

ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครู
ใช้มโนคติอุปถัมภ์ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ปริญญาานิพนธ์

ของ

สุภัทรรดา กุลยะ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2551

ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครู
ใช้มโนทัศน์ปรับตัววิที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ปริญญาานิพนธ์

ของ

สุภัทรรดา กุลยะ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2551

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครู
ใช้มโนคติรูปตัววีที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

บทคัดย่อ
ของ
สุภัทรรดา กุลยะ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2551

สุภัทรรดา กุลยะ. (2551). ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววีที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ ดร.สุวพร เข้มเฮง, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และเพศต่างกัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนคลองทรงกระเทียม สำนักงานเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร จำนวน 71 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 36 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววี และกลุ่มควบคุมจำนวน 35 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ฉบับคือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง (Two-way MANOVA) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยครูใช้มโนติรูปตัววีมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
2. นักเรียนชายมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนหญิง
3. ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

THE EFFECTS OF INQUIRY METHOD WITH VEE CONCEPT MAPPING ON
CRITICAL THINKING ABILITY AND INTEGRATED SCIENTIFIC PROCESS SKILLS OF
PRATHOMSUKSA V STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
SUBHATTRA KULYA

Presented in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Master of Education degree in Educational Research and Statistics
at Srinakharinwirot University

May 2008

Subhattra Kulya. (2551). *The Effects of Inquiry Method with Vee Concept Mapping on Critical Thinking Ability and Integrated Science Process Skills of Prathomsuksa V Students*. Master thesis. M.Ed. (Educational Research and Statistics). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University.
Advisor Committee: Dr. Suwaporn Semheng, Asst. Prof. Dr. Sunan Solgosoom.

The purpose of this research was to study a critical thinking ability and integrated science process skills of Prathomsuksa V students with different method and gender.

The sample used in this study was Prathomsuksa V students from Klongsongkratiam School, Bangkok Metropolitan Administration. Seventy-one students were divided into 2 groups ; the first group consisted of 36 students received Inquiry Method with Vee Concept Mapping and the second group consisted of 35 students received traditional Inquiry Method. The instruments used in this study were critical thinking ability test and integrated science process skills test. The data were analyzed by Two-way MANOVA.

The results of the research were as follows :

1. Students receiving Inquiry Method with Vee Concept Mapping gained higher score on critical thinking ability and integrated science process skills than the Students receiving traditional Inquiry Method.
2. Male students gained higher score on critical thinking ability and integrated science process skills than female students.
3. No interaction between methods and gender was found which meant that the methods and gender had no impact on critical thinking ability and integrated science process skills.

ประกาศคุณูปการ

ปริญญาบัตรฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี เป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาเอาใจใส่ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องและให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร.สุวพร เข้มแข็ง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม กรรมการควบคุมปริญญาบัตร และคณะกรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระวีวรรณ พันธุ์พานิช และอาจารย์ ดร. เสกสรรค์ ทองคำบรรจง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับความกรุณาจากอาจารย์ชวลิต รวยอาจิน อาจารย์ ดร.เสกสรรค์ ทองคำบรรจง ครูพิพัฒน์ เกิดปราโมทย์ รองผู้อำนวยการเปรมชัย ศิริบุญญ์ ครูหนึ่งนิตย์ ชาญวุฒิธรรม และครูสุกัญญา เลิศวิศาลศักดิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ในการรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้รับเชื้อเพื่ออย่างดีจากผู้บริหาร ครูและบุคลากรในโรงเรียน คลองทรงกระเทียม ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สุภัทตรา กุลยะ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
ค่านิยมศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	8
สมมติฐานการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์.....	11
วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	11
เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.....	12
คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์.....	12
สาระของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	13
มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	13
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	17
ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	17
หลักจิตวิทยาในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	18
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ.....	19
มโนคติรูปตัววี.....	21
ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติรูปตัววี.....	21
ความหมายของมโนคติรูปตัววี.....	24
โครงสร้างของมโนคติรูปตัววี.....	26
การใช้มโนคติรูปตัววีในกิจกรรมการเรียนการสอน.....	31

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ.....	35
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	35
ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	35
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ.....	40
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	43
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิด.....	43
ความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	44
ลักษณะของการคิดวิเคราะห์.....	45
องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์.....	45
การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	46
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	47
งานวิจัยต่างประเทศ.....	47
งานวิจัยในประเทศ.....	48
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	52
การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	52
แบบแผนการทดลอง.....	53
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	56
การดำเนินการทดลอง.....	68
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	81
สังเขปวัตถุประสงค์ สมมติฐาน และวิธีการวิจัย.....	81
สรุปผลการวิจัย.....	82
อภิปรายผล.....	83
ข้อเสนอแนะ.....	84
บรรณานุกรม.....	86
ภาคผนวก.....	93
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	94
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	96
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้.....	115
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ.....	134
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	138

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสาระที่ 4.....	16
2 แบบแผนการทดลองแบบ posttest-only control group design.....	53
3 รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 x 2 factorial design.....	54
4 จำนวนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองทรงกระเทียม.....	55
5 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน.....	55
6 กลุ่มทดลองจำนวน 36 คนและกลุ่มควบคุมจำนวน 35 คน จำแนกตามเพศ.....	56
7 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสาระที่ 4.....	57
8 เปรียบเทียบกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววีกับแบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ.....	58
9 เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการแบบวัดการปฏิบัติ ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน.....	64
10 เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการแบบวัดการปฏิบัติ ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร.....	65
11 เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการแบบวัดการปฏิบัติ ด้านทักษะการทดลอง.....	65
12 เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการแบบวัดการปฏิบัติ ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป.....	67
13 เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการแบบวัดการปฏิบัติ ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ.....	67
14 ปฏิทินดำเนินการทดลอง.....	69
15 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ตามวิธีการจัดการเรียนรู้ และเพศ.....	76
16 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียน ตามวิธีการจัดการเรียนรู้ และเพศ.....	77

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
17 วิเคราะห์ความแปรปรวนในการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ตามวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ.....	78
18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของ นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ.....	79
19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครู ใช้มโนทัศน์ปัววีและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ ตามวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ.....	79
20 ความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	135
21 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	136
22 ความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ.....	137
23 ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ.....	137

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	9
2 การเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle).....	21
3 Gowin's VEE Heuristic.....	23
4 ลักษณะโครงสร้างของมโนมตรูปตัววีของโกวิน.....	26
5 เป็นรูปแสดงองค์ประกอบของกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ โดยใช้มโนมตรูปตัววีโดยละเอียด.....	27
6 มโนมตรูปตัววีแสดงการศึกษาเรื่องเซลล์.....	28
7 แสดงการสอนโดยใช้มโนมตรูปตัววีเรื่องการใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลา.....	29
8 โครงสร้างส่วนประกอบของวี.....	32
9 มโนมตรูปตัววีแสดงการสืบเสาะหาความรู้เรื่องแรงลัพธ์หลายแรงเป็นอย่างไร	34

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ สังคม อุตสาหกรรม ตลอดจนช่วยทำให้มนุษย์มีความสะดวก สบาย มีชีวิตที่มีคุณภาพและมีความสุข สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการส่งเสริมและพัฒนาให้สังคมในอนาคตเป็นสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ อันจะเป็น ประโยชน์ต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันระดับนานาชาติ ดังประกาศใช้พระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ไปแล้วนั้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาในด้านต่าง ๆ ได้มี การบัญญัติไว้ในหมวด 4 แนวการจัดการศึกษาและในมาตรา 24 ในหมวดเดียวกัน กล่าวถึงการจั ดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการศึกษา เพราะการเปลี่ยนแปลงการศึกษานี้ อยู่ที่การปรับปรุงประยุกต์กระบวนการของการเรียนรู้ให้สอดคล้องต่อกระแสการเปลี่ยนแปลงของ สภาพสังคมตามยุคสมัย โดยมุ่งเน้นไปที่การให้ความสำคัญกับการเรียนการสอน โดยยึดถือผู้เรียน เป็นสำคัญ นั่นคือมีทั้งผู้เรียนและผู้สอน และเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใน สถานศึกษาได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเอง โดยผู้สอนจำเป็นต้องลดบทบาท พฤติกรรมการสอนจากการบอกเล่าและบรรยาย มาเป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิด กระบวนการเรียนรู้และองค์ความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ร่วมกับสมาคมนานาชาติเพื่อ ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (International Association of Education Achievement หรือ IEA) เพื่อดำเนินงานโครงการวิจัยและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติครั้งที่ 3 ผลการวิจัยด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเทียบกับประเทศต่าง ๆ ที่ เข้าร่วมโครงการในระดับนี้จำนวน 26 ประเทศ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนอยู่ในอันดับที่ 24 และ เมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติประเทศไทยตกอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีคะแนนต่ำกว่าคะแนน เฉลี่ยระดับนานาชาติ (สุพร เชมแสง. 2539: 28-29)

การจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้นั้น มีนักปรัชญาและนักจิตวิทยา การศึกษาหลายคน ได้คิดค้นทฤษฎีและกระบวนการเกี่ยวกับการเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้จากการปฏิบัติ ของดิวอี้ พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กโดยเพียเจต์ การเรียนรู้ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ และการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล ซึ่งทฤษฎีและแนวคิดดังกล่าวนี้ เป็นที่มาของทฤษฎี คอนสตรัคติวิซึม โดยเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มาก

ก็น้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้ เมื่อนักเรียนได้สัมผัสกับสถานการณ์ใหม่ที่จะเรียนรู้ โดยผ่านกระบวนการและกิจกรรมหลากหลายที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและสืบค้นด้วยตนเอง ความเข้าใจเดิมของผู้เรียนจึงส่งผลต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ (กรมวิชาการ. 2546 : 218) และมาร์ติน (Martin. 1994 : 4) ได้กล่าวว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เป็นกระบวนการทางความคิดเน้นถึงความคิดจากการผสมผสานระหว่างความรู้เก่ากับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นเองและสอดคล้องกับแนวคิดของออสตูเบล โดยเขาเชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ (สุวิทย์ มูลคำและ อรทัย มูลคำ. 2545 : 128) ดังนั้น ประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (process of learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบเสาะตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ ความรู้นั้นอย่างมีความหมายจึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) เพราะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีผลมาจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างทางสติปัญญาที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วกับวิธีการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายทั้งในด้านมโนคติและวิธีการที่จะได้มาซึ่งความรู้นั้น ๆ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูนำเข้าสู่บทเรียน หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียน สร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ขั้นที่ 2 สืบเสาะและค้นหา เป็นขั้นที่มีการอภิปรายก่อนการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งปัญหา สมมติฐานและการออกแบบการทดลอง จากนั้นนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปเป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาตีความหมายและลงข้อสรุปเพื่อให้ได้ความรู้ออกมา ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น และขั้นที่ 5 ประเมิน เป็นขั้นที่ครูประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้ อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 219-220)

โดยทั่วไปพบว่า นักเรียนทำการทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การบันทึกผลการจัดกระทำข้อมูล การสรุปผลทางการทดลอง มักจะไม่รู้สาเหตุของการกระทำเช่นนั้น ทำให้นักเรียนไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้กับเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของที่ได้เรียน ซึ่งเป็นสาเหตุให้

นักเรียนบันทึกข้อมูล จัดกระทำข้อมูลและสรุปผลที่ได้จากการทดลองผิดไปจากข้อมูลที่แท้จริง เพราะนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงวิธีการกับความรู้อย่างได้ ตามวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Novak & Gowin, 1985) และจากประสบการณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้วิจัย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมงคล เสนามนตรี พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจความหมายของความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้รับกับปฏิบัติการทดลองก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างไร้ความหมาย

มนิโมติรูปตัววี เป็นเครื่องมือที่ครูใช้สอนเนื้อหาเป็นบทเรียนที่ต้องมีการปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้กับเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของที่ได้เรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงวิธีการกับความรู้อย่างได้ตามวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โนแวก และโกวิน (สวัสดี ประทุมราช, 2534 : 128-173 อ้างอิงจาก Novak & Gowin, 1985) และครูใช้มนิโมติรูปตัววีอธิบายการทดลองโดยสรุปย่อก่อนปฏิบัติการทดลอง เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนในบทเรียนนั้น ๆ ง่ายขึ้น และเป็นไปอย่างรวดเร็ว

จากการวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงและความดันเป็นเนื้อหาที่เน้นการทดลอง เหมาะกับการนำมนิโมติรูปตัววี มาใช้และเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติการทดลองเอง และเด็กในช่วงอายุ 7-11 ปี ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์พบว่าเด็กในวัยนี้สามารถใช้ความคิดในการเกิดสิ่งก๊อปของวัตถุสิ่งของ มิติต่าง ๆ เข้าใจในการใช้เหตุผลและการเปรียบเทียบโดยที่การรับรู้ของสมองในเพศชายและเพศหญิงจะมีความแตกต่างกันในการใช้เหตุผล ลักษณะการคิดของเพศชายส่วนใหญ่มีการคิดแบบวิเคราะห์ (Analytical Style) เป็นการคิดโดยอาศัยสิ่งเร้าที่เป็นจริงเป็นพื้นฐานการคิดแบบวิทยาศาสตร์ และเพศหญิงคิดแบบโยงความสัมพันธ์ (Relational Style) เป็นการคิดที่เกิดจากการมองหาการโยงความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป (ทศนา แคมมณี, 2547)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มนิโมติรูปตัววี เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน และใช้เป็นแนวทางในการเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองทรงกระเทียม สำนักงานเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร มีจุดประสงค์เฉพาะดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนมติรูปตัววีกับ
นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง
3. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้กับเพศของนักเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถ
ในการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5

ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
2. เป็นแนวทางในการเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนมติรูป
ตัววีช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายทั้งเนื้อหาและการปฏิบัติการทดลองทาง
วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการของนักเรียน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน
คลองทรงกระเทียม สำนักงานเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน
3 ห้องเรียน เป็นนักเรียนชาย 58 คน นักเรียนหญิง 48 คน รวมทั้งสิ้น 106 คน ในการจัดนักเรียนแต่ละ
คนเข้าชั้นเรียนนั้น มีการจัดห้องเรียนแบบคละเทศและความสามารถทางการเรียนของนักเรียน
เนื่องจากโดยฝ่ายวิชาการสายชั้นของโรงเรียนได้ใช้เพศและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 8 กลุ่มสาระการ
เรียนรู้มาเป็นเกณฑ์การพิจารณาจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนคลองทรงกระเทียม สำนักงานเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550
จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 71 คน เป็นนักเรียนชาย 39 คน นักเรียนหญิง 32 คน โดยการเลือกตัวอย่าง

กลุ่มชั้นเดียว (one – stage cluster sampling) (สุชาติ กิระนันท์. 2538 : 197) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

ระยะเวลาในการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โดยใช้เวลาในการทดลองจำนวน 15 คาบ คาบละ 60 นาที สัปดาห์ละ 3 คาบ เวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลองใช้ชั่วโมงเรียนปกติ กลุ่มทดลองทำการทดลองในวันจันทร์ ช่วงเวลา 10.00-12.00 น. และวันศุกร์ ช่วงเวลา 13.00-14.00 น. โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้โดยครูใช้มโนมติรูปตัววี กลุ่มควบคุมทำการทดลองในวันพุธ ช่วงเวลา 09.00-11.00 และวันศุกร์ ช่วงเวลา 11.00-12.00 น. โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1. วิธีการจัดการเรียนรู้ จำแนกเป็น 2 วิธี คือ
 - 1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนมติรูปตัววี
 - 1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
2. เพศ
 - 2.1 ชาย
 - 2.2 หญิง

ตัวแปรตาม คือ

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking Ability)** หมายถึง ความสามารถในการค้นหาแนวคิดหลักหรือแยกแยะออกเป็นส่วน ๆ ว่าประกอบไปด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ยึดหลักการและทฤษฎีใด ในการวิจัยครั้งนี้วัดจากการตอบแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่อง แรงและความดัน จำแนกความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นพฤติกรรมย่อยโดยใช้ความหมายการวิเคราะห์ตามแบบของบลูม ดังนี้

1.1 **วิเคราะห์ความสำคัญ** (Analysis of Elements) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะหาส่วนประกอบที่สำคัญ ผลลัพธ์ ข้อสรุปและความสำคัญของสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน

1.2 **วิเคราะห์ความสัมพันธ์** (Analysis of Relationships) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของส่วนสำคัญต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่อง แรงและความดัน โดยใช้วิทยาศาสตร์

1.3 **วิเคราะห์หลักการ** (Analysis of Organizational Principles) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน

2. **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ** (Integrated Science Process Skills) หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

2.1 **ทักษะการตั้งสมมติฐาน** (Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการสร้างสมมติฐานการทดลองได้สอดคล้องกับปัญหา เขียนเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามของสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน

2.2 **ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร** (Identifying and controlling) หมายถึง ความสามารถในการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน

2.3 **ทักษะการทดลอง** (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัตถุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง โดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน

2.4 **ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป** (Interpreting Data and Making Conclusion) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายของข้อมูล และสรุปผลสอดคล้องกับปัญหาการทดลองโดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน

2.5 **ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ** (Defining Operationally) หมายถึง ความสามารถในการให้ความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ บอกลักษณะทั่วไปจากการปฏิบัติการทดลองโดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ หมายถึง การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E หรือการ สืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2546 : 219-220) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

3.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการ

- ชักถามปัญหา
- ทบทวนความรู้เดิม

3.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

- นักเรียนร่วมกันศึกษาใบงาน
- ครูและนักเรียนอภิปรายก่อนการทดลองเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานการทดลอง การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการออกแบบการทดลอง

- นักเรียนร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง
- ขณะนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองครูเป็นที่ปรึกษา

3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากขั้น สืบเสาะและค้นหาเพื่ออธิบายและลงข้อสรุปโดย

- นักเรียนศึกษาจากใบงาน
- นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองลงในใบงานโดยใช้ทักษะ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

- นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาอภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง

3.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายเพิ่มเติม ความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้นโดย

- นักเรียนระบุความหมายของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐานการทดลองลงใน ใบงานโดยครูใช้คำถาม ที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

- นักเรียนศึกษาใบความรู้
- นักเรียนทำใบงาน
- ครูให้ความรู้เพิ่มเติม

3.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่ครูประเมิน ความรู้ความคิดและทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนโดยตรวจแบบบันทึกกิจกรรม ผ่านเกณฑ์ การประเมิน ร้อยละ 60 % เพื่อเป็นการทบทวนและถ่ายโยงไปสู่เนื้อหาใหม่ต่อไป

4. **มโนมตรูปตัววี** หมายถึง ชื่อเรียกแผนผังมีรูปร่างเป็นรูปตัววีหงายที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการที่ได้มา ซึ่งความรู้และผลผลิตของความรู้

5. **การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนมตรูปตัววี** หมายถึง ครูใช้มโนมตรูปตัววีเป็นเครื่องมือในการสอนตามแนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E หรือการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2546 : 219-220) ในขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา ดังนี้

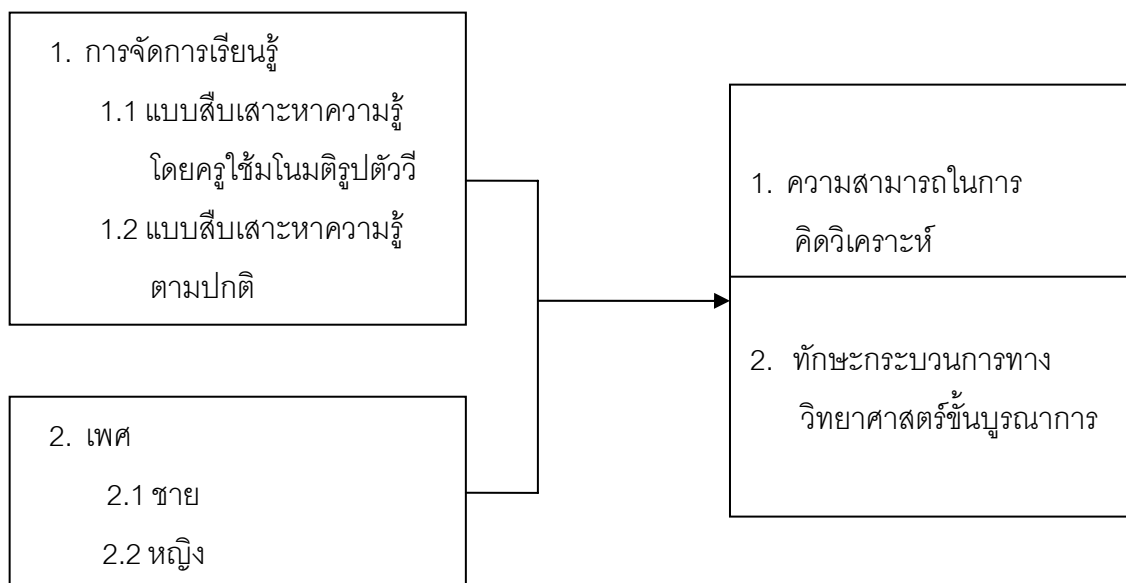
5.1 ขั้นโยงความรู้ เป็นขั้นที่ครูโยงความรู้เดิมและใหม่ของนักเรียน

5.2 ขั้นสร้างความเข้าใจให้แก่ นักเรียน เป็นขั้นที่ครูใช้คำถาม ถามไปที่สถานการณ์การทดลองเพื่อให้นักเรียนตั้งสมมติฐานและกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง จากนั้นจึงใช้มโนมตรูปตัววีเป็นเครื่องมืออธิบายการทดลองโดยสรุปย่อก่อนปฏิบัติการทดลอง ถามเกี่ยวกับทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ แล้วจึงให้ผู้เรียนระบุสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนทางซ้ายมือ

5.3 ขั้นสร้างความรู้ขึ้นมาใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนปฏิบัติการทดลองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ขึ้นมาใหม่

กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการนำมโนมตรูปตัววีมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์สูงกว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้แนะนำไว้ ไสว พักขาว (มงคล เสนามนตรี.2542:6 อ้างอิงจาก ไสว พักขาว, 2536) ครูสามารถใช้ผังมโนมตรูปตัววีประกอบการอภิปรายก่อนการทดลองอย่างครอบคลุม สอดคล้องกับ เอกสารเรื่อง 21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545:205) ระบุว่าครูผู้สอนสามารถนำมโนมตรูปตัววีมาใช้ก่อนการปฏิบัติการทดลอง โดยให้ผู้เรียนระบุสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนทางด้านซ้ายมือ และตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์พบว่า เด็กอายุระหว่าง 7-11 ปี สามารถใช้ความคิดในการเกิดสิ่งกับของวัตถุ สิ่งของ มิติต่าง ๆ เข้าใจในการใช้เหตุผลและการเปรียบเทียบโดยที่การรับรู้ของสมองในเพศชายและเพศหญิงจะมีความแตกต่างกันในการใช้เหตุผลลักษณะการคิดของเพศชายส่วนใหญ่มีการคิดแบบวิเคราะห์ (ทศนา แหมมณี ,2547) ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จึงกำหนดกรอบแนวคิดของการวิจัยดังภาพประกอบ ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววีกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติแตกต่างกัน

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงแตกต่างกัน

3. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้กับเพศที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 วิสัยทัศน์การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ
 - 1.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 1.3 คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์
 - 1.4 สาระของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.5 มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2 หลักจิตวิทยาในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
3. เอกสารเกี่ยวกับมโนทัศน์ตัววี
 - 3.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ตัววี
 - 3.2 ความหมายของมโนทัศน์ตัววี
 - 3.3 โครงสร้างของมโนทัศน์ตัววี
 - 3.4 การใช้มโนทัศน์ตัววีในกิจกรรมการเรียนการสอน
4. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
 - 4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
5. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 5.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิด
 - 5.2 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
 - 5.3 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์
 - 5.4 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์
 - 5.5 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยต่างประเทศ

6.2 งานวิจัยในประเทศ

1. เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2544: 2-3) ได้กล่าวถึงการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติแห่งการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้

1.1.1 หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลักและกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่น หลากหลาย

1.1.2 หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองของผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1.1.3 ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้

1.1.4 ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา

1.1.5 ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการ ความสนใจ และวิธีการเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

1.1.6 การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

1.1.7 การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

จะเห็นได้ว่าวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ช่างซึ่งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม

1.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2546 : 3-4) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ความคิดเป็นเหตุ เป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยและมีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย มีประสิทธิภาพ ที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge base society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) ซึ่งมีเป้าหมาย 7 ข้อดังนี้

1.2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

1.2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

1.2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2.4 เพื่อพัฒนากระบวนการ การคิด และจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

1.2.5 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน

1.2.6 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

1.2.7 เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา จึงต้องดำเนินการที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาที่สมบูรณ์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้

1.3 คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2544 : 6-7) ผู้เรียนที่เรียนจบช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ควรมีความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.3.1 เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

1.3.2 เข้าใจสมบัติของวัสดุ สถานะของสาร การแยกสาร การทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง

1.3.3 เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ ความดัน หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า

1.3.4 เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ

1.3.5 ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและสำรวจ ตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ

1.3.6 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

1.3.7 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้

1.3.8 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

1.3.9 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

1.3.10 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

เมื่อผู้เรียนศึกษาใน ช่วงชั้นที่ 2 ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาากลุ่มสาระการเรียนรู้ที่กำหนด ดังนั้นครูควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงภาพรวมของผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ ความสามารถ และคุณธรรมจริยธรรมตามคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ ในระดับ ช่วงชั้นที่ 2

1.4 สาระของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2546: 4) ได้กำหนดสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระหลักดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.5 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นของสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจะนำเสนอในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ดังนี้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐานว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นป.1 – ป.3	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นป.4 – ป.6	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นม.1 – ม.3	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นม.4 – ม.6
<p>1. สำรวจตรวจสอบ และ อธิบายได้ว่าการดึงหรือการผลักจะต้องออกแรงซึ่งแรงนั้น อาจทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนแปลง รูปร่าง</p> <p>2. สังเกต สำรวจ ตรวจสอบ และอธิบายได้ว่าวัตถุจะตกลงสู่พื้นโลกเสมอ เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก แรงดึงดูดของโลกทำให้วัตถุมีน้ำหนัก</p> <p>3. สำรวจตรวจสอบ และอธิบายได้ว่าแม่เหล็ก มีแรงดึงดูดหรือแรงผลัก ต่อกัน และสามารถดูดวัตถุบางชนิดรวมทั้งนำสมบัติ ของแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์</p>	<p>1. ทดลอง และอธิบายได้ว่า เมื่อดึงหรือผลักวัตถุด้วยแรง ที่มากกว่าหนึ่งแรงจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ เสมือนมีแรงหนึ่งแรง ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของแรงนั้น</p> <p>2. สำรวจตรวจสอบ และอธิบายความดันของอากาศ และความดันในของเหลว แรงลอยตัวในของเหลวมีผลให้วัตถุจมหรือลอย</p>	<p>1. อภิปราย และอธิบายได้ว่าแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ทำการทดลองหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรง ที่กระทำต่อวัตถุในระนาบเดียวกัน</p> <p>2. สำรวจตรวจสอบ และอธิบายได้ว่าแรงมีผลทำให้วัตถุมีความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์นั้น</p>	<p>1. สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์</p> <p>2. วิเคราะห์ และอธิบายแรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียสและแรงระหว่างอนุภาค</p>

มาตรฐาน ว 4.1 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วง ชั้นป. 1 – ป. 3	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นป. 4 – ป. 6	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นม. 1 – ม. 3	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นม. 4 – ม. 6
4. สัมผัสตรวจสอบ และบอกได้ว่าเมื่อนำวัตถุ บางชนิดที่ผ่านการถูมาแล้ว เข้าใกล้กันจะดูด			

มาตรฐาน ว 4.2: เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วง ชั้นป. 1 – ป. 3	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นป. 4 – ป. 6	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นม. 1 – ม. 3	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นม. 4 – ม. 6
	1. สัมผัสตรวจสอบ และอธิบายได้ว่าแรงเสียดทานเป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ และยกตัวอย่างแรงเสียดทานจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. สัมผัสตรวจสอบ และอธิบายแรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในเชิงคุณภาพ และเสนอแนะวิธีการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานเพื่อใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม 2. ทดลอง และอธิบายหลักการของโมเมนต์ และวิเคราะห์โมเมนต์ในสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งคำนวณ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดเวลา ความเร็ว ความเร่ง ของการเคลื่อนที่ในแนวตรง และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง 2. สัมผัสตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.2 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นป. 1 – ป. 3	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นป. 4 – ป. 6	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วง ชั้นม. 1 – ม. 3	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นม. 4 – ม. 6
		3. สังเกตการเคลื่อนที่ แบบต่างๆ ในชีวิตประจำ วัน และอธิบายผลของ แรงที่กระทำต่อวัตถุและ ลักษณะการเคลื่อนที่ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสาระที่ 4 ดังตาราง 1
ตาราง 1 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสาระที่ 4

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงที่ 2 ชั้นป.4-6	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	หน่วยการเรียนรู้
1.ทดลอง และอธิบายได้ว่า เมื่อตั้ง หรือผลักวัตถุด้วยแรง ที่มากกว่า หนึ่งแรงจะมีผล ต่อการเคลื่อนที่ ของวัตถุ เสมือนมีแรงหนึ่งแรง ซึ่ง เป็นผลลัพธ์ของแรงนั้น	1.ทดลองหาแรงลัพธ์เนื่องจากแรง สองแรงที่กระทำกับวัตถุและ ยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของ แรงลัพธ์ (ว4.1-1)	แรงและความดัน -แรงลัพธ์ -แรงดันของอากาศ -แรงดันของน้ำ -แรงลอยตัว -แรงเสียดทาน
2.สำรวจตรวจสอบ และอธิบาย ความดันของอากาศ และความดัน ในของเหลว แรงลอยตัว ในของเหลวมีผลให้วัตถุจมหรือลอย	2.ทดลองและอธิบายความดันของ อากาศและความดันของของเหลว และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของ ความดัน(ว4.1-2)	
3.สำรวจตรวจสอบ และอธิบายได้ ว่าแรงเสียดทานเป็นแรงต้านการ เคลื่อนที่ของวัตถุ และยกตัวอย่าง แรงเสียดทานจากสถานการณ์ใน ชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำความรู้ไป ใช้ประโยชน์	3.ทดลองและอธิบายแรงลอยตัวของ วัตถุในน้ำ (ว4.1-2) 4.ทดลองและอธิบายแรงเสียดทาน ระบุแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจาก สถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน (ว4.2-1)	

2. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ดังนี้

ซันด์และโทรวบริดจ์ (Sund & Trowbridge. 1973 : 62-68) ได้สรุปลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

2.1.1 เป็นการสอนที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

2.1.2 การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสร้างมโนคติโดยตัวผู้เรียนเอง

2.1.3 ระดับความคาดหวังของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น หลังจากที่ได้ประสบความสำเร็จในการสืบเสาะหาความรู้ในระดับหนึ่งแล้ว

2.1.4 การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นพัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิชาการ ทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ซึ่งต้องอาศัยความเป็นอิสระและให้นักเรียนมีโอกาสคิด

2.1.5 การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะหลีกเลี่ยงการเรียนรู้อัตโนมัติหรือการบรรยาย แต่จะเน้นการทดลอง เพื่อให้ให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง

2.1.6 การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียนรู้

สุวัณณ์ นิยมคำ (2531 : 502) กล่าวเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยสรุปว่า เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหา หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ไม่เคยรู้มาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 119) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้ให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบนี้เน้นการใช้คำถามเป็นสื่อสำคัญ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 56) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายวิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล ได้ศึกษา ได้ค้นพบความจริงและสร้าง

ความรู้ด้วยตนเอง ภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก คอยแนะนำ และคอยป้อนคำถามให้คิด หาคำตอบ

2.2 หลักจิตวิทยาในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานจากจิตวิทยาพัฒนาการทางสมองของ Piaget (ลัดดา สุขปรีดี. 2523 : 57 ; อ้างอิงจาก Piaget. 1962 : 61) สรุปได้ว่า คนมีกระบวนการคิดอยู่ สองประการคือมีโครงสร้างความคิดเดิม จึงสามารถนำเอาความคิดเดิมมาเป็นแนวคิดให้เกิดความรู้ใหม่ได้ แต่ถ้าสิ่งที่รับไปใหม่ไม่สัมพันธ์กับโครงสร้างความคิดเดิม ก็ปรับปรุงโครงสร้างนั้นเพื่อรับรู้อ ความรู้ใหม่ได้ ดังนั้นโครงสร้างของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงมี 2 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 Assimilative Structure เป็นการรื้อให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้เป็นแนวทางในการคิดเพื่อแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 Accommodative Structure เป็นการปรับปรุงหรือขยายแนวคิดเดิม เพื่อจะรับความรู้ใหม่ ๆ เข้าใจประสบการณ์ใหม่ ๆ ให้กว้างขึ้น เพราะถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงความรู้เดิมก็จะทำให้ไม่สามารถรับความรู้ใหม่ได้

จากหลักจิตวิทยาพื้นฐานดังกล่าวสรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีรากฐานมาจากจิตวิทยาเกี่ยวกับพัฒนาการทางสมอง และมีโครงสร้างที่ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ การรื้อให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับปรุงหรือขยายแนวคิดเดิมเพื่อรับความรู้ใหม่ได้ การเรียนรู้อาจเกิดได้ดีที่สุดเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้นโดยตรง รวมไปถึงการจัดสถานการณ์ที่ยั่วยุให้นักเรียนอยากเรียนและวิธีการสอนของครูจะต้องเป็นวิธีที่ส่งเสริมการคิดของนักเรียนด้วย

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ให้มีประสิทธิภาพ จำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องให้สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (มาลินี จุฑะรพ. 2538 : 10 ; อ้างอิงจาก สงวน สุทธิเลิศ. 2532 : 32-39) ดังนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Cognitive Development Theory) มี 4 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. ขั้นการใช้ประสาทรับสัมผัส (Sensorimotor Stage) เป็นพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นแรก ที่ทารกแรกเกิด-2 ขวบ จะใช้ประสาทรับสัมผัส และตอบสนองต่อสิ่งเร้าและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม เช่น ทารกจะลืมตาเมื่อมีแสงสว่างมากระทบ เป็นต้น

2. ขั้นเตรียมการ (Preoperational Stage) เป็นพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นที่สองของเด็กวัย 3-7 ขวบ ซึ่งถือว่าตนเองเป็นใหญ่หรือเป็นศูนย์กลางของสังคม (Ego Centric) จึงเอาแต่ใจตนเอง

ขาดความมีเหตุผล ขาดความรู้สึกรู้ผิดชอบชั่วดี กฎหมายบ้านเมืองจึงไม่เอาผิดแก่เด็กอายุไม่เกิน 7 ขวบ ที่กระทำความผิดทางกฎหมาย ขั้นนี้เป็นขั้นเตรียมการทางสมองที่จะเริ่มมีเหตุผลต่อไป

3. ขั้นเรียนรู้รูปธรรม (The Concrete operation Stage) เป็นพัฒนาการของเด็กวัย 7-11 ปี สติปัญญาพัฒนาดีขึ้น สามารถใช้ความคิดในการเกิดสิ่งกับของวัตถุสิ่งของมิติต่าง ๆ ได้แก่ ความกว้าง ยาว ลึก และมิติของเวลา วันนี้ พรุ่งนี้ มะรืนนี้ เข้าใจในการใช้เหตุผลและการเปรียบเทียบ ได้แก่ มากกว่า น้อยกว่า ใหญ่กว่า เล็กกว่า สั้นกว่า ยาวกว่า และเท่ากัน สามารถจัดรวมและจัดแยกประเภทของสิ่งของได้

4. ขั้นเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรม (Formal Operation Stage) เป็นพัฒนาการของเด็กวัยรุ่น (12-15 ปี) สติปัญญาของเด็กวัยรุ่นจะพัฒนาได้ดีประมาณ 90% จึงสามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ตลอดจนหลักตรรกศาสตร์ได้ นอกจากนี้ยังเข้าใจกฎเกณฑ์ของสังคมสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาและทดสอบ ข้อสมมติฐานและข้อพิสูจน์ต่าง ๆ ได้

นักเรียนประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 อายุระหว่าง 10-12 ปี อยู่ในระดับขั้นที่ 3 และ 4 กิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรเป็นรูปธรรม สามารถฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้

2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

กระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 219-220) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากเรื่องที่สนใจ ซึ่งเกิดขึ้นเองจากความสนใจ ซึ่งเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่สนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษาจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมถึงการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยนำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากยิ่งขึ้นและมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

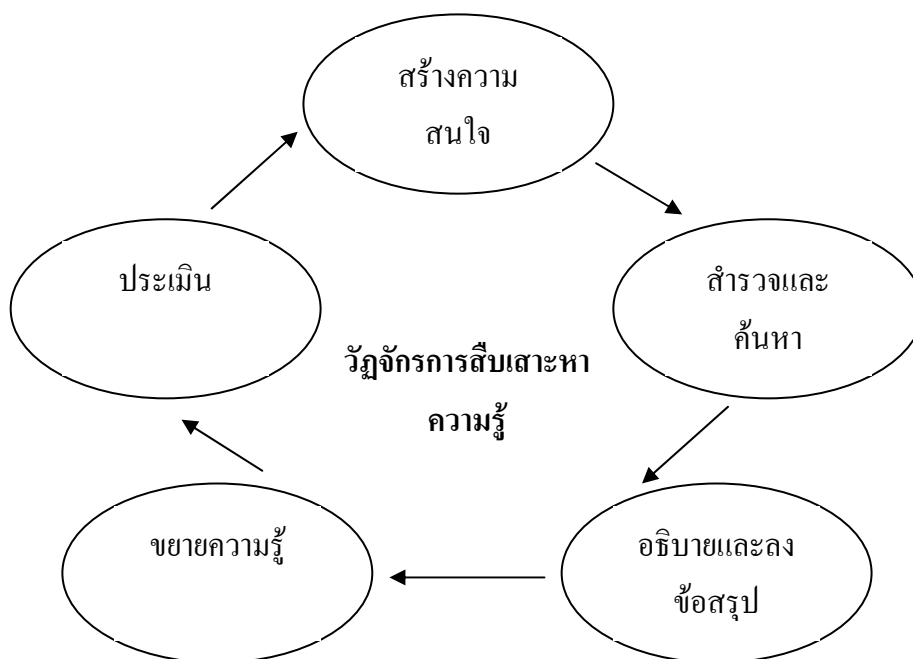
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างพอเพียงที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ตั้งไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายในสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดมีน้อย ซึ่งก็จะให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)

จากขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะต้องมีสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ มีปัญหาที่ต้องค้นหาวิธีแก้ มีการสำรวจข้อมูลและการลงข้อสรุปนั้นเป็นความรู้ใหม่ รวมถึงการนำความรู้ไปใช้ ผู้วิจัยได้นำการสอนแบบ 5 ขั้นตอน (5 E) เป็นแนวทางการกำหนดกิจกรรมในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนการสอนแต่ละครั้งหรือแต่ละแนวคิดจะเริ่มต้นจากการนำเข้าสู่บทเรียนและจบลงโดยการประเมินผล

3. เอกสารเกี่ยวกับมโนมตรูปตัววี

3.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมตรูปตัววี

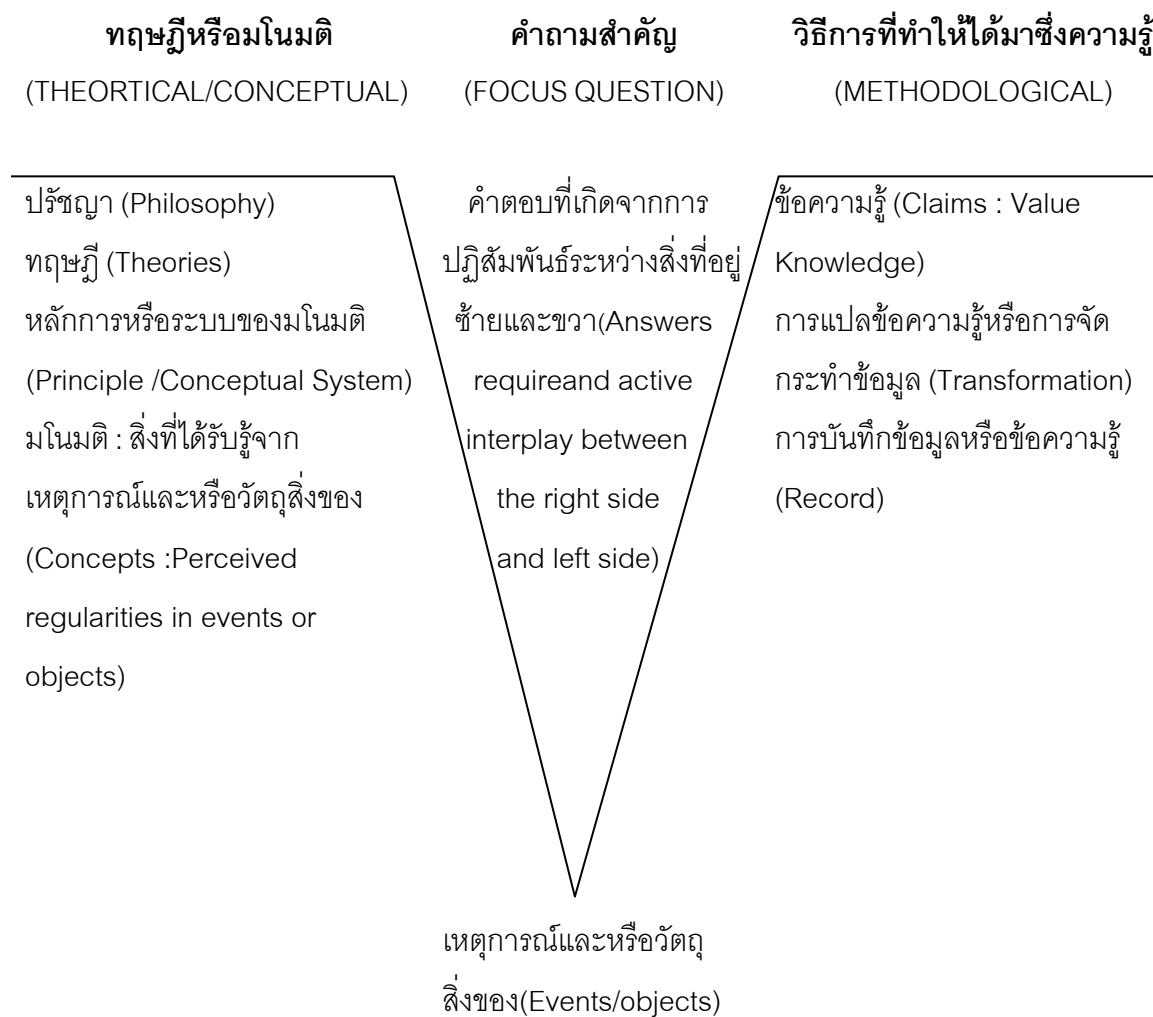
มโนมตรูปตัววี เป็นเครื่องมือที่ช่วยแก้ปัญหาหรือช่วยให้เข้าใจวิธีการ มโนมตรูปตัววีเป็นเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้ครั้งแรกเพื่อช่วยให้ครูและนักเรียนได้เข้าใจถึงจุดประสงค์ของการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง มโนมตรูปตัววีเป็นแนวคิดของ Gowin เขาได้นำมาเสนอครั้งแรกเมื่อประมาณ 30 ปีมาแล้ว เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจโครงสร้างของความรู้และวิธีทำให้เกิดความรู้โดยพัฒนามาจากการใช้คำถาม 5 ข้อของ Gowin (Gowin's Original Five Questions) มีดังนี้

1. อะไรคือสิ่งที่ต้องการถาม? (What is the “telling question”?)
2. อะไรคือมโนคติหลัก? (What are the key Concepts ?)
3. วิธีการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้มีอะไรบ้าง? [What methods of inquiry (Procedural Commitments) are used ?]

4. ข้อความสำคัญมีอะไรบ้าง?(What are the major knowledge Claims ?)

5. คุณค่าของความรู้คืออะไร? (What are the value claims?)

มโนคติรูปตัววีถูกนำไปใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1977 ซึ่งเป็นที่ยอมรับของครูและนักเรียนระดับวิทยาลัย และมหาวิทยาลัย ในปี ค.ศ. 1978 มโนคติรูปตัววีได้ถูกนำมาใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งถูกนำไปใช้แพร่หลายทั้งในระดับมัธยมศึกษาและวิทยาลัย



ภาพประกอบ 3 Gowin's VEE Heuristic ซึ่งแสดงถึงองค์ประกอบของกระบวนการทางความคิด และการกระทำให้เกิดความรู้ (อ้างถึงใน Novak, 1980 หน้า 3)

การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เรามักจะพบว่า นักเรียนทำการบันทึกข้อมูล จากเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของ หรือจัดกระทำข้อมูลในรูปของกราฟ ตาราง และแผนภูมิ ตลอดจน ข้อสรุปหรือข้อความรู้ที่ได้ โดยมีนักเรียนไม่สามารถทราบเลยว่า ทำไมจึงต้องทำเช่นนั้น มีนักเรียน จำนวนเพียงเล็กน้อยที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติ หลักการ หรือทฤษฎีกับเหตุการณ์และ หรือวัตถุสิ่งของที่ทำการสังเกต เข้าใจถึงเหตุผลของการบันทึกข้อมูล หรือสาเหตุของการสรุปผลการ ทดลองที่ผิดพลาดไปจากข้อมูล เมื่อพิจารณาดำรง หรือหนังสืออ้างอิงต่าง ๆ กล่าวโดยสรุปแล้ว นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงวิธีการแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนกระทำอยู่เข้ากับความคิด หรือความรู้ที่ได้ตามหลักการของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนไม่สามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างด้าน

ความคิดกับด้านวิธีการหรือการกระทำ เป็นผลให้การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ล้มเหลวหรือไม่มี
ความหมาย

มโนมตรูปตัววีเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้และ
วิธีการที่ทำให้เกิดความรู้ รวมทั้งเข้าใจความหมายของปฏิบัติการโดยการใช้คำถามสำคัญนำ ซึ่งเป็นสิ่ง
ที่จะกระตุ้นความคิดของนักเรียนให้แสดงออกมาได้เป็นอย่างดี มโนมตรูปตัววีเป็นเครื่องมือช่วยให้
ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้ซึ่งเป็นการเรียนรู้อย่างมี
ความหมาย นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงกระบวนการที่ทำให้เกิดความรู้ในตัวของผู้เรียนด้วย

ประโยชน์ของการกำหนดรูปร่างของมโนมตรูปตัววีมีดังนี้

1. ตำแหน่งปลายของมโนมตรูปตัววี คือ เหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของชี้ให้เห็นรากฐานของ
ความรู้ซึ่งกระทำให้ผู้เรียนตระหนักได้ว่า ความรู้ที่ได้นั้นมาจากเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของ ซึ่งเป็น
ประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับโดยตรง

2. รูปร่างของมโนมตรูปตัววีช่วยให้ผู้เรียนได้ระลึกถึงความรู้เดิม และมองเห็นความสัมพันธ์
ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

3. คุณค่าของรูปร่างของมโนมตรูปตัววีด้านอื่น ๆ คือ มโนมตรูปตัววีจะช่วยให้ผู้เรียนบันทึก
ข้อมูลได้อย่างถูกต้องและมีความหมาย ทั้งนี้เพราะมโนมตรูปตัววีจะชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่าง
มโนมตรูปตัววีกับวัตถุสิ่งของและหรือเหตุการณ์ที่ทำการศึกษา

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่ามโนมตรูปตัววีมีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคือ

1. เป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์กระบวนการสืบเสาะ
2. เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ ๆ

3.2 ความหมายของมโนมตรูปตัววี

Novak (1980) ได้ให้ความหมายของมโนมตรูปตัววีว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
ธรรมชาติของความรู้และผลผลิตของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์

Lehman, Carter ;& Kahle (1985) ได้กล่าวถึงความหมายของมโนมตรูปตัววีตามแนวคิด
ของ Novak ไว้ว่า มโนมตรูปตัววีเป็นแบบแผนที่ชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะวิธีการของ
กิจกรรมซึ่งทำให้เกิดรูปแบบของความคิด

Gerley (อ้างอิงจาก บัวยศรี ประวะภูโต, 2532) กล่าวว่า มโนมตรูปตัววีเป็นแบบแผนที่จะช่วยให้
ผู้เรียนได้แสดงความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎี วิธีการ ความคิด กับ การสังเกตและการ
เชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างกิจกรรมการทดลองกับเนื้อหาในตำราเรียน

Novak & Gowin (1985) ให้ความหมายของมโนมตรูปตัววีว่า เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้
ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงโครงสร้างของความรู้ และกระบวนการที่สร้างความรู้มากยิ่งขึ้น

พิทักษ์ เจริญวานิช (2531) ได้สรุปความหมายของมโนมัตริรูปตัววีว่า เป็นแผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อความรู้และวิธีการที่จะได้ข้อความรู้นั้น

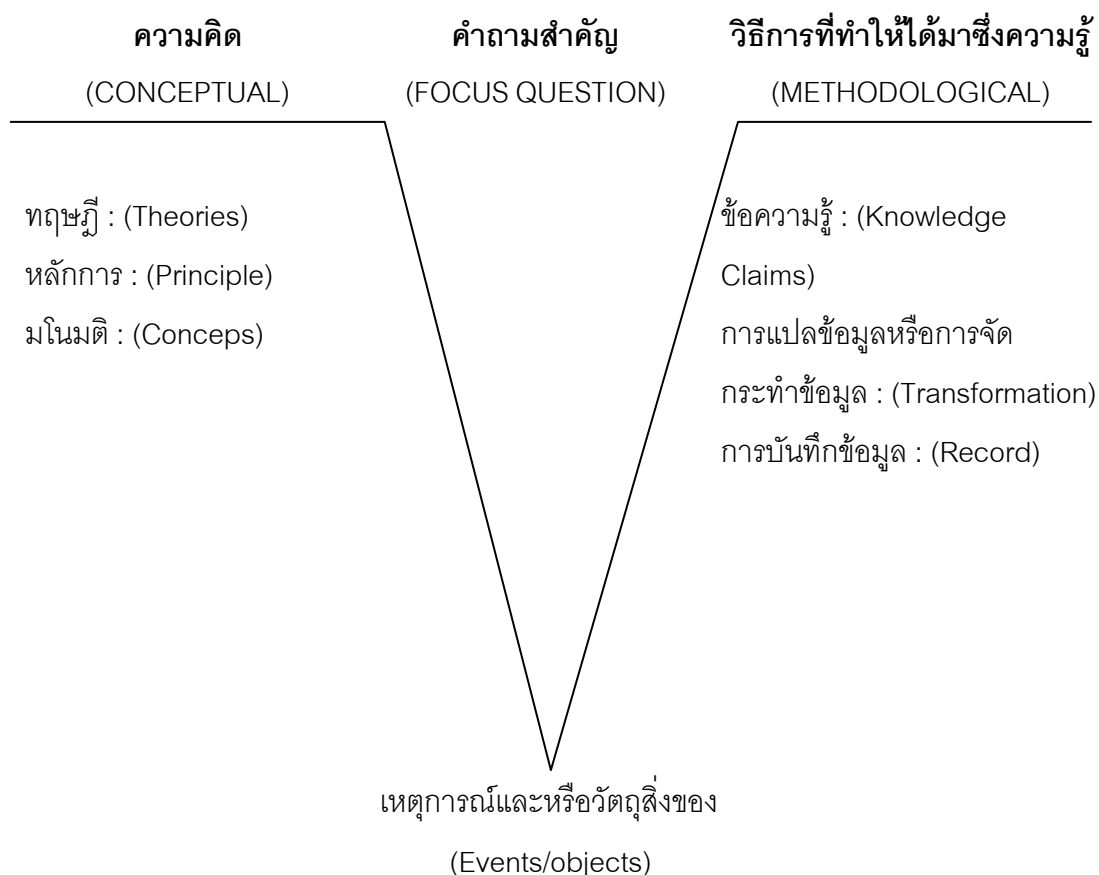
บัวศรี ประวะภูโต (2532) สรุปความหมายของมโนมัตริรูปตัววีว่า มโนมัตริรูปตัววีเป็นแบบแผนที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการและกระบวนการทางความคิด ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงวิธีการศึกษาถึงธรรมชาติของความรู้ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการแสวงหาความรู้และผลผลิตของความรู้

นิภา ดำเนตร (2533) สรุปความหมายของมโนมัตริรูปตัววีว่า มโนมัตริรูปตัววีเป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของความรู้ และเข้าใจวิธีการศึกษาถึงธรรมชาติของความรู้ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการแสวงหาความรู้และผลผลิตของความรู้ มีลักษณะเป็นแบบแผนที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการและกระบวนการความคิด

จากความหมายของมโนมัตริรูปตัววีดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า มโนมัตริรูปตัววี เป็นแบบแผนที่แสดงให้เห็นธรรมชาติของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์และผลผลิตของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ มโนมัตริรูปตัววี เป็นแบบแผนที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการและกระบวนการทางความคิด ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงวิธีการศึกษาถึงธรรมชาติของความรู้ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการแสวงหาความรู้และผลผลิตของความรู้

3.3 โครงสร้างของมโนคติรูปตัววี

โนแวก (Novak, 1980) กล่าวถึงโครงสร้างอย่างย่อของมโนคติรูปตัววีมีลักษณะดังนี้

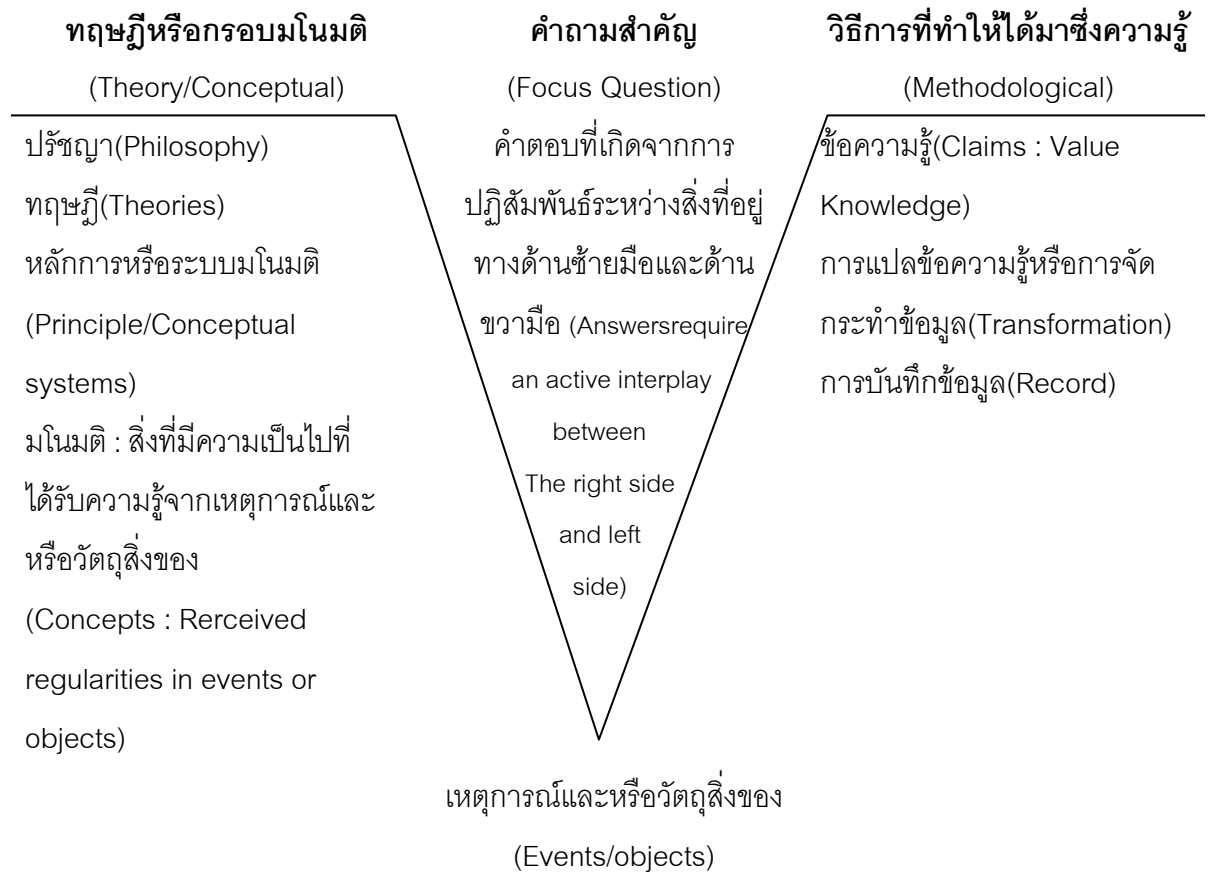


ภาพประกอบ 4 ลักษณะโครงสร้างของมโนคติรูปตัววีของโกวิน(Gowin's Knowledge "V")

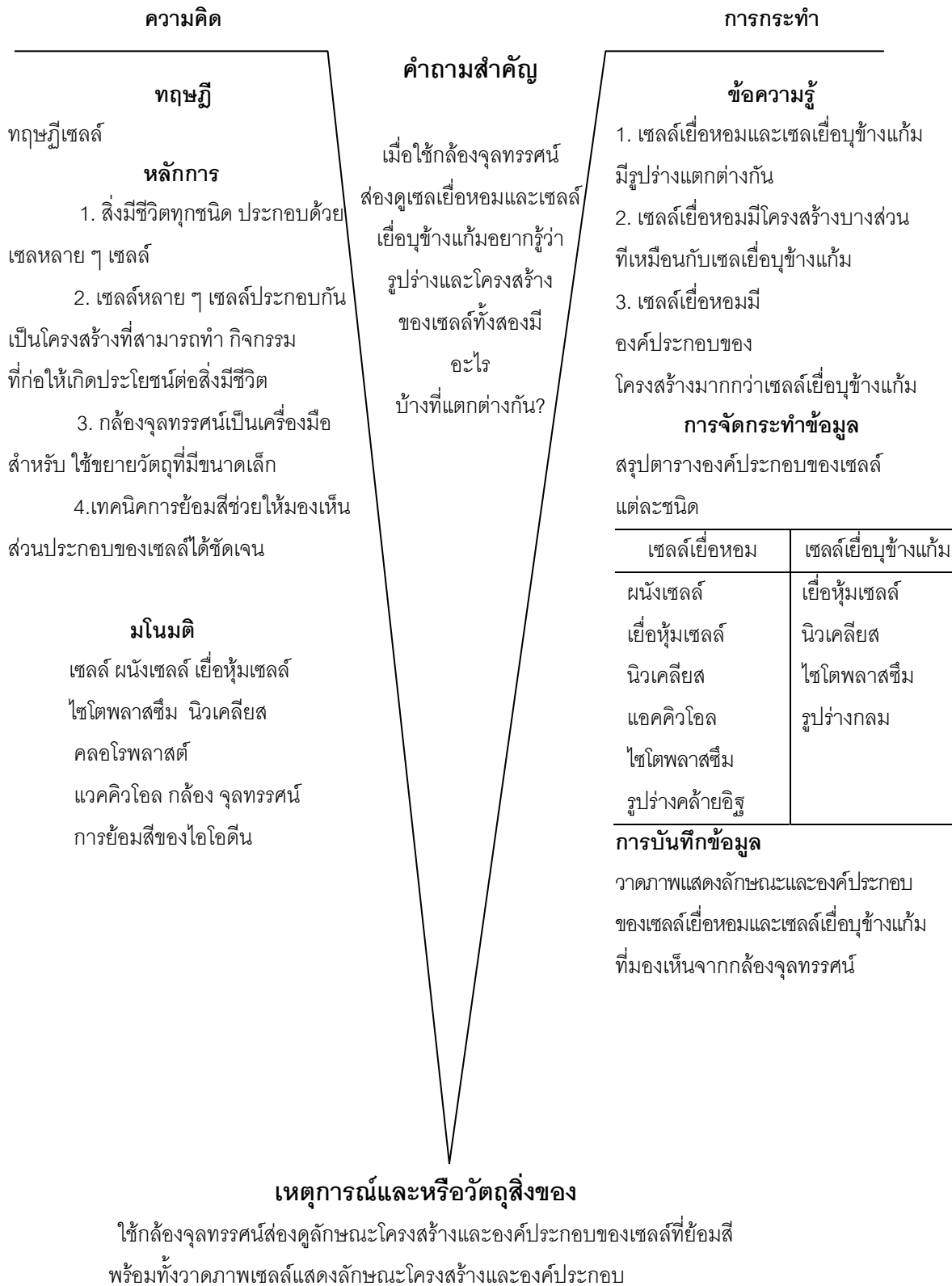
(อ้างถึงใน Novak, 1980 หน้า 4)

จากรูปตรงกลางของมโนคติรูปตัววี คือคำถามสำคัญ (Focus Question) ซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของ (Events/Objects) ที่อยู่ตอนปลายของมโนคติรูปตัววีสำหรับด้านข้างสองข้างของมโนคติรูปตัววี ด้านซ้ายมือประกอบด้วยกระบวนการทางความคิด (Thinking) มีองค์ประกอบย่อย คือ มโนคติ (Concepts) หลักการ (Principle) และทฤษฎี (Theories) ส่วนด้านขวามือเป็นด้านที่แสดงถึงกระบวนการของวิธีการ (Methodology) หรือด้านการกระทำ (Doing) มีองค์ประกอบย่อยคือ การบันทึกข้อมูล (Records) การจัดกระทำข้อมูล (Transformation) และข้อความรู้ (Knowledge Claims) องค์ประกอบทั้ง 9 ส่วนของมโนคติรูปตัววีจะมีความสัมพันธ์และต่อเนื่องกันโดยเริ่มต้นที่คำถามสำคัญ ซึ่งจะนำไปสู่การสังเกตเหตุการณ์ และหรือวัตถุสิ่งของแล้วทำการบันทึกข้อมูลและจัดกระทำข้อมูล เพื่อให้แปลความหมายและอ่านข้อมูลได้ง่ายขึ้น หลังจากนั้นผู้เรียนจะได้ข้อความรู้ขึ้นมาจากด้านวิธีการแล้วนำไปสู่ด้านความคิด โดยผู้เรียนจะเกิดมโนคติในเรื่องที่

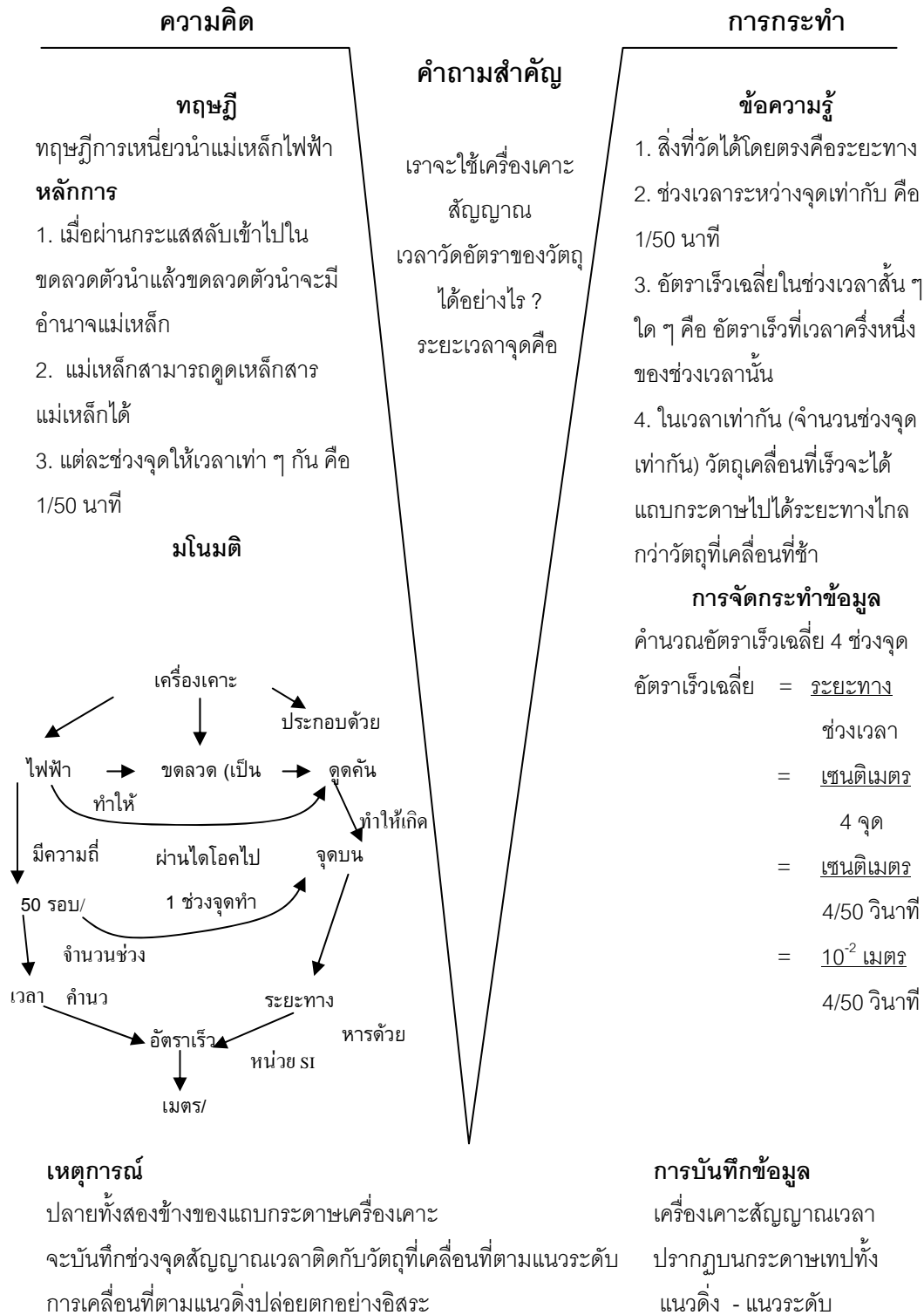
เรียนแล้วเกิดหลักการซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของมโนคติหลาย ๆ มโนคติ จากหลักการคือทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายเหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของเกิดขึ้น Novak ได้วิเคราะห์มโนคติรูปตัววีในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างในภาพประกอบ 5, 6 และ ภาพประกอบ 7 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 5 เป็นรูปแสดงองค์ประกอบของกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้โดยใช้มโนคติรูปตัววีโดยละเอียด (Gowin's Vee Heuristic) (Novak, 1980)



ภาพประกอบ 6 มโนมติรูปตัววีแสดงการศึกษาเรื่องเซลล์ (Novak, 1980 หน้า 4)



ภาพประกอบ 7 แสดงการสอนโดยใช้มโนคติรูปตัววีเรื่องการใช้เครื่อง (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2537 หน้า 139)

รายละเอียดองค์ประกอบของมโนคติรูปตัววี (Novak, 1980) ได้อธิบายไว้ดังนี้

3.3.1 คำถามสำคัญ (Focus Question) คือ การตั้งคำถามสำคัญนั้นจะต้องคำนึงถึงมโนคติหรือหลักการเดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสืบเสาะให้ได้ความรู้ใหม่ คำถามสำคัญนั้นจะต้องบ่งชี้ให้รู้ถึงวิธีการที่จะเรียนรู้เหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของ ลักษณะของการบันทึก นอกจากนี้ คำถามสำคัญจะบ่งชี้ให้รู้ถึงความแตกต่างของความรู้ที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยสรุปแล้วคำถามสำคัญที่ถูกต้องนั้นจะต้องมีลักษณะดังนี้คือ

3.3.1.1 เป็นตัวกำหนดหรือชี้แนะมโนคติ หลักการ ทฤษฎี และเหตุการณ์ และหรือวัตถุสิ่งของที่จะใช้ในกระบวนการสืบเสาะเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่

3.3.1.2 ชนิดของคำถามสำคัญที่แตกต่างกัน ได้แก่ คำถามสำคัญที่ใช้คำว่าอะไร (What) อย่างไร (How) หรือ ทำไม (Why) จะทำให้เกิดความรู้ที่แตกต่างกัน

3.3.1.3 วัตถุสิ่งของ (Objects) คือ วัตถุสิ่งของที่เราต้องการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดตามมา วัตถุสิ่งของจะต่างจากมโนคติ คือวัตถุสิ่งของเป็นสิ่งที่ต้องการจะตรวจสอบ

3.3.1.4 เหตุการณ์ (Events) คือ สิ่งที่ต้องการเรียนรู้ในกระบวนการสืบเสาะเหตุการณ์นี้จะเป็นเหตุการณ์ที่สามารถทำให้เกิดขึ้นได้ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องนำการบันทึก ซึ่งเหตุการณ์ที่ต้องการจะรู้โดยจะต้องสามารถตรวจสอบได้ในครั้งต่อ ๆ ไป

3.3.1.5 มโนคติ (Concepts) คือ ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการสังเกตหรือการได้ประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้น หลาย ๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปในการเรียนรู้ข้อเท็จจริง การสรุปรวม (Generalization) หรือหลักการเกี่ยวกับเรื่องนั้นมาก่อน และยังสามารถระลึกได้ว่าสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นมีลักษณะเฉพาะอะไรบ้าง คือ สามารถแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นออกมาจากสิ่งอื่นได้อย่างชัดเจน มโนคติประกอบด้วย มโนคติที่ผู้เรียนรู้อีก่อนและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาหรือเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้และมโนคติใหม่ที่ผู้เรียนได้รู้จากเนื้อหา

3.3.1.6 หลักการ (Principles) คือ ข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติใช้เป็นหลักทั่วไป หลักการจะต้องเป็นความจริงที่ใช้อ้างอิงได้ หลักการในด้านวิธีการจะเป็นสิ่งชี้แนะถึงแนวทางที่จะทำการสืบเสาะ และหลักการที่เกิดจากข้อความรู้ที่ได้มาจากการศึกษาค้นคว้า

3.3.1.7 ทฤษฎี (Theory) คือ ข้อความที่คนสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการอธิบายหรือคาดคะเนปฏิสัมพันธ์ระหว่างมโนคติ เหตุการณ์และข้อความรู้ ทฤษฎีใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ แต่ไม่สามารถอธิบายถึงตัวทฤษฎีเองได้ ทฤษฎีประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างหลักการและมโนคติของทฤษฎีนั้น

3.3.1.8 การบันทึกข้อมูล (Records) คือ การจดบันทึกเกี่ยวกับเหตุการณ์และหรือวัตถุ สิ่งของที่ได้จากการรับรู้ของประสาทสัมผัส การบันทึกอาจอยู่ในรูปแบบของการเขียนลายลักษณ์อักษร ภาพถ่าย เทปบันทึกเสียง ซึ่งอาจเป็นหลักฐานได้

3.3.1.9 การจัดกระทำข้อมูล (Transformations) คือ การนำผลการบันทึกข้อมูลมาจัดกระทำใหม่ เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่ใจได้ง่ายขึ้น ลักษณะของการจัดกระทำข้อมูลจะบ่งชี้ประเภทของ ข้อมูลความรู้ที่ได้ การจัดกระทำข้อมูลแตกต่างจากการบันทึกข้อมูลในลักษณะที่ว่า การบันทึกข้อมูลนั้น ได้มาจากการรับรู้ของประสาทสัมผัส แต่การจัดกระทำข้อมูลนั้นต้องอาศัยการจัดการเกี่ยวกับ ข้อมูลที่รับรู้หลาย ๆ อย่างที่เหมาะสม เช่น การคำนวณการจัดกระทำข้อมูลอาจจัดกระทำได้ หลาย ๆ แบบ เช่น กราฟ แผนภูมิ การใช้สถิติ และการเปรียบเทียบข้อมูลในรูปตาราง เป็นต้น

3.3.1.10 ข้อความรู้ (Knowledge Claims) คือ ข้อความรู้เกิดจากกระบวนการสืบเสาะ ซึ่ง กระบวนการสืบเสาะนี้จะต้องอาศัยร่วมประกอบต่าง ๆ คือ การตั้งคำถามสำคัญ มโนคติ หลักการ เหตุการณ์และวัตถุสิ่งของ การบันทึกข้อมูลและการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งจะทำให้ได้มาซึ่งความรู้ ดังกล่าว ข้อความรู้มี 2 อย่าง คือ

3.3.1.10.1 เป็นการตอบคำถามที่ถามไว้ก่อนดำเนินการทดลอง ซึ่งก็คือ ข้อความรู้นั้นเอง

3.3.1.10.2 เป็นเครื่องมือชี้แนะคำถามใหม่สำหรับการเริ่มต้นกระบวนการ สืบเสาะใหม่ต่อไป

3.4 การใช้มโนติรูปตัววิในกิจกรรมการเรียนการสอน

Novak (1980) กล่าวถึงการนำมโนติรูปตัววิไปใช้ในการเรียนการสอนว่า มโนติรูปตัววิ สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้ ทั้งก่อนการสอน ระหว่างการสอน และใช้เป็น เครื่องมือในการเรียนรู้ดังนี้

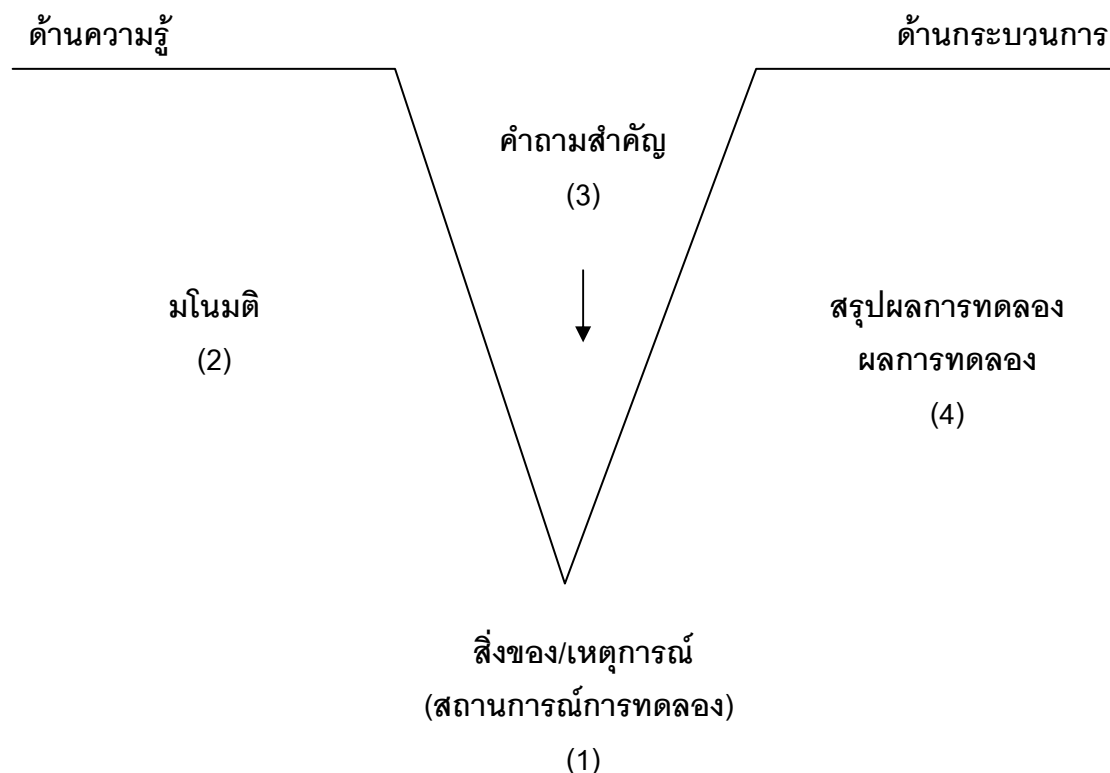
3.4.1 การใช้มโนติรูปตัววิเป็นเครื่องมือในการเตรียมการสอน โดยครูผู้สอนสามารถใช้ มโนติรูปตัววิในการวิเคราะห์การปฏิบัติการทดลองที่จะนำเสนอแก่นักเรียน และใช้มโนติรูปตัววิใน การกำหนดวิ การทดลองที่มีอยู่แล้ว เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายได้โดยมโนติ รูปตัววิจะเป็นเครื่องประเมินมโนคติที่นักเรียนจะต้องมีมาก่อนที่จะดำเนินการทดลอง นอกจากนี้ มโนติรูปตัววิยังใช้เป็นกลไกในการออกแบบการทดลองของแต่ละบุคคลได้ด้วย

3.4.2 การใช้มโนติรูปตัววิเป็นเครื่องมือในการสอน มโนติรูปตัววิเป็นเครื่องมือที่ใช้อธิบาย ถึงการทดลองโดยการสรุปย่อ ครูผู้สอนสามารถนำมโนติรูปตัววิมาใช้ก่อนการปฏิบัติการทดลอง โดยให้ผู้เรียนระบุสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนทางด้านซ้ายมือ เพราะจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รู้ถึงวิธีการและ

ลักษณะของข้อมูลที่จะต้องบันทึกพร้อมทั้งจัดกระทำข้อมูลเพื่อช่วยให้การเรียนในบทเรียนนั้น ๆ ง่ายขึ้นและเป็นไปอย่างรวดเร็ว

3.4.3 การใช้มโนติรูปตัววีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้นักเรียนสร้างมโนติรูปตัววี แล้วประเมินการสร้างมโนติรูปตัววีจากส่วนต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของมโนติรูปตัววีแล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถใช้มโนติรูปตัววีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้

มโนติรูปตัววี มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น ผังแนวคิดรูปตัววี (Vee diagram) แผนผังรูปตัววี (Vee Heuristics) มโนติรูปตัววีของโกวิน (Gowin's Knowledge "V") และหรือมโนติรูปตัววีของโกวิน (Gowin's Vee Heuristic) ในที่นี้ผู้วิจัยเรียกมโนติรูปตัววี หมายถึงชื่อเรียกแผนผังมีรูปร่างเป็นรูปตัววีหงายที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการที่ได้มา ซึ่งความรู้และผลผลิตของความรู้ เป็นเครื่องมือที่จะทำให้นักเรียนระลึกถึงระหว่างความคิดกับการกระทำร่วมกันที่เป็นความคิดเชิงมโนภาพ ในทางด้านซ้ายมือ โดยมีวัตถุประสงค์หรือเหตุการณ์อยู่ล่างสุดของรูปตัววีถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่เริ่มเสาะหาความรู้กับส่วนที่เป็นกระบวนการกระทำในเชิงวิธีวิทยาในทางด้านขวามือที่จะพยายามสร้างความรู้ใหม่ โครงสร้างส่วนประกอบของวีประกอบด้วย 4 ส่วนดังนี้



ภาพประกอบ 8 โครงสร้างส่วนประกอบของวี

ส่วนที่ 1 คือ สถานการณ์การทดลองอยู่ล่างสุดของตัววีเป็นจุดเริ่มต้นของปัญหาที่นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 2 คือ ด้านความรู้ อยู่ด้านข้างซ้ายมือในส่วนนี้ประกอบด้วย ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ

ส่วนที่ 3 คือ ด้านกระบวนการ อยู่ด้านข้างขวามือในส่วนนี้ประกอบด้วย การบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง

ส่วนที่ 4 คือ คำถามสำคัญ อยู่ส่วนกลางของแผนผังวีเป็นปัญหาของการทดลองที่ครูกำหนดให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ครูใช้มโนติรูปตัววีในกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นที่ 2 สํารวจและค้นหา เป็นเครื่องมือช่วยแก้ปัญหาในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน โดยแบ่งวีเป็น 3 ส่วนคือ วีส่วนบน วีส่วนกลาง และวีส่วนล่าง ดังนี้

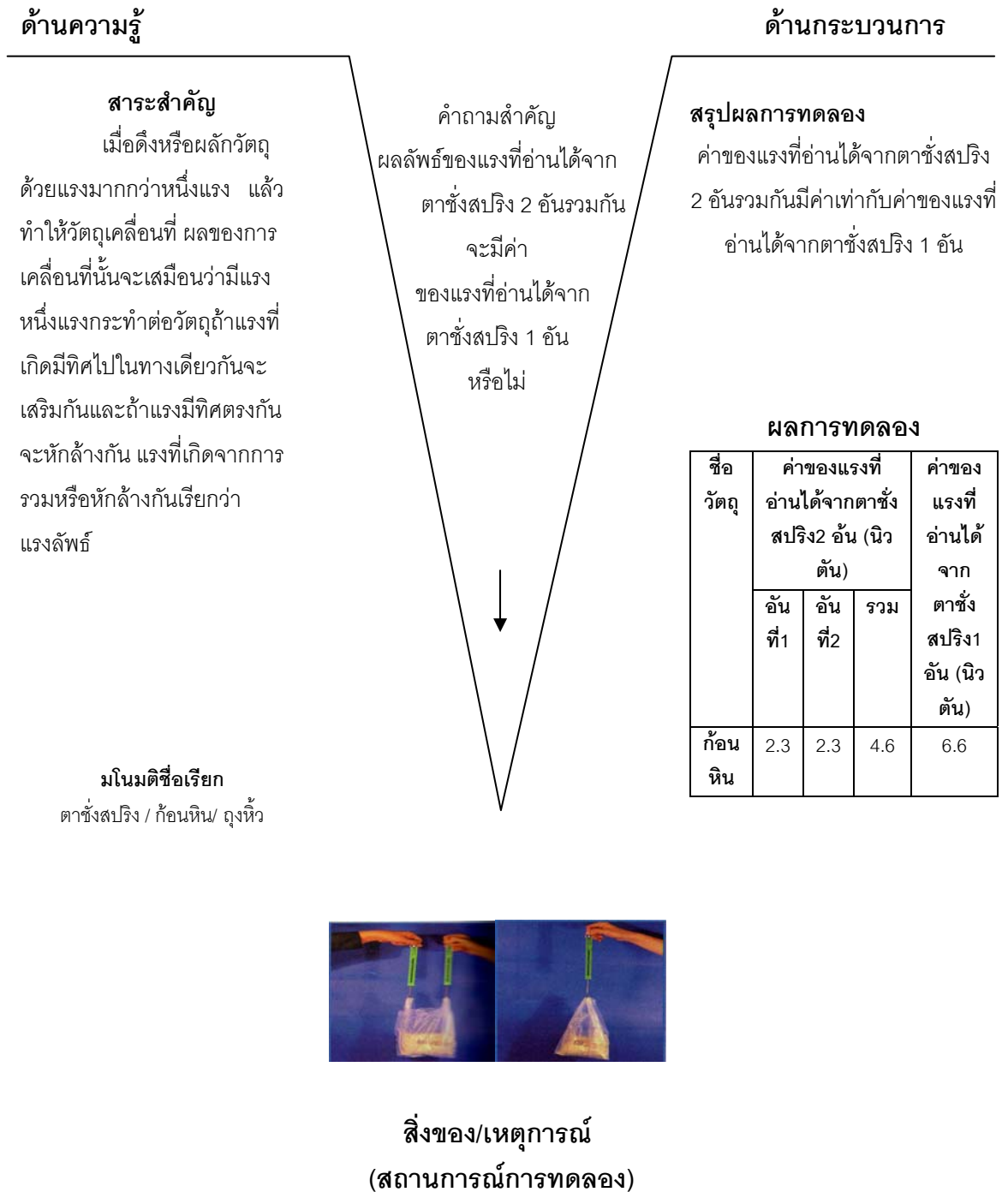
วีส่วนบน หมายถึง ชั้นโยงความรู้ โดยครูโยงความรู้เดิมและใหม่ของนักเรียน

วีส่วนกลาง หมายถึง ชั้นสร้างความเข้าใจให้แก่ นักเรียน โดยครูโยงทฤษฎีไปสู่ทักษะกระบวนการ โดยที่ครูใช้คำถาม ถามไปที่สถานการณ์การทดลองเพื่อให้นักเรียนตั้งสมมติฐานและกำหนดและควบคุมตัวแปร จากนั้นจึงใช้มโนติรูปตัววีเป็นเครื่องมืออธิบายการทดลองโดยสรุปย่อ ก่อนปฏิบัติการทดลอง แล้วจึงให้ผู้เรียนระบุสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนทางซ้ายมือ

วีส่วนล่าง หมายถึง ชั้นสร้างความรู้ขึ้นมาใหม่ เป็นชั้นที่นักเรียนปฏิบัติการทดลองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ขึ้นมาใหม่

สรุปครูใช้มโนติรูปตัววีในการสอน โดยครูใช้มโนติรูปตัววีในกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นที่ 2 สํารวจและค้นหา ตามแนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5 E หรือการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2546 : 219-220) ในชั้นที่ 2 สํารวจและค้นหา 3 ขั้นตอนคือ 1) ชั้นโยงความรู้ 2) ชั้นสร้างความเข้าใจให้แก่ นักเรียน และ 3) ชั้นสร้างความรู้ขึ้นมาใหม่

ตัวอย่างมโนมติรูปตัววีแสดงการสืบเสาะหาความรู้เรื่องแรงลัพธ์หลายแรงเป็นอย่างไร



ภาพประกอบ 9 มโนมติรูปตัววีแสดงการสืบเสาะหาความรู้เรื่องแรงลัพธ์หลายแรงเป็นอย่างไร

4. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)” ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้หลายทัศนะดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 :1) ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : 157) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การพยากรณ์ เป็นต้น อย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ

สรศักดิ์ แพรดำ (2542 : 23) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและเวลา การจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ เพื่อการเสาะแสวงหาความรู้

จากความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ เพื่อการเสาะแสวงหาความรู้ หรือแก้ปัญหาอันเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ

4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้ปฏิบัติการฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบนั้น นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้กระบวนการหรือทักษะกระบวนการหลายอย่าง ซึ่งจัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

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

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน จำนวน 8 ทักษะ ประกอบด้วย
 - 1.1 ทักษะการสังเกต
 - 1.2 ทักษะการจำแนกประเภท
 - 1.3 ทักษะการวัด
 - 1.4 ทักษะการคำนวณ
 - 1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา
 - 1.6 ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย
 - 1.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
 - 1.8 ทักษะการพยากรณ์

2. ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ จำนวน 5 ทักษะ ประกอบด้วย
 - 2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - 2.2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - 2.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 2.4 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
 - 2.5 ทักษะการทดลอง

ซันด์ และโทรวบริดจ์ (Sund & Trowbridge. 1973 : 93-95) ได้จัดประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

1. ทักษะในการหาความรู้ (Acquisitive Skills)
 - 1.1 การฟังอย่างตั้งใจ กระตือรือร้นและถามเมื่อสงสัย
 - 1.2 การสังเกตอย่างถี่ถ้วน สนใจและคิดอย่างเป็นระบบ
 - 1.3 การค้นหาแหล่งข้อมูล ใช้แหล่งข้อมูลหลายแห่งมารวมกัน
 - 1.4 การแสวงหาความรู้โดยการสัมภาษณ์ หรือส่งแบบสอบถาม
 - 1.5 การกำหนดปัญหา
 - 1.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการบันทึกเป็นตาราง หรือจำแนกเป็นรายการต่าง ๆ
 - 1.7 การหาคำตอบของปัญหา โดยทำการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองแล้วสรุปผล
2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ (Organizational Skills)
 - 2.1 การรายงานข้อมูลอย่างมีระบบและสมบูรณ์
 - 2.2 การเปรียบเทียบความเหมือนกันของสิ่งที่สังเกตได้
 - 2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งที่สังเกตได้
 - 2.4 การจำแนกข้อมูลเป็นหมวดหมู่

- 2.5 การเรียงลำดับข้อมูลที่จัดไว้เป็นหมวดหมู่โดยแสดงเป็นลำดับ
- 2.6 การกำหนดเค้าโครงออกเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อย
- 2.7 การแสดงหัวข้อที่สำคัญและความสัมพันธ์ของข้อมูล
- 2.8 การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข
- 2.9 การวิเคราะห์และนำผลไปใช้
3. ทักษะในการสร้างสรรค์ (Creative Skills)
 - 3.1 การวางแผนล่วงหน้าโดยมองเห็นผลที่จะเป็นไปได้ และรวมถึงการตั้งสมมติฐาน
 - 3.2 การกำหนดปัญหาใหม่ วิธีการใหม่ เครื่องมือใหม่และระบบใหม่
 - 3.3 การค้นหาเทคนิควิธีการต่าง ๆ
 - 3.4 การสังเคราะห์โดยการนำสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่
4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative Skills)
 - 4.1 การรู้จักส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ วิธีการ การปรับเครื่องมือให้เหมาะสมและ
ข้อจำกัดของงาน
 - 4.2 การดูแลรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพดี โดยการเก็บและใช้อย่างเหมาะสม
 - 4.3 การสาธิตแสดงส่วนต่าง ๆ หน้าที่และการทำงานของเครื่องมือ
 - 4.4 การนำเครื่องมือมาใช้ในการทดลอง การวางแผนใช้เครื่องมือ การรวบรวมข้อมูล
การบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือ นั้น ๆ
 - 4.5 การซ่อมแซมเครื่องมือ
 - 4.6 การสร้างเครื่องมืออย่างง่าย ๆ เพื่อใช้ในการทดลอง
 - 4.7 การวัดโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ ตาชั่ง เป็นต้น
5. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communicative Skills)
 - 5.1 การตั้งคำถาม รู้จักเลือกใช้คำถามที่ดี เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง
 - 5.2 การอภิปราย รู้จักใช้ความคิดของตนเองและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น อภิปราย
เรื่องที่ตรงประเด็น
 - 5.3 การอภิปรายเน้นสาระสำคัญให้ชัดเจน
 - 5.4 การรายงานด้วยปากเปล่าต่อชั้นเรียนหรือครู โดยเน้นเนื้อหาสาระที่สำคัญทาง
วิทยาศาสตร์
 - 5.5 การเขียนรายงานการทดลอง หรือการสาธิต เพื่อชี้แจงวิธีการทดลอง การรวบรวม
ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลที่ได้
 - 5.6 การพิจารณาสร้างสรรค์เพื่อประเมินค่าจากผลที่ได้

5.7 การเขียนกราฟแสดงผลการทดลองและแปลความหมายของกราฟ

5.8 สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียน

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science : AAAS. 1970 : 11-176) ได้วิเคราะห์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และจัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน จำนวน 8 ทักษะ ประกอบด้วย

1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)

1.2 ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Using Space and Relationships)

1.3 ทักษะการจัดจำพวก (Classifying)

1.4 ทักษะการใช้ตัวเลข (Using Numbers)

1.5 ทักษะการวัด (Measuring)

1.6 ทักษะการสื่อความหมาย (Communicating)

1.7 ทักษะการทำนาย (Predicting)

1.8 ทักษะการสรุปอ้างอิง (Inferring)

2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการหรือผสม จำนวน 5 ทักษะ ประกอบด้วย

2.1 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying controlling and Manipulating Variables)

2.2 ทักษะการประมวลผลและตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting)

2.3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

2.4 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

2.5 ทักษะการออกแบบและดำเนินการทดลอง (Designing Investigations and Experimenting)

คลอปเฟอร์ (Klopfer. 1971: 568-573) ได้จัดประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกตและการวัด (Observing & Measuring)

2. ทักษะการมองเห็นปัญหาและวิธีการหาคำตอบ (Seeing a Problem and Seeking Ways to Solve It)

3. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป (Interpreting Data and Formulating Generalizations)

4. ทักษะการสร้างทฤษฎี การตรวจสอบและการปรับปรุงทฤษฎีที่สร้างขึ้น (Building, Testing and Revising a Theoretical Model)

โอเคย์ และฟิลด์ (Okey & Field.1973 :1-10) ได้จัดประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ไว้ 10 ทักษะ คือ

1. ทักษะการกำหนดตัวแปร (Identifying Variables)
2. ทักษะการสร้างตารางเสนอข้อมูล (Constructing a Table of Data)
3. ทักษะการเขียนกราฟ (Constructing a Graph)
4. ทักษะการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร (Describing Relationships between Variables)
5. ทักษะการรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล (Acquiring and Processing Your Own Data)
6. ทักษะการวิเคราะห์กระบวนการทดลอง (Analyzing Investigations)
7. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Constructing Hypothesis)
8. ทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Variables Operationally)
9. ทักษะการออกแบบการทดลอง (Designing Investigations)
10. ทักษะการดำเนินการทดลอง (Experimenting)

การ์แลนด์ และคณะ (Garland & Others.1973 :127) ได้จัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 9 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการจัดกระทำข้อมูล (Data Treatment)
3. ทักษะการพยากรณ์และตั้งสมมติฐาน (Predicting and Formulating Hypothesis)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการบ่งชี้ (Identifying)
6. ทักษะการวัด (Measuring)
7. ทักษะการพัฒนาเทคนิควิธีการปฏิบัติในห้องทดลอง (Development of Acceptable Laboratory Technique)

Laboratory Technique)

8. ทักษะการวิเคราะห์และสังเคราะห์ (Analysis and Synthesis)
9. ทักษะการสื่อความหมาย (Communicating)

เจคอบสัน และ บาร์รี่ (Jacobson & Barry. 1980 : 450-451) ได้จัดประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรฝึกให้กับนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถ

ด้านนี้ และสามารถนำเอาทักษะด้านนี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะการกำหนดปัญหา (Defining Problems)
2. ทักษะการวางแผนงานในการค้นคว้า (Designing Investigations)
3. ทักษะการทดลองที่มีการควบคุม (Controlled Experiments)
4. ทักษะการสังเกต (Observing)
5. ทักษะการวัด (Measuring)
6. ทักษะการจำแนก (Classifying)
7. ทักษะการสรุปลงความคิดเห็น (Inferring)
8. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
9. ทักษะการรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล (Collecting and Handling Data)
10. ทักษะการแปลความหมายข้อมูล (Interpreting Data)
11. ทักษะการค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Literature Search)
12. ทักษะการสร้างความสัมพันธ์กับทฤษฎี (Relating to Theory)
13. ทักษะการลงข้อสรุป (Drawing Conclusions)

จากแนวความคิดของหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาเกี่ยวกับการจัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าได้จำแนกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ในจำนวนและลักษณะต่าง ๆ กัน ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยรวม ๆ แล้วจะเห็นว่ามีความเกี่ยวเนื่องกันจะต่างก็เพียงการจัดในแบบต่าง ๆ เหล่านั้นที่เป็นกิจกรรมต่างกัน

4.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544:1- 16) ได้จัดประเภทของลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท จำนวน 13 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ รวม 8 ทักษะ และ 2) ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการประกอบด้วย ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และทักษะการทดลอง รวม 5 ทักษะ ทั้ง 13 ทักษะนี้เป็นพื้นฐานในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับรายละเอียดของแต่ละทักษะ ผู้วิจัยนำเสนอเฉพาะทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยใช้

เป็นทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในการจัดการเรียนรู้สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่หน่วยย่อย แรงและความดัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

4.3.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 :55) ได้ให้ความหมายการตั้งสมมติฐาน ก็คือ การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยหลักการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้าไม่จำเป็นต้องถูกต้องเสมอไป อาจเป็นจริงทั้งหมดหรืออาจเป็นจริงบางส่วน หรือไม่จริงทั้งหมดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานจะเขียนเป็นข้อความบอกเล่าที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม และกำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

4.3.1.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์ประสบการณ์เดิมร่วมกัน

4.3.1.2 สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีสนับสนุนสมมติฐาน และไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

4.3.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 : 56) ได้ให้ความหมายการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการว่า หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้) ต้องใช้ภาษาที่รัดกุมชัดเจน และระบุการกระทำในการทดสอบ และสิ่งที่สามารถสังเกตได้ และกำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

4.3.2.1 กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

4.3.2.2 สามารถแยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามทั่วไปได้

4.3.2.3 สามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในนิยามเชิงปฏิบัติการได้

4.3.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying & Controlling Variables)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 : 56) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้ โดยตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม มีความหมาย ดังนี้

กำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น หรือสิ่งที่เป็สาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็ผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรอิสระที่จะทำให้เกิดการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

4.3.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 71 – 72) ได้กำหนดกิจกรรมการทดลองออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. การวางแผนการทดลอง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์ หรือสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
2. การปฏิบัติกรทดลอง
3. ความคล่องแคล่วในการทำการทดลอง
4. การนำเสนอการทดลองโดยการบันทึกผลการทดลองและเขียนรายงานการทดลอง ซึ่งเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

นอกจากนี้ยังได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการทดลอง ดังนี้

4.3.4.1 กำหนดวิธีการการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

4.3.4.2 ระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลองได้

4.3.4.3 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

4.3.4.4 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

4.3.5 ทักษะการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล (Interpreting Data & Conclusion)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 : 59) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการตีความหมายข้อมูลและลงสรุป ว่าหมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและคุณลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งการตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะ อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ แล้วสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด และได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุป ดังนี้

4.3.5.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะสมมติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

4.3.5.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

5. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

5.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิด

กาเย่ (Gagne) ได้จำแนกเป็น 2 แบบคือ

1. การคิดอย่างเลื่อนลอย หรือไม่มีทิศทาง คือการคิดจากสิ่งทีประสบพบเห็น หรือจากประสบการณ์ตรงหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การคิดต่อเนื่อง (Associative Thinking) ซึ่งจำแนกย่อยเป็น 5 ลักษณะคือ

1.1 Free Associative คือการคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้ว เมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจำพวกคำ หรือเหตุการณ์

1.2 Controlled Associative คือ การคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนว เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งบอกสิ่งที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ตนได้ยินมา

1.3 Day Dreaming คือ การคิดที่มีจุดประสงค์ป้องกันตนเอง เพื่อให้เกิดความพอใจในตนเอง ซึ่งเป็นการคิดฝันในขณะที่ตื่นอยู่

1.4 Nigt Dreaming คือ การคิดฝันเนื่องจากความคิดของตน หรือเป็นการคิดฝัน เรื่องจากการรับรู้ หรือตอบสนองของสิ่งเร้า

1.5 Autistic Thinking คือ การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิดมากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

2. การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย คือ การคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐานเพื่อทำการกลั่นกรองการคิดที่เพื่อฝัน การคิดที่เลื่อนลอยไร้ความหมาย ให้เป็นการคิดที่มีทิศทางขึ้น โดยมุ่งไปสู่จุดหมายใดจุดหมายหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีบทสรุปของหลังจากที่คิดเสร็จแล้ว ซึ่งจำแนกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

2.1 (Creative Thinking) การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือการคิดในลักษณะที่ คิดได้หลายทิศทาง (Divergent Thinking) ไม่ซ้ำกัน หรือ เป็นการคิดในลักษณะที่โยงสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

2.2 (Critical Thinking) การคิดวิเคราะห์ คือการคิดอย่างมีเหตุผล (Reasoning Thinking) ซึ่งมีการคิดที่เห็นเหตุผลในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงสภาพการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่ เบนตัน และคนอื่น ๆ (บุญสม ครูชทา. 2525 : 11; อ้างอิงจาก Benton & others.1974) ได้แบ่งการคิดออกเป็น 2 ชนิด

1. การคิดเชื่อมโยง (Associative Thinking) ซึ่งไม่ได้เป็นการคิดที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายแต่เป็นการคิดที่เกิดจากจิตใต้สำนึก (Sub-Conscious) ของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นการเชื่อมโยง (Association) การฝันกลางวัน (Day Dreaming) การฝันกลางคืน (Nigt Dreaming) และการคิดฟุ้งซ่าน (Autistic Thinking) และการคิดแบบสร้างสรรค์

2. การคิดโดยตรง (Direct Thinking) เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการแก้ปัญหาหรือนำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายโดยตรงหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการคิดที่มีจุดหมายนั่นเอง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือการคิดตรรกะตรง (Critical Thinking) และการคิดสร้างสรรค์

สูนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543 : 123) ได้จัดระดับการคิดเป็น 2 ระดับคือ

1. ทักษะการคิดขั้นต่ำ (Lower-order thinking skills) เป็นทักษะการคิด 3 ระดับแรกของบลูม (Bloom's taxonomy) ได้แก่ ความคิดเกี่ยวกับความรู้ความจำ (knowledge or recall) ความเข้าใจ (comprehension) และการนำไปใช้ (application)

2. ทักษะการคิดขั้นสูง (Higher-order thinking skills) เป็นทักษะการคิด 3 ระดับหลังของบลูม ได้แก่ ความคิดในระดับการวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (synthesis) และการประเมินค่า (evaluation)

ดังนั้นในวงการศึกษา การคิดขั้นสูงจึงมีหลายมุมมองหรือสวามหวมกหลายไป บางครั้งก็เรียกว่า การคิดเชิงเหตุผล(reasoning thinking) การคิดวิจารณ์ญาณ(critical thinking) การคิดแก้ปัญหา (problem solving) และการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) เป็นต้นและเมื่อพิจารณาจากประเภทการคิดตามที่ กาเย เบนต์ัน และสูนีย์ เหมะประสิทธิ์ ได้จัดแบ่งไว้ นั้นพบว่าวิธีการคิดที่จะช่วยให้ผู้เรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาก็คือการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย ได้แก่การคิดอย่างมีเหตุผล หรือ การคิดแบบวิเคราะห์ ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผลนั้นเป็นการคิดแก้ปัญหาโดยอาศัยการวิเคราะห์เป็นพื้นฐานให้ผู้เรียนนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

5.2 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนอธิบายความหมายของการคิดวิเคราะห์โดยใช้คำที่แตกต่างกัน เช่น การคิดวิเคราะห์เป็นกิจกรรมที่มีความซับซ้อน การคิดวิเคราะห์เป็นกิจกรรมทางปัญญา การคิดวิเคราะห์เป็นการใช้เหตุผลและการตัดสินใจ ผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดนิยามของการคิดวิเคราะห์ในหลาย ๆ ลักษณะทุกคำนิยามล้วนมีความถูกต้อง แต่ไม่มีคำนิยามใดสามารถอธิบายความหมาย ของการคิดวิเคราะห์ได้สมบูรณ์ที่สุด

พจนานุกรมฉบับเฉลิมพระเกียรติ พุทธศักราช 2530 (2530 : 492) “คิด” หมายความว่า นึก ดำริ ระลึก ตรึกตรอง ส่วนคำว่า “วิเคราะห์” หมายความว่า ดู สังเกต ใคร่ครวญ อย่างละเอียดรอบคอบ ในเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

บลูม (ลัวน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539 : 41 – 44 : อ้างอิงจาก Bloom 1956) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

ฮานนาห์และไมเคิลลิส (ลั่วน สายยศและอังคณา สายยศ . 2539 : 55- 56 : อ้างอิงจาก Hannah and Michaelis. 1977) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยของสิ่งต่าง ๆ เพื่อดูความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการของความเป็นไป

ตัวอื่น (ชำนาญ เอี่ยมสำอาง. 2539 : 51 อ้างอิงจาก Dewey.1933 : 30) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 94) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ โดยใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

จากเอกสารข้างต้น แสดงให้เห็นว่านักการศึกษาได้กำหนดความหมายการการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน

5.3 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ตามแนวของบลูม (ลั่วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539 : 41 44 ; อ้างอิงจาก Bloom. 1956) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผลและที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยเป็น 3 อย่าง ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็น หรือมีบทบาทมากที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุตัวไหนเป็นผล

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่าความสัมพันธ์ย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างของระบบและสิ่งของ เรื่องราว และการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องด้วยอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลักเป็นแกนกลาง มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไร หรือยึดคติใด

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ลักษณะการคิดวิเคราะห์ของบลูมเป็นแนวทางในการวิจัย

5.4 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546:26 -30) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์มี 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความสามารถในการตีความ หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์ เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้นเป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ โดยเกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินใจย่อมแตกต่างกันตามความรู้ ประสบการณ์ ค่านิยมของแต่ละบุคคล และความสามารถในการเชื่อมโยงเหตุผล

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ หมายถึง เราจะคิดวิเคราะห์ได้ดีนั้น ต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานของเรื่องนั้น เพราะความรู้ จะช่วยกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ แจกแจง และจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง มีทั้งหมดหมู่จัดลำดับความสัมพันธ์อย่างไร และรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุ

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัย และช่างถาม หมายถึง นักคิดเชิงวิเคราะห์ต้องมีองค์ประกอบทั้ง 3 นี้ร่วมด้วย เพราะจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ ขอบเขตของคำถามจะต้องยึดหลัก 5 W 1 H คือ ใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) เพราะเหตุใด (Why) อย่างไร (How)

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผล จำแนกแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นความเท็จ สิ่งใดมีรายละเอียดสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร

5.5 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2539 :149 – 154) คือ การวัดความสามารถในการพิจารณาแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด จะเห็นได้ว่าความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์จะต้องมีเหตุผลมาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณา การวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. วิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์มูลเหตุ ต้นกำเนิด ผลลัพธ์ และความสำคัญของเรื่องราวทั้งปวง เป็นการเปรียบเทียบว่าเหตุผลใดถูกต้องที่สุด ตัวอย่างคำถามเช่น คณิตศาสตร์สาขาใดต้องใช้เหตุผลมากที่สุด

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างติดต่อเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร ตัวอย่างคำถามเช่น เพราะเหตุใดรุ่งจึงโค้งตามแนวโค้งของโลก

3. วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวที่น่าจะยึดถือหลักการใด มีเทคนิคการเขียนอย่างไรจึงชวนให้คนอ่านมีมโนภาพหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ตัวอย่างคำถาม เช่น การเกิดลมบกลมทะเลอาศัยหลักการใด

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามแนวทางของบลูมเป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในวิชาวิทยาศาสตร์

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยต่างประเทศ

กอสไบ (Gosbi. 1982 : 1914-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมกับพัฒนาการทางสติปัญญาและตัวแปรอื่น ๆ ได้แก่ เกรดเฉลี่ยและความถนัดทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างประชากร คือ นักศึกษาที่เลือกเรียนวิชาแคลคูลัสและวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหลัก จำนวน 85 คน พบว่า พัฒนาการทางด้านสติปัญญา เกรดเฉลี่ยและความถนัดทางการเรียนของนักศึกษาทั้งหมด มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โนแวก และคณะ (Novak & Other 1983: 625-645) ทำการวิจัยโดยใช้แผนผังมโนคติและมโนติรูปตัววี กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างแผนผังมโนคติและมโนติรูปตัววี ผลการเรียนรู้อาชีววิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ เกรด 7 และเกรด 8 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการสอนโดยใช้แผนผังมโนติรูปตัววี แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 มีความสามารถในการสร้างมโนติรูปตัววีและผังมโนติได้แต่ยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และพบว่านักเรียนเกรด 7 มีความสามารถในการสร้างมโนติรูปตัววีสูงกว่านักเรียนเกรด 8 ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะระยะเวลาที่ใช้แตกต่างกันธรรมชาติของเนื้อหาวิชาที่ใช้ในการเรียนการสอนแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนติและมโนติรูปตัววี มีความสามารถในการแก้ปัญหา ได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม

พาดิลลา และคณะ (Padilla & Other. 1983 : 239-246) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผสม และความสามารถในการคิดแบบนามธรรมตามทฤษฎีของเพียเจต์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7-12 จากโรงเรียนนอกเมืองออตลันดาและเจอร์เจียร์ พบว่าความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมสัมพันธ์กับการคิดอย่างมีเหตุผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อับราฮัมและเร็นเนอร์ (Abraham & Renner. 1986 : 121-143) ได้ศึกษาผลงานการวิจัยของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้ในวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษา พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนววงจรการเรียนรู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาวิชาและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาเคมีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ และนอกจากนี้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังมีผลต่อความคงทนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รูบิน (Rubin. 1989 : 3469-A) ได้ศึกษายุทธการสอนทำต้นแบบเป็นระบบเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการ และความสามารถในการใช้เหตุผลในเชิงพุทธิพิสัยแบบเป็นทางการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนระดับกลางในเมือง นักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในช่วงเวลา 3 เดือน จากครูซึ่งได้รับการฝึกกลยุทธ์การสอนการทำต้นแบบเชิงระบบทดลองกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนจากครูที่ฝึกกลยุทธ์การควบคุม วงจรการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ตามแบบเดิม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนกลุ่มที่ 2 และนักเรียนกลุ่มที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสรุปกลยุทธ์การสอนทำต้นแบบเป็นระบบ จัดเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการของนักเรียน

ลัมพकिन (Lumpkin. 1991 : Abstract) ศึกษาผลการสอนทักษะการคิดวิเคราะห์ที่มีต่อความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมของนักเรียนเกรด 5 และเกรด 6 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อได้สอนทักษะการคิดวิเคราะห์แล้ว นักเรียนเกรด 5 และเกรด 6 มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนเกรด 5 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในเนื้อหาวิชาไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนเกรด 6 ที่เป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม

6.2 งานวิจัยในประเทศ

ลำพูน บุญโสภณ (2540) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การขนส่งและการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการสอนโดยใช้มโนติรูปตัววีกับการสอนตามปกติและหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการสุ่มอย่างง่าย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนข้าสูงพิทยาคม กิ่งอำเภอข้าสูง จังหวัดขอนแก่น ได้กลุ่มทดลอง 40 คน สอนโดยใช้มโนติรูปตัววี และกลุ่มควบคุม 40 คน สอนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน แผนการสอนตามปกติ และแผนการสอนโดยใช้มโนติรูปตัววีเรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบ Pretest - Posttest Control Group Design ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการสอนโดยใช้แผนการ

สอนมนิโมติรูปตัววีสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับการสอนตามแผนการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการขนส่งและการสื่อสารกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิชชุดา งามอักษร (2541 :บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอบแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอบตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มงคล เสนามนตรี (2542) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกสีเขียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการสอนโดยใช้ผังมโนมิติรูปตัววีกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกสีเขียว ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติรูปตัววีสูงกว่านักเรียนที่สอนปกติตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ผังมโนมิติรูปตัววีสูงกว่านักเรียนที่สอนปกติตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภัทราภรณ์ พิทักษ์ธรรม (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนภูมิโนทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนภูมิโนทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มนมนัส สุตสัน (2543 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

ภัทราภรณ์ วงศ์ราสี (2544) ได้ประยุกต์ใช้มโนติรูปตัววีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องระบบนิเวศร่วมกับหลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีผู้ร่วมวิจัย ประกอบด้วย ผู้วิจัย ครูผู้ร่วมวิจัย ซึ่งเป็นครูวิชาการโรงเรียนและครูวัดผลประเมินผลของโรงเรียน จำนวน 2 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนบ้านยางคำ อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น จำนวน 19 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสร้างมโนติรูปตัววีได้สอดคล้องสัมพันธ์กันทั้งทางด้านการกระทำและด้านความคิด โดยพิจารณาแต่ละองค์ประกอบตามเกณฑ์การให้คะแนน และนักเรียนสามารถเขียนได้ครบทุกองค์ประกอบทั้ง 7 แบบ การสอนโดยนักเรียนแต่ละคนสามารถสร้างมโนติรูปตัววีได้ โดยคนที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 24 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 96 คน ที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 16.43 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.72 และคะแนนเฉลี่ยรวมของนักเรียนทั้งหมด คือ 20.27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด คือ 81.08

จรงค์ ตั้งละมัย (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการฝึกความคิดอเนกนัยในเนื้อหาต่างกัน ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยที่มีเนื้อหาเป็นรูปภาพกับภาษา มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยที่มีเนื้อหาเป็นสัญลักษณ์กับรูปภาพ และเนื้อหาเป็นสัญลักษณ์กับภาษา มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฝึกความคิดอเนกนัยในเนื้อหาต่างกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์หรืออย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เบญจา เรืองเสมอ (2549 : 90-95) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยในกลุ่มทดลองดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม และในกลุ่มควบคุมจัดการเรียนรู้ตามปกติ ผลการวิจัย

พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสำคัญต่อวิธีการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการทดลองแบบ posttest-only control group design
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
 - 3.1 การจัดการเรียนรู้
 - 3.1.1 แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มนิตรูปตัววี
 - 3.1.2 แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
 - 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 3.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หิวชาวิทยาศาสตร์
 - 3.2.2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
4. การดำเนินการทดลอง
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองทรงกระเทียม สำนักงานเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 3 ห้องเรียน เป็นนักเรียนชาย 58 คน นักเรียนหญิง 48 คน รวมทั้งสิ้น 106 คนในการจัดนักเรียนแต่ละคนเข้าชั้นเรียนนั้น มีการจัดห้องเรียนแบบคละเทศและความสามารถทางการเรียนของนักเรียน เนื่องจากโดยฝ่ายวิชาการสายชั้นของโรงเรียนได้ใช้เพศและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้มาเป็นเกณฑ์การพิจารณาจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองทรงกระเทียม สำนักงานเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 71 คน โดยการเลือกตัวอย่างกลุ่มชั้นเดียว (one – stage cluster sampling) (สุชาติ กิระนันท์. 2538 : 197) ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มเนื่องจากโดยฝ่ายวิชาการสายชั้นของโรงเรียนได้ใช้เพศและ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ มาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียนแต่ละห้องเรียนจะมีเพศและคะแนนเฉลี่ยของภาคเรียนที่ผ่านมาใกล้เคียงกัน ทำการสุ่มโดย

1. สุ่มห้องเรียนโดยวิธีจับฉลาก 2 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 3 ห้องเรียน
2. สุ่มกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีจับฉลากห้องเรียนจากข้อ 1 เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน เป็นนักเรียนชาย 19 คน นักเรียนหญิง 17 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน เป็นนักเรียนชาย 20 คน และนักเรียนหญิง 15 คน

2. แบบแผนการทดลองแบบ posttest-only control group design

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ posttest-only control group design ดังตาราง 2

ตาราง 2 แบบแผนการทดลองแบบ posttest-only control group design

กลุ่ม	เงื่อนไข	สอบหลัง
E (R)	X_1	T_2
C (R)	X_2	T_2

โดยกำหนดตัวแปรแทนสัญลักษณ์ ดังนี้

E แทน	นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนมติรูปตัววี
C แทน	นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
R แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random Assigment)
X_1 แทน	เงื่อนไข การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนมติรูปตัววี
X_2 แทน	เงื่อนไข การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
T_2 แทน	การสอบหลัง (posttest) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนมติรูปตัววี
T_2 แทน	การสอบหลัง (posttest) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 x 2 factorial design ดังนี้

1. ตัวแปรการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มี 2 แบบ
 - 1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนคติรูปตัววี
 - 1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
2. เพศ
 - 2.1 ชาย
 - 2.2 หญิง

ตัวแปรตาม

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

วิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง (Two-way MANOVA) โดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 x 2 factorial design ดังตาราง 3

ตาราง 3 รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 x 2 factorial design

เพศ (B)	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (A)	
	โดยครูใช้มโนคติรูปตัววี (a_1)	ตามปกติ (a_2)
ชาย (b_1)	$\bar{X}_{a_1 b_1}$	$\bar{X}_{a_2 b_1}$
หญิง (b_2)	$\bar{X}_{a_1 b_2}$	$\bar{X}_{a_2 b_2}$

โดยกำหนดตัวแปรแทนสัญลักษณ์ ดังนี้

- $\bar{X}_{a_1 b_1}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชายที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้ มโนคติรูปตัววี / ชาย
- $\bar{X}_{a_2 b_1}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชายที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ / ชาย
- $\bar{X}_{a_1 b_2}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิงที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้ มโนคติรูปตัววี / หญิง
- $\bar{X}_{a_2 b_2}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิงที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ / หญิง

การวิจัยตามแผนการทดลอง การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นไปตามขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มตัวอย่างมา 2 ห้องเรียนจาก 3 ห้องเรียน โดยการเลือกตัวอย่างกลุ่มชั้นเดียว (one – stage cluster sampling) ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบบจับฉลาก ดังตาราง 4

ตาราง 4 จำนวนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองทรงกระเทียม

ชั้นประถมศึกษาปีที่	จำนวนนักเรียน/คน		รวม
	ชาย	หญิง	
5/1	19	17	36
5/2	19	16	35
5/3	20	15	35
รวม	58	48	106

2. จากข้อ 1 สุ่มได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 ห้องเรียน คือห้อง 5/1 และ 5/3

3. ทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง โดยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนโดยใช้สถิติที (t-test) ดังตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	SD	t	p
5/1	36	69.36	7.89	.513	.810
5/3	35	68.40	7.89		

จากตาราง 5 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างห้อง 5/1 และ 5/3 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีความสามารถพื้นฐานการเรียนของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

4. นำกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 ห้องเรียน ทำการสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งโดยจับฉลากเพื่อให้ได้กลุ่มทดลองจำนวน 36 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 35 คน ดังตาราง 6

ตาราง 6 กลุ่มทดลองจำนวน 36 คนและกลุ่มควบคุมจำนวน 35 คน จำแนกตามเพศ ดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)		รวม
	ชาย	หญิง	
กลุ่มทดลอง	19	17	36
กลุ่มควบคุม	20	15	35
รวม	39	32	71

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.1 การจัดการเรียนรู้

3.1.1 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววี

3.1.2 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

การวางแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาโครงสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววีและเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

2. สร้างและหาคุณภาพแบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววีกับแบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ โดย

2.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ลำดับความคิด ต่อเนื่องและขอบข่ายของเนื้อหา จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

2.2 กำหนดสาระการเรียนรู้ เพื่อนำมา เป็นเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยครูใช้มโนติรูปตัววีและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

2.3 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่เพื่อจัดทำหน่วยการเรียนรู้ แรงและความดัน ดังตาราง 7

ตาราง 7 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสาระที่ 4

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงที่ 2 ชั้นป.4-6	แผนการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้
<p>1. ทดลอง และอธิบายได้ว่า เมื่อดึงหรือผลักวัตถุด้วยแรง ที่มากกว่าหนึ่งแรงจะมีผล ต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ เสมือนมีแรงหนึ่งแรง ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของแรงนั้น</p> <p>2. สำรวจตรวจสอบ และอธิบายความดันของอากาศ และความดันในของเหลว แรงลอยตัวในของเหลวมีผลให้วัตถุจมหรือลอย</p> <p>3. สำรวจตรวจสอบ และอธิบายได้ว่าแรงเสียดทานเป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ และยกตัวอย่างแรงเสียดทานจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<p>- แรงลัพธ์</p> <p>-แรงดันของอากาศ</p> <p>-แรงดันของน้ำ</p> <p>-แรงลอยตัว</p> <p>-แรงเสียดทาน</p>	แรงและความดัน

2.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มนมตีรูปตัววี และแผนการวัดการการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติอย่างละ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ แต่แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลา 3 คาบ รวม 15 คาบ ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

2.4.1 ชื่อเรื่อง

2.4.2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

2.4.3 สาระสำคัญ

2.4.4 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.4.5 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.4.6 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

2.4.7 กระบวนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันโดยการ

เปรียบเทียบดังตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนทัศน์ตัววิกับแบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

ครูใช้มโนทัศน์ตัววิ	ตามปกติ
<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (engagement)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ชักถามปัญหา - ทบทวนความรู้เดิม 	<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (engagement)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ชักถามปัญหา - ทบทวนความรู้เดิม
<p>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (exploration)</p> <p>2.1 <u>ขั้นโยงความรู้เดิม – ใหม่ (ขั้นโยงความรู้)</u></p> <p>2.2 <u>ขั้นโยงความรู้กับทักษะกระบวนการ</u></p> <p>2.2.1 ครูแจกใบงานที่ 1 ให้นักเรียนศึกษา</p> <p>2.2.2 ครูเขียนแผนผังมโนทัศน์ตัววิบนกระดานเพื่ออธิบายโครงสร้างส่วนประกอบของวี</p> <p>2.2.3 ครูแจกใบงานมโนทัศน์ตัววิ</p> <p>2.2.4 ครูใช้คำถาม ถามไปที่การทดลอง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับสมมติฐานและการกำหนดและควบคุมตัวแปร</p> <p>2.2.5 ครูใช้มโนทัศน์ตัววิอธิบายถึงการทดลองโดยการสรุปย่อถามเกี่ยวกับทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ แล้วจึงให้ผู้เรียนระบุสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนทางซ้ายมือ</p> <p>2.3 <u>ขั้นสร้างความรู้</u></p> <p>นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ขึ้นมาใหม่จากการลงมือปฏิบัติการทดลอง</p> <p>2.4 ขณะนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูเป็นที่ปรึกษา</p>	<p>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (exploration)</p> <p>2.1 ครูแจกใบงานที่ 1 ให้นักเรียนศึกษา</p> <p>2.2 ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายก่อนการทดลอง</p> <p>2.3 นักเรียนร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง</p> <p>2.4 ขณะนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูเป็นที่ปรึกษา</p>

ตาราง 8 (ต่อ)

ครูใช้โมเดลรูปตัววี	ตามปกติ
ขั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) 3.1 นักเรียนศึกษาจากใบงาน 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลปฏิบัติ กิจกรรมลงในใบงาน 3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมา อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง	ขั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) 3.1 นักเรียนศึกษาจากใบงาน 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลปฏิบัติ กิจกรรมลงในใบงาน 3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาอภิปราย ผลและสรุปผลการทดลอง
ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (elaboration) 4.1 นักเรียนทำใบงาน 4.2 นักเรียนศึกษาใบความรู้ 4.3 ครูให้ความรู้เพิ่มเติม	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (elaboration) 4.1 นักเรียนทำใบงาน 4.2 นักเรียนศึกษาใบความรู้ 4.3 ครูให้ความรู้เพิ่มเติม
ขั้นที่ 5 ประเมิน (evaluation) ครูตรวจแบบบันทึกกิจกรรมที่ ผ่านเกณฑ์การ ประเมิน ร้อยละ 60 %	ขั้นที่ 5 ประเมิน (evaluation) ครูตรวจแบบบันทึกกิจกรรมที่ ผ่านเกณฑ์การ ประเมิน ร้อยละ 60 %

การหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววี มีขั้นตอนดังนี้

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขโดยปรับภาษาและกิจกรรมให้เหมาะสมและสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววี

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองทรงกระเทียม สำนักงานเขตลาดพร้าว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบ เช่น ระยะเวลา การสื่อความหมาย แล้วนำมาแก้ไขโดยเพิ่มเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววีในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยครูใช้มโนมติรูปตัววี ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ จำนวน 2 ชุด คือ

3.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์

3.2.2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และวิธีสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของบลูมและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2. เขียนนิยามปฏิบัติการของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ตามที่นิยามไว้ใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแรงและความดัน มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ สร้างขึ้น เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

4. นำแบบทดสอบที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน (ภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.7 - 1.0 ได้ 30 ข้อ (ภาคผนวก ง)

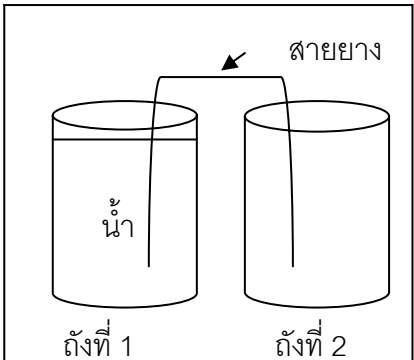
5. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วจากข้อ 4 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน ตรวจให้คะแนน เพื่อวิเคราะห์รายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ค่าความยากอยู่ระหว่าง .48 - .63 (ภาคผนวก ง) และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .20 - .52 (ภาคผนวก ง)

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบปรนัยที่มีการให้คะแนนเป็น 0 และ 1 โดยใช้สูตร KR - 20 ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ .841

7. คำนวณเวลาที่เหมาะสมในการทำข้อสอบ โดยเก็บข้อมูลจากผู้เข้าสอบ ร้อยละ 80 ที่สามารถทำข้อสอบเสร็จ 60 นาที และนำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกมาจัดพิมพ์และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ใช้รูปภาพ ตอบคำถามข้อ 0 – 000



1. กรอกน้ำใส่สายยางจนเต็มแล้ว
2. ใช้มือปิดปลายทั้งสองข้างไว้
3. เอาปลายสายยางจุ่มลงในถังน้ำทั้ง 2 ใบโดยถังที่ 1 มีน้ำ ถังที่ 2 ไม่มีน้ำ สักครู่พบว่า ถังที่มีน้ำ ไหลตามสายยางไปอีกถังหนึ่ง ต่อมาถังทั้ง 2 ใบ มีน้ำเท่ากัน

0. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด ?

- ก. น้ำจากถังที่ 2 ไหลลงสู่ถังที่ 1
- ข. น้ำจากถังที่ 1 ไหลลงสู่ถังที่ 2
- ค. อากาศในถังที่ 2 ดันให้น้ำไหล
- ง. น้ำไหลออกจากสายยางเล็กน้อย

(วิเคราะห์ความสำคัญ)

เฉลย ข.

00. ข้อความใดกล่าวถึงความสัมพันธ์ ได้ถูกต้อง ?

- ก. ที่ระดับเดียวกันความดันอากาศมีค่าเท่ากัน
- ข. ความดันของน้ำเพิ่มขึ้นตามระดับความสูง
- ค. ระดับความสูงเพิ่มขึ้นความดันอากาศเพิ่มขึ้น
- ง. ที่ระดับเดียวกันความดันอากาศมีค่าไม่เท่ากัน

(วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

เฉลย ก.

000. จากข้อที่ 00 ยกถังที่ 2 ให้สูงกว่าถังที่ 1 ทำให้น้ำเกิดการถ่ายเทน้ำจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ หรือเรียกว่า กาลักน้ำ กาลักน้ำใช้หลักการใด ?

- ก. แรงดันอากาศ
- ข. อุณหภูมิของอากาศ
- ค. ความหนาแน่นของน้ำ
- ง. น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ

(วิเคราะห์หลักการ)

เฉลย ก.

แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากแนวแบบทดสอบของ รสชกร บุบผาคำ (2545) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติและเขียน-ตอบ ตามกิจกรรมที่กำหนดให้ในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งประกอบด้วย 2 สถานการณ์ โดยใช้เนื้อหาจากวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แบ่งการทดลอง 2 สถานการณ์ ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 รูปร่างของวัตถุมีผลต่อการจมและการลอย

สถานการณ์ที่ 2 พื้นผิวของวัตถุกับการเคลื่อนที่

การดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบเพื่อนำไปใช้ในการวิจัย
2. ศึกษาการสร้าง และพัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ จากเอกสารและงานวิจัยของ รสชกร บุบผาคำ (2545)

3. เขียนนิยามปฏิบัติการ ตามคุณลักษณะที่จะวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่

3.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการสร้างสมมติฐานการทดลองได้สอดคล้องกับปัญหา เขียนเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามของสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน

3.2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling) หมายถึง ความสามารถในการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน

3.3 ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัตถุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง โดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน

3.4 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายของข้อมูล และสรุปผลสอดคล้องกับปัญหาการทดลอง โดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน

3.5 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง ความสามารถในการให้ความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ บอกลักษณะทั่วไปจากการปฏิบัติการทดลองโดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน

4. สร้างแบบทดสอบเป็นแบบวัดการปฏิบัติ โดยใช้สถานการณ์เป็นการกำหนดกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ และเป็นสถานการณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงและความดัน ซึ่งแจ้งให้เห็นความสำคัญของกิจกรรม ชี้บ่งให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่กำหนดตามเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) โดยแบบทดสอบมี 1 ฉบับ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบ่งออกเป็น 2 สถานการณ์ และให้นักเรียนปฏิบัติ 6 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

กิจกรรมที่ 2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

กิจกรรมที่ 3 การออกแบบการทดลอง

กิจกรรมที่ 4 การบันทึกผลการทดลอง

กิจกรรมที่ 5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

กิจกรรมที่ 6 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

5. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนซึ่งในที่นี้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนประเภทภาพรวม (Holistic Rubric scoring) ในการปฏิบัติงานของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแยกตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะ

6. นำแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน (ภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ง)

7. นำแบบทดสอบที่ผ่านตรวจสอบจาก ข้อ 6 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน โดยมีผู้ประเมิน 2 คน ในการให้คะแนนทักษะด้านการทดลองของนักเรียนแต่ละคน หาค่าความเชื่อมั่นของการตรวจโดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) ได้ค่าเท่ากับ .804 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

8. นำผลที่ได้จากแบบทดสอบ มาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของ แบบทดสอบ โดยหาข้อบกพร่องของแบบทดสอบในวิธีดำเนินการสอบ การชี้แจงในแบบทดสอบ การกำหนดเวลา โดยระยะเวลาที่เหมาะสมคือ 90 นาที และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .26 - .76 ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ .701 (ภาคผนวก ง)

9. จัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด

เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric ของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน แยกในแต่ละทักษะตามกิจกรรมในแบบทดสอบวัดการปฏิบัติดังนี้

- ทักษะการตั้งสมมติฐาน ประเมินจากแบบบันทึกการทดลองในกิจกรรมที่ 1
- ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ประเมินจากแบบบันทึกการทดลองในกิจกรรมที่ 2
- ทักษะการทดลอง ประเมินจากแบบบันทึกการทดลองในกิจกรรมที่ 3-4 และแบบสังเกตพฤติกรรม

โดยแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย 3 ด้าน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

- ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ประเมินจากแบบบันทึกการทดลองในกิจกรรมที่ 5

- ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ ประเมินจากแบบบันทึกการทดลองในกิจกรรมที่ 6

ผู้วิจัยได้พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละทักษะ จากเกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการทดลอง ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 58-73) ดังตาราง 9-13

ตาราง 9 เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบวัดการปฏิบัติ ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน

ระดับคุณภาพ	รายการประเมิน
3 หรือ ดี	1. สามารถสร้างสมมติฐานได้สอดคล้องปัญหาการทดลอง แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่มีอยู่ในการทดลอง 2. เขียนสมมติฐานในรูปข้อความที่เป็นประโยคบอกเล่าที่สื่อความหมายชัดเจนและกระชับได้
2 หรือ พอใช้	1. สามารถสร้างสมมติฐานได้สอดคล้องปัญหาการทดลอง แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่มีอยู่ในการทดลอง 2. เขียนสมมติฐานในรูปข้อความที่เป็นประโยคบอกเล่าที่สื่อความหมายได้
1 หรือ ปรับปรุง	เขียนสมมติฐานในรูปข้อความที่เป็นประโยคบอกเล่าที่สื่อความหมายได้
0 หรือ ใช้ไม่ได้	ไม่ตอบ / ไม่สอดคล้อง

ตาราง 10 เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
แบบวัดการปฏิบัติ ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ระดับคุณภาพ	รายการประเมิน
3 หรือ ดี	สามารถระบุ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ครบถ้วนสมบูรณ์
2 หรือ พอใช้	สามารถระบุตัวแปรได้ไม่ครบถ้วน ระบุได้ถูกต้องเพียง 2 ตัวแปร
1 หรือ ปรับปรุง	สามารถระบุตัวแปรได้ไม่ครบถ้วน ถูกต้องเพียง 1 ตัวแปร
0 หรือ ใช้ไม่ได้	ไม่ตอบ / ไม่สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

ตาราง 11 เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
แบบวัดการปฏิบัติด้านทักษะการทดลอง

1. การออกแบบการทดลอง

ระดับคุณภาพ	รายการประเมิน
3 หรือ ดี	1. ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้ถูกต้อง ครบถ้วน 2. อธิบายการทดลองได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสมมติฐาน
2 หรือ พอใช้	1. ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้ถูกต้อง 2. อธิบายการทดลองได้ถูกต้องแต่ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน หรือ 1. ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้ไม่ครบถ้วน 2. อธิบายการทดลองได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสมมติฐาน
1 หรือ ปรับปรุง	อธิบายการทดลองได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
0 หรือ ใช้ไม่ได้	ไม่ตอบ/ ไม่สอดคล้อง

2. การปฏิบัติการทดลอง (แบบสังเกตพฤติกรรม)

ระดับคุณภาพ	รายการประเมิน
3 หรือ ดี	สามารถดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ต่างๆได้เองอย่างถูกต้อง
2 หรือ พอใช้	สามารถดำเนินการทดลองได้เองแต่ให้คำแนะนำการใช้อุปกรณ์เป็นบางครั้ง
1 หรือ ปรับปรุง	สามารถดำเนินการทดลองได้แต่ต้องให้ความช่วยเหลือตลอดเวลาในการทดลองและการใช้อุปกรณ์
0 หรือ ใช้ไม่ได้	ไม่สามารถดำเนินการทดลองได้ / ไม่ปฏิบัติการทดลอง

3. การบันทึกผลการทดลอง

ระดับคุณภาพ	รายการประเมิน
3 หรือ ดี	สามารถออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองที่ชัดเจนและบันทึกผลการทดลองได้อย่างสมบูรณ์ครบถ้วน
2 หรือ พอใช้	สามารถออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องแต่บันทึกผลการทดลองยังไม่สมบูรณ์
1 หรือ ปรับปรุง	ต้องให้คำแนะนำในการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองรวมทั้งการบันทึกผลการทดลอง
0 หรือ ใช้ไม่ได้	ไม่ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองและไม่บันทึกผลการทดลอง

เกณฑ์การประเมินทักษะการทดลองในภาพรวม

นำคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะการทดลอง ทั้ง 3 ด้าน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง (แบบสังเกตพฤติกรรม) และการบันทึกผลการทดลอง มาหาค่าเฉลี่ยโดยมีเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมทั้ง 3 ด้าน	ระดับคุณภาพ
2.51 - 3.00	ดี
1.51 - 2.50	พอใช้
0.51 - 1.50	ปรับปรุง
0.00 - 0.50	ใช้ไม่ได้

ตาราง 12 เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
แบบวัดการปฏิบัติ ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ระดับคุณภาพ	รายการประเมิน
3 หรือ ดี	สามารถแปลความหมายของข้อมูลที่มีอยู่ถูกต้องและสรุปผลสอดคล้องกับปัญหาการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 6 ข้อ
2 หรือ พอใช้	สามารถแปลความหมายของข้อมูลที่มีอยู่และสรุปผลสอดคล้องกับปัญหาการทดลองได้ไม่ครบถ้วน ถูกต้อง 4-5 ข้อ
1 หรือ ปรับปรุง	สามารถแปลความหมายของข้อมูลที่มีอยู่และสรุปผลสอดคล้องกับปัญหาการทดลองได้ไม่ครบถ้วน ถูกต้อง 1-3 ข้อ
0 หรือ ใช้ไม่ได้	ไม่ตอบ/ ไม่สามารถตอบได้ถูกต้อง 1-6 ข้อ

ตาราง 13 เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
แบบวัดการปฏิบัติ ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ

ระดับคุณภาพ	รายการประเมิน
3 หรือ ดี	สามารถให้ความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ บอกลักษณะทั่วไปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยเขียนเป็นประโยคที่สมบูรณ์ รัดกุมและชัดเจน
2 หรือ พอใช้	สามารถให้ความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ บอกลักษณะทั่วไปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยเขียนเป็นประโยคที่สมบูรณ์ได้
1 หรือ ปรับปรุง	สามารถให้ความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ บอกลักษณะทั่วไปจากการปฏิบัติการทดลองได้
0 หรือ ใช้ไม่ได้	ไม่ตอบ / ให้ความหมายของคำแต่ไม่สอดคล้องกับลักษณะทั่วไปจากการปฏิบัติการทดลอง

4. การดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลองตามลำดับดังนี้

1. จัดทำปฏิทินดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 60 นาที รวม 15 ชั่วโมง

2. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแรงและความดัน แบบเลือกตอบไปทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่างในเวลาเดียวกัน ส่วนแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการดำเนินการสอบดังนี้

2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 6 คน จำนวน 6 กลุ่ม จับฉลากลำดับกลุ่มในการทดสอบ

2.2 แจกแบบทดสอบวัดการปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการให้นักเรียนแต่ละคน ให้แต่ละกลุ่มเข้าห้องสอบตามลำดับ ครั้งละ 2 กลุ่ม โดยแต่ละครั้งใช้เวลาห่างกัน 15 นาที เพื่อสังเกตพฤติกรรมผลการทดลองของนักเรียนแต่ละคนได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2.3 เมื่อนักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ครูบันทึกพฤติกรรมผลการทดลองของนักเรียนเป็นรายบุคคล ตามกลุ่มการทดลอง

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ มาตรวจให้คะแนนตอบถูกได้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน และแบบวัดการปฏิบัติให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด (Rubric) มาวิเคราะห์ ข้อมูลตามสมมติฐาน โดยใช้สถิติ 2 – WAY MANOVA

4. ดำเนินการตามปฏิทินการทดลอง ดังตาราง 14

ตาราง 14 ปฏิทินดำเนินการทดลอง

ครั้งที่	เรื่อง	ว /ด /ป	เวลา	จำนวน คาบ	กลุ่ม ทดลอง	กลุ่ม ควบคุม	หมายเหตุ
1	ปฐมนิเทศ	24ม.ค.51			✓	✓	
2	แรงทำให้เกิด อะไรบ้าง	25ม.ค.51	11.00-12.00น.	1	✓	✓	แผนทบทวน
		25ม.ค.51	13.00-14.00น.	1	-	✓	
3	แรงลัพธ์คืออะไร	28ม.ค.51	10.00-12.00น.	2	✓	-	
		30ม.ค.51	09.00-11.00น.	2	-	✓	
		1ก.พ.51	11.00-12.00น.	1	-	✓	
		1ก.พ.51	13.00-14.00น.	1	✓	-	
4	อากาศมีแรง กระทำหรือไม่	4ก.พ.51	10.00-12.00น.	2	✓	-	
		6ก.พ.51	09.00-11.00น.	2	-	✓	
		8ก.พ.51	11.00-12.00น.	1	-	✓	
		8ก.พ.51	13.00-14.00น.	1	✓	-	
5	ของเหลวมีแรง กระทำหรือไม่	11ก.พ.51	10.00-12.00น.	2	✓	-	
		13ก.พ.51	09.00-11.00น.	2	-	✓	
		15ก.พ.51	11.00-12.00น.	1	-	✓	
		15ก.พ.51	13.00-14.00น.	1	✓	-	
6	แรงลอยตัว	18ก.พ.51	10.00-12.00น.	2	✓	-	
		20ก.พ.51	09.00-11.00น.	2	-	✓	
		22ก.พ.51	11.00-12.00น.	1	-	✓	
		22ก.พ.51	13.00-14.00น.	1	✓	-	
7	แรงเสียดทาน	25ก.พ.51	10.00-12.00น.	2	✓	-	
		27ก.พ.51	09.00-11.00น.	2	-	✓	
		29ก.พ.51	11.00-12.00น.	1	-	✓	
		29ก.พ.51	13.00-14.00น.	1	✓	-	
8		6มี.ค.51	09.00-10.00น.	1	✓	✓	ปัจฉิมนิเทศ ทดสอบหลัง เรียน
		7มี.ค.51			✓	✓	

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

5.1.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ใช้สูตรของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 249 ; อ้างอิงจาก Rovinelli & Hambleton. 1997.)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

5.1.2 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบเลือกตอบรู้โดยพิจารณาสัดส่วนจำนวนคนที่ตอบถูก (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 184. ;citing Hopkins and Antes. 1985 : 249)

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นทั้งหมด

5.1.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทางวิทยาศาสตร์แบบเลือกตอบ โดยใช้สูตรKR-20 (Kuder Richardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539:215)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ได้ในข้อหนึ่ง ๆ
			= $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
	q	แทน	สัดส่วนของคนตอบผิดในแต่ละข้อหรือเท่ากับ $1 - p$
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

5.1.4 หาดัชนีความง่าย (P_E) ของแบบทดสอบภาคปฏิบัติโดยใช้สูตร ของ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 :199-200 ; อ้างอิงจาก D.R. Whitney and D.L. Shabers. 1970 : 214-245) ดังนี้

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\min} - X_{\max})}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ค่าดัชนีความง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน ซึ่งได้จาก 25 % ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

5.1.5 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ โดยใช้สูตรการคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกของ D.R. Whitney and D.L. Shabers (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 199-200 ; อ้างอิงมาจาก D.R. Whitney & D.L. Shabers. 1970 : 214-245) ดังนี้

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\min} - X_{\max})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

5.1.6 หาค่าความเชื่อมั่นของการตรวจแบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน โดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 210-211) ดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 2
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1 กับ คะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 2
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวที่ได้จากผู้ให้ คะแนนคนที่ 1
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวที่ได้จากผู้ให้ คะแนนคนที่ 2
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

5.1.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัค (Cronbach)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

5.2.1 ค่าสถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

5.2.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานทางการวิจัยข้อ 1-3 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง (Two-way MANOVA) ด้วยสถิติทดสอบ Λ (Wilks' Lambda) (กัลยา วานิชย์บัญชา. 2548 : 170-173)

5.2.2.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แตกต่างกัน (main effect) ด้วยสถิติทดสอบ เอฟ (F- test)

$$F_A = \left[\frac{1 - \hat{\Lambda}_A^*}{\hat{\Lambda}_A^*} \right] \frac{\langle ab(n-1) - p + 1 \rangle / 2}{\langle (a-1) - p + 1 \rangle / 2}$$

โดยที่ $\hat{\Lambda}_A^* = \frac{|SSE|}{|SSA + SSE|}$

โดยที่ $\hat{\Lambda}_A^*$ แทน สถิติทดสอบ Λ (wilks' Lambda)

$|SSE|$ แทน ค่าดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์ SSE

$|SSA|$ แทน ค่าดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์ SSA

a แทน จำนวนระดับของวิธีการจัดการเรียนรู้

b แทน จำนวนระดับของเพศ

p แทน จำนวนครั้งของการทดสอบในวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ

5.2.2.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่มีเพศแตกต่างกัน (main effect) ด้วยสถิติทดสอบเอฟ (F-test)

$$F_B = \left[\frac{1 - \hat{\Lambda}_B^*}{\hat{\Lambda}_B^*} \right] \frac{\langle ab(n-1) - p + 1 \rangle / 2}{\langle (a-1) - p + 1 \rangle / 2}$$

โดยที่ $\hat{\Lambda}_B^* = \frac{|SSE|}{|SSB + SSE|}$

โดยที่ $\hat{\Lambda}_B^*$ แทน สถิติทดสอบ Λ (wilks' Lambda)

$|SSB|$ แทน ค่าดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์ SSB

5.2.2.3 ศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรวิธีการจัดการเรียนรู้กับเพศที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน (Interaction effect) ด้วยสถิติทดสอบ เอฟ (F- test)

$$F = \left[\frac{1 - \Lambda^*}{\Lambda^*} \right] \frac{\langle ab(n-1) - p + 1 \rangle / 2}{\langle (a-1)(b-1) - p + 1 \rangle / 2}$$

โดยที่ $\Lambda^* = \frac{|SSE|}{|SSAB + SSE|}$

โดยที่ Λ^* แทน สถิติทดสอบ Λ (Wilks' Lambda)

$|SSAB|$ แทน ค่าดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์ SSAB

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนคติรูปตัววีที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
SD	แทน	คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
SS	แทน	ผลบวกกำลังสองของค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลและค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูล
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสอง
df	แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ
F	แทน	ค่าสถิติทดสอบ เอฟ
SSCP	แทน	เมทริกซ์ผลบวกของกำลังสองและผลคูณระหว่างกลุ่มข้อมูล (Sum of Squares and Cross Products)
Λ	แทน	ค่าสถิติทดสอบ วิลคส์แลมด้า (Wilks' Lambda)
กลุ่มทดลอง	แทน	วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนคติรูปตัววี
กลุ่มควบคุม	แทน	วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนคติรูปตัววีกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง

3. การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้กับเพศของนักเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ดังตาราง 15

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้ และเพศ

เพศ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้					
	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
	n	\bar{x}	SD	n	\bar{x}	SD
ชาย	19	22.26	4.09	20	19.60	2.87
หญิง	17	15.41	3.12	15	13.20	3.53
รวม	36	19.03	5.01	35	16.86	4.48

จากตาราง 15 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.03 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.01 กลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.48 โดยที่นักเรียนชายกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.26 และ 19.60 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.09 และ 2.87 ตามลำดับ นักเรียนหญิงกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.41 และ 13.20 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.12 และ 3.53 ตามลำดับ

ตาราง 16 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
ของนักเรียน ตามวิธีการจัดการเรียนรู้ และเพศ

เพศ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้					
	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
	n	\bar{x}	SD	n	\bar{x}	SD
ชาย	19	21.16	4.06	20	18.10	3.82
หญิง	17	14.47	3.02	15	13.13	3.36
รวม	36	18.00	4.91	35	15.97	4.36

จากตาราง 16 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน
กลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.91 กลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ย
เท่ากับ 15.97 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.36 โดยที่นักเรียนชายกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.16 และ 18.10 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.06 และ 3.82
ตามลำดับ นักเรียนหญิงกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.47 และ 13.13
ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.02 และ 3.36 ตามลำดับ

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้และเพศแตกต่างกัน ผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการ
จัดการเรียนรู้และเพศที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง (Two-way MANOVA) ซึ่งมี
รายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตาราง 17,18 และ ตาราง 19 ตามลำดับ

ตาราง 17 วิเคราะห์ความแปรปรวนในการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ

แหล่งความแปรปรวน	df	SSCP		Λ	F	p-Value
		ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์			
วิธีการจัดการเรียนรู้	1	104.175				
		93.924	84.680	.882	4.399	.016
เพศ	1	769.762				
		676.969	595.362	.501	32.879	.000
วิธีการจัดการเรียนรู้ *เพศ	1	.893				
		3.405	12.978	.958	1.456	.240

จากตาราง 17 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนมตรูปตัววีทำให้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนสูงกว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนจะแตกต่างกัน เมื่อมีเพศต่างกัน

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 ไม่พบปฏิสัมพันธ์ของวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ

จากผลที่ได้ข้างต้น ได้ทดสอบ Univariate ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ตามวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ ดังตาราง 18 และตาราง 19 ตามลำดับ

ตาราง 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p- Value
วิธีการจัดการเรียนรู้	104.176	1	104.176	8.846	.004
เพศ	769.762	1	769.762	65.366	.000
วิธีการจัดการเรียนรู้*เพศ	.893	1	.893	.076	.784
ความคลาดเคลื่อน	789.002	67	11.776		
รวม	1644.873	70			

จากตาราง 18 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววีมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 นักเรียนชายมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนหญิง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

ตาราง 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววีและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ ตามวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p- Value
วิธีการจัดการเรียนรู้	84.680	1	84.680	6.460	.013
เพศ	595.362	1	595.362	45.417	.000
วิธีการจัดการเรียนรู้*เพศ	12.978	1	12.978	.990	.323
ความคลาดเคลื่อน	878.295	67	13.109		
รวม	1564.000	70			

จากตาราง 19 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนมติรูปตัววี มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 นักเรียนชายมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนหญิง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สังเขปวัตถุประสงค์ สมมติฐาน และวิธีการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววีกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ โดยมีสมมติฐานคือ 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววีกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแตกต่างกัน 2) นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแตกต่างกัน และ 3) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับเพศที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนคลองทองกระเทียม สำนักงานเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน โดยกลุ่มทดลอง จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววี เป็นนักเรียนชาย 19 คน นักเรียนหญิง 17 คน รวมนักเรียน 36 คน และกลุ่มควบคุม จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติเป็นนักเรียนชาย 20 คน นักเรียนหญิง 15 คน รวมนักเรียน 35 คน ใช้ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้เองทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่างใช้เนื้อหาเดียวกัน คือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงและความดัน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ใช้เวลาจัดการเรียนรู้เท่ากัน จำนวน 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 60 นาที รวม 15 คาบ โดยกลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววี และกลุ่มควบคุม จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

ขั้นที่ 2 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้วทำการทดสอบหลังเรียน กับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หิวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ นำคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หิวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ที่ได้ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววี 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน ซึ่งมีความยากอยู่ระหว่าง .48 - .63 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .20 - .52 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .840 และ แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นแบบกำหนดสถานการณ์การทดลองให้ปฏิบัติ 2 สถานการณ์ 30 คะแนน มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .26 - .76 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .701

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบสมมติฐานข้อ 1, 2 และข้อ 3 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบ สองทาง (Two-way MANOVA)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววีที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองทรงกระเทียม สำนักงานเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร สรุปผลได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววีกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนติรูปตัววีมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

2. นักเรียนชายกับนักเรียนหญิง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 นักเรียนชายมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนหญิง

3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยครูใช้มโนคติรูปตัววีที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้อภิปรายผลตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนคติรูปตัววี มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ตามข้อ 1 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบัวศรี ประวะภูโต (2532) มงคล เสนามนตรี (2542) และมนมนัส สุดสิ้น (2543) ทั้งนี้เนื่องจาก ในการสอนโดยใช้มโนคติรูปตัววีนั้น นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยความเข้าใจทำให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากการที่ครูใช้มโนคติรูปตัววี ทำให้นักเรียนมีโอกาสคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง จากการผสมผสานเข้ากับความรู้เดิมและประสบการณ์เดิม ขณะเดียวกันนักเรียนก็จะใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเสาะหาข้อมูลจากเหตุการณ์หรือการทดลองนั้น เชื่อมโยงต่อเนื่องกันและกันระหว่างกระบวนการคิด กับการจัดกระทำของข้อมูล ทำให้นักเรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการแสวงหาความรู้กับความรู้ที่ได้ และระหว่างความคิดกับการกระทำ และสามารถบูรณาการความคิด การกระทำ และเจตคติได้อย่างมีความหมาย Guley (1982) Novak, Gowin & Johansen (1983) Lehman, Carter;& Kahle (1985) Tylor(1985) (อ้างอิงจาก นิภา ดำเนตร,2533)

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีคะแนนผลการทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ตามข้อ 2 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพีทัสและฮาเลย์ (Petus & Haley. 1980: 273-276) พบว่า ตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ เพศ อายุ และระดับชั้นจะส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับศาสตร์การสอนของทีศนา แชมมณี (2547) ระบุว่า การรับรู้ของสมองในเพศชายและเพศหญิงจะมีความแตกต่างกันในการใช้เหตุผล ลักษณะการคิดของเพศชายส่วนใหญ่มักมีการคิดแบบวิเคราะห์ (Analytical Style) เป็นการคิดโดยอาศัยสิ่งเร้าที่เป็นจริงเป็นพื้นฐานการคิดแบบวิทยาศาสตร์

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศไม่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนมีนัยสำคัญ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ตามข้อ 3 แสดงว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววีสามารถจัดการเรียนรู้ได้ทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิง เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองทั้ง 2 วิธีการจัดการเรียนรู้ โดยมีการคละนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ทำให้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววีส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในลักษณะเดียวกันทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิง สอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจา เรืองเสมอ (2549) ที่พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศไม่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววี จะช่วยให้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนสูงขึ้น ครูควรพิจารณานำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววีไปใช้ในการสอนหรือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ ที่มีเนื้อหาที่เน้นการทดลอง เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนให้ดีขึ้น

1.2 ครูควรสอนให้นักเรียนได้ปฏิบัติโครงงานวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ประเภทการทดลอง เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ก่อนจะเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววีเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

2.2 ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววีกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ

2.3 ควรมีการศึกษาวิจัยกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และแรงจูงใจในการเรียน เพื่อให้ทราบว่า ตัวแปรดังกล่าวมีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอย่างไร

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.
- . (2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545* . กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *การคิดเชิงวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ : ชัดเชสมี่เดีย จำกัด.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2548). *การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร*. กรุงเทพฯ : ธรรมสาร จำกัด.
- จงรักษ์ ตั้งละมัย. (2545). *ผลการฝึกความคิดนอกขนัยในเนื้อหาต่างกัันที่มีต่อความสามารถใน การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*.ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชำนาญ เอี่ยมล้ำอาจ. (2539). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมี วิจรรณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนแบบ สืบสวนสอบสวนเชิงนิติศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู*.ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทิตนา แหมมณี. (2547). *ศาสตร์การสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิภา ดำเนตร. (2533). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องธาตุและสมบัติของธาตุ โดยใช้แผนผัง มโนมติ และมโนมติรูปตัววีกับการสอนตามปกติ*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- บัวศรี ประวะภูโต. (2532). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจและการสืบพันธุ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนโดยใช้มโนมติรูปตัววีกับการสอนตามปกติ*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น:บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- บุญสม ครูททา. (2525). *การสร้างแบบการคิดเป็น*. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- เบญจา เรืองเสมอ. (2549). ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการตั้งคำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิทักษ์ เจริญวานิช. (2531). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้แผนผังมโนมิตีกับการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียน การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (พว.).
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรภรณ์ พัทธ์ธรรม. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนภูมิโน้ตส์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ภัทรภรณ์ วงศ์ราศรี. (2544). การประยุกต์ใช้มโนมิตีรูปตัววีร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- มงคล เสนามนตรี. (2542). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการสอนโดยใช้ผังมโนมิตีรูปตัววีกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- มนมนัส สุดสิ้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิจัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนแผนผังมโนมิตี. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2537). สารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 5-7. นนทบุรี: สุโขทัยธรรมมาธิราช..
- มาลินี จุฑะรพ. (2537). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : อักษรวิพัฒน์.

- รชชกร บุบผาคำ. (2545). การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2530). พจนานุกรมฉบับเฉลิมพระเกียรติ พุทธศักราช 2530. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- ลัดดา สุขปรีดี. (2523). เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ลำพูน บุญโสภณ. (2540). การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการขนส่งและการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการสอนโดยใช้มโนטיפตัววิกับการสอนตามปกติ วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา)ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *Constuctivism*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิชชุดา งามอักษร. (2541). การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2546). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.
- (2550). หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.
- สมจิต สวรรณไพบูลย์. (ม.ป.ป.). การสอนยุคโลกาภิวัตน์ เอกสารประกอบการบรรยายในโครงการส่งเสริมศักยภาพนักเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สรศักดิ์ แพรด้า. (2542). รายงานการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 โรงเรียนในหน่วยฝึกประสบการณ์วิชาชีพรุ
สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี. อุบลราชธานี: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.
ถ่ายเอกสาร.
- สวัสดิ์ ประทุมราช. (2543). ศิลปะการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง
ประเทศไทย.
- สุชาดา กิระนันท์.(2538).ทฤษฎีและวิธีการสำรวจตัวอย่าง. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุพร เข้มเฮง. (2539, ตุลาคม-ธันวาคม). ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนไทยเมื่อเปรียบเทียบกับนานาชาติ. สสวท. ปีที่24(ฉบับที่95) : 28-29.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2543). เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม.กรุงเทพฯ :
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ :
ภาพพิมพ์.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2517). การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม1และ 2.
กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คเซนเตอร์.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2519). เอกสารประกอบการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์กายภาพ. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2524). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2534). ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.
- (2536). วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.
- (2544). รายงานผลการรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำแผนแม่บทระยะยาวและแผนแม่บท พ.ศ.
2545 – 2549. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- . (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- Abraham M.R. and J.W. Renner. (1986). *The Sequence of Learning Cycle Activities in
High School Chemistry*. Journal of Research in Science Teaching.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1970). *Science: A
Process Approach New York : Commentary for Teacher*. AAAS.

- Bloom, Benjamins., ed. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: Cognitive Domain*. New York: David McKay Co Inc.
- (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York ; McGraw Hill Book company.
- Garland, Nell A. C. and Others. (1973). *Elementary Science Learning by Investigation*. 2nd ed. New York : Rand McNally.
- Gosbi, Ali Mohamed. (1982, December). "A Study of the Understanding of Process in Relation to Piaget Cognitive Development at the Formal Level, and Other Variables Among Prospective Teachers and College Science Majors," *Dissertation Abstracts International*. 43(6) : 1914-A.
- Jacobson, Willard J. and Bergman Abby Barry. (1980). *Science for Children*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall.
- James D. Lehmen. Charlotte Carter, Jane Butter kahle. (1985). Concept Mapping, Vee Mapping, and Achievement : Results of a Field Study with Block High School Students. *Journal of Research in Science Teaching*. 22(1985 : 633-673).
- Joseph D. Novak, D. Bob Gowin and Gerard T. Johensen. (1983). *The Use of Concept Mapping and Knowledge Vee Mapping with Junior High School Science Students*. *Science Education*, 67 (5): 625-645.
- Klopfer, L.E. (1971, Summer). "Evaluation of Learning in Sciences" *An Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*, New York : McGraw-Hill Book Co.
- Lumkin, Cynthia Rolen. (1991, May). "Effects of Teaching Critical Thinking Skills on the Critical Thinking Ability, Achievement and Retention of Social Studies Content by Fifth and Sixth Graders," *Dissertation Abstracts International*. 51(11) : 3694 -A.
- Martin, R.E. (1994). *Teaching Science for All Children* United States of America. Boston: Allynand Bacon.
- Novak, J.D. (1980). *Handbook for the Learning How to Learn Program*. New York : Cornell University.

- Novak, J.D. and Gowin, D.B. (1985). *Learning How to Learn*. New York : Cambridge University Press.
- Okey, James R. and Ronald L. Field. (1973). *Basic Process Skills Program*. Bloomington: Indiana University.
- Padilla, Michael J. and Others. (1983, March). The Relationship Between Science Process Skills and Formal Thinking," *Journal of Research in Science Teaching*. 20(3) : 239-246.
- Rubin, Rochelle Leventhal. (1989, April). "Using a Systematic Modeling Teaching Strategy to Promote the Development of Integrated Science Process Skills and Formal Cognitive Reasoning Ability (Reasoning)," *Dissertation Abstracts International*. 50(11) : 3469-A.
- Sund, R.B. and L.W. Trowbridge. (1973). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School*. Ohio : Charles and Merrill Publishing, Co.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือ

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. อาจารย์ ชวลิต รวยอาจิณ | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 2. อาจารย์ ดร. เสกสรรค์ ทองคำบรรจง | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. นายพิพัฒน์ เกิดปราโมทย์ | ครูโรงเรียนเซนต์ดอมินิก ถนนเพชรบุรีตัดใหม่
เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร |

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. นายเปรมชัย ศิริบุญ | รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
โรงเรียนคลองทรงกระเทียม
สำนักงานเขตลาดพร้าว
กรุงเทพมหานคร |
| 2. นางคณินิตย์ ชาญวุฒิธรรม | ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3)
โรงเรียนคลองทรงกระเทียม
สำนักงานเขตลาดพร้าว
กรุงเทพมหานคร |
| 3. นางสาวสุกัญญา เลิศวิศาลศักดิ์ | ครูชำนาญการ (คศ.2)
โรงเรียนคลองทรงกระเทียม
สำนักงานเขตลาดพร้าว
กรุงเทพมหานคร |

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิชาวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน

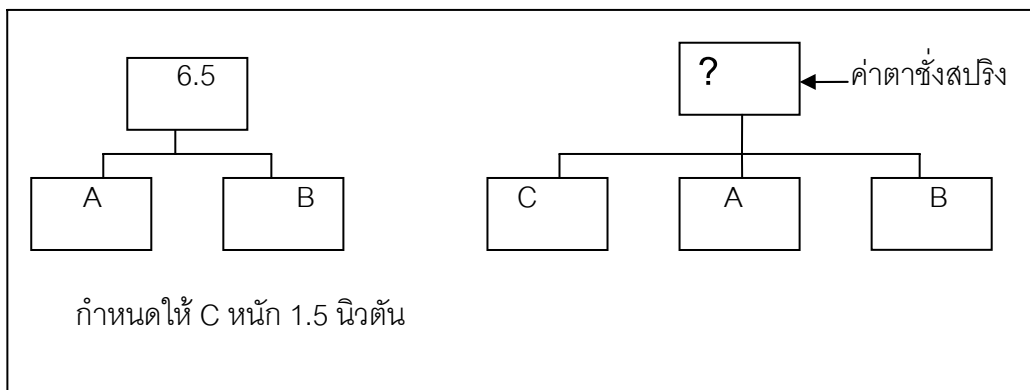
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบ เพื่อใช้ในการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและความดัน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้ละเอียด แล้วเลือกคำตอบที่คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ก ข ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบที่แจกให้

1. สิ่งใดใช้หลักการของแรงลัพธ์มีค่าเท่ากับศูนย์ ?

- ก. จุกยาง
- ข. ราวตากผ้า
- ค. ตุ๊กตาล้มลุก
- ง. หลอดฉีดยา

ใช้รูปภาพต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 2-3

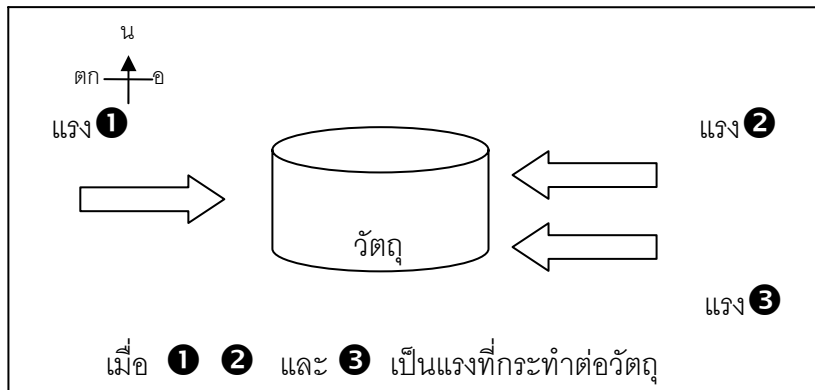


2. กำหนดให้ Aหนัก 4 นิวตัน แล้ว Bหนักเท่าไร?

- ก. 1.5 นิวตัน
- ข. 2.0 นิวตัน
- ค. 2.5 นิวตัน
- ง. 3.0 นิวตัน

3. ถ้าขั้ว A และ B รวมกันโดยเพิ่ม C เข้าไปด้วย จะอ่านค่าของตาซึ่งได้เท่าไร?

- ก. 6.5 นิวตัน
- ข. 7.0 นิวตัน
- ค. 7.5 นิวตัน
- ง. 8.0 นิวตัน

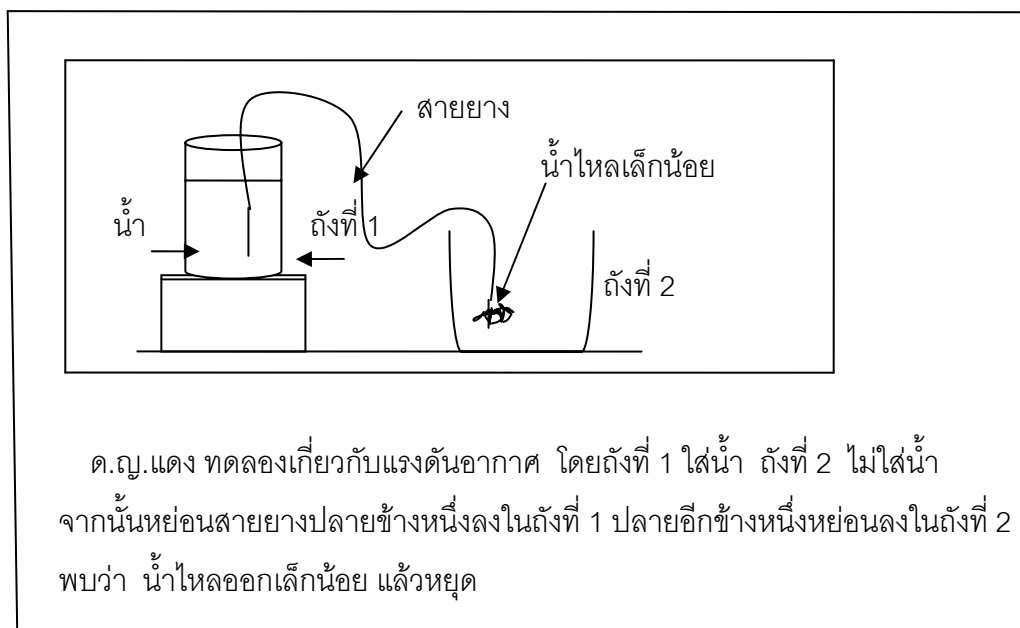


4. จากรูปภาพเหตุใดวัตถุจึงเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก ?

- ก. แรง 1 มากกว่าแรง 2 + แรง 3
- ข. แรง 2 เท่ากับแรง 1 - แรง 3
- ค. แรง 2 เท่ากับแรง 3 - แรง 1
- ง. แรง 3 มากกว่าแรง 1 + แรง 2

5. ถ้าเราถอนต้นไม้อะไรจะเกี่ยวข้องกับแรงประเภทใดบ้าง ?

- ก. แรงดึง แรงลม แรงโน้มถ่วง
- ข. แรงผลัก แรงเสียดทาน แรงลัพท์
- ค. แรงดึง แรงโน้มถ่วง แรงเสียดทาน
- ง. แรงลัพท์ แรงโน้มถ่วง แรงเสียดทาน



6. จากรูปภาพ น้ำไหลออกเล็กน้อย แล้วหยุด สาเหตุมาจากอะไรมากที่สุด?

- ก. แก้วอืด
- ข. สายยางยาว
- ค. มีอากาศอยู่ในสายยาง
- ง. ถังที่ 1 มีน้ำน้อยเกินไป

ใช้รูปภาพต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 7-9

1. กรอกน้ำใส่สายยางจนเต็มแล้ว
2. ใช้มือปิดปลายทั้งสองข้างไว้
3. เอาปลายสายยางจุ่มลงในถังน้ำทั้ง 2 ใบ โดยถังที่ 1 มีน้ำ ถังที่ 2 ไม่มีน้ำ สักครู่พบว่า มีน้ำไหลจากถังที่มีน้ำมากกว่า ตามสายยางไปอีกถังหนึ่ง ต่อมาถังทั้ง 2 มีน้ำเท่ากัน

7. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด ?

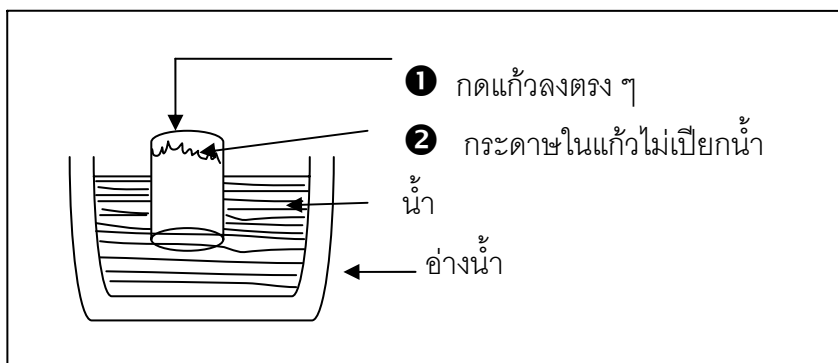
- ก. น้ำจากถังที่ 2 ไหลลงสู่ถังที่ 1
- ข. น้ำจากถังที่ 1 ไหลลงสู่ถังที่ 2
- ค. อากาศในถังที่ 2 ดันให้น้ำไหล
- ง. น้ำไหลออกจากสายยางเล็กน้อย

8. ข้อความใดกล่าวถึงความสัมพันธ์ ได้ถูกต้อง ?

- ก. ที่ระดับเดียวกันความดันอากาศมีค่าเท่ากัน
- ข. ความดันของน้ำเพิ่มขึ้นตามระดับความสูง
- ค. ระดับความสูงเพิ่มขึ้นความดันอากาศเพิ่มขึ้น
- ง. ที่ระดับเดียวกันความดันอากาศมีค่าไม่เท่ากัน

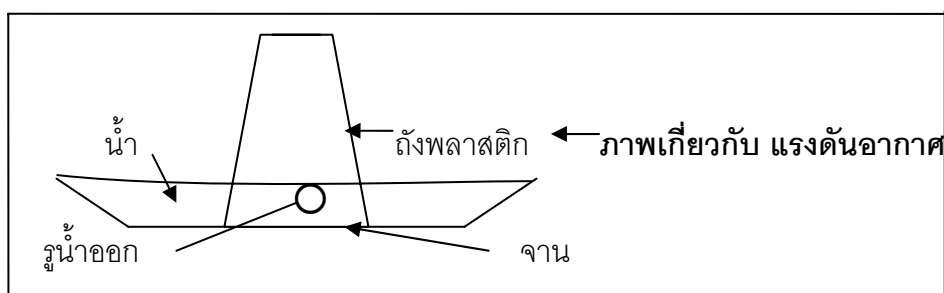
9. จากข้อที่ 8 ยกถังที่ 2 ให้สูงกว่าถังที่ 1 ทำให้น้ำเกิดการถ่ายเทน้ำจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ หรือ เรียกว่า กาลักน้ำ กาลักน้ำใช้หลักการใด ?

- ก. แรงดันอากาศ
- ข. อุณหภูมิของอากาศ
- ค. ความหนาแน่นของน้ำ
- ง. น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ



10. จากรูปภาพเหตุใดกระจกจึงไม่เปียกน้ำ ?

- ก. แก้วดันน้ำไม่ให้เข้าถึงกระจก
- ข. กระจก อยู่สูงกว่าระดับน้ำในอ่าง
- ค. อากาศในแก้ว ดันไม่ให้น้ำเข้าในแก้ว
- ง. กระจกในแก้วเป็นชนิดป้องกันการเปียกน้ำ



11. จากรูปภาพสิ่งประดิษฐ์ได้นำหลักการไปใช้ ?

- ก. เครื่องกรองน้ำ
- ข. เครื่องพ่นยาฆ่าแมลง
- ค. ภาชนะใส่อาหารสัตว์
- ง. ภาชนะให้น้ำดื่มแก่สัตว์

12. ทำไมเราจึงไม่รู้สึกราว มีอากาศดันอยู่รอบๆ ตัว ?

- ก. อากาศภายในร่างกายไม่มีแรงดัน
- ข. อากาศภายในและภายนอกร่างกายมีแรงดันเท่ากัน
- ค. อากาศภายนอกร่างกายมีความดันมากกว่าอากาศภายในร่างกาย
- ง. อากาศภายนอกร่างกายมีความดันน้อยกว่าอากาศภายในร่างกาย

ใช้ข้อความต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 13-14

นักเรียนคนหนึ่งเป่าลูกโป่ง 2 ใบ เป่าลมมีขนาดและมวลเท่ากัน ปล่อยให้ลูกโป่ง ใบที่ 1 ให้อยู่สูงขึ้นไประดับความสูง 300 เมตร นาน 5 ชั่วโมง และนำใบที่ 2 ไปวางไว้ที่ระดับพื้นดินนาน 5 ชั่วโมงเท่ากัน พบว่า ลูกโป่ง ใบที่ 1 ใหญ่ขึ้น ส่วนใบที่ 2 มีขนาดเล็กลง

13. ทำไมลูกโป่งจึงใหญ่ขึ้น ?

- ก. เพราะลูกโป่งเสียดสีกับอากาศ
- ข. เพราะความร้อนจากดวงอาทิตย์
- ค. เพราะอากาศภายนอกดันลูกโป่ง
- ง. เพราะอากาศภายในลูกโป่งขยายตัว

14. ข้อความใดกล่าวถึงความสัมพันธ์ได้ไม่ถูกต้อง ?

- ก. ลูกโป่งขนาดเล็ก-ปริมาตรลดลง
- ข. ลูกโป่งขนาดใหญ่ - ปริมาตรลดลง
- ค. ลูกโป่งที่ระดับพื้นดิน-ปริมาตรลดลง
- ง. ลูกโป่งที่ระดับความสูง-ปริมาตรเพิ่มขึ้น

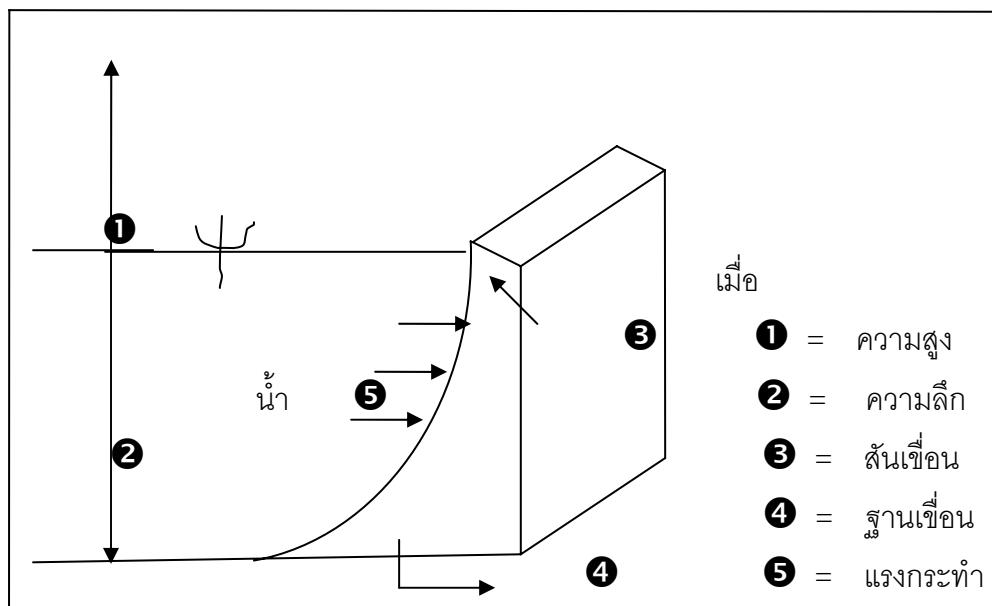
15. กิจกรรมใดไม่ใช้หลักการของอากาศมีแรงดัน ?

- ก. เป่าขลุ่ย
- ข. เทน้ำออกจากแก้ว
- ค. สูบล้อรถจักรยาน
- ง. เจาะกระป๋องนมสองรู

16. จุดน้ำเข้าหลอดกาแฟครึ่งหนึ่ง ใช้นิ้วมืออุดปลายข้างหนึ่งของหลอดไว้ แล้วพลิกหลอดให้ข้างที่มีน้ำอยู่ด้านบน พบว่าน้ำไม่ไหลลงมาที่ปลายหลอดข้างที่อยู่ด้านล่าง เหตุใดน้ำจึงไม่ไหล ?

- ก. หลอดกาแฟดูดซับน้ำ
- ข. น้ำในหลอดมีน้ำหนักเบา
- ค. อากาศภายนอกกดดันน้ำเอาไว้
- ง. อากาศภายในหลอดดันน้ำไว้

ใช้รูปภาพต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 17 – 20



17. ทำไมหมายเลข ④ ต้องมีความหนากว่า ③ ?

- ก. เพราะแรงกระทำของน้ำขึ้นอยู่กับความลึก
- ข. เพราะแรงกระทำของน้ำขึ้นอยู่กับความสูง
- ค. เพราะแรงกระทำของน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อความลึกลดลง
- ง. เพราะแรงกระทำของน้ำลดลงเมื่อความลึกมากขึ้น

18. การสร้างเขื่อนเก็บน้ำอาศัยหลักการใด ?

- ก. แรงลอยตัว
- ข. แรงเสียดทาน
- ค. แรงดันอากาศ
- ง. แรงดันในของเหลว

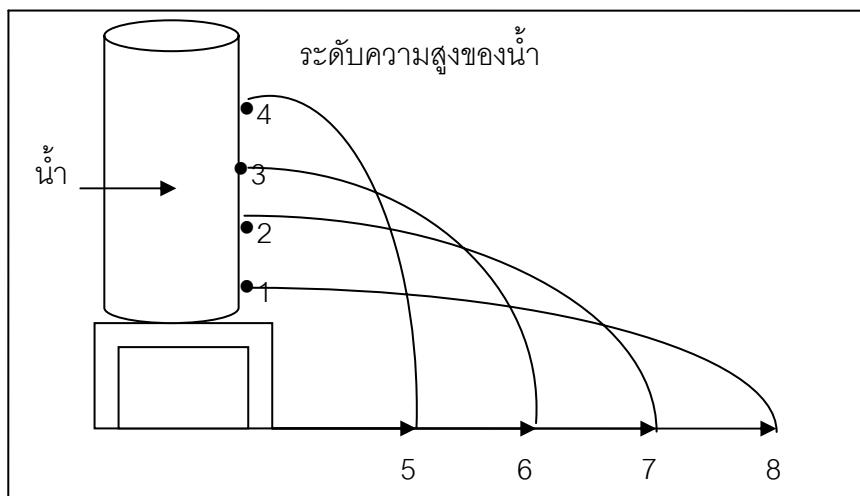
19. ข้อใดกล่าวถูกต้อง ?

- ก. น้ำตื้น มีความกดดันน้ำสูง
- ข. น้ำลึก มีความกดดันน้ำสูง
- ค. น้ำลึก มีความกดดันน้ำต่ำ
- ง. น้ำตื้นและน้ำลึกมีความกดดันเท่ากัน

20. หมายเลขใดสัมพันธ์กับแรงกระทำต่อเขื่อน ?

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

จากรูปภาพต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 21-22

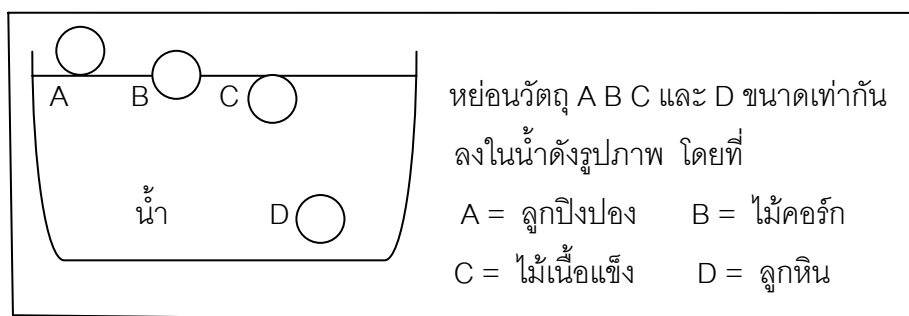


21. หมายเลขใด มีความดันของน้ำที่มากที่สุด ?
- หมายเลข 1
 - หมายเลข 2
 - หมายเลข 3
 - หมายเลข 4
22. ข้อใดเรียงลำดับความดันของน้ำจากน้อยไปหามากได้ถูกต้อง ?
- 1,5 2,6 3,7 4,8
 - 2,6 3,7 4,8 1,5
 - 3,7 4,8 1,5 2,6
 - 4,5 3,6 2,7 1,8
23. ทำไมมนุษย์กับต้องลอยตัวขึ้นสู่วิวัฒนาการอย่างช้า ๆ ?
- เพราะปรับสภาพผิวหนังที่เปียกชื้น
 - เพราะไม่ให้ปลาและสัตว์น้ำอื่นตกใจ
 - เพราะปรับอุณหภูมิของร่างกายให้อบอุ่น
 - เพราะแรงดันของน้ำสูงกว่าความดันอากาศภายในร่างกาย

24. เหตุใดถึงน้ำประปาจึงตั้งไว้ที่สูง ?
- เพื่อให้ น้ำตกตะกอนในที่สูง
 - เพื่อให้แสงแดดช่วยฆ่าเชื้อโรค
 - เพื่อให้ น้ำมีแรงดันไหลไปตามท่อ
 - เพื่อให้ปลอดภัยจากเชื้อโรคที่พื้นดิน

25. สิ่งประดิษฐ์ใดใช้หลักการแรงลอยตัวของน้ำ ?
- สมอเรือ
 - ร่วมชูชีพ
 - เสื้อชูชีพ
 - ใบของเรือใบ

ใช้รูปภาพต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 26-28



26. ทำไมวัตถุ A จึงลอยน้ำได้ ?
- เพราะวัตถุ A มีน้ำหนักน้อยกว่า
 - เพราะน้ำมีปริมาตรมากกว่าวัตถุ A
 - เพราะในวัตถุ A มีมวลอากาศมากกว่า
 - เพราะน้ำมีความหนาแน่นน้อยกว่าวัตถุ A
27. ข้อใดเรียงลำดับ ค่าแรงลอยตัวของน้ำจากน้อยไปหามากได้ถูกต้อง ?
- A B C D
 - D C B A
 - B A C D
 - D A C B

28. ข้อใดมีแรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุมากที่สุด ?
- ก. A
 - ข. B
 - ค. C
 - ง. D
29. ข้อใดใช้หลักการเพิ่มแรงเสียดทาน ?
- ก. ใช้น้ำมันหยอดบานพับของประตู
 - ข. ใช้รถเข็นในการเคลื่อนย้ายสิ่งของ
 - ค. พื้นรองเท้านักกีฬาที่มีลักษณะเป็นปุ่ม
 - ง. นักแข่งชันจักรยานใส่หมวกที่มีลักษณะเพรียว
30. เหตุใดกระเบื้องปูพื้นห้องน้ำจึงมีผิวด้าน ?
- ก. เพราะให้ดูสวยงาม
 - ข. เพราะลดแรงเสียดทาน
 - ค. เพราะเพิ่มแรงเสียดทาน
 - ง. เพราะทำความสะอาดได้ง่าย

แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบการปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ใช้เวลาในการปฏิบัติ 90 นาที โดยแบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้
 - สถานการณ์ที่ 1 รูปร่างของวัตถุมีผลต่อการจมและการลอย 15 คะแนนใช้เวลา 45 นาที
 - สถานการณ์ที่ 2 พื้นผิวของวัตถุกับการเคลื่อนที่ 15 คะแนน ใช้เวลา 45 นาที
2. ให้นักเรียนศึกษารายละเอียดและศึกษาคำสั่งของแต่ละกิจกรรมให้เข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติ โดยเขียนคำตอบลงในช่องว่าง ตามกิจกรรมที่กำหนด ดังนี้
 - กิจกรรมที่ 1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - กิจกรรมที่ 2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - กิจกรรมที่ 3 การออกแบบการทดลอง
 - กิจกรรมที่ 4 การบันทึกผลการทดลอง
 - กิจกรรมที่ 5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
 - กิจกรรมที่ 6 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. เวลาปฏิบัติควรดูอุปกรณ์ที่กำหนดให้ของแต่ละสถานการณ์ให้เรียบร้อย
4. ห้ามทำข้อสอบก่อน จนกว่าจะได้รับสัญญาณให้ลงมือทำ
5. เมื่อนักเรียนได้รับสัญญาณเตือนหมดเวลาในการทำแบบทดสอบ ให้นักเรียนหยุดการทำข้อสอบในทันที

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 1 รูปร่างของวัตถุมีผลต่อการจมและการลอย

1. รายการวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้มีดังนี้

- | | | | | |
|-----|---|--|--|------|
| 1.1 | ขวดบรรจุน้ำดื่มตัดปากออก | ขนาด | 6 ลิตร (l) | 1 ใบ |
| 1.2 | ขวดน้ำดื่ม | ขนาด | 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm ³) | 1 ใบ |
| 1.3 | ปิ๊กเกอร์ | ขนาด | 50 มิลลิลิตร (ml) | 1 ใบ |
| 1.4 | น้ำ | | | |
| 1.5 | ดินเหนียวตากแห้งมีมวลขนาดเท่ากัน จำนวน 6 ก้อน / 200 กรัม (g) ปั้นเป็น | | | |
| | - | รูปรี | | |
| | - | รูปถ้วย | | |
| | - | ก้อนกลม | | |
| | - | แท่งดินสอ | | |
| | - | แผ่นแบน ๆ | | |
| | - | ลูกบาศก์ ขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm ³) | | |

2. ปัญหาการทดลอง

“ ถ้าหย่อนดินเหนียวตากแห้งที่มีรูปร่างต่างกันลงในน้ำ รูปร่างของดินเหนียวตากแห้งส่งผลต่อการจม ลอยอย่างไร ”

กิจกรรมที่ 1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

จากปัญหาของการทดลอง นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร ?

.....

.....

กิจกรรมที่ 2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ในการทดลองนี้

2.1 จะต้องจัดอะไรให้ต่างกัน (ระบุตัวแปรต้น) ?

.....

.....

2.2 จะจัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง (ระบุตัวแปรที่ควบคุม) ?

.....

.....

2.3 การทดลองนี้สิ่งที่คุณนักเรียนจะต้องติดตามดูคืออะไร (ระบุตัวแปรตาม) ?

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 การออกแบบการทดลอง

ให้นักเรียน เลือกว่าวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองให้เหมาะสม จากรายการที่กำหนดให้ แล้ว
บันทึกลงในข้อ 3.1 - 3.2

3.1 การทดลองนี้ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง ?

.....

.....

3.2 มีขั้นตอนการทดลองอย่างไรบ้าง ?

.....

.....

กิจกรรมที่ 4 การบันทึกผลการทดลอง

ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่คุณนักเรียนได้ออกแบบไว้ ให้ออกแบบตารางบันทึกผล
การทดลอง และบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลองนั้น

ตารางบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

กิจกรรมที่ 5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ผลที่สังเกตได้จากการทดลองเป็นดังนี้

5.1 มีอะไรเกิดขึ้น เมื่อหย่อนดินเหนียวตากแห้งรูปร่างต่าง ๆ ลงในน้ำ ?

.....

.....

5.2 มีดินเหนียวตากแห้งรูปร่างอะไรบ้างที่ลอยน้ำได้ ?

.....

.....

5.3 มีดินเหนียวตากแห้งรูปร่างอะไรบ้างที่จมน้ำ ?

.....

.....

5.4 ดินเหนียวตากแห้งก้อนกลม เมื่อหย่อนลงในน้ำ จมหรือลอย ?

.....

.....

5.5 ถ้านำดินเหนียวตากแห้งในข้อ 5.4 ขึ้นให้มีรูปร่างเหมือนจานทานข้าว แล้วหย่อนลงในน้ำ จะจมหรือลอย ?

.....

.....

5.6 การทดลองนี้จะสรุปผลว่าอย่างไร ?

.....

.....

กิจกรรมที่ 6 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การจมในที่นี้หมายความว่าอย่างไร ?

.....

.....

การลอยในที่นี้หมายความว่าอย่างไร ?

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2 พื้นผิวของวัตถุกับการเคลื่อนที่

1. รายการวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้มีดังนี้

- 1.1 ลูกแก้ว ขนาดเท่ากัน จำนวน 2 ลูก
- 1.2 ลูกปิงปอง ขนาดเท่ากัน จำนวน 2 ลูก
- 1.3 ลูกมะนาว ขนาดเท่ากัน จำนวน 2 ลูก
- 1.4 ตลับเมตร
- 1.5 แผ่นไม้เรียบสำหรับทำพื้นเอียง ขนาดยาว 30 เซนติเมตร พร้อมแท่งไม้สำหรับวางแผ่นไม้ให้เป็นพื้นเอียง

2. สถานที่

- 2.1 พื้นดิน
- 2.2 พื้นหินอ่อน

3. ปัญหาการทดลอง

นักเรียนทราบมาแล้วว่า แรงเสียดทานเป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ “ ถ้ากลิ้งลูกทรงกลม การเสียดสีกันระหว่างพื้นผิวของวัตถุที่แตกต่างกัน จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของลูกทรงกลมอย่างไร”

กิจกรรมที่ 1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

จากปัญหาของการทดลอง นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร ?

.....

.....

กิจกรรมที่ 2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ในการทดลองนี้

- 2.1 จะต้องจัดอะไรให้ต่างกัน (ระบุตัวแปรต้น) ?

.....

.....

- 2.2 จะจัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง (ระบุตัวแปรที่ควบคุม) ?

.....

.....

- 2.3 การทดลองนี้สิ่งที่นักเรียนจะต้องติดตามดูคืออะไร (ระบุตัวแปรตาม) ?

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 การออกแบบการทดลอง

ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลอง ให้เหมาะสม จากรายการที่กำหนดให้ แล้วบันทึก
ลงในข้อ 3.1 - 3.2

3.1 การทดลองนี้ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง ?

.....

.....

3.2 มีขั้นตอนการทดลองอย่างไรบ้าง ?

.....

.....

กิจกรรมที่ 4 การบันทึกผลการทดลอง

ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ ให้ออกแบบตารางบันทึกผลการ
ทดลอง และบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลองนั้น

ตารางบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

กิจกรรมที่ 5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ผลที่สังเกตได้จากการทดลองเป็นดังนี้

5.1 พื้นผิวใด ที่ลูกทรงกลมเคลื่อนที่ได้ระยะทางน้อยที่สุด ?

.....

.....

5.2 พื้นผิวในข้อ 5.1 มีลักษณะเป็นอย่างไร ?

.....

.....

5.3 พื้นผิวใด ที่ลูกทรงกลมเคลื่อนที่ได้ระยะทางมากที่สุด ?

.....

.....

5.4 พื้นผิวในข้อ 5.3 มีลักษณะเป็นอย่างไร ?

.....

.....

5.5 ถ้ากลิ้งลูกบอลที่พื้นสนามหญ้าและพื้นทราย นักเรียนคิดว่าพื้นผิวใดที่ลูกบอลจะเคลื่อนที่ได้ระยะทางไกลที่สุด ?

.....

.....

5.6 การทดลองนี้จะสรุปผลว่าอย่างไร ?

.....

.....

กิจกรรมที่ 6 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การเคลื่อนที่ของลูกทรงกลมในที่นี่หมายความว่าอย่างไร ?

.....

.....

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้มโนทัศน์ตัววี
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววี

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
 สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงและความดัน
 เรื่อง ผลลัพธ์ของแรงหลายแรงเป็นอย่างไร เวลา 3 คาบ

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

ว 4.1.1 ทดลอง และอธิบายได้ว่าเมื่อตั้งหรือผลักวัตถุด้วยแรงที่มากกว่าหนึ่งแรง จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมือนมีแรงหนึ่งแรงซึ่งเป็นผลลัพธ์ของแรงนั้นๆ

สาระสำคัญ

เมื่อตั้งหรือผลักวัตถุด้วยแรงมากกว่าหนึ่งแรง แล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ ผลของการเคลื่อนที่นั้น จะเสมือนว่ามีแรงหนึ่งแรงกระทำต่อวัตถุ ถ้าแรงที่เกิดมีทิศไปในทางเดียวกันจะเสริมกัน และถ้าแรงมีทิศตรงกันจะหักล้างกัน แรงที่เกิดจากการรวมหรือหักล้างกันเรียกว่าแรงลัพธ์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองหาแรงลัพธ์เนื่องจากแรงสองแรงที่กระทำกับวัตถุ และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของแรงลัพธ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกผลลัพธ์ของแรงหลายแรงได้
2. อธิบายแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงที่มีทิศไปทางเดียวกันได้
3. อธิบายแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงที่มีทิศทางตรงกันได้
4. ปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับแรงลัพธ์ได้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

1. การตั้งสมมติฐาน
2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
3. การทดลอง
4. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
5. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนเรื่องแรงทำให้เกิดอะไรบ้าง
2. ให้นักเรียนดูรูปคนและลูกข้างต้นซุง ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่กำหนดให้เป็นการอุปมาอุปมัยเปรียบเทียบผลของแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่

ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา

2.1 ชั้นนิยงความรู้เดิม – ใหม่ (ชั้นนิยงความรู้) โดยตั้งคำถามดังนี้

- ลูกข้างและคนดันซุงได้ระยะทางเท่ากันหรือไม่
 - คนสี่คนดันซุง ทำให้ซุงเคลื่อนที่ได้เหมือนกับลูกข้างดันซุงหรือไม่
 - แรงที่คนสี่คนดันซุงรวมกันเทียบกับแรงที่ลูกข้างดันซุงเป็นอย่างไร ถ้าซุงมีขนาดเท่ากัน
1. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับแรงที่คนสี่สหายช่วยกันดันซุงมีผลทำให้ซุงเคลื่อนที่ได้เหมือนกับแรงที่ข้างดันซุงเพียง 1 แรง ดังนี้

“จากรูปภาพจะเห็นว่า เจ้าข้างน้อยกับคนสี่สหายถึงเส้นชัยพร้อมกัน ถ้ากำหนดให้ซุงทั้ง 2 ท่อน มีขนาด น้ำหนัก เท่ากัน ซุงท่อนที่ 1 เป็นซุงที่ข้างน้อยออกแรงดันซุง 100 นิวตัน และซุงท่อนที่ 2 เป็นซุงที่คนสี่สหายช่วยกันดันซุง กำหนดให้ คนที่ 1, 2, 3 และคนที่ 4 ออกแรงดันซุง 15, 30, 35 และ 20 นิวตัน ตามลำดับ” จากนั้นครู ชักถามนักเรียนดังนี้

- ผลลัพธ์ของแรงที่ข้างดันซุงได้ค่าแรงเท่าไร
- ผลลัพธ์ของแรงที่คนสี่สหายช่วยกันดันซุงได้ค่าแรงเท่าไร

จากนั้นครูให้นักเรียนช่วยกันหาผลลัพธ์ของแรงบนกระดานดำ

แนวคำตอบ

- 1) ผลลัพธ์ของแรงที่ข้างดันซุง 1 แรง = 100 (แรงของข้าง 1 แรง)

$$100+0=\square$$

- 2) ผลลัพธ์ของแรงที่คนสี่สหายช่วยกันดันซุง 4 แรง = 100 (แรงของเด็ก 4 คนรวมกัน)

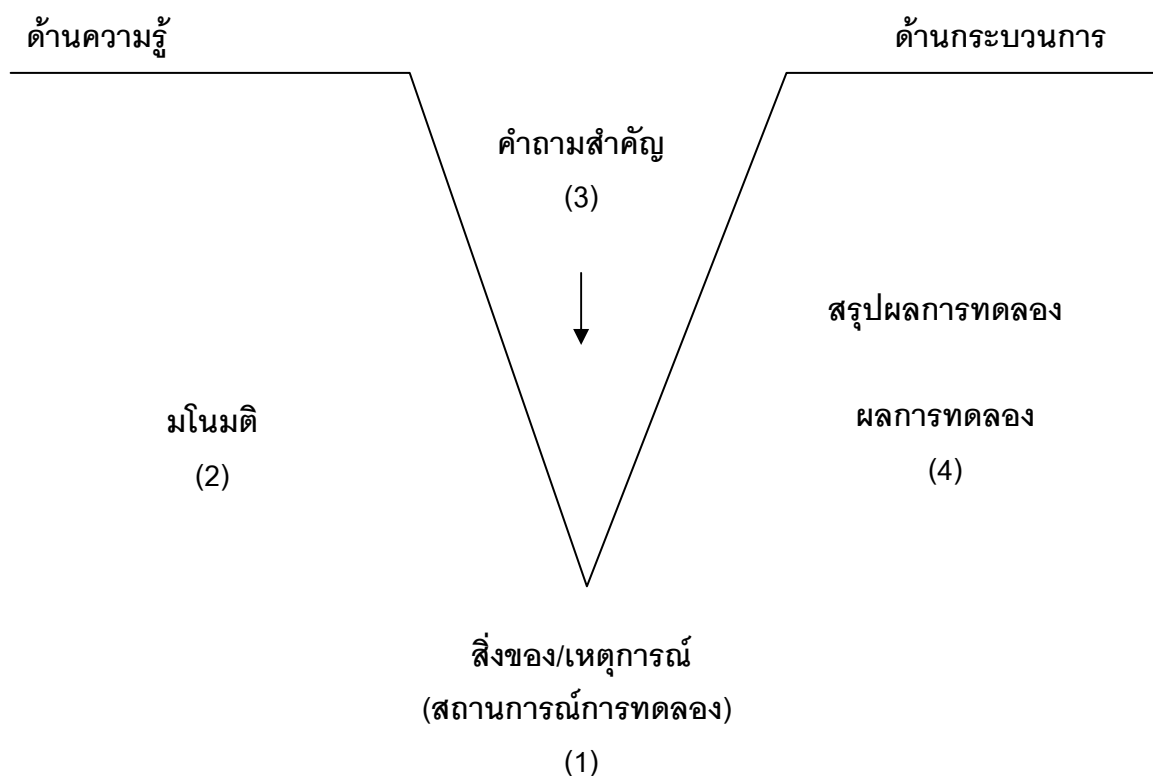
$$15+30+35+20=\square$$

2. ครูแจกใบงานที่ 1 ให้นักเรียนศึกษา

เป็นขั้นที่ครูใช้มโนมติรูปตัวเป็นเครื่องมือช่วยแก้ปัญหาชี้แนะให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูใช้คำถามอภิปรายถึงการทดลองโดยสรุปย่อก่อนที่นักเรียนจะทำการทดลองอย่างครอบคลุม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการทดลอง โดย

2.2 ชั้นโยงความรู้กับทักษะกระบวนการ

1. ครูแจกใบงานที่ 1 ให้นักเรียนศึกษา
2. ครูเขียนแผนผังมโนคติรูปตัววีบนกระดานเพื่ออธิบายโครงสร้างส่วนประกอบของวีประกอบด้วย 4 ส่วนดังนี้



ส่วนที่ 1 คือ สถานการณ์การทดลองอยู่ล่างสุดของตัววีเป็นจุดเริ่มต้นของปัญหาที่นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 2 คือด้านความรู้ อยู่ด้านข้างซ้ายมือในส่วนนี้ประกอบด้วย ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ

ส่วนที่ 3 คือด้านกระบวนการ อยู่ด้านข้างขวามือในส่วนนี้ประกอบด้วย การบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง

ส่วนที่ 4 คือคำถามสำคัญ อยู่ส่วนกลางของแผนผังวีเป็นปัญหาของการทดลองที่ครูกำหนดให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. ครูแจกใบงานที่ 2 ให้นักเรียนระบุมโนคติที่เป็นชื่อเรียกของเหตุการณ์ของการทดลอง เพื่อให้นักเรียนสังเกตข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความต่อเนื่องหรือความสม่ำเสมอของเหตุการณ์ของการทดลอง

4. ครูใช้ภาพ ของสถานการณ์การทดลอง ถามนักเรียนเพื่อให้เกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรดังนี้

- 4.1 การทดลองนี้สิ่งที่จัดให้เหมือนกันมีอะไรบ้าง ?
- 4.2 การทดลองนี้สิ่งที่จัดให้ต่างกันมีอะไรบ้าง ?
- 4.3 การทดลองนี้สิ่งที่นักเรียนจะต้องติดตามดูคืออะไร ?

5. ครูใช้คำถามสำคัญเพื่อให้นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลองดังนี้

- ผลลัพธ์ของแรงที่อ่านได้จากตาชั่งสปริง 2 อันรวมกันจะมีค่าเท่ากับค่าของแรงที่อ่านได้จากตาชั่งสปริง 1 อันหรือไม่ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานการทดลองอย่างไร

6. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนกำหนดวิธีการทดลอง ระบุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลอง ก่อนปฏิบัติการทดลอง ดังนี้

- 6.1 วิธีการทดลองของนักเรียนเป็นอย่างไร
- 6.2 อุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองมีอะไรบ้าง
- 6.3 แบบบันทึกผลการทดลองเป็นอย่างไร

7. ครูใช้มโนมติรูปตัววีเป็นเครื่องมืออธิบายการทดลองโดยสรุปย่อ ก่อนปฏิบัติการทดลอง ถามเกี่ยวกับทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ แล้วจึงให้ผู้เรียน ระบุสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนทางซ้ายมือ

2.3 **ขั้นสร้างความรู้**

เป็นขั้นที่นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ขึ้นมาใหม่จากการลงมือ

ปฏิบัติการทดลอง

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนศึกษาจากใบงานที่ 3
2. นักเรียนอภิปรายผลปฏิบัติกิจกรรมลงในใบงานที่ 2
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาอภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้

1. นักเรียนศึกษาใบความรู้
2. นักเรียนทำใบงานที่ 4
3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 ประเมิน

ตรวจแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 และ 2 ผ่านเกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 60 %

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....
.....

..... (ผู้บันทึก)

นางสาวสุภัทรรดา กุลยะ

ใบงานที่ 1

เรื่อง แรงลัพธ์หลายแรงเป็นอย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการทดลองจากสถานการณ์

แรงหลาย ๆ แรงรวมกันจะเหมือนมีแรงเพียงแรงเดียวจริงหรือเปล่า

นำวัตถุ A 2 ก้อนใส่ในถุงพลาสติก 2 ใบ ใบละ 1 ก้อน จากนั้น

1. ใช้ตาชั่งสปริง 2 อัน เกี่ยวที่หูหิ้วของถุงพลาสติกข้างละอันตั้งขึ้นในแนวตั้งเพื่อชั่งน้ำหนัก

ดังรูปภาพ



ค่าของแรงที่ได้จากตาชั่งสปริงแต่ละอันมีค่าเท่าไรนะ

2. ชั่งน้ำหนักวัตถุ A ในถุงพลาสติกใบที่ 2 โดยใช้ตาชั่งสปริงเพียง 1 อัน เกี่ยวที่หูหิ้วทั้งสอง

ของถุงพลาสติกดังรูป



ค่าของแรงที่ได้จากตาชั่งสปริงมีค่าเท่าไรนะ

2. รายการวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้มีดังนี้

2.1 อุปกรณ์บังคับ

1. ตาชั่งสปริง 3 อัน
2. ถุงพลาสติกที่มีหูหิ้ว 2 ใบ

2.1 อุปกรณ์บังคับเลือก 1 อย่าง

1. ก้อนหิน
2. ถ่านไฟฉาย
3. ดินน้ำมัน

ที่มาของภาพประกอบใบงานที่ 1 : จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์

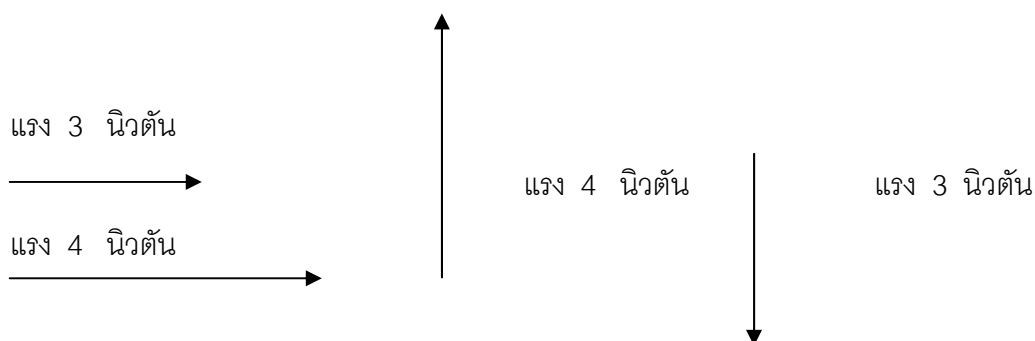
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หน้า 64.

ใบความรู้

เรื่อง ผลลัพธ์ของแรงหลายแรง

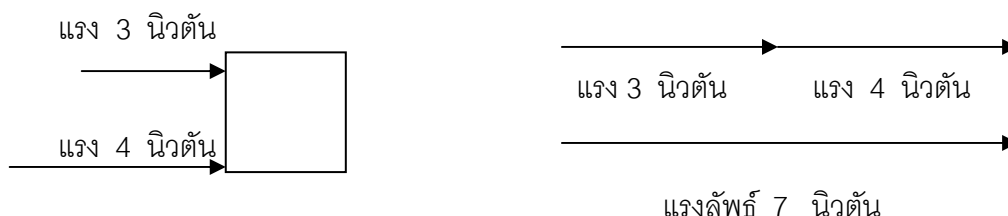
1. ในการชั่งน้ำหนักของวัตถุโดยใช้ตาชั่งสปริง 2 อัน ผลรวมค่าของแรงที่อ่านได้จากตาชั่งสปริงทั้งสองจะมีค่าเท่ากับค่าของแรงที่อ่านได้จากตาชั่งสปริง 1 อัน แสดงว่าแรงสองแรงสามารถรวมเป็นหนึ่งแรงได้

2. แรงมีหน่วยเป็นนิวตันเป็นปริมาณที่มีขนาดและทิศทาง เรียกว่า ปริมาณเวกเตอร์ สามารถเขียนแทนด้วยลูกศร ความยาวของลูกศร แทนขนาดของแรง และหัวลูกศรแทนทิศทาง



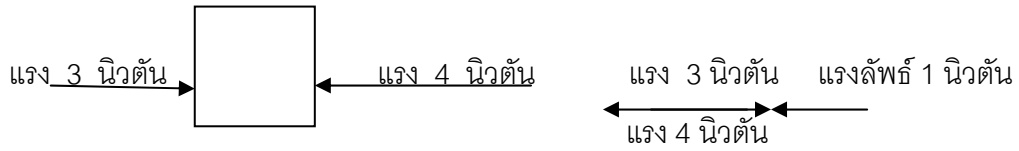
การรวมแรงจะรวมเฉพาะตัวเลขแบบธรรมดาไม่ได้ เพราะแรงมีทิศทางเราสามารถหาผลรวมของแรงได้จากการเขียนรูป โดยนำลูกศรที่แทนแรงมาเขียนต่อกันแบบหางต่อหัว แล้วหาผลรวมของแรง โดยลากลูกศรจากหางลูกศรแทนแรงอันแรกไปยังหัวลูกศรแทนแรงอีกอันที่เหลือ แล้ววัดความยาวของลูกศรนี้เป็นขนาดของแรงลัพธ์โดยหัวลูกศรแทนทิศทางของแรงลัพธ์ ดังรูป

2.1 แรง 3 นิวตัน และแรง 4 นิวตัน กระทำต่อวัตถุในทิศเดียวกัน แรงลัพธ์มีค่า 7 นิวตัน



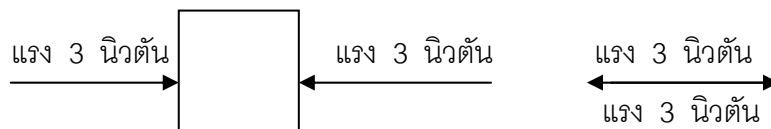
กล่าวได้ว่า แรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกัน ผลลัพธ์ของแรงก็คือ ผลรวมของแรงทั้งสอง มีผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกับที่แรงมากระทำ

2.2 แรง 3 นิวตัน และแรง 4 นิวตัน กระทำต่อวัตถุในทิศตรงข้าม แรงลัพธ์มีค่า 1 นิวตัน



กล่าวได้ว่า แรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุในทิศตรงกันข้าม ผลลัพธ์ของแรงก็คือแรงหักล้างระหว่างแรงทั้งสอง ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่มีแรงมากกว่า

2.3 แรง 3 นิวตัน และแรง 3 นิวตัน กระทำต่อวัตถุในทิศตรงข้าม แรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์



เมื่อแรง 2 แรง ที่เท่ากัน กระทำต่อวัตถุในทิศตรงกันข้าม ผลลัพธ์ของแรงก็คือ แรงทั้งสองหักล้างกันหมด ทำให้วัตถุไม่เคลื่อนที่

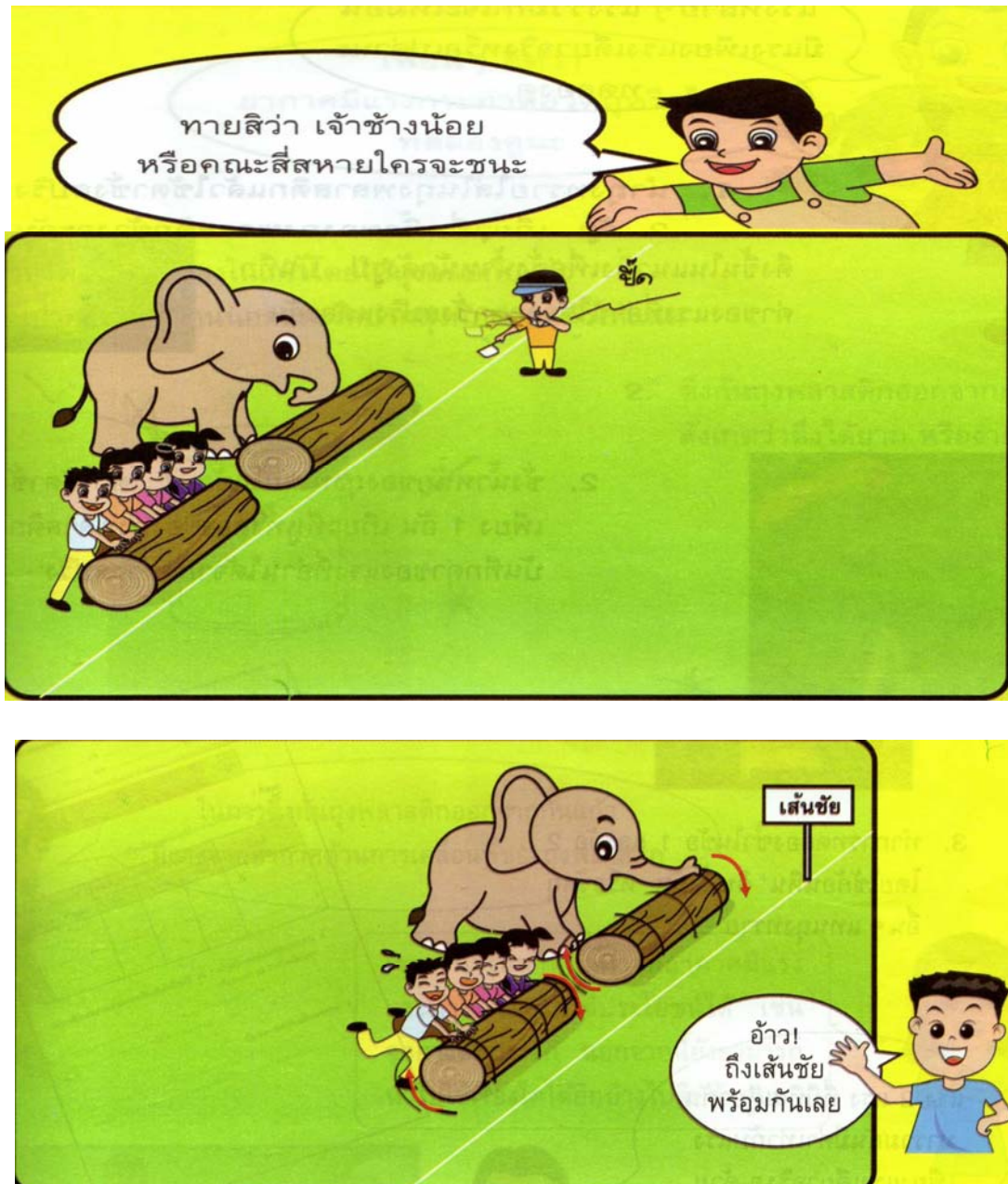
ใบงานที่ 3

แรงลัพธ์หลายแรงเป็นอย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาผลลัพธ์ของแรงต่อไปนี้

1. เด็กชายแดงและเด็กชายดำ ร่วมกันออกแรงผลักวัตถุชนิดหนึ่งไปทางทิศขวามือ โดยที่เด็กชายแดงใช้แรง 10 นิวตัน และเด็กชายดำใช้แรง 15 นิวตัน
แรงลัพธ์มีค่าเท่าไร ?
.....
ผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปทิศทางใด ?
.....
2. เด็กชายแดงออกแรง 10 นิวตัน ผลักวัตถุชนิดหนึ่งไปทางทิศขวามือ และเด็กชายดำออกแรง 15 นิวตัน ดันวัตถุในทิศสวนทางกับเด็กชายแดง
 - 2.1 แรงลัพธ์มีค่าเท่าไร ?
.....
 - 2.2 ผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปทิศทางใด ?
.....
3. เด็กชายแดงออกแรง 15 นิวตัน ผลักวัตถุชนิดหนึ่งไปทางทิศขวามือ และเด็กชายดำออกแรง 15 นิวตัน ดันวัตถุในทิศสวนทางกับเด็กชายแดง
 - 3.1 แรงลัพธ์มีค่าเท่าไร ?
.....
 - 3.2 ผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นอย่างไร ?
.....
4. แรงลัพธ์คืออะไร ?
.....

รูปภาพช้างน้อยและสี่สหายแข่งขันดันซุง



ที่มาของภาพประกอบ : จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หน้า 63.

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงและความดัน
เรื่อง ผลลัพธ์ของแรงหลายแรงเป็นอย่างไร เวลา 3 คาบ

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2

ว 4.1.1 ทดลอง และอธิบายได้ว่าเมื่อดึงหรือผลักวัตถุด้วยแรงที่มากกว่าหนึ่งแรง จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมือนมีแรงหนึ่งแรงซึ่งเป็นผลลัพธ์ของแรงนั้นๆ

สาระสำคัญ

เมื่อดึงหรือผลักวัตถุด้วยแรงมากกว่าหนึ่งแรง แล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ ผลของการเคลื่อนที่นั้นจะเสมือนว่ามีแรงหนึ่งแรงกระทำต่อวัตถุ ถ้าแรงที่เกิดมีทิศไปในทางเดียวกันจะเสริมกัน และถ้าแรงมีทิศตรงกันจะหักล้างกัน แรงที่เกิดจากการรวมหรือหักล้างกันเรียกว่าแรงลัพธ์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองหาแรงลัพธ์เนื่องจากแรงสองแรงที่กระทำกับวัตถุและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของแรงลัพธ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกผลลัพธ์ของแรงหลายแรงได้
2. อธิบายแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงที่มีทิศไปทางเดียวกันได้
3. อธิบายแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงที่มีทิศทางตรงกันได้
4. ปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับแรงลัพธ์ได้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

1. การตั้งสมมติฐาน
2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
3. การทดลอง
4. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
5. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ

1. ครูให้นักเรียนดูรูปคนและลูกข้างต้นซุง ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่กำหนดให้เป็นการอุปมาอุปมัยเปรียบเทียบผลของแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ โดยตั้งคำถามดังนี้

- ลูกข้างและคนต้นซุงได้ระยะทางเท่ากันหรือไม่
- คนสี่คนต้นซุง ทำให้ซุงเคลื่อนที่ได้เหมือนกับลูกข้างต้นซุงหรือไม่
- แรงที่คนสี่คนต้นซุงรวมกันเทียบกับแรงที่ลูกข้างต้นซุงเป็นอย่างไร ถ้าซุงมีขนาดเท่ากัน
- นักเรียนคิดว่า ตามความจริงแล้ว ลูกข้าง 1 เซือก จะออกแรงได้เทียบเท่ากับคนกี่คน

2. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน ได้ข้อสรุปว่า แรงที่คนสี่คนช่วยกันต้นซุงมีผลทำให้ซุงเคลื่อนที่ได้เหมือนกับแรงที่ข้างต้นซุงเพียง 1 แรง

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา

1. ครูแจกใบงานที่ 1 ให้นักเรียนศึกษา
2. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายก่อนการทดลอง
3. นักเรียนร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนศึกษาจากใบงานที่ 2
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลปฏิบัติกิจกรรมลงในใบงานที่ 2
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาอภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้

1. นักเรียนทำใบงานที่ 3
2. นักเรียนศึกษาใบความรู้
3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 ประเมิน

ตรวจแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 และ 2 ผ่านเกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 60 %

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

..... (ผู้บันทึก)

นางสาวสุภัทรรดา กุลยะ

ใบงานที่ 1

เรื่อง แรงลัพธ์หลายแรงเป็นอย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการทดลองจากสถานการณ์ดังนี้

แรงหลาย ๆ แรงรวมกันจะเหมือนมีแรงเพียงแรงเดียวจริงหรือเปล่านั้น

นำวัตถุ A 2 ก้อนใส่ในถุงพลาสติก 2 ใบ ใบละ 1 ก้อน จากนั้น

- ใช้ตาชั่งสปริง 2 อัน เกี่ยวที่หูหิ้วของถุงพลาสติก ข้างละอันตั้งขึ้นในแนวตั้งเพื่อชั่งน้ำหนัก ดังรูปภาพ ค่าของแรงที่ได้จากตาชั่งสปริงแต่ละอันมีค่าเท่าไรนะ



- ชั่งน้ำหนักวัตถุ A ในถุงพลาสติกใบที่ 2 โดยใช้ตาชั่งสปริงเพียง 1 อัน เกี่ยวที่หูทั้งสองของถุงพลาสติก ดังรูปภาพ ค่าของแรงที่ได้จากตาชั่งสปริงมีค่าเท่าไรนะ

ที่มาของรูปภาพประกอบ : จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หน้า 64.

2. รายการวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้มีดังนี้

2.1 อุปกรณ์บังคับ

1. ตาซึ่งสปริง 3 อัน
2. กุญแจพลาสติกที่มีหูหิ้ว 2 ใบ

2.1 อุปกรณ์บังคับเลือก 1 อย่าง

1. ก้อนหิน
2. ถ่านไฟฉาย
3. ดินน้ำมัน

ปัญหาการทดลอง

แรง 2 แรงที่มีทิศเดียวกัน มารวมกันจะมีค่า
เท่ากับแรงเพียงแรงเดียวหรือไม่

3. อะไรบ้างที่จัดให้ต่างกัน ?

.....

4. อะไรบ้างที่จัดให้เหมือนกัน ?

.....

5. สมมติฐานของปัญหานี้จะตั้งอย่างไร ?

.....

6. การทดลองนี้สิ่งที่นักเรียนจะต้องติดตามดูคืออะไร ?

.....

7. การทดลองนี้จะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง ?

.....

8. วิธีการทดลองเป็นอย่างไร ?

.....

9. นักเรียนจะออกแบบการบันทึกผลการทดลองอย่างไร ?

.....

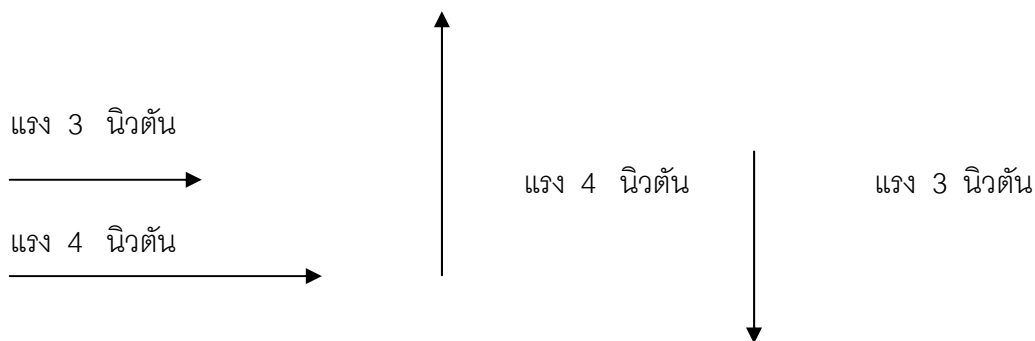
10. ให้นักเรียนปฏิบัติกาทดลองตามขั้นตอนที่นักเรียนได้ออกแบบไว้พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง

ใบความรู้

เรื่อง ผลลัพธ์ของแรงหลายแรง

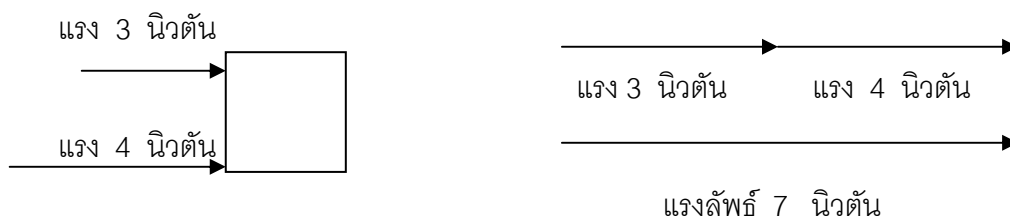
1. ในการชั่งน้ำหนักของวัตถุโดยใช้ตาชั่งสปริง 2 อัน ผลรวมค่าของแรงที่อ่านได้จากตาชั่งสปริงทั้งสองจะมีค่าเท่ากับค่าของแรงที่อ่านได้จากตาชั่งสปริง 1 อัน แสดงว่าแรงสองแรงสามารถรวมเป็นหนึ่งแรงได้

2. แรงมีหน่วยเป็นนิวตันเป็นปริมาณที่มีขนาดและทิศทาง เรียกว่า ปริมาณเวกเตอร์ สามารถเขียนแทนด้วยลูกศร ความยาวของลูกศร แทนขนาดของแรง และหัวลูกศรแทนทิศทาง



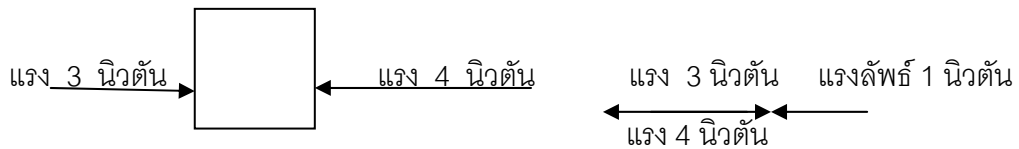
การรวมแรงจะรวมเฉพาะตัวเลขแบบธรรมดาไม่ได้ เพราะแรงมีทิศทางเราสามารถหาผลรวมของแรงได้จากการเขียนรูป โดยนำลูกศรที่แทนแรงมาเขียนต่อกันแบบหางต่อหัว แล้วหาผลรวมของแรง โดยลากลูกศรจากหางลูกศรแทนแรงอันแรกไปยังหัวลูกศรแทนแรงอีกอันที่เหลือ แล้ววัดความยาวของลูกศรนี้เป็นขนาดของแรงลัพธ์โดยหัวลูกศรแทนทิศทางของแรงลัพธ์ ดังรูป

2.1 แรง 3 นิวตัน และแรง 4 นิวตัน กระทำต่อวัตถุในทิศเดียวกัน แรงลัพธ์มีค่า 7 นิวตัน



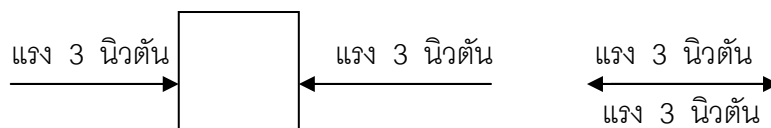
กล่าวได้ว่า แรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกัน ผลลัพธ์ของแรงก็คือ ผลรวมของแรงทั้งสอง มีผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกับที่แรงมากระทำ

2.2 แรง 3 นิวตัน และแรง 4 นิวตัน กระทำต่อวัตถุในทิศตรงข้าม แรงลัพธ์มีค่า 1 นิวตัน



กล่าวได้ว่า แรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงกันข้าม ผลลัพธ์ของแรงก็คือแรงหักล้างระหว่างแรงทั้งสอง ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่มีแรงมากกว่า

2.3 แรง 3 นิวตัน และแรง 3 นิวตัน กระทำต่อวัตถุในทิศตรงข้าม แรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์



เมื่อแรง 2 แรง ที่เท่ากัน กระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงกันข้าม ผลลัพธ์ของแรงก็คือ แรงทั้งสองหักล้างกันหมด ทำให้วัตถุไม่เคลื่อนที่

ใบงานที่ 3

แรงลัพธ์หลายแรงเป็นอย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาผลลัพธ์ของแรงต่อไปนี้

1. เด็กชายแดงและเด็กชายดำ ร่วมกันออกแรงผลักวัตถุชนิดหนึ่งไปทางทิศขวามือ โดยที่เด็กชายแดงใช้แรง 10 นิวตัน และเด็กชายดำใช้แรง 15 นิวตัน
แรงลัพธ์มีค่าเท่าไร ?
.....
ผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปทิศทางใด ?
.....
2. เด็กชายแดงออกแรง 10 นิวตัน ผลักวัตถุชนิดหนึ่งไปทางทิศขวามือ และเด็กชายดำออกแรง 15 นิวตัน ดันวัตถุในทิศส่วนทางกับเด็กชายแดง
 - 2.1 แรงลัพธ์มีค่าเท่าไร ?
.....
 - 2.2 ผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปทิศทางใด ?
.....
3. เด็กชายแดงออกแรง 15 นิวตัน ผลักวัตถุชนิดหนึ่งไปทางทิศขวามือ และเด็กชายดำออกแรง 15 นิวตัน ดันวัตถุในทิศส่วนทางกับเด็กชายแดง
 - 3.1 แรงลัพธ์มีค่าเท่าไร ?
.....
 - 3.2 ผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นอย่างไร ?
.....
4. แรงลัพธ์คืออะไร ?
.....

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1. การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ
วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ตาราง 20 ความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ข้อ	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผล
	1	2	3		
1	-1	1	1	0.3	คัดออก
2	1	1	1	1.0	ตัดไว้
3	1	1	1	1.0	ตัดไว้
4	1	1	1	1.0	ตัดไว้
5	1	0	1	0.7	ตัดไว้
6	-1	1	1	0.3	คัดออก
7	1	1	1	1.0	ตัดไว้
8	1	1	1	1.0	ตัดไว้
9	1	1	1	1.0	ตัดไว้
10	1	1	1	1.0	ตัดไว้
11	-1	1	1	0.3	คัดออก
12	1	1	1	1.0	ตัดไว้
13	0	1	1	0.7	ตัดไว้
14	1	1	1	1.0	ตัดไว้
15	-1	1	1	0.3	คัดออก
16	1	1	1	1.0	ตัดไว้
17	1	1	1	1.0	ตัดไว้
18	1	1	1	1.0	ตัดไว้
19	1	1	1	1.0	ตัดไว้
20	1	0	1	0.7	ตัดไว้

ข้อ	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผล
	1	2	3		
21	1	1	1	1.0	ตัดไว้
22	1	1	1	1.0	ตัดไว้
23	1	1	1	1.0	ตัดไว้
24	-1	1	1	0.3	คัดออก
25	-1	1	1	0.3	คัดออก
26	1	-1	1	0.3	คัดออก
27	1	1	1	1.0	ตัดไว้
28	-1	1	1	0.3	คัดออก
29	1	1	1	1.0	ตัดไว้
30	1	1	1	1.0	ตัดไว้
31	1	1	1	1.0	ตัดไว้
32	1	1	1	1.0	ตัดไว้
33	1	1	1	1.0	ตัดไว้
34	-1	1	1	0.3	คัดออก
35	1	1	1	1.0	ตัดไว้
36	1	1	1	1.0	ตัดไว้
37	1	1	1	1.0	ตัดไว้
38	1	-1	1	0.3	คัดออก
39	1	1	1	1.0	ตัดไว้
40	1	1	1	1.0	ตัดไว้

ตาราง 21 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ข้อ	P	D	ผล
1	.57	.44	ตัดไว้
2	.63	.47	ตัดไว้
3	.40	.34	ตัดไว้
4	.56	.33	ตัดไว้
5	.54	.46	ตัดไว้
6	.51	.50	ตัดไว้
7	.53	.32	ตัดไว้
8	.52	.25	ตัดไว้
9	.58	.41	ตัดไว้
10	.48	.30	ตัดไว้
11	.53	.35	ตัดไว้
12	.47	.26	ตัดไว้
13	.62	.20	ตัดไว้
14	.60	.42	ตัดไว้
15	.58	.46	ตัดไว้

ข้อ	P	D	ผล
16	.59	.25	ตัดไว้
17	.57	.25	ตัดไว้
18	.51	.36	ตัดไว้
19	.54	.45	ตัดไว้
20	.49	.34	ตัดไว้
21	.61	.22	ตัดไว้
22	.53	.53	ตัดไว้
23	.57	.29	ตัดไว้
24	.52	.32	ตัดไว้
25	.54	.41	ตัดไว้
26	.57	.44	ตัดไว้
27	.60	.27	ตัดไว้
28	.54	.31	ตัดไว้
29	.49	.39	ตัดไว้
30	.63	.22	ตัดไว้

ค่าความเชื่อมั่น = 0.841

ตาราง 22 ความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สถานการณื	กิจกรรม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผล
		1	2	3		
1	1	1	1	1	1.0	ตัดไว้
	2	1	1	1	1.0	ตัดไว้
	3	1	1	1	1.0	ตัดไว้
	4	1	1	1	1.0	ตัดไว้
	5	1	1	1	1.0	ตัดไว้
	6	1	1	1	1.0	ตัดไว้
2	1	1	1	1	1.0	ตัดไว้
	2	1	1	1	1.0	ตัดไว้
	3	1	1	1	1.0	ตัดไว้
	4	1	1	1	1.0	ตัดไว้
	5	1	1	1	1.0	ตัดไว้
	6	1	1	1	1.0	ตัดไว้

ตาราง 23 ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สถานการณื	กิจกรรม	D	สถานการณื	กิจกรรม	D
1	1	0.71	2	1	0.68
	2	0.67		2	0.25
	3	0.25		3	0.22
	4	0.32		4	0.70
	5	0.63		5	0.76
	6	0.72		6	0.59

ค่าความเชื่อมั่น = 0.701

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวสุภัทรรดา กุลยะ
วัน เดือน ปีเกิด	12 กันยายน 2516
สถานที่เกิด	อำเภอพนมสรวรค์ จังหวัดนครพนม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	2 / 77 หมู่ 8 ลาดพร้าว 71 แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร 10230
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครูชำนาญการ (คศ.2)
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนคลองทองกระเทียม สำนักงานเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร 10230
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2535	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2539	ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากสถาบันราชภัฏสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2551	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ