

530.0712

ม 137 4

๕ 3

ผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปริญญานิพนธ์

ของ

มณีนันท์ เกตุไสว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

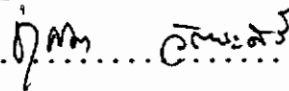
มกราคม 2540

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

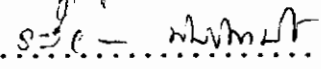
๕3 พ.ค. 254๐

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการการสอบได้พิจารณาปัญหานี้จนจบแล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

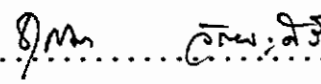
.....  ประธาน

(ผศ.ดร. ชุตีมา วัฒนศิริ)

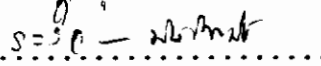
.....  กรรมการ

(อ.ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)

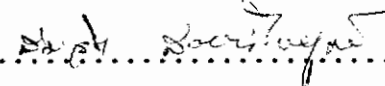
คณะกรรมการสอบ

.....  ประธาน

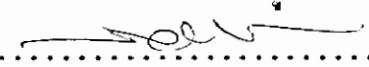
(ผศ.ดร. ชุตีมา วัฒนศิริ)

.....  กรรมการ

(อ.ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)

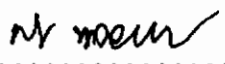
.....  กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผศ.สมจิต สวชนไพบูลย์)

.....  กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผศ.สวัสดี ปานนาวา)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปัญหานี้จนจบนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่...14...เดือน...มกราคม...พ.ศ. 2540..

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พติมา วัฒนะคีรี อาจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ปานเนา ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณหลวงปู่พระธรรมเสนานี (ค.เจียม กุลละวณิช) ที่ได้มอบทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณ อาจารย์ศจี อนันตโสภากิจิตร์ อาจารย์ธัญญรัตน์ บุญญฤทธิ์ อาจารย์ทศวิรัช รั้งสุวรรณ อาจารย์ปราณีต เพิ่มบุญ อาจารย์อรุณี ชิมใส อาจารย์วิฑูรย์ ธรรมบรรหาร อาจารย์มาลุต ชำบ่าเหินจ์ อาจารย์เสริมศักดิ์ กัรติพันธ์ ที่ได้ช่วยเหลือ แนะนำในการสร้าง ตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู และขอบคุณนักเรียนโรงเรียน วัดสังเวช ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบและขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู และขอบคุณนักเรียนโรงเรียน ปทุมคงคา ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่องานวิจัยฉบับนี้ รวมทั้งเพื่อนนิสิตปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา เอกการมัธยมศึกษาและทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่ ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจอย่างดียิ่งในการเรียนจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ แต่บิดา มารดา ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

มณีนันท์ เกตุไสว

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
เอกสารที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า	11
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	11
เอกสารเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการทดลอง.....	21
เอกสารเกี่ยวกับการสอนฟิสิกส์.....	26
เอกสารเกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์.....	30
เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า.....	48
งานวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองและการทดลอง.....	48
งานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์.....	50
งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์.....	54
งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	58
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	61

3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	62
	ประชากร	62
	กลุ่มตัวอย่าง	62
	เนื้อหา	62
	ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า.....	62
	แบบแผนการทดลอง	63
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	64
	ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	64
	วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	71
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
	สถิติพื้นฐาน.....	73
	สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	74
	สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน.....	76
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	77
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	77
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	78
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	87
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	87
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	88
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	88
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	90
	การอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	91

บทที่ ๔

หน้า

ข้อเสนอนะ	95
บรรณานุกรม	97
ภาคผนวก	107
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	217

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	เปรียบเทียบการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองแตกต่างกันระหว่าง กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	10
2	แบบแผนของการทดลอง.....	63
3	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์.....	79
4	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี.....	80
5	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์.....	81
6	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ.....	82
7	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม...	83
8	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วม.....	84
9	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วม.....	85
10	เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม.....	86

11	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่.....	109
12	ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	110
13	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง.....	115
14	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง.....	117
15	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง.....	119
16	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง.....	121
17	วิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาการเคลื่อนที่.....	167
18	วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่.....	174

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แผนภูมิแสดงกิจกรรมขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	16
2 ภาพประกอบแสดงลำดับของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์.....	29

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. ข้อสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบปรนัยเลือกตอบ มี 5 คำเลือก
2. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X บนตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องเพียงข้อเดียว โดยให้นักเรียนเขียนในกระดาษคำตอบที่แจกให้
3. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ นักเรียนทำให้ครบทุกข้อในเวลา 50 นาที
4. ห้ามขีด ขีดฆ่า ทำเครื่องหมายหรือเขียนตัวอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. ให้นักเรียนเขียนชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ เมื่อเรียบร้อยแล้ว จึงลงมือทำข้อสอบ

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในสังคม โดยมนุษย์ได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการพัฒนาความเป็นอยู่ และคุณภาพชีวิต ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาสังคมตลอดจนพัฒนาประเทศชาติต่อไป สำหรับประเทศไทยได้นำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาประเทศเช่นกัน ความสำเร็จจะมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการโดยมีปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญประการหนึ่งคือการพัฒนาคุณภาพของประชากร ให้เป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจพื้นฐาน มีความสนใจใฝ่รู้ที่จะติดตามข่าวสารข้อมูลต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อนำมาใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพได้อย่างมีคุณภาพ ซึ่งการที่จะพัฒนาคุณภาพของประชากรให้ดังกล่าวนั้นขึ้นอยู่กับการศึกษาที่ดีแก่ประชากรนั่นเอง ซึ่งส่วนใหญ่จะผ่านในระบบของโรงเรียนและจัดเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของประเทศในการพัฒนาการศึกษา ดังจะเห็นได้จากแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) ที่ให้มีการเร่งรัดพัฒนาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะเน้นกระบวนการคิด การค้นคว้าหาข้อเท็จจริง การนำความรู้ และวิธีการแสวงหาความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535 : 33)

ฟิสิกส์ เป็นวิชาที่สำคัญสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ศึกษาเกี่ยวกับความจริงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ และสามารถค้นคว้าข้อเท็จจริงอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ฟิสิกส์ ยังเป็นพื้นฐานของการนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาต่าง ๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ แพทย์ศาสตร์ เป็นต้น ตลอดจนก่อให้เกิดการพัฒนาด้านเทคโนโลยีมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เทคโนโลยีที่ใช้ในการอุตสาหกรรม ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกัวิชาพื้นฐานและงานวิจัยขั้นสูงทางฟิสิกส์อย่างมาก แต่เป็นที่น่าเสียดายที่เทคโนโลยีเหล่านั้นถูกซื้อตรงมาจากประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยที่นักฟิสิกส์ไทยเกือบจะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือช่วยเหลือเลย ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้บุคลากรด้านฟิสิกส์ลดลง เพราะไม่เห็นความจำเป็นและความสำคัญของวิชาฟิสิกส์ ยังผลให้จำนวน

นักศึกษาที่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ลดลงไปด้วย ปัญหาบุคลากรทางฟิสิกส์น่าจะมีสาเหตุมาจาก การ
 เรื้อนพื้นฐานทางฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษา ซึ่ง สมนึก บุญพาไสว (2534 : 19-21) ได้ให้ข้อ
 คิดว่า การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ส่วนใหญ่จะเน้นที่ผลสุดท้ายของการเรียนคือการนำไปสู่การแก้
 ปัญหาโจทย์แบบฝึกหัดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการคิดคำนวณ โดยข้ามสองขั้นตอนแรกคือ ขั้นพัฒนา
 การสำรวจและพัฒนาแนวความคิดหรือมโนคติ การเรียนการสอนจะเน้นไปที่การแก้ปัญหาโดยวิธี
 การทางคณิตศาสตร์ ก่อนที่นักเรียนจะซึมซาบแนวความคิด หรือมโนคติทางฟิสิกส์จึงทำให้การเรียน
 การสอนส่วนใหญ่ประสบความล้มเหลวในการเสริมความรู้ และการสอนทฤษฎีใหม่ที่จะนำไปสู่ความ
 เข้าใจมโนคติทางฟิสิกส์ จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่บรรลุตามจุดประสงค์ที่
 ตั้งไว้และประสบปัญหานักเรียนสอบไม่ผ่านวิชาฟิสิกส์จำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับการประเมิน
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2531 ตามจุดประสงค์หลักทั่ว
 ประเทศ 12 เขตการศึกษา ที่พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 มีจำนวนร้อยละ
 10.80 ซึ่งนับเป็นจำนวนน้อยมาก (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533 : 223) จากปัญหาดังกล่าว
 ทำให้พบว่าการสอนวิชาฟิสิกส์ควรจะสอนให้นักเรียนเข้าใจมโนคติเสียก่อนโดยเน้นการสอนให้เกิด
 มโนคติ มากกว่าการมองสมการพีชคณิต และการคิดคำนวณซึ่งจะเป็นทักษะที่ฝึกได้ภายหลัง ทั้งนี้
 เพราะการที่นักเรียนมีมโนคติในเรื่องที่เรียนแล้วจะทำให้ช่วยลดการจดจำรายละเอียดของเนื้อหา
 ลงได้อย่างมากและเป็นการแสดงว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างเป็นระบบ และเข้าใจ
 โครงสร้างเรื่องนั้นเป็นอย่างดี

การจัดการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมโนคติ ในปัจจุบันที่น่า
 สนใจ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นการสอนวิธีหนึ่งที่มุ่งให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหา
 หรือสืบเสาะหาความรู้ เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อนโดยใช้
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ สิ่งที่นักเรียนค้นพบอาจจะเป็นการค้นพบมโนคติ
 ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ หรือการค้นพบ หลักการ และกฎทางวิทยาศาสตร์ก็ได้ (สุวัฒน์ นิยมคำ.
 2531 : 502) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สำคัญ คือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การ
 ทดลองและการอภิปรายหลังการทดลอง กล่าวคือ การอภิปรายเป็นกิจกรรมหนึ่งที่สำคัญยิ่งถ้าผู้สอน
 รู้จักแนะแนวทางในจังหวะที่เหมาะสมและช่วยฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิด กล่าวแสดงความคิดเห็น
 ส่วนการทดลองนี้ ถือเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งจะนำไปสู่การ
 ฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนอกจากนั้นยังเกิดมโนคติ ดังที่

นักวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาบางท่านเชื่อว่า ความสัมพันธ์ต่อเนื่องของมโนคติ และกลุ่มของมโนคติจะพัฒนามาจากผลที่ได้จากการทดลอง และ/หรือการสังเกต และยังส่งผลไปสู่การทดลองและ/หรือการสังเกตที่กว้างขวางออกไป (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2535 : 105)

แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ก็ยังประสบกับปัญหา ซึ่งจากการสรุปสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในช่วงหลักสูตร พ.ศ. 2503-2538 ที่ สสวท. ได้เรียบเรียงจากผลการวิจัยของหน่วยงานต่าง ๆ พบว่า เนื้อหาในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีมากเกินไป ทำให้ผู้สอนห่วยแต่ละสอนเนื้อหาให้จบ ไม่สนใจฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร ส่วนตัวนักเรียนนั้นจะไม่สนใจซักถาม หรือทำการทดลอง ถ้าจะทำการทดลองก็ชอบทำเฉพาะที่แปลก ๆ น่าตื่นเต้น นอกจากนั้นอุปกรณ์ที่กำหนดในการทดลองบางรายการหายาก หรือราคาแพง (สสวท. 2538 : 4-5)

จากสภาพปัญหาดังกล่าวมาแล้ว นอกจากจะมีสาเหตุมาจากสภาพการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ที่เน้นสอนเนื้อหาโดยวิธีสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง ใช้การบรรยายเป็นส่วนใหญ่ มุ่งสอนในเรื่องการแก้ปัญหาโจทย์ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์มากกว่าสอนให้นักเรียนเข้าใจมโนติก่อน และยังมีปัญหาจากการทำการทดลองที่ให้นักเรียนทดลองตามวิธีการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียนรวมทั้งการกำหนดรูปแบบการบันทึกผลการทดลองให้ ทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้พัฒนาความคิด ส่วนการทดลองที่ครูจำเป็นต้องใช้การสาธิตนั้นครูส่วนใหญ่ยังขาดทักษะในการใช้วัสดุอุปกรณ์ (สสวท. 2538 : 4-5) ซึ่งอาจทำให้ผลการทดลองไม่สัมฤทธิ์ผลเท่าที่ควร นอกจากนี้นักเรียนยังขาดการฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ผลที่ตามมาคือนักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ยีนดี ส่วนะคุณานนท์. 2536 : 4) และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ด้านมโนคติ ต่ำ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของจิตราภรณ์ ทองนิ่ม (2530 : 48-50) ที่ศึกษาเกี่ยวกับมโนคติทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีมโนคติ เรื่องการเคลื่อนที่ในระดับต่ำโดยเฉพาะเรื่องกฎการเคลื่อนที่ นักเรียนมีมโนคติในระดับที่ต่ำมาก

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนด้วยการปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้าเพื่อให้เกิดมโนคติด้วยตนเอง ตามวิธีการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ขั้นที่สำคัญมาก คือ ขั้นตอนการทดลอง ที่ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกิจกรรมการทดลองจะเป็นสิ่งสำคัญ

ที่ทำให้นักเรียนเข้าใจทฤษฎี สามารถเรียนรู้จนเกิดมโนคติ และที่สำคัญคือสถานการณ์ต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการทดลองจะทำให้เด็กเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น ควรจะเน้นการฝึกทักษะในขั้นที่สูงขึ้น ซึ่งได้แก่ ทักษะขั้นบูรณาการ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้ผ่านการฝึกทักษะขั้นพื้นฐานมาแล้วในระดับมัธยมศึกษา ทักษะขั้นบูรณาการ มี 5 ทักษะด้วยกัน คือทักษะการตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนั้นควรเน้นการทดลองให้มากขึ้น เพื่อให้เกิดความชำนาญในการทดลอง และให้มีความสามารถออกแบบการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งชรี สุชาติ (2531 : 69) ว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าที่ไม่ได้รับการฝึกส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสัมพันธ์กับงานวิจัยของสมาธิ คำราชโชติ (2537 : 113) ที่ศึกษาผลการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนเลือกอุปกรณ์การทดลอง คิดออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลเอง จากผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสูงกว่าที่ไม่ได้รับการฝึกดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการทดลองที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วางแผน คิดพิจารณาอย่างรอบคอบ แล้วตัดสินใจเลือกเหตุผลที่สามารถอธิบายปัญหา หรือแก้ปัญหาได้ โดยที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการหาข้อมูล จัดกระทำข้อมูล และลงข้อสรุปตัดสินใจในการกระทำนั้น ๆ เป็นการฝึกความชำนาญในการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลองโดยเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจากที่กำหนดให้ได้้อย่างเหมาะสม และตรงกับเนื้อหาของบทเรียน พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกผลการทดลองได้อย่างเหมาะสม

จากสภาพและแนวคิดดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง ว่ามีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้มีความสำคัญดังต่อไปนี้

1. ทำให้ทราบผลของการเรียนการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี เกี่ยวกับความสัมพันธ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
2. เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ใช้รูปแบบการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในด้านผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี เกี่ยวกับความสัมพันธ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้มีประสิทธิภาพขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 175 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ (ว 421) โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 67 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย 2 กลุ่ม โดยใช้หน้าสารสุ่มเป็นห้องเรียน แล้วจับสลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 32 คน

3. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 ว 421 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 2 กลุ่ม

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

5.1.1 การสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

5.2.2 การสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

5.2.1.1 เกี่ยวกับทฤษฎี

5.2.1.2 เกี่ยวกับความสัมพันธ์

5.2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการทดลอง หมายถึง การเรียนการสอนที่จัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มี 2 แบบ คือ

1.1 การสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบในการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

1.2 การสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.

2. การสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบในการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ

2.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

2.1.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ในเอกสารประกอบการเรียนเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

2.1.2 นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจากเอกสารประกอบการเรียน

2.1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลอง

2.2 ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบในการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

2.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

2.3.1 ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่

2.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ที่ได้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. การสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการและบันทึกข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในแบบเรียนของ สสวท. ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ

3.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในแบบเรียนเพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลอง และข้อควรระวังในการทดลอง

3.2 ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในแบบเรียน

3.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ที่ได้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดการรับรู้และสามารถสื่อความหมายตามความเข้าใจของตนเองได้

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น จากแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดมโนคติซึ่งสอดคล้องกับมโนคติตามแนวคิดของเพลลา 2 ประเภท ใน 3 ประเภท (Romey. 1968 : 115-117 ; citing Pella. 1966 : 31-34) ดังนี้

5.1 มโนคติเกี่ยวกับทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นมโนคติที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดขึ้น หรือจินตนาการ เพื่อหารูปแบบที่จะนำมาใช้ในการอธิบายคุณลักษณะของสิ่งของบางสิ่งบางอย่างที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานบางประการมาสนับสนุนว่าเป็นไปได้ มโนคติประเภทนี้เป็นมโนคติที่นำไปใช้ในการอธิบายวัตถุหรือปรากฏการณ์

5.2 มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) เป็นมโนคติที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์หรือสิ่งของทั้งในเชิงเปรียบเทียบและในเชิงที่เป็นเหตุผลต่อกัน มโนคติประเภทนี้เป็นมโนคติที่นำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์วัตถุหรือปรากฏการณ์

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ผ่านการปฏิบัติ การฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่ว และชำนาญชำนาญ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดทักษะ 5 ทักษะ คือ

6.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าที่จะเป็นไปได้ก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบและยังไม่ใช่หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี มาก่อน

6.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรให้เป็นที่ยอมรับตรงกัน สามารถสังเกตหรือวัดได้ และระบุการกระทำเพื่อทดสอบหรือทดลองได้

6.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรอิสระ ตัวแปรตามในสมมติฐานหนึ่ง ๆ และควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการที่จะศึกษา

6.4 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง

6.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบรรยายลักษณะหรือบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่าง ๆ การบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติ ตลอดจนบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

7. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง อาจารย์ผู้มีประสบการณ์ทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน และอาจารย์ผู้มีประสบการณ์ทางการสอนวิชาฟิสิกส์ไม่น้อยกว่า 5 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการสอนวิชาฟิสิกส์ หรือเทียบเท่า จำนวน 3 คน

จากขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ทั้งสองแบบตามที่กล่าวไว้ในข้างต้น ผู้วิจัยจึงขอสรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในรูปของตารางเพื่อแสดงการเปรียบเทียบดังตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองแตกต่างกัน ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u> - นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในเอกสารประกอบการเรียน เพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐาน - นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจากเอกสารประกอบการเรียน - นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลอง 2. <u>ขั้นทดลอง</u> นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบในการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง 3. <u>ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u> - ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่ - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ที่ได้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	1. <u>ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u> - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในแบบเรียน เพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐาน - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลองและข้อควรระวังในการทดลอง 2. <u>ขั้นทดลอง</u> - นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในแบบเรียน 3. <u>ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u> - ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่ - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ที่ได้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการทดลอง
3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์
4. เอกสารเกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองและการทดลอง
2. งานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ได้มีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

ซันด์ และโทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1976 : 53-55) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discovery Mental Process) ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมีความคิดแบบวัตถุนิยม (Objective) อากรู้หรือยากเห็น ใจกว้าง

อนันต์ จันทร์ภักดิ์ (2523 : 6) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ (2529 : 58) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นการค้นคว้าหาความรู้หรือข้อเท็จจริง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเริ่มค้นพบเรียนจากการสอนการทดลองหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทำให้เด็กเกิดข้อข้องใจหรือสงสัย

สวัณท์ นิยมคำ (2531 : 502) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เป็นเครื่องมือ

ชัคแมน (ดวงเดือน เทศวานิช. 2535 : 15 ; อ้างอิงมาจาก Suchman. 1962) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้เป็นวิธีที่ให้นักเรียนพิจารณาหาเหตุผล สามารถใช้คำถามที่ถูกต้องและคล่องแคล่ว สามารถสร้างและทดสอบสมมติฐาน

จากความหมายที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มีผู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ คิดและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด โดยใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหา โดยใช้การทดลองและอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่เน้นความสำคัญที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีการสอนแบบนี้เป็นการให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยให้นักเรียนค้นคว้าใช้ความสามารถในการเรียนด้วยตนเองให้เป็นคนช่างสังเกต ช่างสงสัยและพยายามหาข้อสรุปจนในที่สุดจะเกิดมโนคติในเรื่องที่ศึกษานั้น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนชี้แนะ ช่างเหลือ ตลอดจนแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนการสอน ซึ่งวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมจิต สวชนไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 110-111) ได้เสนอรูปแบบการสอนไว้ดังนี้

พบ ปรากฏการณ์ ของธรรมชาติ	ใช้ ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์ ทำการ สืบเสาะหาความรู้	ได้ ความรู้ วิทยาศาสตร์
เกิดปัญหา ตั้งคำถาม อะไร...? อย่างไร...? ทำไม...?	การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับ สเปสและสเปสกับเวลา การตั้งสมมติฐาน การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การทดลอง การควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูล	ข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ ทฤษฎี

จากรูปแบบข้างบนนี้จะเห็นได้ว่า การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากจะทำให้เกิดการเรียนรู้แล้ว ยังเป็นการเรียนที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

หลักจิตวิทยาและข้อควรคำนึงถึงในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เอเซป (ASEP. 1974 : 94) ได้กล่าวถึงข้อควรคำนึงถึงในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบเป็นผู้กระทำ ทำให้เกิดการเรียนรู้ในการเรียนดีกว่าการเรียนแบบเป็นผู้ถูกกระทำ
 2. การเรียนรู้จะได้ผลดีเมื่อสถานการณ์นั้นก่อให้เกิดความสำเร็รมากกว่าความล้มเหลว
 3. ความคิดสร้างสรรค์จะพัฒนาได้เมื่อนักเรียนมีโอกาสได้คิดอย่างสร้างสรรค์
 4. การสืบเสาะหาความรู้ สามารถทำให้เกิดการคิดอย่างมีเหตุผลและก่อให้เกิดเจตคติที่ดี
- สวัณก์ นิยมคำ (2517 : 125-126) ได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยาที่สนับสนุนการสอน

แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นคว้าหาความรู้ นั้น ๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้
2. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีที่สุดเมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้เรียนอย่างอิสระ ไม่ไปบั่นขยับนักเรียน และครูจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้เกิดความล้มเหลว
3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิด ให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด

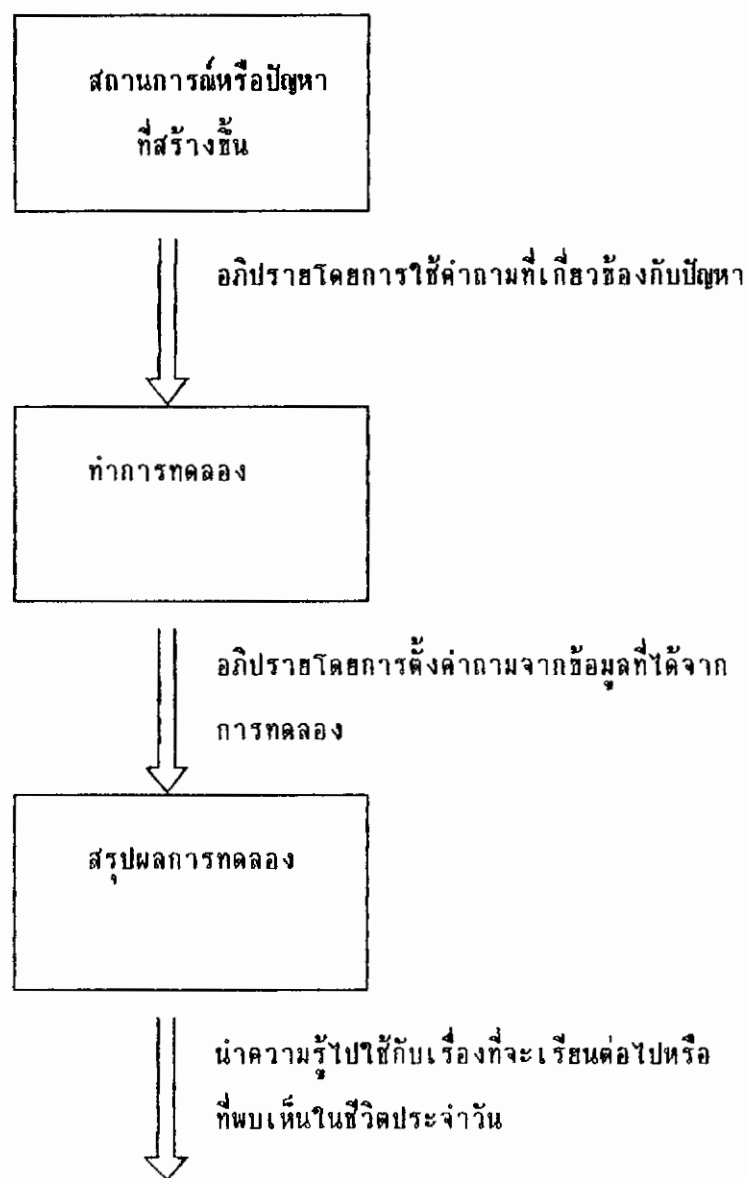
หลักการและขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116-120) กล่าวว่า วิธีสอนวิทยาศาสตร์มีหลายแบบ ทุกแบบมุ่งที่จะสอนให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีหนึ่งในหลายวิธี คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ซึ่งมุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีนี้ มีกิจกรรมที่สำคัญคือ การอภิปรายและการทดลองอาจแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางที่เหมาะสม แล้วจะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง ถ้าแสดงความคิดเห็น สอรับความคิดเห็นของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนากทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการอภิปรายเข้าสู่การทดลองและอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายคำถามนั้น นักเรียนอาจจะใช้คำถามถามครูหรือนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ ซึ่งการสอนในลักษณะนี้อาจจะเขียนแผนภูมิได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิแสดงกิจกรรมขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในแผนภูมิ สามารถที่จะแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา นั้น สถานการณ์ควรอยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของนักเรียนและโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาและควรเป็นคำถามที่ให้นักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน)

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลหรือศึกษาข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ ที่ผู้สอนได้ทดลองไว้ แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ครูมีบทบาทในการช่วยเหลือ

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามจะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลักเพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

สมจิต สวชนไพบลีย์ (2526 : 104-112) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ของ สสท. ว่าขั้นตอนในการสืบเสาะหาความรู้ อาจแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือขั้นสำรวจเพื่อหาข้อมูล (Exploration) ขั้นสร้างความรู้จากข้อมูล (Invention) และขั้นนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) ทั้ง 3 ขั้นผู้เรียนจะต้องเป็นคนหาความรู้จะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม หลักการใหญ่ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็คือให้นักเรียนเป็นผู้กระทำ ครูแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นการสำรวจข้อมูล

เป็นการหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อนำไปสร้างเป็นมโนคติหรือแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจจะหาได้จาก 3 แหล่ง แหล่งแรก จากการสังเกตวัตถุจริง หรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สอง ได้จากการทดลอง และแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมแหล่งอื่น การจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูลอาจทำได้ 4 วิธี คือ

1. ครูเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์ และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน
2. ครูเสนอปัญหา แต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า และให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามที่

ครูกำหนด

3. ครูสาธิตให้นักเรียน และนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่
4. ได้ข้อมูลจากแหล่งอื่น นักเรียนหาข้อมูลนำมาถามครู แล้วนักเรียนจะต้องตีความหมาย

เอง

งานขั้นสำรวจจบลงที่นักเรียนได้ข้อมูลเพียงพอที่จะนำไปตีความหมาย และลงข้อสรุปต่อไป

ขั้นการสรุปเป็นความรู้ใหม่

ภายหลังจากการสำรวจแล้ว นักเรียนจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลง ปริมาณ และรายละเอียดอื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจจะยังไม่มี ความหมายอะไรมากนัก จะต้องมีการนำไปคำนวณ และ/หรือ จัดกระทำข้อมูลเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความ และลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปโมเดล หรือ หลักการ กิจกรรมขั้นนี้ส่วนใหญ่ครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้ มองหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตาม (ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล) ลงข้อสรุปเป็นหลักการ

ขั้นนำความรู้ไปใช้

ความรู้ที่ค้นพบ ในการสร้างความรู้จากการเรียนการสอนของครูนั้น ครูจะมั่นใจว่านักเรียนค้นพบความจริงก็ต่อเมื่อ นักเรียนมีความสามารถที่จะนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ซึ่งไม่เหมือนกับที่เคยพบเห็นมาแล้ว หรือ ความรู้นั้นสามารถนำไปใช้เป็นฐานสำหรับเรื่องใหม่ได้ นำไปพยากรณ์ได้

กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จำเป็นต้องอาศัยกิจกรรมสำคัญ 2 ประการ คือ การทดลอง และการอภิปรายซักถามระหว่างครู กับนักเรียน เมื่อพิจารณาตามขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ ลำดับขั้นของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือ เป็นการแนะนำแนวทางในการทดลองรวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. การให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง (Experimental Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดคอยกระตุ้น สนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post-lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้สรุปเป็นความรู้ใหม่ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจจะเป็นไปได้ด้วยคำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ในคอนั้นนอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังจะช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวความคิดกว้างขวางยิ่งขึ้น

จะเห็นได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้^{นี้} จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ และเข้าใจอย่างจริงจัง เป็นขั้นตอนทำให้เกิดการเรียนรู้ด้านแนวคิด และได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือเป็นฐานเพื่อที่จะเรียนในบทเรียนต่อไป การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ยังช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีความสนใจ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 33-34) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูมีบทบาทในการเรียนการสอน ดังนี้

1. เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยสร้างสถานการณ์ชักชวนให้นักเรียน ตั้งคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามลำดับขั้นคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้
 2. ครูเป็นผู้เสริมแรง เมื่อนักเรียนถามก็ให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชม และช่วยปรับปรุงภาษาในคำถาม เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจคำถามให้กระจ่างยิ่งขึ้น
 3. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ ครูจะเป็นผู้ทบทวนคำถามเพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง
 4. ครูเป็นผู้แนะแนว และเป็นผู้กำกับ ครูจะเป็นผู้แนะแนวทางเพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง เป็นผู้กำกับควบคุมเมื่อนักเรียนออกนอกแนวทาง
 5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียน จัดบรรยากาศให้เหมาะสม โดยจัดเป็นกลุ่มหรือชั้น เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ
 6. เป็นผู้สร้างแรงจูงใจ ครูช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2519 : 6-7)

ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนได้มากขึ้น ครูควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้นเพื่อค้นหาหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์ และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีความพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนการวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด ทำการทดลอง และร่วมอภิปรายทุกคน โดยนำเอาเทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถามตลอดจนการเสริมแรงมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่าย พอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูงให้ได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ ในขณะที่เด็กอ่อนก็ไม่ทำให้นักเรียนที่ด้อยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามอย่างบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำเพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ ครูควรชี้แจงให้ทราบและเบนความสนใจของนักเรียนมาสู่เรื่องที่กำลังอภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้นควรจะได้หยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา อาจจะมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถจะตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ควรจะชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่เป็นผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวความคิด หรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไปเมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ และแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำที่จะให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่มีความมั่นใจได้เพียงพอจึงสรุป

7. ครูควรนำเอาการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสาธิต หรือการใช้คำถามอธิบายมาใช้เพิ่มเติมเมื่อมีความจำเป็นหรือในโอกาสที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลยิ่งขึ้น

จากการศึกษากระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีกิจกรรมหลักอยู่ 2 อย่างคือ การอภิปราย และการทดลอง ซึ่งในการอภิปรายและการทดลองนั้น ในการเรียนการสอนปัจจุบันใช้แนวการสอนของ สสวท. คือ มีรูปแบบของวิธีการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบการทดลองให้นักเรียนปฏิบัติตาม สำหรับผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาถึงการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้คิด ค้นคว้าด้วยตนเองอย่างแท้จริง โดยนักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะกำหนดขั้นตอนวิธีการทดลอง เลือกอุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลองเอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

2. เอกสารเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการทดลอง

การทดลอง

เนื่องจากการทดลองเป็นการรวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายทักษะเข้าด้วยกันซึ่ง นิศาล สร้อยสุหรั (2526 : 234-247) ได้ให้รายละเอียดในเรื่องการทดลองดังนี้

สรุปแนวคิดเกี่ยวกับการทดลองว่านักวิทยาศาสตร์ใช้การทดลองเป็นเครื่องมือในการหาคำตอบปัญหา/หรือ ตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ในการทดลองจะมีการนำเอาขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประกอบทั้งการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุม การออกแบบการทดลองอย่างละเอียดทุกขั้นตอน ตลอดจนการตีความหมายข้อมูลที่บันทึกไว้ได้อย่างถูกต้องตรงไปตรงมา ความสามารถในการออกแบบ และดำเนินการทดลองจัดเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการทดลอง ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทดลองเป็นขั้นที่นักวิทยาศาสตร์ใช้สำหรับตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าควรแก่การยอมรับหรือไม่ ในการดำเนินการทดลองนั้นผู้ทดลองจะต้องนำเอากระบวนการอื่น ๆ มาประกอบกัน ความสำเร็จของการทดลองจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการด้วยกัน

การทำการทดลองมีข้อดีหลายประการดังนี้ (สมสุข ชีระพิจิตร. 2526 : 36)

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง และมีโอกาสฝึกทักษะในการทดลองและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

2. ขั้นตอนในการสอนปฏิบัติการ มีแนวโน้มในการเตรียมประสบการณ์ตรงมากกว่าวิธีการอื่น ๆ

3. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เพราะนักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบการทดลอง และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

4. กิจกรรมการทดลองหนึ่ง ๆ สามารถจัดเตรียมได้หลายรูปแบบเพื่อตอบสนองความสนใจและความต้องการของนักเรียนได้อย่างทั่วถึง

5. สามารถสร้างให้นักเรียนค้นพบ หรือสืบเสาะโดยที่หลังการทดลองแล้ว นักเรียนจะสามารถวิเคราะห์เหตุผล สมมติฐานและสรุปได้อย่างมีเหตุผล

6. เป็นการเตรียมนักเรียนแต่ละคนให้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาทั้งปัญหาเดิม และปัญหาที่ต่อเนื่องจากปัญหาเดิม
 7. ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง และจดจำได้นาน
 8. เป็นสื่อ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและสามารถนำไปสู่การวิจัยในระดับสูงต่อไป
 9. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
- ในการทดลองนั้น การออกแบบการทดลอง เป็นขั้นตอนที่สำคัญในกิจกรรมการทดลองถ้า นักเรียนได้ออกแบบการทดลองจะทำให้กิจกรรมการทดลองสมบูรณ์มากขึ้น และได้ฝึกทักษะอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น

การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลอง เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดขั้นหนึ่งในกระบวนการการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าจริงหรือไม่ ซึ่งได้มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและสถาบันที่เกี่ยวข้อง ได้กล่าวถึงการออกแบบการทดลองในลักษณะที่สอดคล้องกันดังนี้

โอเค และฟีล (นัยทิพย์ ศัสตราศาสตร์. 2522 : 17 ; อ้างอิงมาจาก Okey and Fiel. 1971) ได้กล่าวถึงการออกแบบการทดลอง (Designing Investigation) ว่าเป็นความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้เมื่อกำหนดสมมติฐานให้ การออกแบบการทดลองประกอบด้วย

1. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม
2. การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก
3. การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 80) ได้จัดให้การออกแบบการทดลองเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการทดลอง ซึ่งขั้นการออกแบบการทดลอง เป็นขั้นที่กระทำเพื่อควบคุมตัวแปรและเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สมจิต สวชนไพบูลย์. ม.ป.ป. : 69 ; อ้างอิงมาจาก สสวท.) ได้ระบุเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการทดลอง และหมายถึงการวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลอง เพื่อกำหนด

1. วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับกำหนัดและควบคุมตัวแปร)
2. อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะในการออกแบบการทดลองแล้ว คือ

1. กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

2. ระบอบุคลากรและ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS. (American Association for the Advancement of Science) (สมจิต สวชนไพบลีย์ ม.ป.ป. : 69 ; อ้างอิงมาจาก AAAS. : 1970) ได้ให้ความหมายของการออกแบบการทดลองว่า การออกแบบการทดลอง หมายถึง การกำหนดโครงการทดลอง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึง

1. นิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ

3. เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

โจเซฟ และคนอื่น ๆ (สุวัฒน์ นิยมคำ ม.ป.ป. ; อ้างอิงมาจาก Joseph and others. 1976 : 56) กล่าวว่า การออกแบบการทดลองมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง 4 ประการ ดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับตัวปัญหาและวัตถุประสงค์ของการทดลอง การทดลองจะต้องมีปัญหาวัดผลประสงค์ ปัญหาของการทดลองครั้งนี้คืออะไร (ป้อนชนิดใดที่เหมาะสมสำหรับใส่หญ้าในสนาม) การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์อะไร (เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อหญ้าในสนาม)

2. วิธีการในการทดลอง จะทำการทดลองอย่างไรจึงจะได้คำตอบของปัญหา หรือของวัตถุประสงค์ วิธีการทดลองมีได้หลายวิธีจะเลือกวิธีไหนขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่มีและความถนัดของผู้ทดลองด้วย

วิธีการในการทดลองจะต้องระบุ

- ตัวแปรอิสระ คือ สิ่งที่เราต้องการดูผลกระทบของมัน
- กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่เราไม่ต้องการดูผลกระทบจากตัวแปรอิสระ เป็นกลุ่มที่มีไว้สำหรับเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใส่ตัวแปรที่ต้องการดูผลของมัน

3. การบันทึกผลการทดลอง การทดลองจะต้องมีการบันทึกผลการทดลองผลบางอย่าง ต้องมีการวัด บางอย่างก็ไม่จำเป็น (จะบันทึกผลอย่างไร การสังเกต-การวัด-แบบฟอร์มที่ใช้)

4. การลงข้อสรุป จะลงข้อสรุปอย่างไรจึงจะตรงกับผลการทดลอง (การตีความหมายเพื่อลงข้อสรุปเป็นสิ่งสำคัญมาก)

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงทั้ง 4 ประการนี้ มีความสัมพันธ์กันตลอด เมื่อมีการประเมินผลการทดลองจะต้องประเมินผลทั้ง 4 อย่างนี้

ข้อแนะนำของโจเซฟและคณะนี้มีประโยชน์ในการที่จะนำไปใช้ในการออกแบบการทดลอง การออกแบบการทดลองเป็นพิมพ์เขียว (Blue Print) ของวิธีการทดลองที่จะทำให้เราต้องมองเห็นภาพที่จะทำการทดลองทั้งหมด สิ่งที่ขาดไม่ได้ที่จะบรรจุไว้ในการออกแบบการทดลองคือ ปัญหา-วัตถุประสงค์-วิธีการทดลอง-ตารางบันทึกข้อมูล

จากเอกสารที่เกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง สรุปได้ว่าการออกแบบการทดลองเป็นการกำหนดกิจกรรมล่วงหน้าเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐานโดยใช้ทักษะต่อไปนี้

1. การกำหนดนิยามปฏิบัติการของตัวแปร
2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
3. ระบุอุปกรณ์/และหรือสารเคมี
4. กำหนดวิธีการทดลอง

จากการศึกษาเอกสารสรุปได้ว่าการทดลองโดยให้นักเรียนได้ออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนการลงมือทดลอง กำหนดวิธีการ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลองและปฏิบัติตามที่ออกแบบไว้ จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และที่สำคัญนักเรียนจะเรียนรู้มนต์ได้ด้วยตนเอง การออกแบบนี้ถือเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะส่งผลถึงมนต์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง

สัวัลก์ นิยมคำ (2517 : 182) ; โรเมย์ (Romey. 1968 : 22-24) ได้เสนอแนะการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทางไว้ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางนั้นเป็นการจัดทำตามคำแนะนำและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาคำตอบของปัญหาให้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามทีครุแนะนำก็จะได้อำตอบของปัญหาคตามความต้องการ ลักษณะการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางจะเป็นดังนี้

- 1.1 ครูกำหนดปัญหา
- 1.2 เสนอแนะวิธีรวบรวมข้อมูล

1.3 ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามวิธีการในข้อ 1.2

1.4 เมื่อได้ข้อมูลแล้วให้นักเรียนจัดทำตารางและเขียนกราฟตามที่ระบุ

1.5 ตั้งคำถามที่ต้องการไว้ แล้วให้นักเรียนตอบโดยใช้ข้อมูลข้างต้น

1.6 ให้นักเรียนสรุปตอบปัญหา แล้วอภิปรายหน้าชั้น การสรุปของนักเรียนบางคน

อาจถูกบ้างผิดบ้าง ครูจะบอกใครถูกใครผิด

2. การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง เป็นการปล่อยให้นักเรียนมีอิสระในการที่จะวางแผนกำหนดวิธีการค้นคว้า รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และลงข้อสรุปด้วยตนเอง ลักษณะกิจกรรมแบบนี้จะเป็นดังนี้

2.1 ครูตั้งปัญหาให้

2.2 ให้นักเรียนทั้งชั้นวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง ดำเนินการเองจนได้

ข้อสรุป

บางปัญหานักเรียนอาจมองไม่เห็นแนวทางที่จะกำหนดวิธีการค้นคว้า ครูควรทำดังนี้

1. ตั้งปัญหาให้นักเรียนนำไปคิดเป็นการบ้านก่อนการทดลอง

2. บอกเครื่องมือที่จำเป็นในการทดลองให้

3. เมื่อถึงการทดลองให้นักเรียนเสนอวิธีการค้นคว้ามา แล้วมีการอภิปรายและกำหนดวิธีการค้นคว้าที่จะเป็นไปได้ 2-3 วิธี

4. ให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามนั้น

5. เสนอผลงานด้านการอภิปราย

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการสอนมักจะมีการทดลอง การให้นักเรียนทำการทดลองในห้องปฏิบัติการไม่ว่าจะเป็นการทดลองแบบใดก็ตาม ครูอาจจัดกิจกรรมในการทดลองได้เป็น 2 แบบ คือแบบกิจกรรมสำเร็จรูปหรือกำหนดแนวทางกับกิจกรรมที่ไม่กำหนดแนวทาง

1. การทดลองแบบสำเร็จรูปหรือการทดลองแบบกำหนดแนวทาง (Structured Laboratory) การทดลองแบบนี้ครูกำหนดปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาและอื่น ๆ ไว้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำสั่งในคู่มือการทดลอง ก็สามารถได้คำตอบออกมา ซึ่งการสอนแบบนี้ไม่ส่งเสริมความคิดเท่าที่ควร

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) การทดลองแบบนี้ให้เด็กค้นหาคำตอบเอง โดยครูกำหนดปัญหาให้ ครูให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหา เมื่อได้แนวทางแล้วจึงแยกเด็กทำการทดลองต่อไป แล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายหน้าชั้นอีกครั้งหนึ่ง การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางเป็นการส่งเสริมสมรรถภาพทางความคิด โรงเรียนควรทำแบบนี้ แต่ต้องค่อยเป็นค่อยไป โดยเริ่มต้นจากการทดลองที่สำเร็จรูปก่อนแล้วค่อย ๆ ลดกำหนดแนวทางของครูเรื่อย ๆ จนในที่สุดเด็กสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง การทดลองแบบนี้ควรให้นักเรียนวางแผนก่อนการทดลอง แล้วจึงค่อยลงมือทำตามแผนที่กำหนดไว้ การวางแผนการทดลองครูอยู่ในฐานะที่เลี้ยง การวางแผนการทดลองประกอบด้วย กำหนดปัญหาดังสมมติฐาน กำหนดวิธีการที่เหมาะสมที่จะทำการทดลองทดสอบสมมติฐาน สร้างแบบการทดลอง

กิจกรรมการทดลองในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถจัดได้หลายวิธี การจัดกิจกรรมการทดลองโดยไม่กำหนดแนวทางก็เป็นวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมสมรรถภาพทางความคิด แต่ต้องค่อยเป็นค่อยไป โดยลดการกำหนดแนวทางของครูลงเรื่อย ๆ การทดลองในการสอนแบบสืบเสาะของ สสวท. เป็นการทดลองที่กำหนดแนวทาง ผู้วิจัยคิดว่าการสอนวิชาฟิสิกส์ก็เช่นเดียวกัน ควรมีการจัดกิจกรรมการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ขึ้นตอนในการทำกิจกรรมการทดลอง ควรลดการกำหนดวิธีการทดลอง โดยให้นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และเลือกรูปแบบบันทึกข้อมูลจากการทดลอง ส่วนในขั้นการสรุปผลหรือขึ้นอภิปรายหลังการทดลอง ครูควรมีส่วนช่วยในการสรุปข้อมูลเป็นความรู้ใหม่เพื่อช่วยในการสร้างความเข้าใจ และช่วยแนะนำในกรณีที่มีข้อผิดพลาดของการทดลอง เพื่อให้เด็กเรียนมีมโนคติที่ถูกต้อง

3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์

จุดประสงค์ของการสอนวิชาฟิสิกส์

หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) มีจุดประสงค์เช่นเดียวกับวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ในระดับเดียวกัน ดังที่กระทรวงศึกษาธิการ (2532 : 53) กำหนดจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

จุดประสงค์รวมของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังแสดงไว้ข้างต้น เมื่อนำมากำหนดเป็นจุดประสงค์เฉพาะของกลุ่มวิชาฟิสิกส์ ปรากฏเป็นจุดประสงค์ 9 ประการดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2535 : ค)

1. เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หลักการ กฎ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์
2. เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี
3. เพื่อให้เข้าใจและยอมรับในขอบเขตของข้อมูลที่ได้ว่าขึ้นกับขีดความสามารถของเครื่องมือวัด
4. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. เพื่อให้สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิดและเชิงการปฏิบัติ
6. เพื่อให้มีความสนใจใฝ่รู้ในเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์
7. เพื่อให้มีความใจกว้าง คิดและปฏิบัติอย่างมีเหตุผล
8. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ในด้านต่าง ๆ

9. เพื่อให้ตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ดังกล่าวจำเป็นต้องคำนึงถึงกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นสำคัญ กล่าวคือ ครูจะต้องพิจารณาว่ากิจกรรมนั้น ๆ มุ่งให้บรรลุตามจุดประสงค์ใดบ้าง โดยพยายามให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์เท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งขึ้นกับเนื้อหาแต่ละหัวข้อ

ลักษณะทั่วไปของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ 2524 (ปรับปรุง 2533)

หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่ พ.ศ. 2533 ประกอบด้วยการสอน 6 รายวิชา เป็นวิชาบังคับเลือก 1 รายวิชา คือ ว 421 และเป็นวิชาเลือกเสรี 5 รายวิชา คือ ว 021, ว 022, ว 023, ว 024 และ ว 025 แต่ละรายวิชามี 2 หน่วยการเรียนรู้ (4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน)

หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ดังกล่าว จัดไว้สำหรับนักเรียนที่ต้องการเรียนเน้นหนักไปทางวิทยาศาสตร์ จึงได้รวบรวมความรู้ แนวคิด และกระบวนการที่เป็นพื้นฐานอันสำคัญของวิชาฟิสิกส์ไว้ทั้งหมด โดยจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับอายุในแต่ละชั้นและเป็นลำดับตามหลักเหตุผลและผล นักเรียนที่มุ่งศึกษาต่อทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปจึงควรเรียนวิชาฟิสิกส์ทั้ง 6 รายวิชา

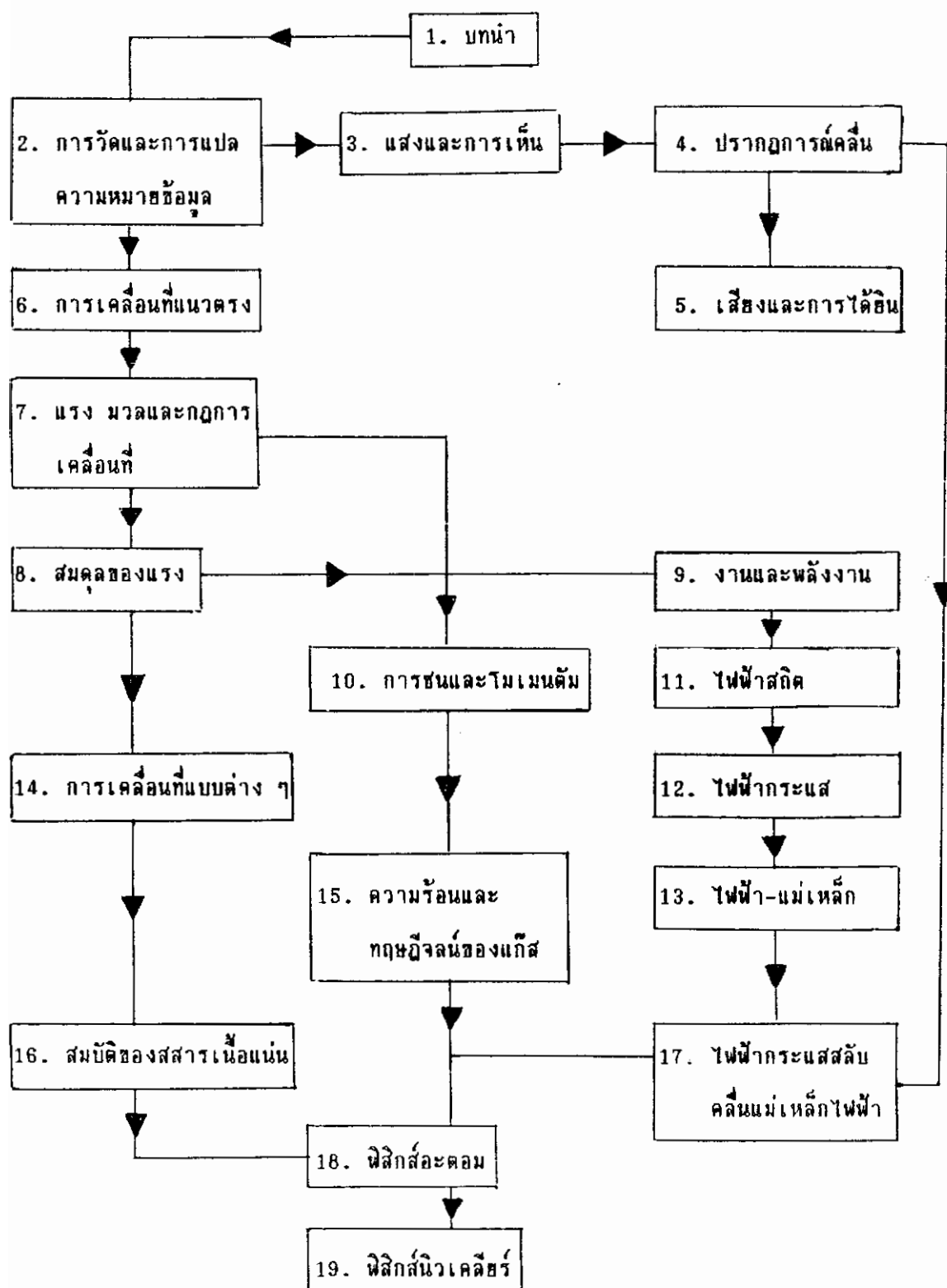
ลักษณะสำคัญของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่ยังคงเน้นการผสมผสานระหว่างเนื้อหาความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้และในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งในเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติและมุ่งเน้นให้เห็นคุณค่าในด้านการนำไปใช้ในเทคโนโลยีใหม่ ๆ มากขึ้น

เนื้อหาความรู้และกระบวนการที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ในภาพรวมแล้วแตกต่างจากหลักสูตรเดิม พ.ศ. 2524 ไม่มากนัก กล่าวคือ มีการเพิ่มและลดเนื้อหาบางส่วน อย่างไรก็ตามถ้าพิจารณาในเชิงการนำเสนอเนื้อหาแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากหลักสูตรเดิมค่อนข้างมาก เพราะมีการจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหาวิชาเปลี่ยนไปจากเดิมเพื่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

จากเอกสารเกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน จะเห็นว่าการสอนวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน เน้นความสำคัญต่อตัวผู้เรียนที่จะมีบทบาทในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษา แนะนำในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ครูผู้สอนควรพิจารณาจัดกิจกรรมต่าง ๆ โดยมุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์โดยมีความครอบคลุมทุกจุดประสงค์เท่าที่จะเป็นไปได้ ทั้งนี้โดยเน้นเนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้และในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งในเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติและมุ่งเน้นให้เห็นคุณค่าในด้านการนำไปใช้ในเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในปัจจุบัน

ลำดับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายตามหลักสูตร พ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

การจัดลำดับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 : ก) มีลักษณะดังแสดงในภาพประกอบ 2 ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงลำดับของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์

ที่มา : คู่มือครู วิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 ว 421 หน้า ก.

สำหรับในการศึกษาค้นคว้าวิจัยสนใจศึกษาเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เล่ม 1 ว 421 เรื่อง
ปรากฏการณ์คลื่น

4. เอกสารเกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ในที่นี้ผู้วิจัยขอนำเสนอเอกสารที่เกี่ยวข้องดังข้อต่อไปนี

1. ความหมายของมโนคติ
2. ความหมายของมโนคติทางฟิสิกส์
3. ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์
4. ประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์
5. ความสำคัญของมโนคติทางวิทยาศาสตร์
6. การสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์

มโนคติ เป็นคำแปลมาจากคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ นักการศึกษาและนักภาษา
ของไทยได้พยายามหาคำแปลให้กระชับรัด และมีความหมายตรงกับศัพท์เดิมให้มากที่สุด จึงได้คำว่า
"สิ่งก๊อป" "มโนทัศน์" "มโนภาพ" "ความคิดรวบยอด" "มโนคติ" และ "มโนมติ" ผู้วิจัยขอใช้คำว่า
"มโนมติ" เพียงคำเดียว

ความหมายของมโนมติ

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนมติไว้ต่าง ๆ กันดังต่อไปนี้

พรหมทิพย์ ม้ามณี (2520 : 8) ได้ให้ความหมายของมโนมติว่า หมายถึง ความสามารถ
ในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนการสอน ความเข้าใจของตนเอง รู้จักข้อเท็จจริง
ของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้อย่างสัมพันธ์กัน

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย.
2525 : 28) กล่าวว่า มโนมติ หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือ
เรื่องใดเรื่องหนึ่งอันจะเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้น
หลาย ๆ แบบ แล้วให้คุณลักษณะของสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำ
จำกัดความของสิ่งนั้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 18) ได้ให้คำจำกัดความของมโนคติไว้ว่า "มโนคติ หมายถึง ภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้านี้อาจจะเป็นชนิด ประเภท วัตถุ ธรรมชาติ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้"

ไพเราะ ทิพย์ทัศน์ (2533 : 142) ได้ให้ความหมายของมโนคติว่า "มโนคติคือความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับวัตถุ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนำความรู้และความเข้าใจนั้นมาสัมพันธ์กับประสบการณ์ของบุคคล"

กูด (Good. 1973 : 124) ได้ให้ความหมายของมโนคติไว้สามลักษณะคือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้
2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจกรรมหรือวัตถุ
3. ความรู้สึนึกคิด ความเห็น ความคิด หรือภาพความคิด

แมคโดนัลด์ (McDonald. 1959 : 134-135) กล่าวว่า มโนคติ คือ การจำแนกประเภทกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน ซึ่งจะต้องนำประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้น ๆ มาชั่งชั่งและสรุปรวบยอด

เดอ เซ็คโค (De Cecco. 1968 : 388) ได้ให้ความหมายของมโนคติไว้ว่า "มโนคติ คือ กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน สิ่งเร้าเหล่านั้นอาจจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์หรือบุคคล ตามปกติเรากำหนดมโนคติด้วยชื่อ เช่น หนังสือ สงคราม ฯลฯ"

จากความหมายของ "มโนคติ" ตามที่นักการศึกษาของไทยและต่างประเทศให้ความหมายไว้ จะเห็นได้ว่ามีความหมายเดียวกัน คือ มโนคติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยอาศัยประสบการณ์เดิม และคุณลักษณะร่วมของสิ่งนั้น มาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

ความหมายของมโนคติทางฟิสิกส์

เนื่องจาก ฟิสิกส์ เป็นสาขาวิชาหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่กล่าวถึงเฉพาะคุณสมบัติ ของสสารทางภายนอก และพลังงานในรูปต่าง ๆ หรือข้อสรุป ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างไร มีเหตุผลเกี่ยวกับ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ดังนั้น มโนคติทางฟิสิกส์จึงได้กล่าวร่วมกันหรือรวมอยู่ในความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ปรีชา วงศ์ศิริ (2527 : 247) ได้ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ คือความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล

คณะกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 28) กล่าวว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรม และนามธรรมมีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกันไปอย่างลึกซึ้งตลอดเวลา มโนคติหนึ่ง ๆ อาจเกิดจากการนำเอามโนคติหลาย ๆ มโนคติสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล นอกจากนั้นมโนคติทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียน และความรู้ระดับสูงได้แจ่มชัด

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 3) กล่าวว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักของคนเราที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ กล่าวคือ เมื่อเราดำเนินการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จะก่อให้เกิดการรับรู้ สามารถแยกแยะความเหมือน ความแตกต่าง สรุปประมวลลักษณะที่สำคัญ ๆ มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ สร้างเป็นความคิดหลักในรูปที่แสดงถึงความเข้าใจ ทำให้สามารถนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบายหรือพยากรณ์วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้

วีระชาติ ส่วนไพรินทร์ (2531 : 4) ได้ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ คือความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้น โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล

โรเม (Romey. 1968 : 122) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการสรุปอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะบางอย่างทางกายภาพและชีวภาพ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของข้อเท็จจริง และประสบการณ์

ซันด์ และโทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1976 : 17) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ได้กระทำหรือรับรู้และสรุปว่าออกมาจากความหมายที่นักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านให้ไว้เกี่ยวกับ มโนคติทางวิทยาศาสตร์จะเห็นได้ว่า มีความหมายเหมือนมโนคติทั่วไป เพียงแต่ มโนคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นความคิดหลักเกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ ทำนองเดียวกัน มโนคติทางนิลิกส์ก็เป็นความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่เป็นวิทยาศาสตร์ในสาขาวิชานิลิกส์โดยเฉพาะ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ามโนคติทางนิลิกส์หมายถึง ความคิดหลักที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก่อให้เกิดการรับรู้ และสามารถสื่อความหมายตามความเข้าใจของตนเองได้

ประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ปรีชา วงศ์ศิริ (2527 : 247-248) ได้จัดแบ่งมโนคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภท มโนคติประเภทนี้เป็นการกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่าง ๆ ไว้เป็นพวก ๆ เพื่อใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้น ๆ ให้เข้าใจตรงกัน เช่น น้ำทะเลเป็นน้ำกระด้าง สสารคือสิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่
2. มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ มโนคติประเภทนี้เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของมโนคติย่อยที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งช่วยให้สามารถพยากรณ์หรือคาดคะเนล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้น เช่น แรงคืออำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่ สสารอาจเปลี่ยนสถานะได้โดยการเพิ่มหรือลดพลังงาน
3. มโนคติทางทฤษฎี มโนคติประเภทนี้เป็นการกำหนดสิ่งที่มองไม่เห็น แต่รู้ว่ามันมีอยู่จริง เพราะมีหลักฐานสนับสนุนว่าเป็นจริง มโนคติประเภทนี้นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยอาศัยจินตนาการ หรือนิยามภาพขึ้นในสมอง เพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งนั้นขึ้น เช่น แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อะตอมคืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุซึ่งประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ได้แบ่งประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประเภท ดังต่อไปนี้ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 6-7)

1. มโนคติที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่จะนำมาสรุป เช่น สสาร คือ สิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่
2. มโนคติที่เกิดขึ้นจากการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหลาย เช่น กระแสไฟฟ้าขึ้นอยู่ความต้านทานในวงจร อุณหภูมิมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. มโนคติที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปเข้าด้วยกันเป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนกระทั่งถึงความรู้ระดับสูง ในการที่จะเข้าใจมโนคติเหล่านี้ได้จะต้องมีมโนคติเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นมาแล้ว เช่น สัตว์ที่มีการปรับตัวที่ดีที่สุดเท่านั้นที่จะสามารถดำรงพันธุ์ต่อไปได้

เพลลา ได้แบ่งประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้
(Romey. 1968 : 115-117 ; citing Pella. 1966 : 31-34)

1. มโนคติเกี่ยวกับการจำแนก (Classificational Concept) เป็นมโนคติเกี่ยวกับการจำแนกแยะแยะหรือจัดประเภทข้อเท็จจริง เช่น แมลงเป็นสัตว์ที่มี 6 ขา ลำตัวเป็น 3 ท่อน

2. มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) เป็นมโนคติที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน เช่น แรงเป็นอำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่

3. มโนคติเกี่ยวกับทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นมโนคติเกี่ยวกับทางทฤษฎี ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้คิดขึ้น หรือกำหนดให้มันขึ้น (Created Idea) เพื่อใช้เป็นเหตุผลอ้างอิงในการอธิบายเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ เช่น อะตอมคือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ประกอบไปด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

จากเอกสารเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว จะเห็นได้ว่า นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้แบ่งประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทคล้ายกัน ซึ่งมโนคติแต่ละประเภทย่อมมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน การเรียนรู้มโนคติจึงขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของมโนคติแต่ละประเภทดังกล่าว สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้ประเภทของมโนคติตามที่เพลลาได้แบ่งไว้เป็นแนวทาง และที่เกี่วข้องกับวิชาฟิสิกส์เป็นส่วนใหญ่มี 2 ประเภท คือ มโนคติเกี่ยวกับทฤษฎี และมโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์

ความสำคัญของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบลีย์ (2526 : 59-60) กล่าวว่า มโนคติมีความสำคัญสำหรับการเรียนการสอน และการดำรงชีของมนุษย์มาก ในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหาที่ต้องเกิดความต้องการตามวิถีทางของการดำรงชีวิต การแก้ปัญหา การตัดสินใจ หรือการแสวงหาความรู้ใด ๆ ล้วนแต่ต้องอาศัยมโนคติเป็นรากฐานทั้งสิ้น เพราะมโนคติเป็นแก่นของความรู้ หรือที่เรียกว่า "ความคิดหลัก" เมื่อสะสมเพิ่มพูนขึ้นเรื่อย ๆ จากประสบการณ์ต่าง ๆ ก็จะช่วยให้มีความคิดแตกฉานยิ่งขึ้น อาจกล่าวได้ว่าผู้ที่มึประสบการณ์มากย่อมแก้ปัญหาได้ดีกว่าหรือมีประสิทธิภาพเหนือกว่าผู้ที่มึประสบการณ์น้อย ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนคติ เพราะนอกจากจะเป็นพื้นฐานของความคิดวินิจฉัยต่าง ๆ แล้วความรู้และเทคโนโลยีในปัจจุบันได้ก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง หลักสูตรการเรียนการสอนไม่สามารถจะบรรจุทุกเรื่องของวิทยาศาสตร์ความรู้ันั้น ๆ ไว้ได้หมด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องมุ่งไปที่มโนคติเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางรวดเร็ว ถึงแก่นของความรู้ซึ่งสอดคล้องกับ วารินทร์ รัชมีพรหม (2532 : 81) ที่กล่าวว่า มโนคติเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้เรื่องราวต่าง ๆ ในโลกของเรา เพราะถ้าปราศจากการจับกลุ่มของเหตุการณ์

หรือความคิดต่าง ๆ แล้ว เราต้องเรียนรู้แต่ละเหตุการณ์ หรือแต่ละความคิด ซึ่งจะมีมากมายเหลือเกินเกินความสามารถในการจำของมนุษย์ได้

ไพเราะ ทิพย์ทัศน์ (2533 : 148-149) กล่าวถึงความสำคัญของมโนคติว่ามโนคติมีประโยชน์ต่อความเข้าใจ และการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้มาก และเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการพัฒนาเนื้อหาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะจะแทรกอยู่ในเนื้อหาคำถามเป็นวิทยาศาสตร์

ดีส์ (Deese. 1958 : 415) กล่าวว่า มโนคติเป็นรากฐานสำคัญของการเรียน มนุษย์จะคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด ย่อมขึ้นกับมโนคติเป็นสำคัญ

ออสซูเบล (Ausubel 1968 : 505) ได้กล่าวไว้ว่า ในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหาที่ต้องคิดหนัก และไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้คนอยู่ในโลกของมโนคติมากกว่าวัตถุ เหตุการณ์ สถานการณ์ เพราะว่าพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นด้านความคิด การคิด การสื่อความหมายระหว่างกัน การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ล้วนแต่ต้องผ่านเครื่องกรองที่เป็นมโนติก่อนทั้งสิ้น

ฮัดกินส์ (Hudgins. 1977 : 109) กล่าวถึงประโยชน์ของมโนคติไว้ว่า มโนคติเป็นความคิดที่คนสร้างขึ้นเพื่อจัดระบบประสบการณ์และความรู้ ลดความซับซ้อนของสิ่งต่าง ๆ ในโลก

จากเอกสารเกี่ยวกับความสำคัญของมโนคติที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่ามโนคติเป็นความคิดพื้นฐานที่สำคัญของการคิดในลักษณะอื่น ๆ และควรที่จะสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนคติเป็นอันดับแรกเพราะบุคคลที่มีมโนคติถูกต้องย่อมสามารถเข้าใจและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายและมีคุณภาพมากขึ้น

การสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 31-33) ได้กล่าวถึงการสอนให้เกิดมโนคติว่าต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยเกี่ยวกับตัวนักเรียน ได้แก่

1.1 ความพร้อมของนักเรียน ทั้งทางกาย จิตใจ และสติปัญญา

1.2 ประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่มากพอจะเป็นเครื่องช่วยให้เกิดมโนคติในเรื่อง

นั้น ๆ ได้ดี

1.3 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน ซึ่งอาจจะเป็แรงกระตุ้นที่เกิดจากความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียนเอง หรืออาจจะเป็แรงกระตุ้นที่มีผลต่อเนื่องมาจากเหตุผลทางจิตวิทยา ก็ได้

2. หลักการต่าง ๆ ในการสอนนิเทศแก่นักเรียน ได้แก่

2.1 การใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับบทเรียนและวุฒิภาวะของนักเรียน

2.2 ควรจะต้องจัดประสบการณ์ตรงให้นักเรียนได้สัมผัสของจริงมากที่สุดเท่าที่โอกาสจะอำนวย แต่อย่างไรก็ตามการนำประสบการณ์รอง เช่น รูปภาพ หุ่นจำลอง หรือภาพยนตร์ ฯลฯ มาใช้ในการสอนก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ทางความคิดด้วยตนเองทำให้นักเรียนเกิดนิเทศขึ้นได้ด้วยตนเองได้

2.3 ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนส่งเสริมให้รู้จักค้นหาเหตุผล รู้จักสังเกต และรู้จักจำแนกลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ออกมาให้เห็นอย่างเด่นชัด และเหล่านี้จะทำให้เขามีความรู้ ความเข้าใจเบื้องต้น อันจะนำไปสู่การสร้างนิเทศต่อไป

2.4 ควรเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียน

สมจิต สวชนไพบุลย์ (2526 : 62) กล่าวว่า การสอนนิเทศทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การจัดกิจกรรมของผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นตัวความรู้ประเภทนิเทศและส่วนที่เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นับว่าเป็นการเสริมสร้างนิสัยในการแสวงหาความรู้ และฝึกฝนให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นนั่นเอง และได้เสนอแนะแนวทางในการสอนนิเทศทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ครูสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในลักษณะที่น่าสงสัย ท้าทาย อ้าวนักเรียนแสวงหาความรู้

2. ครูสร้างคำถาม เพื่อนำทางนักเรียนไปสู่การแก้ปัญหา เช่น การแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามประเภทให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์คาดคะเนคำตอบตามแนวทางของสมมติฐาน แล้วดำเนินการทดสอบหรือพิสูจน์ สมมติฐานและสรุปผล

3. ครูพยายามให้นักเรียนสรุป เป็นนิเทศตามความเข้าใจของตนเองโดยอยู่ภายใต้การดูแลของครู

4. ครูควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกนำนิเทศที่ได้เรียนรู้นั้นไปแก้ปัญหาใหม่เพื่อเสริมสร้างเกี่ยวกับการเรียนรู้มนิเทศนั้น ๆ อย่างกว้างขวางและลึกซึ้งขึ้น

เดอ เซคโค (De Cecco, 1968 : 402-416) ได้เสนอแนะวิธีสอนเพื่อให้เกิดนิเทศไว้ 9 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. กำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังของนักเรียนว่า เขาจะต้องแสดงพฤติกรรมอะไรได้บ้าง หลังจากที่ได้เรียนมโนทัศน์นั้นไปแล้ว

2. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่จะสอน ถ้ามโนทัศน์ที่จะสอนมีลักษณะเฉพาะหลายลักษณะก็พยายามลดลักษณะที่ไม่จำเป็นลง โดยเน้นลักษณะเด่นและสำคัญ และจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

3. ใช้ภาษาที่นักเรียนเข้าใจ เพื่อเป็นสื่อกลางของมโนทัศน์

4. เสนอตัวอย่างของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง และไม่เกี่ยวข้องให้กับผู้เรียน

5. เสนอตัวอย่างที่ละอันในระบะใกล้เคียงกันหรือต่อเนื่องกัน หรือเสนอพร้อมกัน

6. เสนอตัวอย่างที่เกี่ยวข้องอันใหม่ และให้นักเรียนบอกว่าใช่มโนทัศน์ของสิ่งนั้น ๆ หรือไม่ ถ้านักเรียนบอกได้ แสดงว่านักเรียนเข้าใจมโนทัศน์นั้น

7. ทดสอบการรับรู้มโนทัศน์ของนักเรียน โดยเสนอตัวอย่างที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง รวมกันแล้วให้นักเรียนเลือกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

8. ให้นักเรียนให้คำจำกัดความของมโนทัศน์นั้น กล่าวคือ ถ้านักเรียนเข้าใจมโนทัศน์นั้น นักเรียนก็จะสามารถให้คำจำกัดความได้

9. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบสนองและได้แรงเสริมในการตอบสนองนั้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 19-20) ได้ให้นิยามความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์ไว้ว่า วิธีการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์จะเน้นกระบวนการ (Process) วิธีการสืบเสาะหาความรู้มากกว่าการมุ่งเน้นที่เนื้อหาสาระ (Contents) สำหรับตัวผู้สอนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะจัดกระบวนการเรียนการสอนมโนทัศน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรคำนึงถึงองค์ประกอบ 4 ประการคือ

1. ก่อนจะสอน ผู้สอนจะต้องศึกษาเพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของวิชาและโครงสร้างของวิชานั้น ๆ ให้กับผู้เรียน เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับสาระสำคัญที่นำไปสู่มโนทัศน์ที่แท้จริง ผู้เรียนจะได้เข้าใจถึงแก่นแท้ของวิชาได้ง่าย ไม่เสียเวลาการเรียนรู้และสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน

2. ผู้สอนจะต้องรู้จักและเข้าใจผู้เรียนอย่างดีเกี่ยวกับธรรมชาติของผู้เรียน ในด้านการเจริญเติบโต ความพร้อม ความสนใจ ความต้องการ รวมทั้งประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและผู้สอนจะต้องจัดบรรยากาศจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อสภาพการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับบุคลิกภาพของผู้เรียนด้วย

3. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้พยายามส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผลและกล้าแสดงในสิ่งที่เขาคิด การแก้ปัญหา การส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รวมทั้งการกระตุ้นเร้าผู้เรียนเกิดความคิดภายในใจหรือการฉลุคิด (Intuitive Thinking) ปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเสริมกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การหาเหตุผล การสร้างสมมติฐาน การเก็บข้อมูลและการพิสูจน์ว่าเป็นจริงหรือไม่

4. ผู้สอนจะต้องสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดศรัทธา ความชอบที่จะเรียนรู้ ส่วนการสร้างแรงจูงใจภายนอกนั้นจะออกแบบกิจกรรมอย่างไรจึงทำให้ผู้เรียนเกิดความชอบเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเพราะจะมีอิทธิพลและส่งผลต่อการเรียนรู้อย่างมาก

ไทเลอร์ (Tyler. 1965 : 148-150) ได้กล่าวถึงการสอนให้เกิดมโนคติว่า การเรียนรู้จะต้องเกิดจากการกระทำของนักเรียนเอง การที่ครูให้หลักการและข้อสรุปแก่นักเรียนโดยตรง นักเรียนจะจดจำสิ่งที่ครูให้โดยปราศจากความเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ อย่างแท้จริง ซึ่งเป็นอันตรายต่อเด็กมาก เขาเชื่อว่าวิธีการแก้เหตุการณ์ดังกล่าว ก็คือพยายามให้นักเรียนสร้างหลักการ (Principle) ด้วยคำพูดของเขาเอง ในทำนองเดียวกันการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นความจริงทางวิทยาศาสตร์ได้ลึกซึ้งและรวดเร็ว

จากเอกสารดังกล่าวจะเห็นได้ว่า แนวทางการสอนให้เกิดมโนคตินั้น ผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดให้มากที่สุด และสามารถสรุปมโนคติได้ด้วยตนเอง ซึ่งตรงกับแนวทางในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในการสอนวิชาฟิสิกส์ เพื่อให้เกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง โดยกิจกรรมการเรียนการสอนนี้ นักเรียนจะเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะสามารถสรุปมโนคติด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจเป็นระบบในเรื่องที่จะศึกษาและเป็นการลดความซับซ้อนของรายละเอียดเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ไปได้มาก

5. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหา หรือตัวความรู้ และทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องเน้นให้นักเรียนได้เรียนทั้งเนื้อหา ทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (สมจิต สวชนไพบูลย์. ม.ป.ป. 11-12)

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ได้มีผู้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 59)

ได้ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

ผดุงยศ ดวงมาลา (2531 : 33) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ วิธีหนึ่งที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือการค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการทดลองนั้นผู้ทดลองจะมีโอกาสได้ฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปในขณะเดียวกัน เช่น ฝึกสังเกต บันทึกข้อมูล ตั้งสมมติฐาน ทำการวัด หาความสัมพันธ์ของตัวแปร ฯลฯ สิ่งเหล่านี้เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2532 : 8) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 14) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดเป็นความคล่องแคล่วและชำนาญ

ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science. 1970 : 33-176) ได้แบ่งทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าว่ามี 13 ทักษะ โดยแบ่งทักษะทั้งหมดออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skills) มี 8 ทักษะ ดังนี้

1.1 การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ หู จมูก ตา ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บและรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะและรายละเอียดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์ อย่างใดอย่างหนึ่งทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ

1.2 การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งข้อมูลทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะวัดได้

1.3 การใช้จำนวนเลข (Using Number) หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ปริมาตร หรือจำนวนของต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน

1.4 การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือต่างกัน ของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

1.5 การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การพูด หรือการแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบความคิด ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

1.6 การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติกับเวลา (Using Space-time Relationship) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลามาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้มีมิติหมายถึงคุณสมบัติเกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง สมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ เช่น การหารูปร่างของวัตถุ โดยสังเกตจากเงาของวัตถุ เมื่อให้แสงตกกระทบบนวัตถุในมุมต่าง ๆ กัน

ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา กับจังหวะการเดินของชีพจร

1.7 การสรุปอ้างอิง (Infering) หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่เกิดขึ้นได้ประกอบกับประสบการณ์เดิม

1.8 การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตน่าจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

2. ทักษะกระบวนการขั้นสูง (The Integrated Process Skills) มี 5 ทักษะ ดังนี้

2.1 การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในรูปที่สังเกต วัด หรือนำมาปฏิบัติการได้และบอกด้วยว่าในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีสังเกต หรือวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying, Controlling and Manipulating Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

2.3 การสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกต หรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

2.4 การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting)

การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปของตาราง ข้อความ หรือข้อความถึงตาราง หรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากข้อมูล

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลผลมาแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

2.5 การออกแบบการทดลอง (Designing and Investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึง

นิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ

เครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1-5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต (Observation)

หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้นำและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (Measurement)

หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็น ตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตรน้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classification)

หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้สนใจใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/time Relationship)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างวัตถุนั้นครองที่ ซึ่งมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 ชีบรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดมาให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดมาให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบुरुป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ที่ทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่น้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ (Using Number)

หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความหมายที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัดกุมสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction)

หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อาจยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้จะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า
เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็สาเหตุ
เปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็ผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย
ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม
และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง (Experimenting)

หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้
ในการทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง
เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลอง โดย

12.3.1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึง
ถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.3.1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการ
ทดลองได้

12.3.2 ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

(การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมาแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 1 ถึง 8 และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 9 ถึง 13

จากเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งควรนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดเป็นความคล่องแคล่วและชำนาญ ซึ่งการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และสร้างมโนคติได้ด้วยตนเอง โดยมีปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนได้

สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาการสอนวิชาฟิสิกส์ซึ่งอยู่ในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งเป็นทักษะในขั้นสูง เนื่องจากนักเรียนได้ผ่านการฝึกทักษะขั้นพื้นฐานในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมาแล้ว ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมี จำนวน 5 ทักษะ ดังนี้

1. การตั้งสมมติฐาน
2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
4. การทดลอง
5. การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองและการทดลอง

งานวิจัยในประเทศ

รุ่งชิวา สุทธิ (2531 : 68-69) ได้ศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บุษยาณี บุชิตากร (2533 : 91-92) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู โดยนักเรียนในกลุ่มทดลองปฏิบัติตามการทดลองตามขั้นตอนที่นักเรียนออกแบบไว้ ส่วนกลุ่มควบคุม ปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในบทเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533 : 80-81) ได้ศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณ์ญาณกับการสอนตามคู่มือครูของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความคิดวิจารณ์ญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กัญญา ทองมัน (2534 : 80-84) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทาง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .185 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันที่ระดับ .001

สมาลี คำรังไซ (2537 : 110-113) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ

งานวิจัยต่างประเทศ

กานเฮ้ และบราวน์ (ปรีชา กล้าวิเศษ. 2526 : 54 ; อ้างอิงจาก Gagné and Brown 1964) ได้ศึกษาการสอนความคิดรวบยอดโดยการใช้วิธีการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง โดยไม่มีการแนะนำ การสอนแบบแนะนำให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ด้วยการชี้แนะ คำถามตอบสถานการณ์เพื่อให้ทราบมโนคติด้วยตนเอง และแบบบอกมโนคติให้เด็กแล้วอธิบายหรือยกตัวอย่าง ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ใช้วิธีสอนแบบแนะนำให้เด็กได้ค้นพบด้วยตนเอง สามารถเรียนรู่มโนคติได้ดีที่สุด

วานเนค (Vanek. 1974 : 1522-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 แบบ คือ แบบที่มีการทดลอง และแบบที่มีคำอธิบายเป็นศูนย์กลาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 54 คน และเกรด 4 จำนวน 56 คน ผลการศึกษาพบว่า วิธีการสอนไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาตามเพศ พบว่านักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนชาย

เดวิส (Davis. 1976 : 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในการเรียนแบบชี้นำทาง (Guided-Inquiry Discovery Approach) กับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามคำบรรยาย (Expository-text Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้การชี้นำทาง กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้จากคำบรรยาย ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โอลารินอย (Olarinoye. 1979 : 4848-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อการเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการแนะแนวทาง (Guide Inquiry) การสอนตามปกติ (Traditional) และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry role approach) ในวิชาฟิสิกส์โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการแนะแนวทาง และกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้ง 3 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

สมิท (Smith. 1994) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือกลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สอง ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายตามลำดับ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับการทดลอง มีความสอดคล้องกันในเรื่องการทดลองที่ให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติการทดลองเอง ออกแบบการทดลอง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากกว่าการสอนที่ให้นักเรียนเรียนจากตำราอย่างเดี๋ยวนหรือทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยไม่ให้ส่งเสริมการคิดเท่าที่ควร

2. งานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

วงศ์เดือน กองแก้ว (2536 : 109-128) ได้ทำการศึกษาปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 6 พบว่า

1. หัวข้อเนื้อหาที่นักเรียนส่วนมากเห็นว่ามีปัญหาในการเรียนการสอนเรียงจากมากไปน้อยได้แก่เรื่อง การแทรกสอดของคลื่น การเลี้ยวเบนของคลื่น การหักเหของคลื่น คลื่นผิวน้ำ การซ้อนทับของคลื่น การสะท้อนของคลื่น การเคลื่อนที่และอัตราเร็วของแสง การหักเหของแสง ความสว่าง การสะท้อนของแสง การกระจายของแสง คลื่นกล ตาและการมองเห็นสี และเรื่องสี

และการผสมสารสี/แสงสี ตามลำดับ ประเด็นปัญหาที่นักเรียนส่วนมากเห็นว่าเป็นปัญหาคือการ
เรียนการสอนเรื่องจากมากไปน้อยได้แก่ ประเด็นปัญหาเกี่ยวกับ การทำความเข้าใจเนื้อหา
(ความยาก-ง่าย) แบบฝึกหัดท้ายบท พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ ค่าถามระหว่างเรียน ปริมาณเนื้อหา
ความต่อเนื่องลำดับเนื้อหา การอธิบายขั้นตอนการทดลอง ความเหมาะสมระหว่างการทดลองกับ
เนื้อหา ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเนื้อหา ตามลำดับ

2. หัวข้อเนื้อหาที่อาจารย์ผู้สอนส่วนมากเห็นว่ามีปัญหาในการเรียนการสอน ได้แก่
เรื่อง การเคลื่อนที่และอัตราเร็วของแสง การสะท้อนของแสง และการหักเหของแสง ตามลำดับ
ประเด็นปัญหาที่อาจารย์ผู้สอนส่วนมากเห็นว่าเป็นปัญหาคือการเรียนการสอนจากมากไปน้อย
ได้แก่ ประเด็นปัญหาเกี่ยวกับปริมาณเนื้อหา และความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเนื้อหา ตามลำดับ

จากการสรุปผลข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการเรียนการสอนด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์
ว 421 จากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนและอาจารย์ผู้สอนในประเด็นของการทดลอง
ความเหมาะสมของการทดลองกับเนื้อหาพบว่า

ความคิดเห็นของนักเรียน

1. ประเด็นการอธิบายขั้นตอนการทดลอง นักเรียนส่วนมากมีความคิดว่าควรอธิบาย
วิธีการทดลองเป็นข้อ ๆ ตามลำดับขั้นของการทดลอง ใช้ภาษาที่อ่านง่าย ปฏิบัติตามได้ทันที
ถ้ามีรูปประกอบการอธิบายก็จะทำให้นักเรียนเข้าใจและปฏิบัติตามการทดลองได้เร็วและดีขึ้น

2. ประเด็นความเหมาะสมระหว่างการทดลองกับเนื้อหา ควรทดลองคู่ไปกับการเรียน
เนื้อหา ทดลองหลาย ๆ แบบให้นักเรียนเกิดความคิดหลากหลายแนวคิด สรุปประเด็นสำคัญของ
การทดลอง บางการทดลองง่ายไปควรตัดทิ้ง บางเรื่องควรเพิ่มการทดลองเพื่อให้นักเรียนเกิด
ความเข้าใจเนื้อหายิ่งขึ้น ผลการทดลองบางเนื้อเรื่องไม่ชัดเจนอาจารย์ผู้สอนต้องให้รายละเอียด
เพิ่มเติมภายหลังการทดลองควรมีการสรุปเข้าประเด็นของเนื้อหา

ความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอน

1. ประเด็นการอธิบายขั้นตอนการทดลอง อาจารย์ผู้สอนเห็นว่าควรระบุวิธีการทดลอง
เป็นข้อ ๆ ตามลำดับ จะทำให้ง่ายต่อการเตรียมการทดลองและการปฏิบัติตามการทดลองของนักเรียน
ภาษาที่ใช้อธิบายการทดลองควรใช้คำอธิบายที่ง่าย ชัดเจน สั้น ๆ ไม่คลุมเครือ อ่านแล้วปฏิบัติ
ตามได้ ถ้ามีรูปประกอบการอธิบายยิ่งดีมาก นักเรียนจะใช้เวลาน้อย

2. ประเด็นความเหมาะสมระหว่างการทดลองกับเนื้อหา ผลการทดลองบางเรื่องไม่ชัดเจน เช่น เรื่องเกี่ยวกับคลื่น ควรเพิ่มการทดลองเกี่ยวกับการใช้กล้อง เครื่องฉายภาพนิ่งให้นักเรียนได้มีงานใช้เป็น บางเนื้อหาไม่มีการทดลองควรเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่มีในแบบเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ประสบการณ์มากที่สุด

วงศ์เคื่อน กองแก้ว (2536 : 34-38) ได้สรุปงานวิจัยอื่น ๆ ที่ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนในด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่งานวิจัยของ วิสิฐ วงศ์จิตรราทร (2521 : 49, 144) ; กิจจา โททวีชัย (2523 : 46, 51) ; รัชนี้ พันธุ์พินิจ (2523 : 31, 50) ; วรณวิไล พูลสวัสดิ์ (2523 : 86, 135) ; สิริพร จันทวรรณ (2524 : 73, 53, 93) ; บุญมา เจริญศรี (2524 : 53, 57) สุริมาศ ธนพณบดี (2524 : 42, 46) ; เฉลิม รองหลง (2529 : 85, 88) ได้ผลสรุปรวมปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาดังนี้

1. เกี่ยวกับเนื้อหาสาระด้านทฤษฎี

- 1.1 พื้นฐานความรู้ไม่เพียงพอ (คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์)
- 1.2 ภาษาเข้าใจยาก วกวน สากแก่การทำความเข้าใจ
- 1.3 เนื้อหาสากเกินไปไม่เหมาะสมกับวัย
- 1.4 เนื้อหาไม่มีประโยชน์กับชีวิตประจำวันและไม่ทันสมัย
- 1.5 ลำดับเนื้อหาไม่ต่อเนื่องกัน
- 1.6 เนื้อหาบางหัวข้อผิดพลาด คลุมเครือ ไม่ชัดเจน ไม่ตรงตามจุดมุ่งหมาย
- 1.7 เนื้อหามากน้อยเกินไปไม่เหมาะสมกับเวลา
- 1.8 เนื้อไม่ตรงกับความสนใจของนักเรียน
- 1.9 เนื้อหาที่ได้จากการอภิปรายสรุปไม่เพียงพอ
- 1.10 ไม่มีคำอธิบายศัพท์เฉพาะ
- 1.11 ให้ออกาสให้นักเรียนคิดและค้นคว้าน้อยไป
- 1.12 เนื้อหาไม่เหมาะสมกับท้องถิ่น
- 1.13 ขาดหนังสืออ่านประกอบเพิ่มเติม

2. เกี่ยวกับรูปภาพประกอบเนื้อหา

- 2.1 ภาพไม่ชัดเจน
- 2.2 ภาพไม่สัมพันธ์กับเนื้อหา

- 2.3 มีภาพน้อยเกินไป
- 2.4 ภาพไม่น่าสนใจ ไม่มีสีสัน
- 2.5 ภาพไม่เหมาะสมกับวัย
3. เกี่ยวกับการทดลองที่ประกอบในการเรียนเนื้อหา
 - 3.1 การทดลองไม่น่าสนใจ
 - 3.2 อธิบายวิธีการทดลองไม่ละเอียด ไม่ชัดเจนพอ
 - 3.3 มีการทดลองมากเกินไป
 - 3.4 ผลการทดลองไม่ชัดเจนทำให้สรุปยาก
 - 3.5 บางการทดลองสิ้นเปลืองมากกว่าประโยชน์ที่ได้รับ
 - 3.6 บางการทดลองง่ายเกินไปไม่ต้องทดลองก็ได้
 - 3.7 ทดลองแล้วไม่ได้ผล
 - 3.8 ไม่สามารถทำการทดลองได้ในเวลากลางคืน
 - 3.9 ตารางบันทึกผลยุ่งยาก
4. เกี่ยวกับคำถามและแบบฝึกหัดประกอบการเรียนเนื้อหา
 - 4.1 คำถามประกอบการทดลองมีมากเกินไปและชี้้นำผลการทดลอง
 - 4.2 แบบฝึกหัดบางเนื้อหาน้อยเกินไป
 - 4.3 แบบฝึกหัดบางเนื้อหามากเกินไป
 - 4.4 แบบฝึกหัดบางเนื้อหายากเกินไป

สสวท. (2538 : 4-5) ได้ทำการสรุปสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในประเทศไทยโดยเรียบเรียงจากผลงานวิจัยของหน่วยงานต่าง ๆ งานศึกษาค้นคว้าโดยเอกชน และปริญญานิพนธ์ของนิสิตนักศึกษาปริญญาโทของสถาบันต่าง ๆ ตั้งแต่ปี 2503-2538 พบว่า ในการเรียนการสอนปัจจุบัน หลักสูตร พ.ศ. 2521 และหลักสูตรปรับปรุง 2533 :

1. เนื้อหาในแบบเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีมากเกินไป จนทำให้ผู้สอนมีแต่ห่วงที่จะสอนเนื้อหาให้จบ และไม่ได้สนใจฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร หนังสือค้นคว้าสำหรับทั้งครูและนักเรียนหายาก อุปกรณ์ที่กำหนดในแบบเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายบางรายการหายาก หรือราคาแพง อุปกรณ์และเครื่องมือบางอย่างทำงานไม่ได้ผล คุณภาพต่ำ สารเคมีไม่บริสุทธิ์ เครื่องแก้วและเครื่องไฟฟ้าคุณภาพไม่ดี เครื่องมือควรมีมาตรฐานที่ดีกว่านี้ และควรมีหน่วยงานรับผิดชอบอุปกรณ์ในราคาถูก

2. ปัญหาด้านนักเรียน ไม่ชอบถาม ไม่กระตือรือร้นหรือแสดงความคิดเห็น ไม่สนใจทำการทดลอง ไม่ชอบอ่านมาก่อนล่วงหน้า ชอบทำการทดลองเฉพาะที่แปลก ๆ มีสีสันแปลกตาน่าตื่นเต้น ไม่มีทักษะในการใช้อุปกรณ์และไม่ค่อยปฏิบัติตามคำสั่ง ครูจะต้องคอยชี้แจงอยู่เป็นประจำ

3. การทดลองมักมีอุบัติเหตุบ่อย ๆ สารที่มีพิษและปฏิกิริยารุนแรงบางตัวควรให้เลิกใช้ ทำอุปกรณ์ให้มีคุณภาพ ในแบบเรียนน่าจะบอกถึงอันตรายจากสารบางอย่างไว้ด้วย เพื่อนักเรียนจะได้ระวังตัวเองไปด้วย ไม่ควรบอกไว้แต่ในคู่มือครู

4. ด้านการประเมินผล ควรมีรูปแบบการประเมินผลด้านทักษะปฏิบัติที่แน่นอน กลุ่มโรงเรียนน่าจะร่วมกันออกข้อสอบและพัฒนาข้อสอบให้เป็นข้อสอบมาตรฐาน

จากการศึกษาสภาพปัญหาของการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ และปัญหาการใช้หลักสูตร วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ปัญหาส่วนใหญ่คือด้านเนื้อหาของวิชา และด้านการเรียนการสอน โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการทดลอง การที่นักเรียนเบื่อการทดลอง ไม่มีทักษะในการใช้อุปกรณ์ จนทำให้เกิดปัญหาขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งฟิสิกส์ เป็นวิชาวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่ง ที่ถือว่าทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอน เช่นกัน ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ทำการทดลองเพื่อเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนลดการจดจำรายละเอียดของเนื้อหา และสามารถเรียนรู้มโนคติที่มีความสัมพันธ์กันเพื่อนำไปสู่การเสริมให้เกิดการเรียนรู้ทฤษฎีใหม่ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้การสอนวิชาฟิสิกส์ด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนได้มีส่วนในการคิดหาความรู้ด้วยตนเอง จากการออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

วิรงรอง โรจนกุล (2530 : 97-99) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แผ่นภาพโปรงใสประกอบ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติ

ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกและเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ ทฤษฎีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติศักดิ์ เสงี่ยมรณานนท์ (2531 : 71) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์เทปประกอบ กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธวัช ทิพย์พิทักษ์ (2532 : 50-51) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า การสอนทั้งสองแบบส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ด้านมโนคติไม่แตกต่างกัน

อร่ามลักษณ์ อุษุส (2535 : 79) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 กลุ่มทดลองสอนโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลามอน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการ แบ่งประเภทและเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วรกิตต์ ผ่องศรี (2538 : 61) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการสอนโดยใช้โมชันพิกเจอร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่าการสอนโดยโมชันพิกเจอร์มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ 3 ประการ ได้แก่ มโนคติเกี่ยวกับการจำแนก ความสัมพันธ์ และทฤษฎีสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยเกี่ยวผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จิตรารมภ์ ทองน้อม (2530 : 47-50) ศึกษา มโนคติทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ จำนวน 351 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดกรมสามัญศึกษา

ในกรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีมโนคติทางฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่ในระดับต่ำมาก 11 มโนคติ คือ การเคลื่อนที่แบบหมุน เวกเตอร์ศูนย์ อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ความเร่งในขณะใดขณะหนึ่ง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระ กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่งกับเวลา สมการหาค่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ทั้งหมดจากอัตราเร็วเฉลี่ยและเวลา สมการหาค่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ทั้งหมดจากค่าอัตราเร็ว ความเร่งและเวลา สมการหาค่ากำลังสองของอัตราความเร็วของวัตถุ นักเรียนมีมโนคติทางฟิสิกส์เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ ในระดับต่ำมาก 7 มโนคติ คือ มวล การหาขนาด และทิศทางแรงลัพธ์ เนื่องจากแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุโดยสร้างรูปสามเหลี่ยมด้านขนานการหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์เนื่องจากแรง 2 แรงกระทำมุมใด ๆ ต่อกันโดยการคำนวณ กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน นักเรียนมีมโนคติการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นตรง การบวกเวกเตอร์ การเรียงลำดับเวกเตอร์ ในการบวกเวกเตอร์ การลบเวกเตอร์และแรงลัพธ์

อดิสร มณีศิริ (2537 : 73-74) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างมโนคติทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในด้านการจำแนกและด้านความสัมพันธ์แต่ไม่แตกต่างกันด้านทฤษฎี

แววดา ดันวันกุล (2538 : 74-77) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องปรากฏการณ์คลื่นซึ่งสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ที่มีแผ่นโปรงใสช่วยภาพประกอบการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางฟิสิกส์เกี่ยวกับความสัมพันธ์และเกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ที่มีแผ่นโปรงใสช่วยภาพประกอบการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยต่างประเทศ

เบิร์น และคนอื่น ๆ (Bourne and others. 1968 : 264-265) ได้ทำการทดลองการเรียนมโนคติ พบว่า การสอนให้เกิดการเรียนรู้มโนคติที่ได้ผลดีนั้นมาจากการใช้ตัวอย่างทางบวกครั้งหนึ่งหรือมากกว่าครั้งหนึ่ง และการใช้ตัวอย่างทางลบครั้งหนึ่ง หรือน้อยกว่าครั้ง และถ้ายังใช้ตัวอย่างทางบวกมากขึ้นจะช่วยให้การเรียนรู้มโนคติร่วมลักษณะได้ดียิ่งขึ้น

เพล (Pell. 1968 : 724) ได้ศึกษาการสอนนิมิตโดยใช่วิธีสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง โดยไม่มีการแนะนำการสอนแบบแนะให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองด้วยการชี้แนะด้วยคำถามตามสถานการณ์เพื่อให้ทราบนิมิตด้วยตนเองและแบบบอกนิมิตให้นักเรียนแล้วอธิบายหรือยกตัวอย่าง ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบแนะให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองโดยใช้อย่างคำถามตามสถานการณ์ สามารถเรียนรู้นิมิตได้ดีที่สุด

มาร์เคิล และไทมานน์ (Markle and Tieman. 196. ช 140-145) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้นิมิตด้วยวิธีการต่าง ๆ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับวิทยาลัยจำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เรียนจากนิยามของนิมิตเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 เรียนจากนิยามพร้อมตัวอย่างทางบวกทั้งหมด กลุ่มที่ 3 เรียนจากนิยามพร้อมตัวอย่างทางลบทั้งหมด กลุ่มที่ 4 เรียนจากนิยามพร้อมตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบทั้งหมด ผลจากการทดลองพบว่า

กลุ่มที่ 4 เรียนรู้นิมิตได้ถูกต้อง และครบถ้วนมากที่สุด

กลุ่มที่ 2 และ 3 เรียนรู้นิมิตได้ปานกลาง

กลุ่มที่ 1 เรียนรู้นิมิตน้อยที่สุด

จากการทดลองครั้งนี้เขาได้สรุปว่า การสอนเพื่อให้เกิดนิมิตที่ถูกต้องครบถ้วนควรมีตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบโดยมีจำนวนที่พอเหมาะ ทั้งนี้จะช่วยลดข้อบกพร่องในการเรียนรู้นิมิต และช่วยให้บรรลุนิมิตอย่างแท้จริง

บาบิเกียน (Babikian. 1971 : 201-209) ได้ศึกษาผลของวิธีการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง วิธีสอนแบบปฏิบัติการและวิธีสอนแบบบอกให้รู้ในการสอนนิมิตทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับหลักการของอาร์คิมิดีส ผู้รับการทดลองเป็นนักเรียนเกรด 8 ผลการทดลองปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบบอกให้รู้และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ด้านนิมิตสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง

จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านนิมิตทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การสอนให้เกิดนิมิตที่นักศึกษา คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้นักเรียนค้นพบนิมิตด้วยตนเอง

4. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

อดิศักดิ์ ฤาชา (2530) ได้ศึกษาผลการจัดกลุ่มนักเรียนทำปฏิบัติการแบบอิสระ กลุ่มคณะ และกลุ่มเหมือน ที่มีต่อการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม อำเภอศรีกระนวน จังหวัดขอนแก่น จำนวน 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 36 คน จัดเป็นกลุ่ม 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอิสระ กลุ่มคณะ และ กลุ่มเหมือน ผลการวิจัยพบว่า

นักเรียนในกลุ่มคณะมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มเหมือนและกลุ่มอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนในกลุ่มเหมือนและกลุ่มอิสระมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปรีวัชร สัมครประโคน (2531 : 77) ได้ศึกษาผลการสอนสืบเสาะแบบชักถามที่มีผลต่อ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 94 คน ที่มีระดับ พัฒนาการทางสติปัญญาแตกต่างกัน ปรากฏว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่อเนื่องมีคะแนนเฉลี่ยหลัง เรียนในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแบบรูปธรรมอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่มีสติปัญญาด้านต่อเนื่องมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ด้าน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กันธารัตน์ ฤทธิบำรุง (2531 : 83) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยวิธีการฝึกอภิปรายร่วมกัน ทั้งห้องเป็นกลุ่มย่อย และแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัชณี ศาสตร์บุรณศิลป์ (2531 : 74) ได้ศึกษาการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการสาธิต การทดลองกับปฏิบัติการทดลอง พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการ สอนโดยการสาธิตการทดลองกับปฏิบัติการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กัญญา ทองมัน (2534 : 80-84) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทาง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง และนักเรียน

ที่เรียนโดยทำการทดลองแบบกำหนดแนวทางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติ .001

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ (2535 : 83-84) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด
อย่างมีวิวัฒนาการกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อการเปรียบเทียบ
ผลการสอน 3 แบบ คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการแนะแนวทาง (Guide Inquiry)
กับการสอนปกติ (Traditional) และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการ
เอง (Inquiry role approach) ในวิชาฟิสิกส์โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ
กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการแนะแนวทาง และกลุ่มที่ 2 ได้รับ
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเองผู้วิจัยจะดำเนินการสอนเองทั้ง 3
กลุ่ม การเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

ไรลีย์ (Rilley. 1975 : 5152-A) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์แก่นักเรียนฝึกหัดครู 2 วิธ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และกลุ่ม
ที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือปฏิบัติการจริง ๆ ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป
หลังจากนั้นได้ให้ตอบแบบสอบถาม 4 ฉบับ เพื่อศึกษาตัวแปร 5 ชนิด คือความรู้เกี่ยวกับทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์
และเจตคติต่อการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2
มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่ 3 แต่ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม
ไม่แตกต่างกัน

ชอว์ (Shaw. 1983 : 615-623) ได้ใช้ชุดการเรียนรู้ 11 ชุด (Eleven Modules) จาก SAPA 2 ในการศึกษาผลการใช้หลักสูตรที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้แก่ การแปลความหมายข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร นิยามเชิงปฏิบัติการและทักษะการตั้งสมมติฐาน กลุ่มทดลองมี 2 กลุ่ม นักเรียนทั้งหมดมี 46 คน และกลุ่มควบคุมมี 2 กลุ่ม มีนักเรียนทั้งหมด 37 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย จากประชากรที่เป็นนักเรียนเกรด 6 ของ University Community ใน Oklahoma กลุ่มทดลองสอนโดย The Eleven SAPA 2 Modules เป็นเวลา 24 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้เนื้อหาเดียวกันกับกลุ่มทดลองแต่ไม่ได้เน้นทักษะในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ข้อมูล t-test พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการด้านทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร ทักษะการแปลความหมายข้อมูล และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการดีขึ้น ยกเว้นทักษะการตั้งสมมติฐาน

เดวิส (Davis. 1976 : 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะที่ใช้การชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry discovery approach) กับการสอนโดยครูบอกความรู้ตามตำรา (Expository-text approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะที่ใช้การชี้แนะแนวทางกลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ผลการทดลองปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สตราวิทซ์ และเมลอน (Strawitz and Melone. 1987 : 53) ได้ศึกษาการเรียนรู้และความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักศึกษาฝึกหัดครูประถมศึกษาที่ได้รับการสอนจากครูโดยตรง (Teacher directed Strategy) และที่ได้รับการสอนโดยการศึกษาด้วยตนเอง (Self-instructional strategy) พบว่านักศึกษาฝึกหัดครูประถมศึกษาที่ได้รับการสอนโดยการศึกษาด้วยตนเอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมากกว่า นักศึกษาฝึกหัดครูประถมศึกษาที่ได้รับการสอนจากครูโดยตรง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนด้านความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของการสอนทั้งสองวิธีนั้น พบว่ามีความคงทนทั้งสองวิธี

จากการศึกษาทั้งงานวิจัยในประเทศ และต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้นมีความสอดคล้องกันเป็นส่วนใหญ่ จึงสรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีการฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความคิด และลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง โดยการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ นั้นจะมีผลทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งในการเรียนการสอนก็ต้องให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองโดยให้นักเรียนได้ออกแบบการทดลอง และเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลเอง จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้นักผู้วิจัยสนใจการจัดกิจกรรมการทดลอง โดยให้นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง ซึ่งเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 175 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ (ว 421) โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย 2 กลุ่ม โดยใช้หน่วยการสุ่มเป็นห้องเรียนแล้วจับสลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 32 คน ดังนี้

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.

เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นเรื่อง ปฏิกิริยาการแผ่คลื่น ในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 ว 421 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ทั้ง 2 กลุ่ม

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ NonRandomized Control-Group Pretest-Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 70) ซึ่งมีลักษณะการทดลองดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนของการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2
C	T_1	$\sim X$	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

T_1 แทน การสอบก่อนเรียน

T_2 แทน การสอบหลังเรียน

X แทน การสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง

ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

$\sim X$ แทน การสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครู ของ สสวท.

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาฟิสิกส์ ว 421 เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ
 - 1.1 แผนการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง
ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูล
จากการทดลอง
 - 1.2 แผนการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครู ของ สสวท.
2. เอกสารประกอบการเรียน
3. คู่มือการจัดกิจกรรมสำหรับครู
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. แผนการสอนวิชาฟิสิกส์

การสร้างแผนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ดำเนินการสร้างตามลำดับ
ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของ
วิชาฟิสิกส์ ว 421 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากคู่มือครู และแบบเรียน
วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ว 421 เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น
3. วิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาวิชา เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ร่วมกับผู้
เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาฟิสิกส์ 3 ท่าน ได้มโนคติแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ มโนคติเกี่ยวกับ
ทฤษฎี และมโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์
4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนการสอน
ของแต่ละมโนคติ

5. สร้างแผนการสอน จำนวน 18 คาบ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

5.1 มโนคติทางวิทยาศาสตร์

5.2 จุดประสงค์ของกิจกรรม

5.3 กิจกรรมการเรียนการสอน ทั้ง 2 แบบ คำเนิการดังนี้

5.3.1 แผนการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลองปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในเอกสารประกอบการเรียนเพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐาน
- นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จากเอกสารประกอบการเรียน
- นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อออกแบบการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบในการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5.3.2 แผนการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครู ของ สสวท.

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
 - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในแบบเรียน เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน
 - นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองในแบบเรียน
 - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลองในแบบเรียน ระยะเวลาในการทดลอง และข้อควรระวังในการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในแบบเรียน

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5.4 สื่อการเรียนการสอน

5.4 การวัดและประเมินผล

6. นำแผนการสอนทั้ง 2 แบบที่สร้างไว้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนฟิสิกส์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

7. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่อง เช่น ระยะเวลา การสื่อความหมาย รายการอุปกรณ์ที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

2. เอกสารประกอบการเรียน

เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของวิชาฟิสิกส์ ว 421 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ศึกษารายละเอียด เนื้อหาเรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น จากแบบเรียนและคู่มือครูวิชาฟิสิกส์ ว 421 เพื่อนำมาสร้างเอกสารประกอบการเรียน และเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ให้เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา

3. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการทดลอง โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง

4. ศึกษาเทคนิคการกำหนดสถานการณ์ และการใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเอกสารประกอบการเรียน

5. สร้างเอกสารประกอบการเรียน ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

5.1 ชื่อกิจกรรม

5.2 สถานการณ์ปัญหา ที่กำหนดเป็นรูปภาพ หรือข้อความ

5.3 คำถามให้นักเรียน

- ระบุปัญหา

- ตั้งสมมติฐาน

- ออกแบบการทดลอง โดยเลือกวัสดุอุปกรณ์จากรายการอุปกรณ์ที่กำหนดให้

- ระบุตัวแปร

- บันทึกผลการทดลองโดยเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลเอง

- สรุปผลการทดลอง

5.4 เนื้อหาสาระ เสนอความรู้ในเรื่องที่ทำการทดลอง และสรุปความรู้ที่ได้จากการทดลอง

6. นำเอกสารประกอบการเรียนที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนฟิสิกส์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

7. นำเอกสารประกอบการเรียนที่แก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ร่วมกับแผนการสอน เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ระยะเวลา การสื่อความหมาย รายการอุปกรณ์ที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

3. คู่มือการจัดกิจกรรมสำหรับครู

เป็นคู่มือที่จัดไว้ให้ครูได้ศึกษา เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและดำเนินกิจกรรม ซึ่งดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของวิชาฟิสิกส์ ว 421 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหา เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น จากแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 421 เพื่อนำมาสร้างคู่มือการจัดกิจกรรมสำหรับครู และเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองให้เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา
3. ศึกษาแนวการสร้างคู่มือการจัดกิจกรรม จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ
4. สร้างคู่มือการจัดกิจกรรมสำหรับครู ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้
 - 4.1 ชื่อกิจกรรม
 - 4.2 มโนคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นมโนคติที่วิเคราะห์จากเนื้อหา เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาฟิสิกส์ 3 ท่าน ซึ่งได้ทำแล้วในขั้นตอนการสร้างแผนการสอน
 - 4.3 จุดประสงค์ของกิจกรรม ระบุพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนหลังการทำกิจกรรม
 - 4.4 ข้อแนะนำ บอกสิ่งที่ควรปฏิบัติ และข้อระวังในการดำเนินกิจกรรม พร้อมทั้งสิ่งที่ต้องเตรียมล่วงหน้าก่อนดำเนินกิจกรรม
 - 4.5 การดำเนินกิจกรรม แนะนำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 3 ขั้น คือ ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นทดลองและขั้นอภิปรายหลังการทดลอง
 - 4.6 การวัดและประเมินผล แนะนำวิธีการวัดและประเมินผลตามความเหมาะสมกิจกรรม
 - 4.7 แนวทางในการตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน บอกการระบุปัญหาจากสถานการณ์ สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละการทดลอง แนวทางดำเนินการทดลอง และแนวการสรุปผลการทดลอง
5. นำคู่มือการจัดกิจกรรมสำหรับครูที่สร้างไว้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข
6. นำผลการใช้แผนการสอน เอกสารประกอบการเรียนที่ไปทดลองก่อนนำไปใช้จริง เพื่อนำข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องแก้ไขมาปรับปรุงคู่มือการจัดกิจกรรมสำหรับครูให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติ จากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิชาฟิสิกส์

2. ศึกษาจุดประสงค์ และเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น จากแบบเรียนและคู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ มโนคติเกี่ยวกับทฤษฎี และมโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์

3. วิเคราะห์อัตราส่วนในการออกแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 3 ท่าน

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์มโนคติในข้อ 2

5. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนฟิสิกส์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรมแล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไปไว้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 122-127)

จำนวน 50 ข้อ

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไปปรับปรุงด้านภาษาแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดสังเวช แขวงสามพระยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน

7. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกต้องให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด เลือกเกิน 1 ข้อ หรือไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

7.1 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบโดยใช้สัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบในแต่ละข้อถูกต้องจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 136)

7.2 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัดส่วนของความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 137)

7.3 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20-.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามสัดส่วนที่สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์มิติทางวิทยาศาสตร์เป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี จำนวน 14 ข้อ และเกี่ยวกับความสัมพันธ์ จำนวน 26 ข้อ

8. นำข้อสอบที่เลือกไว้ในข้อ 7 จัดทำเป็นฉบับ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสังเวช แขวงสามพระยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 130) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.84

9. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539

5. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
2. สร้างตารางวิเคราะห์พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้

- 2.1 การตั้งสมมติฐาน
- 2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 2.3 การทดลอง
- 2.4 การกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 2.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ทักษะละ 10 ข้อ เป็นจำนวน 50 ข้อ

4. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรมแล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 122-127) จำนวน 50 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ไปปรับปรุงด้านภาษาแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดสังเวช แขวงสามพระยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน

6. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด เลือกเกิน 1 ข้อ หรือไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

6.1 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบโดยใช้สัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบในแต่ละข้อถูกต้องจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 136)

6.2 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัดส่วนของความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 137)

6.3 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20-.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้ จำนวน 30 ข้อ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามสัดส่วนที่สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

7. นำข้อสอบที่เลือกไว้ในข้อ 6 จัดทำเป็นฉบับ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดสังเวช แขวงสามพระยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 130) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.87

8. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียน โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เข้ากลุ่มทดลอง 35 คน และกลุ่มควบคุม 32 คน โดยมีหน่วยการสุ่มเป็นห้องเรียน ได้นักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 32 คน ดังที่กล่าวมาแล้วในเรื่องของการสุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านโมเมนตัมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิชาวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและนำผลมาตรวจให้คะแนน

3. ค่าเนิการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เนื้อหาเดียวกัน เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ใช้ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือ กลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบ โดยการสอนดังนี้

3.1 กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบ การทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

3.2 กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนปฏิบัติ การทดลองตามวิธีการทดลองและบันทึกข้อมูลจากการทดลองตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในแบบเรียน ของ สสวท.

4. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังการเรียน (posttest) กับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

5. ตรวจสอบผลการทดสอบ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ ทฤษฎีระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม
4. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลอง โดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 145-146)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความแปรปรวน (S^2) คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 150)

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

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

X แทน คะแนนแต่ละตัว

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 122-127)

$$IC = \frac{\sum ER}{N}$$

เมื่อ IC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม
 ER แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) ของข้อสอบในแต่ละข้อโดยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 136)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
 R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบในแต่ละข้อ โดยคำนวณจากสูตร
(พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 137)

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
 R_U แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
 R_L แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้สูตร KR-20
(พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 130)

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

เมื่อ r_{kk} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = $1-p$

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1-4 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 245-257) ในการคำนวณใช้คะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากการทดสอบก่อนการทดลอง เป็นตัวแปรร่วม ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

แหล่งความแปรปรวน	SS'	df'	MS'	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	SS'_b	k-1	$MS'_b = \frac{SS'_b}{k-1}$	$\frac{MS'_b}{MS'_w}$
ภายในกลุ่ม (w)	SS'_w	N-k-1	$MS'_w = \frac{SS'_w}{N-k-1}$	
ทั้งหมด	SS'_T	N-2		

เมื่อ	X	แทน	ตัวแปรร่วมหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
	Y	แทน	ตัวแปรตามหรือตัวแปรที่สนใจศึกษา
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด
	k	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	SS'_b	แทน	ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสองระหว่างกลุ่มของ Y ที่ปรับแล้ว
	SS'_w	แทน	ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสองภายในกลุ่มของ Y ที่ปรับแล้ว
	SS'_T	แทน	ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนทั้งหมดยกกำลังสองของ Y ที่ปรับแล้ว
	MS'	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน Y ที่ปรับแล้ว

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

- n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- X แทน คะแนนจากการทดสอบก่อนการทดลองซึ่งเป็นตัวแปรร่วม
- Y แทน คะแนนจากการทดสอบหลังการทดลองซึ่งเป็นตัวแปรตาม
- $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบก่อนการทดลอง
- $\bar{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบหลังการทดลอง
- SD แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- $\bar{Y}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของกลุ่มควบคุม
- $\bar{Y}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง
- F แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน F-distribution
- k แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง
- กลุ่มทดลอง แทน นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง
- กลุ่มควบคุม แทน นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของสสวท.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. คำสถิติพื้นฐานของคะแนนจากการสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ดังนี้

1.1 คำสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

1.2 คำสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี

1.3 คำสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์

2. คำสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ดังนี้

3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี

3.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์รวมเกี่ยวกับความสัมพันธ์

4. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากการสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ดังนี้

1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	n	สอบก่อนการทดลอง		สอบหลังการทดลอง	
		$\bar{X}$	SD	$\bar{Y}$	SD
กลุ่มควบคุม	32	12.56	3.77	18.81	4.34
กลุ่มทดลอง	35	16.29	3.86	26.26	4.24

จากตาราง 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมจากการทดสอบก่อนการทดลอง มีค่าเท่ากับ 12.56 และ 3.77 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทดสอบก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 16.29 และ 3.86 ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมจากการทดสอบหลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 18.81 และ 4.34 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทดสอบหลังการทดลอง มีค่าเท่ากับ 26.26 และ 4.24 ตามลำดับ

1.2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี

กลุ่มตัวอย่าง	n	สอบก่อนการทดลอง		สอบหลังการทดลอง	
		$\bar{X}$	SD	$\bar{Y}$	SD
กลุ่มควบคุม	32	3.81	1.86	5.34	1.58
กลุ่มทดลอง	35	4.00	1.77	7.51	1.87

จากตาราง 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มควบคุมจากการทดสอบก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 3.81 และ 1.86 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทดสอบก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 4.00 และ 1.77 ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มควบคุม จากการทดสอบหลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 5.34 และ 1.58 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มทดลอง จากการทดสอบหลังการทดลอง มีค่าเท่ากับ 7.51 และ 1.87 ตามลำดับ

1.3 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์

กลุ่มตัวอย่าง	n	สอบก่อนการทดลอง		สอบหลังการทดลอง	
		$\bar{X}$	SD	$\bar{Y}$	SD
กลุ่มควบคุม	32	8.75	2.81	13.47	3.54
กลุ่มทดลอง	35	12.29	3.38	18.77	3.06

จากตาราง 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมจากการทดสอบก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 8.75 และ 2.81 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทดสอบก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 12.29 และ 3.38 ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมจากการทดสอบหลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 13.47 และ 3.54 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทดสอบหลังการทดลอง มีค่าเท่ากับ 18.77 และ 3.06 ตามลำดับ

2. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากการสอบด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

กลุ่มตัวอย่าง	n	สอบก่อนการทดลอง		สอบหลังการทดลอง	
		$\bar{X}$	SD	$\bar{Y}$	SD
กลุ่มควบคุม	32	14.41	5.30	17.75	4.66
กลุ่มทดลอง	35	20.86	3.40	26.09	1.62

จากตาราง 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุมจากการทดสอบก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 14.41 และ 5.30 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทดสอบก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 20.86 และ 3.40 ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุมจากการทดสอบหลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 17.75 และ 4.66 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทดสอบหลังการทดลอง มีค่าเท่ากับ 26.09 และ 1.62 ตามลำดับ

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ดังนี้

3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมและใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	1	349.79	349.79	27.07**
ภายในกลุ่ม (w)	64	827.02	12.92	
ทั้งหมด (T)	65	1176.81		.01 $F_{(1,64)} = 7.04$

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ($\bar{Y}'_1$) = 19.98
 ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ($\bar{Y}'_2$) = 25.09

จากตาราง 7 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เมื่อปรับค่าตัวแปรร่วมแล้วของนักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}'_1$) เท่ากับ 19.98 ส่วนนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}'_2$) เท่ากับ 25.09 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1 ที่ตั้งไว้

3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม และใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีจากการทดสอบก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	1	76.13	76.13	25.72**
ภายในกลุ่ม (w)	64	189.16	2.96	
ทั้งหมด (T)	65	265.29		.01 $F_{(1,64)} = 7.04$

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มควบคุม ($\bar{Y}'_1$) = 5.36

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มทดลอง ($\bar{Y}'_2$) = 7.49

จากตาราง 8 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีเมื่อปรับค่าตัวแปรร่วมแล้วของนักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}'_1$) เท่ากับ 5.36 ส่วนนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}'_2$) เท่ากับ 7.49 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2 ที่ตั้งไว้

3.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์
 เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน
 ร่วมและใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์
 จากการทดสอบก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ
 ความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	1	148.98	148.98	19.58**
ภายในกลุ่ม (w)	64	486.96	7.61	
ทั้งหมด (T)	65	1176.81		.01 $F_{(1,64)} = 7.04$

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ($\bar{Y}'_1$) = 14.41

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ($\bar{Y}'_2$) = 17.83

จากตาราง 9 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์
 เกี่ยวกับความสัมพันธ์เมื่อปรับค่าตัวแปรร่วมแล้วของนักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}'_1$) เท่ากับ
 14.41 ส่วนนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}'_2$) เท่ากับ 17.83 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
 ทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3 ที่ตั้งไว้

3.4 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมและใช้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากการทดสอบก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	1	253.80	253.80	41.20**
ภายในกลุ่ม (w)	64	394.03	6.16	
ทั้งหมด (T)	65	647.83		.01 $F_{(1,64)} = 7.04$

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุม ($\bar{Y}'_1$) = 19.49

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มทดลอง ($\bar{Y}'_2$) = 24.35

จากตาราง 10 พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเมื่อปรับค่าตัวแปรร่วมแล้วของนักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}'_1$) เท่ากับ 19.49 ส่วนนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}'_2$) เท่ากับ 24.35 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 4 ที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง กับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ ทฤษฎีของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติ การทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับการสอนด้วย การจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับการสอน ด้วยการ จัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการ สอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอน ที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับการสอนด้วยการจัดกิจกรรม การทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 67 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย 2 กลุ่ม โดยใช้หน่วยการสุ่มเป็นห้องเรียนแล้วจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 32 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนวิชาฟิสิกส์ ว 421 เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

2.1.1 แผนการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง

ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

2.1.2 แผนการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท.

2.2 เอกสารประกอบการเรียน

2.3 คู่มือการจัดกิจกรรมสำหรับครู

2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น เป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่งแบ่งเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี จำนวน 14 ข้อ และมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ จำนวน 26 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.84

2.5 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.87

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยมีหน่วยการสุ่มเป็นห้องเรียน ได้นักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 32 คน

3.2 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และนำผลมาตรวจให้คะแนน

3.3 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เนื้อหาเดียวกัน เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ใช้ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือ กลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบ โดยกลุ่มทดลองสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครู ของ สสวท.

3.4 เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังการเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.5 ตรวจสอบการสอบของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1-4 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) และใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากการทดสอบก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษารั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียน ซึ่งได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลองปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครู ของสสวท. ผลการศึกษาค้นคว้าสามารถ อภิปรายได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษา พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทาง วิทยาศาสตร์เมื่อปรับค่าตัวแปรร่วมแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.09 ส่วน นักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.98 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 1 เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1 การสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลอง นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้

ด้วยตนเองจากการทดลอง โดยระบุปัญหาจากสถานการณ์ ตั้งสมมติฐาน ทดสอบหรือพิสูจน์สมมติฐาน ด้วยการออกแบบวิธีการทดลอง เลือกว่าสคริปต์ที่เหมาะสม ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ เพื่อให้ได้ผลการทดลองและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่ชัดเจนครบถ้วน ผลการทดลองที่ได้จะนำไปสู่ การเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถสรุปรวบรวมลักษณะที่สำคัญสร้างเป็นความคิดหลักหรือมโนคติ และสามารถสื่อความหมายด้วยตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของไทเลอร์ (Tyler. 1965 : 148-150) ที่ว่า การสอนให้เกิดมโนคติจะต้องเกิดจากการเรียนรู้ด้วยการกระทำของนักเรียนเอง การที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นความจริง ทางวิทยาศาสตร์ได้ลึกซึ้งและรวดเร็ว ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมสอดคล้อง กับงานวิจัยของ รุ่งชิวา สุขดี (2531 : 69) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการ ฝึกออกแบบการทดลอง เป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยไม่มีการฝึกออกแบบการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ซึ่งมีรายละเอียดซับซ้อน และมีการแก้ปัญหาด้วยสมการทางคณิตศาสตร์มาก ดังนั้นการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลอง ต้องทำให้นักเรียนเกิดมโนติจากการทดลองก่อนที่จะสอนแก้ปัญหาสมการทางคณิตศาสตร์ เพราะมโนติเป็นแก่นความรู้ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่นำไปสู่การเรียนรู้ที่กว้างขวางออกไป ส่วนสมการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถเรียนรู้ได้ภายหลัง ดังที่ ฮัดกินส์ (Hudgins. 1977 : 109) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนติไว้ว่า เป็นความคิดที่คนสร้างขึ้นเพื่อจัดระบบประสบการณ์และความรู้ ลดความซับซ้อนของสิ่งต่าง ๆ สำหรับการสอนของกลุ่มทดลองที่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม โดยให้นักเรียนเป็นผู้คิดหาวิธีการค้นคว้า เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่นำไปสู่การสรุปมโนติจากความเข้าใจของตนเอง ส่วนกลุ่มควบคุมจะค้นคว้าหาความรู้ตามวิธีการที่กำหนดไว้ในแบบเรียน หรือที่ครูเป็นผู้แนะนำ ซึ่งนักเรียนอาจจะจดจำสิ่งเหล่านั้นโดยไม่เข้าใจทำให้ไม่สามารถสื่อความหมายมโนติที่ถูกต้องได้ จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกัน โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมลลี คำรงไชย (2537 : 109) ซึ่งศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้และเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี

จากการศึกษา พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีเมื่อปรับค่าตัวแปรร่วมแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.49 ส่วนนักเรียนควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.36 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 2 เหตุที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องจาก

การสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองในวิชาฟิสิกส์นั้น จะนำทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ได้สรุปไว้ให้นักเรียนศึกษาโดยใช้การทดลอง ซึ่งนักเรียนต้องนำผลการทดลองที่ได้มาสรุปรวบรวมลักษณะสำคัญ ๆ ให้เป็นมโนติ เพื่อนำไปใช้อธิบายเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ในการทดลองเรื่องการสะท้อนของคลื่น นักเรียนต้องนำผลการทดลองที่ได้มาสรุปเป็นกฎสะท้อนของคลื่นเพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์คลื่นเกี่ยวกับ คลื่นตกกระทบ คลื่นสะท้อน มุมตกกระทบ มุมสะท้อน ฯลฯ มโนติที่ได้จากการทดลองประเภทนี้เป็นมโนติเกี่ยวกับทฤษฎีดังที่

เพลลา (Romey. 115-117 ; citing Pella. 1966 : 31-34) ได้ให้นิยามไว้ว่าเป็นมโนคติที่นักวิทยาศาสตร์ได้กำหนดหรือจินตนาการขึ้น เพื่อใช้เป็นเหตุผลอ้างอิงในการอธิบายเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองต้องคิดหาวิธีเพื่อให้ได้ผลไปสู่การสรุปมโนคติรวมทั้งเลือกรูปแบบการนำเสนอผลเอง ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมวิธีการทดลองเพื่อให้ได้ผลที่นำไปสู่การสรุปมโนคติรวมทั้งรูปแบบการนำเสนอผลนั้นจะกำหนดไว้ในแบบเรียนซึ่งอาจทำให้นักเรียนเข้าใจลักษณะสำคัญ ๆ และประมวลเป็นข้อสรุปได้ไม่ชัดเจนจึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบุษยาณี ปุธิตากร (2533 : 89-92) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองซึ่งต้องระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูพบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์

จากการศึกษา พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์เมื่อปรับค่าตัวแปรแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.83 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.41 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 3 เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองของกลุ่มทดลองจะเน้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากการทดลองด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่จะพัฒนาต่อไปเป็นมโนคติตั้งที่นักวิทยาศาสตร์ และนักการศึกษาบางท่านได้ให้แนวคิดไว้ว่า ความสัมพันธ์ต่อเนื่องของมโนคติและกลุ่มของมโนคติจะพัฒนามาจากผลที่ได้จากการทดลองและ/หรือการสังเกตและยังผลไปสู่การทดลองและ/หรือการสังเกตที่กว้างขวางออกไป (สมจิต สวชนไพบุลย์. 2535 : 105) นอกจากนี้การที่นักเรียนค้นคว้ามโนคติด้วยตนเองจากการทดลอง ทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในการสรุปรวบรวมลักษณะของความสัมพันธ์นั้นออกมาเป็นมโนคติ และสื่อความเข้าใจมโนคติได้ถูกต้องชัดเจน ซึ่งมโนคติประเภทนี้เป็นมโนคติเกี่ยวกับ

ความสัมพันธ์ ที่สามารถนำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์วัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ (Romey. 1968 : 115-117 ; Citing Pella. 1966 : 31-34) จากการที่นักเรียนกลุ่มทดลอง สามารถสรุปรวบรวมลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงออกมาเป็นมโนคติที่แน่นอน และสื่อความเข้าใจได้ชัดเจนกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งค้นคว้าเพื่อให้ได้มโนคติตามแนวทางที่กำหนดหรือครู แนะนำทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมสอดคล้องกับงานวิจัยของ อติสร มณีศิริ (2537 : 73-74) ที่ได้ทำการสอนวิชาฟิสิกส์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดฝึกสร้างมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนต้องศึกษาหาความรู้เพื่อให้ได้มโนคติด้วยตนเองโดยใช้ชุดฝึก กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

จากการศึกษา พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเมื่อปรับค่าตัวแปรแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.35 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.49 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 4 เหตุที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจาก

4.1 นักเรียนกลุ่มทดลอง มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จากเอกสารประกอบการเรียนที่เน้นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้จากการทดลอง คิด ปฏิบัติ ตามสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมเพื่อออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองและเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง จากการที่นักเรียนได้คิด และปฏิบัติเองทั้งหมดทุกขั้นตอนทำให้นักเรียนได้รับทั้งตัวความรู้ และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเกิดขึ้นด้วย ซึ่งได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป ดังที่คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 116) กล่าวว่า การทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะจะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกผู้เรียนในแง่ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภิญญา ทองมัน (2534 : 80-84) ที่ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยทำการทดลองแบบ กำหนดแนวทางกับไม่กำหนดแนวทาง พบว่า นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง ซึ่งต้องเลือกอุปกรณ์เพื่อออกแบบวิธีการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้เอง กับนักเรียน ที่ทำการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้ในแบบเรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

4.2 การสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลอง เน้นให้นักเรียนกลุ่มทดลองระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดควบคุมตัวแปร ออกแบบวิธีการทดลองโดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมเพื่อนำ มาเขียนเป็นขั้นตอนการทดลองพร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองซึ่งได้กระทำทุกคาบ ทำให้นักเรียนมีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความคล่องแคล่วและชำนาญ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับคำกล่าวของ นิตยา ปานทิพย์ ทวีว่า การให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ จะช่วยในการสร้างความแม่นยำและชำนาญ ด้วยเหตุผล ดังกล่าวนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองจึงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของวิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2535 : 83-84) ที่ทำการศึกษพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรม การสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งนักเรียนต้องระบุปัญหา ตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ ออกแบบการทดลอง เลือกวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองเอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนด้วยกระบวนการ การจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงขึ้นในระดับที่ น่าพอใจ จึงควรนำกระบวนการสอนดังกล่าวไปใช้ในวิชาฟิสิกส์ต่อไป

1.2 การจัดกิจกรรมการทดลองนักเรียนจะต้องใช้อุปกรณ์หลายอย่าง ซึ่งบางประเภทอาจจะชำรุดเสียหายง่ายถ้าใช้ไม่ถูกต้อง ดังนั้นผู้สอนควรอธิบายวิธีการใช้อุปกรณ์และข้อควรระมัดระวัง เพื่อให้นักเรียนจะได้ปฏิบัติการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 การจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง บางกิจกรรมจะใช้เวลามาก ดังนั้นผู้สอนควรวางแผนการจัดเวลาให้ต่อเนื่องเหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาผลการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นอื่น เช่น มัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 หรือในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นอื่น ๆ

2.2 ควรมีการศึกษาผลการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการนำเสนอผลการทดลอง ความสามารถในการจัดระบบสารสนเทศ ความสามารถทางด้านเทคโนโลยี การคิดแก้ปัญหา เป็นต้น

2.3 ควรเลือกเนื้อหาในการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลอง ให้มีการทดลองที่พอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินไป เนื่องจากการวิจัยมีขีดจำกัดในเรื่องเวลา

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กัญญา ทองมื่น. การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา
- กันธารัตน์ ฤทธิ์บำรุง. การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการใช้การฝึกปฏิบัติกับปัญหาที่ร่วมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อยและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- กิตติศักดิ์ เสงี่ยมธรรมานนท์. การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้โปรแกรมสไลด์-เทปประกอบกับที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 พ.ศ. 2535-2539. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี, 2535.
- จิตรารมภ์ ทองน้อม. มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530. อัดสำเนา.
- ดวงเดือน เทศวานิช. "รูปแบบการสอน," นิพนธ์สาร. 1(2) : 13-24 ; ธันวาคม 2534-พฤษภาคม 2535.
- ธวัช ทิพย์พิทักษ์. การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบ. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- นิพนธ์ จิตต์ภักดี. "สำหรับครูวิทยาศาสตร์," สารพัฒนาหลักสูตร. อันดับที่ 55 : 57-59 ; ตุลาคม 2529.

นิตยา ปานทิพย์. การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยการใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม
ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยี และอาชีวศึกษา
วิชาเขตปิตุพิมข มหาเมฆ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
 2527. อัดสำเนา.

น้อยทิพย์ ศีลธรรมศาสตร์. การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มูลฐาน
ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
 2522. อัดสำเนา.

✓บุษยาณี ปุชิตากร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้ง
สมมติฐานและออกแบบทดลอง กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

เบญจมาศ สันประเสริฐ. การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.
 อัดสำเนา.

ปรีชา กล้ารัศมี. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ
กับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

ปรีชา วงศ์ศิริ. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 6. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2527.

ปรีวัตร สมิตระโคน. การศึกษาผลการสอนสืบเสาะแบบซักถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ระดับพัฒนา
การทางสติปัญญาแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2531. อัดสำเนา.

- ผดุงยศ ดวงมาลา. "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," วารสารศึกษาศาสตร์. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 4(12) : มิถุนายน-กันยายน 2531.
- พรหมทิพย์ ม้ามณี. การสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน, 2520. อัดสำเนา.
- พิศาล สร้อยอชุตหว่า. "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์ หน้าที่ 1-5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ฟิงเกอร์ปรีน แอนด์ มีเดียม จำกัด, 2536.
- ไพเราะ ทิพย์ทัศน. วิทยาศาสตร์ประทับใจ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.
- ภพ เลหาไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทอวิฒนาพานิช, 2537.
- มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.
- ยินดี ส่วนะคุณานนท์. "วิทยาศาสตร์อยู่ที่ไหน," วารสาร สสวท. 81(21) : มกราคม-มีนาคม 2536.
- รัชณี ศาสตร์บุรณศิลป์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน เขตกรุงเทพมหานคร ที่สอนโดยการสอนด้วยการสาธิตการทดลอง กับ การปฏิบัติการทดลอง. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- รุ่งชรีวา สุทธิ. การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เคชะคุปต์. กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.

สำหรับครู สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว) กรุงเทพฯ, 2532.

วารินทร์ รัชมีพรหม. การออกแบบสาร หลักการ และทฤษฎี. กรุงเทพฯ :

ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2532.

วิชัย วงษ์ใหญ่. "การเขียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ," วารสารการวิจัย

ทางการศึกษา. 19(3) : 18-20 ; 2532.

วิรงรอง โรจนกุล. การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบการสอน

ตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ. การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด

อย่างมีวิจารณญาณ. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

วีระชาติ ส่วนไพรินทร์. การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย, 2531.

วีระยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : อานวส

การพิมพ์, 2521.

แววตา ตันวัฒนกุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางฟิสิกส์ กับทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่มีแผ่น

โปร่งใสซ้อนภาพประกอบการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538. อัดสำเนา

วงศ์เดือน กองแก้ว. การศึกษาปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ในระดับชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 6. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์, 2536. อัดสำเนา

วรศักดิ์ ผ่องศรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอด และความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลฝึกเจาะ กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538. อัดสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. จุดประสงค์และรูปแบบการสอนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.

กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2532.

_____. การประเมินคุณภาพการศึกษา โรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2531.

กรุงเทพฯ : กรมสามัญศึกษา, 2533.

_____. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533).

พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2535.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารการอบรมครูวิทยาศาสตร์

ทั่วไประดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ : สสท. 2519. อัดสำเนา.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. "สรุปสภาพการเรียน

การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของหลักสูตร พ.ศ. 2503-2538," วารสาร สสท.

กรุงเทพฯ : สสท., 2538.

_____. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี, 2526.

สมจิต สวณไพบลีย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร, ม.ป.ป.

_____. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

_____. หน่วยการเรียนการสอน (ฉบับปรับปรุง) ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :

ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,

2535.

สมนึก บุญพาไสว. "การแก้ปัญหาเกี่ยวกับโมเดลในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์," วารสาร สสท.

(73) : 19-21 ; มกราคม-มีนาคม 2534.

สมสุข ชีระพิจิตร. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสาธิตและแบบทดสอบ," เอกสารการสอนชุดวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์. หน้าที่ 8-15 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,
2526.

สมาลี ดำรงไชย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้
แบบฝึกการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

สวัณท์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.
_____ . ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. เล่ม 1,2
กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์เซ็นเตอร์ จำกัด, 2531.

อดิสร มณีศิริ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยา
ศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้
รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537.
อัดสำเนา.

อดิศักดิ์ ฤาชา. การศึกษาผลการจัดกลุ่มนักเรียนที่ทำปฏิบัติการแบบกลุ่มอิสระ กลุ่มคละ และกลุ่ม
เหมือนที่มีต่อการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์
และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม,
2530. อัดสำเนา.

อนันต์ จันทร์ทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์
และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

อร่ามลักษณ์ อยู่สุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลายม่อน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา

- American Association for the Advancement of Science. Science a Process Approach Commentary for teacher. Washington D.C., AAAS, 1970.
- Australian Science Education Project. "Inquiry Approach in a Guide to ASEP," Australian Science Education Project. 1974.
- Ausubel, David P. Educational Psycholgy : A Cognitive View. New York : Holt, Rinchart and Winston,. 1968.
- Babikian, Yognic. "An Empirical Investigation to Determine the Relative Effectiveness of Discovery, Laboratory, and Expository Methods of Teaching Science Concept," Journal of Research in Science Teaching. 8(3) : 201-209 ; 1971.
- Bourne, Lyle E. and D.E. Gay. "Learning Concept Rules : The Role of Positvie and Negative Instances," Journal of Experimental Psychology. 77 : 488-494 ; 1968.
- Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided-Inguiry Discovery Approach in and Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstract International. 39 : 4164-A ; January, 1976.
- De Cecco, J.P. The Psychology of Learning and Instruction Educational Psychology. New Jersey : Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1968.
- Deese, James Earle and Stewart H. Hulse. The Psychology of Learning. 3rd New York : McGraw-Hill, 1958.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. Edited by Good, Carter V. New York : McGraw-Hill Company, 1973.
- Hudgins, Bryce B. Learning and Thinking : A Primer for Teachers. Itasca : IIIFE Peacock, 1977.

Markle, A.M. and P.W. Tiemann Really. Understanding Concepts

McDonald, F.J. Educational Psychology. San Francisco. U.S.A. :
Wadsworth Publishing Co., Inc, 1959.

Olarinoye. Raphael Dele. "A Comparative Study of The Effectiveness of
Three Methods of Teaching A Secondary School Physics Course in
a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts
International. 8(39) : 4848-A ; February, 1979.

Pell, E.A. "Conceptual Learning and explainess Thinking," Development
in Human Learning. New York : American Elsevin, 1968.

Riley, Joseph philip. "The Effects of Science Process Training
on Preservice Elementary Teacher's process Skill Abilities,
Understanding of Science, and Attitudes Toward Science and
Science Teaching," Dissertation Abstracts International.
35(8) : 5152-A ; February, 1975.

Romey, William D. Inquiry Techniques for Teaching Science. New Jersey :
Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 1968.

Shaw, Terry. J. "The Effect of Process Oriented Science Curriculum Upon
Problem-Solving Ability," Science Education. 67(5) : 615-623 ;
October, 1983.

Smith, Patty Templeton. "Instructional method effects on student
attitude and achievement," Dissertation Abstracts International.
54(7) : 2528-A ; January, 1994.

Strawitz, M. Barbara and Mark R. Malone. "Preservice Teachers'
Acquisition and Rentention of Integrated Science Process Skills :
A Comparison of Teacher-Directed and Self-Instructional
Strategies," Journal of Research in Science Teaching. 24(1) :
53-60 ; January, 1987.

Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Second Edition Publishes by Charles E. Merrill Publishing Company. 1976.

Tyler, Ralple. W. Ralple. The Knowledge Exclusion : Implications for Secondary Education. The Education Forum. (29) (2) : 148-150. 1965.

Vanek, F.A.P. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Material (EES) and a Textbook Approach on Classifying," Abstract International. 35 : 1522-A ; September, 1974.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ตาราง 11 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องปรากฏการณ์คลื่น

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.71	.27	21	.26	.39
2	.59	.51	22	.26	.27
3	.51	.55	23	.29	.27
4	.45	.24	24	.24	.24
5	.44	.27	25	.21	.24
6	.69	.36	26	.58	.67
7	.68	.45	27	.29	.21
8	.36	.42	28	.33	.36
9	.74	.45	29	.41	.33
10	.56	.58	30	.33	.24
11	.50	.51	31	.26	.33
12	.48	.67	32	.33	.30
13	.61	.48	33	.27	.24
14	.33	.36	34	.26	.27
15	.36	.30	35	.33	.24
16	.26	.27	36	.30	.30
17	.41	.69	37	.35	.27
18	.41	.64	38	.33	.24
19	.48	.55	39	.30	.24
20	.48	.36	40	.26	.27

ตาราง 12 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.80	.33	16	.60	.60
2	.76	.30	17	.69	.48
3	.71	.51	18	.47	.39
4	.76	.36	19	.65	.64
5	.36	.42	20	.64	.58
6	.67	.48	21	.39	.48
7	.73	.36	22	.59	.39
8	.64	.30	23	.59	.69
9	.33	.24	24	.55	.55
10	.32	.39	25	.60	.73
11	.71	.27	26	.32	.33
12	.59	.33	27	.68	.45
13	.68	.58	28	.58	.48
14	.58	.67	29	.62	.45
15	.50	.33	30	.32	.45

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 8.48$$

$$\Sigma X = 1,574$$

$$\Sigma X^2 = 29,299$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } S_u^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{(100 \times 29,299) - (1,574)^2}{100(100-1)} \\ &= \frac{2,929,900 - 2,477,476}{100 \times 99} \\ &= \frac{452,424}{9,900} \end{aligned}$$

$$S_u^2 = 45.69$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } r_{uu} &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S_u^2} \right\} \\ &= \frac{40}{39} \left\{ 1 - \frac{8.48}{45.69} \right\} \\ &= \frac{40}{39} \times \frac{37.21}{45.69} \end{aligned}$$

$$\text{แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น} = 0.84$$

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

$$\Sigma pq = 6.61$$

$$\Sigma X = 1,859$$

$$\Sigma X^2 = 38,573$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } S_u^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{(100 \times 38,573) - (1,859)^2}{100(100-1)} \\ &= \frac{3,857,300 - 3,455,881}{9,900} \end{aligned}$$

$$S_u^2 = 40.55$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } r_{xx} &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S_u^2} \right\} \\ &= \frac{30}{29} \left\{ 1 - \frac{6.61}{40.55} \right\} \\ &= \frac{30}{29} \times \frac{33.94}{40.55} \\ &= 0.87 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ค

คะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

ตาราง 13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
กลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม						กลุ่มทดลอง					
ลำดับที่	Pre test (X_1)	Post test (Y_1)	X_1^2	Y_1^2	$X_1 Y_1$	ลำดับที่	Pre test (X_2)	Post test (Y_2)	X_2^2	Y_2^2	$X_2 Y_2$
1	10	16	100	256	160	1	15	35	225	1225	525
2	16	23	256	529	368	2	16	23	256	196	368
3	10	19	100	361	190	3	17	23	289	225	391
4	12	20	144	400	240	4	20	28	400	361	560
5	12	19	144	361	228	5	17	27	289	484	459
6	12	12	144	144	144	6	24	29	576	441	696
7	15	24	225	576	360	7	17	31	289	484	527
8	13	20	169	400	260	8	14	27	196	729	378
9	15	21	225	441	315	9	13	24	169	576	312
10	15	17	225	289	255	10	14	23	196	529	322
11	8	20	64	400	160	11	22	32	484	1024	704
12	17	30	289	900	510	12	13	19	169	361	247
13	6	8	36	64	48	13	23	28	529	784	644
14	16	14	256	196	224	14	15	23	225	529	345
15	13	17	169	289	221	15	11	21	121	441	231
16	14	20	196	400	280	16	17	30	289	900	510
17	9	18	81	324	162	17	16	29	256	841	464
18	5	20	25	400	100	18	15	24	225	576	360

ตาราง 13 (ต่อ)

กลุ่มควบคุม						กลุ่มทดลอง					
ลำดับที่	Pre test (X_1)	Post test (Y_1)	X_1^2	Y_1^2	X_1Y_1	ลำดับที่	Pre test (X_2)	Post test (Y_2)	X_2^2	Y_2^2	X_2Y_2
19	10	19	100	361	190	19	19	30	361	900	570
20	12	16	144	256	192	20	13	21	169	441	273
21	6	19	36	361	114	21	21	28	441	784	588
22	13	18	169	324	234	22	18	30	324	900	540
23	10	20	100	400	200	23	17	25	289	625	425
24	13	19	169	361	247	24	12	18	144	324	216
25	13	13	169	169	169	25	14	30	196	900	420
26	9	13	81	169	117	26	24	33	576	1089	792
27	21	27	441	729	567	27	16	26	256	676	416
28	17	23	289	529	391	28	8	19	64	361	152
29	13	15	169	225	195	29	12	31	144	961	372
30	12	23	144	529	276	30	15	25	225	625	375
31	19	21	361	441	399	31	14	21	196	441	294
32	16	18	256	324	288	32	22	29	484	841	638
						33	11	24	121	576	264
						34	16	25	256	625	400
						35	19	28	361	784	532
รวม	402	602	5476	11908	7804	รวม	570	919	9790	24741	15310

$$\bar{X}_1 = 12.56$$

$$\bar{X}_2 = 16.29$$

$$\bar{Y}_1 = 18.81$$

$$\bar{Y}_2 = 26.26$$

ตาราง 14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านโมเมนตัมทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี
ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม						กลุ่มทดลอง					
ลำดับที่	Pre test (X_1)	Post test (Y_1)	X_1^2	Y_1^2	X_1Y_1	ลำดับที่	Pre test (X_2)	Post test (Y_2)	X_2^2	Y_2^2	X_2Y_2
1	5	4	25	16	20	1	3	12	9	144	36
2	4	5	16	25	20	2	6	9	36	81	54
3	4	6	16	36	24	3	7	8	49	64	56
4	3	5	9	25	15	4	5	9	25	81	45
5	6	5	36	25	30	5	3	5	9	25	15
6	3	2	9	4	6	6	8	8	64	64	64
7	4	7	16	49	28	7	3	9	9	81	27
8	3	7	9	49	21	8	3	8	9	64	24
9	4	6	16	36	24	9	1	5	1	25	5
10	4	6	16	36	24	10	3	7	9	49	21
11	3	4	9	16	12	11	4	10	16	100	40
12	4	9	16	81	36	12	6	6	36	36	36
13	1	4	1	16	4	13	3	8	9	64	24
14	7	3	49	9	21	14	5	6	25	36	30
15	2	5	4	25	10	15	2	4	4	16	8
16	2	5	4	25	10	16	2	9	4	81	18
17	3	6	9	36	18	17	5	9	25	81	45
18	1	5	1	25	5	18	2	8	4	64	16

ตาราง 14 (ต่อ)

กลุ่มควบคุม						กลุ่มทดลอง					
ลำดับที่	Pre test (X_1)	Post test (Y_1)	X_1^2	Y_1^2	X_1Y_1	ลำดับที่	Pre test (X_2)	Post test (Y_2)	X_2^2	Y_2^2	X_2Y_2
19	4	6	16	36	24	19	2	9	4	81	18
20	3	5	9	25	15	20	4	5	16	25	20
21	1	2	1	4	2	21	6	9	36	81	54
22	5	5	25	25	25	22	4	6	16	36	24
23	4	6	16	36	24	23	6	6	36	36	36
24	2	5	4	25	10	24	4	4	16	16	16
25	3	5	9	25	15	25	2	9	4	81	18
26	2	4	4	16	8	26	5	9	25	81	45
27	7	9	49	81	63	27	4	9	16	81	36
28	6	7	36	49	42	28	2	6	4	36	12
29	3	5	9	25	15	29	4	9	16	81	36
30	4	7	16	49	28	30	4	5	16	25	20
31	6	6	36	36	36	31	4	7	16	49	28
32	9	5	81	25	45	32	8	8	64	64	64
						33	2	7	4	49	14
						34	5	6	25	36	30
						35	3	9	9	81	27
รวม	122	171	572	991	680	รวม	140	263	666	2,095	1,062

$$\bar{X}_1 = 3.81$$

$$\bar{Y}_1 = 5.34$$

$$\bar{X}_2 = 4.00$$

$$\bar{Y}_2 = 7.51$$

ตาราง 15 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ
ความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม						กลุ่มทดลอง					
ลำดับที่	Pre test (X_1)	Post test (Y_1)	X_1^2	Y_1^2	X_1Y_1	ลำดับที่	Pre test (X_2)	Post test (Y_2)	X_2^2	Y_2^2	X_2Y_2
1	5	12	25	144	60	1	12	23	144	529	276
2	12	18	144	324	216	2	10	14	100	196	140
3	6	13	36	169	78	3	10	15	100	225	150
4	9	15	81	225	135	4	15	19	225	361	285
5	6	14	36	196	84	5	14	22	196	484	308
6	9	10	81	100	90	6	16	21	256	441	336
7	11	17	121	289	187	7	14	22	196	484	308
8	10	13	100	169	130	8	11	19	121	361	209
9	11	15	121	225	165	9	12	19	144	361	228
10	11	11	121	121	121	10	11	16	121	256	176
11	5	16	25	256	80	11	18	22	324	484	396
12	13	21	169	441	273	12	7	14	49	196	98
13	5	4	25	16	20	13	20	20	400	400	400
14	9	11	81	121	99	14	10	17	100	289	170
15	11	12	121	144	132	15	9	17	81	289	153
16	12	15	144	225	180	16	15	21	225	441	315
17	6	12	36	144	72	17	11	20	121	400	220
18	4	15	16	225	60	18	13	16	169	256	208

ตาราง 15 (ต่อ)

กลุ่มควบคุม						กลุ่มทดลอง					
ลำดับที่	Pre test (X_1)	Post test (Y_1)	X_1^2	Y_1^2	X_1Y_1	ลำดับที่	Pre test (X_2)	Post test (Y_2)	X_2^2	Y_2^2	X_2Y_2
19	6	13	36	169	78	19	17	21	289	441	357
20	9	11	81	121	99	20	9	16	81	256	144
21	5	17	25	289	85	21	15	19	225	361	285
22	8	13	64	169	104	22	14	24	196	576	336
23	6	14	36	196	84	23	11	19	121	361	209
24	11	14	121	196	154	24	8	14	64	196	112
25	10	8	100	64	80	25	12	21	144	441	252
26	7	9	49	81	63	26	19	24	361	576	456
27	14	18	196	324	252	27	12	17	144	289	204
28	11	16	121	256	176	28	6	13	36	169	78
29	10	10	100	100	100	29	8	22	64	484	176
30	8	16	64	256	128	30	11	20	121	400	220
31	13	15	169	225	195	31	10	14	100	196	140
32	7	13	49	169	91	32	14	21	196	441	294
						33	9	17	81	289	153
						34	11	19	121	361	209
						35	16	19	256	361	304
รวม	280	431	2,694	6,149	3,871	รวม	430	657	5,672	12,651	8,305
$\bar{X}_1 = 8.75$						$\bar{X}_2 = 12.29$					
$\bar{Y}_1 = 13.47$						$\bar{Y}_2 = 18.77$					

ตาราง 16 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาตอนต้น
กับกลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม						กลุ่มทดลอง					
ลำดับที่	Pre test (X_1)	Post test (Y_1)	X_1^2	Y_1^2	X_1Y_1	ลำดับที่	Pre test (X_2)	Post test (Y_2)	X_2^2	Y_2^2	X_2Y_2
1	10	14	100	196	140	1	24	26	576	676	624
2	11	9	121	81	99	2	18	25	324	625	450
3	18	13	324	169	234	3	21	25	441	625	525
4	9	13	81	169	117	4	23	27	529	729	621
5	20	23	400	529	460	5	13	24	169	576	312
6	13	18	169	324	234	6	24	28	576	784	672
7	24	24	576	576	576	7	25	28	625	784	700
8	17	20	289	400	340	8	22	26	484	676	572
9	14	20	196	400	280	9	20	28	400	784	560
10	14	18	196	324	252	10	22	25	484	625	550
11	9	17	81	289	153	11	22	28	484	784	616
12	24	24	576	576	576	12	24	27	576	729	648
13	13	10	169	100	130	13	21	28	441	784	588
14	17	23	289	529	391	14	21	25	441	624	525
15	10	13	100	169	130	15	22	24	484	576	528
16	8	9	64	81	72	16	20	27	400	729	540
17	14	18	196	324	252	17	22	26	484	676	572
18	9	15	81	225	135	18	18	24	324	576	432

ตาราง 16 (ต่อ)

กลุ่มควบคุม						กลุ่มทดลอง					
ลำดับที่	Pre test (X_1)	Post test (Y_1)	X_1^2	Y_1^2	X_1Y_1	ลำดับที่	Pre test (X_2)	Post test (Y_2)	X_2^2	Y_2^2	X_2Y_2
19	19	20	361	400	380	19	23	27	529	729	621
20	14	21	196	441	294	20	20	27	400	729	540
21	9	18	81	324	162	21	20	27	400	729	540
22	10	15	100	225	150	22	26	27	676	729	702
23	22	24	484	576	528	23	15	24	225	576	360
24	10	20	100	400	200	24	14	22	196	484	308
25	15	12	225	144	180	25	25	28	625	784	700
26	8	15	64	225	120	26	26	27	676	729	702
27	21	24	441	576	504	27	19	25	361	625	475
28	23	23	529	529	529	28	17	24	289	576	408
29	15	22	225	484	330	29	19	27	361	729	513
30	11	19	121	361	209	30	18	25	324	625	450
31	23	21	529	441	483	31	24	28	576	784	672
32	7	13	49	169	91	32	15	25	225	625	375
						33	19	24	361	576	456
						34	24	28	576	784	672
						35	24	27	576	729	648
รวม	461	568	7,513	10,756	8,731	รวม	730	913	15,618	23,905	19,177

$$\bar{X}_1 = 14.41$$

$$\bar{Y}_1 = 17.75$$

$$\bar{X}_2 = 20.86$$

$$\bar{Y}_2 = 26.09$$

ภาคผนวก ง

การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว

การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว (Adjusted mean)

ในการคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้ว (ค่าเฉลี่ยที่ได้ขจัดอิทธิพลของตัวแปรร่วมออกแล้ว)

จะต้องอาศัยหลักการถดถอยในแนวเส้นตรง ดังนี้

$$\text{จากสูตร } \bar{Y}'_j = \bar{Y}_j - b (\bar{X}_j - \bar{X}_{..})$$

เมื่อ $\bar{Y}_j$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนสอบหลังการทดลอง

$\bar{Y}_j$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังการทดลอง

$\bar{X}_j$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนการทดลอง

$\bar{X}_{..}$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมดของคะแนนสอบก่อนการทดลอง

b หมายถึง ความชันของเส้นถดถอย Y on X

SPw

$$\text{คำนวณจากสูตร } b = \frac{\text{SPw}}{\text{SSw}} \quad (\text{เป็นค่า } b \text{ ของภายในกลุ่ม} - b_w)$$

SSw

1) การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านโมเมนตัมทางวิทยาศาสตร์
ที่ปรับแล้วของกลุ่มตัวอย่าง

SP_w

$$b = \frac{\text{SPw}}{\text{SSw}}$$

SSw

$$\text{SP}_w = 584.80, \quad \text{SS}_w = 933.02$$

$$584.80$$

$$b = \frac{\quad}{933.02} = 0.63$$

$$933.02$$

$$\text{จากสูตร } \bar{Y}'_1 = \bar{Y}_1 - b (\bar{X}_1 - \bar{X})$$

$$\text{เมื่อ } \bar{Y}_1 = 18.81, \quad \bar{X}_1 = 12.56, \quad \bar{X} = 14.42$$

$$\bar{Y}'_1 = 18.81 - 0.63 (12.56 - 14.42)$$

$$= 18.81 - (-1.17)$$

$$= 19.98$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ที่ปรับแล้วของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 19.98

$$\bar{Y}'_e = \bar{Y}_e - b (\bar{X}_e - \bar{X})$$

เมื่อ $\bar{Y}_e = 26.261$, $\bar{X}_e = 16.29$, $\bar{X} = 14.42$

$$\begin{aligned}\bar{Y}'_e &= 26.26 - 0.63 (16.29 - 14.42) \\ &= 26.26 - 1.18 \\ &= 25.08\end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 25.08

2) การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีที่ปรับแล้วของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

$$b = \frac{SP_w}{SS_w}$$

$$SP_w = 38.06, \quad SS_w = 212.87$$

$$b = \frac{38.06}{212.87} = 0.18$$

$$\text{จากสูตร } \bar{Y}'_1 = \bar{Y}_1 - b (\bar{X}_1 - \bar{X})$$

$$\text{เมื่อ } \bar{Y}_1 = 5.34, \quad \bar{X}_1 = 3.81, \quad \bar{X} = 3.91$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } \bar{Y}'_1 &= 5.34 - 0.18 (3.81 - 3.91) \\ &= 5.34 - (-0.02) \\ &= 5.36 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีที่ปรับแล้วของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 5.36

$$\bar{Y}'_2 = \bar{Y}_2 - b (\bar{X}_2 - \bar{X})$$

$$\text{เมื่อ } \bar{Y}_2 = 7.51, \quad \bar{X}_2 = 4.00, \quad \bar{X} = 3.91$$

$$\begin{aligned} \bar{Y}'_2 &= 7.51 - 0.18 (4.00 - 3.91) \\ &= 7.51 - 0.02 \\ &= 7.49 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 7.49

3) การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่ปรับแล้วของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

$$b = \frac{SP_w}{SS_w}$$

$$\text{เมื่อ } SP_w = 333.04, SS_w = 633.14$$

$$b = \frac{333.04}{633.14} = 0.53$$

$$\text{จากสูตร } \bar{Y}'_1 = \bar{Y}_1 - b (\bar{X}_1 - \bar{X})$$

$$\text{เมื่อ } \bar{Y}_1 = 13.47, \bar{X}_1 = 8.75, \bar{X} = 10.52$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } \bar{Y}'_1 &= 13.47 - 0.53 (8.75 - 10.52) \\ &= 13.47 - (-0.94) \\ &= 14.41 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่ปรับแล้วของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 14.41

$$\bar{Y}'_2 = \bar{Y}_2 - b (\bar{X}_2 - \bar{X})$$

$$\text{เมื่อ } \bar{Y}_2 = 18.87, \bar{X}_2 = 12.29, \bar{X} = 10.52$$

$$\begin{aligned} \bar{Y}'_2 &= 18.77 - 0.53 (12.29 - 10.52) \\ &= 18.77 - 0.94 \\ &= 17.83 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 17.83

4) การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่ปรับแล้ว
ของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

$$b = \frac{SP_w}{SS_w}$$

$$\text{เมื่อ } SP_w = 682.68, \quad SS_w = 1264.01$$

$$b = \frac{682.68}{1264.01} = 0.54$$

$$\text{จากสูตร } \bar{Y}'_1 = \bar{Y}_1 - b (\bar{X}_1 - \bar{X})$$

$$\text{เมื่อ } \bar{Y}_1 = 17.75, \quad \bar{X}_1 = 14.41, \quad \bar{X} = 17.64$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } \bar{Y}'_1 &= 17.75 - 0.54 (14.41 - 17.64) \\ &= 17.75 - (-1.74) \\ &= 19.49 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่ปรับแล้วของกลุ่มควบคุม
มีค่าเท่ากับ 19.49

$$\bar{Y}'_2 = \bar{Y}_2 - b (\bar{X}_2 - \bar{X})$$

$$\text{เมื่อ } \bar{Y}_2 = 26.09, \quad \bar{X}_2 = 20.86, \quad \bar{X} = 17.64$$

$$\begin{aligned} \bar{Y}'_2 &= 26.09 - 0.54 (20.86 - 17.64) \\ &= 26.09 - 1.74 \\ &= 24.35 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลอง
มีค่าเท่ากับ 24.35

ภาคผนวก จ
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่าง แผนการสอนของกลุ่มทดลอง

ตัวอย่าง เอกสารประกอบการเรียน

ตัวอย่าง คู่มือการจัดกิจกรรมสำหรับครู

ตารางวิเคราะห์ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์คลื่น

ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตัวอย่างแผนการสอนของกลุ่มทดลอง

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ครั้งที่ 1

วิชา ฟิสิกส์ (ว 421)

คาบที่ 1-2

เรื่อง คลื่นกล

เวลา 100 นาที

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. คลื่นกลเกิดจากการที่ตัวกลางถูกรบกวนแล้วถ่ายโอนพลังงานกลไปในอนุภาคของตัวกลาง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านไป โดยที่อนุภาคของตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ตามไปด้วย
2. คลื่นตามขวางเป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
3. คลื่นตามยาวเป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวเดียวกันกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อจบกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายและยกตัวอย่างการเกิดคลื่นกลได้
2. สังเกตและบอกความแตกต่างของทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นและทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวกลาง
3. บอกความแตกต่างของคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวได้
4. ออกแบบการทดลองเรื่องคลื่นกล และสรุปความสัมพันธ์ของตัวกลางกับคลื่นกลได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ชื่นอภิป्राายก่อนการทดลอง
 - นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในเอกสารประกอบการเรียนเรื่องคลื่นกล เพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐาน

- นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจากเอกสารประกอบการเรียนเรื่อง

คลื่นกล

- นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

- นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบใน

การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

และสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่เพื่อนำไปใช้ในชีวิต

ประจำวัน

- นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง คลื่นกล

- เชือก
- ลวดสปริง
- ด้ายสีเข้ม

2. เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง คลื่นกล

การประเมินผล

- สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมกันอภิปรายของนักเรียน
- ตรวจจากคำตอบในเอกสารประกอบการเรียน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ครั้งที่ 2

วิชา ฟิสิกส์ (ว 421)

คาบที่ 3-6

เรื่อง คลื่นผิวน้ำ

เวลา 200 นาที

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. คลื่นผิวน้ำ เกิดจากการที่ผิวน้ำถูกรบกวน ทำให้เกิดการกระเพื่อมบนผิวน้ำ เป็นคลื่นเคลื่อนที่ออกไปจากต้นกำเนิดคลื่น
2. สันคลื่น เป็นตำแหน่งสูงสุดของคลื่น มีค่าการกระจัดมากที่สุด เป็นค่าบวก
3. ท้องคลื่น เป็นตำแหน่งต่ำสุดของคลื่นมีค่าการกระจัดมากที่สุด เป็นค่าลบ
4. การกระจัด เป็นระยะจากระดับปกติถึงตำแหน่งที่เกิดคลื่นใด ๆ
5. แอมพลิจูด เป็นระยะจากระดับปกติถึงสันคลื่น หรือท้องคลื่น
6. ความยาวคลื่น เป็นระยะทางระหว่างสันคลื่นหรือท้องคลื่นที่อยู่ติดกัน
7. อัตราเร็วคลื่น เป็นระยะทางที่สันคลื่นใด ๆ เคลื่อนที่ไปได้ใน 1 หน่วยเวลา
8. ความถี่ เป็นจำนวนคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใด ๆ บนตัวกลางใน 1 หน่วยเวลา
9. คาบ เป็นช่วงเวลาคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใด ๆ ครบ 1 คลื่น
10. เฟส เป็นคำที่ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของการเคลื่อนที่มีลักษณะเป็นรอบขณะใดขณะหนึ่ง
11. คลื่นดล เป็นคลื่นที่เกิดจากการรบกวนตัวกลาง 1 ครั้ง จะเกิดคลื่น เคลื่อนที่ออกจากตัวกำเนิดคลื่น 1 ครั้ง
12. คลื่นดลวงกลม เป็นคลื่นที่แผ่ขยายออกจากตัวกำเนิดคลื่นเป็นวงกลม
13. คลื่นดลเส้นตรง เป็นคลื่นที่แผ่ขยายออกจากตัวกำเนิดคลื่นเป็นแนวยาว
14. คลื่นต่อเนื่อง เกิดจากการรบกวนตัวกลางเป็นจังหวะอย่างต่อเนื่อง จะมีคลื่นแผ่ออกไปจากตัวกำเนิดคลื่นตลอดเวลา
15. หน้าคลื่น เป็นเส้นที่ลากผ่านตำแหน่งที่มีเฟสตรงกันในคลื่นลูกหนึ่ง ๆ เช่นแนวของสันคลื่น หรือแนวของท้องคลื่น

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายพร้อมยกตัวอย่างการเกิดคลื่นผิวน้ำ
2. บอกความหมายของ สันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น อัตราเร็วคลื่น

ความถี่ คาบ เฟส และ หน้าคลื่น

3. อธิบายความแตกต่างระหว่างคลื่นคด และคลื่นต่อเนื่อง
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น อัตราเร็วคลื่น และความถี่ นำความสัมพันธ์

ดังกล่าวไปแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้

5. ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาการเกิดคลื่นผิวน้ำในกล่องคลื่นได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในเอกสาร

ประกอบการเรียนเรื่องคลื่นผิวน้ำ เพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐาน

- นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจากเอกสารประกอบการเรียนเรื่อง

คลื่นผิวน้ำ

- นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

- นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบใน

การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

และสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่เพื่อนำไปใช้ในชีวิต

ประจำวัน

- นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่องคลื่นผิวน้ำ
 - ก่อคลื่น
 - ชุดภาคคลื่น
 - หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ
 - กระดาษสีเขียวอ่อน
 - น้ำ
 - ดินสอ
 - ไม้บรรทัด
2. เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง คลื่นผิวน้ำ

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมกันอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจจากคำตอบในเอกสารประกอบการเรียน

ตัวอย่างเอกสารประกอบการเรียน

เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง คลื่นกล

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

กิจกรรม เรื่อง คลื่นกล

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายและยกตัวอย่างการเกิดคลื่นกลได้
2. สังเกตและบอกความแตกต่างของทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นและทิศทางการเคลื่อนที่

ของตัวกลาง

3. บอกความแตกต่างของคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวได้
4. ออกแบบการทดลองเรื่องคลื่นกลเพื่อสรุปความสัมพันธ์ของตัวกลางกับคลื่นกลได้

2. สิ่งที่เกิดขึ้นในภาพ เป็นปรากฏการณ์อะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนอธิบายการทำให้เกิดคลื่นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จากสถานการณ์ภาพการสั่นของเชือก ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการเกิดคลื่นบนเส้นเชือก และทิศทางการเคลื่อนที่ของเชือก (ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. เพื่อเป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 4 ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเกี่ยวกับการเกิดคลื่นบนเส้นเชือก โดยเลือกวัสดุอุปกรณ์จากภาพต่อไปนี้



เชือก



สายรัด



กรรไกร



ลวด



ด้าย



สายไฟ

ให้นักเรียนเขียนชื่อวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกไว้โดยที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสม

- 1.....
- 2.....
- 3.....

6. เมื่อนักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายถึงวิธีการทดลอง แล้วเขียนเป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของการทดลอง

ตัวแปรต้น.....

.....

ตัวแปรตาม.....

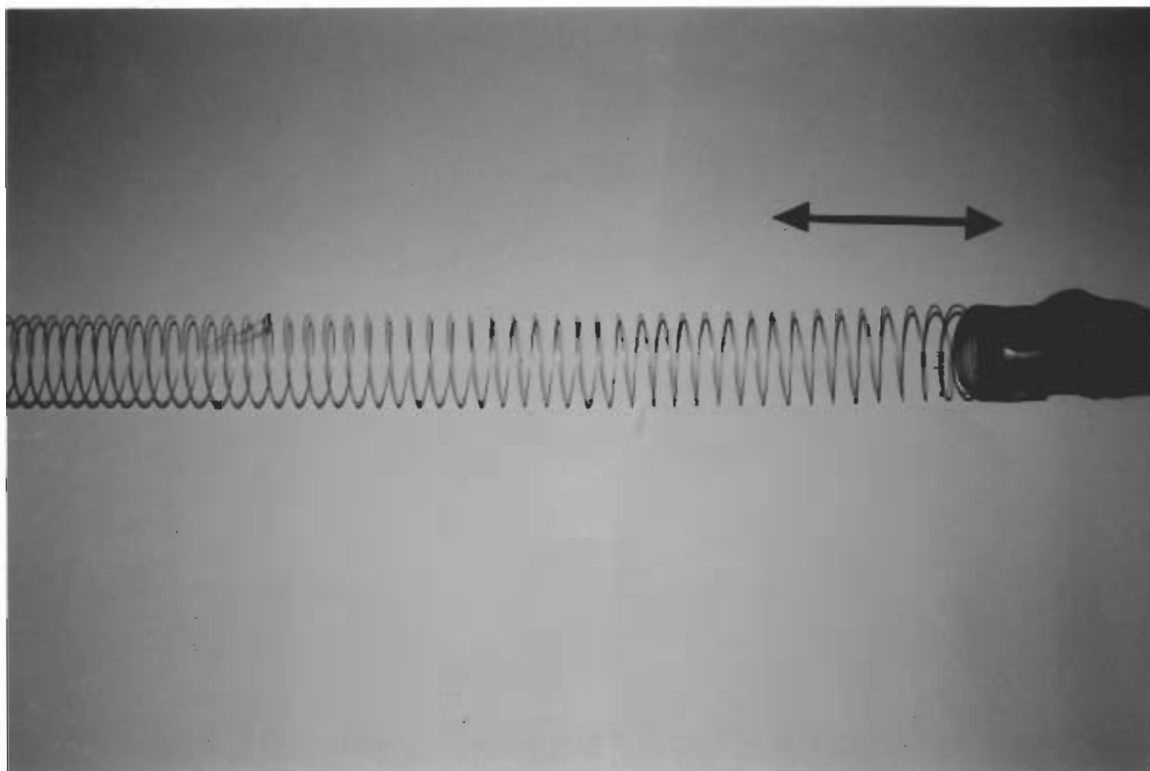
.....

ตัวแปรควบคุม.....

.....

8. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้จากนั้นให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามความคิดของนักเรียนเอง โดยเลือกแบบการบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมและได้ใจความสมบูรณ์

9. จากสถานการณ์การเกิดคลื่นบนเส้นเชือก ถ้าเปลี่ยนเส้นเชือกเป็นลวดสปริง แล้วทำการ
ดึงลวดสปริงตามภาพ



ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ และทิศทางการเคลื่อนที่ของลวดสปริง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 9 ใ้ใช้วัสดุอุปกรณ์ตามแบบที่นักเรียนออกแบบไว้ในข้อ 6 แต่เปลี่ยนจากเส้นเชือกเป็นลวดสปริง

[illegible]

11. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ แล้วบันทึกข้อมูลจากการทดลอง โดยเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลเอง

12. เมื่อนักเรียนทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

12.1 ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือกเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

12.2 อนุภาคบนเส้นเชือกเคลื่อนที่เป็นแนวเดียวกับเส้นเชือกหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

12.3 เมื่ออัดปลายลวดสปริง เส้นด้ายที่ผูกติดกับลวดสปริงมีการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

12.4 เมื่ออัดปลายลวดสปริง ลวดสปริงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

12.5 ถ้าสะบัดปลาซ้างหนึ่งของลาวคสปริง จงอธิบายว่า พลังงานจากการสะบัดจะ
ถ่ายโอนไปยังปลาอีกซ้างหนึ่งของลาวคสปริงได้อย่างไร

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

12.6 จงเปรียบเทียบ 1. การเคลื่อนที่ของคลื่นบนเส้นเชือกกับการเคลื่อนที่ของอนุภาค
ของเส้นเชือก
2. การเคลื่อนที่ของคลื่นบนลาวคสปริงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาค
ของลาวคสปริง

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

13. จากการทดลองที่นักเรียนปฏิบัติไปแล้วทั้ง 2 ตอน ให้นักเรียนสรุปผลการทดลอง

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

14. ให้อธิบายความแตกต่างระหว่างคลื่นตามยาว และคลื่นตามขวาง

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

15. เราจะทำให้ความถี่ของคลื่นในลาวคสปริงเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร

.....
.....

เอกสารประกอบการเรียน

เรื่อง คลื่นผิวน้ำ (ตอนที่ 1)

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

กิจกรรม เรื่อง คลื่นผิวน้ำ (ตอนที่ 1)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อจบหัวข้อนี้ได้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายและยกตัวอย่างการเกิดคลื่นผิวน้ำได้
2. บอกความหมายของ สันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น อัตราเร็วคลื่น

ความถี่ คาบ เฟส และหน้าคลื่น

3. ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาการเกิดคลื่นผิวน้ำในถ้องคลื่นได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น อัตราเร็วคลื่น และความถี่ นำความสัมพันธ์

ดังกล่าวไปแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้

สถานการณ์ สมรักษ์ นั่งเล่นอยู่ริมน้ำ เขาได้ปากกอนหินลงไปในน้ำ ปรากฏว่าเขาเห็นลักษณะของน้ำ
เป็นดังภาพ



คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมและตอบคำถามตามข้อต่อไป

พิจารณาสถานการณ์จากภาพ เพื่อใช้ตอบคำถามข้อ 1-2

1) จากภาพอะไรคือสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังภาพ และอะไรคือผลของ
ปรากฏการณ์นั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

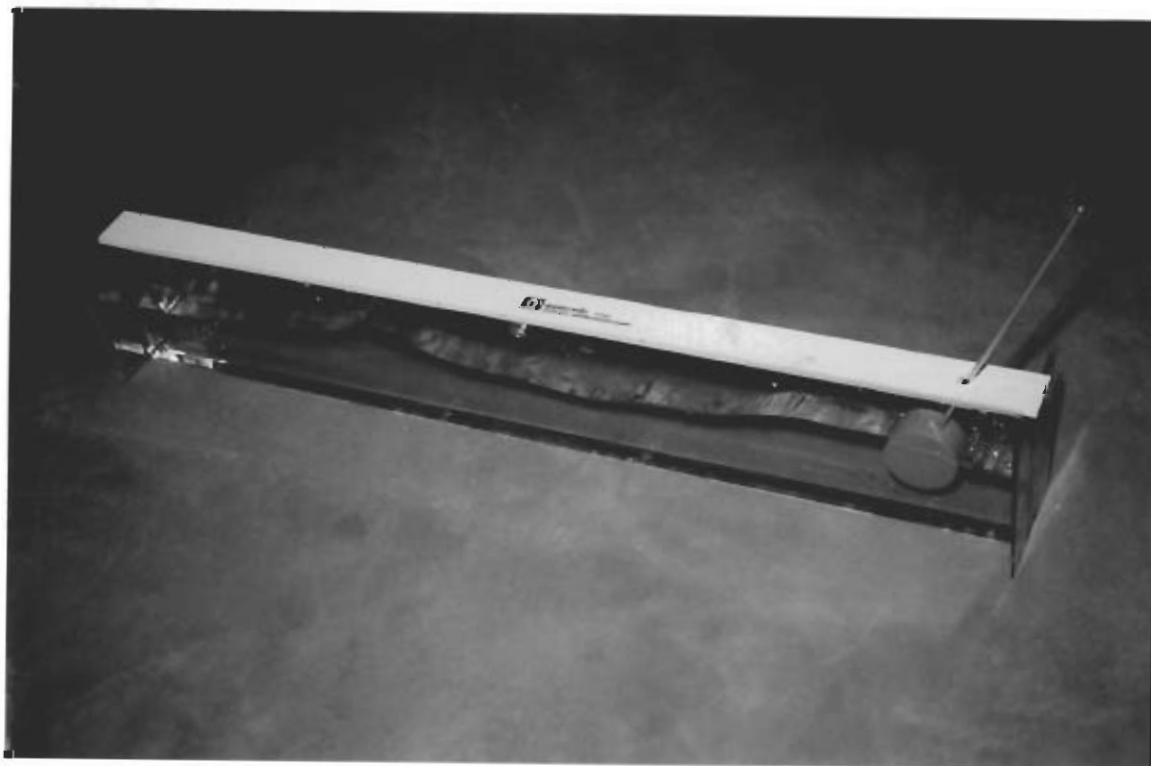
2) ถ้าในภาพมีใบไม้ลอยอยู่ในน้ำ นักเรียนจะสังเกตการเคลื่อนที่ของใบไม้ และการเคลื่อนที่ของน้ำเป็นอย่างไร ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน

.....

3. ถ้านักเรียนต้องการจะสังเกตการเคลื่อนที่ของคลื่นบนผิวน้ำ นักเรียนจะทำการทดลองอย่างไร ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมตามคำแนะนำข้างล่างนี้

คำแนะนำ

- ในการสังเกตคลื่นบนผิวน้ำ เราอาจใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า กล่องคลื่น เพื่อศึกษาลักษณะต่าง ๆ ของคลื่นจากภาพตัดขวางของคลื่นน้ำ ซึ่งอุปกรณ์มีลักษณะดังภาพ

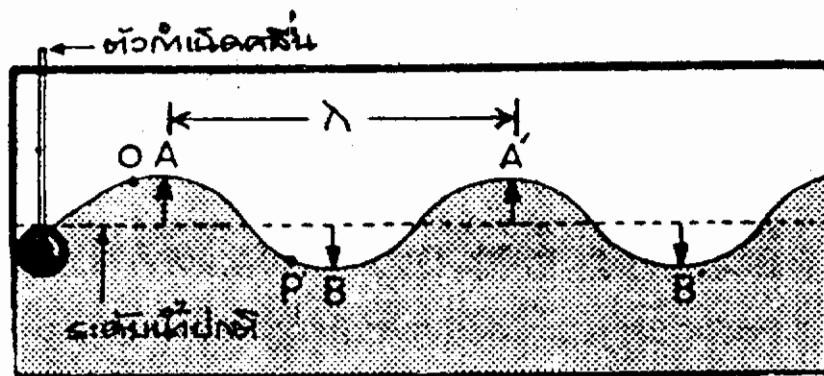


5) ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ จากนั้นให้นักบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามแนวคิดของนักเรียนเอง โดยเลือกแบบการบันทึกข้อมูลที่เห็นว่าเหมาะสมและได้ใจความสมบูรณ์

6) ให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อสรุปผลการทดลอง

.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาต่อไปนีเพื่อใช้ตอบคำถามข้อ 7



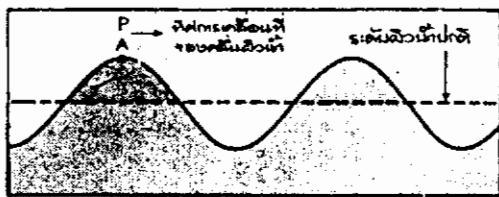
รูป 1 แสดงภาคตัดขวางของคลื่นผิวน้ำในกล่องคลื่น

ถ้าเราดูทางด้านข้างของกล่องจะเห็นคลื่นดังรูป 1 รูปนี้แสดงภาคตัดขวางของคลื่นผิวน้ำในกล่องคลื่น ขณะที่คลื่นเกิดขึ้นขณะใดขณะหนึ่ง

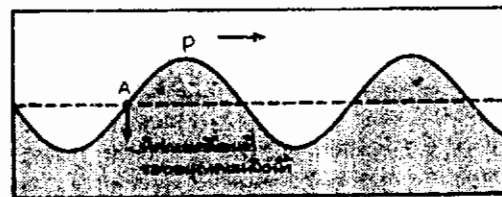
ถ้าพิจารณาที่ตำแหน่งใด ๆ บนผิวน้ำซึ่งมีการขยับขึ้นลงเมื่อมีคลื่นบนผิวน้ำ ระยะจากระดับน้ำปกติถึงตำแหน่งนั้น ๆ (เช่นจุด O และ P) เรียกว่า การกระจัด การกระจัดมีค่าบวกสำหรับตำแหน่งที่สูงกว่าระดับปกติ (เช่นจุด O) และการกระจัดจะมีค่าลบ สำหรับตำแหน่งที่ต่ำกว่าระดับปกติ (เช่นจุด P) A, A' เป็นตำแหน่งสูงสุดของคลื่นมีค่าการกระจัดมากที่สุดเป็นค่าบวก เราเรียกว่า สันคลื่น B, B' เป็นตำแหน่งต่ำสุดของคลื่นมีค่าการกระจัดมากที่สุดเป็นค่าลบเราเรียกว่า ท้องคลื่น

ความสูงของสันคลื่นหรือท้องคลื่นเมื่อวัดจากระดับน้ำปกติ เรียกว่า แอมพลิจูด ระยะทางระหว่างสันคลื่นที่อยู่ติดกัน เช่น AA' (หรือระยะทางระหว่างท้องคลื่นที่อยู่ติดกัน เช่น BB' เป็นความยาวของคลื่นหนึ่งลูก เรียกว่า ความยาวคลื่น โดยทั่วไป เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ λ มีหน่วยเป็นเมตร

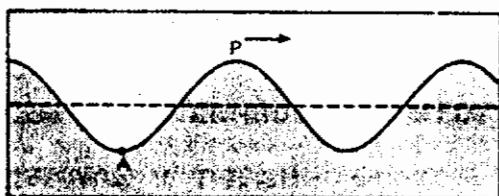
ในการเคลื่อนที่ของคลื่นผิวน้ำจะเห็นสันคลื่นและท้องคลื่นเคลื่อนตามกันไปอย่างต่อเนื่อง แต่อนุภาคของน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ บนคลื่นจะขยับขึ้นจนถึงตำแหน่งสูงสุดแล้วขยับลงมายังตำแหน่งต่ำสุด หลังจากนั้นก็ขยับขึ้นไปใหม่อีก วนเวียนในลักษณะเช่นนี้ตราบเท่าที่ยังมีคลื่นบนผิวน้ำ โดยอนุภาคของน้ำมิได้เคลื่อนที่ตามไปกับคลื่นเลย ถ้าพิจารณาคลื่นผิวน้ำซึ่งเคลื่อนที่ไปทางขวาในกล่องคลื่น ณ เวลาต่าง ๆ กัน จะแสดงได้ดังรูป 2 (ในช่วงของการพิจารณาอนุโมว่าพลังงานคลื่นยังไม่ทันมีการสูญเสียแอมพลิจูดจึงยังมีค่าคงตัว)



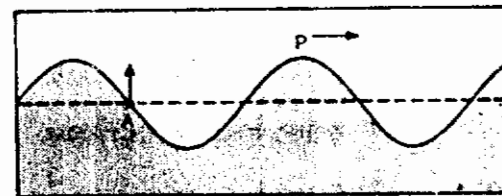
ก. เวลา $t = t_1$



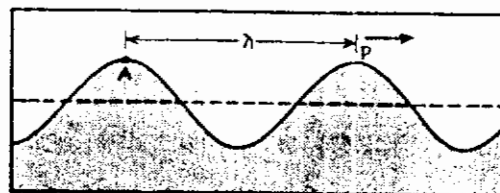
ข. เวลา $t = t_2$



ค. เวลา $t = t_3$



ง. เวลา $t = t_4$



จ. เวลา $t = t_5$

รูป 2 คลื่นผิวน้ำในกล่องคลื่นที่เวลาต่าง ๆ กัน

พิจารณาคลื่นที่กำลังเคลื่อนที่ไปทางขวามือ ในรูป 2 ก ที่เวลา $t = t_1$ กำหนดให้ P เป็นสันคลื่นอยู่ที่ A ในเวลาถัดมา ($t = t_2$) สันคลื่น P จะเคลื่อนที่ไปอยู่อีกตำแหน่งหนึ่งดังรูป 2 ข. ถ้าเวลาผ่านไปอีก สันคลื่น P ก็จะเคลื่อนที่ไปทางขวาเรื่อย ๆ ดังรูป 2 ค, ง และ จ ตามลำดับ

ระยะทางที่สันคลื่น P เคลื่อนที่ไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า อัตราเร็วคลื่น แทนด้วยสัญลักษณ์ v มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที เช่น ในเวลา 1 วินาที สันคลื่น P เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 1 เมตร แสดงว่าคลื่นพื้มน้ำนี้มีอัตราเร็วคลื่น 1 เมตร/วินาที

จำนวนคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใด ๆ บนพื้มน้ำในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า ความถี่ แทนด้วยสัญลักษณ์ f มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที หรือ เฮิรตซ์

ช่วงเวลาคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใด ๆ ครบหนึ่งคลื่น เรียกว่า คาบ ใช้สัญลักษณ์ T มีหน่วยเป็นวินาที เช่นเมื่อพิจารณาที่ตำแหน่ง A ในรูป 2 ก. หากมีคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่ง A 2 ลูกในเวลา 1 วินาที แสดงว่าคลื่นพื้มน้ำนี้มีความถี่ 2 รอบ/วินาที หรือมีคาบเท่ากับ 0.5 วินาที

เราสามารถทดลองแสดงให้เห็นได้ว่าคลื่นพื้มน้ำที่เกิดจากการสั่นของตัวกำเนิดคลื่นจะมีความถี่ของคลื่น เท่ากับความถี่ของการสั่นของตัวกำเนิดคลื่น คลื่นพื้มน้ำที่มีความถี่สูง จะมีความยาวคลื่นน้อยกว่าคลื่นพื้มน้ำที่มีความถี่ต่ำกว่าเมื่ออนุภาคของพื้มน้ำขยับตัวขึ้นลงครบหนึ่งรอบคลื่นพื้มน้ำจะเคลื่อนที่ไปได้เท่ากับหนึ่งความยาวคลื่นพอดี ถ้าพิจารณาคลื่นพื้มน้ำที่มีความถี่ f รอบต่อวินาที ในแต่ละรอบคลื่นพื้มน้ำจะเคลื่อนที่ได้ระยะทางหนึ่งความยาวคลื่น ดังนั้นใน 1 วินาที คลื่นพื้มน้ำจะเคลื่อนที่ได้ระยะทาง $f\lambda$ เมตร นั่นคือระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราเร็วของคลื่น v เขียนได้ว่า

$$v = f\lambda \dots\dots\dots *$$

ตัวอย่าง 1. นักเรียนคนหนึ่งนั่งที่ขอบสระน้ำ แล้วใช้เท้ากระทบน้ำเป็นจังหวะสม่ำเสมอ 2 ครั้งต่อวินาที เมื่อจับเวลาที่คลื่นลูกแรกเคลื่อนที่ไปกระทบขอบสระอีกด้านหนึ่งซึ่งอยู่ห่างไป 12.0 เมตร พบว่าใช้เวลา 12 วินาที จงคำนวณหาความยาวคลื่นพื้มน้ำนี้

วิธีทำ จากสมการ อัตราเร็ว = $\frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$

ดังนั้น อัตราเร็วของคลื่นผิวน้ำ = $\frac{12.0 \text{ ม}}{12 \text{ s}} = 1.0 \text{ ม/ส}$

ความถี่ของคลื่นน้ำเท่ากับความถี่ของการกระทบน้ำ = 2 ครั้งต่อวินาที
= 2 Hz

จากสมการ $v = f\lambda$

หรือ $\lambda = \frac{v}{f}$

แทนค่า v และ f จะได้ $\lambda = \frac{1.0 \text{ ม/ส}}{2 \text{ Hz}} = 0.5 \text{ ม}$

หรือ $\lambda = 50 \text{ ซม}$

ดังนั้น ความยาวคลื่นผิวน้ำเท่ากับ 50 เซนติเมตร **ตอบ**

ให้นักเรียนตอบคำถาม

7) เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำ ทำให้ผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลงจากระดับเดิม 900 รอบ ในเวลา 1 นาที ระยะระหว่างสันคลื่นติดกันวัดได้ 30 เซนติเมตร จงคำนวณหาอัตราเร็วของคลื่นผิวน้ำ

.....

.....

.....

.....

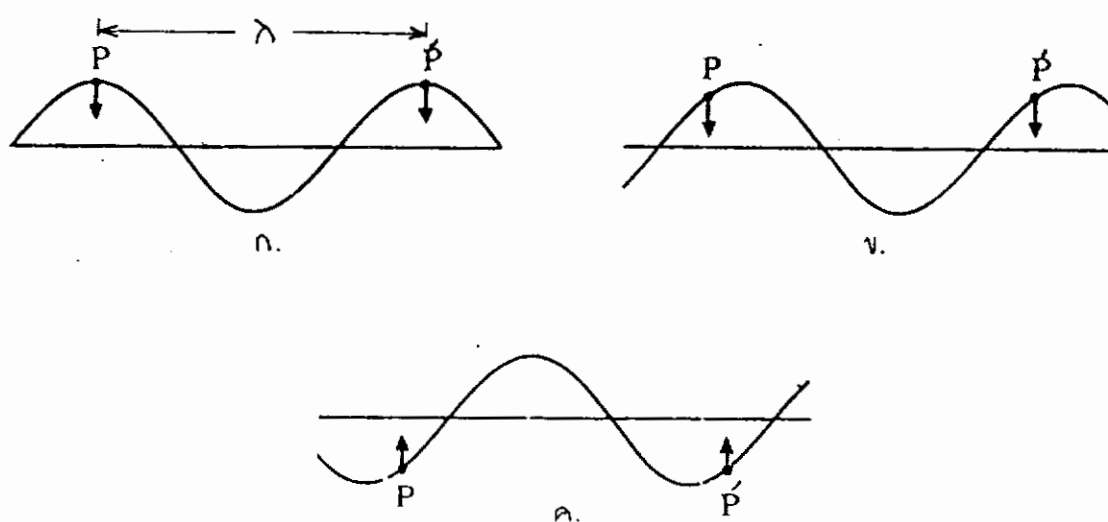
.....

.....

ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาต่อไปนี เพื่อตอบคำถามข้อ 8

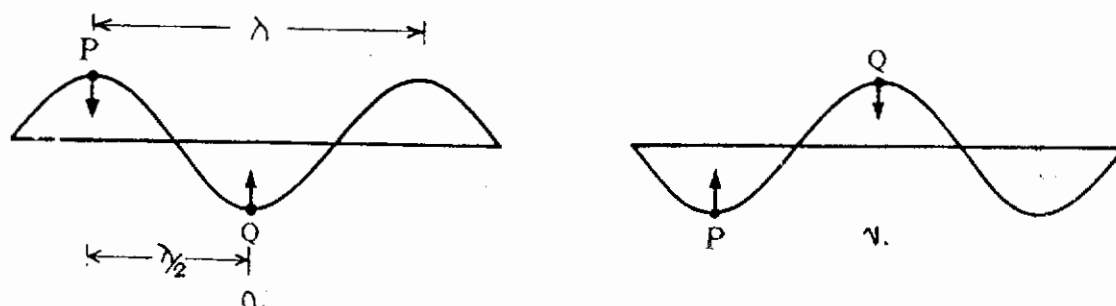
พิจารณาผิวน้ำที่ตำแหน่ง A จากรูป 2 ก. จะเห็นว่าผิวน้ำตรงจุด A จะเคลื่อนที่ลงจากตำแหน่งสูงสุดแล้วลดลงเรื่อย ๆ จนถึงตำแหน่งต่ำสุด (รูป 2 ค.) แล้วจึงเคลื่อนที่ขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงตำแหน่งสูงสุดอีกครั้งหนึ่ง (รูป 2 จ.) จะเห็นได้ว่าผิวน้ำจะเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ครบหนึ่งรอบในขณะที่คลื่น P เคลื่อนที่ไปได้หนึ่งความยาวคลื่นพอดี ถ้าพิจารณาค้นที่เวลาขณะใดขณะหนึ่ง ผิวน้ำที่ตำแหน่ง A จะอยู่ในลักษณะใดลักษณะหนึ่งของรอบ ซึ่งถูกกำหนดด้วยค่าการกระจัดและเครื่องหมายของการกระจัด ลักษณะนี้ เรียกว่า เฟสหนึ่งของคลื่นนั่นเอง

* เฟส เป็น คำที่ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะเป็นรอบขณะใดขณะหนึ่ง โดยจะมีความสัมพันธ์กับการกระจัดของการเคลื่อนที่นั้น เช่น กรณีคลื่นผิวน้ำ การเคลื่อนที่ขึ้นลงของผิวน้ำ ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ มีลักษณะเป็นรอบ คือ มีการเคลื่อนที่ขึ้นจนสูงสุดแล้วลดลงจนต่ำสุด แล้วกลับขึ้นจนสูงสุดอีก เรียกว่า ครบรอบ ดังนั้นขณะที่มีคลื่นเคลื่อนที่ผ่านไปผิวน้ำย่อมอยู่ในลักษณะใดลักษณะหนึ่งในรอบของการเคลื่อนที่ หรือที่เรียกว่า อยู่ในเฟสหนึ่ง ๆ นั่นเอง



รูป 3 ภาควัดขวางของคลื่นผิวน้ำที่เวลาหนึ่งแสดงจุดที่มีเฟสตรงกัน

จากรูป 3 ก. ถ้าพิจารณาภาคตัดขวางของคลื่นผิวน้ำที่เวลาหนึ่ง จะเห็นว่าจุด P และ P' อยู่ห่างกันเท่ากับระยะหนึ่งความยาวคลื่น จุดทั้งสองอยู่ที่ตำแหน่งสันคลื่นเหมือนกันและการเคลื่อนที่ของผิวน้ำที่จุดทั้งสองไปทางทิศเดียวกันเราเรียกว่า จุดทั้งสองมีเฟสตรงกัน เมื่อเวลาผ่านไปผิวน้ำตรงจุด P และ P' จะเคลื่อนที่ลงตำแหน่งของจุด P และ P' บนผิวน้ำจะเปลี่ยนไป ดังรูป 3 ข. และ 3 ค. เรากล่าวว่า ทั้งจุด P และ P' มีเฟสเปลี่ยนไปจากเดิมแต่จุดทั้งสองยังคงมีเฟสตรงกันอยู่ ทั้งนี้เพราะ จุดทั้งสองยังคงอยู่ห่างจากระดับน้ำปกติเท่ากันโดยอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับน้ำปกติเท่ากัน และจะมีทิศการเคลื่อนที่ไปทางเดียวกันเสมอ ซึ่งเราอาจกล่าวได้ว่า ถ้าการกระจัดของจุดทั้งสองเท่ากัน มีเครื่องหมายเหมือนกัน จุดทั้งสองจะมีเฟสตรงกันเมื่อเวลาผ่านไปหนึ่งคาบ (T) จุด P และ P' จะเคลื่อนที่กลับมาอยู่ ณ ตำแหน่งเดิมอีกครั้งหนึ่ง

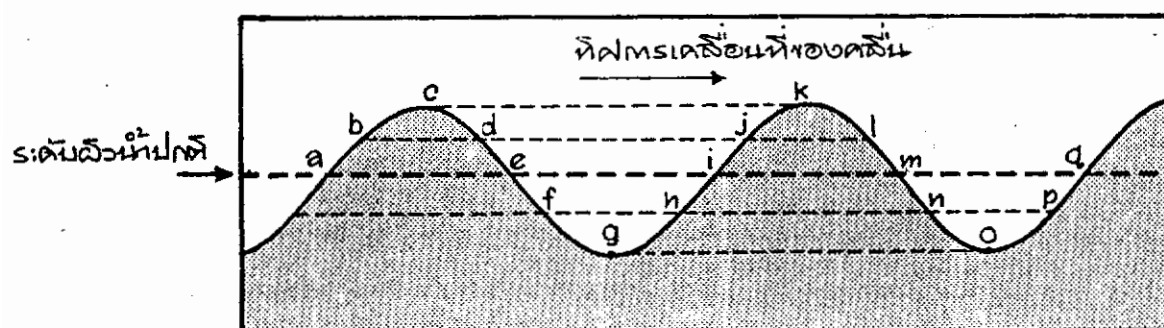


รูป 4 ภาคตัดขวางของคลื่นผิวน้ำที่เวลาหนึ่งแสดงจุดที่มีเฟสตรงข้ามกัน

จากรูป 4 ก. ถ้าเปรียบเทียบจุดบนผิวน้ำที่ P และ Q ณ เวลาหนึ่ง จะเห็นว่าจุดทั้งสอง อยู่ห่างกันเป็นระยะครึ่งความยาวคลื่น คือถ้าจุด P อยู่บนสันคลื่น จุด Q จะอยู่ที่ท้องคลื่น หรือ กล่าวได้ว่าขณะที่จุด P อยู่เหนือระดับน้ำปกติ จุด Q จะอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำปกติ และผิวน้ำตรงจุด

ทั้งสองจะขยับเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกัน เราเรียกว่า จุดทั้งสองนี้มีเฟสตรงข้ามกัน เมื่อเวลาผ่านไป จุดทั้งสองจะมีตำแหน่งเปลี่ยนไป กล่าวคือ มีเฟสเปลี่ยนไปแต่จุดทั้งสองยังคงมีเฟสตรงข้ามกันเสมอ ทั้งนี้จะสังเกตเห็นว่า ขณะที่จุด P เคลื่อนที่ลง จุด Q จะเคลื่อนที่ขึ้น โดยระยะห่างจากระดับน้ำปกติของจุดทั้งสองยังคงเท่ากัน แต่อยู่กันคนละด้าน

เมื่อเวลาผ่านไป ครึ่งคาบ ($T/2$) ดังรูป 4 ข. จุด P จะเคลื่อนที่มายู่ที่ตำแหน่งที่องค์เคลื่อน ส่วนจุด Q จะมาอยู่ที่ตำแหน่งสันคลื่น จุดทั้งสองยังคงห่างกันเป็นระยะทางครึ่งความยาวคลื่น และมีเฟสตรงข้ามกันเสมอ การศึกษาความแตกต่างเฟสของคลื่น จะเป็นการเปรียบเทียบเฟสระหว่างจุดสองจุดบนคลื่น ณ เวลาหนึ่ง หรือ ที่จุดเดียวกันแต่คนละเวลา หรือ ระหว่างเฟสของคลื่นสองคลื่นที่เคลื่อนที่มาพบกัน ณ เวลาเดียวกัน



รูป 5 ภาคตัดขวางของคลื่นผิวน้ำในกล่องคลื่นที่เวลาหนึ่ง

พิจารณารูป 5 ที่เวลาหนึ่ง จุด c และจุด k อยู่ ณ ตำแหน่งสันคลื่นเหมือนกันและกำลังเคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกัน เรียกว่า จุด c และ k มีเฟสตรงกัน ในทำนองเดียวกัน จุด b และจุด j อยู่สูงจากระดับน้ำปกติเท่ากันและกำลังเคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกัน จุด b และจุด j จึงมีเฟสตรงกัน ส่วนจุด d และ h อยู่ห่างจากระดับน้ำปกติเท่ากัน แต่อยู่คนละด้าน และกำลังเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้าม เรียกว่า จุด d และจุด h มีเฟสตรงข้ามกัน

ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 8

8) จากรูป 5 จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. นอกจากตัวอย่างที่กล่าวมาแล้ว จงบอกจุดสองจุดอื่น ๆ ที่มีเฟสตรงกัน และมีเฟสตรงข้ามกัน

ข. เมื่อเวลาผ่านไป จุดต่าง ๆ ต่อไปนี้ คือ จุด b c d f g และ h มีการเคลื่อนที่ในทิศใด

[illegible]

ตัวอย่างคู่มือการจัดการกิจกรรมสำหรับครู

คู่มือการจัดกิจกรรมสำหรับครู

กิจกรรม เรื่อง คลื่นกล

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. คลื่นกลเกิดจากการที่ตัวกลางถูกรบกวนแล้วถ่ายโอนพลังงานกลไปในอนุภาคของตัวกลาง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านไป โดยที่อนุภาคของตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ตามไปด้วย
2. คลื่นตามขวางเป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
3. คลื่นตามยาวเป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวเดียวกันกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อจบกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายและยกตัวอย่างการเกิดคลื่นกลได้
2. สังเกตและบอกความแตกต่างของทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นและทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวกลาง
3. บอกความแตกต่างของคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวได้
4. ออกแบบการทดลองเรื่องคลื่นกล และสรุปความสัมพันธ์ของตัวกลางกับคลื่นกลได้

ข้อเสนอแนะ

1. ผู้สอนต้องเตรียมเชือกมะนิลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ความยาว 3 เมตร โดยแช่เชือกมะนิลาในน้ำให้นุ่มแล้วตากให้แห้งก่อนนำมาใช้ทดลองเพื่อช่วยให้สะบัดเชือกได้ง่ายขึ้น
2. ด้ายที่ใช้ผูกเชือกหรือสปริงควรมีสีเข้มเพื่อการสังเกตได้ชัด

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในเอกสารประกอบการเรียนเรื่องคลื่นกล เพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐาน
- นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจากเอกสารประกอบการเรียนเรื่องคลื่นกล

- นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลอง

2. ขั้นทดลอง

- นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบในการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
- นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมกันอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจจากคำตอบในเอกสารประกอบการเรียน

แนวการตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน

1. สถานการณ์ภาพที่ 1 เป็นปรากฏการณ์คลื่นในเส้นเชือก

1.1 ตัวอย่างสมมติฐาน ได้แก่

- ถ้ามีการรบกวนเชือกด้วยการสั่นแล้วจะเกิดคลื่นในเส้นเชือก
- ถ้าสั่นเชือกแล้วอนุภาคของเชือกจะเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่

ของคลื่น

1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ (ต่อกลุ่ม)

- เชือกมะนิลา 1 เส้น
- กรรไกร 1 อัน
- ด้ายสีเข้ม เช่น สีแดง น้ำเงิน เขียว ฯลฯ ความยาวประมาณ 10 เซนติเมตร

1.3 ตัวแปรต้น คือ การรบกวนเชือกหรือสะบัดเชือก

ตัวแปรตาม คือ การเกิดคลื่นในเส้นเชือก หรือทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นและ
อนุภาคของเชือก

ตัวแปรควบคุม คือ ความยาวของเชือก ชนิดของเชือก วิธีการสะบัด

2. สถานการณ์ภาพที่ 2 เป็นปรากฏการณ์คลื่นในลวดสปริง

2.1 ตัวอย่างสมมติฐาน ได้แก่

- เมื่อมีการสะบัดลวดสปริงแล้วอนุภาคของลวดสปริงจะเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับ
ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

- เมื่อมีการสะบัดลวดสปริงแล้วคลื่นจะเคลื่อนที่ไปตามแนวความยาวของลวดสปริง

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ (ต่อกลุ่ม)

- ลวดสปริง 1 เส้น
- ด้ายสีเข้มยาว 10 เซนติเมตร

3. แนวทางดำเนินการทดลองของนักเรียน

3.1 ผูกด้ายสีเข้มไว้ที่เชือกมะนิลาให้อยู่ในที่ที่สังเกตได้ชัดเจน

3.2 นักเรียนคนหนึ่งจับปลายข้างหนึ่งของเชือกไว้กับที่แล้วให้นักเรียนอีกคนหนึ่ง
สะบัดเชือกในแนวนิ่งลง

3.3 สังเกตและบันทึกผลการเคลื่อนที่ของเชือกและการเคลื่อนที่ของด้ายที่ผูกไว้

4. แนวทางการสรุปผลการทดลอง

4.1 คลื่นในเส้นเชือกเป็นคลื่นตามขวางและคลื่นในลวดสปริงเป็นคลื่นตามยาว

4.2 คลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวแตกต่างกันที่การสั่นของอนุภาคตัวกลาง โดยคลื่น
ตามขวางอนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น ส่วนคลื่นตามยาวอนุภาค
ของตัวกลางสั่นในแนวเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น (ในการทดลองสังเกตจากด้ายที่ผูกไว้)

4.3 คลื่นในเส้นเชือกและคลื่นในลวดสปริงเป็นคลื่นกล

กิจกรรม เรื่อง คลื่นผิวน้ำ (ตอนที่ 1)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

1. คลื่นผิวน้ำ เกิดจากการที่ผิวน้ำถูกรบกวน ทำให้เกิดการกระเพื่อมบนผิวน้ำ เป็นคลื่นเคลื่อนที่ออกไปจากต้นกำเนิดคลื่น
2. สันคลื่น เป็นตำแหน่งสูงสุดของคลื่น มีค่าการกระจัดมากที่สุด เป็นค่าบวก
3. ท้องคลื่น เป็นตำแหน่งต่ำสุดของคลื่นมีค่าการกระจัดมากที่สุด เป็นค่าลบ
4. การกระจัด เป็นระยะจากระดับปกติถึงตำแหน่งที่เกิดคลื่นใด ๆ
5. แอมพลิจูด เป็นระยะจากระดับปกติถึงสันคลื่น หรือท้องคลื่น
6. ความยาวคลื่น เป็นระยะทางระหว่างสันคลื่นหรือท้องคลื่นที่อยู่ติดกัน
7. อัตราเร็วคลื่น เป็นระยะทางที่สันคลื่นใด ๆ เคลื่อนที่ไปได้ใน 1 หน่วยเวลา
8. ความถี่ เป็นจำนวนคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใด ๆ บนตัวกลางใน 1 หน่วยเวลา
9. คาบ เป็นช่วงเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใด ๆ ครบ 1 คลื่น
10. เฟส เป็นค่าที่ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของการเคลื่อนที่มีลักษณะเป็นรอบขณะใดขณะหนึ่ง
11. หน้าคลื่น เป็นเส้นที่ลากผ่านตำแหน่งที่มีเฟสตรงกันในคลื่นลูกหนึ่ง ๆ เช่นแนวของสันคลื่น หรือแนวของท้องคลื่น

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายพร้อมยกตัวอย่างการเกิดคลื่นผิวน้ำ
2. บอกความหมายของ สันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น อัตราเร็วคลื่น ความถี่ คาบ เฟส และ หน้าคลื่น
3. อธิบายความแตกต่างระหว่างคลื่นดล และคลื่นต่อเนื่อง
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น อัตราเร็วคลื่น และความถี่ นำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้
5. ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาการเกิดคลื่นผิวน้ำในกล่องคลื่นได้

ข้อเสนอแนะ

1. ครูต้องเตรียมอุปกรณ์ชุดทดลองคลื่นให้พร้อม และควรมีผ้าเช็ดทำความสะอาดโต๊ะและอุปกรณ์ประจำกลุ่ม
2. ในการทดลองควรให้นักเรียนเลือกใช้น้ำหรือพาราฟินอย่างใดอย่างหนึ่งเพราะถ้าผสมน้ำกับพาราฟินจะทำให้สังเกตการเคลื่อนที่ของคลื่นได้ไม่ชัดเจนและล้างอุปกรณ์ยาก
3. การเทพาราฟินลงในกล่องคลื่นหรือเทกลีบคลื่นสู่แกลลอนเพราะกล่องคลื่นมีลักษณะแคบทำให้พาราฟินหกเลอะเทอะ ทำความสะอาดยาก
4. ควรแนะนำให้นักเรียนอย่าดึงตัวกำเนิดคลื่นให้พ้นผิวพาราฟินเพราะจะทำให้พาราฟินแตกกระจายสังเกตคลื่นได้ไม่ชัดเจน
5. ถ้านักเรียนเลือกใช้น้ำในการทดลองควรมีกระดาษสีเข้มเพื่อบังด้านหลังของกล่องคลื่นจะทำให้มองเห็นการเคลื่อนที่ของคลื่นได้ดียิ่งขึ้น
6. การทำความสะอาดกล่องคลื่นที่ใช้พาราฟินในการทดลอง ต้องใช้ผงซักฟอกล้างทำความสะอาดด้วยน้ำหลาย ๆ ครั้ง และเช็ดให้แห้ง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
 - นักเรียนร่วมกันอภิปรายขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในเอกสารประกอบการเรียนเรื่องคลื่นผิวน้ำ เพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐาน
 - นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจากเอกสารประกอบการเรียนเรื่องคลื่นผิวน้ำ
 - นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อออกแบบการทดลอง
2. ขั้นทดลอง
 - นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบในการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง
3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง
 - ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐานและสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ประจำวัน

- นักเรียนตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำการทดลอง และการร่วมกันอภิปรายของนักเรียน
2. ตรวจจากคำตอบในเอกสารประกอบการเรียน

แนวการตอบคำถามในเอกสารประกอบการเรียน

1. สถานการณ์ภาพเป็นการเกิดคลื่นบนผิวน้ำ

สาเหตุ เนื่องจากการรบกวนผิวน้ำ

ผล เกิดการเคลื่อนที่ของผิวน้ำจากบริเวณที่รบกวนแผ่ขยายออกไปเป็นวงกลม เรียกว่า การเกิดคลื่นบนผิวน้ำ

2. ตัวอย่างสมมติฐาน ได้แก่

- ถ้าน้ำถูกรบกวนแล้วจะเกิดการเคลื่อนที่ของผิวน้ำเป็นวงกลม
- ถ้ามีใบไม้ลอยอยู่ในน้ำที่ถูกรบกวนแล้วใบไม้จะเคลื่อนที่ขึ้นลงและเคลื่อนที่ไปตามคลื่นน้ำ

3. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ (ต่อกลุ่ม)

- อุปกรณ์ชุดทดลองคลื่น 1 ชุด
- น้ำหรือพาราฟิน ประมาณ 2000 cm³
- กระดาษสีเข้ม 1 แผ่น

4. แนวทางดำเนินการทดลอง

- 4.1 ใส่น้ำหรือพาราฟินลงในกล่องคลื่นประมาณ 2 ใน 3 ของกล่อง
- 4.2 ขยับตัวกำเนิดคลื่นขึ้นลงโดยระมัดระวังอย่างให้น้ำหรือพาราฟินแตกกระจาย
- 4.3 สังเกตและบันทึกผลการเคลื่อนที่ของน้ำหรือพาราฟิน
- 4.4 ตัดกระดาษสีเข้มเป็นแผ่นเล็ก ๆ ใส่งลงในกล่องคลื่นและทำซ้ำในข้อ 2 และ 3

ตามลำดับ พร้อมสังเกตการเคลื่อนที่ของกระดาษ

5. การบันทึกผลให้นักเรียนเลือกรูปแบบนำเสนอข้อมูลที่ชัดเจนและถูกต้องตามความเหมาะสม
6. แนวทางการสรุปผลการทดลองและเนื้อหาอยู่ในเอกสารประกอบการเรียน

ตารางวิเคราะห์แนวโน้มทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 17 วิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหา เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

เนื้อหา	มโนคติทางวิทยาศาสตร์	ประเภทของมโนคติ	
		ทฤษฎี	ความสัมพันธ์
1. คลื่นกล	1.1 คลื่นกลเกิดจากการที่ตัวกลางถูกรบกวนแล้วถ่ายโอนพลังงานกลไปในอนุภาคของตัวกลาง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านไป โดยที่อนุภาคของตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ตามคลื่นไปด้วย 1.2 คลื่นตามขวางเป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นไปในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น 1.3 คลื่นตามยาวเป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นไปในแนวเดียวกันกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น		✓ ✓ ✓
2. คลื่นผิวหน้า	2.1 คลื่นผิวน้ำ เกิดจากการที่ผิวน้ำถูกรบกวน ทำให้เกิดการกระเพื่อมบนผิวน้ำ เป็นคลื่นเคลื่อนที่ออกไปจากต้นกำเนิดคลื่น 2.2 สันคลื่น เป็นตำแหน่งสูงสุดของคลื่น มีค่าการกระจัดมากที่สุดเป็นค่าบวก 2.3 ท้องคลื่น เป็นตำแหน่งต่ำสุดของคลื่น มีค่าการกระจัดมากที่สุดเป็นค่าลบ 2.4 แอมพลิจูด เป็นระยะจากระดับปกติถึงสันคลื่นหรือท้องคลื่น 2.5 ความยาวคลื่น เป็นระยะทางระหว่างสันคลื่นหรือท้องคลื่นที่อยู่ติดกัน 2.6 อัตราเร็วคลื่น คือระยะทางที่คลื่นใด ๆ เคลื่อนที่ไปได้ใน 1 หน่วยเวลา		✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓

เนื้อหา	มโนคติทางวิทยาศาสตร์	ประเภทของมโนคติ	
		ทฤษฎี	ความสัมพันธ์
2. เคลื่อนที่ (ต่อ)	2.7 ความถี่ คือ จำนวนคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใด ๆ บนตัวกลางใน 1 หน่วยเวลา 2.8 คาบ คือ ช่วงเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใด ๆ ครบ 1 คลื่น 2.9 เฟส เป็นค่าที่ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของการเคลื่อนที่มีลักษณะเป็นรอบขณะใดขณะหนึ่ง 2.10 การรบกวนตัวกลาง 1 ครั้ง จะเกิดคลื่นเคลื่อนที่ออกจากตัวกำเนิดคลื่น 1 ครั้งเช่นกันคลื่นที่ได้ เรียกว่า คลื่นคล 2.11 คลื่นดลวงกลม เป็นคลื่นคลที่แผ่ขยายออกจากตัวกำเนิดคลื่นเป็นวงกลม 2.12 คลื่นคลเส้นตรง เป็นคลื่นคลที่แผ่ขยายออกจากตัวกำเนิดคลื่นเป็นแนวยาว 2.13 คลื่นต่อเนื่อง เกิดจากการรบกวนตัวกลางเป็นจังหวะอย่างต่อเนื่อง จะมีคลื่นแผ่ออกไปจากตัวกำเนิดคลื่นตลอดเวลา 2.14 หน้าคลื่น เป็นเส้นที่ลากผ่านตำแหน่งที่มีเฟสตรงกัน ในคลื่นคลหนึ่ง ๆ เช่นแนวของสันคลื่น หรือแนวของท้องคลื่น		✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓
3. การซ้อนทับของคลื่น	3.1 การซ้อนทับของคลื่น เกิดจากคลื่นตั้งแต่สองคลื่นขึ้นไปเคลื่อนที่มาพบกันจะเกิดคลื่นรวมขึ้น ซึ่งการกระจัดของคลื่นรวมที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งมีค่าเท่ากับผลบวกของการกระจัดของแต่ละคลื่นที่มาพบกัน		✓

เนื้อหา	นิยามทางวิทยาศาสตร์	ประเภทของนิยาม	
		ทฤษฎี	ความสัมพันธ์
3. การซ้อนทับของคลื่น (ต่อ)	3.2 เมื่อคลื่นสองคลื่นที่มีการจัดไปทางทิศเดียวกัน เคลื่อนที่มาพบกัน คลื่นทั้งสองจะรวมกันทำให้การกระจัดลัพธ์มีขนาดมากกว่าการกระจัดเดิมของแต่ละคลื่น และเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านพ้นกัน คลื่นแต่ละคลื่นจะมีลักษณะเหมือนเดิม 3.3 เมื่อคลื่นสองคลื่นที่มีการจัดไปทางทิศตรงข้ามกัน เคลื่อนที่มาพบกันคลื่นทั้งสองจะรวมกันทำให้การกระจัดลัพธ์มีค่าน้อยกว่าการกระจัดเดิมของแต่ละคลื่นและเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านพ้นกัน คลื่นแต่ละคลื่นจะมีลักษณะเหมือนเดิม		✓ ✓
4. สมบัติของคลื่น : 4.1) การสะท้อนของคลื่น	4.1.1 เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดคลื่นไปถึงปลายสุดของตัวกลางหนึ่ง คลื่นส่วนหนึ่งจะเคลื่อนที่กลับมากในตัวกลางเดิม เรียกว่า การสะท้อนของคลื่น 4.1.2 คลื่นที่เคลื่อนที่ไปกระทบปลายสุดของตัวกลางก่อนเกิดการสะท้อน เรียกว่า คลื่นตกกระทบ ส่วนคลื่นที่สะท้อนกลับมากในตัวกลางเดิม เรียกว่า คลื่นสะท้อน 4.1.3 ถ้าคลื่นตกกระทบที่ปลายสุดของตัวกลางที่ถูกยึดหรือตรึงไว้ คลื่นสะท้อนกลับจะมีเฟสตรงข้ามกับคลื่นตกกระทบ 4.1.4 ถ้าคลื่นตกกระทบที่ปลายสุดของตัวกลางที่เป็นอิสระ คลื่นที่สะท้อนกลับจะมีเฟสเดียวกับคลื่นตกกระทบ 4.15 กฎการสะท้อนของคลื่น กล่าวว่า เมื่อคลื่นเกิดการสะท้อนจะได้มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓

เนื้อหา	มโนคติทางวิทยาศาสตร์	ประเภทของมโนคติ	
		ทฤษฎี	ความสัมพันธ์
4. สมบัติของคลื่น : 4.2) การหักเหของคลื่น	4.2.1 เมื่อคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างเขตน้ำลึกไปสู่เขตนน้ำตื้น โดยทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นตกกระทบบนตั้งฉากกับรอยต่อ และหน้าคลื่นขนานกับรอยต่อ คลื่นที่ผ่านเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่งจะมีความยาวคลื่นเปลี่ยนไป แต่ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นไม่เปลี่ยน 4.2.2 เมื่อคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างเขตน้ำลึกไปสู่เขตนน้ำตื้น โดยทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นตกกระทบบนไม่ตั้งฉากกับรอยต่อ คลื่นที่ผ่านเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่งจะมีความยาวคลื่นและทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเปลี่ยนแปลงไป 4.2.3 การหักเหของคลื่น เป็นปรากฏการณ์ที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่มีสมบัติต่างกัน แล้วทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเปลี่ยนไป 4.2.4 เมื่อคลื่นมีการหักเห อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบบนกับไซน์ของมุมหักเหจะมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบบนกับอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห	✓ ✓ ✓ ✓	
4. สมบัติของคลื่น : 4.3) การแทรกสอดของคลื่น	4.3.1 การแทรกสอดของคลื่น เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากคลื่นต่อเนื่องจากแหล่งกำเนิดคลื่น 2 แหล่งที่มีความถี่เท่ากัน และมีเฟสตรงกัน เคลื่อนที่มาพบกันจะเกิดการซ้อนทับระหว่างคลื่นต่อเนื่องทั้งสอง	✓	

เนื้อหา	มโนคติทางวิทยาศาสตร์	ประเภทของมโนคติ	
		ทฤษฎี	ความสัมพันธ์
4. สมบัติ ของคลื่น : 4.3) การ แทรกสอด ของคลื่น (ต่อ)	4.3.2 การแทรกสอดแบบเสริม เป็นการแทรกสอดของคลื่นจากแหล่งกำเนิดคลื่น 2 แหล่งที่สั่นคลื่นและท้องคลื่นตรงกัน คลื่นลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะมีสั่นคลื่นสูงกว่าเดิม และมีท้องคลื่นลึกกว่าเดิม 4.3.3 การแทรกสอดแบบหักล้าง เป็นการแทรกสอดของคลื่นที่สั่นคลื่นจากแหล่งกำเนิดหนึ่งไปตรงกับท้องคลื่นของอีกแหล่งกำเนิดหนึ่ง คลื่นลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะมีสั่นคลื่นต่ำกว่าเดิม และท้องคลื่นตื้นกว่าเดิม 4.3.4 แหล่งกำเนิดอาพันธ์ เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน และมีเฟสตรงกันหรือมีเฟสต่างกันเป็นค่าคงตัว 4.3.5 เมื่อพิจารณาคลื่นนิ่ง ตำแหน่งที่ผิวน้ำไม่กระเพื่อมหรือการกระจัดของผิวน้ำเป็นศูนย์เรียกว่า บัพ และแนวเส้นที่ลากเชื่อมต่อบัพที่อยู่ติดกันไป เรียกว่า เส้นบัพ 4.3.6 ตำแหน่งที่ผิวน้ำกระเพื่อมมากที่สุดหรือมีการกระจัดสูงสุดเรียกว่าปฏิบัพและแนวเส้นที่ลากเชื่อมต่อบัพที่อยู่ติดกันไป เรียกว่า เส้นปฏิบัพ 4.3.7 ผลต่างระหว่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใด ๆ บนแนวเส้นปฏิบัพจะเท่ากับจำนวนเต็มของความยาวคลื่นเสมอ 4.3.8 ผลต่างระหว่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดใด ๆ บนแนวเส้นบัพจะเท่ากับจำนวนเต็มคลื่นบวกกับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสมอ	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	

เนื้อหา	มโนคติทางวิทยาศาสตร์	ประเภทของมโนคติ	
		ทฤษฎี	ความสัมพันธ์
4. สมบัติของคลื่น : 4.3) การแทรกสอดของคลื่น (ต่อ)	4.3.9 คลื่นหนึ่งสามารถเกิดในเส้นเชือกได้ โดยคลื่นที่สะท้อนกลับจะเกิดการแทรกสอดกับคลื่นตกกระทบ ตำแหน่งการแทรกสอดแบบเสริมจะอยู่ที่ตำแหน่งหนึ่ง ตำแหน่งการแทรกสอดแบบหักล้างก็จะอยู่ตำแหน่งหนึ่งตลอดเวลาทำให้มองเห็นตำแหน่งทั้งสองนี้ไม่มีการเคลื่อนที่		✓
4. สมบัติของคลื่น : 4.4) การเลี้ยวเบนของคลื่น	4.4.1 เมื่อมีสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ของคลื่นบางส่วน จะพบว่าคลื่นส่วนหนึ่งแผ่จากขอบของสิ่งกีดขวางไปทางด้านหลังของสิ่งกีดขวาง เรียกว่า การเลี้ยวเบนของคลื่น 4.2.2 เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดแคบ ๆ ที่เรียกว่า สลิต จะเกิดการเลี้ยวเบนของคลื่น การเลี้ยวเบนจะเกิดมากขึ้น ถ้าสลิตมีความกว้างเท่ากับหรือน้อยกว่าความยาวคลื่น คลื่นจะแผ่ออกจากสลิตเสมือนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลม 4.2.3 หลักการของฮอยเกนส์ กล่าวว่า แต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถถือได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดของคลื่นใหม่ที่ให้กำเนิดคลื่น ซึ่งเคลื่อนที่ออกไปทุกทิศทางด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วของคลื่นเดิมนั้น	✓	✓ ✓
รวม		14	26

**ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ด้านมานุษยวิทยาวิทยาศาสตร์**

ตาราง 18 วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์
เรื่องปรากฏการณ์คลื่น

ประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่อง	เกี่ยวกับ ทฤษฎี	เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์	เกี่ยวกับ การจำแนก	รวม	อันดับ
คลื่นกล	-	3	-	3	4
คลื่นพัวน้ำ	-	14	-	14	1
การซ้อนทับของคลื่น	-	3	-	3	4
สมบัติของคลื่น 1) การสะท้อนของคลื่น	2	3	-	5	3
สมบัติของคลื่น 2) การหักเหของคลื่น	4	-	-	4	4
สมบัติของคลื่น 3) การแทรกสอดของคลื่น	7	1	-	8	2
สมบัติของคลื่น 4) การเลี้ยวเบนของคลื่น	1	2	-	3	4
รวม	14	26	-	40	
อันดับ	2	1	-		

จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ จำนวน 26 ข้อ คือข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 30, 33, 35, 37, 38
2. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎี จำนวน 14 ข้อ 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 36, 39, 40

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์**

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

คำชี้แจง

1. ข้อสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบปรนัยเลือกตอบ มี 5 คำเลือก
2. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X บนตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยให้นักเรียนเขียนในกระดาษคำตอบที่แจกให้
3. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 40 ข้อ นักเรียนทำให้ครบทุกข้อในเวลา 60 นาที
4. ห้ามขีด ขำ ทำเครื่องหมายหรือเขียนตัวอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. ให้นักเรียนเขียนชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ เมื่อเรียบร้อยแล้ว จึงลงมือทำข้อสอบ

1. พิจารณาข้อความในตารางแล้ว เลือกข้อที่ไม่ถูกต้อง

	สถานการณ์	คลื่น	ตัวกลาง
ก.	กระดกน้ำ	คลื่นผิวน้ำ	น้ำ
ข.	ร้องเพลง	เสียง	อากาศ
ค.	ตีระฆัง	เสียง	ตัวระฆัง
ง.	พิมพ์ดีด	เสียง	อากาศ
จ.	เขียนหนังสือ	แสง	-

พิจารณาข้อเลือกต่อไปนี้ แล้วนำไปตอบคำถามข้อ 2-3

- ก. คลื่นแสง คลื่นเสียง คลื่นวิทยุ
 ข. คลื่นวิทยุ คลื่นผิวน้ำ คลื่นเชือกสะบัด
 ค. คลื่นผิวน้ำ คลื่นเชือกสะบัด คลื่นเสียง
 ง. คลื่นวิทยุ คลื่นเสียง คลื่นผิวน้ำ
 จ. คลื่นแสง คลื่นไมโครเวฟ คลื่นวิทยุ

2. ข้อใดเป็นคลื่นกลทั้งหมด

3. ข้อใดไม่ใช่คลื่นกลทั้งหมด

4. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) คลื่นตามขวางแตกต่างจากคลื่นตามยาวที่แนวการเคลื่อนที่ของอนุภาคของตัวกลาง
- 2) คลื่นตามขวางจะมีทิศการสั่นของอนุภาคตัวกลางแนวเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
- 3) ความถี่ของคลื่น เท่ากับการสั่นของอนุภาคตัวกลาง
- 4) คลื่นเสียง เป็นคลื่นตามยาว

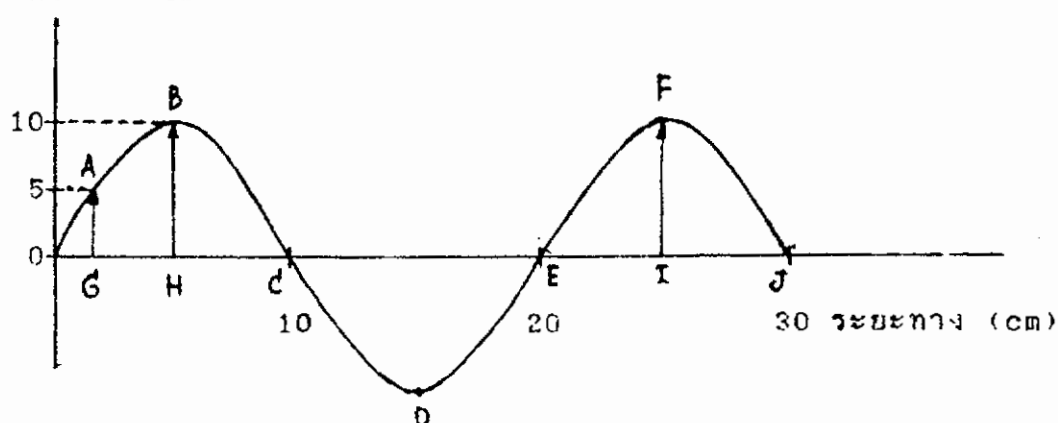
ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. 1) , 2)
 - ข. 1) , 2) , 4)
 - ค. 2) , 3) , 4)
 - ง. 1) , 3) , 4)
 - จ. 1) , 2) , 3) และ 4)
5. การจำแนกประเภทของคลื่นออกเป็นคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวใช้เกณฑ์ในข้อใด

- ก. ลักษณะของการมีตัวกลางและไม่มีตัวกลางในการเคลื่อนที่
- ข. ลักษณะของจำนวนคลื่นและความต่อเนื่องของคลื่น
- ค. ลักษณะการสั่นของอนุภาคตัวกลาง
- ง. ลักษณะรูปร่างของคลื่น
- จ. ลักษณะการถ่ายทอดพลังงาน

พิจารณาภาพและข้อมูล เมื่อคลื่นกลเคลื่อนที่เป็นเวลา 3 วินาที ได้ระยะทาง 30 เซนติเมตร
แล้วตอบคำถามข้อ 6-10

การกระจัด (cm)



6. ตำแหน่งใดบ้างที่มีเฟสตรงกัน

ก. B , F

ข. B , D

ค. D , F

ง. C , E

จ. E , J

7. ความยาวคลื่นมีค่ากี่เซนติเมตร

ก. 30

ข. 25

ค. 20

ง. 10

จ. 5

8. อัตราเร็วคลื่นมีค่าเท่ากับกี่เมตรต่อวินาที

ก. 0.1

ข. 1.0

ค. 10

ง. 20

จ. 30

9. ข้อใดคือตำแหน่งสันคลื่น

ก. A , B

ข. B , F

ค. B , E

ง. C , E

จ. G , H

10. ความถี่คลื่นมีค่ากี่เฮิรตซ์

ก. 3.0

ข. 1.5

ค. 1.0

ง. 0.5

จ. 0.1

พิจารณาข้อเลือกต่อไปนี้แล้วนำไปตอบคำถามข้อ 11-13

ก. ความเร็วคลื่น

ข. ความยาวคลื่น

ค. ความถี่คลื่น

ง. ความถี่ของการเคลื่อนที่

จ. การกระจัดสูงสุดคงที่

11. จำนวนลูกคลื่นใน 1 หน่วยเวลา คือข้อใด

12. ระยะระหว่างท้องคลื่นที่ติดกัน คือข้อใด

13. แอมพลิจูด คือข้อใด

14. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) คลื่นคอลและคลื่นต่อเนื่องแตกต่างกันตามลักษณะของจำนวนคลื่น
- 2) คลื่นคลวงกลม เกิดจากตัวกำเริดคลื่นเป็นแนวยาว
- 3) คลื่นต่อเนื่องจะมีคลื่นแผ่ออกไปจากตัวกำเริดคลื่นตลอดเวลา เนื่องจากการสั่นของแหล่งกำเริดต่อเนื่องกัน
- 4) การจำแนกคลื่นคลออกเป็นคลื่นคลวงกลม และคลื่นคลเส้นตรง จำแนกตามลักษณะการรบกวนตัวกลาง

ข้อความใดกล่าวไม่ถูก

- ก. 1)
- ข. 2)
- ค. 1) และ 2)
- ง. 1) , 2) และ 3)
- จ. 1) , 2) , 3) และ 4)

15. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของหน้าคลื่น

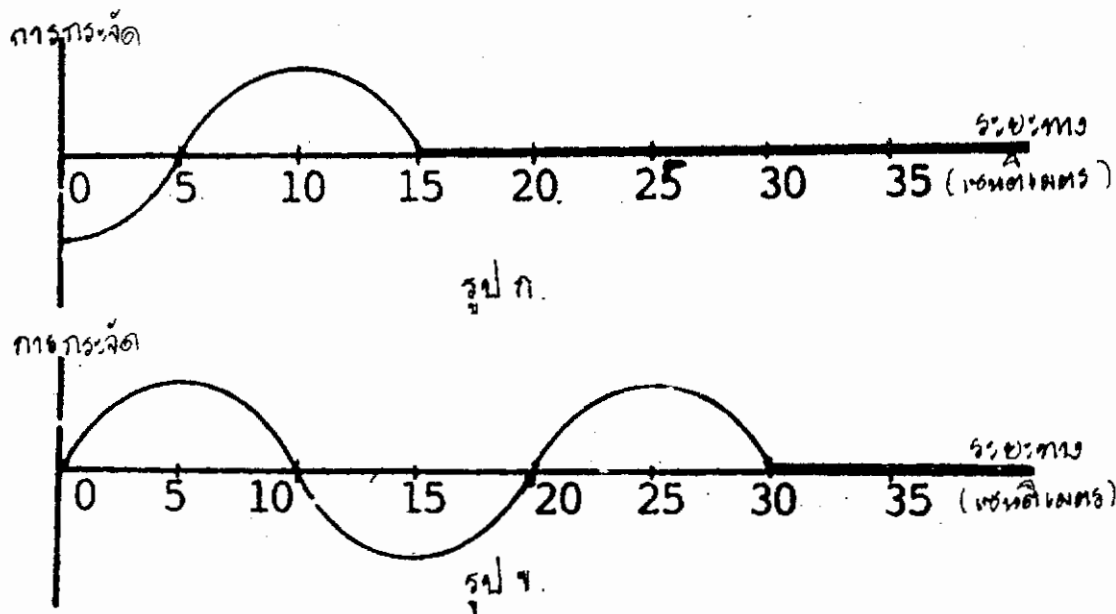
- ก. แนวของสันคลื่น
- ข. แนวของท้องคลื่น
- ค. ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นจะตั้งฉากกับหน้าคลื่น
- ง. เส้นที่ลากผ่านตำแหน่งที่มีเฟสตรงข้ามกันในคลื่นลูกหนึ่ง
- จ. แนวของเส้นกลางของแถบสว่าง และแนวเส้นกลางของแถบมืด

16. สมรสหนึ่งอยู่บนเรือลำหนึ่ง ซึ่งถูกคลื่นชัตตลอดเวลา ถ้าคลื่นมีระยะระหว่างยอดคลื่นที่อยู่ติดกันเท่ากับ 3 เมตร และมีความเร็ว 0.75 เมตร/วินาที ดังนั้นคลื่นจะกระทบเรือทุก ๆ

- ก. 2,500 วินาที
- ข. 750 วินาที
- ค. 75 วินาที
- ง. 4 วินาที
- จ. 0.25 วินาที

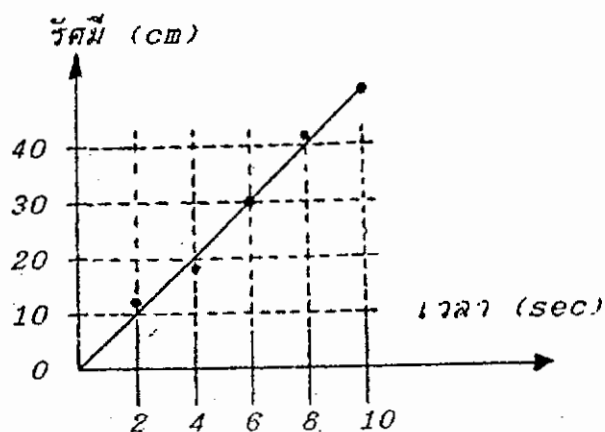
ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 17-18

คลื่นในเส้นเชือก เมื่อเวลาหนึ่งเป็นดังที่เห็นในรูป ก. หลังจากนั้น 0.5 วินาที คลื่นเป็นดังที่เห็นในรูป ข.



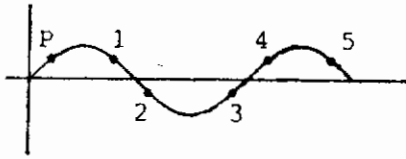
17. ความเร็วของคลื่นเป็นเท่าใด
 - ก. 1.5 เซนติเมตร/วินาที
 - ข. 3.0 เซนติเมตร/วินาที
 - ค. 15 เซนติเมตร/วินาที
 - ง. 20 เซนติเมตร/วินาที
 - จ. 30 เซนติเมตร/วินาที
18. จากรูปความยาวคลื่นเป็นเท่าใด
 - ก. 10 เซนติเมตร
 - ข. 15 เซนติเมตร
 - ค. 20 เซนติเมตร
 - ง. 25 เซนติเมตร
 - จ. 30 เซนติเมตร

19. ในการสังเกตของนักเรียนกลุ่มหนึ่งพบว่า เมื่อทำให้เกิดคลื่นดลวงกลมขึ้นในถาดคลื่นรัศมีของคลื่นดลวงกลมที่เวลาต่าง ๆ เป็นไปดังกราฟ นักเรียนกลุ่มนี้ทำให้เกิดคลื่นต่อเนื่องขึ้นในถาดนี้ด้วยความถี่ 10 เฮิรตซ์ คลื่นจะมีอัตราเร็วกี่เซนติเมตร/วินาที



- ก. 2.5
 ข. 5.0
 ค. 20
 ง. 25
 จ. 50
20. จากข้อมูลข้อ 19 ถามว่า ยอดคลื่น 2 ยอดที่อยู่ใกล้กันมากที่สุดห่างกันกี่เซนติเมตร
- ก. 0.25
 ข. 0.5
 ค. 2.0
 ง. 20
 จ. 50

21. ตามรูปร่างข้างล่างนี้ อนุภาคที่จุดใดของคลื่นมีเฟสต่างกับอนุภาคที่จุด P เป็น 180°



ก. จุด 1.

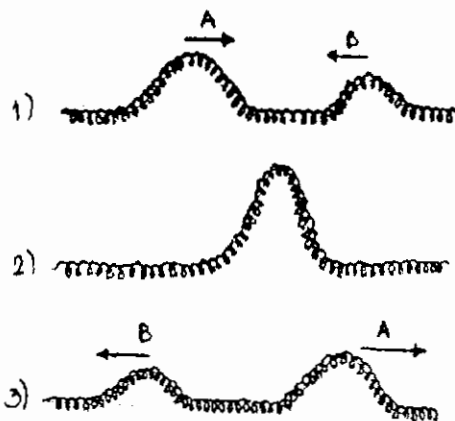
ข. จุด 2.

ค. จุด 3.

ง. จุด 4.

จ. จุด 5.

22. ปรากฏการณ์ดังรูปอธิบายได้ด้วย ข้อใด



ก. เกิดการแทรกสอดแบบเสริม

ข. เกิดการแทรกสอดแบบหักล้าง

ค. คลื่นตล่องลูกคลื่นเคลื่อนที่เข้าหากันเกิดการซ้อนทับแบบเสริม

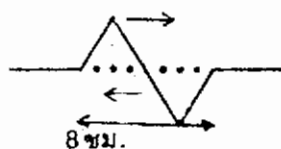
ง. คลื่นตล่องลูกคลื่นเคลื่อนที่เข้าหากัน เกิดการซ้อนทับกันแบบหักล้าง

จ. คลื่นตล่องเนื่องสอกลคลื่นเคลื่อนที่เข้าหากันเกิดการซ้อนทับกันแบบเสริม

23. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่มาพบกัน จะมีการรวมคลื่นตามแบบใด

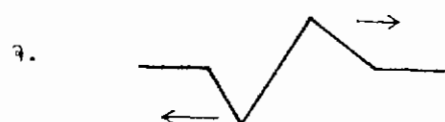
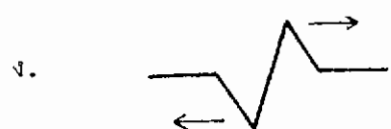
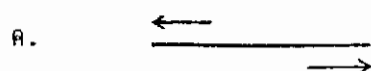
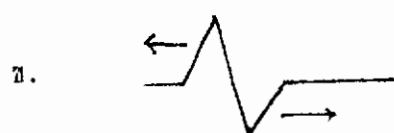
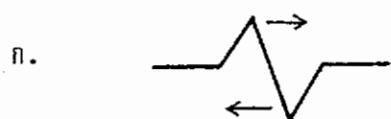
- ก. หลักของฮอยเกนส์
- ข. หลักการผสมคลื่น
- ค. หลักการแทรกสอดของคลื่น
- ง. หลักการสะท้อนกลับของคลื่น
- จ. หลักการสะท้อนของคลื่น

ใช้รูปนี้ตอบคำถามข้อ 24

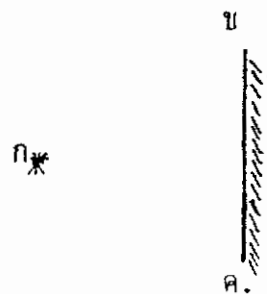


คลื่นทั้งสองเคลื่อนที่เข้าหากันด้วยอัตราเร็ว 1 เซนติเมตร/วินาที

24. จากรูปเมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที คลื่นจะมีลักษณะอย่างไร



25. หากเกิดคลื่นตกที่จุด ก ดังภาพ คลื่นสะท้อนที่ ข ค จะมีลักษณะดังข้อใด



- ก. คลื่นดลวงกลม
 ข. คลื่นดลหน้าตรง
 ค. คลื่นต่อเนื่องวงกลม
 ง. คลื่นต่อเนื่องหน้าตรง
 จ. คลื่นดลรูปพาราโบลา
26. ข้อใดเป็นจริงเกี่ยวกับคลื่นสะท้อน
- ก. มุมสะท้อนเท่ากับมุมหักเห
 ข. มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ
 ค. มุมสะท้อนเท่ากับมุมวิกฤต
 ง. มุมสะท้อนเล็กกว่ามุมตกกระทบ
 จ. มุมสะท้อนโตกว่ามุมตกกระทบ

27. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นสะท้อน

- 1) ถ้าคลื่นตกกระทบบนที่ปลายสุดของตัวกลางที่เป็นอิสระ คลื่นสะท้อนกลับจะมีเฟสเดียวกับคลื่นตกกระทบบน
- 2) เมื่อคลื่นเกิดการสะท้อนคลื่นที่เคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิม เรียกว่า คลื่นตกกระทบบน
- 3) มุมตกกระทบบน และมุมสะท้อนวัดจากมุมที่กระทำกับเส้นแนวฉาก

ก. 1) และ 3)

ข. 2) และ 3)

ค. 1) เท่านั้น

ง. 2) เท่านั้น

จ. 3) เท่านั้น

28. คลื่นใด ๆ เมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งโดยที่ไม่ตั้งฉากกับเส้นเขตระหว่างตัวกลางจะมีการหักเห ข้อใดเป็นข้อดีที่สุดที่เป็นสาเหตุของการหักเห

ก. ความเร็วของคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน

ข. ความยาวคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน

ค. ความถี่ของคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน

ง. แอมพลิจูดของคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน

จ. ความของการเคลื่อนที่ของคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน

29. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกไปยังบริเวณน้ำตื้น โดยหน้าคลื่นตกกระทบบนกับบริเวณรอยต่อ คลื่นในบริเวณทั้งสองมีค่าใดบ้างที่เท่ากัน

ก. ความยาวคลื่น ความถี่ของคลื่น

ข. ความถี่ของคลื่น ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

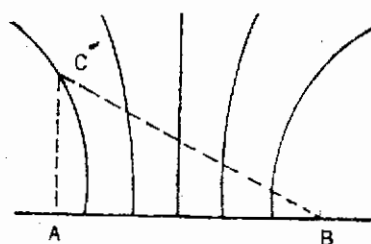
ค. ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น อัตราเร็วของคลื่น

ง. อัตราเร็วของคลื่น ความยาวคลื่น

จ. ความถี่ของคลื่น อัตราเร็วของคลื่น

30. สระว่ายนํ้ามีด้านหนึ่งน้ำตื้นและอีกด้านน้ำลึก ทำให้เกิดคลื่นโดยพบว่าคลื่นที่น้ำตื้นมีความยาวคลื่น 50 ซม. และความยาวคลื่นในน้ำลึก 70 ซม. ถ้าพบว่าความเร็วคลื่นในน้ำตื้นเท่ากับ 30 ซม./วินาที ความเร็วของคลื่นในน้ำลึกจะมีค่าเท่ากับข้อใด
- 50 ซม./วินาที
 - 42 ซม./วินาที
 - 30 ซม./วินาที
 - 21.4 ซม./วินาที
 - 11.6 ซม./วินาที
31. จากข้อ 30 ค่าดัชนีหักเหของน้ำลึกเทียบกับน้ำตื้นเท่ากับข้อใด
- 1.4
 - 1.2
 - 1.0
 - 0.84
 - 0.71
32. ข้อความใดถูกต้องเกี่ยวกับปริมาณต่อไปนี้ เมื่อคลื่นวิ่งผ่านบริเวณน้ำลึกไปบริเวณน้ำตื้น
- ความถี่คลื่นในน้ำลึกมากกว่าในน้ำตื้น
 - ความยาวคลื่นในน้ำลึกมากกว่าในน้ำตื้น
 - ความเร็วในน้ำลึกมากกว่าในน้ำตื้น
- 1) และ 2)
 - 2) และ 3)
 - 1), 2) และ 3)
 - 2) เท่านั้น
 - 3) เท่านั้น

33. แหล่งกำเนิดคลื่นน้ำสร้างคลื่นน้ำที่สองตำแหน่ง A และ B มีความยาวคลื่น 2.0 เซนติเมตร และได้แนวของเส้นปฏิัพธ์แสดงในรูปอย่างทราบว่า A C และ B C มีความยาวต่างกันเท่าใด



- ก. 1.0 เซนติเมตร
 ข. 2.0 เซนติเมตร
 ค. 4.0 เซนติเมตร
 ง. 6.0 เซนติเมตร
 จ. 8.0 เซนติเมตร
34. ถ้า S_1 และ S_2 เป็นจุดกำเนิดคลื่นที่มีความถี่และเฟสเดียวกัน ที่จุด P ซึ่งเป็นจุดที่คลื่นเสริมกัน จะมีผลต่างของ S_1P และ S_2P เป็นจำนวนเท่าของความยาวคลื่นได้เท่ากับข้อใด
- ก. ศูนย์และเลขจำนวนเต็ม
 ข. เลขจำนวนเต็มแต่ไม่มีเลขศูนย์
 ค. จำนวนเท่าของครึ่ง
 ง. ศูนย์และจำนวนเท่าของครึ่ง
 จ. ศูนย์เท่านั้น
35. แหล่งกำเนิดคลื่นน้ำ 2 แหล่ง อยู่ห่างกัน 8 เซนติเมตร จ่ายคลื่นที่มีความถี่และเฟสตรงกันมีความยาวคลื่น 4 เซนติเมตร จะเกิดจุดบัพระหว่างแหล่งกำเนิดคลื่นกี่จุด
- ก. 1
 ข. 2
 ค. 3
 ง. 4
 จ. 5

36. จงพิจารณานิยามต่อไปนี้ว่า นิยามในข้อใดผิดบ้าง

- 1) เมื่อพิจารณาคลื่นนิ่ง, บัพ คือ ตำแหน่งผิวหน้าที่กระเพื่อมมากที่สุดและมีการระจัดมากที่สุด
- 2) การแทรกสอดแบบเสริม เป็นการแทรกสอดของคลื่นจากแหล่งกำเนิดคลื่น 2 แหล่ง ที่สั่นคลอนกับท้องคลื่นตรงกัน

3) แหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ คือ แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากัน และมีเฟสตรงกัน

ก. 2)

ข. 3)

ค. 2) และ 3)

ง. 1) และ 2)

จ. 1) และ 3)

37. ในการทดลองเรื่องคลื่นนิ่งโดยใช้เครื่องสั่นที่มีความถี่ 100 เฮิรตซ์ เมื่อถ่วงน้ำหนักขนาดหนึ่งปรากฏว่าเชือกยาว 1.5 เมตร เกิดบ่วง 5 บ่วง คลื่นชุดนี้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วกี่เมตร/วินาที

ก. 0.3

ข. 0.6

ค. 30

ง. 60

จ. 75

38. ระยะระหว่างบัพติดกันของคลื่นนิ่งคือข้อใด

ก. $\lambda / 4$

ข. $\lambda / 2$

ค. λ

ง. $3\lambda / 2$

จ. 2λ

39. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับหลักการของฮอยเกนส์
- ก. ในการสะท้อนของคลื่น คลื่นสะท้อนจะมีเฟสเปลี่ยนไป 180° เสมอ
 - ข. ทุก ๆ จุดบนหน้าคลื่นสามารถทำหน้าที่เป็นต้นกำเนิดคลื่นอันใหม่ได้
 - ค. การหักเหจากน้ำลึกไปน้ำตื้น หน้าคลื่นจะหักเหเข้าหาผิวตัวกลาง
 - ง. การแทรกสอดของคลื่นทำให้เกิดจุดบัพและจุดปฏิบัพ
 - จ. เมื่อคลื่นเกิดการสะท้อน มุมตกกระทบจะเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ
40. ในการทดลองให้คลื่นผ่านช่องเล็ก ๆ ช่องเดียว การเลี้ยวเบนจะเกิดได้ดีเมื่ออัตราส่วนระหว่างความกว้างของช่องต่อความยาวคลื่นมีค่าเท่าใด
- ก. มากกว่า 1 มาก ๆ
 - ข. มากกว่า 1 เล็กน้อย
 - ค. เท่ากับ 1
 - ง. น้อยกว่า 1
 - จ. เท่ากับ 0

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษา

ทักษะการตั้งสมมติฐาน

1. ในการทดลองปลูกมะลิพันธุ์เดียวกัน ขนาดและอายุเท่ากัน 2 กิ่ง ในกระถาง 2 กระถาง โดยปลูกกระถางละหนึ่งกิ่ง แล้วตั้งไว้ในที่เดียวกัน รดน้ำเท่ากันบันทึกผลโดยใช้ตารางข้างล่างนี้

กระถางที่	ดิน	การเจริญเติบโต
1	ดินขุยมะพร้าว	
2	ดินร่วนปนทราย	

จากตาราง ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองนี้

- ก. น้ำมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิ
 - ข. แสงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสร้างอาหารของต้นมะลิ
 - ค. ดินและน้ำต่างมีความสำคัญต่อการสร้างอาหารของต้นมะลิ
 - ง. ชนิดของดินต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิต่างกัน
 - จ. ต้นมะลิที่ปลูกในกระถางมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่ามะลิที่ปลูกในแปลงดิน
2. นักชีววิทยาคนหนึ่งได้ออกสำรวจป่าดงดิบในภาคใต้ของประเทศไทยได้พบพืชชนิดหนึ่งซึ่งมีดอกขนาดใหญ่มากมีสีขาวสดแต่มีกลิ่นซากสัตว์ และพบว่ามีชิ้นส่วนของซากแมลงอยู่หลายชิ้นในบริเวณตรงกลางของดอกไม้ นักชีววิทยาคนนี้จะตั้งสมมติฐานจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตว่าอย่างไร
 - ก. มีสัตว์บางชนิดมาตายใกล้ ๆ ต้นไม้ชนิดนี้
 - ข. มีสัตว์มากินแมลงแล้วทิ้งซากไว้ตรงดอกไม้
 - ค. เป็นต้นไม้ที่กินสัตว์หรือแมลงเป็นอาหาร
 - ง. เป็นต้นไม้ที่เกิดมาจากสัตว์แล้วเปลี่ยนรูปมาเป็นต้นไม้
 - จ. เป็นต้นไม้ที่สัตว์ต่าง ๆ มากินดอกไม้เพื่อเป็นอาหาร

3. ปฏิภาณเลี้ยงไก่ไว้หลายตัว เขาสังเกตเห็นว่าจำนวนของลูกเจี๊ยบที่ฟักออกจากไข่มีปริมาณต่างกัน เขาสงสัยว่าปริมาณอาหารที่ทำได้จะมีผลต่ออัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่ ข้อใดคือสมมติฐานของตัวแปรนี้
- รังของไก่ที่อุณหภูมิพอเหมาะจะมีผลทำให้อัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่มากกว่าในรังไก่ ที่อุณหภูมิไม่พอเหมาะ
 - รังไก่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์พอเหมาะจะมีผลทำให้อัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่มากกว่าในรังไก่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ไม่พอเหมาะ
 - รังไก่ที่มีปริมาณอาหารมากจะมีผลทำให้อัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่มากกว่าในรังไก่ที่มีปริมาณอาหารน้อย
 - รังไก่ที่มีไก่อายุน้อย จะมีผลทำให้อัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่มากกว่าในรังไก่ที่มีไก่อายุมาก
 - รังไก่ที่มีไก่อายุมากจะมีผลทำให้อัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่ มากกว่าในรังไก่ที่มีไก่อายุน้อย
4. สุนัขที่บ้านของเจนจิรา ถูกงูกัดนอนซมอยู่กับที่ไม่สามารถลุกเดินได้ ลุงของเจนจิราได้ทดลองนำใบพืชชนิดหนึ่งมาตำผสมกับเหล้าให้สุนัขกิน 1 วัน ต่อมาสุนัขลุกขึ้นเดินได้ตามปกติ ถ้าพิจารณาจากเหตุการณ์นี้แล้วสมมติฐานควรเป็นข้อใด
- ใบพืชชนิดนี้อาจมีสารบางอย่างที่แก้พิษได้ จึงทำให้สุนัขมีอาการดีขึ้น
 - ใบพืชชนิดนี้มีประโยชน์เพราะเป็นสมุนไพรที่แก้พิษได้
 - ใบพืชชนิดนี้ไปกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานพิษได้
 - ใบพืชชนิดนี้ไม่มีประโยชน์เพราะงูกัดไม่มีพิษ
 - ใบพืชชนิดนี้ไปช่วยขับพิษให้ออกไปจากร่างกายได้
5. จากการศึกษาลักษณะของหินที่เกิดจากการทับถมของทรายบริเวณชายฝั่งแม่น้ำชี พบว่ามีลักษณะโดยส่วนรวมดังนี้ ส่วนล่างของก้อนหินจะประกอบด้วยเม็ดทรายขนาดใหญ่และชั้นถัดขึ้นมาจะมีเม็ดทรายขนาดเล็ก เรียงกันตามลำดับจากเหตุการณ์นี้ เรือจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
- ความแรงของกระแสน้ำมีผลต่อการพัดพาของตะกอน
 - ตะกอนของหินจะเกิดบริเวณชายฝั่งแม่น้ำชี
 - เม็ดทรายขนาดใหญ่จะไม่ถูกพัดพาแต่จะทับถมให้เกิดตะกอน
 - กระแสน้ำในแม่น้ำชีไหลแรงมาก จึงเกิดการทับถมของตะกอนได้
 - เม็ดทรายขนาดใหญ่จะตกตะกอนลงมาและทับถมก่อนเม็ดทรายขนาดเล็ก

6. เด็กชายต้นทดลองดีดสายกีตาร์ที่มีขนาดและความตึงเท่ากัน แต่ความยาวต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบเสียงที่เกิดจากแต่ละสาย ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองนี้
- การสั่นของลวดที่มีความยาวต่างกันทำให้เกิดเสียงต่างกัน
 - ขนาดของลวดต่างกัน ทำให้เกิดเสียงต่างกัน
 - ลวดที่มีความตึงต่างกัน จะเกิดเสียงระดับเดียวกัน
 - การสั่นของเส้นลวดที่มีความตึงต่างกันทำให้เกิดเสียงต่างกัน
 - ขนาดของแรงดีดที่ต่างกันจะทำให้เกิดระดับเสียงต่างกัน

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

7. จากการซึ่งน้ำหนักของอิงและลำ ปรากฏว่า "อามีน้ำหนักมากกว่าอิง" ข้อใดต่อไปนี้เป็นคำนิยามของ น้ำหนัก ที่เข้าใจได้ตรงกัน
- น้ำหนัก คือ แรงชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในคนเราทำให้สามารถทำงานได้
 - น้ำหนัก คือ แรงชนิดหนึ่งที่เกิดจากอาหารที่เรารับประทานเข้าไปแล้วเกิดการเผาผลาญให้แรงออกมา
 - น้ำหนัก คือ พลังงานชนิดหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นภายในตัวของคนเราทำให้สามารถทำงานได้
 - น้ำหนัก คือ พลังงานชนิดหนึ่งที่เกิดจากการรับประทานอาหารเข้าไปแล้วเกิดการเผาผลาญให้พลังงานออกมา
 - น้ำหนัก คือ แรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อวัตถุซึ่งเราสามารถทราบได้โดยการใช้เครื่องชั่งน้ำหนักมาวัด
8. ข้อใดเป็นการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของ "เส้นแรงไฟฟ้า" เพื่อให้สังเกตและทดลองได้ตรงกัน
- เส้นที่เขียนขึ้นเพื่อแสดงทิศของแรงลัพท์ที่กระทำต่อประจุบวก
 - เส้นที่เขียนขึ้นเพื่อแสดงทิศของแรงลัพท์ที่กระทำต่อประจุบวกในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า
 - เส้นแรงไฟฟ้าจะตั้งฉากกับผิวของวัตถุเสมอ และลุ่มไม่ตัดกัน
 - วัตถุที่เป็นตัวนำไฟฟ้า เส้นแรงไฟฟ้าจะมีอยู่แต่ผิวนอกของวัตถุ
 - เส้นที่เขียนขึ้นเพื่อแสดงทิศของแรงลัพท์ที่กระทำต่อประจุบวกในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า มีทิศพุ่งออกจากประจุบวก และพุ่งเข้าสู่ประจุลบ

9. จากคำกล่าวที่ว่า "ร่างกายของคนเราก้ามียุณหภูมิปกติแล้วจะไม่มีไข้" ข้อใดต่อไปนี้เป็นคำนิยามของอุณหภูมิปกติที่เข้าใจได้ตรงกัน
- อุณหภูมิปกติคืออุณหภูมิที่ร่างกายของเราทุกคนต้องเท่ากัน
 - อุณหภูมิปกติคือ อุณหภูมิที่เราสามารถวัดได้จากปรอทวัดไข้ประมาณ 37°C
 - อุณหภูมิปกติคือ อุณหภูมิที่คนส่วนใหญ่มีเท่ากันซึ่งเป็นอุณหภูมิมาตรฐานใช้โดยทั่วไป
 - อุณหภูมิปกติคือ อุณหภูมิที่หมอใช้ตรวจคนไข้ว่าหายเป็นปกติหรือยังมีไข้อยู่
 - อุณหภูมิปกติคือ อุณหภูมิที่เราสามารถรู้ได้โดยการใช้มือสัมผัสที่ร่างกายหรือหน้าผากถ้าตัวไม่ร้อนแสดงว่าไม่มีไข้
10. ในการทดลองเพื่อศึกษา "การละลายของสารละลายอิมิตัวที่อุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อสารละลายอิมิตัวเย็นลงทำให้เกิดการตกผลึก" ข้อใดต่อไปนี้เป็นนิยามของคำว่า "การตกผลึก" ที่เข้าใจได้ตรงกัน
- การที่ของแข็งแยกออกมาเป็นรูปทรงเรขาคณิต มีเหลี่ยมมุม
 - การที่สารละลายอิมิตัวสามารถละลายได้เต็มที่จนไม่สามารถละลายได้อีกต่อไป
 - การที่สารละลายอิมิตัว ไม่สามารถละลายได้อีกต่อไป
 - การที่ของแข็งที่เป็นตัวถูกละลายแยกตัวออกจากสารละลายอิมิตัว
 - การที่สารละลายมีตัวทำละลาย ละลายได้เพิ่มขึ้น
11. สิ่งมีชีวิตมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน "การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม" ในที่นี้หมายถึงอะไร
- มนุษย์ทำสภาพแวดล้อมให้เหมาะแก่การอยู่อาศัย
 - การอพยพย้ายถิ่นเพื่อหาแหล่งอาหารใหม่ ๆ
 - ค้างคาวเพิ่มอวัยวะบางอย่างเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต
 - จิ้งจกสีตัวเข้มจะมีสีตัวจางลงเมื่อจับลงเลี้ยงในกล่องสีขาว
 - ลูกอ๊อดลดหน้าที่ส่วนประกอบของร่างกายที่ไม่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตลง เช่นหางหดหายไป
12. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของแป้ง
- อาหารประเภทหนึ่ง ในอาหารหลัก 5 หมู่
 - อาหารที่เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทหนึ่ง
 - อาหารที่ประกอบด้วย C, H และ O
 - อาหารที่เมื่อหยดไอโอดีนลงไปจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
 - อาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเพราะให้พลังงาน

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

13. ในการศึกษาเพื่อดูว่า "ปริมาณแคลเซียมที่หนูได้รับมีผลต่อน้ำหนักของหนูหรือไม่" นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองเลี้ยงหนู โดยแบ่งหนูออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้รับอาหารเหมือนกัน แต่รับปริมาณของแคลเซียมต่างกันหลังเลี้ยงหนูได้ 4 สัปดาห์ ก็จะชั่งน้ำหนักของหนูแต่ละตัว ตัวแปรต้นและตัวแปรตามของการทดลอง คือข้อใด

- ก. อาหารที่ใช้เลี้ยงหนู ชนิดและขนาดของหนู
- ข. เวลาที่ใช้ในการเลี้ยงหนู น้ำหนักของหนู
- ค. ปริมาณของแคลเซียม น้ำหนักของหนู
- ง. น้ำหนักของหนู ปริมาณของแคลเซียม
- จ. น้ำหนักของหนู อาหารที่ใช้เลี้ยงหนู

14. "แม่เหล็กไฟฟ้าจะดูดตะปูได้จำนวนมากขึ้นใช้หรือไม่ถ้าแม่เหล็กไฟฟ้านั้นมีจำนวนแอมแปร์เพิ่มขึ้น" จากข้อความนี้ตัวแปรต้นคือข้อใด

- ก. จำนวนตะปูที่ถูกดูด
- ข. ชนิดของแม่เหล็กไฟฟ้า
- ค. ชนิดของแอมแปร์
- ง. จำนวนแอมแปร์
- จ. ชนิดของตะปูที่ถูกดูด

15. จากข้อ 14 ตัวแปรควบคุมคือข้อใด

- ก. จำนวนตะปูที่ถูกดูด และชนิดของแม่เหล็กไฟฟ้า
- ข. ชนิดของแม่เหล็กไฟฟ้า และชนิดของแอมแปร์
- ค. ชนิดของแอมแปร์ และจำนวนแอมแปร์
- ง. จำนวนแอมแปร์ และชนิดของตะปูที่ถูกดูด
- จ. ชนิดของตะปูที่ถูกดูด และจำนวนตะปูที่ถูกดูด

จากข้อความที่กำหนดให้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 16-17

ในการทดลองเพื่อหาคำตอบว่า "ชนิดของเชือกมีผลต่อการเกิดคลื่นบนเส้นเชือกหรือไม่"

16. จากการทดลองข้างต้น ตัวแปรต้นและตัวแปรตามคือข้อใด

- ก. วัสดุที่ใช้ทำเชือก ลักษณะการเกิดคลื่น
- ข. ความยาวของเชือก ลักษณะการเกิดคลื่น
- ค. วิธีการสับัดเชือก วัสดุที่ใช้ทำเชือก
- ง. ลักษณะการเกิดคลื่น วิธีการสับัดเชือก
- จ. วัสดุที่ใช้ทำเชือก วิธีการสับัดเชือก

17. จากการทดลองข้างต้น ตัวแปรควบคุมคือข้อใด

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| ก. ลักษณะการเกิดคลื่น | วิธีการสะบัดเชือก |
| ข. ความยาวของเชือก | ลักษณะการเกิดคลื่น |
| ค. วิธีการสะบัดเชือก | ความยาวของเชือก |
| ง. วัสดุที่ใช้ทำเชือก | ลักษณะการเกิดคลื่น |
| จ. ความยาวของเชือก | วัสดุที่ใช้ทำเชือก |

จากข้อความที่กำหนดให้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 18

ในการทดลองเพื่อดูว่า "แหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดต่างกันมีผลต่อการเกิดเงาของวัตถุหรือไม่" หลุยส์ได้ทำการทดลอง โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดต่างกันส่องไปยังวัตถุ เพื่อดูเงาของวัตถุที่ปรากฏบนฉากรับแสง

18. ข้อใด ไม่ใช่ สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน

- ก. ขนาดของวัตถุ
- ข. ชนิดของฉากรับแสง
- ค. ชนิดของวัตถุ
- ง. ปริมาณแสงที่ส่องไปยังวัตถุ
- จ. ขนาดของฉากรับแสง

ทักษะการทดลอง

19. ในการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ว่า "มะขามแฉะจะเก็บไว้ได้นานมากขึ้น ถ้าใส่น้ำตาลเพิ่มมากขึ้น" นักเรียนจะเลือกแบบการทดลองใดเพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อนี้

- ก. นำมะขามที่มีขนาดของฝักเท่า ๆ กัน มาแยกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่ม 1 ใส่น้ำตาล 1 กิโลกรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร กลุ่มที่ 2 ใส่น้ำตาล 3 กิโลกรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร เก็บไว้ในที่เดียวกัน นับจำนวนวันที่เก็บไว้ได้
- ข. นำมะขามที่มีขนาดของฝักเท่า ๆ กัน มาแยกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่ม 1 ใส่น้ำตาล 1 กิโลกรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร กลุ่มที่ 2 ใส่น้ำตาล 1 กิโลกรัม ต่อ น้ำ 3 ลิตร เก็บไว้ในที่เดียวกัน นับจำนวนวันที่เก็บไว้ได้
- ค. นำมะขามที่มีขนาดของฝักเท่า ๆ กัน มาแยกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่ม 1 ใส่น้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร กลุ่มที่ 2 ใส่น้ำตาลปีบ 1 กิโลกรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร เก็บไว้ในที่เดียวกัน นับจำนวนวันที่เก็บไว้ได้
- ง. นำมะขามมาใส่น้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร แล้วแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บไว้ในที่ที่ไม่ถูกแสง อีกส่วนหนึ่งเก็บไว้ในที่ที่ถูกแสง นับจำนวนวันที่เก็บได้
- จ. นำมะขามมาใส่น้ำตาลปีบ 1 กิโลกรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร แล้วแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บไว้ในที่ที่ไม่ถูกแสง อีกส่วนหนึ่งเก็บไว้ในที่ที่ถูกแสง นับจำนวนวันที่เก็บได้

จากข้อความที่กำหนดให้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 20

ในการทดลองเพาะเมล็ดถั่วเขียวบนสำลีชุบน้ำ ซึ่งวางอยู่ที่ก้นภาชนะ 2 ใบ หุ้มด้วยกระดาษดำ แต่ละใบใส่เมล็ดถั่วเขียว 25 เมล็ด ใบที่หนึ่งเก็บไว้ในตู้เย็นช่องธรรมดา ใบที่สองวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้น 5 วัน ปรากฏว่าใบที่เก็บไว้ในตู้เย็น เมล็ดถั่วเขียวไม่งอกเลย ส่วนใบที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมล็ดถั่วเขียวงอก 20 เมล็ด

20. การทดลองนี้ต้องการศึกษาอะไร

- ก. อัตราการงอกของเมล็ดถั่วเขียว
- ข. น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการเพาะเมล็ดถั่วเขียว
- ค. แสงเป็นสิ่งจำเป็นในการเพาะเมล็ดถั่วเขียว
- ง. อุณหภูมิที่เหมาะสมจำเป็นในการเพาะเมล็ดถั่วเขียว
- จ. กระดาษดำเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว

21. ถ้านักเรียนอยากทราบว่าของเหลวในบีกเกอร์ทั้งสองเป็นสารบริสุทธิ์หรือไม่ จะมีวิธีการทดลองอย่างไร

- ก. หาจุดหลอมเหลวโดยให้ความร้อน 30 วินาที แล้ววัดอุณหภูมิของเหลว โดยอุณหภูมิสูงกว่าก็เป็นสารบริสุทธิ์
- ข. ปล่องทิ้งไว้ให้ระเหยไปอย่างช้า ๆ จนหมด ของเหลวใดมีการระเหยได้หมดก่อนของเหลวนั้นก็จะเป็นสารบริสุทธิ์
- ค. ทำการแยกของเหลวด้วยวิธีโครมาโทกราฟี สังเกตจุดขึ้นของสียบนแถบกระดาษ ถ้ามีเพียงสีเดียวแสดงว่าสารนั้นเป็นสารบริสุทธิ์
- ง. ทำการกรองด้วยกระดาษกรอง สังเกตดูสารแขวนลอยบนกระดาษกรอง และสีของสารละลายที่ได้ว่าของเหลวใดใสกว่าก็เป็นสารบริสุทธิ์
- จ. หาจุดเดือด โดยให้ความร้อนไปเรื่อย ๆ วัดอุณหภูมิทุก ๆ 30 วินาที จนอุณหภูมิคงที่ของเหลวใดมีอุณหภูมิคงที่ ของเหลวนั้นเป็นสารบริสุทธิ์

22. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่า "เกลือป่นทำให้น้ำแข็งมีอุณหภูมิลดต่ำลงจริงหรือไม่" นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ในข้อใด

- ก. เกลือป่น น้ำแข็ง เทอร์มอมิเตอร์ น้ำ
- ข. เกลือป่น น้ำแข็ง หลอดฉีดยา น้ำ
- ค. เกลือป่น น้ำแข็ง บีกเกอร์ หลอดฉีดยา
- ง. เกลือป่น น้ำแข็ง บีกเกอร์ เทอร์มอมิเตอร์
- จ. เกลือป่น น้ำแข็ง บีกเกอร์ น้ำ

23. เด็กชายสมพลได้ทำการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

- 1) นำกระป๋อง 3 ใบ ที่มีความสูงเท่ากันแต่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่างกัน คือ 5 เซนติเมตร 10 เซนติเมตร 15 เซนติเมตร ตามลำดับ
- 2) บรรจุดินร่วนลงไปในการป๋องทั้ง 3 ใบ ใบละ $1/2$ ของกระป๋อง
- 3) นำถั่วเขียวเพาะลงในกระป๋องทั้ง 3 กระป๋อง ๆ ละ 10 เมล็ด
- 4) รดน้ำกระป๋องละ 15 cm^3 ตั้งทิ้งไว้ให้ถูกแสงแดด แล้วสังเกตดูต้นถั่วเขียวเป็นเวลา 7 วัน

จากการทดลองดังกล่าว ต้องการศึกษาสิ่งใด

- ก. ความสูงของกระป๋องมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
- ข. แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
- ค. ดินต่างชนิดกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
- ง. พันธุ์มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
- จ. น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว

24. ถ้าต้องการแสดงให้เห็นว่า แม้ในตัวกลางเดียวกัน ถ้าอุณหภูมิ ต่างกัน อัตราเร็วของเสียงจะเปลี่ยนไปเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร
- ให้เสียงผ่านอากาศ และน้ำ ที่อุณหภูมิ 10°C
 - ให้เสียงผ่านเหล็กด้วยอัตราเร็ว 5,100 เมตร/วินาที
 - ให้เสียงผ่านแก้วที่อุณหภูมิ 0°C และ 25°C
 - ให้เสียงผ่านไฮโดรเจนที่อุณหภูมิ 5°C ผ่านคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 10°C
 - ให้เสียงผ่านไม้ด้วยอัตราเร็ว 3,250 เมตร/วินาที

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

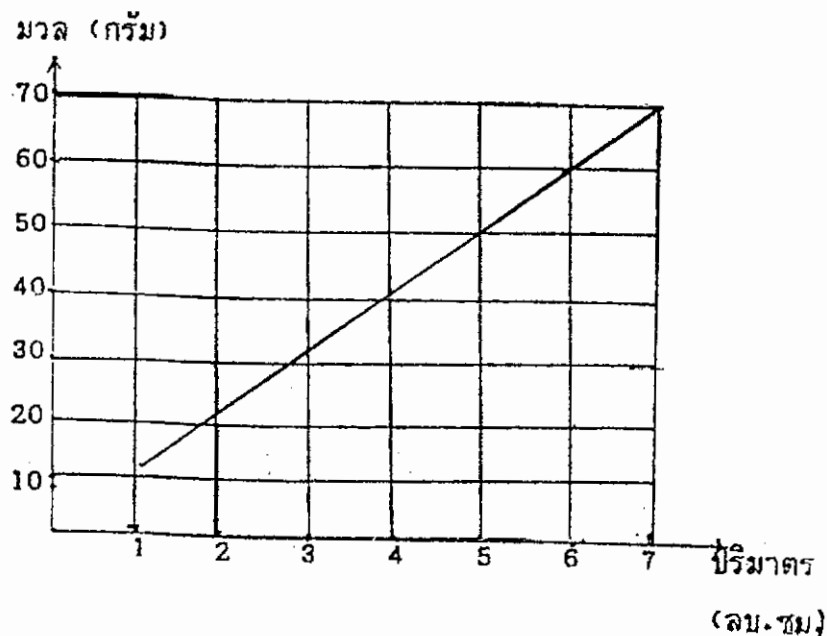
25. ตารางแสดงปริมาณของก๊าซ O_2 ที่ละลายในน้ำ เมื่อมีอุณหภูมิต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณของ O_2 ที่ละลายในน้ำ (กรัม/100 ลูกบาศก์เซนติเมตร)
20	30
30	25
40	20
50	15

จากข้อมูลในตาราง นักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร

- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก๊าซออกซิเจนจะละลายในน้ำได้มากขึ้น
- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก๊าซออกซิเจนจะละลายในน้ำได้น้อยลง
- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณของน้ำที่ใช้ทำละลายลดลง
- ก๊าซออกซิเจนจะละลายน้ำได้มากขึ้นเมื่อปริมาณของน้ำที่ใช้ทำละลายมากขึ้น
- ก๊าซออกซิเจนจะละลายในน้ำได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิและปริมาณของน้ำที่ใช้ทำละลายเพิ่มมากขึ้น

26. ในการทดลองซึ่งวัตถุชนิดหนึ่งด้วยเครื่องซึ่งสปริงหลายครั้งโดยเปลี่ยน
อุณหภูมิของวัตถุนั้นทุกครั้งจาก 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส ปรากฏว่า
น้ำหนักของวัตถุเท่ากันทุกครั้ง จะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร
- ก. วัตถุนี้มีมวลคงที่เมื่ออุณหภูมิจะเปลี่ยนไป
- ข. วัตถุทุกชนิดมีมวลคงที่แม้ว่าอุณหภูมิจะเปลี่ยนไป
- ค. วัตถุชนิดนี้มีมวลคงที่เมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส
- ง. วัตถุนี้มีมวลเปลี่ยนไปเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 100 องศา
- จ. วัตถุทุกชนิดจะมีมวลคงที่เมื่ออุณหภูมิไม่เกิน 100 องศา
27. เด็กชายวิทย์วัดทดลองหามวลและปริมาตรของวัตถุชนิดหนึ่ง ได้ข้อมูล
ดังแสดงด้วยกราฟ



จากกราฟเมื่อมวลเป็น 30 กรัม ปริมาตรของวัตถุเป็นเท่าไร

- ก. 1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 2.8 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 3.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 5.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- จ. 6.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร

28. จากกราฟในข้อ 27 จะสรุปผลของข้อมูลได้อย่างไร
- วัตถุมีมวลน้อยลง ปริมาตรคงที่
 - วัตถุมีมวลน้อยลง ปริมาตรเพิ่มขึ้น
 - วัตถุมีมวลเพิ่มขึ้น ปริมาตรจะเพิ่มขึ้น
 - วัตถุมีมวลและปริมาตรคงที่
 - มวลและปริมาตรของวัตถุสัมพันธ์กัน
29. จากการศึกษาถึงประเภทของสัตว์บางชนิด ได้ข้อมูลดังนี้

ชื่อสัตว์	ประเภทของสัตว์
ปู	สัตว์น้ำ
นก	สัตว์บก
กบ	สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ
แมว	สัตว์บก
กวาง	สัตว์บก
ค่างคก	สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ
ปลาหมึก	สัตว์น้ำ

จากข้อมูลที่ได้อาจสรุปผลได้อย่างไร

- แมว นก กวาง จัดเป็นสัตว์บก
- ปูและปลาหมึกดำรงชีวิตในน้ำ
- กบ และค่างคก อยู่ทั้งบนบกและในน้ำ
- แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์มี 2 แหล่ง คือ บนบกและในน้ำ
- สัตว์แบ่งเป็น 3 พวกคือ สัตว์บก สัตว์น้ำ และสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ

30. ข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างมวลและปริมาตรของก้อนหินเป็นดังตารางต่อไปนี

รายการ	มวล (กรัม)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)	มวลต่อปริมาตร (กรัม/ลบ.ซม.)
หินก้อนที่ 1	15	4.0	3.75
หินก้อนที่ 2	20	5.1	3.92
หินก้อนที่ 3	25	6.2	4.03

จากข้อมูลในตาราง มวล ปริมาตร และมวลต่อปริมาตร มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

- มวลและปริมาตรลดลง แต่อัตราส่วนของมวลและปริมาตรเพิ่มขึ้น
- มวลเพิ่มขึ้นปริมาตรลดลง และมวลต่อปริมาตรคงที่
- มวลเพิ่มขึ้น ปริมาตรเพิ่มขึ้นและมวลต่อปริมาตรใกล้เคียงกัน
- มวลลดลง ปริมาตรเพิ่มขึ้น มวลต่อปริมาตรมีค่าคงที่
- มวลและปริมาตรลดลง และอัตราส่วนของมวลต่อปริมาตรลดลง

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

- แบบประเมินการวิเคราะห์หมโนมิตทางวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรม

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ตัวอย่างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อหา เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น จากแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อกำหนดประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งประเภทของมโนคติออกเป็น 2 ประเภท ตามแนวคิดของ เฟลลา (Romey, 1968 : 115-117 ; citing Pella, 1966 : 31-34) ดังนี้

1. มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) เป็นมโนคติที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์หรือสิ่งของทั้งในเชิงเปรียบเทียบและในเชิงที่เป็นเหตุผลต่อกัน มโนคติประเภทนี้เป็นมโนคติที่นำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์วัตถุหรือปรากฏการณ์

2. มโนคติเกี่ยวกับทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นมโนคติที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดขึ้น หรือจินตนาการ เพื่อหารูปแบบที่จะนำมาใช้ในการอธิบายคุณลักษณะของสิ่งของบางสิ่งบางอย่างที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานบางประการมาสนับสนุนว่าเป็นไปได้ มโนคติประเภทนี้เป็นมโนคติที่นำไปใช้ในการอธิบายวัตถุหรือปรากฏการณ์

ให้ท่านพิจารณา มโนคติทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละเนื้อหาในหัวข้อต่อไปนี้ว่าเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด โดยให้ท่านทำเครื่องหมาย 1 ลงในช่องที่ท่านเห็นว่าเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์ประเภทนั้น ๆ

เนื้อหา	มโนคติทางวิทยาศาสตร์	ประเภทของมโนคติ	
		ความสัมพันธ์	ทฤษฎี
1. คลื่นกล	1.1 คลื่นกลเกิดจากการที่ตัวกลางถูกรบกวนแล้วถ่ายโอนพลังงานกลไปในอนุภาคของตัวกลาง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านไป โดยที่อนุภาคของตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ตามคลื่นไปด้วย 1.2 คลื่นตามขวางเป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นไปในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น 1.3 คลื่นตามยาวเป็นคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางสั่นไปในแนวเดียวกันกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น		
2. คลื่นผิวหน้า	2.1 คลื่นผิวหน้า เกิดจากการที่ผิวน้ำถูกรบกวน ทำให้เกิดการกระเพื่อมบนผิวน้ำ เป็นคลื่นเคลื่อนที่ออกไปจากต้นกำเนิดคลื่น 2.2 สันคลื่น เป็นตำแหน่งสูงสุดของคลื่น มีค่าการกระจัดมากที่สุดเป็นค่าบวก 2.3 ท้องคลื่น เป็นตำแหน่งต่ำสุดของคลื่นมีค่าการกระจัดมากที่สุด เป็นค่าลบ 2.4 การกระจัด เป็นระยะจากระดับปกติถึงตำแหน่งที่เกิดคลื่นใด ๆ 2.5 แอมพลิจูด เป็นระยะจากระดับปกติถึงสันคลื่นหรือท้องคลื่น		
3.....	3.1.....		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับลักษณะพฤติกรรม
ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการในวิชาฟิสิกส์ (ว 421)

เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความ
สามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ คือ

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

ความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ แสดงได้ดังพฤติกรรม
ต่อไปนี้

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และ
ประสบการณ์เดิม
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้
4. ทักษะการทดลอง
 - การออกแบบการทดลองโดย
 1. กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น
ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม
 2. ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้

- ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

- บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

- แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่สำคัญทักษะการคำนวณ)

- บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

คำชี้แจง

1. ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับลักษณะพฤติกรรมทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการมากน้อยเพียงใด โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินดังนี้

- ถ้าท่านแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ทำ

เครื่องหมาย ↓ ลงในช่องคะแนน 1

- ถ้าท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ทำ

เครื่องหมาย ↓ ลงในช่องคะแนน 0

- ถ้าท่านแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ทำ

เครื่องหมาย ↓ ลงในช่องคะแนน -1

2. ให้ท่านพิจารณาการใช้ภาษาของข้อสอบแต่ละข้อว่ามีความเหมาะสมชัดเจนหรือไม่ ถ้าข้อใดที่ท่านเห็นว่า การใช้ภาษายังไม่เหมาะสม ขอให้ท่านแก้ไขข้อความเหล่านั้นเพื่อปรับปรุงภาษาให้มีความเหมาะสม ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และชัดเจนยิ่งขึ้น

ข้อที่	แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	คะแนนความคิดเห็น											
		1	0	-1									
1	ทักษะการตั้งสมมติฐาน ในการทดลองปลูกมะลิพันธุ์เดียวกัน ขนาดและอายุเท่ากัน 2 กิ่ง ในกระถาง 2 กระถาง โดยปลูกกระถางละหนึ่งกิ่ง แล้วตั้งไว้ในที่เดียวกัน รดน้ำเท่ากันบันทึกผลโดยใช้ตารางข้างล่างนี้ <table border="1"> <tr> <th>กระถางที่</th><th>ดิน</th><th>การเจริญเติบโต</th></tr> <tr> <td>1</td><td>ดินขุยมะพร้าว</td><td></td></tr> <tr> <td>2</td><td>ดินธรรมชาติ</td><td></td></tr> </table> จากตาราง ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองนี้ ก. น้ำมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิ ข. แสงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสร้างอาหารของต้นมะลิ ค. ดินและน้ำต่างมีความสำคัญต่อการสร้างอาหารของต้นมะลิ ง. ชนิดของดินต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิต่างกัน จ. ต้นมะลิที่ปลูกในกระถางมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่ามะลิที่ปลูกในแปลงดิน	กระถางที่	ดิน	การเจริญเติบโต	1	ดินขุยมะพร้าว		2	ดินธรรมชาติ				
กระถางที่	ดิน	การเจริญเติบโต											
1	ดินขุยมะพร้าว												
2	ดินธรรมชาติ												
2													

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

รายนามผู้ให้สัมภาษณ์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

อาจารย์ศจี อนันตโสภากิจตร์	อาจารย์โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์นราธิวาส
อาจารย์ธัญญรัตน์ บุญญกรณ	อาจารย์โรงเรียนปทุมคงคา
อาจารย์หทัยรัช รังสุวรรณ	อาจารย์โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช
อาจารย์ปราณีต เพิ่มบุญ	อาจารย์โรงเรียนวัดสังเวช
อาจารย์อรุณี ชิมใส	อาจารย์โรงเรียนวัดสังเวช
อาจารย์วิฑูรย์ ธรรมบรรหาร	อาจารย์โรงเรียนวัดสังเวช
อาจารย์มาลุต ชำบ่าเหน็จ	อาจารย์โรงเรียนวัดสังเวช
อาจารย์เสริมศักดิ์ กิรติพันธุ์	อาจารย์โรงเรียนวัดสังเวช

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวณิรัตน์ ชื่อสกุล เกตุไสว

เกิดวันที่ 1 เดือน ตุลาคม พุทธศักราช 2512

สถานที่เกิด อำเภอคูสิด จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน -

สถานที่ทำงานปัจจุบัน -

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2523 ประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสตรีวรนาถ

พ.ศ. 2529 มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนราชวินิตมัธยม

พ.ศ. 2533 กศ.บ. (ฟิสิกส์)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน

พ.ศ. 2539 กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์
และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทคัดย่อ

ชื่อง

มณีรัตน์ เกตุไสว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

มกราคม 2540

การศึกษารังนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 32 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. ใช้แบบแผนการวิจัยของ Nonrandomized Control-Group Pretest-Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECT OF EXPERIMENTAL ACTIVITIES ARRANGEMENT ON SCIENCE
CONCEPTS ACHIEVEMENT IN PHYSICS AND INTEGRATED SCIENCE
PROCESS SKILLS OF MATHAYOM SUKSA IV STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

MANEERAT KAITSAWAI

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
January 1997

The purpose of this research was to study the effect of experimental activities arrangement on Science Concepts Achievement in Physics and Integrated Science Process Skills of Mathayom Suksa IV Students

The Subjects were 67 Mathayom Suka IV Students of PatumKongKa School Khlongtoey Bangkok, during the first semester of 1996 academic year. They were divided into the experimental group with thirty five students and the control group with thirty two students. The experimental group was taught through the Activities Arrangement by students designing investigation experimenting and selecting the data record pattern while, the control group was taught through the Teacher's Manual. Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design was used in the research. The F-test was used for data analysis.

The results of this research indicated that:

1. There was significant difference in the Science Concepts Achievement in Physics between the control and the experimental groups at the .01 level.
2. There was significant difference in the Theoretical Science Concepts Achievement in Physics between the control and the experimental groups of the .01 level.
3. There was significant difference in the Correlational Science Concepts Achievement in Physics between the control and the experimental groups of the .01 level.
4. There was significant difference in the Integrated Science Process Skills between the control and the experimental groups of the .01 level.