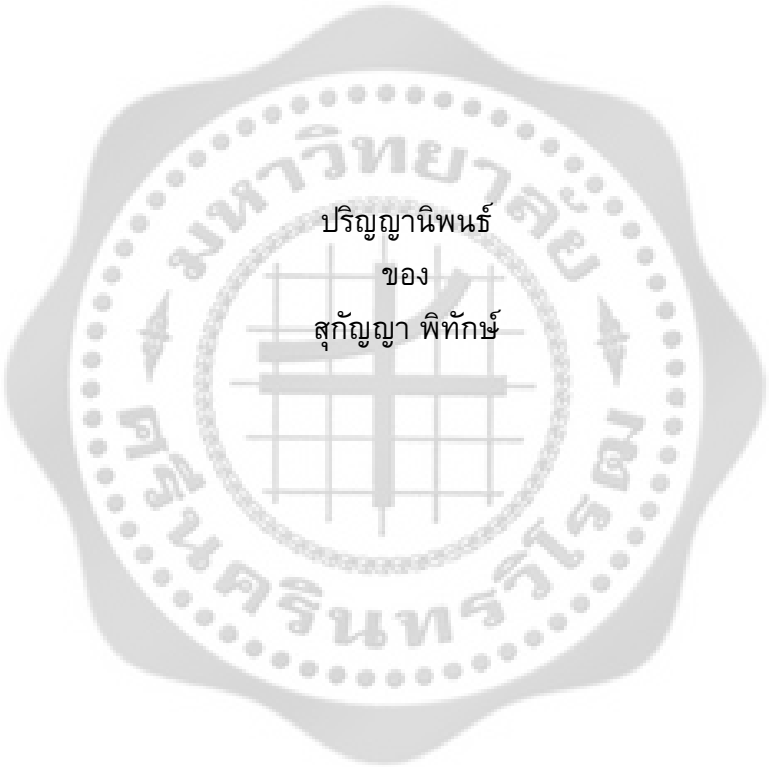
การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD



ปริญญานิพนธ์

ของ

สุกัญญา พิทักษ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กุมภาพันธ์ 2554

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุกัญญา พิทักษ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กุมภาพันธ์ 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

บทคัดย่อ

ของ

สุกัญญา พิทักษ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กุมภาพันธ์ 2554

สุกัญญา พิทักษ์. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี, อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา.

การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชิทิศเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 70 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ห้องเรียนละ 35 คน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งโดยวิธีการจับสลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบแผนการทดลองแบบ Nonrandomized Control Group Pretest - Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติ t - test แบบ Independent Difference Score, t - test แบบ dependent Difference Score และ t - test Independent Sample.

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีความแตกต่างกัน

6. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีความแตกต่างกัน

A STUDY OF SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND LOGICAL REASONING OF MATHAYOMSUKSA I BY USING PROBLEM–BASED LEARNING AND STUDENT TEAMS ACHIEVEMENT DIVISION

AN ABSTRACT

BY

SUKANYA PITAK

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
February 2011

Sukanya Pitak. (2011). *A Study of Science Learning Achievement and Logical Reasoning of Mathayomsuksa I by Using Problem – based Learning and Student Teams Achievement Division*. Master thesis, M.Ed. (Secondary School). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Chutima Watanakhiri, Dr. Rachan Boonthima.

The purpose of the research was to compare science Learning Achievement and Logical reasoning of Mattayomsuksa I students by using Problem - Based Learning and Student Terms Achievement Division.

The samples used in this research were 70 matthayomsuksa I students at Nawamintrachinuthit Triamudomsuksanomklao School, in the second semester of the 2010 academic year. They were divided into 2 groups; the experimental group 1 and the experimental group 2 with 35 students each group. The experimental group 1 used Problem - Based Learning; Whereas the experiment group 2 used Student Teams Achievement Division.

The Nonrandomized Control Group Pretest - Posttest Design was used in this research. The data was analyzed by t - test independent Difference Score, t - test dependent Difference Score and t - test independent Sample.

The results of these students indicated that :

1. The science learning achievement of students who used the Problem - based Learning has shown a significant difference in before and after.
2. The science learning achievement of students who used the Student Teams Achievement Division has shown a significant difference in before and after.
3. The Logical reasoning of students who used the Problem - Based Learning has shown a significant difference in before and after.
4. The Logical reasoning of students by used Student Teams Achievement Division has shown a significant difference in before and after.
5. The science learning achievement between the students taught through Problem – based Learning and Student Teams Achievement Division has not shown a significant difference.
6. The Logical reasoning between the students taught through Problem - based Learning and Student Teams Achievement Division has not shown a significant difference.

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

จาก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณา และการให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาในการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่งและขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ตรูเนตร อัชชสวัสดิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนธยา ศรีบางพลี และ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ที่ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม อันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทนง อัครธีรานนท์ อาจารย์ทวีป แจ่มอุทัย และอาจารย์กิตติศักดิ์ มะโนลัย ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำ และแก้ไขเครื่องมือในการทำวิจัย จนสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้ตามเวลาที่กำหนด

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน และคณะครู-อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนให้ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้าจนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่กรรณิการ์ เสาร์ทอง คุณครูอุทัย พิทักษ์ และสมาชิกทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิจัย และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้คำปรึกษา และให้กำลังใจด้วยดีมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่พึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู-อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุกัญญา พิทักษ์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
	ความสำคัญของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
	สมมติฐานในการวิจัย	8
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	9
	เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	10
	ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	10
	องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	10
	ทฤษฎีและแนวคิด	18
	แนวทางการจัดการเรียนรู้	19
	การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	21
	ข้อค้นพบจากการวิจัย	23
	เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD	24
	ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD	24
	ทฤษฎีและแนวคิด	27
	แนวทางการจัดการเรียนรู้	28
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ประสบผลสำเร็จเป็นทีม (STAD)	31
	ข้อค้นพบจากการวิจัย	32
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล	33
	ความหมายของการคิด	33
	พัฒนาการทางการคิดอย่างมีเหตุผล	41
	แนวทางในการส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล	43
	เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	45
	เป้าหมายของการวัดผลประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์	45
	ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์	50

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2 (ต่อ)		
	ความหมายของวิทยาศาสตร์	51
	ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	53
	การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	58
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	59
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	59
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD	60
	งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	61
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล	62
	งานวิจัยในต่างประเทศ	62
	งานวิจัยในประเทศ	63
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	64
	การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	64
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	65
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	72
	การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	73
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	73
4	**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**	78
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	78
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	79
5	**สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**	84
	สมมติฐานในการวิจัย	84
	วิธีการดำเนินการวิจัย	84
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	85
	สรุปผลการวิจัย	86
	อภิปรายผลการวิจัย	87
	ข้อเสนอแนะ	92

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม	93
ภาคผนวก	100
ภาคผนวก ก.	101
ภาคผนวก ข.	103
ภาคผนวก ค.	107
ภาคผนวก ง.	110
ภาคผนวก จ.	115
ภาคผนวก ฉ.	126
ประวัติย่อผู้วิจัย	185

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	กรอบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	13
2	แสดงการบันทึกสิ่งที่รู้ สิ่งที่ต้องรู้เพิ่มเติม และแนวคิดจากสถานการณ์ปัญหา	14
3	การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม	36
4	การประเมินผลด้านความรู้ ความคิด ได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน	46
5	การประเมินผลด้านทักษะปฏิบัติได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน	47
6	การประเมินผลด้านกระบวนการเรียนรู้ได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน	48
7	การประเมินผลด้านเจตคติได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน	49
8	แบบแผนการทดลอง	65
9	เปรียบเทียบแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD	68
10	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 โดยใช้สถิติ t - test แบบ dependent Sample	79
11	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ dependent Sample	80
12	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 โดยใช้สถิติ t - test แบบ dependent Sample	81
13	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Sample	81
14	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score	82
15	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t – test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score	83
16	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่	104
17	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่	104
18	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่	105

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

19 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ 106

20 ค่าความยาก (p)ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ 108

21 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ 109

22 ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 111

23 ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD 112

24 ตารางคะแนนวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 113

25 ตารางคะแนนวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD 114

26 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score 116

27 คะแนนวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score 118

28 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score 120

29 คะแนนวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนและหลังได้รับการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test for Independent Samples 123

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 8
2 แสดงความสัมพันธ์ของกลไกการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 11
3 การพัฒนาความสามารถทางด้านการคิด 34
4 ตาชั่งแบบสองแขนแสดงสัดส่วน 39
5 แสดงลำดับขั้นการพัฒนาการทางสติปัญญา (ประสาท อิศรปรีดา. 2538: 50) 42
6 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ 52
7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 58

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบัน ด้วยเหตุที่ว่า วิทยาศาสตร์ได้เข้ามาเกี่ยวข้องกับมนุษย์ทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่สามารถตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2552: 1)

โครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้ในการวางรากฐาน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทางความคิด อย่างมีเหตุผล การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ. 2552: 1)

วิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้ที่มีคุณประโยชน์ต่อสังคมมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง สามารถอธิบายเหตุการณ์ กระบวนการ หรือปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ควบคุม และทำนายสิ่งต่างๆ ได้ ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงเป็นหลักทฤษฎีและกฎที่นำไปสู่การประยุกต์ความรู้และการปฏิบัติให้เกิดประโยชน์อย่างจริงจัง เช่น ปัจจัยสี่ เครื่องมือ เครื่องใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ รถยนต์ รถไฟ เครื่องบิน ยานอวกาศ เรือดำน้ำ ตลอดจน ยุทโธปกรณ์ต่างๆ มนุษย์ได้สะสมกระบวนการเพิ่มพูนความรู้ที่เป็นระบบอย่างต่อเนื่อง เหนือความไม่รู้ และความเชื่อถือทางไสยศาสตร์ที่นับถือผีสาง ความงมงาย หรือความกลัวอย่างไม่มีเหตุผล (สิน พันธุ์พินิจ. 2552: 102)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ต้องค้นคว้าหาความรู้ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและการพัฒนาคุณภาพชีวิต การค้นหาความรู้นำมาสร้างเทคโนโลยี มาเชื่อมโยงการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การจัดการด้านกระบวนการเรียนรู้ทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการคิด การจัดการ จิตวิทยาศาสตร์ ทักษะการสื่อสาร การพัฒนาทางเทคโนโลยี ใช้ทรัพยากรอย่างอนุรักษ์ และอย่างคุ้มค่า จัดสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับการพัฒนาด้านต่างๆ สร้างสรรค์ทรัพยากรธรรมชาติ และ

สิ่งแวดล้อม ให้สิ่งแวดล้อมมีความสมดุลที่เหมาะสมได้ตามธรรมชาติ จัดได้ว่าเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างยั่งยืน (สมจิต สวธนไพบูลย์; และคณะ. 2547: 1)

ในการสอนวิทยาศาสตร์สิ่งแรกที่ครูควรตระหนัก คือ การให้นักเรียนได้รับความรู้มากที่สุดตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดไว้ อีกทั้งการเรียนรู้ ที่ยั่งยืน ผู้เรียนจะต้องได้ฝึกใช้ปัญญาขั้นสูงกว่าการท่องจำ นั่นคือ การใช้สติปัญญาด้านการรู้จักคิด วิเคราะห์ สร้างสรรค์ ตัดสินใจแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสาระความรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง รวมทั้งเกิดทักษะการเรียนที่มีหลากหลายวิธีด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) และการจัดการเรียนรู้โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD (Student Teams Achievement Division) โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้สมรรถภาพที่ต้องการ โดยมีครูเป็นผู้ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (ยุวรัตน์ คล้ายมงคล. 2545: 55) ส่วนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เป็นการจัดการเรียนรู้ที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกัน

กลุ่มละประมาณ 4 – 5 คน โดยกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มได้เรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้ว ทำการทดลองความรู้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบของสมาชิกแต่ละคนนำเอามาบวกเป็นคะแนนรวมของทีม ผู้สอนจะต้องใช้เทคนิคการเสริมแรง เช่น ให้รางวัล คำชมเชย เป็นต้น ดังนั้นสมาชิกกลุ่มจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกัน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม (สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. 2547: 170)

ส่วนในด้านความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลนั้น จากทฤษฎีพัฒนาการทางด้านความคิดของ เพียเจท์ (ดวงเดือน ศาสตร์ภัทร์. 2520: 70 – 71; อ้างอิงจาก Berry Wadsworth. n.d.) ในขั้นการคิดด้านนามธรรม เด็กในวัย 11 – 15 ปี เป็นช่วงที่โครงสร้างทางการคิดของเด็กพัฒนาเจริญเต็มที่ สามารถใช้เหตุผลแก้ปัญหาต่างๆ ได้ ในขั้นปฏิบัติการด้านนามธรรมนี้ เพียเจท์ กล่าวว่า เด็กสามารถใช้เหตุผลทางด้านวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างสมมติฐานในการแก้ปัญหาโครงสร้างทางสมอง เป็นโครงสร้างใหม่ที่ถูกสร้างขึ้น ได้แก่ โครงสร้างที่เกี่ยวกับสัดส่วนและการสมดุลของของเหลว การเคลื่อนที่สัมพันธ์ของวัตถุ และความน่าจะเป็น (ปริวัติ สิงหาเวช. 2548: 2 – 3; อ้างอิงจาก Piaget; & Inheider. 1969: 140 – 141)

จุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นั้น มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD นี้ มาจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อหารูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาของผู้เรียน เนื่องจากเนื้อหาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่เป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน และมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน ตลอดจนเป็นแนวทางในการค้นพบ

วิธีการแก้ปัญหาและพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลที่สูงขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
5. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD
6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ เป็นแนวทางที่ทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ และเต็มตามศักยภาพ โดยใช้หลักการคิดอย่างมีเหตุผล สามารถทำงานได้อย่างเป็นขั้นตอน ผู้เรียนมีความตื่นเต้น สนุกสนานกับการเรียนรู้ และผู้เรียนมีความเอาใจใส่รับผิดชอบตนเองและกลุ่มร่วมกับสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม อีกทั้งยังเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์สามารถเลือกวิธีการสอนที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา และสามารถจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า สำนักงานกองพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน จำนวนทั้งหมด 632 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวนทั้งหมด 70 คน ซึ่งได้รับการสุ่มแบบเจาะจง (Purposine Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 35 คน นำกลุ่มที่ได้มาจับสลากอีกครั้ง เพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 35 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD จำนวน 35 คน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โดยการสอน 21 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตรงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับกระทรวงศึกษาธิการ

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

5.1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

5.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

5.2 ตัวแปรตาม คือ

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง วิธีการเรียนการสอนวิธีหนึ่ง ที่มีจุดมุ่งหมายที่จะสอนผู้เรียนให้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาและฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม โดยที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้และใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ในการเรียนรู้และค้นคว้าด้วยตนเอง การเรียนรู้จะอยู่ในรูปของกลุ่มย่อย นักเรียนจะเป็นผู้กระทำด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะที่จำเป็นให้นักเรียน ซึ่งได้แก่ การเรียนรู้ด้วยตนเอง การแก้ปัญหา การชี้นำตนเอง ในการเรียนรู้ และการทำงานเป็นทีม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวความคิดของ Delisle มี 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 เชื่อมโยงปัญหา เป็นขั้นตอนในการสร้างปัญหา เพราะการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนจะต้องมีความรู้สึกว่าปัญหานั้นมีความสำคัญต่อตน

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดโครงสร้าง ประกอบด้วย

1. แนวความคิดต่อปัญหา
2. ข้อเท็จจริงจากปัญหา
3. สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม
4. แผนการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นเข้าพบปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามโครงสร้างของการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 คือ นักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันเสนอแนวคิดต่อปัญหาว่ามีแนวทางเป็นไปได้หรือไม่ในการแก้ปัญหา จะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีใด ควรจะรู้อะไรที่จะนำมาเป็นฐานของการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นเข้าพบปัญหาอีกครั้ง เมื่อกลุ่มได้ไปศึกษาความรู้ ตามแผนการเรียนรู้แล้ว กลุ่มจะร่วมกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มานั้นว่า เพียงพอที่จะแก้ปัญหานั้นหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มานั้นไม่เพียงพอกลุ่มก็จะกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมและแผนการเรียนรู้อีกครั้ง

ขั้นที่ 5 ขั้นผลิตผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้ปัญหาหรือสร้างผลผลิตขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ และนำเสนอผลผลิตนั้นให้ชั้นเรียนได้ทราบผลทั่วกัน

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผลงานและปัญหา ในการประเมินผลงานของนักเรียน ทั้งครู และผู้เรียนจะมีความรับผิดชอบร่วมกันในการประเมิน โดยการประเมินจะประเมินด้านความรู้ ทักษะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และทักษะด้านสังคม

2. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นทีมเพื่อทำงานร่วมกัน ทีมละประมาณ 4 – 5 คน โดยกำหนดให้สมาชิกของทีมได้เรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้วทำการทดลองความรู้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบของสมาชิกแต่ละคนนำเอามาบวกเป็นคะแนนรวมของทีม ผู้สอนจะต้องใช้เทคนิคการเสริมแรง เช่น ให้รางวัล คำชมเชย เป็นต้น ดังนั้นสมาชิกทีมจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อความสำเร็จของทีม

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ตามแนวความคิดของ Robert Slavin มี 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น ทำเป็นกิจกรรมตามลำดับ ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียนด้วยวิธีที่เหมาะสมกับเนื้อหา

กิจกรรมที่ 2 ครูอธิบายวิธีการเรียนในเนื้อหาบทเรียน พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ประกอบ

กิจกรรมที่ 3 ครูอธิบายวิธีที่ทำให้การเรียนได้รับความสำเร็จสูงสุด

กิจกรรมที่ 4 ครูแนะนำว่าทุกคนต้องเรียนรู้เนื้อหาอย่างถ่องแท้ด้วยตนเอง หรือวิธีสร้างความสัมพันธ์กับเพื่อนในทีม

ขั้นที่ 2 การเรียนทีมย่อย ทำเป็นกิจกรรมตามลำดับ ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 แจ้งให้นักเรียนทราบว่าสมาชิกในทีมย่อยมีจำนวน 4 – 5 คน โดยเอาสมาชิกทั้งหมดหารด้วย 4 จะได้ทีมละ 4 คน หากสมาชิกเกินก็เอาเศษที่เหลือไปเพิ่มอีกทีมละ 1 คน

จะได้สมาชิกบางทีมมี 5 คน

กิจกรรมที่ 2 เลือกสมาชิกเข้าทีมโดยทุกทีมจะต้องมีคนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน คนอ่อน 1 คน ต้องคละเพศ คละความสามารถ

กิจกรรมที่ 3 ให้เข้าทีมเรียน โดยภายในทีมต้องช่วยเหลือกันทุกเรื่อง เช่น เรื่องความรู้ คนเก่งต้องช่วยกันติวเนื้อหาบทเรียน ตลอดจนการทำกิจกรรมทุกกิจกรรมอย่างถ่องแท้ให้ทั่วถึงทุกคน หากในทีมไม่เข้าใจให้ปรึกษาครู การปรึกษากันในทีมไม่ควรเสียงดังรบกวนทีมอื่น

ขั้นที่ 3 การทดสอบย่อย หลังเรียนไปแล้ว 1 – 2 ชั่วโมง นักเรียนต้องได้รับการทดสอบ ซึ่งทุกคนต้องทำข้อทดสอบตามความสามารถของตน ไม่ให้มีการช่วยเหลือกัน ทำเป็นกิจกรรมตามลำดับดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ศึกษาข้อทดสอบให้เข้าใจ

กิจกรรมที่ 2 ทำข้อทดสอบตามคำสั่งให้ครบถ้วน

กิจกรรมที่ 3 ตรวจทานแก้ไขหากพบข้อบกพร่อง

ขั้นที่ 4 คะแนนในการพัฒนาตนเอง

กิจกรรมที่ 1 ตรวจข้อทดสอบ โดยให้นักเรียนหรือครูเป็นผู้ตรวจ และถ้าหากให้นักเรียนตรวจก็ให้แลกกันโดยทำการตรวจไปพร้อมๆ กัน เพื่อนักเรียนจะได้ทราบข้อดี ข้อบกพร่อง

กิจกรรมที่ 2 ให้นักเรียนร่วมกันรวมคะแนนที่ได้แต่ละคน เพื่อเปรียบเทียบกับฐานของคะแนนสอบ ดังนี้

คะแนนสอบย่อย	**คะแนนพัฒนาตนเอง**
ต่ำกว่าฐานคะแนน 10 คะแนนลงไป	0
ต่ำกว่าฐานคะแนน 1 – 10 คะแนน	10
เกินกว่าฐานคะแนน 1 – 10 คะแนน	20
เกินกว่าฐานคะแนน 10 คะแนนขึ้นไป	30
คำตอบถูกต้องทั้งหมด (ไม่ต้องดูฐานคะแนน)	30

กิจกรรมที่ 3 รวมคะแนนสมาชิกในแต่ละทีม แล้วหารด้วยสมาชิกในทีม จะเป็นคะแนนของทีม

ขั้นที่ 5 ทีมที่ได้รับการยกย่อง นักเรียนและครูร่วมกันพิจารณา ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ให้นำคะแนนแต่ละทีมประกาศ หรือติดให้เพื่อนทุกคนดู

กิจกรรมที่ 2 ให้ทุกคนช่วยกันพิจารณาว่า ทีมใดอยู่ในระดับใด ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยของทีม	**รางวัล**
15	Good Team
20	Great Team
25	Super Team

กิจกรรมที่ 3 เมื่อพบคะแนนของทีมได้ตามเกณฑ์ที่กล่าวแล้ว ในกิจกรรมที่ 2 ให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าทีมใดบ้างที่ได้รับการยกย่องและยอมรับ

กิจกรรมที่ 4 การให้รางวัลทีมที่ได้รับการยกย่อง เช่น การปรบมือ ติดชื่อคณะของทีมที่ป้ายนิเทศในชั้นเรียนหรือหน้าชั้นเรียน การใช้คำพูดชมเชย นำคะแนนทีมไปรวมเป็นผลสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งพิจารณาจากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แบบทดสอบ เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก โดยวัดความสามารถ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย แปลความ และตีความจากความรู้ที่เรียนมา
3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิด อย่างมีระบบทักษะกระบวนการได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นข้อมูลทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและสรุปข้อมูล

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ และสามารถสรุปผลจากเหตุได้ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด อย่างมีเหตุผลที่ผู้วิจัยนำแนวทางของ ณรงค์ พ่วงศรี (2525: 80 – 90; อ้างอิงจาก ปริวัติ สิงหาเวช. 2548: 6) สามารถแยกออกได้ ดังนี้

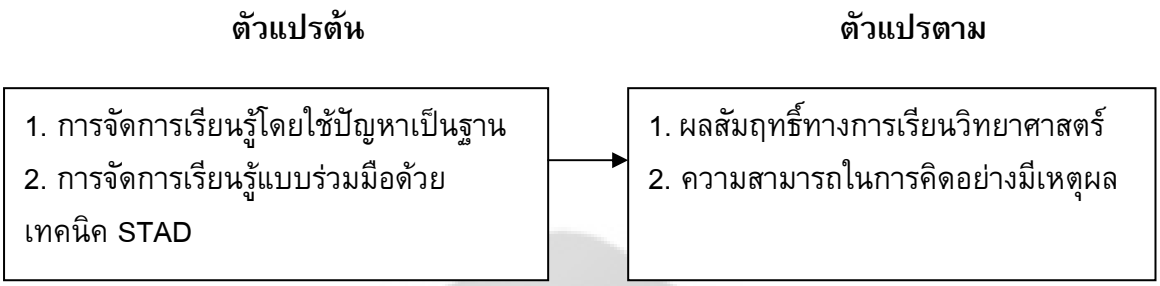
1. การคิดอย่างมีเหตุผลแบบผสม หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาเหตุผลอย่างมีระบบ โดยรวบรวมตัวประกอบหรือเหตุผลที่อาจเป็นไปได้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา
2. การแยกแยะและการควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการแยกตัวแปรหรือตัวประกอบตัวหนึ่งออกจากตัวแปรอื่นๆ และพิจารณาถึงผลที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. การหาเหตุผลเชิงตรรกวิทยา หมายถึง การอ้างเหตุผลที่สอดคล้องและสมเหตุสมผลกัน ประกอบด้วยข้อเท็จจริง 2 ข้อ และข้อสรุป ตัวอย่างเช่น

ก. ความดีทุกอย่างควรสรรเสริญ

ข. ความกรุณาเป็นความดีอันหนึ่ง

ค. ฉะนั้นความกรุณาจึงควรสรรเสริญ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีความแตกต่างกัน

6. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีความแตกต่างกัน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
   1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
   1.2 การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
   1.3 ทฤษฎีและแนวคิด
   1.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้
   1.5 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
   1.6 ข้อค้นพบจากการวิจัย
2. เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD
   2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD
   2.2 ทฤษฎีและแนวคิด
   2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้
   2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ประสบผลสำเร็จเป็นทีม
   2.5 ข้อค้นพบจากการวิจัย
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล
   3.1 ความหมายของการคิด
   3.2 พัฒนาการทางการคิดอย่างมีเหตุผล
   3.3 แนวทางในการส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล
4. เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   4.1 เป้าหมายของการวัดผลประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์
   4.2 ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์
   4.3 ความหมายของวิทยาศาสตร์
   4.4 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   4.5 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า
   5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
   5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD
   5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล

1. เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นการสอนที่มุ่งสร้างความเข้าใจ และหาทางแก้ปัญหา โดยปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการ เพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหา รวมทั้งวิธีแก้ปัญหา (Barrows; & Tamblyn. 1980: 1, 18) ซึ่ง Illinois Mathematics and Science Academy (IMSA) (2001) ให้ความหมายการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักว่า เป็นกระบวนการเรียนที่พัฒนากลวิธีการแก้ปัญหา พัฒนาความรู้ พัฒนาทักษะต่างๆ โดยให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาในสภาพชีวิตจริง ซึ่งไม่มีการจัดโครงสร้างที่ชัดเจน และ ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล (2545: 55) สรุปความหมายการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักว่า เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้สมรรถภาพที่ต้องการโดยมีครูเป็นผู้ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

1.2 องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นการเรียนที่ใช้เทคนิคการสอนกลุ่มย่อย มีผู้เรียนเป็นกลุ่มประมาณ 6 – 8 คน และจะมีการอภิปรายถกเถียงกันในกลุ่มเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ไปด้วยกัน

2. เป็นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กล่าวคือ การเรียนรู้เกิดขึ้นที่ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง เป็นสำคัญ การจัดการเรียนการสอน จะเน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดสิ่งที่ต้องการจะเรียน และผู้เรียนจะต้องได้รับการอำนวยความสะดวกให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3. เป็นการเรียนรู้เนื้อหาวิชาที่บูรณาการทั้งนี้ปัญหาที่จะนำมาใช้เป็นสื่อในการเรียน จะเป็นปัญหาทางวิชาชีพที่บูรณาการด้วยตัวของมันเองโดยอัตโนมัติ การที่ผู้เรียนจะแก้ปัญหาทางวิชาชีพได้ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับหลายวิชาชีพมาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหา

4. เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้ด้วยตัวเอง โดยกำหนดเนื้อหาวิชาที่จะเรียนเฉพาะที่เหมาะสมจะนำไปแก้ปัญหาที่ตั้งไว้ ผู้เรียนจะเป็นผู้ควบคุมลำดับขั้นตอนในการเรียนของตนเองและกลุ่มด้วยตนเอง

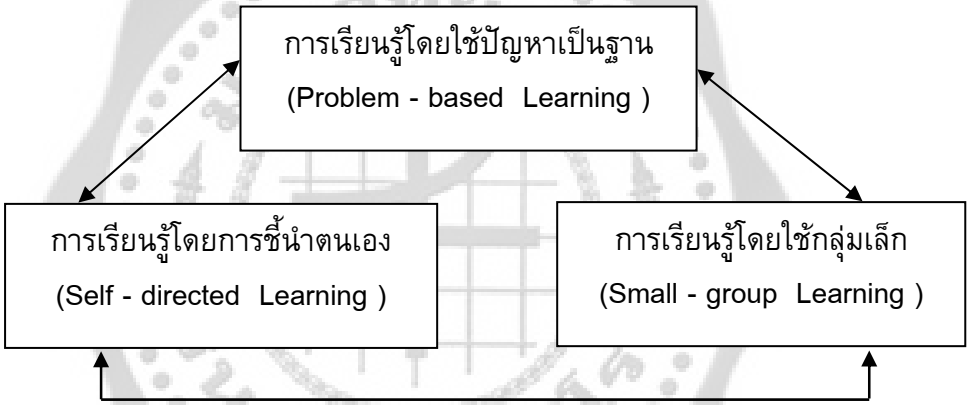
5. เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องประเมินผลสัมฤทธิ์ได้ด้วยตัวเอง เนื่องจากในขั้นตอนของการเรียนผู้เรียนจะต้องค้นคว้าความรู้ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ เมื่อผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองมาแล้ว ต้องนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องรับรู้ได้ว่า ตนเกิดการเรียนรู้หรือยังจากการที่สามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่โดยกระบวนการที่เกิดขึ้น ผู้เรียน จึงเป็นผู้ที่รู้ดีว่า ตนเองเกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนอย่างไร

กลไกพื้นฐานในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากความหมาย และลักษณะของการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่าสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ การให้นักเรียนได้ผ่านกลไกอย่างครบถ้วน 3 ประการ คือ

1. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง
3. การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก

ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับปัญหาหนึ่งๆ จะเน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กเป็นเครื่องกำหนดทิศทางของการเรียนรู้ และการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มเพื่อแก้ปัญหานั้น กลุ่มจะเป็นผู้กำหนดทิศทางของการเรียนรู้โดยตนเอง นั่นคือ กลุ่มใช้ในการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง กลไกทั้งสามนี้ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและจะเกิดขึ้นทุกขณะที่ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้อยู่ ดัง ภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ของกลไกการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ที่มา: พิชากร แปลงประสพโชค. *การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก.* (ม.ป.ป.).

การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง เป็นกระบวนการของเอกัตบุคคลที่ต้องการ มีส่วนร่วมอย่างแข็งขันของผู้เรียน โดยไว้วางใจในความสามารถของผู้เรียนว่าสามารถหาทางเลือก และตัดสินใจในการเรียนรู้ ได้เน้นการเรียนรู้โดยประสบการณ์ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีเสรีภาพในการใช้ความรู้ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบทั้งในด้านการกำหนดการดำเนินการของตน คัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการประเมินผลตนเอง ตลอดจนการวิพากษ์วิจารณ์งานของตนเองด้วย ผู้สอนคือ ผู้สนับสนุนส่งเสริมช่วยเหลือมากกว่าเป็นผู้นำข้อมูลความรู้มาให้นักเรียน ผู้สอนเป็นทรัพยากรทางการเรียนรู้หนึ่งของผู้เรียน แม้ว่าผู้สอนจะเป็นผู้ออกแบบ

การเรียนรู้ก็ตาม ผู้เรียนมีทางเลือกของตนเองหรือมีกิจกรรมเพิ่มเติมได้และเลือกสถานที่ที่จะเรียนรู้ได้เอง เช่น ที่บ้าน ห้องสมุด หรือที่อื่นๆ ตามสะดวก ทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นทุกที่ทุกเวลา และควบคุมเวลาในการเรียนรู้โดยผู้เรียนเอง (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ ; และ Majumdar. 2544: 66 – 70)

การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก

การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก เป็นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยการทำงานเป็นทีม ซึ่งในกลุ่มจะมีสมาชิกประมาณ 3 – 6 คน ในกรณีที่มีทรัพยากรการเรียนรู้จำกัด กลุ่มอาจจะใหญ่ขึ้น ในกลุ่มจะประกอบด้วยประธาน รองประธาน เลขานุการ สมาชิกในกลุ่มคนอื่นๆ จะมีหน้าที่ความรับผิดชอบ ที่ชัดเจน มีงานวิจัยที่พบว่า กลุ่มที่มีประธานอ่อนแอ จะไม่สามารถนำกลุ่มไปสู่วัตถุประสงค์ของกลุ่มได้ การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กจะทำให้ผู้เรียนพัฒนาลักษณะนิสัยของการเรียนรู้ด้วยตนเองและนำตนเองได้ พัฒนาทักษะการแสดงออกด้วยตนเอง มีทักษะการคิดวิจารณญาณ ประเมินความเชื่อด้วยตนเอง พัฒนาการยอมรับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น และเกิดทักษะการสะท้อนตนเองและประเมินตนเอง

ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ให้มีประสิทธิผลนั้น ผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจกลไกและพฤติกรรมกลุ่ม และจะนำไปใช้ในสถานการณ์เพื่อสร้างการเรียนรู้อย่างไร ดังนั้นก่อนที่จะใช้การเรียนรู้ โดยใช้กลุ่มเล็ก ผู้สอนมีความรับผิดชอบที่จะต้องปฐมนิเทศผู้เรียนเกี่ยวกับมโนมติของกระบวนการกลุ่ม บทบาทและความรับผิดชอบของผู้นำกลุ่ม รวมทั้งสมาชิกภายในกลุ่ม การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กนี้ ทั้งผู้สอนและผู้เรียนจะต้องกระตือรือร้น กระฉับกระเฉง และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ร่วมกิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้ (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544: 77 – 99; สุรีมาศ ธนพฤฒิบดี. 2540: 15 – 18)

การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นการทำงาน ร่วมกันเป็นทีม โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ปัญหาจะกระตุ้นให้กลุ่มได้ดำเนินการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองในการกำหนดทิศทางของการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหานั้น

ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

มีผู้ได้กำหนดขั้นตอนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

ดีไลเซิล (Delisle. 1997: 26 – 36) ได้กำหนดขั้นตอนในการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เชื่อมโยงปัญหา (Connecting with the problem) เป็นขั้นตอนในการสร้างปัญหา เพราะการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนจะต้องมีความรู้สึกว่า ปัญหานั้นมีความสำคัญต่อตนก่อน ครูควรเลือกหรือออกแบบปัญหาให้สอดคล้องกับผู้เรียน ดังนั้นในขั้นนี้ครูจะสำรวจประสบการณ์ความสนใจของผู้เรียนแต่ละบุคคลก่อน เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกหรือออกแบบปัญหา โดยครูจะบอกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาขึ้นมาร่วมกันอภิปรายก่อน แล้วครูและนักเรียน จึงร่วมกันสร้างปัญหาที่ผู้เรียนสนใจขึ้นมา เพื่อนำไปเป็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประเด็นที่ครูยกมานั้นจะต้องเป็นประเด็นที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ในเนื้อหาวิชาและทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับด้วย

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดโครงสร้าง (Setting up the Structure) ประกอบด้วย

1. แนวความคิดต่อปัญหา
2. ข้อเท็จจริงจากปัญหา
3. สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม
4. แผนการเรียนรู้

กรอบการเรียนรู้ทั้ง 4 กรอบที่กล่าวมาสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

ตาราง 1 กรอบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวความคิดต่อปัญหา	ข้อเท็จจริงจากปัญหา	สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม	แผนการเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นเข้าพบปัญหา (Visiting the Problem) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามโครงสร้างของการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 คือ นักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันเสนอแนวคิดต่อปัญหาว่า มีแนวทางเป็นไปได้หรือไม่ในการแก้ปัญหา จะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีใด ควรจะรู้อะไรที่จะนำมาเป็นฐานของการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายถึงข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อจะได้นำมาเป็นฐานความรู้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดวิธีการหาความรู้และแหล่งทรัพยากรของความรู้นั้นด้วย ในแต่ละหัวข้อจะต้องเขียนลงในตารางด้านบนโดยเขียนเรียงเป็นข้อ ในข้อหนึ่งๆ จะเขียนแต่ละสดมภ์ให้สัมพันธ์กัน เมื่อกลุ่มกำหนดทุกหัวข้อเสร็จแล้วกลุ่มจะมอบหมายให้สมาชิกในกลุ่มไปศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ แล้วนำความรู้ที่ได้จากการศึกษามารายงานต่อกลุ่ม ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนได้ความรู้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ ผู้เรียนจะมีอิสระในการกำหนดในแต่ละหัวข้อ ครูเพียงแต่สังเกต และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นเข้าพบปัญหาอีกครั้ง (Revision the Problem) เมื่อกลุ่มได้ไปศึกษาความรู้ตามแผนการเรียนรู้แล้ว กลุ่มจะร่วมกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มานั้นว่า เพียงพอที่จะแก้ปัญหานั้นหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มานั้นไม่เพียงพอกลุ่มก็จะกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม และแผนการเรียนรู้อีกครั้ง แล้วทำตามแผนการเรียนรู้นั้นจนกว่าจะได้ความรู้ที่จะสามารถนำไปแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้นักเรียนในกลุ่มต้องใช้การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษาตามแผนการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร การพูด การวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 5 ขั้นผลิตผลงาน (Producing a Product or Performance) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้ความรู้ที่ได้ศึกษา มาแก้ปัญหาหรือสร้างผลผลิตขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ และนำเสนอผลผลิตนั้นให้ชั้นเรียนได้ทราบผลทั่วกัน

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผลงานและปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) ในการประเมินผลงานของนักเรียน ทั้งครูและผู้เรียนจะมีความรับผิดชอบร่วมกันในการประเมิน โดย

การประเมินจะประเมินด้านความรู้ ทักษะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และทักษะด้านสังคม ได้แก่ การทำงานร่วมกันเป็นทีม นอกจากที่จะประเมินนักเรียนแล้ว ครูยังต้องประเมินปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ด้วยว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem – Based Learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998: 33 – 43; citing Illinois Problem - Based Learning Network. 1996: unpaged) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ในขั้นนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเตรียมให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเป็นผู้เผชิญกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งการเตรียมความพร้อมนี้ขึ้นอยู่กับอายุความสนใจ ภูมิหลังของผู้เรียน ในการเตรียมความพร้อมนี้จะให้ผู้เรียนได้อภิปรายเกี่ยวเนื่องถึงเรื่องที่จะสอนอย่างกว้างๆ ซึ่งจะต้องตระหนักถึงการเตรียมความพร้อมที่ไม่ใช่การสอนเนื้อหาก่อน เพราะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่างจากการเรียนรู้แบบอื่นตรงที่ความรู้ หรือทักษะที่ผู้เรียนได้รับจะเป็นผลมาจากการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นเข้าพบปัญหา ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายสนับสนุนให้ผู้เรียนกำหนดบทบาทของตน ในการแก้ปัญหา และกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการที่จะแก้ปัญหานั้น ซึ่งครูอาจจะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายและเสนอความคิดเห็นต่อปัญหา เพื่อมองเห็นถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นนิยามว่าเรารู้อะไร เราจำเป็นต้องรู้อะไร และแนวคิดของเรา ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาสิ่งที่ตนรู้ อะไรที่จำเป็นต้องรู้ และแนวคิดอะไรที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พิจารณาถึงความรู้ที่ตนเองมีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา และเตรียมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและพร้อมที่จะสำรวจ ค้นคว้าหาความรู้เพื่อแก้ปัญหา ครูจะให้นักเรียนได้กำหนดสิ่งที่ตนรู้จากสถานการณ์แก้ปัญหา สิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งจะระบุแหล่งข้อมูลสำหรับค้นคว้า และแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยเขียนลงในตารางอย่างสัมพันธ์ทั้ง 3 หัวข้อ ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงการบันทึกสิ่งที่รู้ สิ่งที่ต้องรู้เพิ่มเติม และแนวคิดจากสถานการณ์ปัญหา

สิ่งที่รู้	สิ่งที่จำเป็นต้องรู้	แนวคิด

ขั้นที่ 4 ขั้นกำหนดปัญหา จุดมุ่งหมายในขั้นนี้ เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์ที่ได้เผชิญและกำหนดเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับเงื่อนไขที่ปรากฏในสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาที่ดี

ขั้นที่ 5 ขั้นการค้นคว้า รวบรวมข้อมูลและเสนอข้อมูล ผู้เรียนจะช่วยกันค้นคว้าข้อมูลที่จำเป็นต้องรู้จากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาเสนอต่อกลุ่มให้เข้าใจตรงกัน

จุดมุ่งหมายในขั้นนี้ ประการแรกเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนวางแผน และดำเนินการรวบรวมข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งเสนอข้อมูลนั้นต่อกลุ่ม ประการที่สอง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจว่าข้อมูลใหม่ที่ค้นคว้ามาทำให้เข้าใจปัญหาอย่างไร และจะประเมินข้อมูลใหม่เหล่านั้นว่า สามารถช่วยเหลือให้เข้าใจปัญหาได้อย่างไรด้วย ประการที่สาม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถทางการสื่อสารและการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งช่วยให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 6 ขั้นการหาคำตอบที่เป็นไปได้ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้ามากับปัญหาที่กำหนดไว้แล้วแก้ปัญหาบนฐานข้อมูลที่ค้นคว้ามา เนื่องจากปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้สามารถมีคำตอบได้หลายคำตอบ ดังนั้นในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้มากที่สุด

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมินค่าของคำตอบ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้ เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนทำการประเมินค่าสิ่งที่มาช่วยในการแก้ปัญหา (ข้อมูลที่ค้นคว้ามา) และผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละปัญหาว่าทำให้เรียนรู้อะไร ซึ่งนักเรียนจะแสดงเหตุผลและร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลที่ค้นคว้ามาเป็นพื้นฐาน

ขั้นที่ 8 ขั้นการแสดงคำตอบและการประเมินผลงาน ในขั้นนี้ มีจุดมุ่งหมาย เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและแสดงถึงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้ความรู้อย่างไร และทำไมความรู้นั้นถึงสำคัญ ในขั้นนี้นักเรียนจะเสนอผลงานออกมาที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหา ซึ่งเป็นการประเมินผลงานของตนเองและของกลุ่มไปด้วย

ขั้นที่ 9 ขั้นตรวจสอบปัญหาเพื่อขยายการเรียนรู้ ในขั้นนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ต่อไป นักเรียนจะพิจารณาจากปัญหาที่ได้ดำเนินการไปแล้วว่า มีประเด็นอะไรที่ตนสนใจอยากเรียนรู้อีก เพราะในขณะดำเนินการเรียนรู้ นักเรียนอาจจะมีสิ่งที่อยากรู้นอกจากที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

จากขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 9 การดำเนินการเรียนรู้จะดำเนินการเป็นวงจร หากขั้นใดมีข้อสงสัยก็ย้อนกลับไปยังขั้นก่อนหน้านั้นได้ และเมื่อจบการเรียนรู้จากปัญหาหนึ่งๆ แล้ว จะกำหนดปัญหาใหม่ของการเรียนรู้จากขั้นที่ 9 ที่นักเรียนมีความต้องการเรียนรู้ และในแต่ละขั้นจะประกอบด้วยการประเมินผลการเรียนรู้ไปพร้อมกันด้วย

บทบทของนักเรียนและครูในการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะแสวงหาความรู้เพื่อแก้ปัญหา ดังนั้นลักษณะของผู้เรียนที่เรียนด้วยการใช้ปัญหา (Problem Solving) ประสบผลสำเร็จผู้เรียนจะต้องมีลักษณะ 5C (ทองจันทร์ หงส์ลดารมณ์. 2537; อ้างอิงจาก ทิวาวรรณ จิตตะภาค. 2548: 15) ดังนี้

1. ความรู้ความสามารถ (Competence)

ความรู้ความสามารถเดิมที่เหมาะสมกับปัญหาที่จะเรียน เป็นสิ่งที่ครูจะต้องตระหนัก เพราะถ้า ผู้สอนเตรียมปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่สัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียนแล้ว จะทำให้เกิด

ความลำบากและเสียเวลามากในการกำหนดทิศทางการแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาแก้ปัญหานั้น

2. ความสามารถในการติดต่อกับผู้อื่น (Communication)

ความสามารถในการติดต่อสื่อความหมายกับผู้อื่น เนื่องจากการเรียนการสอนเป็นกลุ่มย่อย การติดต่อสื่อสารจะช่วยให้การเรียนรู้ในกลุ่มมีประสิทธิภาพ

3. ความตระหนักในความสำคัญ (Concern)

ผู้เรียนควรตระหนักถึงความสำคัญในความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมาย

4. ความกล้าในการตัดสินใจ (Courage)

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานการรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจในข้อมูลนั้น ผู้เรียนจะต้องมีความกล้าในการตัดสินใจ เช่น การตัดสินใจตั้งสมมติฐาน เพื่อนำมาแก้ปัญหา

5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity)

ลักษณะนี้มีความสำคัญยิ่งที่จะต้องสร้างให้เกิดขึ้น และต้องใช้เวลานานในการพัฒนา อย่างไรก็ดีการเรียนการสอนแบบนี้ จะช่วยพัฒนาให้เกิดได้ต่อเมื่อผู้เรียน มีประสบการณ์เพิ่มขึ้น และนอกจากบทบาทที่ผู้เรียนด้วยวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ผู้เรียนจะต้องเรียนเป็นกลุ่มย่อยประมาณ 6 – 8 คน ดังนั้น บทบาทของผู้เรียนในกลุ่มย่อยจึงเป็นเรื่องสำคัญมาก ที่จะทำให้การทำงานบรรลุตามวัตถุประสงค์

บทบาทของผู้เรียนในกลุ่มย่อย

บทบาทของผู้เรียนในกลุ่มย่อย เป็นกระบวนการหนึ่งของการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยผู้เรียนจะต้องมีบทบาทร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาที่ได้รับ ให้ความร่วมมือภายในกลุ่ม เพื่อสร้างวัตถุประสงค์ของการศึกษา ถกเถียง ต่อรอง เพื่อสร้างกฎเกณฑ์ของกลุ่ม ร่วมกันทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล พร้อมที่จะให้คำติชมอย่างเปิดเผยตรงไปตรงมาต่อสมาชิกของกลุ่มทุกคน และต้องมีความซื่อสัตย์ต่อกลุ่ม โดยทุกคนทำงานที่กลุ่มมอบหมายให้ตรงตามเวลาที่กำหนด

จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนแบบกลุ่มย่อย คือ การเรียนการสอนในระหว่างสมาชิกด้วยกันเป็นกลุ่ม ร่วมมือกันทำงานทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน จะต้องมีผู้ทำหน้าที่เป็นผู้นำกลุ่มในการดำเนินการเรียนการสอน ได้แก่ ประธาน และเลขานุการของกลุ่ม ดังนั้น สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องผลัดกันเป็นผู้นำกลุ่ม เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ในการเป็นผู้นำกลุ่มได้ทั่วทุกคน

บทบาทผู้สอน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ครูผู้สอนจะมีบทบาทที่แตกต่างไปจากการเรียนการสอนแบบเดิม คือ ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญที่ทำหน้าที่ให้ความรู้ ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นผู้จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนรักในวิชานั้น ให้มีวิธีการเรียนที่ถูกวิธี และเสริมสร้างปัญญาในระดับสูง นอกจากนี้ ครูผู้สอนยังมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน สร้างบทเรียนที่เป็นสถานการณ์ปัญหาที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาที่เป็นแนวคิดสำคัญของปัญหานั้น ตลอดจนการประเมินผลการเรียน

การเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน การที่ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้นั้น นอกจากครูผู้สอนจะต้องมีด้วยกัน 2 กลุ่ม คือ

1. ผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ให้ความรู้แก่ผู้เรียนในแขนงที่ตนเองเชี่ยวชาญ จะสอนเมื่อเป็นความต้องการของผู้เรียน และสอนในขอบเขตเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องการ

2. ผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน ผู้สอนจะต้องมีสมรรถภาพในการช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ โดยมีความสามารถในการแนะนำ ไม่ใช่ชี้นำ อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ไม่ใช่ให้ความรู้ ครูผู้สอนจะต้องให้ผู้เรียนในกลุ่มเรียนรู้จากปัญหา มีกิจกรรมที่แข่งขันและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเอง (Barrow. 1985) ความสามารถของผู้สอนเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของคุณภาพและความสำเร็จของการจัดการเรียนการสอนแบบนี้

นอกจากนี้ครูผู้สอนยังมีบทบาทในการเรียนการสอนแบบติวเตอร์ ที่จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง พัฒนาทักษะการคิด การให้เหตุผล ดังนั้นผู้สอนควรมีบทบาทของติวเตอร์ คือ

1. ผู้สอนพยายามที่จะทำให้เกิดโยนิโสมนสิการ คือ การถามหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดใคร่ครวญ ตรึกตรองตลอดเวลา

2. ต้องแนะนำให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านขั้นตอนการเรียนรู้ทีละขั้น

3. ส่งเสริมผลักดันให้เกิดความรู้ความเข้าใจในระดับที่ลึกซึ้ง

4. หลีกเลี่ยงการให้ความเห็นต่อการอภิปรายของผู้เรียน ผิดหรือถูก การบอกข้อมูลข่าวสาร แต่ให้ผู้เรียนไปค้นคว้าจากข้อมูลแหล่งอื่น เช่น ตำรา วารสาร เป็นต้น

5. จัดสภาพการเรียนไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ ร่วมกันอภิปราย โต้ตอบกันระหว่างผู้เรียน

6. การตัดสินใจที่เกิดขึ้นทั้งหมดควรเกิดขึ้นโดยกระบวนการกลุ่ม ครูผู้สอนเป็นผู้ดูแลให้ทุกคนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมของกลุ่ม

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem - Based Learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998: 64 – 65; citing Illinois Problem - Based Learning Network. 1996: unpaged) ได้กล่าวถึง บทบาทของครู และนักเรียนในขณะดำเนินกระบวนการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา ดังนี้

บทบาทของครูในขณะที่ดำเนินกระบวนการเรียนรู้ มีดังนี้

1. ครูออกแบบและกระตุ้นความสนใจนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้ ให้จัดโครงสร้างของการแก้ปัญหาหรือสร้างยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2. ครูมอบความเป็นอิสระให้กับนักเรียนในการเป็นผู้สำรวจ และควบคุมกระบวนการสำรวจด้วยตัวเอง พร้อมกับเป็นผู้ให้คำแนะนำ ส่งเสริมให้คิดและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานให้กับนักเรียน

3. ครูฝึกฝนแนะนำนักเรียนโดยอยู่ห่างๆ ในขณะที่นักเรียนดำเนินกระบวนการเรียนรู้จนได้คำตอบของปัญหาออกมา

บทบาทของผู้เรียนในขณะที่ดำเนินกระบวนการเรียนรู้ มีดังนี้

1. นักเรียนดำเนินการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ดึงดูดความสนใจและมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้
2. นักเรียนจะสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลที่ต้องการ ดำเนินการสำรวจอย่างมีเหตุผลและปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้อย่างอิสระ
3. นักเรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้
4. นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ เพื่อแก้ปัญหา
5. นักเรียนพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนรู้โดยการชี้นำตนเองและเป็นนักแก้ปัญหา

จอห์นสัน ฟินูเคน และ พริโดวซ์ (Johnson; Finucane; & Prideaux. 1999: 353 – 354) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูที่จะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนประสบความสำเร็จว่า บทบาทหลักของครู คือ การส่งเสริมให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางมากที่สุด และส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นทีมในการแก้ปัญหา นั่นคือ ครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองของนักเรียน ครูจะต้องหลีกเลี่ยงการเป็นผู้ตัดสินหรือสรุปในการเรียนรู้ของนักเรียน ตัวอย่างเช่น ถ้ามีสมมติฐานในการทดสอบ 2 สมมติฐานที่สร้างมาจากนักเรียนในกลุ่ม ครูจะต้องไม่ตัดสินหรือสรุปว่าสมมติฐานใดถูกหรือผิด แต่จะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนไปค้นคว้าหาข้อมูลมาเพื่อการตัดสินเอง ครูจะต้องไม่เข้าไปแทรกแซงการเรียนรู้ของนักเรียน แต่จะให้อิสระในการดำเนินการเรียนรู้และกำหนดทิศทางการเรียนรู้ด้วยตนเองในการประเมินผล ครูต้องมอบภาระการประเมินผลให้กับนักเรียนได้ประเมินผลตนเองด้วย ซึ่งการประเมินผลตนเอง ของนักเรียนช่วยสนับสนุนให้นักเรียน ได้ทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดกับกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละขั้นตอน ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ และช่วยในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ทำโดยครู

1.3 ทฤษฎีและแนวคิด

บาร์โร และ แทมบลีน (Barrows; & Tamblyn. 1980: 1, 18) ซึ่งเป็นผู้บุกเบิกแนวคิดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งแนวคิดนี้เกิดขึ้นที่ Mcmaster University, Canada เนื่องจากปัญหาการเรียนการสอนในสาขาแพทย์ 2 ประการ คือ ปัญหาจากวิธีสอนแบบบรรยาย ซึ่งนิยมใช้มาก เนื่องจากเป็นวิธีที่ให้เนื้อหาได้มาก แต่ไม่ได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียน ผู้เรียนไม่สามารถแสวงหาความรู้ใหม่เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ประกอบกับปัญหาที่เกี่ยวกับความรู้ในด้านแพทย์ซึ่งเป็นวิชาชีพที่เน้นการปฏิบัติ ในช่วงที่เรียนอยู่ผู้เรียนได้รับความรู้กลุ่มหนึ่งไป แต่เมื่อไปทำงานกลับต้องเผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาหลากหลายแตกต่างจากที่ครูเคยสอนไว้ในชั้นเรียน และผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ เพราะในการเรียนการสอนนั้นไม่ได้ให้ทักษะในการแก้ปัญหา

การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นวิธีการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมายที่จะสอนผู้เรียนให้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาและฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม โดยที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้และใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ในการเรียนรู้และค้นคว้าด้วยตนเอง การเรียนจะอยู่ในรูปของกลุ่มย่อยนักเรียนจะเป็นผู้กระทำด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพื่อ

เสริมสร้างสมรรถนะที่จำเป็นให้นักเรียน ซึ่งได้แก่ การเรียนรู้ด้วยตนเอง การแก้ปัญหา การชี้นำตนเองในการเรียน และการทำงานเป็นทีม

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีลักษณะเฉพาะที่ใช้ตัวปัญหาเป็นสาระหลักให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาและสร้างเสริมความรู้ในศาสตร์ทางคลินิกการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักนั้นจะเริ่มต้นโดยการนำปัญหาเข้ามาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ ปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การเกิดคำถามที่ยังไม่มีคำตอบ ซึ่งจะชักนำให้ผู้เรียนไปสืบค้นต่อไป (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์. 2544: 43)

แนวคิดพื้นฐานของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมี 2 แนวคิดคือ แนวคิดเกี่ยวกับเรื่องการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางกับแนวคิดเรื่องการเรียนรู้แบบเอกัตภาพ (ยุวดี ฤาชา. 2536: 18 – 19) โดยกลวิธีการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก คือ กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนใช้ปัญหา หรือสถานการณ์ที่ต้องการปรับปรุงเป็นหลักในการแสวงหาความรู้ โดยใช้การหาความรู้ ได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหาตามหลักวิทยาศาสตร์ และกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ เพื่อพิสูจน์สมมติฐานอันเป็นการแก้ปัญหานั้น โดยผู้เรียนจะต้องนำปัญหามาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือความคิดที่มีเหตุมีผล ซึ่งการแสวงหาความรู้ใหม่นี้ สามารถเกิดได้ทั้งการเรียนรายบุคคลหรือการเรียนกลุ่มย่อยได้ แต่การเรียนแบบกลุ่มย่อยจะช่วยให้รวบรวมแนวคิด ในการแก้ปัญหาได้กว้างขวางมากกว่า จึงทำให้การเรียนจากปัญหา เป็นองค์ประกอบหลักองค์ประกอบหนึ่งของการเรียนด้วยปัญหาเป็นหลัก และเนื่องจากผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่เรียนรู้และประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ยอมรับความรับผิดชอบของตนเองที่มีต่อกลุ่ม คัดแยกประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง และประเมินผลตนเอง จึงทำให้การเรียนโดยการนำตนเองเป็นองค์ประกอบหลักองค์ประกอบหนึ่งของการเรียนด้วยปัญหาเป็นหลัก

1.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้

การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักและการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนเป็น ดังนี้ (Arends. 2001: 362 – 366)

1. แนะนำปัญหา เพื่อแจ้งจุดมุ่งหมายของการเรียน สร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียน บอกสิ่งที่นักเรียนต้องทำ และแนะนำขั้นตอนการศึกษา
2. กำหนดงานที่ต้องการดำเนินการ เพื่อช่วยนักเรียนกำหนดงานที่ต้องทำ
3. รวบรวมข้อมูล เพื่อช่วยให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลหรือดำเนินการทดลอง เพื่อค้นหาข้อมูล
4. เตรียมนำเสนอผลงาน เพื่อช่วยนักเรียนวางแผนและเตรียมนำเสนอผลงาน
5. วิเคราะห์และประเมินผลการทำงานเพื่อช่วยนักเรียนวิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

ปีเตอร์ ซวาร์ทซ์ และคนอื่นๆ (Peter Schwartz; et al. (2001: 2) เสนอขั้นตอนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ ดังนี้

1. เผชิญกับปัญหา

2. สำรวจความรู้เกี่ยวกับปัญหาที่มีในทุกคนของกลุ่ม
3. ตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้
4. ระบุสิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหา
5. แบ่งกลุ่มย่อยเพื่อค้นคว้าหาข้อมูลในการแก้ปัญหา
6. รวบรวมความรู้ที่ได้มาจากการค้นคว้ากลุ่มย่อย และนำความรู้มาใช้แก้ปัญหา
7. หากยังแก้ปัญหาไม่ได้ให้ดำเนินการในข้อ 3 – 6 ใหม่ จนกว่าจะแก้ปัญหาได้
8. สรุปความรู้ที่ได้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการ

ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล (2545: 118 – 123) ได้เสนอกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. เตรียมปัญหา

จุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างปัญหาสำหรับการเรียนให้ได้ตามสาระการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการที่ต้องการ

2. สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา

จุดมุ่งหมาย เพื่อทำให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าปัญหามีความสำคัญ น่าให้ความสนใจและเวลาดำเนินการเพื่อนำเสนอปัญหา

วิธีสอนและเทคนิคการสอน ใช้การอภิปรายที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม การใช้คำถามที่กระตุ้นประสบการณ์เดิม บทบาทสมมติและสถานการณ์จำลอง และการทดลอง

3. สร้างกรอบของการศึกษา

จุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างกรอบ หรือขอบเขตที่ชัดเจนที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าเป็นรูปธรรมชัดเจน ดำเนินต่อไปได้ง่ายและเป็นไปตามทิศทางที่กำหนด

วิธีสอนและเทคนิคการสอน ใช้การระดมสมอง การเขียนตารางแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาที่รู้ประเด็นที่ต้องการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม วิธีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม และเทคนิคการระดมสมองเพื่อช่วยหาแนวคิด

4. ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย

จุดมุ่งหมาย เพื่อรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจ แก้ปัญหาตามที่กำหนดไว้ในกรอบการศึกษา

วิธีสอนและเทคนิคการสอน ใช้บทบาทสมมติ สถานการณ์จำลอง เพื่อฝึกทักษะการค้นคว้า และการทำงานกลุ่ม อย่างมีประสิทธิภาพ และกิจกรรมกลุ่มเพื่อฝึกทักษะการค้นคว้า และการทำงานกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ

5. ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา

จุดมุ่งหมาย เพื่อประเมินความเป็นไปได้ ความเหมาะสมของแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า และเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

วิธีสอนและเทคนิคการสอน ใช้การอภิปรายข้อดี ข้อเสีย จุดเด่น จุดด้อยของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธี

6. สร้างผลงาน

จุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างชิ้นงานหรือดำเนินการตามแนวทางที่กำหนดไว้

วิธีสอนและเทคนิคการสอน ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม

7. ประเมินผลการเรียนรู้

จุดมุ่งหมาย เพื่อสรุปสาระการเรียนรู้ด้านเนื้อหา และกระบวนการประเมินการเรียนรู้และสร้างความเชื่อมโยงกับเรื่องที่เกี่ยวข้อง

วิธีสอนและเทคนิคการสอน ใช้ Mind Mapping

สำหรับการประเมินสมรรถภาพในการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักนั้น ควรดำเนินการ ดังนี้

1. การประเมินความรู้ เป็นการประเมินความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพ ซึ่งได้จากการศึกษาค้นคว้าและการนำไปใช้ศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง ของผู้เรียน ประเมินจากการให้ผู้เรียนตอบคำถาม เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
2. การประเมินสมรรถภาพในการใช้กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ เป็นการประเมินความสามารถในการค้นคว้าด้วยตนเองของผู้เรียน ซึ่งวิธีการประเมินทำได้ทั้งการให้ผู้เรียนประเมินตนเองหรือให้ผู้เกี่ยวข้องในการเรียนของนักเรียนประเมินด้วย
3. การประเมินสมรรถภาพในการชี้นำด้วยตนเอง เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ยอมรับตนเอง ประเมินตนเองตามความเป็นจริง
4. การประเมินสมรรถภาพในการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนขณะอยู่ในกลุ่มโดยกลุ่มจะเรียนรู้ไปพร้อมๆ กัน จากการช่วยกันทำงานและค้นคว้าหาความรู้

1.5 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในชั้นเรียนแบบเดิมจะใช้การประเมินผลเพื่อชี้วัดความสามารถและแบ่งชั้นความสามารถของนักเรียนมากกว่าที่จะประเมินเพื่อการแก้ปัญหาการเรียนของนักเรียน และวิธีการประเมินจะประเมินจากการทดสอบหรือจากผลงานที่นักเรียนทำ เพื่อวัดว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไร ระดับใด ผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่านเกณฑ์ แต่การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง เป็นเป้าหมายของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งได้กำหนดไว้ว่า “ความรับผิดชอบหลักของผู้เรียน คือ กิจกรรมการวางแผน การดำเนินการตามแผน และการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง” ดังนั้นเครื่องมือในการประเมินผลที่ใช้จึงต้องประเมินพัฒนาการของผู้เรียนโดยสอดคล้องกับหลักการทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานด้วย (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544:; 1983: unpaged) การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผู้เสนอวิธีดังนี้

ดีไลเซิล (Delisle. 1997: 37 – 47) ได้กล่าวว่า การประเมินผลจะต้องบูรณาการ ตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ ความสามารถและผลงานที่นักเรียนแสดงออกมาเข้าด้วยกัน

โดยได้เสนอว่า การประเมินควรกระทำทั้ง 3 ส่วน คือ การประเมินผลนักเรียน การประเมินผลด้วยตนเองของครู และการประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ โดยแต่ละในการประเมินผลนักเรียนจะมีส่วนร่วมด้วย และการประเมินผลจะดำเนินไปตลอดเวลาของการเรียนรู้ คือ ตั้งแต่สร้างปัญหาจนถึงการแก้ปัญหานั้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การประเมินผลนักเรียน การประเมินผลความสามารถของนักเรียนจะเริ่มตั้งแต่วันแรกของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จนกระทั่งวันสุดท้ายที่ได้เสนอผลออกมา ครูจะใช้ขั้นตอนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการติดตามความสามารถของนักเรียน ซึ่งพิจารณาทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และการทำงานกลุ่ม

2. การประเมินผลตัวเองของครู ในขณะที่นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ และความสามารถออกมา ครูก็ควรจะพิจารณาตนเองถึงทักษะและบทบาทของตนเองที่ได้แสดงออกไปว่าส่งเสริมผู้เรียนหรือไม่อย่างไรด้วย โดยอาจจะใช้คำถามดังในตารางเป็นแนวทางในการประเมินตนเอง

การประเมินตนเองของครูมี 2 แบบ คือ รูปแบบที่เขียนบรรยายและแบบที่ให้เลือกระดับความสามารถว่า ดีมาก ดี หรือพอใช้ ของแต่ละพฤติกรรมที่ครูแสดง แล้วส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

3. การประเมินผลปัญหา ซึ่งในขณะที่นักเรียนประเมินผลตนเองและครูทำการประเมินผลนักเรียนและตนเอง ก็ควรทำการประเมินผลปัญหาเพื่อดูความมีประสิทธิภาพของปัญหาในการจัดการเรียนการสอนด้วย

บาเรลล์ (Barell. 1998: 159 – 160) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีลักษณะ ดังนี้

1. การประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ไม่ประเมินผลด้วยการสอบเพียงอย่างเดียว และไม่ควรประเมินผลแค่ตอนจบบทเรียนเท่านั้น

2. ประเมินผลจากสภาพจริง โดยให้มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนที่สามารถเจอในชีวิตประจำวัน

3. ประเมินผลที่ความสามารถที่แสดงออกมาหรือจากการทำงานที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความคิดรวบยอด

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้นจะพบว่าการประเมินผลการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ ดีไลเซิล ได้กล่าวไว้ จะครอบคลุมทั้งการประเมินผลผู้เรียน การประเมินผลตนเองของครู และการประเมินผลปัญหาสำหรับงานวิจัยนี้ การประเมินผลการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยจะประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบทักษะการสื่อสาร ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน อีกทั้งผู้วิจัยสามารถสรุปลักษณะเด่น และลักษณะด้อยของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังนี้

ลักษณะเด่นของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. ผู้เรียนมีเสรีภาพด้านการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. เรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อน

3. ผู้เรียนได้สัมผัสจริงกับปัญหาที่จะพบได้ในสถานการณ์จริง
4. ได้ฝึกฝนทักษะการให้และการรับข้อมูลป้อนกลับ
5. ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิด ได้แก่ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และคิดอย่างมีเหตุผล

ลักษณะด้อย / ข้อจำกัดของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. เป็นการเรียนรู้ที่ต้องใช้ความรับผิดชอบและมีวินัยสูง
2. ใช้ระยะเวลาในการเรียนรู้มาก
3. ต้องเตรียมบรรยากาศการเรียนรู้ให้พร้อมก่อนเริ่มดำเนินการ

1.6 ข้อค้นพบจากการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีข้อค้นพบจากการวิจัย ดังนี้

1. สมรรถภาพในการจัดการเรียนการสอน ยุวดี ฤาชา (2536) ได้พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักสำหรับอาจารย์พยาบาล พบว่า ทั้งอาจารย์ และนักศึกษาพยาบาล กลุ่มที่ได้รับการฝึกอบรมมีสมรรถภาพในการจัดการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักเพิ่มขึ้นกว่าก่อนฝึกอบรมและหลังฝึกอบรม

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา ฟอล์คเนอร์ (Faulkner. 1999) ได้ศึกษากับนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักกับการใช้ตัวอย่างงาน พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ตัวอย่างงาน และ ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล (2545) วิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอน โดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ พบว่า กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงให้เพิ่มขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 20 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาภรณ์ แสงรัศมี (2533) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก มีคะแนนเฉลี่ยลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เชปเฟิร์ด (Shepherd. 1998) ศึกษาผลของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิจารณญาณได้และช่วยพัฒนาทัศนคติต่อการแก้ปัญหา

5. ความมั่นใจในตนเอง แคมป์เบลล์ (Campbell. 1999) ศึกษาการรับรู้ประสิทธิภาพของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักของครู และนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักช่วยเพิ่มความมั่นใจในตนเอง และการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบกลุ่มร่วมมือส่งผลโดยตรงต่อความสำเร็จของนักเรียน

6. แรงจูงใจในการเรียน พีเดอร์เซน (Pedersen. 2000) ศึกษาผลของเครื่องมือช่วยให้คำแนะนำในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก พบว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนแก่นักเรียนมากกว่าการเรียนแบบปกติ

7. ความคงทนในการเรียนรู้ โนแวค (Nowak. 2001) ศึกษาผลของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมีความคงทนในเนื้อหามากกว่าการเรียนแบบปกติ

2. เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

การสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เป็นเทคนิคการสอนที่ครบวงจร ผู้เรียนเรียนรู้ได้โดยการลงมือปฏิบัติสิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นทีม ทีมละ 4 – 5 คน เน้นให้มีการแบ่งงานกันทำ ช่วยเหลือกันร่วมกันทำงานที่ได้รับมอบหมาย ในทีมหนึ่งๆ ประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน ในขณะเรียนสมาชิกในทีมสามารถช่วยเหลือกันในการทำงานในเนื้อหานั้นๆ แต่เมื่อจบบทเรียนจะทดสอบเป็นรายบุคคลและนำคะแนนมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของทีม มีการประกาศคะแนนของทีม ทีมใดมีคะแนนเฉลี่ยถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้จะได้รับรางวัลและเมื่อเรียนครบ 5 – 6 สัปดาห์แล้วผู้เรียนสามารถเปลี่ยนกลุ่มได้

การสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งทีมผลสัมฤทธิ์ (Student Team Achievement Division หรือ STAD) ซึ่งพัฒนาโดยสลาวิน (Slavin. 1978: 5 – 7) ได้กล่าวไว้ ซึ่งสรุปได้ว่า เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับหลายๆ วิชา เช่น คณิตศาสตร์ ภาษา ศิลปะ และวิทยาศาสตร์ โดยครูแบ่งนักเรียนออกเป็นทีมๆ ละ 4 – 5 คน โดยจัดให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถ เพศ เชื้อชาติ แตกต่างกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในการสอนครูจะเป็นผู้สอนบทเรียนแล้วนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยทุกคนในทีมจะต้องแน่ใจว่า สมาชิกในทีมของตนได้เรียนรู้บทเรียนนั้นอย่างแจ่มแจ้ง และสุดท้ายจะมีการประเมินผลการเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยที่ไม่มีการช่วยเหลือกัน และคะแนนของแต่ละคนจะถูกเปลี่ยนเป็นคะแนนของทีม

แนวคิดหลักของการเรียนแบบร่วมมือโดยการแบ่งทีมผลสัมฤทธิ์ คือ การสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนตั้งใจเรียนและช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกในทีมให้เรียนรู้ที่ครูสอนอย่างแจ่มแจ้ง และถ้านักเรียนต้องการให้ทีมของตนประสบความสำเร็จ และได้รับรางวัลก็จะต้องช่วยเหลือกัน เพื่อให้ทุกคนเข้าใจบทเรียน ทุกคนต้องกระตุ้นสมาชิกในทีมทำให้ดีที่สุด สร้างความเข้าใจว่า การเรียนเป็นสิ่งสำคัญ มีค่าและสนุก นักเรียนทำงานร่วมกันหลังจากครูจบบทเรียน อภิปรายข้อขัดแย้งและช่วยเหลือคนอื่นที่ประสบปัญหา ช่วยกันหาวิธีแก้ปัญหาหรืออาจจะมีการสอน การติว ชี้จุดเด่นและจุดด้อยของกันและกัน เพื่อช่วยให้แต่ละคนประสบความสำเร็จในการสอน สลาวิน ยังได้กล่าวถึง การเรียนแบบร่วมมือโดยการแบ่งทีมผลสัมฤทธิ์ว่า มีองค์ประกอบหลักสำคัญ 5 ประการ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ (ศศิธร ม่านทอง. 2544: 34 – 35)

1. การนำเสนอบทเรียน เป็นการสอนโดยตรงหรือการสอนโดยวิธีการบรรยายแบบอภิปรายเป็นการสอนโดยครูและรวมถึงการใช้สื่อการสอนต่างๆ การนำเสนอบทเรียนในการเรียนแบบร่วมมือ โดยการแบ่งทีมผลสัมฤทธิ์แตกต่างจากการสอนปกติ เพียงนักเรียนได้เข้าใจระบบการเรียนและจะต้องระลึกเสมอว่าต้องตั้งใจเรียน ในขณะที่มีการนำเสนอบทเรียน เพื่อจะช่วยให้ทำการทดสอบได้ดี ช่วยเหลือเพื่อนให้เข้าใจในบทเรียน สามารถทำคะแนนในกลุ่มได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. การทำงานเป็นทีม นักเรียนแต่ละทีมจะมีจำนวนสมาชิก 4 – 5 คน ประกอบด้วยคนที่มีความสามารถ เพศ เชื้อชาติ และอื่นๆ แตกต่างกัน งานสำคัญของทีม คือ การเตรียมสมาชิกทุกคนให้พร้อมที่จะทดสอบในขั้นสุดท้ายอันส่งผลต่อผลงานของทีมด้วย หลังจากที่ครูสอนแล้วแต่ละทีม จะศึกษาบัตรงานหรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของการอภิปรายปัญหาร่วมกัน การเปรียบเทียบคำตอบ แก้ไขการเข้าใจผิดของเพื่อนสมาชิก การทำงานของทีมเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการเรียนแบบร่วมมือโดยการแบ่งทีมผลสัมฤทธิ์ จุดเน้นที่สมาชิกจะทำหน้าที่ให้ดีที่สุด เพื่อทีมการทำงานเป็นทีมจะช่วยให้สมาชิกทุกคนได้รับการเรียนรู้จากเพื่อน มีการยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน รวมทั้ง พัฒนาการยอมรับนับถือในตนเอง

3. การทดสอบ ภายหลังที่การนำเสนอบทเรียนของครูและนักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นทีมแล้วครูจะทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล นักเรียนไม่ได้รับอนุญาตให้ช่วยเหลือกัน ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าทุกคนสามารถเรียนรู้บทเรียนที่ครูสอน

4. คะแนนพัฒนาการรายบุคคล จัดได้ว่าเป็นสิ่งกำหนดความสำเร็จในการเรียนเพื่อให้แต่ละคนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนได้ง่ายขึ้น ผู้เรียนเพียงแต่พยายามเรียนรู้บทเรียนเพื่อทำคะแนนสอบภายหลังการเรียนให้มากกว่าคะแนนครั้งก่อน คะแนนพัฒนาการแต่ละคนจะนำมาเทียบเป็นคะแนนทีม นักเรียนที่เรียนช้าจึงสามารถทำคะแนนให้แก่ทีมได้เช่นเดียวกับนักเรียนคนอื่นๆ

5. การพิจารณาผลงานเป็นทีม กลุ่มจะได้รับรางวัลถ้าคะแนนเฉลี่ยของทีมที่ได้จากคะแนนพัฒนาของสมาชิกแต่ละคนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดให้

STAD เป็นรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ที่ Robert Slavin และคณะได้พัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุด และใช้กันแพร่หลายที่สุด เหมาะสำหรับครูผู้สอนที่เลือกรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 5 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 การนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น
ขั้นที่ 2 การเรียนทีมย่อย
ขั้นที่ 3 การทดสอบย่อย
ขั้นที่ 4 คะแนนในการพัฒนาตนเอง
ขั้นที่ 5 กลุ่มที่ได้รับการยกย่อง

ขั้นการสอนตามรูปแบบการสอนแบบ STAD ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น อธิบายได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น ทำเป็นกิจกรรมตามลำดับ ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียนด้วยวิธีที่เหมาะสมกับเนื้อหา

กิจกรรมที่ 2 ครูอธิบายวิธีการเรียนในเนื้อหาบทเรียน พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ประกอบ

กิจกรรมที่ 3 ครูอธิบายวิธีที่ทำให้การเรียนได้รับความสำเร็จสูงสุด

กิจกรรมที่ 4 ครูแนะนำว่าทุกคนต้องเรียนรู้เนื้อหาอย่างถ่องแท้ด้วยตนเอง หรือวิธีสร้างความสัมพันธ์กับเพื่อนในทีม

ขั้นที่ 2 การเรียนกลุ่มย่อย ทำเป็นกิจกรรมตามลำดับ ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 แจ้งให้นักเรียนทราบว่าสมาชิกในทีมย่อยมี จำนวน 4 – 5 คน โดยเอาสมาชิกทั้งหมดหารด้วย 4 จะได้ทีมละ 4 คน หากสมาชิกเกินก็เอาเศษที่เหลือไปเพิ่มอีกทีมละ 1 คน จะได้สมาชิกบางทีมมี 5 คน

กิจกรรมที่ 2 เลือกสมาชิกเข้าทีมโดยทุกทีมจะต้องมีคนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน คนอ่อน 1 คน ต้องคละเพศ คละความสามารถ

กิจกรรมที่ 3 ให้เข้าทีมเรียน โดยภายในทีมต้องช่วยเหลือกันทุกเรื่อง เช่น เรื่องความรู้ คนเก่งต้องช่วยกันติวเนื้อหาบทเรียนตลอดจนการทำกิจกรรมทุกกิจกรรมอย่างถ่องแท้ให้ทั่วถึงทุกคน และหากในทีมไม่เข้าใจให้ปรึกษาครู การปรึกษากันในทีมไม่ควรเสียงดังรบกวนทีมอื่น

ขั้นที่ 3 การทดสอบย่อย หลังเรียนไปแล้ว 1 – 2 ชั่วโมง นักเรียนต้องได้รับการทดสอบซึ่งทุกคนต้องทำข้อทดสอบตามความสามารถของตน ไม่ให้มีการช่วยเหลือกัน ทำเป็นกิจกรรมตามลำดับดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ศึกษาข้อทดสอบให้เข้าใจ

กิจกรรมที่ 2 ทำข้อทดสอบตามคำสั่งให้ครบถ้วน

กิจกรรมที่ 3 ตรวจทานแก้ไขหากพบข้อบกพร่อง

ขั้นที่ 4 คะแนนในการพัฒนาตนเอง

กิจกรรมที่ 1 ตรวจข้อทดสอบโดยให้นักเรียนหรือครูเป็นผู้ตรวจและถ้าหากให้นักเรียนตรวจก็ให้แลกกันโดยทำการตรวจไปพร้อมๆ กัน เพื่อนักเรียนจะได้ทราบข้อดี ข้อบกพร่อง

กิจกรรมที่ 2 ให้นักเรียนร่วมกันรวมคะแนนที่ได้แต่ละคนเพื่อเปรียบเทียบกับฐานของคะแนนสอบ ดังนี้

คะแนนสอบย่อย	**คะแนนพัฒนาตนเอง**
ต่ำกว่าฐานคะแนน 10 คะแนนลงไป	0
ต่ำกว่าฐานคะแนน 1 – 10 คะแนน	10
เกินกว่าฐานคะแนน 1 – 10 คะแนน	20
เกินกว่าฐานคะแนน 10 คะแนนขึ้นไป	30
คำตอบถูกต้องทั้งหมด (ไม่ต้องดูฐานคะแนน)	30

กิจกรรมที่ 3 รวมคะแนนสมาชิกในแต่ละทีม แล้วหารด้วยสมาชิกในทีม จะเป็นคะแนนของทีม

ขั้นที่ 5 ทีมที่ได้รับการยกย่อง นักเรียนและครูร่วมกันพิจารณา ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ให้นำคะแนนแต่ละกลุ่มประกาศ หรือติดให้เพื่อนทุกคนดู

กิจกรรมที่ 2 ให้ทุกคนช่วยกันพิจารณาว่า ทีมใดอยู่ในระดับใด ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยของทีม	**รางวัล**
15	Good Team
20	Great Team
25	Super Team

กิจกรรมที่ 3 เมื่อพบคะแนนของทีมได้ตามเกณฑ์ที่กล่าวแล้วในกิจกรรมที่ 2 ให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าทีมใดบ้างที่ได้รับการยกย่องและยอมรับ

กิจกรรมที่ 4 การให้รางวัลทีมที่ได้รับการยกย่อง เช่น การปรบมือ ติดชื่อคณะของทีมที่ป้ายนิเทศในชั้นเรียนหรือหน้าชั้นเรียน การใช้คำพูดชมเชย นำคะแนนทีมไปรวมเป็นผลสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

2.2 ทฤษฎีและแนวคิด

การสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เป็นเทคนิคหนึ่งของการสอนแบบร่วมมือ (Cooperative learning) พัฒนาขึ้นโดย สลาวิน (Robert, E. Slavin) ผู้อำนวยการโครงการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา ศูนย์วิจัยประสิทธิภาพการเรียนของผู้เรียนที่มีปัญหาทางด้านวิชาการ แห่งมหาวิทยาลัย จอห์นฮอฟกินส์ สหรัฐอเมริกา และเป็นผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์ สลาวิน ได้พัฒนาเทคนิคนี้ขึ้นเพื่อขจัดปัญหาทางการศึกษาโดยมุ่งเน้นทักษะการคิด การเรียนที่เป็นระบบ เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการเรียนเป็นทีม และเป็นวิธีการสร้างสัมพันธภาพระหว่างผู้เรียน ซึ่งเป็นการเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดร่วมกัน และเปลี่ยนประสบการณ์ความคิด เหตุผลซึ่งกันและกัน ได้เรียนรู้สภาพอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิดของคนในทีม เพื่อเป็นแนวคิดไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ตามความเหมาะสมของแต่ละบุคคล ตลอดจน เพื่อจะเรียนรู้และรับผิดชอบงานของผู้อื่นเสมือนงานของตน โดยมุ่งเน้นผลประโยชน์และความสำเร็จของทีม

สลาวน (Slavin. 1995: 4) กล่าวถึงจุดประสงค์หลักของการใช้วิธี STAD เพื่อจะจูงใจผู้เรียนให้กระตือรือร้น กล้าแสดงออกและช่วยเหลือกันในการทำความเข้าใจเนื้อหานั้นๆ อย่างแท้จริง ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถใช้ได้กับทุกวิชา ตั้งแต่คณิตศาสตร์ ศิลปะ ภาษา และสังคมศึกษา รวมทั้งใช้ได้ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงมหาวิทยาลัย โดยเหมาะอย่างยิ่งกับวิชาที่มีการวางจุดประสงค์ไว้อย่างแน่ชัด มีคำตอบที่ตายตัว ซึ่งวิธีการเรียนด้วยเทคนิค STAD เป็นวิธีที่เน้นความสำคัญของการเรียนเป็นทีม การช่วยเหลือกันในทีมนั้น ถือเป็นการฝึกทักษะทางสังคมให้กับผู้เรียน และทำให้มองเห็นคุณค่าของการร่วมมือที่ง่ายที่สุด และเป็นตัวอย่างที่ดีที่สุดสำหรับครูในการเริ่มต้นใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือในห้องเรียน ซึ่งองค์ประกอบสำคัญของเทคนิค STAD มีดังนี้

1. **รางวัลของทีม** โดยทีมจะได้รับรางวัลเมื่อทีมทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้
2. **ผลความรับผิดชอบรายบุคคล** หมายถึง ความสำเร็จของทีมนั้นจะขึ้นอยู่กับ

การที่สมาชิกทุกคนเข้าใจเนื้อหานั้นๆ ดังนั้นสมาชิกทุกคนจะต้องช่วยกันอธิบายให้เข้าใจ เพราะเมื่อมีการทดสอบสมาชิกจะต้องทำด้วยตนเองเป็นรายบุคคลโดยไม่มีผู้ช่วยเหลือ แต่คะแนนที่ได้จากการสอบจะนำมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของทีม

3. โอกาสความสำเร็จที่เท่าเทียมกัน หมายถึง สมาชิกทุกคนในทีมมีโอกาสที่จะทำได้ดีที่สุด และประสบความสำเร็จอย่างเท่าเทียมกัน เพราะฉะนั้นการมีประสบการณ์ในการทำงานร่วมกันจะช่วยพัฒนาสมาชิกให้มีความก้าวหน้าทางการเรียน

2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

การสอนแบบร่วมมือในเทคนิค STAD ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ (Slavin. 1995: 71 – 73)

1. การนำเสนอข้อมูล ครูเป็นผู้นำเสนอข้อมูลโดยใช้วิธีการสอนตรง อาจเป็นการใช้เอกสารหรือการบรรยายเพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียน ผู้เรียนจะต้องมีความตั้งใจ เพราะผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติเอง และมีการทดสอบหลังจากจบบทเรียนหนึ่งๆ แล้ว

2. การทำงานร่วมกัน ผู้เรียนจะทำงานร่วมกันเป็นทีม ทีมหนึ่งมี 4 – 5 คน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์และเพศคละกัน หน้าที่สำคัญของทีมคือ การช่วยเหลือกัน เรียนร่วมกัน เตรียมสมาชิกเพื่อการทดสอบหลังจากที่ครูสอนเนื้อหาจบแล้ว สมาชิกจะเข้าทีมเรียนรู้และทำงานจากใบงาน อภิปรายปัญหาร่วมกัน รวมทั้งการตรวจสอบการแก้ไขคำตอบ หัวใจสำคัญอยู่ที่สมาชิกแต่ละคน ทุกคนจึงต้องทำหน้าที่ของตนให้ดีที่สุดและเรียนรู้เพื่อให้กำลังใจและเข้าใจร่วมกัน

3. การทดสอบ เมื่อครูสอนไปประมาณ 1 – 2 ครั้ง ผู้เรียนจะเข้าทำการทดสอบในสาระที่เรียน ต่างคนต่างสอบจะช่วยเหลือกันไม่ได้

4. การปรับปรุงคะแนน จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนอย่างเต็มที่ ผู้เรียนสามารถปรับปรุงคะแนนของตนเองให้สูงขึ้น

5. การตัดสินผลงานของกลุ่ม จะพิจารณาผลรวมของการปรับปรุงคะแนนของสมาชิกในทีม กำหนดระดับผลความสำเร็จตามคะแนนที่ได้ของทีม อาจเป็นคำชมเชย ใบประกาศนียบัตร รางวัล เป็นต้น

กิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีดังนี้ (Slavin. 1995: 73 – 84)

1. การเตรียมการสอน ครูจะดำเนินการ ดังนี้

1.1 เนื้อหาของบทเรียน การเรียนด้วยเทคนิค STAD สามารถใช้ได้กับเนื้อหาต่างๆ ที่ครูสร้างขึ้นโดยการทำเอกสารประกอบการเรียนการสอนหรือใบงาน กระดาษคำตอบ และข้อทดสอบย่อยสำหรับเนื้อหาที่จะสอนในแต่ละบท

1.2 การจัดทีมผู้เรียน ในแต่ละกลุ่มควรจะประกอบด้วยสมาชิก 4 คน เป็นผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ซึ่งครูควรจัดทีมให้

ผู้เรียนเอง เพราะถ้าให้ผู้เรียนจัดทีมเองผู้เรียนจะเลือกคนที่ชอบพอสนิทสนมกัน

1.2.1 จัดทำเอกสารสรุปเกี่ยวกับการเรียนเป็นทีมให้แต่ละทีม

1.2.2 จัดผู้เรียนเข้าทีม โดยจัดเรียงผู้เรียนที่มีผลคะแนนสูงสุดไปถึงต่ำสุด ข้อมูลที่ใช้ในการแบ่งทีมได้จากคะแนนการทดสอบจะเป็นสิ่งที่ดีที่สุด รองลงมาคือ การใช้ผลการเรียนระดับคะแนนวิชาที่ผ่านมา หรือบางครั้งขึ้นอยู่กับวิจารณญาณของผู้สอนก็ได้

1.2.3 พิจารณาจากจำนวนทีมในชั้นเรียน ในแต่ละทีมควรประกอบด้วยสมาชิก 4 คน แต่ถ้าหารด้วย 4 ไม่ลงตัว ก็จะต้องมีบางทีมที่มีสมาชิกมากกว่า 4 คน ได้

1.2.4 การจัดผู้เรียนเข้าทีม ในแต่ละทีมควรให้มีความสมดุลกัน เพื่อให้แต่ละทีมประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถทางการเรียนตั้งแต่ต่ำ ปานกลาง จนถึงสูง และระดับความสามารถโดยเฉลี่ยของแต่ละทีมๆ ละเท่าๆ กัน ซึ่งอาจจัดทีมโดยอาศัยคะแนน ที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียน หรือคะแนนจากผลการเรียนเดิม

1.2.5 การพิจารณาคะแนนขั้นพื้นฐาน คะแนนพื้นฐาน หมายถึง คะแนนจากการทดสอบครั้งที่แล้วมา เมื่อครูใช้เทคนิคนี้และมีการทดสอบไป 2 – 3 ครั้ง แล้วนำคะแนนนี้มาเฉลี่ยเป็นคะแนนพื้นฐาน หรืออาจใช้คะแนนผลการเรียนของปีที่ผ่านมาก็ได้

2. รายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรม ประกอบด้วยกิจกรรมย่อยๆ ดังนี้

2.1 การสอน

ครูใช้วิธีการสอนแบบโดยตรงหรือการสอนอภิปราย หรือเสนอโดยใช้เสียงและภาพ โดยใช้เวลา 1 – 2 คาบ ในการสอบบทเรียนหนึ่งๆ และดำเนินการสอนตามแผนการสอนที่กำหนดไว้ ดังนี้

2.1.1 การนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการเร้าความสนใจของผู้เรียนให้อยากรู้อยากเห็น อยากเรียน การเข้าสู่การนำเสนอบทเรียนควรจะ

2.1.1.1 บอกผู้เรียนถึงสิ่งที่เรียนว่าคืออะไร มีความสำคัญอย่างไร กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็นด้วยการสาธิต การใช้อุปกรณ์ประกอบการอธิบาย หรือยกตัวอย่างปัญหาในชีวิตจริง

2.1.1.2 ทบทวนสั้นๆ เกี่ยวกับทักษะหรือข้อมูลที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้ว

2.1.2 การพัฒนา เป็นขั้นที่จัดในขั้นนำเสนอบทเรียนโดยครูอาจจะปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

2.1.2.1 การสอนโดยวัดตามจุดประสงค์

2.1.2.2 เน้นทักษะความเข้าใจไม่ใช่ความจำ

2.1.2.3 ยกสาระหรือทักษะต่างๆ โดยใช้อุปกรณ์สื่อที่เห็นชัดเจน

2.1.2.4 ประเมินความเข้าใจของผู้เรียนบ่อยๆ ด้วยการถามคำถาม

2.1.2.5 อธิบายว่า คำตอบนี้ทำไมถึงถูกต้องและไม่ถูกต้อง ยกเว้นกรณีที่เห็นชัดเจน

2.1.2.6 เมื่อผู้เรียนจับใจความสำคัญได้แล้วให้นำไปสู่สาระถัดไป

2.1.2.7 รักษาประเด็นที่กำลังเรียนอยู่ โดยการถามคำถามต่างๆ และนำไปสู่บทเรียนทั้งบทอย่างรวดเร็ว

2.1.3 การฝึกโดยให้แนวปฏิบัติ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับบทเรียนที่นำเสนอโดยแนะแนวทางให้ เพื่อให้ผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายในการปฏิบัติถือว่าเป็นขั้นฝึกฝน อาจทำได้ ดังนี้

2.1.3.1 ให้ผู้เรียนทุกคนช่วยกันแก้ปัญหา หรือช่วยกันหาคำตอบสำหรับคำถามนั้นๆ

2.1.3.2 สุ่มตัวอย่างผู้เรียนเพื่อถาม ซึ่งวิธีนี้เป็นการกระตุ้นผู้เรียนทุกคนเตรียมคำถามไว้

2.1.3.3 ไม่ควรให้งานที่ต้องใช้เวลานานๆ อาจให้ผู้เรียนเตรียมคำถาม 1 – 2 ข้อ แล้วให้ข้อมูลย้อนกลับ

2.2 การทำงานเป็นทีม

ใช้เวลา 1 – 2 คาบ ในการสอนบทหนึ่งๆ นั้น ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยการอ่านและศึกษาใบงานร่วมกันกับเพื่อนสมาชิก เอกสารที่ใช้ในขั้นนี้คือ ใบงาน และกระดาษคำตอบกลุ่มละ 2 ใบ สำหรับทีมหนึ่งๆ ในขณะเรียนสมาชิกในทีมจะต้องเรียนรู้เนื้อหานั้นๆ ให้เข้าใจและช่วยกันทำงานในวันแรกของการเรียน ครูจะอธิบายถึงความหมายของการทำงานแบบร่วมมือและเทคนิคต่างๆ ในการเรียน

2.2.1 นักเรียนทุกคนต้องรับผิดชอบ ในการทำให้เพื่อนสมาชิกทุกคนเรียนรู้เนื้อหาให้กระจ่าง

2.2.2 ผู้เรียนจะเสร็จสิ้นงานที่ได้รับมอบหมายได้ เมื่อสมาชิกทุกคนในกลุ่มเรียนรู้เนื้อหานั้นๆ จนกระจ่างแล้ว

2.2.3 ผู้เรียนควรจะขอความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่มก่อนที่จะถามครู

2.2.4 ผู้เรียนในทีมควรพูดคุยศึกษากันเบาๆ นอกจากนี้ครูควรกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รับทราบกฎบางอย่าง เช่น

2.2.4.1 ให้จัดทีมอย่างรวดเร็วและไม่ทำเสียงดังรบกวนผู้อื่น

2.2.4.2 ให้เวลาประมาณ 5 นาที ในการตั้งชื่อกลุ่ม

2.2.4.3 แจกใบงานและกระดาษคำตอบ (กลุ่มละ 2 ชุด)

2.2.4.4 แลกเปลี่ยนความคิด อธิบายโต้ตอบและแบ่งอุปกรณ์ร่วมกัน

2.2.4.5 ให้สมาชิกแต่ละคนอธิบายคำตอบ แทนที่จะเป็นการตรวจคำตอบ

2.2.4.6 ใช้คำพูดที่สุภาพ ไม่ก้าวร้าว และไม่เถียงกันในเรื่องส่วนตัว

2.2.4.7 เมื่อเกิดข้อขัดแย้งให้ใช้หลักประชาธิปไตย

2.2.4.8 ตรวจสอบผลงานและคำตอบของทีม ก่อนนำส่งครู และสมาชิกทุกคนต้องยอมรับผิดชอบผลงานของทีมเสมือนงานของตน

2.2.4.9 เน้นให้ผู้เรียนทราบว่า พวกเขาจะจบบท ก็ต่อเมื่อแน่ใจว่าสมาชิกแต่ละคนในทีมทำคะแนนสอบได้ 100%

2.2.4.10 ต้องแน่ใจว่าผู้เรียนศึกษาเนื้อหาในใบงานจริงๆ ไม่ใช่ถือไว้เฉยๆ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้เรียนต้องมีกระดาษคำตอบ เพื่อเอาไว้ตรวจคำตอบของตนเองและของสมาชิกในขณะเรียน ผู้เรียนอธิบายคำตอบกันด้วย แทนที่จะเป็นเพียงการตรวจคำตอบจากกระดาษคำตอบเท่านั้น

2.2.4.11 ผู้เรียนมีคำถามให้ถามสมาชิกก่อนที่จะถามครู บทบาทของครูคือ สังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำงานทีม โดยเดินดูทุกทีม และให้การช่วยเหลือ เมื่อจำเป็น นอกจากนี้ครูอาจจะมีการซักถามทีมเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนไปจัดว่า เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้

2.3 การทดสอบ

ครูจะใช้เวลาในการทดสอบครึ่งคาบ โดยเป็นการทดสอบรายบุคคล ผู้เรียนแต่ละคนได้รับกระดาษทดสอบคนละ 1 ชุด ในการทดสอบนั้นควรจะปฏิบัติ ดังนี้

2.3.1 ให้เวลาในการทำข้อสอบอย่างเพียงพอ แต่ไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนปรึกษากันในขณะทำข้อสอบ เพราะต้องการจะให้ผู้เรียนแสดงให้เห็นว่า ตนเรียนรู้อะไรมาบ้างจากบทเรียนนี้ ในขณะทำการทดสอบผู้เรียนต้องแยกโต๊ะจากทีม

2.3.2 ให้มีการแลกเปลี่ยนกระดาษคำตอบ เพื่อเปลี่ยนกันตรวจกับผู้อื่นได้ หรือสะสมคะแนนเอาไว้เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว

2.4 การตระหนักถึงความสำคัญของทีม

การตระหนักถึงความสำคัญของทีม มีวัตถุประสงค์เพื่อชี้ให้เห็นถึงคะแนนของแต่ละบุคคลที่มีการเพิ่มขึ้นทันทีที่ผู้สอนคำนวณคะแนนของผู้เรียนแต่ละคน ก็จะชี้ถึงคะแนนของแต่ละคนที่เพิ่มขึ้น และจัดทำคะแนนทีม มีการให้รางวัลหรือประกาศนียบัตรชมเชยให้กับทีมที่ทำคะแนนสูงๆ ถ้าเป็นไปได้ครูควรจะบอกคะแนนในคาบถัดไปหลังจากการสอบ ซึ่งวิธีนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงกัน ระหว่างการทำคะแนนให้ดีที่สุดกับตระหนักถึงความสำเร็จ และได้รับรางวัล ซึ่งจะเป็นแรงจูงใจในการเรียนที่ดีด้วย ทีมจะได้รับรางวัลก็ต่อเมื่อทีมนั้นได้รับความสำเร็จเหนือทีมอื่นๆ ซึ่งจะตัดสินด้วยคะแนนที่ได้มาจากการทำแบบทดสอบของสมาชิกในทีมแต่ละคน แล้วจึงนำมาคำนวณเป็นคะแนนของทีม

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ประสบผลสำเร็จเป็นทีม (STAD)

การเรียนแบบกิจกรรมร่วมมือแบบ STAD จะประสบผลสำเร็จ มี ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทดสอบ หลังจากครูสอนและนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นทีมตามที่กำหนดแล้ว นักเรียนต้องได้รับการทดสอบเป็นรายบุคคล โดยทำแบบทดสอบพร้อมทั้งทำงาน ที่ได้รับมอบหมายด้วยตัวเอง ห้ามให้ผู้อื่นช่วยเหลือ เพราะถือว่า ได้เรียนรู้ภายในทีมอย่างดีแล้วหากนักเรียนคนใดทำได้

ตามเกณฑ์ที่กำหนดและตกลงกันไว้ถือว่าประสบผลสำเร็จขั้นที่ 1

ขั้นที่ 2 คะแนนพัฒนารายบุคคล คะแนนของการพัฒนารายบุคคลนี้จะประสบผลสำเร็จเมื่อมีความตั้งใจอย่างจริงจัง และมุ่งหวังที่จะทำคะแนนให้สูงกว่าครั้งที่ผ่านมาเพื่อทีมตนจะได้มีคะแนนสูงขึ้นด้วย ฉะนั้นบุคคลใดที่ทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนถือว่าประสบผลสำเร็จในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 3 การพิจารณาผลงานของทีม โดยนำคะแนนเฉลี่ยที่สมาชิกในทีมแต่ละคนมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนสมาชิกในทีม ทีมใดได้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ทีมจะได้รับประกาศยกย่องหรือได้รับรางวัลด้วยวิธีอื่นๆ ขั้นที่ 3 เป็นการตัดสินความสำเร็จของทีมที่ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ประสบผลสำเร็จกับทีม (STAD)

2.5 ข้อค้นพบจากการวิจัย

จากการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีข้อค้นพบจากการวิจัย ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสัมพันธภาพระหว่างผู้เรียน

สลาวิน (Slavin. 1978) ได้ทดลองเพื่อศึกษาเทคนิค STAD กับนักเรียนเกรด 7 ที่ต่างเชื้อชาติและสีผิว โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษา เป็นผู้เรียนผิวสีขาว 25 คน และผู้เรียนผิวสีดำ 37 คน ผู้เรียนในกลุ่มทดลองใช้การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีการให้รางวัลเป็นทีม ส่วนผู้เรียนในกลุ่มควบคุมใช้วิธีการเรียนแบบปกติทั้งชั้น มีการให้รางวัลเป็นรายบุคคล พบว่า ผู้เรียนผิวสีดำในกลุ่มทดลองเรียนรู้ได้ดีกว่าผู้เรียนผิวสีขาวในกลุ่มควบคุม และผู้เรียนในกลุ่มทดลองมีสัมพันธภาพระหว่างผู้เรียนที่ต่างเชื้อชาติสีผิวที่ดีกว่าผู้เรียนในกลุ่มควบคุม สก๊อตต์ (Scott. 1985) ได้ทำการทดลองกับผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มทดลองใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD และกลุ่มควบคุมใช้วิธีการเรียนแบบปกติ ผู้เรียน 4 กลุ่ม ชาวลาตินอเมริกา กลุ่มผิวขาว กลุ่มผิวดำ และชาวเอเชีย พบว่า ผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีความสัมพันธ์ที่มีต่อเพื่อนต่างชาติสีผิว ดีกว่าผู้เรียนในกลุ่มควบคุม

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความภาคภูมิใจในตนเอง

มยุรี สาลีวงศ์ (2535: 120) ได้ศึกษาเทคนิค STAD กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนด้วยเทคนิคร่วมมือแบบ STAD กับผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีความภาคภูมิใจในตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ มาลีวรรณ แก่นแก้ว (2538: 73) ได้ศึกษาการใช้การเรียนแบบร่วมมือเทคนิคร่วมมือแบบ STAD กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพฤติกรรมที่แสดงออกขณะเรียนของผู้เรียนที่เรียนเก่งในทีมยอมรับผู้เรียนอ่อนและให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่เรียนอ่อน และผู้เรียนที่เรียนอ่อนในทีมกล้าจะถามเพื่อนเมื่อไม่เข้าใจ

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล

3.1 ความหมายของการคิด

ได้มีผู้ให้ความหมายของการคิดไว้แตกต่างกัน ดังนี้

บรูเนอร์ และ คณะ (Bruner; et al. 1965: 32) และ ทาบา (Taba) ให้ความหมายของการคิดที่สอดคล้องกันว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวคิดรวบยอด ด้วยการจำแนกความแตกต่าง การจัดกลุ่ม และการกำหนดเรียกชื่อ ข้อความที่ได้รับ และเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูล รวมถึงการสรุปอ้างอิงด้วยการจำแนกรายละเอียด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับและนำกฎเกณฑ์ต่างๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

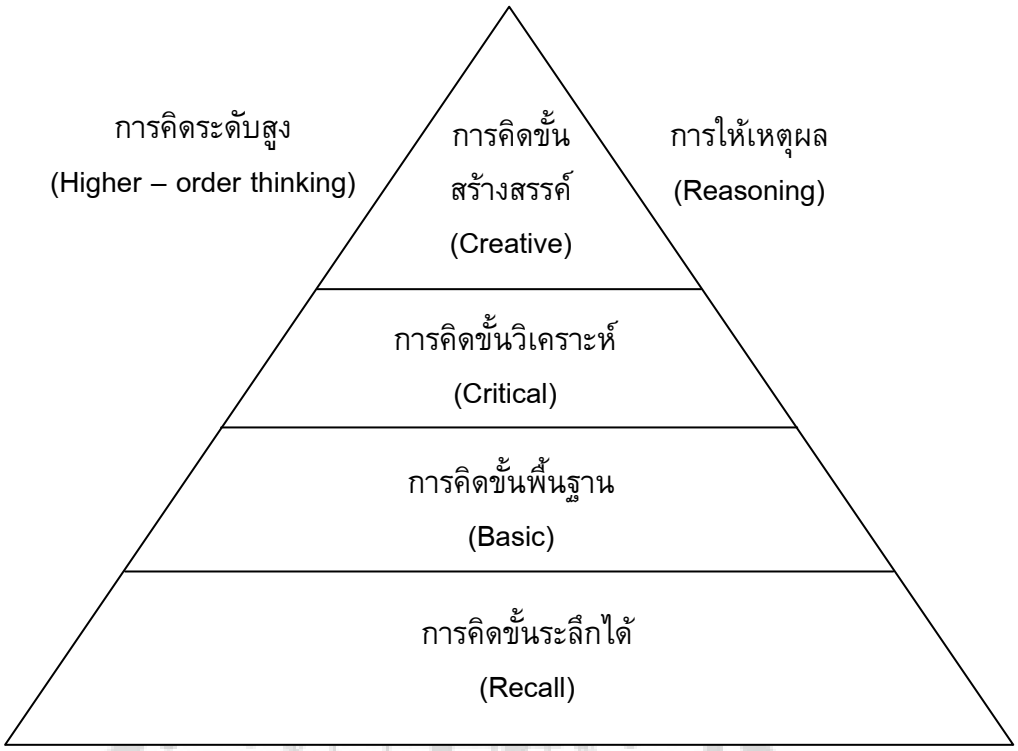
กิลฟอร์ด (Guilford. 1967: 7) ให้ทรรศนะว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการโดยการแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์ เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงๆ นั้น รวมถึงการนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิม

เพียเจท์ และ อินเฮลเดอร์ (Piget; & Inhelder. 1969: 58) ให้ทรรศนะเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิด หมายถึง การกระทำสิ่งต่างๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นกระบวนการปรับโครงสร้าง โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความที่ได้รับจริงให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลให้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกัน หรือสลับกันเพื่อปรับความคิดของตนให้เข้ากับสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่การคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

ไอแซง และคณะ (Eysenck; et al. 1972: 317) อธิบายว่า การคิดเป็นปฏิกิริยาของจิตมนุษย์ซึ่งช่วยให้แต่ละคนสามารถปรับตัวเข้ากับสังคมและสิ่งแวดล้อม และยังช่วยให้แต่ละคนเกิดความพยายามและสัมฤทธิ์ผลในจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ดังนั้นการคิดจึงนำไปสู่การกระทำและการปรับตัวที่ดีขึ้นกว่าเก่า

ครูลิค และ รูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1993: 3) ได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ขั้น คือ การคิดขั้นระลึก จัดเป็นทักษะการคิดที่เป็นธรรมชาติเกือบเป็นอัตโนมัติ เป็นความสามารถในการคิดระลึกถึงข้อเท็จจริง การคิดขั้นพื้นฐาน เป็นความเข้าใจ ความคิดรวบยอดเป็นประโยชน์นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การคิดขั้นวิเคราะห์ เป็นความคิดที่ใช้ในการตรวจเชื่อมโยงและประเมินลักษณะทั้งหมดของทางแก้ปัญหาประกอบด้วยการจำ การเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูลเพื่อหาคำตอบที่มีเหตุผลได้ และการคิดขั้นสร้างสรรค์ เป็นความคิดที่ซับซ้อน ความคิดระดับนี้เป็นสิ่งประดิษฐ์หรือจินตนาการขึ้นเอง

ส่วนของการคิดอย่างมีเหตุผลของ ครูลิค และ รูดนิค มองเป็นส่วนสำคัญของการคิดนอกเหนือไปจากการคิดขั้นระลึกได้ ดังแสดงให้เห็นในภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 3 การพัฒนาความสามารถทางด้านการคิด

ที่มา: Krulik. 1993: 3.

ครูลิค และ รูดนิค อธิบายว่า การคิดจัดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน โดยแต่ละขั้นตอนที่แสดงในแผนภาพไม่ได้แยกจากกันทีเดียว จะเห็นได้ว่า “การให้เหตุผล” เป็นส่วนที่รวมขั้นตอนตั้งแต่ความคิดขั้นพื้นฐาน การคิดวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ สำหรับการคิดในระดับสูง (Higher – order thinking) เป็นการคิดที่อยู่ในขั้นวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์

โอดาฟเฟอร์ (O’ Daffer. 1990: 378) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับการให้เหตุผลเช่นเดียวกับครูลิค และ รูดนิค คือ การให้เหตุผลเป็นการคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด

คาร์พลัส (Karplus. 1997: 170 – 171) ได้อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กใน 2 ลักษณะ คือ ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม ไว้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบรูปธรรม (Concrete Reasoning Pattern : C)

C_1 (Classification) สามารถจำแนกและรวมกลุ่มสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์การสังเกตคุณสมบัติของสิ่งของเหล่านั้น เช่น บอกความแตกต่างของกรดและเบสได้ โดยการสังเกตสีของกระดาษลิตมัส

ที่เปลี่ยนแปลง และมีความเข้าใจลักษณะที่เป็นตรรกะศาสตร์ เช่น สุนัขเป็นสัตว์ แต่สัตว์ทุกตัวไม่ใช่สุนัขทั้งหมด

C_2 (Conservation) สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องการอนุรักษ์ โดยปริมาณของสารคงที่เมื่อไม่มีการนำมาเพิ่ม หรือเอาออกไป เช่น เมื่อเทน้ำออกจากถ้วยลงในกระบอกตวงปริมาณของน้ำจากถ้วยในครั้งแรกเท่ากับปริมาณของน้ำในกระบอกตวง

C_3 (Serial Ordering) สามารถจัดอันดับการแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จากการสังเกตคุณสมบัติและเริ่มใช้วิธีจับคู่ (One - to - one Correspondence) ระหว่างสิ่งของสองกลุ่ม เช่น สัตว์ขนาดเล็กมีจังหวะของการเต้นของหัวใจเร็วกว่าสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งการเต้นของหัวใจช้า

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม (Formal Reasoning Pattern : F)

F_1 (Theoretical Reasoning) สามารถจัดแบ่งกลุ่มที่ซับซ้อนได้มากขึ้น โดยใช้หลักตรรกะศาสตร์ช่วยในการจัดอันดับ และการคิดอย่างมีเหตุผลไม่จำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่สังเกตได้ด้วยประสาททั้งห้า เช่น สามารถแยกปฏิกิริยาเคมีระหว่างปฏิกิริยา Oxidation และปฏิกิริยา Reduction โดยใช้หลักการอนุรักษ์พลังงาน นอกจากนี้ ยังยอมรับข้อสมมติฐานใดๆ ที่ขัดแย้งกับตนเองได้

F_2 (Combinatorial Reasoning) สามารถใช้กฎเกณฑ์พิจารณาลักษณะของความคิดจากปัญหาต่างๆ เช่น สามารถเข้าใจลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงลักษณะปรากฏลักษณะแฝงตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไป

F_3 (Functionally and Proportional Reasoning) สามารถอธิบาย และสามารถตีความหมายของลักษณะหน้าที่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ เช่น อธิบายถึงอัตราเร็วของการแพร่กระจายโมเลกุลของสารผ่านเยื่อบางๆ เป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของน้ำหนักโมเลกุลของสารนั้น

F_4 (Control of Variables) มีความเข้าใจในความจำเป็นที่จะออกแบบการทดลองโดยการใช้การควบคุมตัวแปรอื่นๆ นอกจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบเท่านั้น เช่น การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบข้อเท็จจริงใน F_3

F_5 (Probability and Correlation Reasoning) สามารถตีความจากการสังเกตตัวแปรอื่นๆ ซึ่งแสดงผลที่ไม่ได้คาดหวังไว้ แต่ตีความเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น

ตาราง 3 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม

ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม	ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม
1. ต้องเข้าใจการอ้างอิงจากการกระทำที่คล้ายคลึงกันจากวัสดุและจากคุณสมบัติที่สังเกตได้	1. สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ความสัมพันธ์ คุณสมบัติทางนามธรรม ข้อเท็จจริง และทฤษฎี โดยใช้สัญลักษณ์ แทนความคิด
2. สามารถให้เหตุผลตาม C_1 - C_3 แต่ไม่สามารถให้เหตุผลตาม F_1 - F_5	2. สามารถให้เหตุผลตาม F_1 - F_5 ได้ดีพอๆ กับ C_1 - C_3
3. ในการปฏิบัติการที่ยุ่งยาก ต้องการคำแนะนำที่เป็นลำดับขั้น	3. สามารถวางแผนเพื่อปฏิบัติการ โดยครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
4. มักไม่ใช้ความคิดของตนเอง ให้ความคิดเห็นที่ไม่แน่นอน ใช้ข้อสรุปหลายประเด็นหรือบางครั้งขัดแย้งกับข้อเท็จจริง	4. มีความรู้ความเข้าใจและใช้ความคิดพิจารณาด้วยตนเอง ตรวจสอบทบทวนเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในการสรุป ซึ่งใช้ข้อมูลต่างๆ เป็นรากฐาน

ที่มา: Karplus, Robert. (1977). Science Teaching and the Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*. 14 (2): 169 – 175.

ลักษณะการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม

ในระหว่างที่เด็กเริ่มมีอายุย่างเข้าสู่วัยรุ่น ความรู้สึกนึกคิด ความรู้สึกความเข้าใจของเด็กวัยนี้จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น เพียร์เจท์ เรียกลักษณะขั้นการเจริญเติบโตทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กในวัยนี้ว่า ขั้นที่มีแนวคิดปฏิบัติการแบบนามธรรม ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11 – 15 ปี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของ เพียร์เจท์ พบว่า รูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลของเด็ก เมื่ออย่างเข้าสู่วัยนี้จะเป็นระบบและใช้กระบวนการคิดอย่างสลับซับซ้อน เริ่มขยายวงจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมออกไป โดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรมเป็นข้อมูลประกอบความคิดมากขึ้น จากพัฒนาการด้านความคิดดังกล่าวทำให้เด็กในวัยนี้สามารถเผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่างๆ โดยใช้ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล ซึ่งมีลักษณะต่างๆ ซึ่งอธิบายได้ดังนี้ (Sund. 1976: 48 – 5)

1. เหตุผลเชิงนามธรรม กระบวนการคิดของเด็กวัยรุ่นเริ่มใช้หลักการ หรือแนวคิดแบบผู้ใหญ่ มีความสลับซับซ้อนในการใช้เหตุผล เช่น รู้จักการใช้ลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอน สามารถรวบรวม

ข้อมูลประมวลเข้าด้วยกัน ใช้ความคิดใคร่ควรแล้ว จึงแสดงออกมาเป็นการกระทำอย่างถูกกาละเทศะ รู้จักใช้ความคิดคาดดการณ์เชิงคณิตศาสตร์ และสามารถใช้การวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างมีหลักเกณฑ์

2. สามารถตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานได้ เช่น เมื่อคนเราพบปัญหาอย่างหนึ่ง การเริ่มต้นกระบวนการแก้ปัญหาโดยคาดการณ์ไว้อย่างหนึ่งแล้วพยายามสรุปโดยใช้เหตุผลเชิงอนุมาน เช่น เด็กคนหนึ่งคิดว่า “วิธีที่จะได้เป็นเจ้าของรถยนต์สักคันหนึ่ง คือ การไปขอเงินพ่อแม่ซื้อ” แต่ในขณะเดียวกันอีกความคิดหนึ่งจะเกิดขึ้นแย้งกับความคิดเดิม “ไม่มีทางเป็นไปได้ พ่อแม่คงไม่ให้เงินฉันแน่” และคิดต่อไปว่า “ฉันต้องหาเงินมาซื้อด้วยตนเอง” ความคิดเช่นนี้เป็นหนทางที่ชี้นำการแก้ปัญหา “ฉะนั้นต้องหางานทำและเก็บเงินสะสมไว้เพื่อซื้อรถที่ต้องการ” สรุปสุดท้ายนี้เป็นความคิดเชิงเหตุเชิงผลแบบอนุมานที่เด็กคนนี้นำมาใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง

3. การอ้างเหตุเชิงตรรกวิทยา จัดเป็นลักษณะของการตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานชนิดหนึ่ง เช่น

ก. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ให้นมลูกกิน

ข. สัตว์นี้ให้นมลูกกิน

ค. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ในการให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์นี้ คนที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรมจะประเมินเหตุผลนี้ว่า เป็นจริงเสมอไปหรือไม่ ดังเช่น

ก. สุนัขเห่า

ข. สัตว์ตัวนี้เห่า

ค. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสุนัข

คำตอบในข้อ ค. อาจเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรม เพราะการสรุปว่าสัตว์ทุกตัวที่ “เห่า” จะต้องเป็นสุนัขเสมอไปนั้นอาจจะไม่เป็นจริงเพราะสัตว์ชนิดอื่นอาจ “เห่า” เหมือนสุนัข การคิดเหตุผลแบบอนุมานแบบ Syllogism จึงเป็นขั้นก้าวหน้าไปอีกขั้นหนึ่ง การประเมินก่อนลงความคิดเห็นเป็นลักษณะที่คนเราใช้สติปัญญาขั้นสูง

4. การสันนิษฐานความเป็นเหตุเป็นผล เด็กในวัยนี้บางคนเริ่มมีความคิดคาดการณ์เป็นขั้นๆ โดยใช้เหตุผลต่างๆ เช่น

4.1 มันอาจเป็นเช่นนี้ หรือเป็นเช่นนั้นได้

4.2 มันอาจเป็นเช่นนี้ และเป็นเช่นนั้นได้ด้วย

4.3 มันอาจเป็นเช่นนี้ แต่ไม่เป็นเช่นนั้น

4.4 มันอาจไม่เป็นทั้งเช่นนี้ และเช่นนั้นได้

ตัวอย่างการให้เหตุผลอธิบายปรากฏการณ์ เช่น

1. ถ้าเป็น (ก) ต้องเกิด (ข)
   ตัวอย่าง “ถ้าฝนตก (ก) พื้นดินจะชุ่มชื้น (ข)”
2. ถ้าเกิด (ข) เป็นเพราะ (ก)
   ตัวอย่าง “ถ้าพื้นดินชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนตก (ก)”

3. ถ้าไม่ใช่ (ก) ก็จะไม่เกิด (ข)
ตัวอย่าง “ถ้าฝนไม่ตก (ก) พื้นดินก็ไม่ชุ่มชื้น (ข)”
4. ถ้าไม่เกิด (ข) ก็จะไม่ใช่ (ก)
ตัวอย่าง “ถ้าพื้นดินไม่ชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนไม่ตก (ก)”

ในกระบวนการใช้เหตุผลทำนองนี้ทำให้เกิดการควบคุมตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งไว้แล้วใช้ตัวแปรอื่นๆ จนสามารถหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาได้

5. เข้าใจเรื่องการสัมพันธ์ข้อมูล ซึ่งเด็กที่สามารถเข้าใจเรื่องหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วสามารถแปลความหมายและมีความคิดลึกซึ้ง เช่น สามารถนำเรื่องที่มีประสบการณ์มาก่อนไปเปรียบเทียบกับสิ่งอื่นได้ โดยอธิบายความสัมพันธ์ของประเด็นต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

6. การคิดย้อนกลับ เด็กสามารถใช้เหตุผล โดยการย้อนกลับความคิดที่ตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้ เช่น การลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว

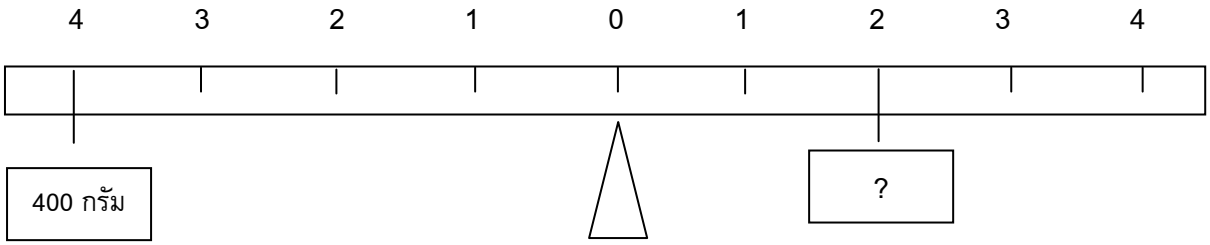
ตัวอย่าง “ดำสูงกว่าแดง แดงสูงกว่าขาว ถามว่า ใครคือ คนที่สูงที่สุด”

ขั้นการคิด ดำ สูงกว่า แดง
แดง สูงกว่า ขาว
เพราะฉะนั้น ดำ สูงกว่า ขาว
คำตอบ ดำ คือ คนที่สูงที่สุด

ลำดับขั้นตอนการคิดทำนองนี้เริ่มจาก
1. ตั้งประเด็นของปัญหา
2. พิจารณาว่าข้อมูลที่มีในปัญหา และข้อมูลที่ยังขาดหายไป
3. ร่างขั้นการดำเนินการคิดหาข้อมูลที่ยังขาดหายไป
4. ลงมือตอบ

7. หลักการใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ เป็นความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลายๆ ตัวแปรอย่างมีระบบ ตัวอย่างเช่น นักเรียนได้รับขวดบรรจุของเหลวไม่มีสีและไม่มีกลิ่นจำนวน 4 ใบ กับขวดรูปชมพู่บรรจุของเหลวชนิดเดียวกัน เมื่อหยดของเหลวชนิดหนึ่งซึ่งมีป้ายชื่อ (ก) ลงในขวดรูปชมพู่ ของเหลวในขวดรูปชมพู่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ให้นักเรียนทำการทดลองผสมของเหลวในขวดทั้ง 4 ใบ ให้ได้ของเหลวสีเหลือง ในการแก้ปัญหานี้ เด็กที่มีสติปัญญาถึงขั้นนามธรรมจะสามารถใช้วิธีการผสมของเหลวในขวดเหล่านั้นอย่างมีระบบระเบียบ ความยากของปัญหานี้มีอยู่ว่าของเหลวเพียงขวดเดียวเท่านั้นที่ผสมกับของเหลว (ก) จึงจะได้สีเหลือง ของเหลวในขวดอื่นๆ จะไม่ทำปฏิกิริยากัน

8. เข้าใจเรื่องสัดส่วน การใช้ความคิดตามหลักการ สัดส่วนสามารถนำมาเป็นเหตุผลในการแก้ปัญหาได้ ดังตัวอย่างเช่น ปัญหาตาชั่งแบบสองแขน เด็กสามารถหาคำตอบได้เองจากการให้เหตุผลตามหลักสัดส่วน



ถามว่าจะต้องเอาน้ำหนักเท่าใดมาแขวนจึงจะทำให้คานอยู่ในลักษณะสมดุล

ภาพประกอบ 4 ตาชั่งแบบสองแขนแสดงสัดส่วน

9. การควบคุมตัวแปร เมื่อทำการทดลองหรือคิดแก้ปัญหาใดๆ ที่สลับซับซ้อน จะสามารถแยกแยะตัวแปรต่างๆ ที่เป็นปัญหาเสียก่อน และใช้วิธีการควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ในขณะที่ตัวแปรอื่นๆ เปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

10. จำแนก จัดลำดับหมวดหมู่ เช่น สัตว์ พืช สิ่งของ ตามลำดับของการจำแนก โดยถือชนิดเป็นเกณฑ์ตามที่เกิดระบบอวัยวะ หรือตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

11. สามารถตั้งคำถาม และยอมรับการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สามารถวิพากษ์วิจารณ์เรื่องสิทธิและเสรีภาพ มีเหตุผลเป็นของตนเองในด้านการคิด

12. สามารถคิดแบบความน่าจะเป็น

13. สามารถเข้าใจความคิดเชิงอุดมคติเป็นของตนเอง

จากเอกสารการพัฒนาทางสติปัญญาพอสรุปได้ว่า การพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียร์เจท์ จะเกิดขึ้นเป็นระยะๆ หรือเป็นขั้นตอน แต่ละขั้นตอนจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ลักษณะที่แตกต่างกันของเด็ก และสิ่งแวดล้อมหรือวัฒนธรรมของเด็กแต่ละคน ซึ่งการคิดจะเจริญขึ้นได้มากน้อยเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับการเจริญทางกาย และประสบการณ์ที่เด็กได้รับ สำหรับเด็กที่พัฒนาการอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้านนามธรรม (อายุ 11 – 15 ปี) จะมีการคิดอย่างมีเหตุผลได้ ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์จากสิ่งที่รู้แล้วไปยังสิ่งที่ยังไม่รู้ เป็นกระบวนการคิดในขั้นการคิดแบบนามธรรม และใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะการคิดดังต่อไปนี้

1. เหตุผลเชิงนามธรรม เป็นการให้เหตุผลที่ไม่ต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น รู้จักใช้การลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอน สามารถรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกันแล้วแสดงความคิดนั้น ออกมาอย่างมีหลักเกณฑ์

2. การตั้งสมมติฐานในเชิงการใช้เหตุผลแบบอนุมาน หมายถึง การให้เหตุผลแบบคาดคะเนให้คำตอบล่วงหน้า เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยการนำหลักการใหญ่ที่เป็นประสบการณ์เดิมไปสัมพันธ์กับหลักการย่อย เช่น

เด็กคนหนึ่งมีปัญหาอยู่ว่า : เธออยากได้รถสักคันหนึ่งและเกิดความคิดว่า
ต้องขอเงินพ่อซื้อ : แต่พ่ออาจไม่ให้
ต้องหาเงินซื้อด้วยตัวเอง : ฉะนั้นต้องทำงานเพื่อเก็บเงินไว้ซื้อเอง

3. เหตุผลเชิงตรรกวิทยา หมายถึง การอ้างเหตุผลที่สอดคล้องสมเหตุสมผลกัน ประกอบด้วยข้อเท็จจริง 2 ข้อ และข้อสรุป ตัวอย่างเช่น

ก. ความดีทุกอย่างควรสรรเสริญ
ข. ความกรุณาเป็นความดีอันหนึ่ง
ค. ฉะนั้นความกรุณาจึงควรสรรเสริญ

4. เหตุผลแบบมีเงื่อนไข หมายถึง การใช้เหตุผลอธิบายปัญหาที่ต้องการพิสูจน์หรือแสดงโจทย์ ตัวอย่างเช่น

ถ้าเป็น (ก) ต้องเกิด (ข)
ตัวอย่าง “ถ้าฝนตก (ก) พื้นดินชุ่มชื้น (ข)”

5. การคิดย้อนกลับ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลย้อนกลับความคิดที่ตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้ เป็นการลงความเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว เช่น

ดำ สูงกว่า แดง
แดง สูงกว่า ขาว
ฉะนั้น ดำ สูงกว่า ขาว

6. ความคิดอย่างมีเหตุผลแบบสัดส่วน หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวน 2 จำนวน หรือสัดส่วนของวัตถุอันหนึ่งกับวัตถุที่เหลือ

7. การควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการแยกตัวแปรหรือตัวประกอบตัวหนึ่งออกจากตัวแปรอื่นๆ และใช้วิธีการควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ในขณะที่ตัวแปรอื่นเปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

8. การใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ หมายถึง การคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของตัวแปรอย่างมีระบบ เช่น ในการทำปฏิกิริยาเคมีของสารพบว่า มีสารเคมี 2 ชนิด เท่านั้น เมื่อทำปฏิกิริยากันแล้วจะได้ตะกอนสีส้ม ถ้ากำหนดให้สารเคมีทั้งหมด 4 ชนิด โดยให้นักเรียนทำการทดลองผสมสารทั้ง 4 ชนิด ให้ได้ตะกอนสีส้ม ซึ่งในการแก้ปัญหานี้ เด็กจะใช้วิธีการผสมสารเหล่านั้นอย่างมีระบบ

9. ความน่าจะเป็น หมายถึง ตัวเลขที่บอกว่าเหตุการณ์หนึ่งจะมีโอกาสเกิดขึ้นมาน้อยเท่าไรในบรรดาเหตุการณ์ทั้งหลายที่เป็นไปได้

จากแนวคิดดังกล่าว จะเห็นได้ว่า เด็กในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของไทย ซึ่งมีอายุอยู่ระหว่าง 11 – 15 ปี มีการพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผล แบบนามธรรมได้ ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะศึกษาถึงความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลกับเด็กนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นอกจากนี้ ซันด์ (Sund. 1976: 48 – 58) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ดังนี้ว่า เด็กที่เริ่มอายุย่างเข้าสู่วัยรุ่นมีความรู้สึกนึกคิด ความเข้าใจของเด็กในวัยนี้ จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น

เพียเจท์ เรียกลักษณะขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กวัยนี้ว่า ขั้นที่มีแนวคิดปฏิบัติการแบบนามธรรม ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11 – 15 ปี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของ เพียเจท์ พบว่า รูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลของเด็กเมื่อเข้าสู่วัยรุ่นนี้เป็นระบบ และใช้กระบวนการอย่างสลับซับซ้อน เริ่มขยายวงจากสิ่งที่เป็นนามธรรม โดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรมมาเป็นข้อมูลประกอบความคิดมากขึ้น จากพัฒนาการด้านความคิดดังกล่าว ทำให้เด็กในวัยนี้สามารถเผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่างๆ โดยใช้กระบวนการ ที่เป็นเหตุผล ได้

3.2 พัฒนาการทางการคิดอย่างมีเหตุผล

กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลอยู่ในขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กที่เข้าสู่การปฏิบัติการค้นคว้าด้วยรูปธรรม เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ซึ่งนำไปสู่การคิดที่มีเหตุผลเชิงตรรกะ ซึ่ง ดัทช์ (Deutsche) ได้กล่าวว่า การคิดของเด็กจะค่อยเป็นค่อยไป ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันจากการคิดอย่างมีเหตุผล โดยแท้จริงแล้วเด็กสามารถคิดอย่างมีเหตุผลได้ในทุกระดับเพียงแต่ว่า เด็กที่โตกว่ามีเหตุผลที่สูงกว่า (เตือนใจ ทองสาริด. 2531: 38 – 40; อ้างอิงจาก Donalson. 1983: 231 – 256)

ในการศึกษาเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล ควรมีความเข้าใจทฤษฎีพัฒนาการทางการคิดของ เพียเจท์ และ บรูเนอร์ ดังนี้

เพียเจท์ ได้แบ่งลำดับขั้นของการพัฒนาการทางสติปัญญา ออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี พฤติกรรมของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่ เช่น การไขว่คว้า การเคลื่อนไหว การมอง การพูด โดยในวัยนี้เด็กจะแสดงออกเพื่อให้เห็นสติปัญญาด้วยการกระทำ และเด็กสามารถแก้ปัญหาได้ แม้ว่าจะไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด เด็กจะต้องมีโอกาสที่จะปะทะกับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาสติปัญญา และความคิด ในขั้นนี้ความเข้าใจของเด็กก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เช่น สามารถประสานระหว่างกล้ามเนื้อมือและสายตา เด็กวัยนี้มักทำอะไรซ้ำๆ บ่อยๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนแปลงวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการ แต่กิจกรรมการคิดของเด็กวัยนี้ ส่วนใหญ่ยังคงอยู่เฉพาะสิ่งที่สามารถสัมผัสได้เท่านั้น

2. ขั้นปฏิบัติการคิด ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่ 2 – 7 ปี ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นย่อย คือ

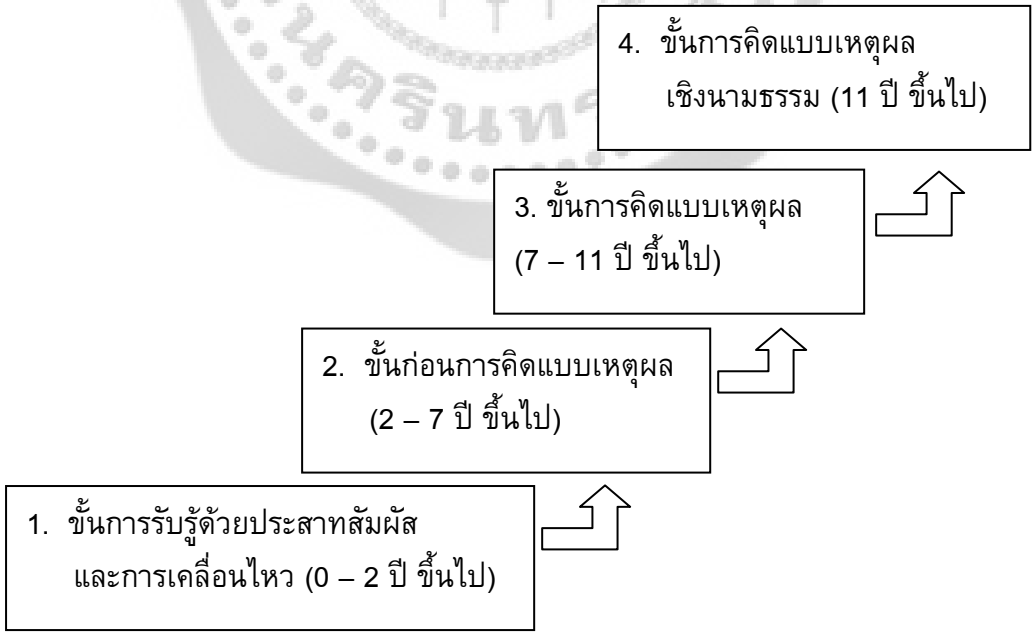
2.1 ขั้นก่อนเกิดสังกัป เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 2 – 4 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีเหตุผลเกี่ยวโยงซึ่งกันและกัน แต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ไม่มีขอบเขต เพราะเด็กยังคงยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง คือ ถือความคิดของตนเองเป็นส่วนใหญ่ และมองไม่เห็นเหตุผลของคนอื่น ความคิดและเหตุผลของเด็กวัยนี้ จึงไม่ค่อยถูกต้องตามความเป็นจริงมากนัก นอกจากนี้ความเข้าใจต่อสิ่งต่างๆ ยังอยู่ในระดับเบื้องต้น เช่น เข้าใจว่า เด็กหญิงสองคนซึ่งเหมือนกันจะมีทุกอย่างเหมือนกันหมด แสดงว่าความคิดรวบยอดของเด็กวัยนี้ไม่พัฒนาเต็มที่

2.2 ขั้นความคิดแบบญาณหยั่งรู้ และการนึกเอาเองโดยไม่มีเหตุผล เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 4 – 7 ปี ขั้นนี้เด็กจะเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัวดีขึ้น รู้จักแยกประเภท และรู้จักชิ้นส่วนของวัตถุ เข้าใจความหมายของจำนวนเลข เริ่มมีพัฒนาการเกี่ยวกับการอนุรักษ์ แต่

ไม่ชัดนัก สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ โดยไม่คิดเตรียมล่วงหน้าไว้ก่อน รู้จักนำความรู้ในสิ่งหนึ่งไปอธิบายหรือแก้ปัญหาอื่น และสามารถนำเหตุผลทั่วๆ ไป มาสรุปแก้ปัญหา โดยไม่วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วนเสียก่อน การคิดหาเหตุผลของเด็กยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้หรือสัมผัสจากภายนอก

3. ขั้นปฏิบัติการคิดค้นด้านรูปธรรม ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 7 – 11 ปี พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้สามารถสร้างกฎเกณฑ์ และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้ เด็กวัยนี้สามารถที่จะเข้าใจเหตุ รู้จักแก้ปัญหาสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถเข้าใจเรื่องความคงตัวของสิ่งต่างๆ โดยที่เด็กเข้าใจว่าของแข็งหรือของเหลวจำนวนหนึ่ง แม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไปก็ยังคงมีน้ำหนักหรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ส่วนรวม ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้ คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับ นอกจากนั้นความสามารถในการจำของเด็กในช่วงนี้ยังมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถจัดกลุ่มหรือจัดการได้อย่างสมบูรณ์ สามารถสนทนากับบุคคลอื่น และเข้าใจความคิดของคนอื่นได้

4. ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 11 – 15 ปี ในขั้นนี้พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กนั้นเป็นขั้นสุดยอด คือ เด็กในวัยนี้เริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ ความคิดแบบเด็กสิ้นสุดลง เด็กสามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ สามารถตั้งสมมติฐานและทฤษฎี และเห็นว่า ความเป็นจริงที่เห็นด้วยการรับรู้ที่สำคัญเท่ากับความคิดกับสิ่งที่อาจเป็นไปได้ เด็กวัยนี้ มีความคิดนอกเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบันสนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่างและมีความพอใจที่คิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีตัวตนหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม (พรรณี ช. เจนจิต. 2528: 87 – 91)



ภาพประกอบ 5 แสดงลำดับขั้นการพัฒนาการทางสติปัญญา (ประสาท อิศรปรีดา. 2538: 50)

พรรณี ชูชัย (ปริวัติ สิงหาเวช. 2548: 35; อ้างอิงจาก พรรณี ชูชัย. 2522: 53) กล่าวถึงทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดเห็นของ เพียเจท์ ว่าเป็นทฤษฎีที่ได้ศึกษากระบวนการคิดทางสติปัญญาของเด็กแรกเกิดจนถึงวัยรุ่น ความคิดของเขามีอิทธิพลต่อจิตวิทยาพัฒนาการอย่างมาก เขาได้กระตุ้นให้คนสนใจกับขั้นตอนของพัฒนาการ โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ เพียเจท์มีความเชื่อว่าเป้าหมายของการพัฒนาการนั้น คือ

1. ความสามารถคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งเป็นนามธรรม
2. ความสามารถคิดตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล
3. ความสามารถตั้งกฎเกณฑ์และการแก้ปัญหา

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ บรูเนอร์ (Bruner) ซึ่งได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาและการคิดออกเป็น 3 ขั้น คือ

1. ขั้นแสดงออกด้วยการกระทำ ขั้นนี้เปรียบเทียบได้กับขั้นประสาทสัมผัส และการเคลื่อนไหวของ เพียเจท์ เป็นขั้นที่เด็กเรียนรู้จากการกระทำ
2. ขั้นสร้างภาพแทนใจ ขั้นนี้เปรียบเทียบได้กับขั้นก่อนปฏิบัติการคิดของ เพียเจท์ เด็กวัยนี้เกี่ยวข้องกับความจริงมากขึ้น เกิดความคิดจากการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ อาจมีจินตนาการบ้าง แต่ยังไม่สามารถคิดได้ลึกซึ้งเหมือนขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรมของ เพียเจท์
3. ขั้นใช้สัญลักษณ์ เป็นการพัฒนาการขั้นสูงสุดของ บรูเนอร์ เปรียบได้กับพัฒนาการขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรมของ เพียเจท์ ขั้นนี้เด็กสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งของ สามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสังกัปในสิ่งต่างๆ ที่ซับซ้อนได้มากขึ้น (ปริวัติ สิงหาเวช. 2548: 36; อ้างอิงจาก ประสาท อิศรปรีดา. 2523: 133 – 136)

จากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจท์ (Piaget) และ บรูเนอร์ (Bruner) สรุปได้ว่า เด็กที่เริ่มจากอายุ 11 – 15 ปี อยู่ในขั้นเริ่มเป็นผู้ใหญ่มีความสามารถในการคิดนามธรรม คิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่มีเหตุผล และตั้งสมมติฐาน รับรู้ในสิ่งที่ไม่มีตัวตนหรือสิ่งที่เป็นนามธรรมได้

ความเข้าใจเรื่องความคิดอย่างมีเหตุผลเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องมีในคนทุกวัย ตามทฤษฎีพัฒนาการของ เพียเจท์ คิดอย่างมีรูปธรรมในวัยเด็กจนถึงวัยตั้งแต่ 12 ปี ขึ้นไป รู้จักคิดอย่างเป็นนามธรรม ดังนั้นการจัดสภาพการเรียนการสอนควรส่งเสริมความคิด วิชาสังคมศึกษาเป็นวิชาหนึ่งที่ช่วยฝึกฝนความคิดและสนับสนุนความคิดด้วยการวิเคราะห์และใช้เหตุผล เพราะว่า สภาพปัญหา สถานการณ์ในปัจจุบันที่เกิดขึ้นล้วนเป็นสิ่งแวดล้อมที่กระตุ้นให้เกิดความคิดตลอดเวลา

3.3 แนวทางในการส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล

การสอนให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล นักการศึกษาได้พยายามกำหนดทักษะการคิด ซึ่งเห็นว่า จำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผลว่า ควรมีลักษณะเช่นไร และใช้รูปแบบการฝึกอย่างไร จึงทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะนั้น เกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลนี้ ลิพแมน จาคอป และ โคลแมน (Lipman, Jacobs; & Coleman) ได้กำหนดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในระดับมหาวิทยาลัยไว้ ดังนี้

1. ทักษะการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งประกอบด้วยทักษะในการค้นหา การจัดกลุ่ม การจัดประเภท การให้คำนิยาม การจัดเรียงลำดับ การใช้เกณฑ์ยกตัวอย่าง และการขยายความ

2. ทักษะในการสร้างความสัมพันธ์ ประกอบด้วยทักษะในการจำแนกในการพิจารณาและสร้างระบบความสัมพันธ์

3. ทักษะการใช้เหตุผลในเกณฑ์ต่างๆ เช่น ทักษะความคงเส้นคงวา ความเที่ยง ความสมบูรณ์ของปรากฏการณ์ และความจริงตามนิยาม

4. ทักษะในการสรุปอ้างอิงอย่างเป็นแบบแผน ทั้งเป็นการสรุปจากเงื่อนไข ตลอดจนการสรุปอย่างไม่มีแบบแผน

5. ทักษะในการสร้างเหตุผลหลายๆ ทาง โดยการพิจารณาหลายมิติ หรือพิจารณาย้อนกลับ

6. ทักษะในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดเห็น และกรอบทฤษฎี

7. ทักษะในการสร้างหลักการเชิงเหตุเชิงผล ได้แก่ ทักษะในการสร้างคำถาม การให้เหตุผล การสร้างข้อตกลงเบื้องต้น และการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ เพื่อนำไปสู่ข้อยุติ

8. ทักษะในการสร้างทฤษฎี

ความสามารถด้านการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถส่งเสริมได้ ถ้าจัดประสบการณ์เรียนรู้หรือวิธีการสอนที่เหมาะสม มีนักการศึกษาหลายท่านได้สร้างรูปแบบหรือโปรแกรมการสอนโดยใช้ทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล บางทักษะเป็นเป้าหมายของการสอนตามรูปแบบนั้นๆ ซึ่ง นิคเคอร์สัน (NicKerson) ได้สร้างรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่เป็นอยู่ ในปัจจุบันออกเป็น 5 กลุ่ม ส่วนใหญ่เน้นทักษะพื้นฐานความสามารถด้านการใช้เหตุผล คือ ความสามารถในการจัดประเภท การจัดเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การเรียบเรียง และการสรุปอ้างอิง รายละเอียดการจัดการสอนแต่ละกลุ่มมีดังนี้ (สมเจตน์ ไวยาการณ์. 2530: 20; อ้างอิงจาก NicKerson. 1984: 29 – 35)

1. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางกระบวนการคิดกลุ่มนี้ กำหนดข้อตกลงไว้ว่าความสามารถในการคิดนั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการคิดพื้นฐานบางประการ เช่น การเปรียบเทียบ การจัดลำดับ การจำแนกประเภท การอ้างอิง และการทำนาย กระบวนการขั้นพื้นฐานนี้เป็นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวยุทธศาสตร์การคิด โปรแกรมนี้มุ่งเน้นเกี่ยวกับกลวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปสู่เป้าหมายที่เชื่อว่า มีโอกาสที่ประสบผลสำเร็จสูง โปรแกรมนี้ มักพบในงานวิจัยทางด้านจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการคิด โดยเฉพาะในด้านการแก้ปัญหาหรือในงานวิจัยที่เกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาประดิษฐ์

3. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับการพัฒนาการของการคิดตามทักษะของเพียเจท์ โปรแกรมในกลุ่มนี้สร้างขึ้นในแนวทัศนะจากการคิดเฉพาะด้าน และลักษณะที่เป็นรูปธรรมให้สามารถคิดในแนวกว้าง และคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ ซึ่งเป็นการพัฒนาการในระดับการใช้เหตุผลเชิงตรรกวิทยา ได้

4. กลุ่มโปรแกรมที่มีการเน้นแนวทางของการใช้ภาษาสัญลักษณ์ โปรแกรมนี้มีความเชื่อว่า การเขียนที่มีประสิทธิภาพนั้นเป็นกิจกรรมที่มีแบบแผนที่จำเป็นต้องใช้ความสามารถ ในการแสดงความคิดออกมาให้ชัดเจน และมีความต่อเนื่อง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้จำเป็นต้องมีการวางแผนตลอดจนกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย โดยมีการแบ่งออกเป็นส่วนๆ หรือเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลด้านการสังเคราะห์ข้อความโดย ใช้การเขียนเป็นวิธีการแสดงความคิดออกมา เป็นเครื่องมือในการพัฒนา

5. กลุ่มโปรแกรมที่ยึดการคิดเป็นเนื้อหาสาระของการฝึก หรือโปรแกรมที่ใช้แนวทางของการคิดเกี่ยวกับการคิด โปรแกรมในแนวทางนี้เชื่อว่า การเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดของตนเองให้ดีขึ้น เพราะผู้เรียนจะรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเอง รู้ว่าตนเองกำลังคิดอะไรและต้องการรู้อะไร อันเป็นแนวทางที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองในขณะที่ทำการคิด กลุ่มนี้มุ่งที่พัฒนาการคิดของผู้เรียนให้ถึงขีดสูงสุดตามศักยภาพที่ผู้เรียนมีอยู่ โดยให้ผู้เรียนได้ทำการวางแผนการคิดเป็นขั้นตอน เพื่อเป็นกรอบในการตรวจสอบว่า ตนเองมักมีข้อผิดพลาดในขั้นตอนใด

กลุ่มโปรแกรมการฝึกทั้ง 5 กลุ่มนี้ เท่าที่จัดการสอนในโรงเรียน สามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ (ปริวัติ สิงหาเวช. 2548: 38; อ้างอิงจาก สมเจตน์ ไวยาการณ์. 2530: 24)

1. เป็นโปรแกรมเฉพาะทาง ซึ่งเป็นโปรแกรมการสอนทักษะการคิดโดยเฉพาะ ได้แก่ กลุ่มโปรแกรมที่ใช้กระบวนการคิดแนวทาง

2. เป็นโปรแกรมที่ส่งเสริมทักษะการคิด โดยใช้เนื้อหาวิชาหลักสูตรปกติเป็นสื่อในการพัฒนาการคิด ได้แก่ กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวยุทธศาสตร์การคิด กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับพัฒนาการของการคิดตามทักษะของ เพียเจท์ กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ และกลุ่มโปรแกรมที่ใช้แนวทางของการคิดเกี่ยวกับการคิด

สรุปแนวคิดแต่ละกลุ่ม มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลทุกกลุ่ม เพียงแต่ใช้วิธีการและทักษะการคิดบางทักษะแตกต่างกัน

4. เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.1 เป้าหมายของการวัดผลประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์

วิธีการประเมินอย่างหลากหลาย ทั้งการทดสอบด้วยข้อสอบและการประเมินจากการทำกิจกรรมต่างๆ ที่สะท้อนถึงสมรรถภาพของผู้เรียนนั้นมีเป้าหมายสำคัญที่ต้องการวัดผลประเมินผล จำแนกได้เป็น 3 ด้าน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 11 – 15) ดังนี้

4.1.1 ความรู้ ความคิด

ความรู้ ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหาหรือแนวคิดหลัก ซึ่งสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน

ตาราง 4 การประเมินผลด้านความรู้ ความคิด ได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน

ความรู้ ความคิด	พฤติกรรมการแสดงออก
1. ความรู้ ความจำ	1. รู้ข้อเท็จจริง จำได้ หรือระลึกได้ถึงข้อมูล หรือข้อสารสนเทศ
2. ความเข้าใจ	2. มีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้
3. การนำไปใช้	3. การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
4. วิเคราะห์	4. แยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจง่าย
5. สังเคราะห์	5. รวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่
6. ประเมินค่า	6. ตัดสินใจเลือก

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.* หน้า 11.

การประเมินโดยการทดสอบด้วยข้อสอบไม่สามารถวัดผลประเมินผลความรู้ ความคิดในส่วนของการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าได้มากเพียงพอที่จะส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความคิดระดับสูง จึงต้องประเมินการแสดงออกของผู้เรียนจากการลงมือปฏิบัติจริงให้มากยิ่งขึ้น

4.1.2 กระบวนการเรียนรู้

ความสามารถด้านกระบวนการเรียนรู้ประกอบด้วยทักษะกระบวนการคิด การจัดการการเผชิญกับสถานการณ์ การประยุกต์ความรู้ การลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะเชาวน์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ การประเมินในส่วนของทักษะปฏิบัติใช้วิธีการสังเกตจากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่มีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน

ตาราง 5 การประเมินผลด้านทักษะปฏิบัติได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน

ทักษะปฏิบัติ	พฤติกรรมการแสดงออก
1. การรับรู้	1. ใช้ประสาทสัมผัสเพื่อรับรู้เรื่องราวต่างๆ
2. เตรียมความพร้อม	2. มีความพร้อมที่จะลงมือปฏิบัติ มีการวางแผนการปฏิบัติ
3. การตอบสนอง	3. ลงมือปฏิบัติตามคำแนะนำหรือตามแผนที่วางไว้
4. การฝึกฝน	4. ฝึกฝนทักษะเพื่อเพิ่มพูนความชำนาญ
5. ปฏิบัติจนทำได้	5. ฝึกฝนจนทำได้เองโดยอัตโนมัติ
6. การเชื่อมโยงทักษะ	6. ประยุกต์หรือใช้ทักษะที่ฝึกฝนไว้ให้สัมพันธ์กับทักษะอื่นหรือใช้ร่วมกับทักษะอื่น

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. หน้า 12.

กระบวนการเรียนรู้ในส่วนของแนวการเรียนรู้ครอบคลุมการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการนำความรู้ไปใช้ สามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนดังต่อไปนี้

ตาราง 6 การประเมินผลด้านกระบวนการเรียนรู้ได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน

กระบวนการเรียนรู้	พฤติกรรมการแสดงออก
1. การสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์	มีการเรียนรู้ที่เป็นระบบ ประกอบด้วย 1) ความสนใจในเรื่องที่ศึกษา 2) การสำรวจและค้นหา 3) การอธิบายและลงข้อสรุป 4) การขยายความรู้ 5) การประเมิน
2. การแก้ปัญหา	มีการใช้กระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 1) การทำความเข้าใจกับปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหา 3) การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา 4) การตรวจสอบการแก้ปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น
3. การสื่อสาร	มีการสื่อสารความรู้หรือแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์หรือความคิดเห็น แสดงออกด้วยการ 1) ให้ความเห็นหรือแลกเปลี่ยนความรู้ 2) พูดหรือเขียนในรูปแบบที่เหมาะสม ชัดเจน และมีเหตุผล 3) อธิบายหรือเขียนสรุปเรื่องราวการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ 4) นำเสนอผลงานด้วยการบันทึก จัดแสดงผลงานหรือสาธิต 5) สื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ
4. การนำความรู้ไปใช้	มีการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม การดำรงชีวิตและตระหนักในความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ แสดงออกด้วยการ 1) ค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) ใช้เทคโนโลยีช่วยออกแบบสิ่งประดิษฐ์ อุปกรณ์และวิธีการแก้ปัญหา 3) รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทางเทคโนโลยี เลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีวิจารณญาณ

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.* หน้า 13.

กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวนี้ สามารถตรวจสอบ ติดตาม และประเมินได้จากการปฏิบัติงานและผลงานของผู้เรียน การทำกิจกรรมทำให้ผู้เรียนมีโอกาสแสดงความสามารถด้านทักษะเชาวน์ปัญญา ทักษะปฏิบัติ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งความสามารถด้านการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะในการดำเนินชีวิตและทักษะทางสังคม

4.1.3 เจตคติ

เจตคติเป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัย หรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลานานพอสมควร และมีการประเมินผลอย่างสม่ำเสมอ โดยทั่วไป พฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนด้านเจตคติมีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน ดังนี้

ตาราง 7 การประเมินผลด้านเจตคติได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน

เจตคติ	พฤติกรรมการแสดงออก
1. การรับรู้	1. สนใจและรับรู้ข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าด้วยความตั้งใจ
2. ตอบสนอง	2. ตอบสนองต่อข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าอย่างกระตือรือร้น
3. เห็นคุณค่า	3. แสดงความรู้สึกชื่นชอบและมีความเชื่อเกี่ยวกับคุณค่าของเรื่องที่เรียน
4. จัดระบบ	4. จัดระบบ จัดลำดับ เปรียบเทียบ และบูรณาการเจตคติกับคุณค่าเพื่อนำไปใช้
5. สร้างคุณลักษณะ	หรือปฏิบัติได้
	5. เลือกปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติในสิ่งต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.* หน้า 14.

เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของผู้เรียน ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้หรือการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยความพอใจ ศรัทธา และซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะชี้บ่งจิตวิทยาศาสตร์ทั้งด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่อไปนี้

1. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1.1 ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น

1.2 ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ

1.3 ความซื่อสัตย์

1.4 ความประหยัด

1.5 ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดของผู้อื่น

1.6 ความมีเหตุผล

1.7 การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย คุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

2.1 ความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

2.2 ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์

2.3 เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.4 ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี

2.5 เรียนและเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน

2.6 เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ

2.7 ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.8 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณค่า

2.9 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

คุณลักษณะต่างๆ ตามที่กล่าวนี้ สังเกตได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ เพื่อการประเมินผลจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้สอนต้องสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ บันทึกพฤติกรรมการแสดงออกอย่างต่อเนื่องและนำมาใช้เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ผลการประเมินของผู้สอนและผู้เรียนมาพิจารณาถึงความสอดคล้องความสมเหตุสมผลก่อนที่จะนำผลที่ได้ไปใช้ลงข้อสรุปเป็นข้อมูลการพัฒนาเจตคติ เพื่อใช้เป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งในการตัดสินผลสัมฤทธิ์รายภาค รายปี หรือช่วงชั้น

ดังนั้นวิธีการประเมินอย่างหลากหลายทั้งการทดสอบด้วยข้อสอบและการประเมินจากการทำกิจกรรมต่างๆ ที่สะท้อนถึงสมรรถภาพของผู้เรียนนั้น มีเป้าหมายสำคัญที่ต้องการวัดผล ประเมินผล จำแนกได้เป็น 3 ด้าน คือ ความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติ

4.2 ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

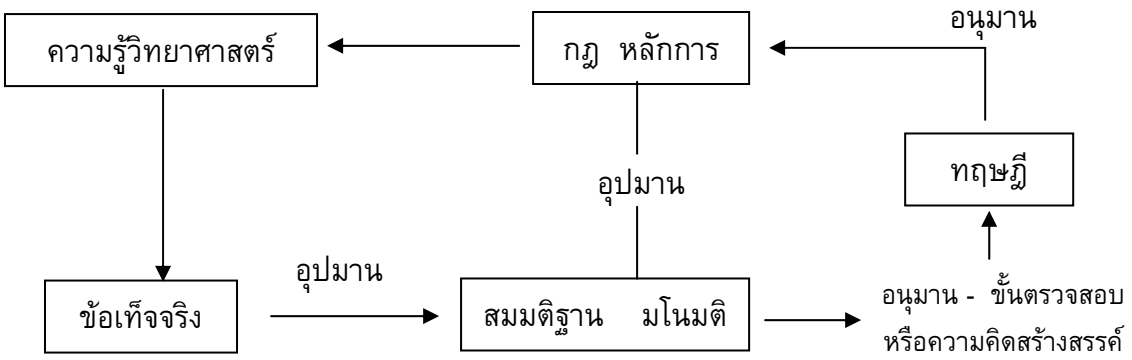
1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และมีทักษะคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การสอนเพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐาน ลักษณะขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดจิตวิทยาศาสตร์ และเพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.3 ความหมายของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้ที่มีคุณประโยชน์ต่อสังคมมนุษย์เป็นอันมาก สามารถอธิบายเหตุการณ์ กระบวนการ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ ควบคุม และทำนายสิ่งต่างๆ ได้ วิทยาศาสตร์เป็นหลักทฤษฎีและกฎที่นำไปสู่การประยุกต์ความรู้ และการปฏิบัติให้เกิดประโยชน์อย่างจริงจัง เช่น ปัจจัยสี่ เครื่องมือเครื่องใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ รถยนต์ รถไฟ เครื่องบิน ยานอวกาศ เรือดำน้ำ ตลอดจนยุทโธปกรณ์ต่างๆ มนุษย์ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการสังเกตธรรมชาติ ปัจจุบันมนุษย์ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์มากขึ้น และชัยชนะของวิทยาศาสตร์ ช่วยให้มนุษย์ได้สะสมกระบวนการเพิ่มพูนความรู้ที่เป็นระบบอย่างต่อเนื่อง เหนือความไม่รู้ และความเชื่อทางไสยศาสตร์ที่นับถือผีสาง ความงมงายหรือความกลัวอย่างไม่มีเหตุผล (สิน พันธุ์พินิจ. 2552: 87)

วิทยาศาสตร์ (Science) มาจากภาษาลาตินว่า Scientia (ไซเอินเทีย) หมายถึง S ความรู้เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้าด้านวัตถุสิ่งของที่เป็นระเบียบ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ตลอดจนความจริงหรือกฎต่างๆ ที่ได้ จากการทดสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Marriam - Webster. 1987: 1051)



ภาพประกอบ 6 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์

ที่มา: สมจิต สวธนไพบูลย์. (2536). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์.* หน้า 101.

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิด และการกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริง หาความรู้ต่างๆ จากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้า จะมีประสิทธิภาพเพียงไร ยังขึ้นอยู่กับคุณลักษณะนิสัยของบุคคลนั้นๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะนิสัยที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการเสาะแสวงหาความรู้นี้ เรียกว่า “จิตวิทยาศาสตร์” ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะ ดังนี้

1. มีความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ
2. มีความอดทน
3. มีเหตุผล ไม่เชื่อสิ่งใดง่ายๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงสนับสนุนอย่างเพียงพอ
4. มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตน เพียงฝ่ายเดียว
5. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
6. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้
7. มีความซื่อสัตย์สุจริต
8. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ๆ

4.4 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science - AAAS) โดยมีคณะกรรมการสาขาวิทยาศาสตร์เป็นผู้ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์มีชื่อว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science - A Process Approach) สำหรับสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนระดับอนุบาลจนถึงชั้นประถมศึกษา จนกระทั่งปี 1970 ทางสมาคมดังกล่าวได้ตีพิมพ์คู่มือครูที่มีชื่อว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ เน้นคำอธิบายสำหรับครู (Science – A Process Approach, Commentary for Teachers) ซึ่งได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน (Basic Science Process Skill) 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมผสานหรือบูรณาการ (Integrated Science Process) 5 ทักษะ ดังนี้ (ชุติมา วัฒนะคีรี. 2541: 32)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะการะบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหรือบูรณาการ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและสรุปข้อมูล

1. ทักษะการสังเกต

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งออกได้เป็นประเภท คือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. ชี้บ่งและบรรยายคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น รส เสียง

และบอกหน่วยมากๆ เอาไว้

2. บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณโดยการกะประมาณ
3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด

การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือวัดปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัดแล้ว คือ

1. เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
2. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
3. บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง
4. ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆ ได้ถูกต้อง
5. ระบุหน่วยตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ

1. การนับ ได้แก่
   1.1 การนับสิ่งของได้ถูกต้อง
   1.2 การใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
   1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
   1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
2. การหาค่าเฉลี่ย
   2.1 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย
   2.2 หาค่าเฉลี่ย
   2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุสิ่งของที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ

1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ของตนเองได้

3. เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ จะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปชของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

1. ชี้บ่งรูปกับ 2 มิติ และวัตถุกับ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
2. วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
3. บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้
4. บอกความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) เป็นต้นกำเนิดเงา
5. บอกรูปกรวยรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
6. บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้
7. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
8. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลให้เหมาะสม
2. บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้
3. ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกได้
4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

5. บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6. บรรยาย หรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเข้ามาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

2. การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

2.1 การทำนายผลที่เกิดภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

2.2 ทำนายผลที่จะเกิดภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐาน หมายถึง คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย หรือขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตและวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม คือ การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

12.1.2 อุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. ออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย
2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม
3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

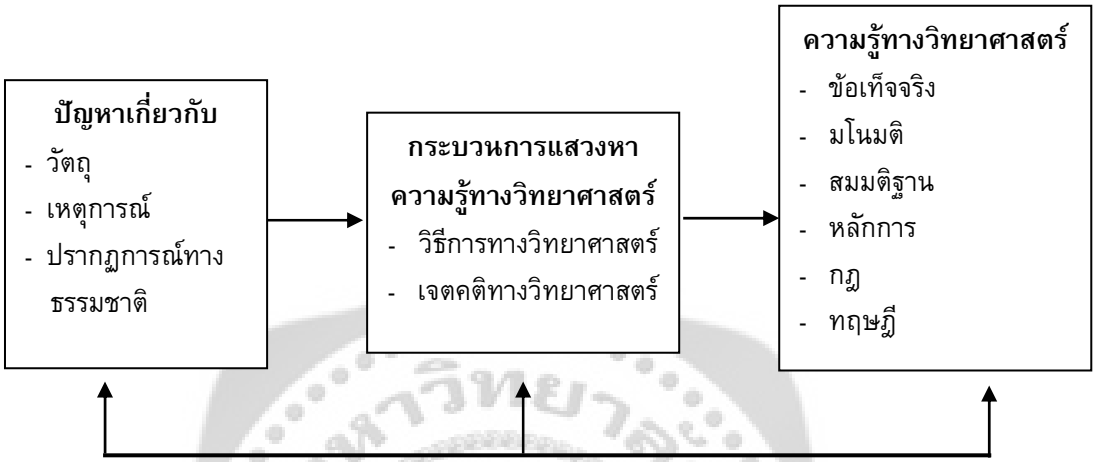
การตีความหมายในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ)
2. การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่

ทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้ และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่ง สมจิต สวธนไพบูลย์ ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังภาพประกอบ 7 (อรอุมา กาญจนี. 2549. 34; อ้างอิงจาก สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535: 103)



ภาพประกอบ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ที่มา: สมจิต สวธนไพบูลย์. (2535). *ประมวลการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์.* หน้า 103.

จากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งควรนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ฉะนั้นในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้นั้นๆ ไปด้วย

4.5 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองลักษณะ และเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่า นักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวัด 4 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาก่อนแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต การวัด การคำนวณ การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การลงความเห็นจากข้อมูล

ซึ่งพฤติกรรมทั้ง 4 พฤติกรรม ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้พัฒนาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในเรื่อง พลังงานความร้อน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ค้นคว้างานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ยังไม่มีนักวิจัยท่านใดได้ทำการศึกษาค้นคว้าหัวข้อดังกล่าว จึงทำการศึกษางานวิจัยของ รังสรรค์ ทองสุกนอก ซึ่งทำการศึกษาชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเดือน พฤษภาคม 2547 ส่วนงานวิจัยอื่นๆ เป็นงานวิจัยการเรียนการสอนในกลุ่มวิชาอื่นๆ เช่น การเรียนการสอนของพยาบาล และแพทย์

สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยมานานกว่า 60 ปีแล้ว ผู้วิจัยจึงขอเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามที่ค้นพบ ดังนี้

รุจิเรศ ธนูรักษ์ (2544: บทคัดย่อ) พบว่า นักศึกษาพยาบาลที่เข้ารับการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาบทนำสู่วิชาชีพพยาบาล มีคะแนนคุณลักษณะการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเข้าเรียนอยู่ในระดับค่อนข้างสูง และภายหลังการเรียนคะแนนคุณลักษณะการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และอยู่ในระดับปานกลางทั้งก่อนและหลังเรียน โดยพบว่า คะแนนทักษะด้านการประเมินและด้านการสรุปอ้างอิงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 82) พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ด้วยชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 ดังนั้นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถใน

การเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ด้วยชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในเรื่องการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยสรุปว่า ผู้เรียนจะมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเมื่อจัดสถานการณ์ที่กระตุ้นใช้คำถามให้คิด เพื่อให้เกิดทักษะในด้านการสังเกต การสรุปวิเคราะห์อ้างอิงอย่างสมเหตุสมผล มาเป็นกิจกรรมในการฝึก สร้างกระบวนการคิดให้แก่ผู้เรียน เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

ประเทือง จันทไทย (2545: 119) ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อโครงงานวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้นักเรียนที่เรียนโดยโครงงานแบบกลุ่มตามความสนใจ โครงงานแบบกลุ่มตามสังกัดสัมฤทธิผลทางการเรียน (STAD) และแบบกลุ่มตามความสนใจ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตจากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนโดยใช้โครงงานแบบกลุ่มตามสังกัดสัมฤทธิผลทางการเรียน (STAD) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตจากการทดสอบหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยโครงงานแบบกลุ่มตามความสนใจ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต จากการประเมินโครงงานของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่เรียนโดยใช้โครงงานแบบกลุ่มสังกัดสัมฤทธิผลทางการเรียน (STAD) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต จากการประเมินโครงงานสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้โครงงานแบบกลุ่มตามความสนใจ

ประหยัด แสงวิชัย (2546: 69 – 70) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนแบบมีครูเป็นผู้ประเมินผลกับแบบนักเรียนเป็นผู้ประเมินตนเอง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่สอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนแบบมีครูเป็นผู้ประเมินผลกับแบบนักเรียนเป็นผู้ประเมินผลตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุมาภรณ์ รอดมณี (2546: 47 – 48) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระบบนิเวศ โดยการเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมของโรงเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ระบบนิเวศของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 30.36 ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 28.32 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศรีสุดา ยะโสธร (2547: 70 – 71) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ผลกระทบของการใช้สารเคมีทางการเกษตรในนาข้าวที่มีต่อระบบนิเวศ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง เฉลี่ย 23.90 คะแนน นักเรียนกลุ่มควบคุม เฉลี่ย 23.60 คะแนน ซึ่งพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน

กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทิวาพร คุณยเกียรติ (2547: 102) ทำการศึกษาผลการเรียนรู้ เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) และเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มแข่งขัน (TGT) พบว่า หลังการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีพฤติกรรมในการทำงานกลุ่มตลอดเวลาร้อยละ 83.10 และนักเรียนมีความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน นักเรียนเห็นด้วยในระดับมาก

ถิรวรรณ กองชาวนา (2553: บทคัดย่อ) เป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ในรายวิชาภาษาอังกฤษ 5 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ 5 ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนแบบร่วมมือและเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาล 5 จังหวัดสุราษฎร์ธานี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนเทศบาล 5 เทศบาลนครสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 49 คน เป็นกลุ่มทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้ เอกสารประกอบการเรียนแบบร่วมมือ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ 5 จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น .81 ดำเนินการทดลองโดยการทดสอบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ 5 ก่อนทำการทดลอง หลังจากนั้นจึงดำเนินการทดลอง 12 ครั้ง ครั้งละ 1 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลาเรียนแผนการเรียนรู้ละ 60 นาที เป็นเวลา 12 วัน หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองแล้วนำคะแนนไปวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test) ผลการวิจัยพบว่า

1. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ในวิชาภาษาอังกฤษ 5 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. นักเรียนที่เรียนวิชาภาษาอังกฤษ 5 ในกลุ่มการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD มีความพึงพอใจในระดับมาก

5.3 งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประหยัด แสงวิชัย (2546: 69 – 70) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนแบบมีครูเป็นผู้ประเมินผลตนเอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่สอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนแบบมีครูเป็นผู้ประเมินผล กับแบบนักเรียนเป็นผู้ประเมินผลตนเองแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุมาภรณ์ รอดมณี (2546: 47 – 48) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระบบนิเวศ โดยการเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมของโรงเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ระบบนิเวศของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 30.36 ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 28.32 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลมีทั้งในรายวิชาสังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และในลักษณะอื่นๆ ดังนี้

งานวิจัยในต่างประเทศ

เนลสัน (Nelson. 1973: 97) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ครูสองคน ที่สอนโดยใช้วิธีสอนสองแบบกับนักเรียนเกรด 6 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนหนึ่งสอนโดยการกระตุ้นให้คิด ส่วนอีกห้องเรียนหนึ่งสอนโดยไม่ได้กระตุ้นให้คิด โดยสอนสัปดาห์ละ 3 วัน 36 คาบเรียน ทั้ง 2 ห้องเรียน ได้รับการเรียนแบบทดลองเหมือนกัน แต่ในตอนอภิปรายหลังการทดลอง ห้องเรียนที่ใช้วิธีการสอนโดยไม่กระตุ้นให้คิด ครูใช้คำถามระดับต่ำ ส่วนอีกห้องที่ใช้วิธีสอนกระตุ้นให้คิด ครูใช้คำถามระดับสูง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบไม่กระตุ้นให้คิด มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่กระตุ้นให้คิด ส่วนนักเรียนที่สอนโดยวิธีกระตุ้นให้คิด มีการเพิ่มปริมาณและคุณภาพด้านการสังเกตและการอ้างอิงมากกว่ากลุ่มที่สอนโดยวิธีไม่กระตุ้นให้คิด

เรย์ (Ray. 1979: 3221 – A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามระดับต่ำ คำถามระดับสูงในการสอนวิชาเคมีที่มีความมีเหตุผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 2 กลุ่มๆ ละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมด กลุ่มที่ 1 สอนด้วยคำถามระดับสูง (คำถามขั้นความเข้าใจ ขั้นการนำไปใช้ ขั้นวิเคราะห์ และขั้นการประเมินค่า) อีกกลุ่มหนึ่งสอนด้วยคำถามระดับต่ำ ผลการวิเคราะห์พบว่า กลุ่มที่สอนด้วยคำถามระดับสูงสามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบในเรื่องของความมีเหตุผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

รีด (Reed. 1999: 4039 – A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ศึกษาผลของแบบจำลองการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ในการวิเคราะห์เอกสารจากแหล่งต่างๆ รวมทั้งการแปลความหมาย การใช้เหตุผล และการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการศึกษาวิชาประวัติศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการคิดเชิงประวัติศาสตร์ของนักศึกษาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณพัฒนาได้ดีขึ้นภายใน 1 ภาคการศึกษา
2. ความรู้ในเรื่องประวัติศาสตร์พัฒนาดีขึ้น เมื่อได้รับการฝึกฝนการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
3. เพศและวัยไม่ได้มีบทบาทสำคัญใดๆ ในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

งานวิจัยในประเทศ

สมบูรณ์ กะการดี (2532: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ศึกษาการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหากับการสอนตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหามีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหาหลังการทดลอง มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่าก่อนทำการทดลอง

สุภนันท์ มีเกาะ (2536: บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิดกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิด กับที่เรียนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิด หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิชุดา งามอักษร (2541: 104) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มการทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 12 ห้องเรียน รวม 632 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 70 คน ซึ่งได้มาด้วยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่งโดยจับสลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดังนี้

1. กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 35 คน
2. กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD จำนวน 35 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แรง
2. แรงลัพธ์
3. แรงเสียดทาน
4. โมเมนต์ของแรง

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โดยใช้เวลาในการทดลอง 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวมทั้งหมดจำนวน 21 คาบ

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งทำการทดลองโดยประยุกต์ตามแบบการทดลอง Nonrandomized Control Group Pretest - Posttest Design (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2546: 380) โดยมีรูปแบบทดลอง ดังนี้

ตาราง 8 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
RE_1	T_1	X_1	T_2
RE_2	T_1	X_2	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

R	แทน	การกำหนดกลุ่มประชากรแบบสุ่ม
E_1	แทน	กลุ่มทดลองที่ 1
E_2	แทน	กลุ่มทดลองที่ 2
T_1	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง
T_2	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง
X_1	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
X_2	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

1.1 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วยย่อย ซึ่งจะครอบคลุมเนื้อหา ดังนี้

1.1.1 แรง

1.1.2 แรงลัพธ์

1.1.3 แรงเสียดทาน

1.1.4 โมเมนต์ของแรง

1.2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้แก่

1.2.1 การศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สาระที่ 4 : เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

1.2.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดสำหรับเนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

1.2.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เอกสารประกอบการเรียนรู้และแบบทดสอบ

1.2.4 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามรูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

1.3 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เอกสารประกอบการเรียนรู้ และแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และกิจกรรมต่างๆ ในเอกสารประกอบการเรียนการสอนตามรูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจ และปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการใช้ภาษา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอนกับเวลาที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้จริง พบว่า ควรปรับปรุงเรื่อง เนื้อหาการเรียนการสอนควรปรับให้สอดคล้องกับเวลาที่ใช้สอน ภาพประกอบการเรียนการสอน รวมทั้งอุปกรณ์การเรียนการสอน ควรทันสมัยมากกว่านี้ และควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ซักถามและร่วมกันอธิปรายมากขึ้น

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

2.1 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วยย่อย ซึ่งจะครอบคลุมเนื้อหา ดังนี้

2.1.1 แรง

2.1.2 แรงลัพธ์

2.1.3 แรงเสียดทาน

2.1.4 โมเมนต์ของแรง

2.2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ได้แก่

2.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สาระที่ 4 : เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

2.2.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดสำหรับเนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

2.2.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จัดแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เอกสารประกอบการเรียนรู้ และแบบทดสอบ

2.2.4 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ประกอบการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

2.3 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เอกสารประกอบการเรียนรู้ และแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา และกิจกรรมต่างๆ ในเอกสารประกอบการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการเรียนรู้ตามจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจ และปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการใช้ภาษา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอนกับเวลาที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้จริง พบว่า ควรปรับปรุงเรื่อง เนื้อหาการเรียนการสอนควรปรับให้ตรงกับเวลาที่ใช้สอนจริง กิจกรรมและใบงานต่างๆ ควรให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายก่อนเฉลยคำตอบ

ตาราง 9 เปรียบเทียบแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ STAD
เดลิสล์ (Delisle. 1977: 26 – 36) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 6 ขั้น ดังนี้ 1. ขั้นเชื่อมโยงปัญหา เป็นขั้นตอนในการสร้างปัญหา เพราะการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนจะต้องมีความรู้สึกว่า ปัญหานั้นมีความสำคัญต่อตนก่อน 2. ขั้นจัดโครงสร้าง ประกอบด้วยแนวความคิด ต่อปัญหา ข้อเท็จจริงจากปัญหา สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม และแผนการเรียนรู้ 3. ขั้นเข้าพบปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามโครงสร้างของการเรียนรู้ 4. ขั้นเข้าพบปัญหาอีกครั้ง เมื่อกลุ่มได้ไปศึกษาความรู้ตามแผนการเรียนรู้แล้ว กลุ่มจะร่วมกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มานั้นว่า เพียงพอที่จะแก้ปัญหานั้นหรือไม่ 5. ขั้นผลิตผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้ปัญหาหรือสร้างผลผลิตขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ และนำเสนอผลผลิตนั้นให้ชั้นเรียนได้ทราบผลทั่วกัน 6. ขั้นประเมินผลงานและปัญหา ในการประเมินผลงานของนักเรียน ทั้งครูและผู้เรียนจะมีความรับผิดชอบร่วมกันในการประเมิน โดยการประเมินจะประเมินด้านความรู้ ทักษะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และทักษะด้านสังคม	สลาวิน (Slavin. 1995: 71 – 73) เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ไว้ 5 ขั้น ดังนี้ 1. การนำเสนอข้อมูล ครูเป็นผู้นำเสนอข้อมูล วิธีการสอนอาจเป็นการใช้เอกสารหรือการบรรยาย และมีการทดสอบหลังจบบทเรียนหนึ่งๆ 2. การทำงานร่วมกัน ผู้เรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4 – 5 คน 3. การทดสอบ เมื่อครูสอนจบ ผู้เรียนจะเข้าทำการทดสอบในสาระที่เรียนต่างคนต่างสอบจะช่วยเหลือกันไม่ได้ 4. การปรับปรุงคะแนน จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตน อย่างเต็มที่ และผู้เรียนสามารถปรับปรุงคะแนนของตนเองให้สูงขึ้น 5. การตัดสินผลงานของกลุ่ม จะพิจารณา ผลรวมของการปรับปรุงคะแนนของสมาชิกในกลุ่ม กำหนดระดับผลความสำเร็จตาม คะแนนที่ได้ของกลุ่ม อาจเป็นคำชมเชย

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบ และการเขียนข้อสอบวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และเนื้อหาวิทยาศาสตร์จากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หรือเอกสารประกอบการเรียนการสอน

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมตัวชี้วัด และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมชัดเจนของคำถาม แล้วหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (IOC) โดยพิจารณาค่า IOC $\geq$ .50 แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ได้ปรับปรุงมาแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ที่เรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 60 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.7 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน แล้ววิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ใช้โปรแกรมตรวจวิเคราะห์ข้อสอบของพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540: 129 – 130) เลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) มีค่าระหว่าง 0.22 – 0.73 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.22 – 0.75 จำนวน 60 ข้อ

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกแล้ว จำนวน 60 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ที่เรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่มาแล้ว จำนวน 60 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78

3.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยต่อไป

ตัวอย่าง ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

คำสั่ง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ด้านความรู้ความจำ

1. ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์
   - ก. มวลของก้อนหิน
   - ข. วัตถุมีมวล 5 kg
   - ค. ประจุของอิเล็กตรอน
   - ง. ความแรงของสนามโน้มถ่วงของโลก
   - จ. พลังงานจลน์ของวัตถุที่กำลังตกอย่างอิสระ

   ตอบ ง.

ด้านความเข้าใจ

2. ความเร็วกับอัตราเร็วต่างกันอย่างไร
   - ก. มีค่าเท่ากัน
   - ข. มีค่าไม่เท่ากัน
   - ค. มีหน่วยต่างกัน
   - ง. ความเร็วมีทิศทาง อัตราเร็วไม่มีทิศทาง
   - จ. ความเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์อัตราเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์

   ตอบ ง.

ด้านการนำไปใช้

3. รถไฟฟ้าบีทีเอส เคลื่อนที่ในแนวตรงจากสถานีเอกมัย ไปสถานีทองหล่อได้ระยะ 840 เมตร ในเวลา 60 วินาที รถไฟฟ้ามีอัตราเร็วเฉลี่ยเท่าใด
   - ก. 8 เมตร / วินาที
   - ข. 10 เมตร / วินาที
   - ค. 12 เมตร / วินาที
   - ง. 14 เมตร / วินาที
   - จ. 20 เมตร / วินาที

   ตอบ ง.

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยนำแนวทางการสร้างแบบทดสอบมาจาก ณรงค์ พ่วงศรี (2525: 67 – 79) จำนวน 40 ข้อ

4.2 นำข้อสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมชัดเจนของคำถาม แล้วหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (IOC) โดยพิจารณาค่า IOC $\geq$ .50 แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

4.3 นำข้อสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลที่ปรับปรุงมาแล้ว เสนอต่อประธานและคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

4.4 นำข้อสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้าที่เรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 60 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

4.5 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้ว มาตรวจให้คะแนน แล้ววิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ใช้โปรแกรมตรวจวิเคราะห์ข้อสอบของ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540: 129 – 130) เลือกข้อที่มีความยากง่าย (p) มีค่าระหว่าง 0.22 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.22 – 0.72 จำนวน 40 ข้อ

4.6 นำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกแล้ว จำนวน 60 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ที่เรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่มาแล้ว จำนวน 60 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75

4.7 นำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยต่อไป

ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

คำสั่ง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดกล่าว **ไม่**ถูกต้องในกรณีของการเคลื่อนที่แนวตรง
   - ก. ความเร็วและอัตราเร็วมีทิศเดียวกัน
   - ข. ความเร็วและการกระจัดมีทิศเดียวกัน
   - ค. ความเร็วและอัตราเร็วมีทิศทางต่างกัน
   - ง. ความเร็วและอัตราเร็วมีหน่วยเหมือนกัน
   - จ. ความเร็วกับการกระจัดต่างก็เป็นปริมาณเวกเตอร์

   ตอบ ก.

2. วัตถุมีความเร็วสม่ำเสมอ หมายความว่าอย่างไร

ก. ขนาดและทิศทางของความเร็วของวัตถุไม่เปลี่ยนแปลง

ข. ขนาดของความเร็วของวัตถุเปลี่ยนแปลง ทิศเปลี่ยนแปลง

ค. ขนาดของความเร็วของวัตถุไม่เปลี่ยนแปลง แต่ทิศเปลี่ยนแปลง

ง. ขนาดของความเร็วของวัตถุเปลี่ยนแปลง แต่ทิศไม่เปลี่ยนแปลง

จ. เป็นไปได้ทุกข้อ

ตอบ ก.

3. ลูกบอลลูกที่ 1 ถูกปาออกไปในแนวระดับจากยอดอาคารสูงด้วยความเร็ว 15 เมตร/วินาที และในเวลาเดียวกัน ลูกบอลลูกที่ 2 ถูกปล่อยออกจากยอดอาคารสูง ลูกบอลทั้งสองลูกมีสิ่งใดเท่ากัน

ก. ระยะทางเท่ากัน

ข. เส้นทางขณะที่ตก

ค. ความเร็วต้นในแนวดิ่ง

ง. ความเร็วต้นในแนวระดับ

จ. ความเร็วสุดท้ายขณะถึงพื้นดิน

ตอบ ค.

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน รวม ทั้งหมด 70 คน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่งโดยจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

2. ทดสอบก่อนเรียน ทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

3. ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง ใช้เนื้อหาการสอนเดียวกันทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 และใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 21 คาบ เท่ากัน

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามเวลาที่กำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน ทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ชุดเดิม

5. ทำการตรวจให้คะแนน และนำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน ต่อไป

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t - test dependent Sample

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t - test dependent Sample

3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t - test Dependent Sample

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t - test dependent Sample

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD โดยใช้ t-test Independent Sample ในรูปแบบของ Difference Score

6. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD โดยใช้ t – test Independent Sample ในรูปแบบของ Difference Score

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 สถิติพื้นฐาน

1.1.1 ค่าเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 137)

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียน

1.1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนน คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 143)

$$S = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.1.3 หาค่าความแปรปรวน (Variance)

จากสูตร $$S^2 = \frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน
$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2 สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หมายถึง ค่าที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการประเมินผล เป็นการตรวจสอบและพิจารณาว่าแบบทดสอบแต่ละขั้นตอนนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและจุดมุ่งหมายหรือไม่ ค่าที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ เรียกว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง – 1 ถึง + 1 ถ้าค่า IOC ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่า แบบวัดนั้นไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนที่ต้องการวัด ต้องปรับปรุงใหม่โดยการนำคะแนนที่ได้มาแทนค่าในสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2.2 หาความยากง่าย (Difficulty Index : p) และหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Idex : r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้หลักการวิเคราะห์ข้อสอบในรายข้อ (Item Analysis) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 129 – 130)

1. 2.2.1 หาความยากง่าย (p)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

1.2.2.2 หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ

$$r = \frac{(R_H - R_L)}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตร KR-20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 275) คำนวณจากสูตร

$$R_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right]$$

เมื่อ R_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนผู้ที่ตอบถูกต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด

หรือ $= \frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนผู้ที่ตอบผิดต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด

S_t^2 แทน ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

1.2.4 คำนวณหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์โดยใช้สูตร E_1 / E_2 (สุธรรม สอนเถื่อน. 2548: 13)

สูตรที่ 1 $$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{n}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างการเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนหรือกิจกรรมการเรียน

สูตรที่ 2 $$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{n}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของการสอนหลังเรียน

1.3 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

1.3.1 ใช้ค่าสถิติ t-test Dependent Sample เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 104)

จากสูตร $$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \quad ; df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t-distribution

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3.2 ใช้ค่าสถิติ t - test Independent Sample ในรูป Difference Score เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 (Scott. 1962 : 264)

จากสูตร $t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}$; $df = n_1 + n_2 - 2$

ซึ่ง $S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$

และ $S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$

เมื่อ

t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t – distributions
MD_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1
MD_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2
D_1	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1
D_2	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2
S_D^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1
n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 2
$S_{MD_1 - MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนการเรียนกับหลังการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และเสนอผลการวิจารณ์ข้อมูล ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้แทนความหมาย ดังต่อไปนี้

n	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
$\overline{X}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน
$\overline{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
S_1	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนเรียน
S_2	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนหลังเรียน
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียน
MD_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1
MD_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2
$S_{MD_1-MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนการเรียนกับหลังการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2
df	แทน	ชั้นแห่งความอิสระ (degrees of Freedom)
t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงที (t - distributions)
* *	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
กลุ่มทดลองที่ 1	แทน	กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
กลุ่มทดลองที่ 2	แทน	กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปรผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอความตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 โดยใช้สถิติ t - test แบบ dependent Sample
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ dependent Sample
3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 โดยใช้สถิติ t - test แบบ dependent Sample
4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ dependent Sample
5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score
6. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 โดยใช้สถิติ t - test แบบ dependent Sample

ตาราง 10 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 โดยใช้สถิติ t - test แบบ dependent Sample

การทดสอบ	*n*	*k*	$\overline{X}$	*S*	*MD*	t
ทดสอบก่อนเรียน	35	60	26.91	8.14		
					15.29	4.83**
ทดสอบหลังเรียน	35	60	42.20	6.80		

** $t_{(.01\ ;\ df\ 34)} = 2.7284$

จากตาราง 10 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 26.91 และ 8.14 ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 42.20 และ 6.80 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า มีค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เท่ากับ 15.29 ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ dependent Sample

ตาราง 11 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ dependent Sample

การทดสอบ	n	k	$\overline{X}$	S	MD	t
ทดสอบก่อนเรียน	35	60	28.29	8.03	14.05	4.85**
ทดสอบหลังเรียน	35	60	42.34	5.76		

** $t_{(.01\ ;\ df\ 34)} = 2.7284$

จากตาราง 11 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองที่ 2 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 28.29 และ 8.03 ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 42.34 และ 5.76 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า มีค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เท่ากับ 14.05 ซึ่งต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Sample

ตาราง 12 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Sample

การทดสอบ	n	k	$\overline{X}$	S	MD	t
ทดสอบก่อนเรียน	35	40	18.97	5.19		
					10.94	5.04**
ทดสอบหลังเรียน	35	40	29.91	3.88		

** $t_{(.01\ ;\ df\ 34)}$ = 2.7284

จากตาราง 12 พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของกลุ่มทดลองที่ 1 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 18.97 และ 5.19 ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 29.91 และ 3.88 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า มีค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เท่ากับ 10.94 ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Sample

ตาราง 13 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Sample

การทดสอบ	n	k	$\overline{X}$	S	MD	t
ทดสอบก่อนเรียน	35	40	19.11	4.99		
					7.95	4.85**
ทดสอบหลังเรียน	35	40	27.06	3.98		

** $t_{(.01\ ;\ df\ 34)}$ = 2.7284

จากตาราง 13 พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของกลุ่มทดลองที่ 2 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 19.11 และ 4.99 ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 27.06 และ 3.98 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า มีค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เท่ากับ 7.95 ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent ในรูป difference Score

ตาราง 14 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
			$\overline{X}_1$	S_1	$\overline{X}_2$	S_2			
กลุ่มทดลองที่ 1	35	60	26.91	8.14	42.20	6.80	15.29	2.38	0.38
กลุ่มทดลองที่ 2	35	60	28.29	8.03	42.34	5.76	14.05		

$t_{(.01\ ;\ df\ 68)} = 2.6501$

จากตาราง 14 พบว่า คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 26.91 และ 8.14 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 42.20 และ 6.80 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลอง 2 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 28.29 และ 8.03 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 42.34 และ 5.76 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 15.29 และ 14.05 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 คือ นักเรียน

ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

6. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

ตาราง 15 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t – test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
			$\overline{X}_1$	S_1	$\overline{X}_2$	S_2			
กลุ่มทดลองที่ 1	35	40	18.97	5.19	29.91	3.88	10.94	1.33	0.75
กลุ่มทดลองที่ 2	35	40	19.11	4.99	27.06	3.98	7.95		

$t_{(.01\ ;\ df\ 68)} = 2.6501$

จากตาราง 15 พบว่า คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 18.97 และ 5.19 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 29.91 และ 3.88 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลอง 2 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 19.11 และ 4.99 ตามลำดับ และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 27.06 และ 3.98 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 10.94 และ 7.95 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ 2 คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีความแตกต่างกัน
6. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีความแตกต่างกัน

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวนทั้งหมด 70 คน ซึ่งได้รับการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 35 คน นำกลุ่มที่ได้มาจับฉลากอีกครั้ง เพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 35 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD จำนวน 35 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาจากหลักสูตรสถานศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แรง
2. แรงลัพธ์
3. แรงเสียดทาน
4. โมเมนต์ของแรง

ระยะเวลาในการทดลอง

ผู้วิจัยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 21 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ทั้งสองกลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 21 คาบ มีค่าสัมประสิทธิ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ E_1/E_2 = 80.13 / 81.82 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 21 คาบ มีค่าสัมประสิทธิ์ ของแผนการจัดการเรียนรู้ E_1/E_2 = 80.45 / 81.33 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบตัวเลือก 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.78 ค่าความยากง่าย (p) 0.22 – 0.78 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 – 0.72

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบตัวเลือก 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.75 ค่าความยากง่าย (p) 0.38 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.22 – 0.68

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Sample

2. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Sample

3. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t – test แบบ Dependent Sample

4. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Sample

5. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 5 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

6. ตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 6 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิด อย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD สรุปผลได้ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

6. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

อภิปรายผลการวิจัย

จากศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า กรุงเทพมหานคร ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นเพื่อพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน โดยการนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานมาใช้เป็นเนื้อหาการเรียนการสอน ซึ่งครูจะทำการเสนอบทเรียนให้กับนักเรียน โดยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน หรืออาจให้นักเรียนได้สร้างคำถามขึ้นมาเอง อาจมีภาพประกอบ เพื่อเร้าความสนใจนักเรียน การเรียนกลุ่มย่อยในชั้นนี้ จะแบ่งนักเรียนตามความสามารถ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4 – 5 คน ทุกคนมีหน้าที่แตกต่างกันและปฏิบัติตามหน้าที่เวียนกันไป ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้จะเริ่มตั้งแต่ 1) การเชื่อมโยงปัญหา โดยที่ผู้เรียนจะต้องมีความรู้สึกว่า ปัญหานั้นมีความสำคัญต่อตน 2) จัดโครงสร้างประกอบด้วยแนวความคิดต่อปัญหา ข้อเท็จจริงของปัญหา รวมไปถึงสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม 3) เข้าพบปัญหาเพื่อใช้กระบวนการในการแก้ปัญหา 4) เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วทุกคนในกลุ่มจะต้องช่วยกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่า เพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่ แล้วศึกษาความรู้ตามแผนการเรียนรู้เพิ่มเติม 5) นักเรียนใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้ปัญหาแล้วนำเสนอปัญหานั้น 6) การประเมินผลงานและการแก้ปัญหานั้น ทั้งครูและนักเรียนจะต้องมีความรับผิดชอบร่วมกัน โดยการประเมินด้านความรู้ และด้านทักษะกระบวนการ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องตามแนวความคิดของ เดลิสล์ (Delisle. 1977: 26 – 36) ที่สรุปว่า ปัญหาที่มาจากสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน จะกระตุ้นให้มีการคิดที่ซับซ้อน ขยายความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจอย่างมีเหตุผล และทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาการเรียนการสอนอย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ตามแนวความคิดของ สลาวิน (Slavin. 1995: 71 – 73) นั้น เป็นการจัดให้นักเรียนได้ช่วยเหลือร่วมมือกันในทีม เริ่มตั้งแต่การนำเสนอข้อมูล การบรรยาย และการทดสอบ ซึ่งทั้งหมดนี้ทุกคนต้องร่วมมือกันภายในทีม แต่ในการสอบในเนื้อหาสาระที่เรียนต่างคนต่างสอบ จะช่วยเหลือกันมาได้ หากได้คะแนนต่ำ นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถของตนเอง โดยสามารถปรับปรุงคะแนนของตนเองให้สูงขึ้นได้ คะแนนที่ได้ของแต่ละคนในทีมให้นำมารวมกันเป็นคะแนนของทีม การตัดสินผลงานของทีม จะพิจารณาผลรวมของการปรับปรุง

คะแนนของสมาชิกในทีม กำหนดระดับความสำเร็จตามคะแนนของทีม อาจเป็นคำชมเชย หรือการให้รางวัลอื่นๆ เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดกระบวนการเรียนรู้ สิ่งที่จะพบอย่างแน่นอนในระหว่างการเรียนก็คือ ปัญหาที่เกิดขึ้นจากเนื้อหาวิชาที่เรียน ซึ่งถ้านักเรียนสามารถผ่านปัญหาเหล่านี้ไปได้ก็น่าจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น ดังนั้นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรได้รับการพัฒนา เพราะความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นสิ่งที่แสดงออกถึงความสามารถทางสติปัญญา โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง และขั้นสรุปผลและการนำไปใช้ โดยที่ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุด ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ส่วนขั้นตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คาดคะเนบอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา จากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขั้นต่อมาคือขั้นพิสูจน์หรือทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น วางแผน เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาที่ระบุไว้ อย่างสมเหตุสมผล และขั้นสุดท้ายคือ ขั้นสรุปและนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่า ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร และนำไปใช้ได้อย่างไร ซึ่งจากการทดลองพบว่า กลุ่มตัวอย่าง มีความสามารถ ในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนเรียนและหลังเรียน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้จะเห็นได้จากก่อนการทดลองและหลังการทดลองนักเรียน จะมีคะแนนในการทำแบบทดสอบสูงขึ้นเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นตามแนวความคิดของ มาจัมดาร์ (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ (2540. อ้างอิงจาก Majumdar. 1983: unpaged) พบว่า ในชั้นเรียนแบบเดิมจะใช้การประเมินผลเพื่อชี้วัดความสามารถของนักเรียนและแบ่งชั้นความสามารถของนักเรียนมากกว่าที่จะประเมินเพื่อการแก้ปัญหาการเรียนของนักเรียน และวิธีการประเมินจะประเมินจากการทดสอบหรือจากผลงานที่นักเรียนทำ เพื่อวัดว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไร ระดับใด ผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่านเกณฑ์ แต่การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง เป็นเป้าหมายของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งได้กำหนดไว้ว่า “ความรับผิดชอบหลักของผู้เรียน คือ กิจกรรมการวางแผน การดำเนินการตามแผน และการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง” ดังนั้นเครื่องมือในการประเมินผลที่ใช้ จึงต้องประเมินพัฒนาการของผู้เรียน โดยสอดคล้องกับหลักการทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานด้วย

จากเหตุผลดังกล่าวจึงสนับสนุนว่าความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากที่กล่าวมาแล้วว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เป็นการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการกลุ่ม ซึ่งจากการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีส่วนส่งเสริมในการพัฒนาความสามารถในการคิด อย่างมีเหตุผลของนักเรียน เพราะการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เป็นเทคนิคการสอนที่ครบวงจร ผู้เรียนเรียนรู้ได้โดยการลงมือปฏิบัติสิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นทีมๆ ละ 4 – 5 คน เน้นให้มีการแบ่งงานกันทำ ช่วยเหลือกันร่วมกันทำงานที่ได้รับมอบหมาย ในทีมหนึ่งๆ ประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน ในขณะเรียนสมาชิกในทีมสามารถช่วยเหลือกันในการทำงานในเนื้อหานั้นๆ แต่เมื่อจบบทเรียนจะทดสอบเป็นรายบุคคล และนำคะแนนมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม มีการประกาศคะแนนของทีม ทีมใดมีคะแนนเฉลี่ยถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้จะได้รับรางวัล และเมื่อเรียนครบ 5 – 6 สัปดาห์แล้ว ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนทีมได้

การสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งทีมผลสัมฤทธิ์ (Student Team Achievement Division หรือ STAD) ซึ่งพัฒนาโดย สลาวิน (Slavin. 1978: 5 – 7) ได้กล่าวไว้ ซึ่งสรุปได้ว่า เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับหลายๆ วิชา เช่น คณิตศาสตร์ ภาษา ศิลปะ และวิทยาศาสตร์ โดยครูแบ่งนักเรียนออกเป็นทีมๆ ละ 4 – 5 คน โดยจัดให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถ เพศ เชื้อชาติ แตกต่างกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในการสอนครูจะเป็นผู้สอนบทเรียนแล้วนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยทุกคนในทีมจะต้องแน่ใจว่า สมาชิกในทีมของตนได้เรียนรู้บทเรียนนั้นอย่างแจ่มแจ้ง และสุดท้ายจะมีการประเมินผลการเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยที่ไม่มีการช่วยเหลือกันและคะแนนของแต่ละคนจะถูกเปลี่ยนเป็นคะแนนของทีม

จากเหตุผลดังกล่าวจึงสนับสนุนว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันทางสถิติ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ทั้งสองรูปแบบก็มีข้อดีที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการสอนที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา โดยปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหา รวมทั้งวิธีแก้ปัญหา บาร์โรส์ และ แทมบลีน (Barrows; & Tamblyn. 1980: 1, 18) ซึ่ง Illinois Mathematics and Science Academy (IMSA) (2001) ให้ความหมายการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก ว่าเป็นกระบวนการเรียนที่พัฒนากลวิธีการแก้ปัญหา พัฒนาความรู้ พัฒนาทักษะต่างๆ โดยให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาในสภาพชีวิตจริง ซึ่งไม่มีการจัดโครงสร้างที่ชัดเจน และ ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล (2545: 55) สรุปความหมายการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักว่า

เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้สมรรถภาพที่ต้องการโดยมีครูเป็นผู้ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

ส่วนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD การสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เป็นเทคนิคการสอนที่ครบวงจร ผู้เรียนเรียนรู้ได้โดยการลงมือปฏิบัติสิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน เน้นให้มีการแบ่งงานกันทำ ช่วยเหลือกันร่วมกันทำงานที่ได้รับมอบหมาย ในทีมหนึ่งๆ ประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน ในขณะเรียนสมาชิกในทีมสามารถช่วยเหลือกัน ในการทำงานในเนื้อหานั้นๆ แต่เมื่อจบบทเรียนจะทดสอบเป็นรายบุคคลและนำคะแนนมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของทีม มีการประกาศคะแนนของทีม ทีมใดมีคะแนนเฉลี่ยถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้จะได้รับรางวัลและเมื่อเรียนครบ 5 – 6 สัปดาห์แล้วผู้เรียนสามารถเปลี่ยนทีมได้

การสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งทีมผลสัมฤทธิ์ (Student Team Achievement Division หรือ STAD) ซึ่งพัฒนาโดยสลาวิน (Slavin. 1978: 5 – 7) ได้กล่าวไว้ ซึ่งสรุปได้ว่า เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับหลายๆ วิชา เช่น คณิตศาสตร์ ภาษา ศิลปะ และวิทยาศาสตร์ โดยครูแบ่งนักเรียนออกเป็นทีมๆ ละ 4 – 5 คน โดยจัดให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถ เพศ เชื้อชาติ แตกต่างกันอยู่ในทีมเดียวกัน ในการสอนครูจะเป็นผู้สอนบทเรียนแล้วนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยทุกคนในทีมจะต้องแน่ใจว่าสมาชิกในทีมของตนได้เรียนรู้บทเรียนนั้นอย่างแจ่มแจ้ง และสุดท้ายจะมีการประเมินผลการเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยที่ไม่มีการช่วยเหลือกันและคะแนนของแต่ละคนจะถูกเปลี่ยนเป็นคะแนนของทีม

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบ ล้วนส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น จึงแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันทางสถิติ

6. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ทั้งสองรูปแบบต่างสนับสนุนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีลักษณะกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและตั้งใจเรียน มีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้ นอกจากนี้แล้วยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ รวมทั้งมีความรับผิดชอบมากขึ้น ส่วนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ในกระบวนการเรียนรู้ล้วนส่งเสริมพัฒนาการด้านความสามารถในการคิด อย่างมีเหตุผล เริ่มจากขั้นที่ 1 ซึ่งจัดเป็นขั้นทดสอบหลังจากครูสอน และนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มตามที่กำหนดแล้ว นักเรียนต้องได้รับการทดสอบเป็นรายบุคคล โดยทำแบบทดสอบพร้อมทั้งทำงานที่

ได้รับมอบหมายด้วยตัวเอง ห้ามให้ผู้อื่นช่วยเหลือ เพราะถือว่า ได้เรียนรู้ภายในกลุ่มอย่างดีแล้ว หาก นักเรียนคนใดทำได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดและตกลงกันไว้ถือว่า ประสบผลสำเร็จขั้นที่ 1 ขั้นที่ 2 คะแนน พัฒนารายบุคคล คะแนนของการพัฒนารายบุคคลนี้ จะประสบผลสำเร็จเมื่อมีความตั้งใจอย่างจริงจัง และมุ่งหวังที่จะทำคะแนนให้สูงกว่าครั้งที่ผ่านมา เพื่อกลุ่มตนจะได้มีคะแนนสูงขึ้นด้วย ฉะนั้นบุคคลใด ที่ทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนถือว่าประสบผลสำเร็จในขั้นที่ 2 ส่วนขั้นที่ 3 การพิจารณาผลงานของกลุ่ม โดยนำคะแนนเฉลี่ยที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนสมาชิกในทีม ทีมใดได้คะแนน ตามเกณฑ์ที่กำหนด กลุ่มจะได้รับประกาศยกย่อง หรือได้รับรางวัลด้วยวิธีอื่นๆ ขั้นที่ 3 เป็นการ ตัดสินความสำเร็จของทีมที่ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ประสบผลสำเร็จกับทีม (STAD) ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ ถิรวรรณ กองชาวนา (2553: บทคัดย่อ) เป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้าง และหา ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ในรายวิชาภาษาอังกฤษ 5 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ภาษาอังกฤษ 5 ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนแบบร่วมมือ และเพื่อประเมินความพึงพอใจของ นักเรียนที่มีต่อการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน เทศบาล 5 จังหวัดสุราษฎร์ธานี และกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนเทศบาล 5 เทศบาลนครสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 49 คน เป็นกลุ่มทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้การเรียนแบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค STAD จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้ เอกสารประกอบการเรียนแบบร่วมมือ และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ 5 จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น .81 ดำเนินการทดลองโดยทำการทดสอบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาของภาษาอังกฤษ 5 ก่อนทำ การทดลอง หลังจากนั้นจึงดำเนินการทดลอง 12 ครั้ง ครั้งละ 1 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลาเรียนแผนการ เรียนรู้ละ 60 นาที เป็นเวลา 12 วัน หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองแล้วนำคะแนนไปวิเคราะห์ข้อมูลโดย ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test) ผลการวิจัย พบว่า

1. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ในวิชาภาษาอังกฤษ 5 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. นักเรียนที่เรียนวิชาภาษาอังกฤษ 5 ในกลุ่มการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่เรียนด้วยแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD มีความพึงพอใจในระดับมาก

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบ ล้วนส่งผลให้ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนสูงขึ้น จึงแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการคิด อย่างมีเหตุผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ และการศึกษาวิจัย ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูผู้สอนควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนทั้งสองรูปแบบ ช่วยให้ผู้สอนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลได้ดีขึ้น

2. ครูผู้สอนที่จะใช้การจัดการเรียนรู้ทั้งสองแบบ ควรจัดกลุ่มผู้เรียนให้มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อที่จะให้ผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม มีความสามารถแตกต่างกันไปมาอยู่ในกลุ่มเดียวกันเพื่อช่วยเหลือกันในด้านการเรียน และกลุ่มหนึ่งๆ ควรมีสมาชิกไม่เกิน 5 – 6 คน

3. ครูผู้สอนควรใช้เทคนิคการเสริมแรงอย่างเหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละกลุ่มที่ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพแห่งตน ทั้งนี้เพราะจากการสังเกตผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนในระดับชั้นนี้เป็นช่วงที่มีความคิดสร้างสรรค์และมีแนวคิดที่ดี ครูผู้สอนจึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดและปฏิบัติอย่างเสรี ดังนั้นผู้สอนจึงควรส่งเสริมทั้งรายบุคคลและเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD กับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาและนำผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ไปใช้กับกลุ่มสาระอื่นๆ เช่น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย เป็นต้น

3. ควรมีการศึกษา และนำผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ไปใช้กับนักเรียนในระดับอื่นๆ

4. ควรนำรูปแบบการวิจัยนี้ไปใช้ในการพัฒนาทักษะด้านอื่นๆ ให้แก่นักเรียนเพิ่มเติม เช่น ความรับผิดชอบ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารญาณ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. (2528). *จิตวิทยาการศึกษา (ฉบับปรับปรุง).* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศรีเดชา.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2529). *ชุดการสอนการปลูกฝังและสร้างเสริมค่านิยมพื้นฐาน เรื่อง การสอนรักชาติ.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้. (2543). *ปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด.* พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

จันทรา ศรีสุข. (2531). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบสืบสวนและวิธีการสอนแบบถ่ายทอดความรู้.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ชลสีต์ จันทาสี. (2545). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชวาล แพรัตกุล. (2522). *เทคนิคการวัดผล.* กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.

ชินภัทร ภูมิรัตน์. (2543*). รายงานการเสวนาทางวิชาการเรื่องความสามารถของนักเรียนไทยบนเวทีระดับโลก : ผลการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการ ปี 2538 – 2542*. กรุงเทพฯ: กลุ่มงานพัฒนานโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษา, สกศ.

ชุติมา วัฒนะคีรี. (2539). *กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน.* กรุงเทพฯ: สุวิริยาสาส์น.

---------- . (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เอกสารคำสอนวิชา กว 531.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2546). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.* พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตการพิมพ์.

ณรงค์ พ่วงศรี. (2525). *การสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล.* วิทยานิพนธ์ ศศ.บ. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). *การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา.* กรุงเทพฯ: คณะกรรมการการพัฒนาการสอนและวัสดุอุปกรณ์.

ทิวาวรรณ จิตตะภาค. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning / PBL).* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ทิศนา แขมณี. (2552). *ศาสตร์การสอน (องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ).* พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.

ธำรงค์ บัวศรี. (2532). *ทฤษฎีหลักสูตร การออกแบบและพัฒนา.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

นิดา สะเพียรชัย. (2527, เมษายน). ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. *ข่าวสาร สสวท.* 8 (2): 3 – 4.

นิตย์ บุหงามงคล. (2540). *จิตวิทยาการสอน.* ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประดับ นาคแก้ว; วัชวัลย์ ครุฑไชยันต์; และ ดาวัลย์ เสริมบุญสุข. (2550). *วิทยาศาสตร์ ม.3.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม็ก.

ประวิตร ชูศิลป์. (2542). *หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่.* กรุงเทพฯ: ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ กรมการฝึกหัดครู.

ประหยัด แสงวิชัย. (2544). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ปริวัติ สิงหาเวช. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ปรีชา เดชศรี. (2545). *การเรียนรู้แบบ Active Learning : ทำได้อย่างไร.* กรุงเทพฯ: สถาบัน

ผดุงยศ ดวงมาลา. (2531, มกราคม – มีนาคม). โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสาร สสวท.* (1): 55 – 57.

พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar, Basanti. (2544). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญญา.* กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2535). *วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ฟิงเกอร์ปรินท์แอนด์มีเดีย.

---------- . (2540). *การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พันธ์ ทองชุมนุม. (2544). *คู่มือวิทยาศาสตร์ ภาคคำนวณ ม.ต้น.* กรุงเทพฯ: ไฮเอ็ด พลับลิชชิ่ง.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *แนวคิดและตัวบ่งชี้ของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสู่แผนการสอน การเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธี และเทคนิคการสอน*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะคุรุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *แนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับครูชั้นมัธยมศึกษาเพื่อการปฏิรูปการศึกษา.* กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะคุรุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง).* พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ยุวดี ฤาชา. (2537). *การประเมินผลการเรียนการสอนแบบใช้ปัญญาเป็นหลัก*. (เอกสารประกอบการบรรยาย). กรุงเทพฯ: ม.ป.พ. ถ่ายเอกสาร.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. (2542). *การทำวิจัยการศึกษา.* กรุงเทพฯ: ที.พี.พริ้นท์.

รังสรรค์ ทองสุกนอก. (2547). *ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem - Based Learning). เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

รุ่ง แก้วแดง. (2541). *ปฏิวัติการศึกษาไทย.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: พิฆเนศ พริ้นติ้งเซ็นเตอร์.

ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2536). *เทคนิคการวัดผลความรู้.* กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

---------- . (2538). *หลักการวิจัยทางการศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ละออ ปิ่นทอง. (2549). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลักธรรมทางพระพุทธศาสนาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามรูปแบบการสอนแบบกลุ่มร่วมมือ STAD กับวิธีสอนแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

วนิช สุธารัตน์. (2547). *ความคิดและความสร้างสรรค์.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

วรรณทิพา รอดแรงกล้า; และ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). *กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู.* กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเมนท์.

วรรณี แกมเกตุ. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ (Research Methodology in Behavioral Science).* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.* กรุงเทพฯ: แอล พี เพรส.

---------- . (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: แอล ที เพลส.

---------- . (2544). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แอล พี เพรส.

วิชุดา งามอักษร. (2541). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการเรียนวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วีระชาติ สวนไพรินทร์. (2531). *การสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระ ไทยพานิช. (2529). *57 วิธีสอน.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *สาระและมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สนธยา ศรีบางพลี. (2541). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกการสอนตามคู่มือครู.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สนั่น แย้มสุคนธ์. (2530). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดราชบุรี.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2536). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมเจตน์ ไวยากรณ์. (2530). *รูปแบบการสอนพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมบูรณ์ กะการดี. (2532). *การศึกษาการคิดอย่างมีเหตุผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้สไลด์ประกอบการอภิปรายปัญหากับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สิน พันธุ์พินิจ. (2552). *เทคนิกการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (Research Techniques in Science).* กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์การพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. (2552). *19 วิธีการจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ.* พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

เสียง เชษฐศิริพงศ์. (2552). *วิทยาศาสตร์ ม.1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: พ.ศ. พัฒนา.

อาภาพร สิงหราช. (2545). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

Armstrong, David Scott. (2003). The Effect of Student Team Achievement Divisions Cooperative Learning Technique on Upper Secondary Social Studies' Achievement and Attitude Toward Social Studies Class. *Dissertation Abstracts International*. CD - ROM.

Australian Science Education Project. (1974). *Inquiry Approach in Guide to ASEP.*

Barell, John. (1998). *PBL an Inquiry Approach. Illinois : Skylight Training and Publishing.*

Barraw, H.S.; & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem - Based Learning : An Approach to Medical Education*. New York: Springer Publishing.

Butts, David. (1974). *The Teaching of Science A Self Directed Planning Guide*. New York: Harper & Row.

Delisle, Robert. (1997). How To Use Problem – Based Learning in the Classroom Alexandria. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Dharmadasa, Indranie. (1998, November). Children's Conceptualization of Force: Experimenting and Problem – Solving (Third Grade). *Dissertation Abstract International.* CD - ROM.

Duch, Barbara J. (1995, January). *What is Problem - Based Learning ?.*

Jonbson, S. M.; Finucane, P.M.; & Prideaux, D. J. (1999). *Problem – Based Learning :Process and Practice.* Aust NZ J. Med. 29: 350 – 354.

Karplus, Robert. (1977). Science Teaching and the Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*. 14(2): 169 – 175.

Kolebas, L.T. (1972). *Teaching Children Science : An inquiry Approach*. 3rd ed. California: Wadsworth Publishing. 4443 – A.

Krulik, Stephen; & Ridnick, Jesse A. (1993). *Reasoning and Problem Solving A Handbook for Elementary School Teachers.* Boston: Boston Company.

Meekins, Amy Stephens. (1988). Effects of a Student Team Learning Technique on the Academic Progress and Social Acceptance of Academically Handicapped Elementary Mainstreamed Students. *Dissertation Abstracts International*. 49(03) – A.

Ray, Charles Lear. (1979, December). A Comparative Laboratory Study of the Effect of Lower Level and Higher Level Questions on Students, Abstract Reasoning and Critical Thinking in Two Non-directive High School Chemistry Classroom, *Dissertational Abstracts International.* 40(6): 3220 – A.

Reed, J. H. (1999, May). *Effect of Model for Critical Thinking on Students Achievement in Primary Source Document Analysis and Interpretation, Argumentative Reasoning, Critical Thinking Disposition and History Source*. *Dissertational Abstracts International.* 59(11): 4039 – A.

Scott, William A. (1962). *Introduction to Psychological Research.* New York: Jonh Wiley & Son.

Shaw, Terry J. (1977, March). The Effect of Problem Solving Training in Science Upon Utilization of Problem Solving Skill in Science and Social Studies. *Dissertation Abstract International.* 49(9).

Slavin, Robert E. (1978). Student Teams Achievement Divisions. *Journal of Research and Development in Education*.

Smith, Patty Templeton. (1994, January). “Instructional method effects on Student Attitude and Achievement. *Dissertation Abstract International.* 54(7): 2528 – A.

Sund, Robert B; & Leslie, W. Trowbridge. (1976). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School.* Second Edition Publishes by Charles, E. Merrial Publishing.

Thelen, Herbert. (1960, October). Education and the Human Quest. New York: Harper & Row.

Top, Linda; & Sage, Sara. (1998). *Problem as Possibilities : Problem – Based Learning for K - 12 Alexandria*. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Vitrogan, D. (1967, March). A Method for Determining a Generlized Attitude of High School Students Toward Science. *Science Education.* 52(3): 170 – 175.

Weir, Jonh Joseph. (1974, April). Problem Solving is Everybody. *Problem Science Teacher.* (4): 16 – 18.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือเพื่อทำปริญญานิพนธ์ด้านต่างๆ ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทนง อัครธีรานนท์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
อาจารย์ทวีป แจ่มอุทัย	อาจารย์ สอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า กรุงเทพมหานคร
อาจารย์กิตติศักดิ์ มะโนลัย	อาจารย์ สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า กรุงเทพมหานคร

ภาคผนวก ข

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรง และการเคลื่อนที่

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00

ตาราง 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00

ตาราง 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00	31	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00	32	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00	33	0	1	1	0.67
4	1	1	1	1.00	34	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00	35	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00	36	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00	37	1	1	1	1.00
8	1	0	1	0.67	38	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00	39	1	0	1	0.67
10	1	1	1	1.00	40	1	1	1	1.00
11	0	1	1	0.67	41	1	1	0	0.67
12	1	1	1	1.00	42	1	1	1	1.00
13	1	1	1	1.00	43	1	1	1	1.00
14	1	1	0	0.67	44	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00	45	0	1	1	0.67
16	0	1	1	0.67	46	1	1	1	1.00
17	1	1	1	1.00	47	1	1	1	1.00
18	1	1	1	1.00	48	1	1	1	1.00
19	1	1	1	1.00	49	1	1	1	1.00
20	1	1	1	1.00	50	1	1	1	1.00
21	1	1	0	0.67	51	1	1	1	1.00
22	1	1	1	1.00	52	1	1	1	1.00
23	1	1	1	1.00	53	1	1	1	1.00
24	1	1	1	1.00	54	1	1	1	1.00
25	1	0	1	0.67	55	1	1	1	1.00
26	1	1	1	1.00	56	1	1	1	1.00
27	0	1	1	0.67	57	1	1	1	1.00
28	1	1	1	1.00	58	1	1	1	1.00
29	1	1	1	1.00	59	1	1	1	1.00
30	1	1	1	1.00	60	1	1	1	1.00

ตาราง 19 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1.00	21	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00	22	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00	23	1	1	1	1.00
4	0	1	1	0.67	24	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00	25	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00	26	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00	27	1	1	1	1.00
8	1	0	1	0.67	28	1	1	0	0.67
9	1	1	1	1.00	29	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00	30	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00	31	1	1	1	1.00
12	1	1	1	1.00	32	1	0	1	0.67
13	1	1	1	1.00	33	1	1	1	1.00
14	1	1	1	1.00	34	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00	35	1	1	1	1.00
16	1	1	1	1.00	36	1	1	1	1.00
17	1	1	1	1.00	37	1	1	1	1.00
18	1	1	1	1.00	38	1	0	1	0.67
19	1	1	1	1.00	39	1	1	1	1.00
20	1	1	1	1.00	40	1	1	1	1.00

ภาคผนวก ค

- ตารางแสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
- ตารางแสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ตาราง 20 ค่าความยาก (p)ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.23	0.27	31	0.73	0.34
2	0.80	0.72	32	0.66	0.23
3	0.65	0.37	33	0.67	0.48
4	0.41	0.68	34	0.85	0.61
5	0.27	0.40	35	0.52	0.30
6	0.82	0.20	36	0.68	0.20
7	0.75	0.23	37	0.60	0.24
8	0.58	0.38	38	0.75	0.57
9	0.39	0.40	39	0.55	0.34
10	0.45	0.37	40	0.54	0.43
11	0.52	0.20	41	0.60	0.33
12	0.67	0.36	42	0.90	0.52
13	0.23	0.31	43	0.50	0.48
14	0.77	0.64	44	0.75	0.40
15	0.32	0.45	45	0.60	0.48
16	0.87	0.20	46	0.72	0.23
17	0.73	0.22	47	0.40	0.30
18	0.53	0.33	48	0.67	0.29
19	0.75	0.31	49	0.80	0.33
20	0.68	0.23	50	0.58	0.30
21	0.75	0.23	51	0.44	0.22
22	0.45	0.20	52	0.63	0.22
23	0.45	0.23	53	0.80	0.31
24	0.78	0.48	54	0.46	0.27
25	0.68	0.44	55	0.73	0.48
26	0.22	0.56	56	0.63	0.39
27	0.67	0.20	57	0.65	0.43
28	0.60	0.41	58	0.62	0.37
29	0.37	0.25	59	0.38	0.30
30	0.52	0.44	60	0.55	0.38

มีค่าความเชื่อมั่น 0.78

ตาราง 21 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.70	0.68	21	0.80	0.36
2	0.77	0.44	22	0.67	0.23
3	0.72	0.57	23	0.54	0.45
4	0.80	0.35	24	0.72	0.38
5	0.57	0.27	25	0.63	0.47
6	0.50	0.38	26	0.73	0.46
7	0.80	0.48	27	0.78	0.44
8	0.58	0.57	28	0.72	0.23
9	0.73	0.23	29	0.65	0.50
10	0.62	0.42	30	0.45	0.32
11	0.75	0.26	31	0.80	0.23
12	0.80	0.22	32	0.78	0.40
13	0.52	0.44	33	0.73	0.44
14	0.78	0.36	34	0.54	0.38
15	0.38	0.23	35	0.80	0.52
16	0.48	0.37	36	0.78	0.59
17	0.67	0.41	37	0.67	0.72
18	0.80	0.56	38	0.72	0.41
19	0.50	0.34	39	0.63	0.54
20	0.71	0.52	40	0.52	0.37

มีค่าความเชื่อมั่น 0.75

ภาคผนวก ง

- ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD
- ตารางคะแนนวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- ตารางคะแนนวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

ตาราง 22 ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	23	39	21	36	36
2	21	42	22	29	32
3	26	40	23	19	43
4	19	43	24	28	54
5	24	51	25	37	47
6	31	49	26	32	31
7	21	38	27	21	30
8	17	42	28	36	37
9	18	52	29	31	38
10	34	50	30	23	36
11	15	49	31	40	39
12	24	38	32	42	41
13	29	37	33	19	32
14	26	47	34	45	49
15	22	51	35	39	36
16	15	49			
17	17	39			
18	34	45			
19	23	54			
20	26	41			

ตาราง 23 ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	20	45	21	19	38
2	24	41	22	18	34
3	19	38	23	31	49
4	31	39	24	34	43
5	40	39	25	29	38
6	36	42	26	31	35
7	30	51	27	19	41
8	18	45	28	17	52
9	19	40	29	43	49
10	41	39	30	26	34
11	36	51	31	33	37
12	34	39	32	28	50
13	22	35	33	21	48
14	27	34	34	43	41
15	35	43	35	19	49
16	42	40			
17	29	53			
18	23	50			
19	28	39			
20	25	41			

ตาราง 24 ตารางคะแนนวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	12	22	21	17	30
2	22	29	22	26	25
3	14	21	23	18	31
4	11	31	24	16	28
5	16	32	25	13	26
6	21	25	26	20	25
7	20	21	27	26	29
8	14	27	28	16	28
9	27	26	29	24	28
10	30	35	30	15	26
11	16	32	31	14	30
12	19	27	32	26	27
13	24	24	33	19	24
14	20	26	34	25	36
15	13	30	35	18	32
16	18	28			
17	17	31			
18	16	29			
19	29	35			
20	12	21			

ตาราง 25 ตารางคะแนนวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	18	26	21	28	26
2	20	29	22	27	27
3	16	31	23	23	31
4	29	31	24	22	29
5	28	28	25	16	27
6	14	22	26	18	21
7	17	21	27	15	24
8	20	25	28	19	26
9	13	26	29	24	25
10	19	23	30	18	29
11	14	28	31	13	27
12	21	35	32	21	23
13	19	26	33	28	27
14	18	34	34	12	32
15	12	22	35	26	36
16	15	24			
17	18	32			
18	19	21			
19	12	29			
20	17	24			

ภาคผนวก จ

- ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent ในรูป Difference Score
- ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent ในรูป Difference Score
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test for Dependent Samples
- ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนและหลังได้รับการสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test for Dependent Samples

ตาราง 26 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1			กลุ่มทดลองที่ 2			$D_1 - D_2$	$(D_1 - MD_1)^2$	$(D_2 - MD_2)^2$
	pre	post	D_1	pre	post	D_2			
1	23	39	16	20	45	25	-9	1.0609	119.6836
2	21	42	21	24	41	17	4	36.3609	8.6436
3	26	40	14	19	38	19	-5	0.9409	24.4036
4	19	43	24	31	39	8	16	81.5409	36.7236
5	24	51	27	40	39	-1	26	144.7209	226.8036
6	31	49	18	36	42	6	12	9.1809	64.9636
7	21	38	17	30	51	21	4	4.1209	48.1636
8	17	42	25	18	45	27	-2	100.6009	167.4436
9	18	52	34	19	40	21	13	362.1409	48.1636
10	34	50	16	41	39	-2	14	1.0609	257.9236
11	15	49	34	36	51	15	19	362.1409	0.8836
12	24	38	14	34	39	5	9	0.9409	82.0836
13	29	37	8	22	35	13	-5	48.5809	1.1236
14	26	47	21	27	34	7	14	36.3609	49.8436
15	22	51	29	35	43	8	21	196.8409	36.7236
16	15	49	34	42	40	-2	32	362.1409	257.9236
17	17	39	22	29	53	24	-2	49.4209	98.8036
18	34	45	11	23	50	27	-16	15.7609	167.4436
19	23	54	20	28	39	11	9	25.3009	9.3636
20	26	41	15	25	41	16	-1	0.0009	3.7636
21	36	36	0	19	38	19	-19	224.1009	24.4036
22	29	32	3	18	34	16	-13	143.2809	3.7636
23	19	43	24	31	49	18	6	81.5409	15.5236
24	28	54	26	34	43	9	17	121.6609	25.6036
25	37	47	10	29	38	9	1	24.7009	25.6036
26	32	31	-1	31	35	4	-5	255.0409	101.2036
27	21	30	9	19	41	22	-13	35.6409	63.0436

ตาราง 26 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1			กลุ่มทดลองที่ 2			$D_1–D_2$	$(D_1 – MD_1)^2$	$(D_2 – MD_2)^2$
	pre	post	D_1	pre	post	D_2			
28	36	37	1	17	52	35	-34	195.1609	438.4836
29	31	38	7	43	49	6	1	63.5209	64.9636
30	23	36	13	26	34	8	5	3.8809	36.7236
31	40	39	-1	33	37	4	-5	255.0409	101.2036
32	42	41	-1	28	50	22	-23	255.0409	63.0436
33	19	32	13	21	48	27	-14	3.8809	167.4436
34	45	49	4	43	41	-2	6	120.3409	257.9236
35	39	36	-3	19	49	30	-33	322.9209	254.0836
รวม	X_1	X_2	MD_1	X_1	X_2	MD_2	30	$\sum(D_1 – MD_1)^2$	$\sum(D_2 – MD_2)^2$
	26.9	42.2	14.9	28.2	42.3	14.0		3409.67	3353.89
	1	0	7	9	4	6			

ตาราง 27 คะแนนวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1			กลุ่มทดลองที่ 2			$D_1 - D_2$	$(D_1 - MD_1)^2$	$(D_2 - MD_2)^2$
	pre	post	D_1	pre	post	D_2			
1	12	22	10	18	26	8	2	1.1236	0.0036
2	22	29	7	20	29	9	-2	3.7636	1.1236
3	14	21	7	16	31	15	-8	3.7636	49.8436
4	11	31	20	29	31	2	18	122.3236	35.2836
5	16	32	16	28	28	0	16	49.8436	63.0436
6	21	25	4	14	22	8	-4	24.4036	0.0036
7	20	21	1	17	21	4	-3	63.0436	15.5236
8	14	27	13	20	25	5	8	16.4836	8.6436
9	27	26	-1	13	26	13	-14	98.8036	25.6036
10	30	35	5	19	23	4	1	15.5236	15.5236
11	16	32	16	14	28	14	2	49.8436	36.7236
12	19	27	8	21	35	14	-6	0.8836	36.7236
13	24	24	0	19	26	7	-7	79.9236	0.8836
14	20	26	6	18	34	16	-10	8.6436	64.9636
15	13	30	17	12	22	10	7	64.9636	4.2436
16	18	28	10	15	24	9	1	1.1236	1.1236
17	17	31	14	18	32	14	0	25.6036	36.7236
18	16	29	13	19	21	2	11	16.4836	35.2836
19	29	35	6	12	29	17	-11	8.6436	82.0836
20	12	21	9	17	24	7	2	0.0036	0.8836
21	17	30	13	28	26	-2	15	16.4836	98.8036
22	26	25	-1	27	27	0	-1	98.8036	63.0436
23	18	31	13	23	31	8	5	16.4836	0.0036
24	16	28	12	22	29	7	5	9.3636	0.8836
25	13	26	13	16	27	11	2	16.4836	9.3636
26	20	25	5	18	21	3	2	15.5236	24.4036
27	26	29	3	15	24	9	-6	35.2836	1.1236

ตาราง 27 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1			กลุ่มทดลองที่ 2			$D_1 - D_2$	$(D_1 - MD_1)^2$	$(D_2 - MD_2)^2$
	pre	post	D_1	pre	post	D_2			
28	16	28	12	19	26	7	5	9.3636	0.8836
29	24	28	4	24	25	1	3	24.4036	48.1636
30	15	26	11	18	29	11	0	4.2436	9.3636
31	14	30	16	13	27	14	2	49.8436	36.7236
32	26	27	1	21	23	2	-1	63.0436	35.2836
33	19	24	5	28	27	-1	6	15.5236	79.9236
34	25	36	11	12	32	20	-9	4.2436	122.3236
35	18	32	14	26	36	10	4	25.6036	4.2436
รวม	X_1	X_2	MD_1	X_1	X_2	MD_2	35	$\sum(D_1 - MD_1)^2$	$\sum(D_2 - MD_2)^2$
	18.97	27.91	8.97	19.11	27.06	7.94		1059.89	1038.77

ตาราง 28 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent Sample ในรูป Difference Score

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1				คนที่	กลุ่มทดลองที่ 2			
	pre	post	D_1	D_1^2		pre	post	D_2	D_2^2
1	23	39	16	256	1	20	45	25	625
2	21	42	21	441	2	24	41	17	289
3	26	40	14	196	3	19	38	19	361
4	19	43	24	576	4	31	39	8	64
5	24	51	27	729	5	40	39	-1	1
6	31	49	18	324	6	36	42	6	36
7	21	38	17	289	7	30	51	21	441
8	17	42	25	625	8	18	45	27	729
9	18	52	34	1156	9	19	40	21	441
10	34	50	16	256	10	41	39	-2	4
11	15	49	34	1156	11	36	51	15	225
12	24	38	14	196	12	34	39	5	25
13	29	37	8	64	13	22	35	13	169
14	26	47	21	441	14	27	34	7	49
15	22	51	29	841	15	35	43	8	64
16	15	49	34	1156	16	42	40	-2	4
17	17	39	22	484	17	29	53	24	576
18	34	45	11	121	18	23	50	27	729
19	23	54	20	400	19	28	39	11	121
20	26	41	15	225	20	25	41	16	256
21	36	36	0	0	21	19	38	19	361
22	29	32	3	9	22	18	34	16	256
23	19	43	24	576	23	31	49	18	324
24	28	54	26	676	24	34	43	9	81
25	37	47	10	100	25	29	38	9	81
26	32	31	-1	1	26	31	35	4	16
27	21	30	9	81	27	19	41	22	484

ตาราง 28 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1				คนที่	กลุ่มทดลองที่ 2			
	pre	post	D_1	D_1^2		pre	post	D_2	D_2^2
28	36	37	1	1	28	17	52	35	1225
29	31	38	7	49	29	43	49	6	36
30	23	36	13	169	30	26	34	8	64
31	40	39	-1	1	31	33	37	4	16
32	42	41	-1	1	32	28	50	22	484
33	19	32	13	169	33	21	48	27	729
34	45	49	4	16	34	43	41	-2	4
35	39	36	-3	9	35	19	49	30	900
$\sum$	942	1477	524	11790	$\sum$	990	1482	492	10270
$\overline{X}$	26.91	42.20	14.97	336.86	$\overline{X}$	28.29	42.34	14.06	293.43
SD	8.14	6.80	10.77	347.80	SD	8.03	5.76	9.93	305.68

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent ในรูป Difference Score

จากสูตร $t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$

ซึ่ง $S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$

และ $S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$

จากการทดลองผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้โปรแกรม SPSS ซึ่ง t มีค่าเท่ากับ 0.38

แทนค่า

$$S_D^2 = \frac{3{,}409.67 + 3{,}353.89}{68}$$

$$= \frac{6{,}763.56}{68}$$

$$= 99.46$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{99.46}{35} + \frac{99.46}{35}}$$

$$= \sqrt{5.68}$$

$$= 2.38$$

$$t = \frac{14.97 - 14.06}{2.38}$$

$$= 0.38$$

ตาราง 29 คะแนนวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนและหลังได้รับการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test for Independent Samples

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1				คนที่	กลุ่มทดลองที่ 2			
	pre	post	D_1	D_1^2		pre	post	D_2	D_2^2
1	12	22	10	100	1	18	26	8	64
2	22	29	7	49	2	20	29	9	81
3	14	21	7	49	3	16	31	15	225
4	11	31	20	400	4	29	31	2	4
5	16	32	16	256	5	28	28	0	0
6	21	25	4	16	6	14	22	8	64
7	20	21	1	1	7	17	21	4	16
8	14	27	13	169	8	20	25	5	25
9	27	26	-1	1	9	13	26	13	169
10	30	35	5	25	10	19	23	4	16
11	16	32	16	256	11	14	28	14	196
12	19	27	8	64	12	21	35	14	196
13	24	24	0	0	13	19	26	7	49
14	20	26	6	36	14	18	34	16	256
15	13	30	17	289	15	12	22	10	100
16	18	28	10	100	16	15	24	9	81
17	17	31	14	196	17	18	32	14	196
18	16	29	13	169	18	19	21	2	4
19	29	35	6	36	19	12	29	17	289
20	12	21	9	81	20	17	24	7	49
21	17	30	13	169	21	28	26	-2	4
22	26	25	-1	1	22	27	27	0	0
23	18	31	13	169	23	23	31	8	64
24	16	28	12	144	24	22	29	7	49
25	13	26	13	169	25	16	27	11	121
26	20	25	5	25	26	18	21	3	9
27	26	29	3	9	27	15	24	9	81

ตาราง 29 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1				คนที่	กลุ่มทดลองที่ 2			
	pre	post	D_1	D_1^2		pre	post	D_2	D_2^2
28	16	28	12	144	28	19	26	7	49
29	24	28	4	16	29	24	25	1	1
30	15	26	11	121	30	18	29	11	121
31	14	30	16	256	31	13	27	14	196
32	26	27	1	1	32	21	23	2	4
33	19	24	5	25	33	28	27	-1	1
34	25	36	11	121	34	12	32	20	400
35	18	32	14	196	35	26	36	10	100
$\sum$	664	977	313	3859	$\sum$	669	947	278	3280
$\overline{X}$	18.97	29.91	8.94	110.26	$\overline{X}$	19.11	27.06	7.94	93.71
SD	5.19	3.88	5.58	100.81	SD	4.99	3.98	5.61	98.02

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนและหลังได้รับการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent ในรูป Difference Score

จากสูตร $t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2$

ซึ่ง $S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$

และ $S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$

จากการทดลองผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้โปรแกรม SPSS ซึ่ง t มีค่าเท่ากับ 0.75

แทนค่า

$$= \frac{2,098.66}{68}$$

$$= 30.86$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{30.86}{35} + \frac{30.86}{35}}$$

$$= \sqrt{1.76}$$

$$= 1.33$$

$$t = \frac{8.94 - 7.94}{1.33}$$

$$= 0.75$$

ภาคผนวก ฉ

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค **STAD**
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เวลา 3 คาบ

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระสำคัญ

แรง (Force) สามารถทำให้วัตถุที่อยู่นิ่งเคลื่อนที่หรือทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีความเร็วเพิ่มขึ้นหรือช้าลง หรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ นอกจากนี้แรงยังสามารถเปลี่ยนขนาดหรือรูปร่างของวัตถุได้อีกด้วย

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของแรงและสมบัติของแรงได้
2. อธิบายลักษณะของแรงชนิดต่างๆ ได้
3. อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุในมิติต่างๆ ได้

สาระการเรียนรู้

1. ความหมายของแรง
2. ลักษณะของแรง
3. การเคลื่อนที่ของวัตถุ

ทักษะกระบวนการ

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
3. ทักษะกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง
4. ทักษะกระบวนการสร้างความรู้
5. ทักษะกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

คาบที่ 1

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้กับนักเรียน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (จำนวน 20 ข้อ)

และเมื่อทำการทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว

3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ประมาณ 4 – 5 คน โดยครูจะเป็นคนกำหนดเอง และนักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม ตามที่ครูกำหนดให้
4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน

คาบที่ 2 – 3

กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ตามแนวความคิดของ Delisle มี 6 ขั้น ดังนี้ (Delisle. 1977: 26 – 36)

1. ขั้นเชื่อมโยงปัญหา

1.1 นักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม ตามกลุ่มที่ครูกำหนดให้

1.2 นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างแรงในแบบต่างๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน

1.3 ครูตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันหาคำตอบของปัญหา ดังนี้

1.3.1 แรงคืออะไร

1.3.2 ลักษณะของแรงเป็นอย่างไร

1.3.3 ทราบได้อย่างไรว่าเกิดแรงแล้ว

1.3.4 ผลของแรงเมื่อกระทำต่อวัตถุ

2. ขั้นจัดโครงสร้าง

2.1 นักเรียนศึกษาเนื้อหาในหนังสือเรียนเรื่อง แรงและชนิดของแรงในแบบต่างๆ

2.2 นักเรียนศึกษาเนื้อหาในหนังสือแบบเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุ

3. ขั้นเข้าพบปัญหา

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันอภิปรายเกี่ยวกับแรงชนิดต่างๆ ที่ควรรู้จัก

3.2 นักเรียนศึกษาภาพของการเคลื่อนที่ใน 1 มิติ การเคลื่อนที่ใน 2 มิติ และการเคลื่อนที่ใน 3 มิติ แล้วแต่ละกลุ่มช่วยกันตอบคำถาม

4. ขั้นเข้าพบปัญหาอีกครั้ง

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตอบคำถามของครู และคำถามในหนังสือแบบเรียนลงในสมุด

5. ขั้นผลิตผลงาน

5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาสรุปผลของการเรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ หน้าชั้นเรียน และตอบคำถามทุกข้อที่ครูสอน

5.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือแบบเรียน

5.3 นักเรียนทำใบงานที่ 1 และใบงานที่ 2

6. ขั้นประเมินผลงานและปัญหา

6.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากการทำใบงานที่ 1 และใบงานที่ 2

6.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการเรียนจากการทำแบบฝึกหัด

6.3 ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลงาน ได้แก่ ประเมินด้านความรู้ ด้านการสื่อสาร ด้านการแก้ปัญหา ด้านการคิดอย่างมีเหตุผล และและด้านทักษะทางสังคม เป็นต้น

พฤติกรรมด้านคุณลักษณะพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนใฝ่รู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่แบบต่างๆ
2. มุ่งมั่นในการเรียนและทำกิจกรรมให้ได้ผลที่ถูกต้อง
3. มีความซื่อสัตย์และมีวินัยในการบันทึกข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และการทำกิจกรรม เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์
4. มีจิตสาธารณะ เสียสละทำงานเพื่อส่วนรวม และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. รูปภาพแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุ
3. ใบงานที่ 1
4. ใบงานที่ 2
5. ห้องสมุด
6. อินเตอร์เน็ต
7. แหล่งข้อมูลอื่นๆ เช่น วารสาร หนังสือพิมพ์ แผ่นพับ เป็นต้น

8. แบบทดสอบก่อนเรียน
9. แบบประเมินพฤติกรรมกลุ่ม (นักเรียนประเมิน และครูประเมิน)

การวัดและการประเมิน

1. ตรวจใบงานที่ 1
2. ตรวจใบงานที่ 2
3. สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
4. ตรวจแบบฝึกหัด
5. ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน

บันทึกหลังสอน

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

ลงชื่อ ผู้สอน

(.....)

..... / ..... / .....

ข้อเสนอแนะ

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

ลงชื่อ ผู้นิเทศ

(.....)

..... / ..... / .....

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เวลา 3 คาบ

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระสำคัญ

แรง (Force) สามารถทำให้วัตถุที่อยู่นิ่งเคลื่อนที่หรือทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีความเร็วเพิ่มขึ้นหรือช้าลง หรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ นอกจากนี้แรงยังสามารถเปลี่ยนขนาดหรือรูปร่างของวัตถุได้อีกด้วย

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของแรงและสมบัติของแรงได้
2. อธิบายลักษณะของแรงชนิดต่างๆ ได้
3. อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุในมิติต่างๆ ได้

สาระการเรียนรู้

1. ความหมายของแรง
2. ลักษณะของแรง
3. การเคลื่อนที่ของวัตถุ

ทักษะกระบวนการ

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
3. ทักษะกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง
4. ทักษะกระบวนการสร้างความรู้
5. ทักษะกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล

กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD

คาบที่ 1

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้กับนักเรียน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (จำนวน 20 ข้อ)

และเมื่อทำการทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว

3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ประมาณ 4 – 5 คน โดยครูจะเป็นคนกำหนดเอง และนักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม ตามที่ครูกำหนดให้
4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน

คาบที่ 2 – 3

กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ตามแนวความคิดของ สลาวิน โรเบิร์ต (Slavin, Robert. 1978: 5 – 7) มี 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (การนำเสนอข้อมูล)

1.1 ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ และครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเรียนอย่างไรให้ได้รับความสำเร็จมากที่สุด

1.2 ครูและนักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างแรงในแบบต่างๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน

2. ขั้นการเรียนกลุ่มย่อย (การทำงานร่วมกัน)

การเรียนกลุ่มย่อย เช่น เรื่องความรู้ คนเก่งต้องช่วยทบทวนเนื้อหาบทเรียนให้สมาชิกในกลุ่ม ตลอดจนกิจกรรมในบทเรียนทุกกิจกรรม

2.1 นักเรียนศึกษาเนื้อหาในหนังสือเรียนเรื่อง แรงและชนิดของแรงในแบบต่างๆ

2.2 นักเรียนศึกษาเนื้อหาในหนังสือแบบเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุ

2.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ

2.4 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือแบบเรียน

3. ขั้นการทดสอบย่อย (คะแนนสอบหรือคะแนนงาน)

3.1 นักเรียนทำใบงานที่ 1 และใบงานที่ 2 โดยครูจะตรวจให้คะแนน

4. ขั้นคะแนนในการพัฒนาตนเอง (การปรับปรุงคะแนน)

4.1 เมื่อนักเรียนทำใบงานที่ 1 และใบงานที่ 2 แล้ว ต้องตรวจให้คะแนน โดยการตรวจให้คะแนนนั้นจะตรวจโดยครูหรือนักเรียนก็ได้ ถ้านักเรียนตรวจเองนักเรียนจะต้องเปลี่ยนกันตรวจ

4.2 นักเรียนนำคะแนนที่ได้จากการทำใบงานที่ 1 และใบงานที่ 2 ของตนเองมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม เพื่อเทียบกับคะแนนที่ครูตั้งไว้ตามเกณฑ์คะแนนมาตรฐาน

5. ขั้นกลุ่มที่ได้รับการยกย่อง (การตัดสินผลงานของกลุ่ม)

5.1 หลังจากการทำใบงานที่ 1 และใบงานที่ 2 และหลังจากการตรวจให้คะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนแต่ละกลุ่มประกาศหรือติดให้ทุกคนได้ดู

5.2 นักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันพิจารณาว่ากลุ่มของตนเองอยู่ในระดับใด และช่วยกันสรุปว่า กลุ่มใดบ้างที่ได้รับการยกย่องและยอมรับ

5.3 ครูและนักเรียนร่วมกันให้รางวัลกับกลุ่มที่ได้รับการยกย่อง เช่น การปรบมือ การใช้คำพูดชมเชย เป็นต้น

พฤติกรรมด้านคุณลักษณะพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนใฝ่รู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่แบบต่างๆ
2. มุ่งมั่นในการเรียนและทำกิจกรรมให้ได้ผลที่ถูกต้อง
3. มีความซื่อสัตย์และมีวินัยในการบันทึกข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และการทำกิจกรรม เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์
4. มีจิตสาธารณะ เสียสละทำงานเพื่อส่วนรวม และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. รูปภาพแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุ
3. ใบงานที่ 1
4. ใบงานที่ 2
5. ห้องสมุด
6. อินเตอร์เน็ต
7. แหล่งข้อมูลอื่นๆ เช่น วารสาร หนังสือพิมพ์ แผ่นพับ เป็นต้น
8. แบบทดสอบก่อนเรียน
9. แบบประเมินพฤติกรรมกลุ่ม (นักเรียนประเมิน และครูประเมิน)

การวัดและการประเมิน

1. ตรวจใบงานที่ 1
2. ตรวจใบงานที่ 2
3. สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
4. ตรวจแบบฝึกหัด
5. ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้สอน

(.....)

..... / ..... / .....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้นิเทศ

(.....)

..... / ..... / .....

(.....)

..... / ..... / .....

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

กลุ่มที่ ..... ชั้น .....

สมาชิกภายในกลุ่ม 1. ..... 4. .....

2. ..... 5. .....

3. ..... 6. .....

◉ **คำชี้แจง** ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

ลำดับที่	รายการพฤติกรรม	คุณภาพการปฏิบัติ		
		3	2	1
1	มีการปรึกษาและวางแผนร่วมกันก่อนทำงาน			
2	มีการแบ่งหน้าที่อย่างเหมาะสมและทำตามหน้าที่ทุกคน			
3	มีการปฏิบัติงานตามขั้นตอน			
4	มีการให้ความช่วยเหลือกัน			
5	สามารถทำงานได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด			
6	ทำงานเสร็จทันตามกำหนดเวลา			
7	มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
8	สามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้			
9	สามารถให้คำแนะนำกลุ่มอื่นได้			
10	เก็บวัสดุ อุปกรณ์เรียบร้อย หลังเลิกปฏิบัติงาน			

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
24 – 30	3 = ดี
17 – 23	2 = พอใช้
10 – 16	1 = ปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติงานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ ..... ชั้น .....

สมาชิกภายในกลุ่ม 1. ..... 4. .....

2. ..... 5. .....

3. ..... 6. .....

◉ **คำชี้แจง** ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

ลำดับที่	รายการพฤติกรรม	คุณภาพการปฏิบัติ		
		3	2	1
1	มีการวางแผนร่วมกัน			
2	การแบ่งงานรับผิดชอบ			
3	มีการให้ความช่วยเหลือกัน			
4	การรับฟังความคิดเห็นและแก้ปัญหาร่วมกัน			
5	สามารถให้คำแนะนำกลุ่มอื่นได้			
6	เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง			
7	ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้			
8	ทำความสะอาด/เก็บอุปกรณ์เรียบร้อย			
9	ร่วมกันอภิปรายและสรุปผลงานของกลุ่ม			
10	ร่วมกันปรับปรุงผลงานของกลุ่ม			

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
24 – 30	3 = ดี
17 – 23	2 = พอใช้
10 – 16	1 = ปรับปรุง

แบบประเมินผลงานด้านทักษะการเขียน

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

⦿ **คำชี้แจง** ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

ลำดับที่	รายการพฤติกรรม	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1	การเขียนสะกดคำต่างๆ ได้ถูกต้อง				
2	ลายมือสวยงามเป็นระเบียบเรียบร้อย				
3	การแบ่งวรรคตอนถูกต้อง				
4	การใช้ภาษากระชับ รัดกุม เข้าใจง่าย				
5	การเขียนเนื้อหาเป็นลำดับไม่วกวน				

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานมีคุณภาพดีมาก ให้ 4 คะแนน
ผลงานมีคุณภาพดี ให้ 3 คะแนน
ผลงานมีคุณภาพพอใช้ ให้ 2 คะแนน
ผลงานควรปรับปรุง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
15 – 20	ดี
10 – 14	พอใช้
5 – 9	ปรับปรุง

แบบประเมินทักษะการพูด

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

◉ **คำชี้แจง** ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

ลำดับที่	รายการ	คุณภาพการปฏิบัติ			
		4	3	2	1
1	บุคลิกภาพดี หน้าตายิ้มแย้มแจ่มใส				
2	ใช้กริยามารยาทประกอบการพูดได้เหมาะสม				
3	ใช้ภาษาสุภาพ เหมาะสมกับเนื้อหา				
4	ออกเสียงชัดเจน ใช้ระดับเสียงได้เหมาะสม				
5	รักษาเวลาในการพูด				

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมเหมาะสมและชัดเจนดีมาก ให้ 4 คะแนน
พฤติกรรมเหมาะสมและชัดเจน ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมเหมาะสม ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมควรปรับปรุง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
15 – 20	ดี
10 – 14	พอใช้
5 – 9	ปรับปรุง

ใบงานที่ 1

เรื่อง แรงที่กระทำต่อวัตถุ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของแรงและสมบัติของแรงได้
2. อธิบายลักษณะของแรงในแบบต่างๆ ได้

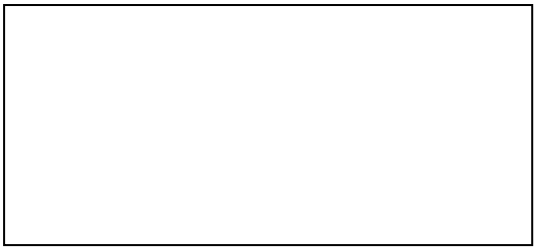
◉ คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรมและตอบคำถาม

1. กิจกรรมใดต้องออกแรงกระทำให้เขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความเข้าใจของนักเรียน

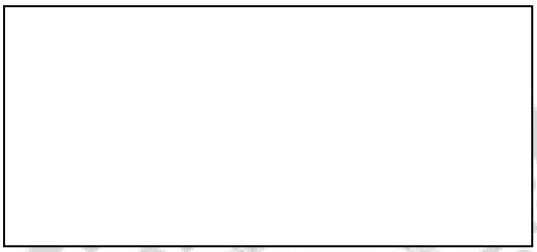
กิจกรรม	ออกแรง	ไม่ต้องออกแรง
1. หิ้วกระเป๋า		
2. นั่งอ่านหนังสือ		
3. เข็นรถ		
4. ลากเก้าอี้		
5. ยกชามอาหาร		
6. นอนหลับ		
7. ดันประตู		
8. นั่งฟังเพลง		
9. เตะลูกฟุตบอล		
10. ดึงยางรัด		
11. นั่งดูทีวี		
12. บีบลูกบอล		

2. จงเขียนเวกเตอร์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

2.1 แรงขนาด 2 N กระทำต่อวัตถุไปทางขวามือ

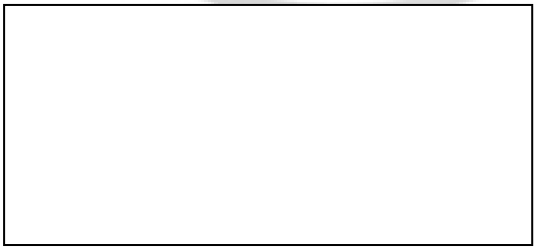


2.2 แรงขนาด 4 N กระทำต่อวัตถุไปทางซ้ายมือ



2.3 แรงขนาด 5 N กระทำต่อวัตถุในทิศทำมุม 30^0 กับแนวระดับ

2.4 แรงขนาด 3 N ดึงวัตถุขึ้นในแนวดิ่ง



2.5 น้ำหนักวัตถุ 2 N กดพื้นในแนวดิ่ง

เฉลยใบงานที่ 1

เรื่อง แรงที่กระทำต่อวัตถุ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของแรงและสมบัติของแรงได้
2. อธิบายลักษณะของแรงในแบบต่างๆ ได้

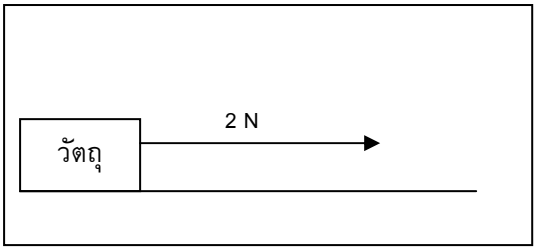
◉ คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรมและตอบคำถาม

1. กิจกรรมใดต้องออกแรงกระทำให้เขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความเข้าใจของนักเรียน

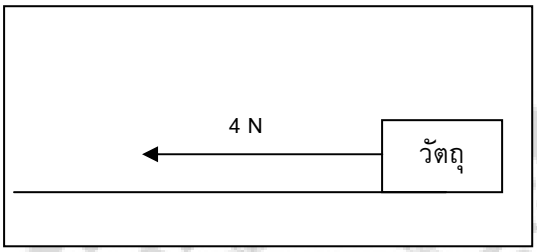
กิจกรรม	ออกแรง	ไม่ต้องออกแรง
1. หิ้วกระเป๋า	✓	
2. นั่งอ่านหนังสือ		✓
3. เข็นรถ	✓	
4. ลากเก้าอี้	✓	
5. ยกชามอาหาร	✓	
6. นอนหลับ		✓
7. ดันประตู	✓	
8. นั่งฟังเพลง		✓
9. เตะลูกฟุตบอล	✓	
10. ดึงยางรัด	✓	
11. นั่งดูทีวี		✓
12. บีบลูกบอล	✓	

2. จงเขียนเวกเตอร์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

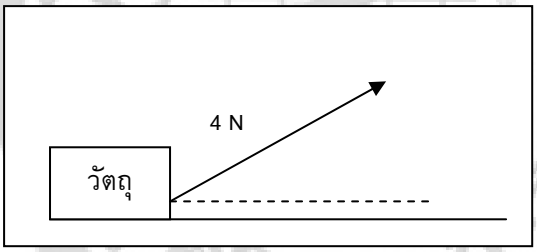
2.1 แรงขนาด 2 N กระทำต่อวัตถุไปทางขวามือ



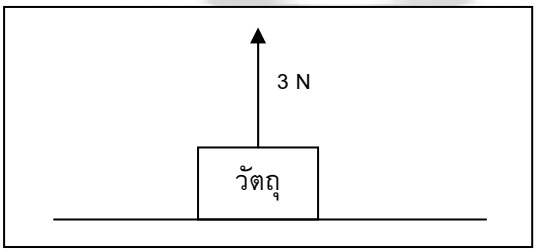
2.2 แรงขนาด 4 N กระทำต่อวัตถุไปทางซ้ายมือ



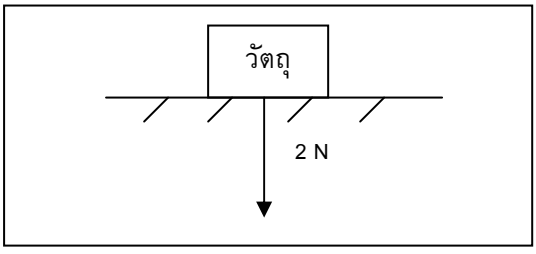
2.3 แรงขนาด 5 N กระทำต่อวัตถุในทิศทำมุม 30^0 กับแนวระดับ



2.4 แรงขนาด 3 N ดึงวัตถุขั้นในแนวดิ่ง

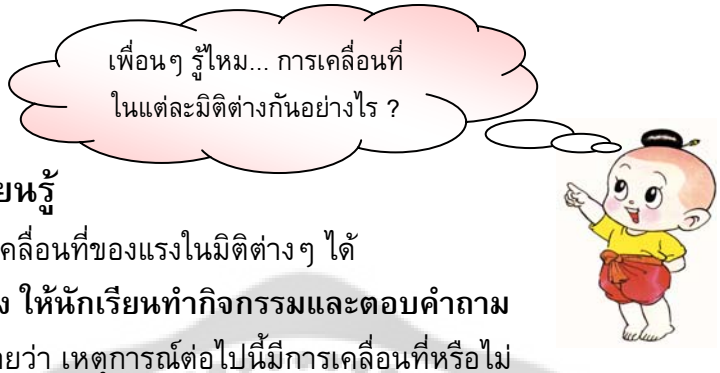


2.5 น้ำหนักวัตถุ 2 N กดพื้นในแนวดิ่ง



ใบงานที่ 2

เรื่อง การเคลื่อนที่ในมิติต่างๆ



จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายการเคลื่อนที่ของแรงในมิติต่างๆ ได้

◉ คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรมและตอบคำถาม

1. จงอธิบายว่า เหตุการณ์ต่อไปนี้มีการเคลื่อนที่หรือไม่

1.2 ก้อนหินที่วางอยู่บนพื้นของสนามฟุตบอลของโรงเรียน

ตอบ .....

.....

.....

1.3 รถไฟที่กำลังแล่นด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ตอบ .....

.....

.....

1.4 คนที่นั่งนิ่งบนรถไฟที่กำลังแล่นด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ตอบ .....

.....

.....

1.5 คนที่กำลังเดินด้วยความเร็ว 1 เมตรต่อวินาที ไปทางด้านหัวรถจักรของรถไฟที่กำลังแล่นด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ตอบ .....

.....

.....

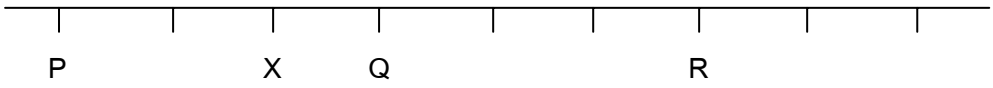
1.6 คนที่กำลังเดินด้วยความเร็ว 1 เมตรต่อวินาที ไปทางด้านท้ายขบวนของรถไฟที่กำลังแล่นด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ตอบ .....

.....

.....

2. ถ้าจุด X เป็นจุดอ้างอิงบนแนวเส้นตรง จงเขียนตัวเลขที่แสดงตำแหน่งของจุด P , Q และ R เมื่อกำหนดให้ 1 ช่องสเกลมีความยาวเท่ากับ 1 เมตร



ตอบ .....

.....

.....

3. จงอธิบายการเคลื่อนที่ใน 1 มิติ พร้อมทั้งยกตัวอย่าง

ตอบ .....

.....

.....

4. จงอธิบายการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ พร้อมทั้งยกตัวอย่าง

ตอบ .....

.....

.....

5. จงอธิบายการเคลื่อนที่ใน 3 มิติ พร้อมทั้งยกตัวอย่าง

ตอบ .....

.....

.....

เฉลยใบงานที่ 2

เรื่อง การเคลื่อนที่ในมิติต่าง ๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายการเคลื่อนที่ของแรงในมิติต่าง ๆ ได้

◉ คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรมและตอบคำถาม

1. จงอธิบายว่าเหตุการณ์ต่อไปนี้มีการเคลื่อนที่หรือไม่

1.1 ก้อนหินที่วางอยู่บนพื้นของสนามฟุตบอลของโรงเรียน

ตอบ *ก้อนหินไม่เคลื่อนที่*

1.2 รถไฟที่กำลังแล่นด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ตอบ *รถไฟมีการเคลื่อนที่*

1.3 คนที่นั่งนิ่งบนรถไฟที่กำลังแล่นด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ตอบ *คนที่นั่งอยู่บนรถไฟที่กำลังเคลื่อนที่ จัดว่า ไม่มีการเคลื่อนที่*

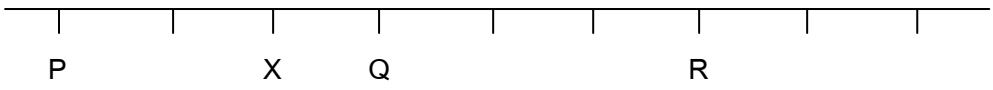
1.4 คนที่กำลังเดินด้วยความเร็ว 1 เมตรต่อวินาที ไปทางด้านหัวรถจักรของรถไฟที่กำลังแล่นด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ตอบ *ที่กำลังเดินด้วยความเร็ว 1 เมตรต่อวินาที ไปทางด้านหัวรถจักรของรถไฟที่กำลังแล่น จัดว่ามีการเคลื่อนที่*

1.5 คนที่กำลังเดินด้วยความเร็ว 1 เมตรต่อวินาที ไปทางด้านท้ายขบวนของรถไฟที่กำลังแล่นด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ตอบ *ที่กำลังเดินด้วยความเร็ว 1 เมตรต่อวินาที ไปทางด้านท้ายขบวนของรถไฟที่กำลังแล่น จัดว่ามีการเคลื่อนที่*

2. ถ้าจุด X เป็นจุดอ้างอิงบนแนวเส้นตรง จงเขียนตัวเลขที่แสดงตำแหน่งของจุด P , Q และ R เมื่อกำหนดให้ 1 ช่องสเกลมีความยาวเท่ากับ 1 เมตร



ตอบ *จุด X เป็นจุดอ้างอิง*

จุด P ห่างจากจุด X เป็นระยะทางเท่ากับ – 2

จุด Q ห่างจากจุด X เป็นระยะทางเท่ากับ +1

จุด R ห่างจากจุด X เป็นระยะทางเท่ากับ + 4

3. จงอธิบายการเคลื่อนที่ใน 1 มิติ พร้อมทั้งยกตัวอย่าง

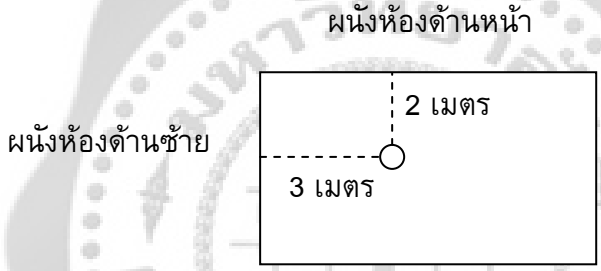
ตอบ *การเคลื่อนที่ใน 1 มิติ เป็นการเคลื่อนที่ในช่วงเวลาหนึ่ง ตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุเคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งอาจมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้ การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ*

3.1 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงที่ไปทางเดียวตลอด เช่น รถยนต์กำลังเคลื่อนที่ไปข้างหน้า วัตถุตกในแนวดิ่ง และการโยนวัตถุขึ้นไปตรง ๆ

3.2 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงแต่มีการเคลื่อนที่กลับทิศด้วย เช่น รถแล่นไปข้างหน้าในแนวเส้นตรง เมื่อรถมีการเลี้ยวกลับทิศ ทำให้ทิศทางในการเคลื่อนที่ตรงข้ามกัน

4. จงอธิบายการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ พร้อมทั้งยกตัวอย่าง

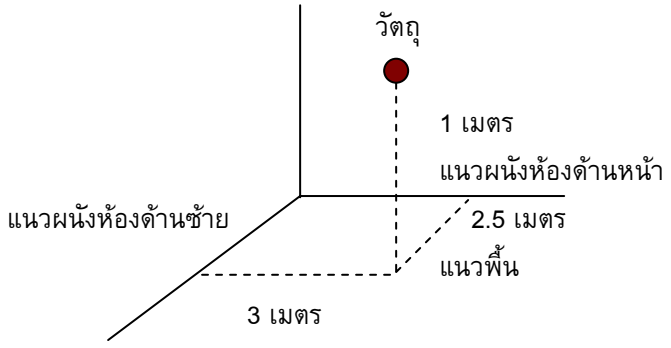
ตอบ *การเคลื่อนที่ในแนวระนาบ เป็นการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ เราสามารถแสดงตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งได้ เช่น การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์*



ภาพประกอบ แสดงการบอกตำแหน่งของวัตถุเมื่ออ้างอิง 2 มิติ

5. จงอธิบายการเคลื่อนที่ใน 3 มิติ พร้อมทั้งยกตัวอย่าง

ตอบ *การเคลื่อนที่ใน 2 มิติและ 3 มิติ วัตถุไม่จำเป็นต้องเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงเสมอไป ในกรณีที่วัตถุลอยอยู่กลางอากาศ เราไม่สามารถบอกตำแหน่งของวัตถุโดยใช้การอ้างอิงเพียง 1 หรือ 2 มิติ แต่เราจำเป็นต้องบอกกรอบการอ้างอิงถึง 3 มิติ จึงจะระบุตำแหน่งของวัตถุที่เราต้องการได้*



ภาพประกอบ แสดงการบอกตำแหน่งวัตถุเมื่ออ้างอิง 3 มิติ

กิจกรรมการทดลองที่ 1

เรื่อง เครื่องปั่นผ้าให้แห้งขนาดจิ๋ว

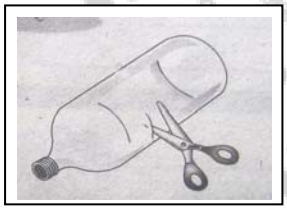
จุดประสงค์การทำกิจกรรม

เพื่อนำหลักการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุมาใช้ประโยชน์

วัสดุอุปกรณ์

1. ขวดพลาสติก หรือกระป๋องเครื่องดื่มน้ำอัดลม หรือกระป๋องกาแฟ
2. กรรไกร
3. ตะปู
4. เชือก
5. ดินสอ หรือแท่งไม้
6. แกนหลอดได้

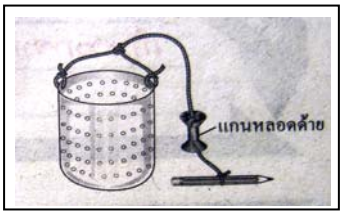
รูปแสดงวิธีการทำ

1 

นำขวดพลาสติก หรือกระป๋องเครื่องดื่มน้ำอัดลม มาตัดและเจาะรู

2

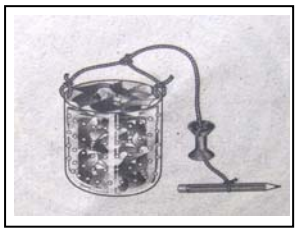
ใช้ตะปูเจาะรูรอบๆ ด้านข้างกระป๋องให้ห่างเป็นระยะเท่าๆ กัน

3 

ร้อยเชือกผูกรู 2 รู ที่อยู่ตรงข้ามกันใกล้ขอบบนทำเป็นหูหิ้ว แล้วผูกเชือกอีกเส้นหนึ่งที่หูหิ้ว ร้อยเชือกเข้าไปในแกนหลอดด้าย แล้วนำปลายเชือกไปผูกเข้ากับดินสอ

4

ใส่เศษผ้าเปียกๆ ลงไปในขวดพลาสติก กดลงเบาๆ อย่าให้แน่นจนเกินไป

5 

ถือแกนหลอดด้ายด้วยมือข้างหนึ่ง แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งหมุนดินสอไปรอบๆ โดยหมุน 5 , 10 และ 20 รอบ ตามลำดับ

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

รายการกิจกรรม	น้ำที่ไหลออกมาทางรูรอบๆ ด้านข้างขวดพลาสติก	
	ลักษณะการไหล	ปริมาณ
1. หมุนดินสอ 5 รอบ		
2. หมุนดินสอ 10 รอบ		
3. หมุนดินสอ 15 รอบ		

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. การที่น้ำในผ้าเปียกสามารถออกจากผ้าไปได้ เพราะเหตุใด

   ตอบ .....

.....

2. แรงที่ทำให้น้ำในผ้าเปียกหลุดออกไปจากผ้า เรียกว่าอะไร

   ตอบ .....

.....

3. ขณะที่ขวดพลาสติกกำลังหมุนรอบตัวอย่างเร็วผ้าเปียกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

   ตอบ .....

.....

เฉลยกิจกรรมการทดลองที่ 1

เรื่อง เครื่องปั่นผ้าให้แห้งขนาดจิ๋ว

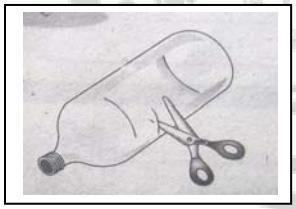
จุดประสงค์การทำกิจกรรม

เพื่อนำหลักการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุมาใช้ประโยชน์

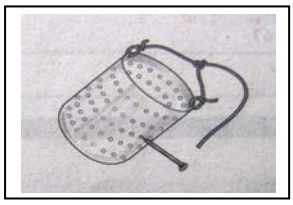
วัสดุอุปกรณ์

1. ขวดพลาสติก หรือกระป๋องเครื่องดื่มน้ำอัดลม หรือกระป๋องกาแฟ
2. กรรไกร
3. ตะปู
4. เชือก
5. ดินสอ หรือแท่งไม้
6. แกนหลอดได้

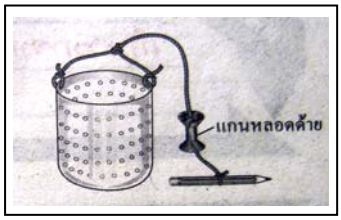
รูปแสดงวิธีการทำ

1 

นำขวดพลาสติก หรือกระป๋องเครื่องดื่มน้ำอัดลม มาตัดและเจาะรู

2 

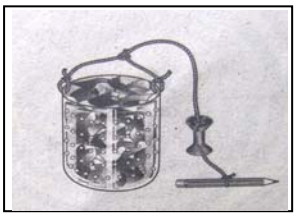
ใช้ตะปูเจาะรูรอบ ๆ ด้านข้างกระป๋องให้ห่างเป็นระยะเท่า ๆ กัน

3 

ร้อยเชือกผูกรู 2 รู ที่อยู่ตรงข้ามกันใกล้ขอบบนทำเป็นหูหิ้ว แล้วผูกเชือกอีกเส้นหนึ่งที่หูหิ้ว ร้อยเชือกเข้าไปในแกนหลอดด้าย แล้วนำปลายเชือกไปผูกเข้ากับดินสอ

4

ใส่เศษผ้าเปียกๆ ลงไปในขวดพลาสติก กดลงเบาๆ อย่าให้แน่นจนเกินไป

5 

ถือแกนหลอดด้ายด้วยมือข้างหนึ่ง แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งหมุนดินสอไปรอบๆ โดยหมุน 5 , 10 และ 20 รอบ ตามลำดับ

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

รายการกิจกรรม	น้ำที่ไหลออกมาทางรูรอบๆ ด้านข้างขวดพลาสติก	
	ลักษณะการไหล	ปริมาณ
1. หมุนดินสอ 5 รอบ	*พุ่งเป็นแนวเส้นตรง*	*น้อย*
2. หมุนดินสอ 10 รอบ	*พุ่งเป็นแนวเส้นตรง*	*มาก*
3. หมุนดินสอ 15 รอบ	*พุ่งเป็นแนวเส้นตรง*	*มากที่สุด*

สรุปผลการทำกิจกรรม

เครื่องปั่นผ้าให้แห้งใช้หลักการที่ว่าขณะวัตถุใดๆ กำลังเคลื่อนที่แบบวงกลม จะเกิดแรงหนีศูนย์กลาง ซึ่งแรงนี้ถูกนำมาใช้สลัดน้ำส่วนเกินออกจากผ้าเปียกได้

แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

1. การที่น้ำในผ้าเปียกสามารถออกจากผ้าไปได้ เพราะเหตุใด
   ตอบ *เมื่อวัตถุแห้ง เช่น ขวดพลาสติกกำลังหมุน น้ำในผ้าจะถูกสลัดออกไป*
2. แรงที่ทำให้น้ำในผ้าเปียกหลุดออกไปจากผ้า เรียกว่าอะไร
   ตอบ *แรงหนีศูนย์กลาง*
3. ขณะที่ขวดพลาสติกกำลังหมุนรอบตัวอย่างเร็ว ผ้าเปียกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
   ตอบ *ผ้าเปียกจะถูกดันไปติดรูข้างขวดพลาสติกและน้ำจะถูกสลัดออกไปเป็นแนวเส้นตรงทางรูรอบขวด ทำให้ผ้าเปียกเปลี่ยนเป็นชิ้นหมาดแทน*

ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 60 ข้อ เวลา 60 นาที
3. การตอบให้ตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ 1, 2, 3, 4, และ 5 โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่อง ให้ตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง

ข้อใด **ไม่ใช่** ปริมาณเวกเตอร์

1. ความเร่ง
2. ความเร็ว
3. ระยะทาง
4. การกระจัด
5. กระแสไฟฟ้า

เฉลย คำตอบที่ถูกต้อง คือ 3

1	2	3	4	5
		X		

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับรอยเดิม แล้วจึงเขียนคำตอบใหม่ ดังนี้

1	2	3	4	5
	~~X~~	X		

อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบ

ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

(ความรู้ความจำ)

1. ข้อใด **ไม่** เป็นปริมาณสเกลาร์

    ก. 5 m

    ข. 20^{0} C

    ค. 4,000 J

    ง. 5,000 cal

    จ. 30 m/s ไปทางตะวันออก

    เฉลย จ.

(ความรู้ความจำ)

2. ข้อใด **ไม่ใช่** ปริมาณเวกเตอร์

    ก. ความเร่ง

    ข. ความเร็ว

    ค. ระยะทาง

    ง. การกระจัด

    จ. กระแสไฟฟ้า

    เฉลย ค.

(ความรู้ความจำ)

3. ข้อใดเป็นปริมาณสเกลาร์ทั้งหมด

    ก. เวลา แรง

    ข. มวล พื้นที่

    ค. โมเมนต์ อัตราเร่ง

    ง. กระแสไฟฟ้า ระยะทาง

    จ. มวลสาร แรงเคลื่อนไฟฟ้า

    เฉลย ข.

(ความรู้ความจำ)

4. ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์

ก. แรง อัตราเร็ว

ข. อุณหภูมิ ระยะทาง

ค. ความเร็ว อัตราเร็ว

ง. ความเร็ว การกระจัด

จ. ปริมาตร ความหนาแน่น

เฉลย ง.

(ความรู้ความจำ)

5. ข้อใดเป็นสัญลักษณ์ของเวกเตอร์

ก. $\overline{F}$

ข. F

ค. $\vec{F}$

ง. F

จ. ถูกทุกข้อ

เฉลย จ.

(ความรู้ความจำ)

6. ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์

ก. มวลของก้อนหิน

ข. วัตถุมีมวล 5 kg

ค. ประจุของอิเล็กตรอน

ง. ความแรงของสนามโน้มถ่วงของโลก

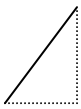
จ. พลังงานจลน์ของวัตถุที่กำลังตกอย่างอิสระ

เฉลย ง.

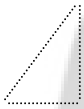
(ทักษะกระบวนการ)

7. ด.ช.บุญมีเดินตรงไปทางทิศตะวันออก 1 km แล้วเดินตรงไปทางทิศเหนือ 2 km จงเขียนปริมาณการกระจัด

ก.

ข. 

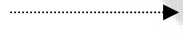
ค.

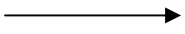
ง. 

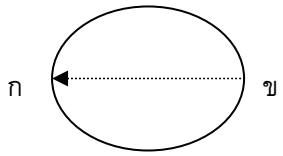
จ.

เฉลย ก

จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 8 – 9

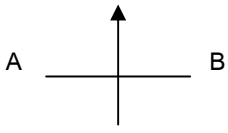
ถ้า  แทนการกระจัด

 แทนทิศทางที่วัตถุเคลื่อนที่

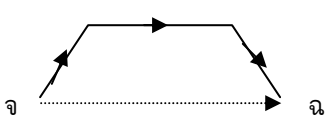


รูปที่ 1

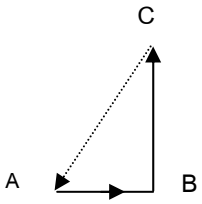
รูปที่ 2



รูปที่ 3



รูปที่ 4



รูปที่ 5

(ความเข้าใจ)

8. รูปใดแสดงทิศทางของการกระจัดได้ถูกต้อง

ก. รูปที่ 1
ข. รูปที่ 2
ค. รูปที่ 3
ง. รูปที่ 4
จ. รูปที่ 5

เฉลย ง.

(ความรู้ความจำ)

9. ถ้าพิจารณาเฉพาะทิศทางที่วัตถุเคลื่อนที่ (ไม่พิจารณาการกระจัด) รูปใดที่การกระจัดมีปริมาณเท่ากับระยะทางที่ได้

ก. รูปที่ 1
ข. รูปที่ 2
ค. รูปที่ 3
ง. รูปที่ 4
จ. รูปที่ 5

เฉลย ข.

(ทักษะกระบวนการ)

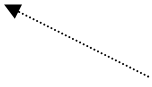
10. ข้อใดเป็นการกระจัดที่มีปริมาณมากที่สุด

ก.

ข.

ค.

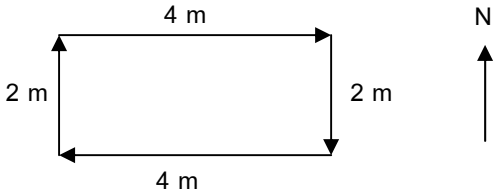
ง.

จ. 

เฉลย ง.

(การนำไปใช้)

11. ครูสอนวิทยาศาสตร์เดินทางไปทิศตะวันออก 4 m เดินไปทางทิศใต้ 2 mเดินไปทางทิศตะวันตก 4 m แล้วเดินไปทางทิศเหนือ 2 m ครูเดินได้ระยะทางเท่าใด และเกิดการกระจัดเท่าใด



ก. 1. 0 m, 0 m

ข. 0 m, 12 m

ค. 12 m, 0 m

ง. 12 m, 12 m

จ. 120 m , 120 m

เฉลย ค.

(ความรู้ความจำ)

12. ความเร็วกับอัตราเร็วต่างกันอย่างไร

ก. มีค่าเท่ากัน

ข. มีค่าไม่เท่ากัน

ค. มีหน่วยต่างกัน

ง. ความเร็วมีทิศทาง อัตราเร็วไม่มีทิศทาง

จ. ความเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์อัตราเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์

เฉลย ง.

(การนำไปใช้)

13. แดงชนะเลิศวิ่งระยะทาง 100 m ในการแข่งขันกีฬาโอลิมปิก ข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. ความเร็วเท่ากับอัตราเร็ว

ข. ความเร็วปริมาณเวกเตอร์

ค. การกระจัดเท่ากับระยะทางที่ได้

ง. การกระจัดมีทิศทางจากจุดเริ่มต้นถึงเส้นชัย

จ. ถูกทุกข้อ

เฉลย จ.

(การนำไปใช้)

14. ในการแข่งขันวิ่งและว่ายน้ำมักมีสิ่งใดตัดสินผลการแข่งขัน

ก. อัตราเร็ว

ข. ความเร่ง

ค. เวลาที่ใช้

ง. การกระจัด

จ. ระยะทางที่ได้

เฉลย ค.

(ความเข้าใจ)

15. ข้อใด **ไม่** ได้กล่าวถึงความเร็ว

ก. เสือชีต้าวิ่งได้ 100 km/h

ข. นกกระจอกเทศวิ่งได้ 110 km/h

ค. ริมถนนที่เป็นทางโค้งมีป้าย 30 km/h

ง. อ่านตัวเลขบนหน้าปัดรถยนต์ได้ 90 km/h

จ. ปริมาตรของสารที่ใช้ในการทดลองเป็น 50 cm^3

เฉลย จ.

(ความเข้าใจ)

16. วัตถุมีความเร็วสม่ำเสมอ หมายความว่าอย่างไร

ก. ขนาดของความเร็วของวัตถุเปลี่ยนแปลงทิศเปลี่ยนแปลง

ข. ขนาดและทิศทางของความเร็วของวัตถุไม่เปลี่ยนแปลง

ค. ขนาดของความเร็วของวัตถุไม่เปลี่ยนแปลงแต่ทิศทางเปลี่ยนแปลง

ง. ขนาดของความเร็วของวัตถุเปลี่ยนแปลง แต่ทิศทางไม่เปลี่ยนแปลง

จ. เป็นไปได้ทุกข้อ

เฉลย ข.

(ทักษะกระบวนการ)

17. รถคันหนึ่งแล่นไปได้ 270 km ในเวลา 3 ชั่วโมง แต่ยังอยู่ห่างจากจุดหมายอีก 150 km อัตราเร็วเฉลี่ยของรถคันนี้ที่จุดนี้เป็นเท่าใด 90 km/h

ก. 40 km/h

ข. 190 km/h

ค. 420 km/h

ง. 480 km/h

เฉลย ก.

(ทักษะกระบวนการ)

18. รถแวนที่ขนย้ายสิ่งของเดินทางได้ 400 km ที่อัตราเร็วเฉลี่ย 50 km/h รถแวนใช้เวลานานเท่าใดจึงไปถึงจุดหมาย

ก. 8 h

ข. 10 h

ค. 12 h

ง. 20 h

จ. 25 h

เฉลย ก.

(การนำไปใช้)

19. รถไฟฟ้าบีทีเอส เคลื่อนที่ในแนวตรงจากสถานีเอกมัยไปสถานีทองหล่อได้ระยะ 840 เมตร ในเวลา 60 วินาที รถไฟฟ้ามีอัตราเร็วเฉลี่ยเท่าใด

ก. 8 m/s

ข. 10 m/s

ค. 12 m/s

ง. 14 m/s

จ. 20 m/s

เฉลย ง.

(ทักษะกระบวนการ)

20. จากข้อ 19 มีความเร็วเฉลี่ยเท่าใด

ก. 8 m/s

ข. 10 m/s

ค. 12 m/s

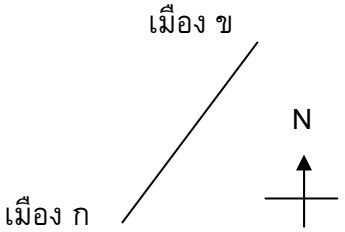
ง. 14 m/s

จ. 20 m/s

เฉลย ง.

(ทักษะกระบวนการ)

21. นายสมชายขับรถจากเมือง ก ไปเมือง ข ดังภาพ



มาตรบอกอัตราเร็ววัดได้ 100 km/h ระยะทางทั้งหมดเป็น 75 km คำกล่าวใดอธิบายความเร็วของรถยนต์ของนายสมชายได้ถูกต้อง

ก. นายสมชายเดินทางได้ 75 km

ข. นายสมชายเดินทางไปกลับได้ 150 km

ค. นายสมชายเดินทางไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือที่ 100 km

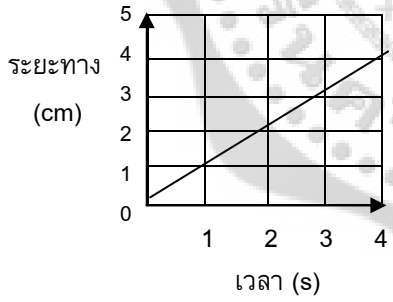
ง. นายสมชายเดินทางไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือที่ 150 km

จ. นายสมชายเดินทางไปทางทิ 173 อกแล้วเดินทางไปทิศเหนือ 100 km

เฉลย ข.

(การนำไปใช้)

22. นักเรียนคนหนึ่งกำลังศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุ แล้วเขียนกราฟไว้ ดังนี้



ชื่อใดเหมาะสมกับกราฟนี้

ก. วัตถุที่อยู่นิ่ง

ข. วัตถุที่กำลังมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้น

ค. วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

ง. วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็งคงที่

จ. วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็งที่ไม่สม่ำเสมอ

เฉลย ง.

(ทักษะกระบวนการ)

23. รถยนต์ที่มีอัตราเร็ว 81 km/h มีอัตราเร็วกี่ m/s

ก. 2.25

ข. 22.5

ค. 120.00

ง. 135.04

จ. 1,350.00

เฉลย ข.

(ทักษะกระบวนการ)

24. รถโดยสารแล่นด้วยอัตราเร็ว 80 km/hจากสถานีหมอชิตถึงนครสวรรค์เป็นระยะทาง 240 km ถ้าออกเดินทางตั้งแต่เวลา 08.00 น. ท่านควรนัดให้เพื่อนมารับที่ปลายทางเวลาเท่าใด

ก. 10.00 น.

ข. 11.00 น.

ค. 12.00 น.

ง. 13.00 น.

จ. 14.00 น.

เฉลย ข.

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อที่ 25 – 26

สถานี	ระยะทาง (km)	เวลา (นาฬิกา)
A	0	15.20
B	5	15.37
C	10	15.45
D	15	15.54
E	21	16.03
F	27	16.12

รถไฟชานเมืองจาก A ไป F มีกำหนดการเดินทางดังตาราง

(ทักษะกระบวนการ)

25. อัตราเร็วเฉลี่ยตลอดเส้นทางของรถไฟเป็นเท่าใด

ก. 3.89 km/h

ข. 7.79 km/h

ค. 9.29 km/h

ง. 15.58 km/h

จ. 31.15 km/h

เฉลย จ.

(ทักษะกระบวนการ)

26. อัตราเร็วเฉลี่ยของรถไฟระหว่างสถานี D กับสถานี E เป็นเท่าใด

ก. 20 km/h

ข. 30 km/h

ค. 40 km/h

ง. 50 km/h

จ. 60 km/h

เฉลย ค.

(การนำไปใช้)

27. เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ วัตถุมีโอกาสที่จะเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

ก. มีความเร็วคงที่

ข. มีความเร็วลดลง

ค. มีความเร็วเพิ่มขึ้น

ง. มีการเปลี่ยนทิศของความเร็ว

จ. เป็นไปได้ทุกข้อ

เฉลย ค.

(การนำไปใช้)

28. การทำกิจกรรมในข้อใดที่มีการใช้แรง

ก. ก้อยนั่งดูทีวี

ข. แจ็คยืนดูเด็กๆ เล่นฟุตบอลที่สนามหญ้า

ค. จิ๋วนอนเล่นอยู่ที่เก้าอี้ผ้าใบบริเวณชายหาด

ง. จอยนั่งร้องเพลงคาราโอเกะอยู่นาน 3 ชั่วโมง

จ. โอ๊คดันท้ายรถยนต์ที่จอดนิ่งๆ จนรถเริ่มเคลื่อนที่

เฉลย จ.

(ความเข้าใจ)

29. การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบใดที่ ไม่ใช่เป็นการเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ

ก. ธงขึ้นสู่ยอดเสา

ข. ขี่จักรยานไปบนถนน

ค. ยิงปืนขึ้นไปบนท้องฟ้า

ง. จรวดทยานขึ้นสู่ท้องฟ้า

จ. การโยนลูกบอลให้เพื่อน

เฉลย จ.

(ความรู้ความจำ)

30. หน่วยของแรงตามระบบเอสไอ (SI) ตรงกับข้อใด

ก. กรัม

ข. นิวตัน

ค. กิโลกรัม

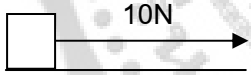
ง. กิโลเมตร

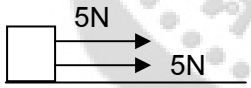
จ. เซนติเมตร

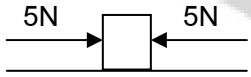
เฉลย ข.

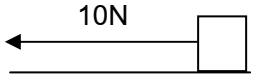
(ความรู้ความจำ)

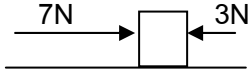
31. ข้อใดเป็นเวกเตอร์ของแรงขนาด 10Nที่ผลักวัตถุไปทางซ้าย

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

เฉลย ง.

(การนำไปใช้)

32. การเคลื่อนที่ของวัตถุในข้อใดที่ **ไม่ใช่**การเคลื่อนที่แบบวงกลม

ก. ม้าหมุน

ข. ชิงช้าสวรรค์

ค. เครื่องซักผ้า

ง. เครื่องปั่นผ้าแห้ง

จ. แอปเปิ้ลหล่นจากต้น

เฉลย จ.

(ความเข้าใจ)

33. เมื่อเหวี่ยงเชือกที่ผูกจุกยางไปรอบๆ ศีรษะเป็นวงกลม แรงดึงเชือกทำหน้าที่อะไร

ก. บังคับให้จุกยางเลี้ยวเพื่อเปลี่ยนทิศทาง

ข. บังคับให้จุกยางเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

ค. บังคับให้จุกยางเคลื่อนที่ในแนวราบ

ง. บังคับให้จุกยางเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

จ. บังคับให้จุกยางเคลื่อนที่หนีแรงโน้มถ่วงของโลก

เฉลย ก.

(ความรู้ความจำ)

34. ปริมาณในข้อใดที่มีเฉพาะขนาด แต่ไม่มีทิศทาง

ก. แรง

ข. น้ำหนัก

ค. ปริมาตร

ง. ความเร็ว

จ. การกระจัด

เฉลย ค.

(ความเข้าใจ)

35. เมื่อยิงวัตถุออกไปในแนวราบ วัตถุจะตกอย่างไร เพราะเหตุใด

ก. ตกในแนวดิ่ง เพราะวัตถุมีความเร็วตามแนวดิ่ง

ข. ตกในแนวราบ เพราะวัตถุมีความเร็วตามแนวราบ

ค. ตกในแนววิถีโค้ง เพราะวัตถุมีความเร็วแบบวงกลม

ง. ตกในแนววิถีโค้ง เพราะวัตถุมีความเร็วตามแนวราบ และความเร็วในแนวดิ่ง

จ. วัตถุตกตามแนวใดก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเร็วที่วัตถุเคลื่อนที่ในขณะนั้น

เฉลย ง.

(ความรู้ความจำ)

36. แรงแบบใดที่กระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่โดยหมุนรอบจุดหมุน

ก. แรงหมุน

ข. แรงคู่ควบ

ค. แรงสู่ศูนย์กลาง

ง. แรงดึงของเชือก

จ. แรงหนีศูนย์กลาง

เฉลย ก.

(ความรู้ความจำ)

37. แรงใดเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง

ก. แรงกิริยา

ข. แรงดึงของเชือก

ค. น้ำหนักของวัตถุ

ง. แรงโน้มถ่วงของโลก

จ. แรงขนานที่มีทิศทางเดียวกัน

เฉลย ค.

(การนำไปใช้)

38. เหตุใดเมื่อนักกระโดดร่มกระตุกร่มให้กางออกเขาจึงสามารถลอยอยู่ในอากาศได้นาน

ก. เกิดแรงต้านทานของอากาศภายในร่ม

ข. แรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อตัวเขาน้อยลง

ค. แรงดึงขึ้นของเชือกกับดึงลงของน้ำหนักตัวเท่ากัน

ง. เส้นเชือกมีแรงตึงเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถดึงนักกระโดดร่มให้ลอยอยู่ในอากาศได้นาน

จ. เป็นไปได้ทุกข้อ

เฉลย ก.

(การนำไปใช้)

39. วัตถุชนิดใดที่มีการเคลื่อนที่แบบเดียวกับลูกโป่งที่ถูกปล่อยลม

ก. บั้งไฟ

ข. ลูกธนู

ค. ลูกปืน

ง. ลูกเทนนิส

จ. เหรียญตกจากโต๊ะ

เฉลย ก.

(ความเข้าใจ)

40. การกระทำในข้อใด**ไม่มี**แรงเสียดทานเกิดขึ้น

ก. นั่งบนเก้าอี้

ข. การหั่นเนื้อในจาน

ค. เดินลัดสนามหญ้า

ง. รถแล่นลงจากสะพาน

จ. ลากกระเป๋าที่มีล้อเข็น

เฉลย ก.

(ความเข้าใจ)

41. ถ้านักเรียนขึ้นไปบนดวงจันทร์ เหตุการณ์ใดจะเกิดขึ้น

ก. มวลของตัวนักเรียนจะลดลง

ข. นักเรียนจะอยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก

ค. น้ำหนักตัวจะเพิ่มขึ้นเป็น 6 เท่า ของน้ำหนักบนโลก

ง. น้ำหนักตัวจะเป็น 1 ใน 6 เท่า ของน้ำหนักบนโลก

จ. เป็นไปได้ทุกข้อ

เฉลย ง.

(ความเข้าใจ)

42. กิจกรรมในข้อใดเป็นการลดแรงเสียดทาน

ก. เบรกเพื่อหยุดรถ

ข. ทำลวดลายบนยางรถยนต์

ค. การขัดผิววัตถุให้เรียบและลื่น

ง. การเพิ่มลวดลายที่พื้นรองเท้าเตะ

จ. ลดพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุกับพื้น

เฉลย ค.

(การนำไปใช้)

43. การกระทำใดเป็นการลดความลื่นของผิวสัมผัส

ก. ราดน้ำลงบนพื้นถนน

ข. เพิ่มลวดลายที่พื้นรองเท้า

ค. ลดหน้ายางรถยนต์ให้แคบลง

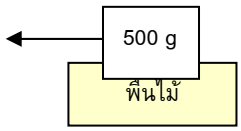
ง. สวมรองเท้าไม้แทนรองเท้ายาง

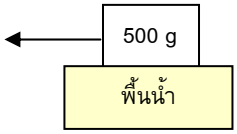
จ. ไม่มีข้อถูก

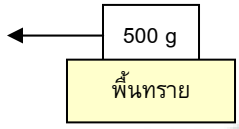
เฉลย ข.

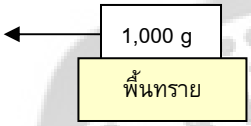
(ความเข้าใจ)

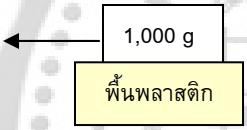
44. รูปใดมีแรงเสียดทานมากที่สุด ถ้าวัตถุถูกดึงให้เคลื่อนที่

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

เฉลย ง.

ให้พิจารณาเครื่องใช้ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อที่ 45 – 46

1. คันเบ็ดตกปลา
2. เครื่องตัดกระดาษ
3. รถเข็นทราย
4. ไม้กวาด
5. กรรไกรตัดเล็บ
6. แหนบถอนขน

(ความเข้าใจ)

45. เครื่องใช้ชนิดใดที่ไม่ช่วยผ่อนแรง

ก. 1 , 2 และ 3

ข. 1 , 2 และ 5

ค. 2 , 3 และ 5

ง. 1 , 4 และ 6

จ. 3 , 4 และ 5

เฉลย ง.

(ความเข้าใจ)

46. เครื่องใช้ชนิดใดที่ช่วยผ่อนแรง

ก. 1 , 2 และ 5

ข. 1 , 2 และ 6

ค. 2 , 3 และ 5

ง. 2 , 4 และ 5

จ. 3 , 4 และ 6

เฉลย ค.

(การนำไปใช้)

47. กิจกรรมใดที่อวัยวะในร่างกายทำงานโดยไม่ได้อาศัยหลักของโมเมนต์

ก. การงอเข่า

ข. การกวักมือ

ค. การงอข้อศอก

ง. การตักอาหาร

จ. การย่อยอาหาร

เฉลย จ.

(ความรู้ความจำ)

48. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) จานหมุนของแรงวัดได้จากผลคูณของแรงนั้นกับระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน

2) ค่าโมเมนต์ของแรงเป็นศูนย์เมื่อไม่มีแรงกระทำต่อวัตถุ

3) หน่วยของโมเมนต์เป็นระบบสากลคือ กรัมต่อเซนติเมตร

ข้อความใดถูกต้อง

ก. 1 เท่านั้น

ข. 1 และ 2

ค. 1 และ 3

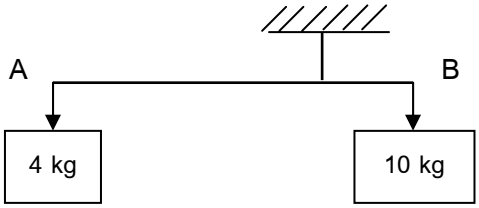
ง. 2 และ 3

จ. 1 , 2 และ 3

เฉลย ข.

(ความเข้าใจ)

49. จากภาพที่กำหนดให้



คาน AB จะอยู่ในลักษณะใด

ก. เอียงทางขวา

ข. เอียงทางซ้าย

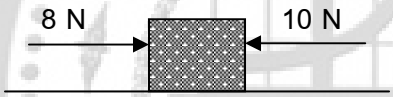
ค. วางตัวในแนวดิ่ง

ง. วางตัวในแนวระดับ

จ. วางตัวในแนวทแยงเล็กน้อย

เฉลย ข.

จากรูปที่กำหนดให้



(ความรู้ความจำ)

50. แรงที่กระทำต่อมวลมีค่ากี่นิวตัน

ก. 0 N

ข. 2 N

ค. 10 N

ง. 18 N

จ. 20 N

เฉลย ข.

(การนำไปใช้)

51. เครื่องใช้ชนิดใดที่มีการทำงานแบบเดียวกับคีมคีบน้ำแข็ง

ก. กรรไกร

ข. คีมตัดลวด

ค. กระดานหก

ง. ที่เย็บกระดาษ

จ. ช้อนตักอาหาร

เฉลย จ.

(ความรู้ความจำ)

52. ข้อใดเป็นหน่วยพลังงานในระบบ เอสไอ (SI)

ก. จูล

ข. วัตต์

ค. แรงม้า

ง. แคลอรี

จ. กิโลกรัม

เฉลย ก.

(ความเข้าใจ)

53. สมชายมีมวล 60 kg และสมศักดิ์มีมวล 70 kg มวลของสมชายและมวลของสมศักดิ์ รวมกันแล้วได้กี่กิโลกรัม

ก. 0 kg

ข. 10 kg

ค. 70 kg

ง. 130 kg

จ. รวมกันไม่ได้

เฉลย ง.

(ความรู้ความจำ)

54. ข้อใดเป็นคานที่ต่างจากพวก

ก. กรรไกร

ข. กระดานหก

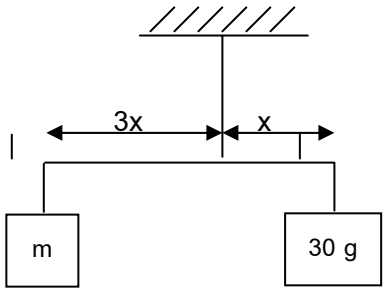
ค. รถเข็นทราย

ง. ครกกระเดื่อง

จ. คีมคีบน้ำแข็ง

เฉลย จ.

จากภาพที่กำหนดให้



(ทักษะกระบวนการ)

55. ถ้าต้องการให้โมบายอยู่ในภาวะสมดุลมวล m ควรจะมีค่ากี่กรัม

ก. 3 กรัม

ข. 10 กรัม

ค. 30 กรัม

ง. 100 กรัม

จ. บอกไม่ได้ เพราะต้องบอกระยะ x เป็นหน่วยเซนติมเตรเสียก่อน

เฉลย ข.

(ความเข้าใจ)

56. ถ้าต้องการใช้คานงัดก้อนหิน ควรวางจุดหมุนที่ใดจึงจะได้เปรียบเชิงกลมากที่สุด

ก. ตรงกึ่งกลางคาน

ข. ใกล้ก้อนหินมากที่สุด

ค. ไกลก้อนหินมากที่สุด

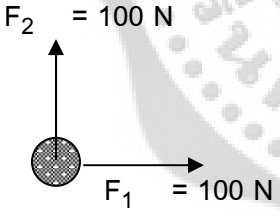
ง. ปลายสุดของคานด้านใดก็ได้

จ. วางตรงไหนก็ได้ เพราะได้เปรียบเชิงกลเท่ากัน

เฉลย ข.

(ความเข้าใจ)

57. จากภาพที่กำหนดให้



แรงลัพธ์ที่กระทำต่อมวลมีค่าเท่าใด

ก. 100 N

ข. 200 N

ค. 300 N

ง. 400 N

จ. 500 N

เฉลย ก.

(ความเข้าใจ)

58. เมื่อออกแรงผลักวัตถุขนาด 100 N พบว่า วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แรงเสียดทานของพื้นที่กระทำต่อวัตถุมีค่ากี่นิวตัน

ก. 0 N

ข. 10 N

ค. 100 N

ง. 1,000 N

จ. ไม่ทราบ เพราะไม่ได้บอกมวลและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานมาให้

เฉลย ค.

(ความเข้าใจ)

59. ข้อใด**ไม่**เกี่ยวข้องกับแรงเสียดทาน

ก. ป็นแรงที่มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่

ข. เป็นแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ

ค. เป็นแรงที่ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นผิวสัมผัส

ง. เป็นแรงที่เกิดจากการสัมผัสระหว่างวัตถุกับผิวสัมผัส

จ. ไม่มีข้อถูก

เฉลย ค.

(ความเข้าใจ)

60. ข้อใดต่อไปนี้เป็นการเพิ่มแรงเสียดทาน

ก. ใช้ล้อในการขนส่ง

ข. ทำล้อให้มีลวดลาย

ค. ทำล้อให้มีความลื่น

ง. การหยอดน้ำมันเครื่อง

จ. การใช้ตลับลูกปืนในระดับล้อและเพลา

เฉลย ข.

ข้อสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ เวลา 60 นาที
3. การตอบให้ตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ 1, 2, 3, 4, และ 5 โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่อง ให้ตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง

ข้อใดเป็นการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

1. การปล่อยลูกโป่ง
2. รถไฟแล่นไปตามราง
3. การตกของวัตถุจากยอดตึก
4. การขว้างก้อนหินออกไปด้านข้าง
5. รถเบรกกะทันหัน เพราะเด็กวิ่งตัดหน้ารถ

เฉลย คำตอบที่ถูกต้อง คือ 4

1	2	3	4	5
			X	

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับรอยเดิม แล้วจึงเขียนคำตอบใหม่ ดังนี้

1	2	3	4	5
	~~X~~			X

อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบ

ข้อสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. เพราะเหตุใดวัตถุจึงตกลงบนพื้นโลกเสมอ
    ก. วัตถุมีน้ำหนัก
    ข. วัตถุเคลื่อนที่หนีศูนย์กลาง
    ค. โลกมีแรงโน้มถ่วงดูดวัตถุต่างๆ เอาไว้
    ง. เป็นผลมาจากแรงดึงดูดของสนามแม่เหล็ก
    จ. ยังไม่มีใครให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

    เฉลย ค.
2. ข้อใดเป็นการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง
    ก. การปล่อยลูกโป่ง
    ข. รถไฟแล่นไปตามราง
    ค. การตกของวัตถุจากยอดตึก
    ง. การขว้างก้อนหินออกไปด้านข้าง
    จ. รถเบรกกะทันหัน เพราะเด็กวิ่งตัดหน้ารถ

    เฉลย ง.
3. วัตถุจะเกิดการเคลื่อนที่หรือไม่ เราต้องสังเกตวัตถุนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับอะไร
    ก. เวลา
    ข. ความเร่ง
    ค. ความเร็ว
    ง. จุดอ้างอิง
    จ. ขนาดของวัตถุ

    เฉลย ง.
4. ข้อใดเป็นการบอกว่าปริมาณที่กล่าวถึงเป็นปริมาณเวกเตอร์
    ก. ออกแรงเตะฟุตบอล 20 N
    ข. ออกแรงกระทำกับกำแพง 20 N
    ค. ผลไม้ในตะกร้าชั่งมวลรวมได้ 3 kg
    ง. สมชายยืนห่างเสาธงไปทางทิศเหนือเป็นระยะ 30 m
    จ. ภราดรใช้ไม้เทนนิสตีลูกเทนนิสด้วยแรงขนาด 150 N

    เฉลย ง.

5. ปริมาณใดที่**ไม่ใช่**ปริมาณเวกเตอร์

ก. แรง

ข. เวลา

ค. ความเร่ง

ง. ความเร็ว

จ. การกระจัด

เฉลย ข.

6. ข้อใด**ไม่ใช่**หน่วยในระบบเอสไอ (SI)

ก. กรัม

ข. วินาที

ค. เคลวิน

ง. กิโลกรัม

จ. เซนติเมตร

เฉลย จ.

7. รถไฟวิ่งบนรางแนวเส้นตรงพบว่า ภายในเวลา 10 s ได้ระยะทาง 200 m ความเร็วและอัตราเร็วมีค่าในหน่วย m/s ตามลำดับ

ก. 0 และ 0

ข. 0 และ 10

ค. 10 และ 10

ง. 10 และ 20

จ. 20 และ 20

เฉลย จ.

8. ขณะที่รถยนต์คันหนึ่งมีการเปลี่ยนความเร็วจาก 10 m/s เป็น 20 m/s แรงลัพธ์ที่กระทำต่อรถยนต์มีโอกาสไปในทิศทางใด

ก. F1

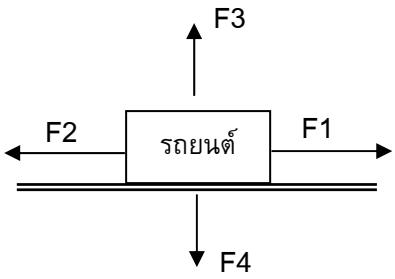
ข. F2

ค. F3

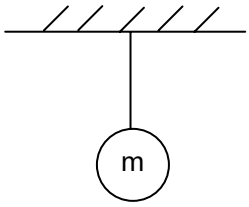
ง. F5

จ. เป็นไปได้ทุกทิศทาง

เฉลย ก.



9. ถ้านักเรียนนำเชือกผูกมวล m ไว้ แล้วแขวนติดไว้กับเพดานดังรูป แรงตึงในเส้นเชือกมีค่าเท่าใด



ก. ไม่มีค่า
ข. มีค่าเป็นศูนย์
ค. มีค่าเท่ากับ mg ทิศทางลง
ง. มีค่าเท่ากับ mg ทิศทางขึ้น
จ. มีค่าเท่ากับ mg ทิศทางไม่แน่นอน

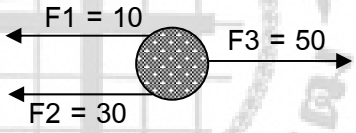
เฉลย ง.

10. กระสอบทรายขนาด 500g จำนวน 2 กระสอบ มีมวลรวมเท่าใดในหน่วยกิโลกรัม

ก. 0.5
ข. 1.0
ค. 2.0
ง. 500
จ. 1,000

เฉลย จ.

11. จากรูปที่กำหนดให้



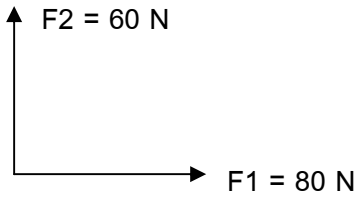
ถ้าแรงทั้งสามกระทำต่อมวลดังรูปจะได้แรงลัพธ์ที่กระทำต่อมวลมีค่าเท่าใดในหน่วยนิวตัน และแรงลัพธ์มีทิศไปทางใด

ก. 10 N ไปทางขวามือ
ข. 10 N ไปทางซ้ายมือ
ค. 90 N ไปทางขวามือ
ง. 90 N ไปทางซ้ายมือ
จ. 100 N ไปทางขวามือ

เฉลย ก.

12. แรงลัพธ์ที่กระทำดังรูปมีค่ากี่นิวตัน

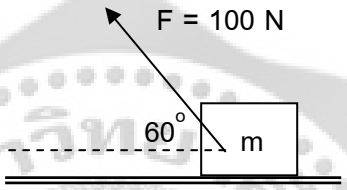
ก. 0 N
ข. 20 N
ค. 40 N
ง. 100 N
จ. 140 N



เฉลย ง

13. ออกแรงขนาด 100 N ทำมุม 60^0 กับแนวระดับดังรูป แรงที่ทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่แนวราบมีค่ากี่นิวตัน

ก. 5 N
ข. 10 N
ค. 50 N
ง. 100 N
จ. 150 N



เฉลย ค.

14. แรงเสียดทานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยใด

ก. ขนาดของวัตถุ
ข. ทิศทางของวัตถุ
ค. น้ำหนักของวัตถุ
ง. ความเร็วของวัตถุ
จ. ขนาดของผิวสัมผัส

เฉลย ค.

15. เหตุผลที่เราหกล้มง่าย เมื่อมีน้ำมันราดบนพื้น เป็นเพราะเหตุใด

ก. พื้นลื่น
ข. เท้าลื่น
ค. พื้นมีแรงเสียดทาน
ง. พื้นไม่มีแรงเสียดทาน
จ. แรงเสียดทานระหว่างเท้ากับพื้นมีค่าลดลง

เฉลย จ.

16. ยกวัตถุมวล 5 kg จากพื้นราบแล้ววางบนโต๊ะสูง 2 m ต้องทำงานในการยกวัตถุครั้งนี้กี่จูล

ก. 0 J

ข. 5 J

ค. 10 J

ง 50 J

จ. 100 J

เฉลย 5

17. ข้อใดให้ความหมายของกำลังได้ดีที่สุด

ก. แรงที่เกิดจากการกระทำ

ข. งานที่แรงพยายามทำได้

ค. อัตราส่วนของงานต่อเวลาที่ใช้

ง. ผลรวมของงานของแรงทุกแรง

จ. อัตราส่วนของเวลาที่ใช้ต่องานที่ทำ

เฉลย 3

18. ถ้ายกวัตถุมวล 50 kg จากพื้นราบขึ้นวางบนโต๊ะสูง 2 m เหตุการณ์ใดต่อไปนี้ใช้กำลังมากที่สุด

ก. ใช้เวลาในการยก 1 วินาที

ข. ใช้เวลาในการยก 2 วินาที

ค. ใช้เวลาในการยก 4 วินาที

ง. ใช้เวลาในการยก 10 วินาที

จ. ใช้เวลาในการยก 40 วินาที

เฉลย ก.

19. ข้อใดเป็นคานกลุ่มเดียวกัน

ก. แหนบ ช้อนงัด

ข. ชะแลง เบ็ดตกปลา

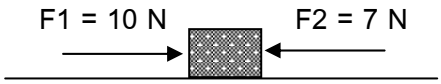
ค. ตาชั่ง ที่เปิดน้ำอัดลม

ง. ทัพพี กรรไกรหนีบหมาก

จ. รถเข็นทราย ที่เปิดน้ำอัดลม

เฉลย จ.

20. เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางอยู่บนพื้นราบลื่นดังรูป ทิศทางของแรงลัพธ์จะไปทางใด



ก. ขึ้นบน
ข. ลงล่าง
ค. ซิกแซก
ง. ไปทางขวามือ
จ. ไปทางซ้ายมือ

เฉลย ง.

21. จากข้อ 20 วัตถุมีความเร่งหรือไม่

ก. มี
ข. ไม่มี
ค. มี ขึ้นบน
ง. มี ไปทางขวา
จ. มี ไปทางซ้าย

เฉลย ง.

22. ด.ช.เดช เดินได้ 60 m ไปทางขวามือในเวลา 20 s ความเร็วเฉลี่ยของ ด.ช.เดช เป็นเท่าใด

ก. 1 m/s ไปทางขวามือ
ข. 2 m/s ไปทางขวามือ
ค. 3 m/s ไปทางขวามือ
ง. 4 m/s ไปทางขวามือ
จ. 8 m/s ไปทางขวามือ

เฉลย ค.

23. ข้อใดกล่าว **ไม่** ถูกต้องในกรณีของการเคลื่อนที่แนวตรง

ก. ความเร็วและอัตราเร็วมีทิศเดียวกัน
ข. ความเร็วและการกระจัดมีทิศเดียวกัน
ค. ความเร็วและอัตราเร็วมีทิศทางต่างกัน
ง. ความเร็วและอัตราเร็วมีหน่วยเหมือนกัน
จ. ความเร็วกับการกระจัดต่างก็เป็นปริมาณเวกเตอร์

เฉลย ก.

24. ความเร็วกับอัตราเร็ว เหมือนกันอย่างไร

ก. มีแรงเท่ากัน

ข. มีขนาดเท่ากัน

ค. มีทิศทางเดียวกัน

ง. มีหน่วยเหมือนกัน

จ. ถูกทุกข้อ

เฉลย ง.

25. วัตถุมีความเร็วสม่ำเสมอ หมายความว่าอย่างไร

ก. ขนาดและทิศทางของความเร็วของวัตถุไม่เปลี่ยนแปลง

ข. ขนาดของความเร็วของวัตถุเปลี่ยนแปลง และทิศเปลี่ยนแปลง

ค. ขนาดของความเร็วของวัตถุไม่เปลี่ยนแปลง แต่ทิศเปลี่ยนแปลง

ง. ขนาดของความเร็วของวัตถุเปลี่ยนแปลง แต่ทิศไม่เปลี่ยนแปลง

จ. เป็นไปได้ทุกข้อ

เฉลย ก.

26. ลูกบอลลูกที่ 1 ถูกปาออกไปในแนวระดับจากยอดอาคารสูงด้วยความเร็ว 15 เมตร/วินาที และในเวลาเดียวกัน ลูกบอลลูกที่ 2 ถูกปล่อยออกจากยอดอาคารสูง ลูกบอลทั้งสองลูกมีสิ่งใดเท่ากัน

ก. ระยะทางเท่ากัน

ข. เส้นทางขณะที่ตก

ค. ความเร็วต้นในแนวดิ่ง

ง. ความเร็วต้นในแนวระดับ

จ. ความเร็วสุดท้ายขณะถึงพื้นดิน

เฉลย ค.

27. เมื่อยิงวัตถุ A ให้ขนานกับพื้นด้วยแรงต่างกัน จากตำแหน่งเดิมจำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 2 ใช้แรงยิงมากกว่าครั้งที่ 1 วัตถุ A จะเคลื่อนที่อย่างไร

ก. เคลื่อนที่ไกลมากพื้น และตกลงสู่พื้นในแนวโค้ง

ข. เคลื่อนที่ไกลมากพื้น และตกลงสู่พื้นในแนวดิ่ง

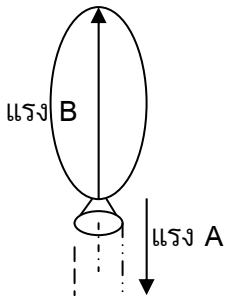
ค. เคลื่อนที่ไกลมากพื้น และตกลงสู่พื้นในแนวราบ

ง. เคลื่อนที่ไกลเท่ากับครั้งแรก แต่ตกลงสู่พื้นในแนวดิ่ง

จ. เคลื่อนที่ไกลเท่ากับครั้งแรก แต่ตกลงสู่พื้นในแนววิถีโค้ง

เฉลย ก.

28. จากภาพที่กำหนดให้



ลูกโป่งเคลื่อนที่ด้วยแรงอะไร และมีทิศทางเป็นอย่างไร

ก. แรง A เคลื่อนที่ลงสู่พื้นดิน

ข. แรง B เคลื่อนที่ลงสู่พื้นดิน

ค. แรง A เคลื่อนที่ขึ้นไปบนท้องฟ้า

ง. แรง B เคลื่อนที่ขึ้นไปบนท้องฟ้า

จ. แรง A และแรง B เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันได้

เฉลย ง.

29. หนูเหน่ง กลิ้งบนพื้นห้องไปทางซ้าย 20 m แล้วกลิ้งไปทางขวา 5 m ในเวลา 5 s อัตราเร็วเฉลี่ยเป็นเท่าใด

ก. 1 m/s

ข. 2 m/s

ค. 3 m/s

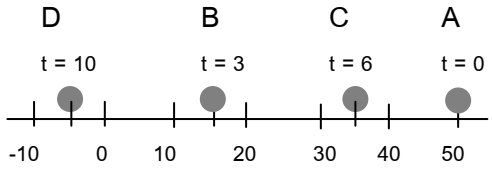
ง. 4 m/s

จ. 5 m/s

เฉลย จ.

จากข้อมูลที่กำหนดให้ ใช้ตอบข้อ 30 – 31

โค้ชฟุตบอลคนหนึ่งวิ่งไปข้างหน้าและกลับหลังตามความยาวของเส้นขอบสนาม รูปข้างล่างแสดงตำแหน่งต่างๆ หรือเคลื่อนที่จากตำแหน่ง A ไป B ไป C ไป D



หมายเหตุ t = เวลา (s)

● = ตำแหน่งของ

30. โค้ชคนนี้วิ่งได้ระยะทางเท่าใด

ก. 15 m

ข. 20 m

ค. 35 m

ง. 95 m

จ. 105 m

เฉลย ง.

31. เกิดการกระจัดเท่าใด

ก. 55 m ไปทางขวามือ

ข. 55 m ไปทางซ้ายมือ

ค. 95 m ไปทางขวามือ

ง. 95 m ไปทางซ้ายมือ

จ. 100 m ไปทางซ้ายมือ

เฉลย ข.

32. หนูดี คลานไปบนพื้นได้ 24 m ในเวลา 24 s อัตราเร็วเฉลี่ยของหนูดี ตรงกับข้อใด

ก. 0.5 m/s

ข. 1.0 m/s

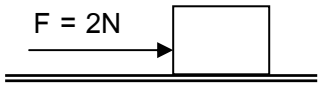
ค. 2.0 m/s

ง. 2.5 m/s

จ. 5.0 m/s

เฉลย ข.

33. วัตถุบนพื้นราบ เมื่อออกแรงผลักวัตถุขนาด 20 N ดังรูป พบว่าวัตถุไม่เกิดการเคลื่อนที่ แรงเสียดทานของพื้นที่กระทำต่อวัตถุมีค่ากี่นิวตัน



ก. 0 N
ข. 10 N
ค. 20 N
ง. 40 N
จ. 100 N

เฉลย ค.

34. ข้อใดเป็นหน่วยที่เกิดจากการผสม
ก. กรัม
ข. เมตร
ค. วินาที
ง. กิโลกรัม
จ. ลูกบาศก์เมตร

เฉลย จ.

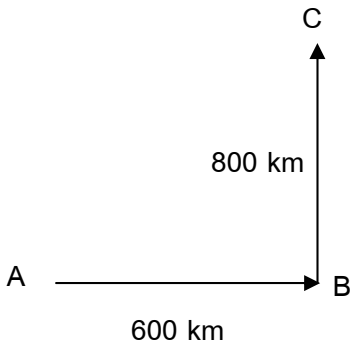
35. ข้อใดถือว่าวัตถุไม่มีการเคลื่อนที่
ก. ลูกมะม่วงตกลงจากต้น
ข. ลูกแอปเปิ้ลตกลงจากต้น
ค. ลูกตุ้มนาฬิกาแกว่งไปมา
ง. ก้อนหินวางอยู่นิ่งกลางสนาม
จ. รถเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็วคงที่

เฉลย ง.

36. ข้อใดที่นักเรียนสามารถทราบตำแหน่งของวัตถุได้อย่างชัดเจน
ก. จิ้งจกในห้องน้ำกำลังส่งเสียงร้อง
ข. กระเป๋านักเรียนวางอยู่ในห้องเรียน
ค. นกเอี้ยงกำลังกินเศษอาหารในโรงอาหาร
ง. ก้อนหินวางอยู่กลางสนามหน้าโรงเรียน
จ. กระเป๋าสตางค์วางอยู่ทางทิศเหนือของเสาธงเป็นระยะทาง 5 m

เฉลย ข.

37. จากรูป เมือง A และเมือง B ห่างกัน 600 km เมือง C ซึ่งอยู่ห่างทางทิศเหนือ ห่างจากเมือง B เป็นระยะทาง 800 km เมือง A และเมือง C ห่างกันกี่กิโลเมตร



ก. 200 km
ข. 600 km
ค. 800 km
ง. 1,000 km
จ. 1,400 km

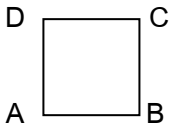
เฉลย ง ง.

38. เมื่อเราเอากระดาษมาทำเป็นก้อนกลมแล้วปล่อยให้ตกตามแนวดิ่ง กระดาษจึงตกลงสู่พื้นเร็วกว่ากระดาษที่ไม่ได้ทำเป็นก้อนกลม

ก. เพราะลดแรงต้านทานของอากาศ
ข. เพราะแรงต้านของอากาศมากขึ้น
ค. เพราะมวลจะลดลงเมื่อเป็นก้อนกลม
ง. เพราะมวลจะเพิ่มขึ้นเมื่อเป็นก้อนกลม
จ. เป็นไปได้ทุกข้อ

เฉลย ก.

39. ABCD เป็นเส้นทางเดินรูปสี่จัตุรัสยาวด้านละ 10 m ดังรูป



ถ้าเดินทางครบรอบจนถึงจุด A อีกครั้งหนึ่งจะได้การกระจัดและระยะทางกี่เมตรตามลำดับ

ก. 0 , 0 m

ข. 0 , 20 m

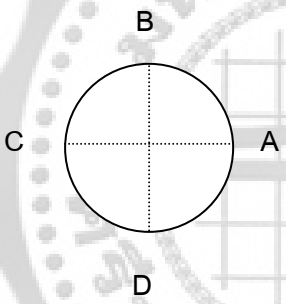
ค. 0 , 40 m

ง. 0 , 80 m

จ. 0 , 100 m

เฉลย ค.

40. ถ้าขับรถรอบวงเวียนที่มีรัศมี 140 m 1 รอบ ใช้เวลา 10 วินาที โดยเริ่มต้นที่ A



ถ้าขับรถใช้เวลาเพียง 5 วินาที จะได้อัตราเร็วและความเร็วเท่าใด ในหน่วย เมตร/วินาที ตามลำดับ

ก. 50 , 55 m/s

ข. 56 , 56 m/s

ค. 88 , 56 m/s

ง. 56 , 88 m/s

จ. 88 , 88 m/s

เฉลย ค.

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสุกัญญา พิทักษ์
วันเดือนปีเกิด	14 ธันวาคม พ.ศ. 2515
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	53 / 52 หมู่บ้านสุภาวัลย์ – เทพารักษ์ ซอยรามคำแหง 176 ถนนรามคำแหง เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า 248 / 89 หมู่บ้านสัมมากร ซอยรามคำแหง 112 ถนนรามคำแหง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2530	มัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียนจันทรุเบกษาอนุสรณ์ อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2533	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนจันทรุเบกษาอนุสรณ์ อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2537	คบ. (ชีววิทยา) จาก สถาบันราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2554	กศ.ม. เอกการมัธยมศึกษา : การสอนวิทยาศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ