหนดวิธีดำเนินการในขั้นตอนการ ประเมินผลสำหรับกิจกรรม	4.80	0.45	มากที่สุด
9.ระยะเวลาที่กำหนดกับกิจกรรมการเรียน การสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
10. ภาษาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
	4.68	0.44	มากที่สุด

ตารางผนวก 6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง และการแปลความหมายของดัชนีความสอดคล้อง
ของโครงร่างการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

รายการประเมิน	IOC	ระดับความ สอดคล้อง
1. ปัญหาและความสำคัญกับหลักการของหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
2. ปัญหาและความสำคัญกับเป้าหมายของหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
3. ปัญหาและความสำคัญกับจุดประสงค์หลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
4. หลักการกับจุดประสงค์ของหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
5. หลักการกับกิจกรรมกับการเรียนการสอน	1.00	สอดคล้อง
6. หลักการกับการประเมินผลการจัดกิจกรรม	0.96	สอดคล้อง
7. เป้าหมายกับจุดประสงค์ของการจัดกิจกรรม	0.96	สอดคล้อง
8. จุดประสงค์กับเป้าหมายของการจัดกิจกรรม	1.00	สอดคล้อง
9. จุดประสงค์กับกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน	1.00	สอดคล้อง
10. เนื้อหา กับกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
11. เนื้อหา กับสื่อประกอบการจัดกระบวนการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมกับการเรียนการสอนกับสื่อประกอบ	1.00	สอดคล้อง
13. กิจกรรมการเรียนการสอนกับการประเมินผล	0.96	สอดคล้อง
ค่าเฉลี่ย	0.99	สอดคล้อง

ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรม การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น

- 1.การทดลองน้ำร้อน
- 2.การทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย
- 3.ตัวอย่างใบกิจกรรมการสืบค้น

การทดลองนำร่อง
ณ โรงเรียนผดุงปัญญา จ.ตาก



นักเรียนทดลองใช้เครื่องมือ



แนะนำเบื้องต้น



ตรวจสอบพื้นฐานที่มี



เดิมที่ยังบกพร่อง



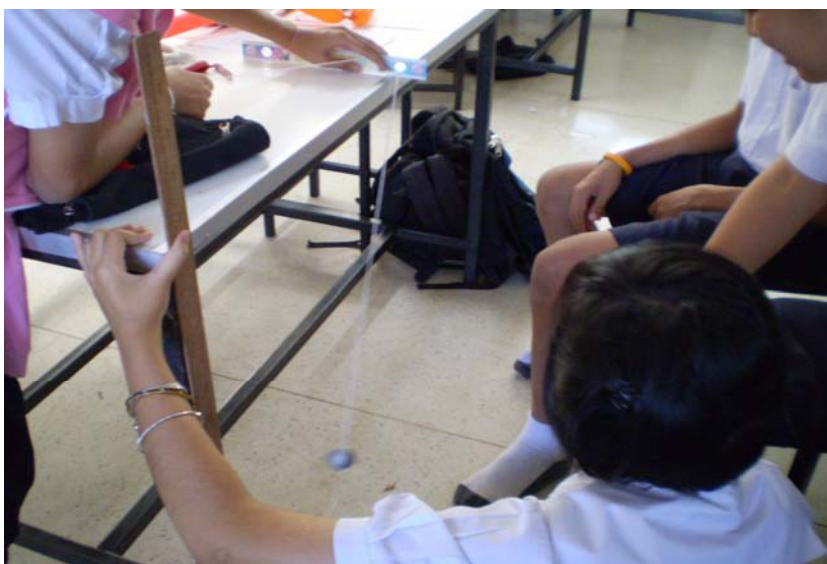
ลูกโป่งจรวด



ลาวาไหล



เคื่องกระดอน



ตุ้มต๋องแต่ง



อุ่นนานๆ



สอบหลังเรียน

ทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย
ชั้น ม.1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม



ทดสอบก่อนเรียน และตรวจสอบทักษะพื้นฐาน รูปแบบที่ 1



รูปแบบที่ 2



รูปแบบที่ 3



เพิ่มเติมที่ขาด



ปฏิบัติการที่ 1 ลูกโป่งจรวด





ปฏิบัติการที่ 3 แต่งกระดอน



ปฏิบัติการที่ 4 ตุ่มต่อ่งแต่ง



บทปฏิบัติการที่ 5 อุ่นน่านๆ



สอบหลังทดลอง



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายอัมรินทร์ อินทร์อยู่
วัน เดือน ปี เกิด	3 พฤศจิกายน 2499
สถานที่เกิด	จังหวัดตาก
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	225 หมู่ 1 ตำบลนครชัยศรี อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม 73120
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ ระดับ 7
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2551	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ.2530	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนเคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พ.ศ.2523	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พ.ศ.2519	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนตากพิทยาคม จังหวัดตาก