

373.13078

๖5477

3.3

การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ โดยวิธีจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้
รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

ปริญญานิพนธ์

ของ

วิชาญ เลิศลพ

11 พ.ค. 2543

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

มีนาคม 2543

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

135449

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปันจิติ
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ คุประตกุล)
..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลิจิต)
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ คุประตกุล)
..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลิจิต)
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สังข์อ่อง)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปันจิติ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์)
วันที่ 10 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2543

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ คุประตกุล ประธานกรรมการ อาจารย์ ดร.ชูศักดิ์ ขัมภลจิต และรองศาสตราจารย์ ดร.สมสร วงษ์อยู่น้อย กรรมการ ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ ตลอดจนตรวจแก้ไขงานจนมีคุณภาพ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว และรองศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สังข์อ่อง กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติมที่ให้ความอนุเคราะห์ร่วมเป็นกรรมการสอบในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย อาจารย์สุทิน อภัยฤทธิ์ อาจารย์ชุมเดช ชุมเดช อาจารย์สุธี พรรณหาญ อาจารย์ไพบุลย์ วิริยะวัฒนะ อาจารย์วิชาญ คงธรรม อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ อาจารย์ ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดุลย์ คนยัง รองศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สังข์อ่อง อาจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์ อาจารย์จิต นวนแก้ว อาจารย์อนุวัฒน์ จำลองกุล ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ ผู้อำนวยการโรงเรียน กุณนทีรุชราวมวิทยาคม ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีรัตนบุรี ผู้อำนวยการโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี อาจารย์ภานุ สุนเคนตร์ อาจารย์สุภาภรณ์ ลีวิโรจน์ ที่ให้ความร่วมมืออย่างดีในการวิจัย

ขอขอบคุณนิสิตสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ในระดับการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์และมหาบัณฑิต ที่ได้ให้กำลังใจในการทำวิจัยมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณพ่อ แม่ พี่ และสมาชิกในสกุลเลิศพลทุกคนที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

คุณค่าของปริญญานิพนธ์นี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณพ่อ - แม่ ครู - อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

วิชาญ เลิศพล

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	7
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตศึกษาดอนปลาย ความรู้เรื่องคลื่น.....	8
การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	12
การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนว สสวท.	17
การเรียนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้	18
การเรียนการสอนรูปแบบการผสมผสาน	22
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	23
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการเรียนการสอนรูปแบบสสวท.....	24
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการเรียนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้	25
ความสามารถในการแก้ปัญหาการแก้ปัญหา.....	25
ความสามารถในการแก้ปัญหากับการเรียนการสอนรูปแบบ สสวท	46
ความสามารถในการแก้ปัญหากับการเรียนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้.....	47
ความคงทนในการเรียนรู้	47
ความคงทนในการเรียนรู้กับการเรียนการสอนรูปแบบ สสวท	48
ความคงทนในการเรียนรู้กับการเรียนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้.....	48
เจตคติ.....	49
เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์	51
เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับการเรียนการสอนรูปแบบ สสวท.	52
เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับการเรียนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้.....	52

บทที่	หน้า
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	53
วิเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอน	56
สมมติฐานการวิจัย	61
3 วิธีดำเนินการวิจัย	63
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	63
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	66
การสร้างและการตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	66
วิธีดำเนินการทดลอง	77
การวิเคราะห์ข้อมูล	94
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	96
5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	109
ผลการวิจัย	113
อภิปรายผล	114
ข้อเสนอแนะ	121
บรรณานุกรม	123
ภาคผนวก	134
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดความรู้เรื่องคลื่น	135
ข รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดความตรงของแผนการสอน	137
ค รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	139
ง รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา.....	141
จ รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจความตรงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์.....	143
ฉ แบบวัดความรู้เรื่องคลื่น.....	145
ช แผนการสอน	157
ซ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	234

ฅ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา.....	247
ฉ แบบวัดเจตคติ	259
ค ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความรู้เรื่องคลื่น	263
ค ค่าดัชนีความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดความรู้เรื่องคลื่น.....	266
ค ค่าดัชนีความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	268
ค ค่าดัชนีความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหา	270
ค อำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์.....	272
ค บันทึกประจำวันการทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง.....	274
ค คู่มือครู.....	305
ค ข้อมูลความคิดเห็นบางส่วนที่สืบเนื่องมาจากการนำรูปแบบการสอน ได้ใช้	325
ค หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการวิจัย	328
ประวัติย่อผู้วิจัย	337

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	กระบวนการที่ช่วยให้เกิดการคิด บทบาทวิธีการและเทคนิคการสอนของครู ที่จะเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนพัฒนาการคิด	29
2	แสดงวิธีการสอนและพฤติกรรมที่ส่งเสริมและไม่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น	36
3	แสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มสูง ปานกลาง และต่ำ	63
4	แสดงการเปรียบเทียบความรู้เรื่องคลื่นของนักเรียนที่ได้จากการสุ่ม	64
5	แสดงคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบ ความรู้เรื่องคลื่น (คะแนนเต็ม 40 คะแนน).....	65
6	แสดงการเปรียบเทียบความรู้เรื่องคลื่นของนักเรียนที่ได้จากการสุ่ม.....	65
7	แสดงลักษณะร่วมกันและลักษณะที่แตกต่างกันของรูปแบบการเรียนรู้	71
8	ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่ แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น	73
9	แสดงลำดับการสอนในแต่ละห้อง	78
10	แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	97
11	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นที่จัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท และรูปแบบการผสมผสาน ระหว่าง วัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ..	98
12	แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ Scheffe'	99
13	แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	100
14	แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่ แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.	101

15	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบต่าง ๆ.....	102
16	แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคงทน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	103
17	การเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท	104
18	แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความคงทนในการเรียนรู้เป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ Scheffe'	105
19	แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ (คะแนน 50 - 250 คะแนน)	106
20	แสดงการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.	107
21	แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เป็นรายคู่ด้วยวิธี ของ Scheffe'	108
22	แสดงลำดับการสอนในแต่ละห้อง	112
23	แสดงบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้.....	307
24	แสดงบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนตามรูปแบบ สสวท.....	309
25	แสดงบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนตามรูปแบบการผสมผสาน ระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.....	310

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 รูปแบบการเรียนของ สสวท.	57
2 รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้	59
3 รูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.	61

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การดำรงชีวิตอยู่ในโลกในอนาคตจำเป็นต้องรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะชีวิตในปัจจุบันและอนาคตต้องพึ่งเทคโนโลยี และเทคโนโลยีต้องอาศัยวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานหลัก การดำรงชีวิตโดยคำนึงเพียงแต่ปัจจัยสี่เท่านั้นไม่เป็นการเพียงพอ สิบปนนท์ เกตุทัต (2533 : 4 - 5) ได้ให้เหตุผลที่ต้องรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สรุปได้ดังนี้

1. เป็นพื้นฐานของปัจจัยสี่และความจำเป็นในการดำรงชีวิต จะเห็นว่าวิชาชีพสิกส์เป็นพื้นฐานของปัจจัยสี่ เช่น แรงเกี่ยวกับจุดสมดุลทั้งหลายเป็นพื้นฐานการก่อสร้างอาคาร
2. เป็นปัจจัยเพิ่มเติมที่จะมีส่วนร่วมในการพัฒนาในปัจจุบันและอนาคต ถ้าไม่รู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็เกือบจะไม่มีทางที่จะมีส่วนอยู่ในโลกนี้ได้อย่างมีความสุข

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าไปได้อย่างรวดเร็ว สุภาสินี สุภธีระและคณะ (2533 : 1) ได้กล่าวไว้ว่า ประเทศต่าง ๆ ในโลกที่ได้มีการพัฒนาประเทศ จนมีความก้าวหน้าและความมั่นคงทางเศรษฐกิจ ก็เนื่องมาจากประเทศต่าง ๆ เหล่านั้นตระหนักถึงความสำคัญของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างเศรษฐกิจในสาขาการผลิตทั้งทางด้านการเกษตร อุตสาหกรรม การบริการ ตลอดจนด้านการจัดการ และขีดความสามารถทางเทคโนโลยี ก็เป็นปัจจัยชี้ขาดที่สำคัญของสภาพเศรษฐกิจ สังคม การเมืองและการทหาร ยิ่งกว่าความสำคัญความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ จำนวนของประชากร และความยิ่งใหญ่ของดินแดน

วิชาชีพสิกส์ เป็นวิชาวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ความรู้ด้านฟิสิกส์เป็นพื้นฐานที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในการพัฒนาประเทศให้เจริญ และนำไปสู่การพัฒนาด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) กำหนดให้วิชาชีพสิกส์เป็นวิชาบังคับ 1 รายวิชาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา และวิชาเลือกเสรี เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อในระดับสูงของนักเรียน ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพสิกส์ที่ผ่านมาสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ทำการปรับปรุงหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับระบบการศึกษา มุ่งให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น แต่จากการติดตามผลการใช้หลักสูตรวิชาชีพสิกส์ที่ผ่านมา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ในวิชาชีพสิกส์ของนักเรียนไม่บรรลุตามจุดประสงค์ที่

ตั้งไว้ และประสบปัญหา นักเรียนสอบไม่ผ่านวิชาฟิสิกส์เป็นจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2531 ตามจุดประสงค์หลักทั่วประเทศ 12 เขตการศึกษา พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 50 ซึ่งนับว่าน้อยมาก (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533 : 223) นอกจากนี้ยังมีข้อมูลของสมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (International Association for the Evaluation of Educational Achievement - IEA) ซึ่งการประเมินผลการทดสอบ วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ พบว่า ความสามารถทางวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยทำคะแนนอยู่อันดับท้ายทั้งระดับประถมและมัธยมศึกษา และจากผลการแข่งขันโอลิมปิกทางวิชาการ ในวิชาสำคัญเช่น คณิตศาสตร์ และฟิสิกส์ ก็พบว่าคะแนนของประเทศไทยต่ำกว่าประเทศเวียดนาม และเมื่อพิจารณาการจัดอันดับความเข้มแข็งของประเทศในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดย บรอน (Braun) และคณะในปี 1995 ก็พบว่าประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 48 จาก 50 ประเทศในโลก และวิชาที่คนไทยมีความรู้ความสามารถน้อยมาก คือ คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมีวิเคราะห์ และเทคโนโลยีชีวภาพ (รุ่ง แก้วแดง. 2541 : 73 - 74) จากการวิเคราะห์สภาพการเรียนการสอนในห้องเรียนของประเทศไทยในปัจจุบันโดยใช้เทคนิคของฟลานเดอร์ (Flander) คือการวิเคราะห์เวลาที่ครูพูดกับนักเรียนพูด พบว่าครูจะใช้เวลาในการพูดเป็นเวลานานถึง 10 หรือ 15 นาที แล้วจึงมาถามนักเรียนให้คำตอบสั้นๆ หลังจากนั้นครูก็จะพูดอย่างต่อเนื่องยาวนานไปอีก แล้วจึงให้นักเรียนตอบคำถาม บรรยายภาคในห้องเรียน ส่วนใหญ่เป็นอย่างนี้ ประมาณได้ว่าร้อยละ 70 ถึง 80 ของกิจกรรมการเรียนการสอนในปัจจุบันเป็นการพูด หรือการบรรยายของครู (รุ่ง แก้วแดง. 2541 : 92) ซึ่งคงจะไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน แม้รูปแบบดั้งเดิมนั้นจะใช้ได้ดีในอดีต เนื่องจากในยุคแรก ๆ แหล่งข้อมูลขององค์ความรู้ต่าง ๆ มีอย่างจำกัด แต่ปัจจุบันนี้แหล่งข้อมูลมีมากสามารถหาองค์ความรู้ได้จากแหล่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ประกอบกับศาสตร์ทุกแขนงเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมีวิทยาการใหม่ ๆ เกิดขึ้นตลอดเวลา การเรียนเพื่อพัฒนาสมอง เรียนรู้วิธีคิด เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจึงเหมาะสมกับโลกปัจจุบัน นักการศึกษาหลายคนเชื่อว่า การเรียนรู้ที่ดีจะเกิดจากประสบการณ์หรือการลงมือปฏิบัติ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น มิใช่เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างโดดเดี่ยว ยังมีการสัมพันธ์ถกเถียงแลกเปลี่ยนกับผู้อื่นมากการเรียนรู้ย่อมเกิดขึ้นได้มาก (อุทัย ดุลยเกษม. 2542 : 28 , 46) การออกแบบการเรียนรู้อาจต้องให้เหมาะสมกับผู้เรียน และสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ คือกระตุ้นการตอบสนองต่อผู้เรียน และมีความหลากหลายและพร้อมที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนขณะที่เกิดความสนใจ การเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนและผู้สอนต้องมีลักษณะที่เคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงและมีปฏิสัมพันธ์กัน (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2542 : 22) จากปัญหาและแนวคิดของนักการศึกษาควรนำแนวการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ ๆ มาใช้ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับรายงานการ

วิจัยที่ชี้ให้เห็นว่า การสอนโดยใช้วิธีสอนและเทคนิคใหม่ ๆ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านใดด้านหนึ่งดีกว่าวิธีสอนและเทคนิคแบบเดิม (ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531 : 60) ได้มีนักการศึกษาได้เสนอแนวทางการเรียนรู้ไว้หลายแนว แนวทางหนึ่ง คือ เสนอเป็นรูปแบบของการเรียนรู้ เช่น วัฏจักรการเรียนรู้ จากการศึกษาของนักการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัฏจักรการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กันและส่งผลต่อกันและกัน ดังรายงานการวิจัยของ Cambell ในปี ค.ศ. 1977 ได้ทำการศึกษา พบว่า การสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังพบว่าวัฏจักรการเรียนรู้มีผลทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น (Lawson. 1995 : 423 - 424)

วัฏจักรการเรียนรู้เป็นยุทธวิธีในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน และประเมินผลการเรียนด้วยตัวผู้เรียนเอง นักฟิสิกส์ชาวสหรัฐอเมริกา คือ โรเบิร์ต คาร์พลัส ได้เสนอยุทธวิธีนี้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และช่วยลดความเบื่อหน่ายของการเรียนในห้องเรียน

ในปี ค.ศ. 1992 นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนของการเรียนรู้แบบวัฏจักรออกเป็น 5 ขั้นตอนคือ

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2. การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลองการสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเองโดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะช่วยให้ นักเรียน ได้มีโอกาสปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้จะรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

กระบวนการเรียนการสอนจะเป็นไปอย่างต่อเนื่องกันในลักษณะของวัฏจักร โดยจะเริ่มต้นจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและจบลงโดยการประเมินผล ผลที่ได้ก็จะถูกนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนครั้งต่อไป การเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในสิ่งใหม่ ๆ และช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้มาศึกษาวิจัยเปรียบเทียบกับรูปแบบการสอนของ สสวท. นอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ผสมผสานระหว่างรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้กับรูปแบบของ สสวท. เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการแก้ปัญหาอีกด้วย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคงทนในการเรียนรู้และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการสร้างแผนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยเน้นความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Understanding) ในเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.
3. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.
4. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความสำคัญดังนี้คือ

1. ได้แผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และแผนการสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ที่เน้นความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น ซึ่งครูและผู้ที่เกี่ยวข้องในวงการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนกับนักเรียน

2.. ได้ทราบผลการเรียนรู้ที่ได้จากการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ซึ่งเป็นแนวทางให้ครูวิทยาศาสตร์ได้ปรับปรุงการเรียนการสอนโดยพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสมกับปัญหาและเงื่อนไขที่เกิดขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขต ไว้ดังนี้

1. ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2542

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2542 โดยใช้วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) จำนวน 95 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอน จำแนกเป็น

- (1) รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้
- (2) รูปแบบ สสวท.
- (3) รูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความเข้าใจเชิงมโนทัศน์
- (2) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- (3) ความคงทนในการเรียนรู้ และ
- (4) เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นการสำรวจ (Exploration) ขั้นการอธิบาย (Explanation) ขั้นการลงข้อสรุป (Elaboration) และขั้นการประเมินผล (Evaluation)

2. การเรียนการสอนตามรูปแบบ สสวท. หมายถึง การสืบเสาะหาความรู้ตามแนวที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้คือ ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นกิจกรรมการทดลอง และขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง

3. การเรียนการสอนตามรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. หมายถึง รูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยนำบางส่วนของรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบ สสวท. มาผสมผสานกันได้รูปแบบใหม่ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นการอภิปรายปัญหา/ตั้งสมมติฐาน ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง ขั้นการอธิบาย ขั้นขยายมโนทัศน์ ขั้นทบทวน/สรุป และขั้นการประเมินผล

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นในการศึกษาครั้งนี้ใช้ผลรวมคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น

5. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่จะนำความรู้ทักษะ ตลอดจนประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินสถานการณ์เพื่อใช้ในการคิดแก้ปัญหาใหม่ที่พบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

5.1 การกำหนดปัญหา

5.2 การวิเคราะห์ปัญหา

5.3 การเสนอวิธีแก้ปัญหา

5.4 การวิเคราะห์ผลจากการแก้ปัญหา (Wire. 1974)

6. ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการระลึกและตอบสนองการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องคลื่น ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องคลื่น ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับที่ใช้สอบหลังเรียน โดยทำการทดสอบเมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้ว 3 สัปดาห์

7. เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ท่าทีความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ในเชิงบวกหรือเชิงลบ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำเสนอเป็นแนวทางในการวิจัย ตามลำดับดังนี้

1. หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตศึกษาดอนปลายโดยสังเขป
2. ความรู้เรื่องคลื่น
3. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
4. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้รูปแบบ สสวท.
5. การเรียนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้
6. การเรียนการสอนรูปแบบการผสมผสาน
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการเรียนการสอนรูปแบบ สสวท.
9. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการเรียนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้
10. ความสามารถในการแก้ปัญหา
11. ความสามารถในการแก้ปัญหากับการเรียนการสอนรูปแบบ สสวท.
12. ความสามารถในการแก้ปัญหากับการเรียนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้
13. ความคงทนในการเรียนรู้
14. ความคงทนในการเรียนรู้กับการเรียนการสอนรูปแบบ สสวท.
15. ความคงทนในการเรียนรู้กับการเรียนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้
16. เจตคติ
17. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์
18. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับการเรียนการสอนรูปแบบ สสวท.
19. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับการเรียนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้
20. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
21. วิเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอน
22. สมมติฐานการวิจัย

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตศึกษาดอนปลายโดยสังเขป

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2538)

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย มีหลักการดังนี้

1. เป็นการศึกษาเพื่อเพิ่มความรู้และทักษะเฉพาะด้านที่สามารถนำไปประกอบอาชีพให้สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและสังคม
2. เป็นการศึกษาที่สนองต่อการพัฒนาอาชีพในท้องถิ่น หรือการศึกษาต่อ
3. เป็นการศึกษาที่ส่งเสริมการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต ท้องถิ่น และประเทศชาติ

จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย

การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาคุณภาพชีวิต และให้สามารถทำประโยชน์ให้กับสังคมตามบทบาทและหน้าที่ของตนในฐานะพลเมืองดีตามระบอบการปกครองแบบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข โดยให้ผู้เรียนได้พัฒนาเชาว์ปัญญา มีความรู้ และทักษะเฉพาะด้านตามศักยภาพ เห็นช่องทางในการประกอบอาชีพ ร่วมพัฒนาสังคมด้วยแนวทางและวิธีการใหม่ๆ และบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม

จุดประสงค์กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

โครงสร้างที่ 2

สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ ให้เลือกรายวิชาต่อไปนี้

วิชาบังคับ

วิชาบังคับเลือก

ว 421 ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 431 เคมี	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 441 ชีววิทยา	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้

วิชาเลือกเสรี

ว 021 ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 022 ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 023 ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 024 ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 025 ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2 หน่วยการเรียนรู้
ว 031 เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 032 เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 033 เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 034 เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 035 เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 041 ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 042 ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 043 ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 044 ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 045 ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ว 046 หลักการเบื้องต้นในการ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.0 หน่วยการเรียนรู้
ว 047 ความรู้พื้นฐานทาง เทคโนโลยีชีวภาพ	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.0 หน่วยการเรียนรู้

ความรู้เรื่องคลื่น

คลื่นคือพลังงานที่ถูกถ่ายทอดจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง และมีคุณสมบัติเฉพาะตัว เช่น มีการรบกวนภายในตัวคลื่น และคลื่นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลางนั้น ๆ คลื่นจะถ่ายทอดพลังงานจากแหล่งกำเนิดคลื่นไปยังจุดสุดท้ายที่คลื่นสามารถเคลื่อนที่ไปถึง ดังนั้นคลื่นจึงสามารถทำงานได้ ตัวอย่างเช่น คลื่นเสียงสามารถทำให้เยื่อหูสั่น ทำให้เกิดความรู้สึกการได้ยินขึ้น คลื่นจากดวงอาทิตย์สามารถทำให้เกิดความร้อนและแสงสว่างขึ้นบนพื้นโลก คลื่นวิทยุสามารถทำให้อิเล็กทรอนิกส์ในสายอากาศของเครื่องรับเกิดการสั่น ทำให้สามารถรับสัญญาณของคลื่นได้ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าการเคลื่อนที่แบบคลื่นนี้ปรากฏอยู่รอบตัวเรามากมาย เช่น คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นเสียง คลื่นแสง คลื่นวิทยุ รังสีเอกซ์ เป็นต้น

ชนิดของคลื่นแบ่งตามลักษณะการสั่นของอนุภาคตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านไปกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นแล้วอาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ คลื่นตามขวางและคลื่นตามยาว

1. คลื่นตามขวาง คือ คลื่นที่ผ่านเข้าไปในตัวกลางแล้วจะทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น ตัวอย่างเช่น คลื่นในเส้นเชือก คลื่นในสายกีตาร์ เป็นต้น คลื่นน้ำเป็นทั้งคลื่นตามขวางและเป็นคลื่นตามยาว ดังจะเห็นได้จากเมื่อทำให้เกิดคลื่นขึ้นที่ผิวน้ำในทะเลสาบแล้ว คลื่นจะเคลื่อนน้ำไปตามผิวน้ำ ทำให้เรือหรือวัตถุที่ลอยน้ำอยู่มีการเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นนั้น

วิธีหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาคลื่นตามขวาง คือ พิจารณาจากคลื่นที่เกิดในเส้นเชือก โดยเอาปลายเชือกข้างหนึ่งผูกติดกับฝาผนัง แล้วสลับปลายเชือกอีกข้างหนึ่งโดยเร็ว 1 ครั้ง จะเกิดคลื่นขึ้น 1 คลื่น คลื่นนี้จะวิ่งไปตามเส้นเชือกเข้าหาฝาผนังและถ้าเราสลับเชือกขึ้นลงอย่างต่อเนื่องกันไปก็จะเกิดคลื่นหลาย ๆ คลื่นวิ่งเข้าฝาผนัง

คลื่นตามขวางอีกชนิดหนึ่งที่มีลักษณะพิเศษมากกว่าที่กล่าวมาคือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) กล่าวคือ เป็นคลื่นที่เคลื่อนที่แผ่ออกไปโดยไม่ต้องการตัวกลางในการเคลื่อนที่ ตัวอย่างเช่น คลื่นแสงจากดวงอาทิตย์สามารถเคลื่อนที่ผ่านสุญญากาศมายังโลกเราได้ นอกจากนี้ยังมีคลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ คลื่นเรดาร์ รังสีอินฟราเรด รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา เป็นต้น

คลื่นตามยาว คือ คลื่นที่ผ่านเข้าไปในตัวกลางสั่นในแนวเดียวกับทิศทางของการเคลื่อนที่ของคลื่น ตัวอย่างเช่น คลื่นเสียง เป็นต้น เมื่อคลื่นตามยาวเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในตัวกลางแล้วจะทำให้โมเลกุลของตัวกลางเกิดมีส่วนอัด (Compression) และส่วนขยาย (Rarefaction) ขึ้นสลับกันไปอย่างต่อเนื่อง เช่น เมื่อเคาะส้อมเสียงในอากาศจะทำให้ส้อมเสียงสั่น คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นก็จะเคลื่อนที่ผ่านไปในตัวกลางอากาศนั้น ทำให้โมเลกุลอากาศเกิดการอัดแน่น ในบางส่วน

บริเวณที่โมเลกุลอยู่กันอย่างหนาแน่นเรียกว่า ส่วนอัด ส่วนบริเวณที่โมเลกุลของตัวกลางอยู่กันอย่างห่าง ๆ เรียกว่า ส่วนขยาย

หลักการซ้อนทับ (Superimposition Principle)

เมื่อคลื่น 2 ขบวนหรือมากกว่าขึ้นไปเคลื่อนที่ไปในตัวกลางเดียวกันในเวลาเดียวกัน คลื่นเหล่านั้นจะรวมกันเป็นคลื่นเดียวเรียกว่า คลื่นรวม และจากการที่คลื่นหลาย ๆ คลื่นเข้ารวมกันเป็นคลื่นเดียวจะทำให้เกิดการแทรกสอด (Interference) ขึ้น ถ้าคลื่น 2 ชุดทำให้อนุภาคของตัวกลางมีการกระจัดไปทางเดียวกันแล้ว จะทำให้คลื่นรวมมีการกระจัดลัพธ์เพิ่มขึ้นและการกระจัดลัพธ์จะเท่ากับผลบวกของการกระจัดของคลื่นทั้งสอง เรียกว่า การแทรกสอดแบบเสริมกัน (Constructive Interference)

ถ้าคลื่น 2 ขบวนทำให้อนุภาคตัวกลางมีการกระจัดในทิศตรงกันข้ามแล้วจะทำให้คลื่นรวมมีการกระจัดลดลง และการกระจัดจะเท่ากับผลลบของการกระจัดของคลื่นทั้งสอง เรียกว่า เกิดการแทรกสอดแบบหักล้างกัน (Destructive Interference)

การสะท้อนของคลื่น (Reflection of Wave)

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดคลื่นไปชนเข้ากับสิ่งกีดขวางใด ๆ คลื่นจะมีการสะท้อนกลับ วิธีทดลองให้เห็นได้ง่าย ๆ คือ ใช้นิ้วจุ่มลงในน้ำในภาครูปสี่เหลี่ยมยกนิ้วมือลงจุ่มน้ำให้เป็นจังหวะติดต่อกันไปจะเกิดคลื่นวงกลมเคลื่อนที่ไล่ตามกันไปจากจุดกำเนิดคลื่น และไปชนกับผนังของภาคน้ำ จะเห็นคลื่นน้ำสะท้อนกลับออกมา โดยหน้าคลื่นของคลื่นสะท้อนยังคงเป็นวงกลมที่ค่อย ๆ แผ่ขยายออกโดยมีจุดศูนย์กลางของวงกลมอยู่นอกภาคน้ำออกไป และสรุปเป็นกฎการสะท้อนคือมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

การหักเหของคลื่น (Refraction of Wave)

การหักเห คือ ปรากฏการณ์ที่คลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปสู่อีกตัวกลางหนึ่ง แล้วทำให้ทิศของการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากเดิม

ในกรณีของคลื่นน้ำนั้น ความเร็วของคลื่นน้ำจะขึ้นอยู่กับความลึกของน้ำ กล่าวคือ ความเร็วของคลื่นน้ำบริเวณน้ำตื้นจะลดน้อยลง สาเหตุเพราะมีความเสียดทานเกิดขึ้นระหว่างน้ำกับพื้นดินใต้น้ำ ดังนั้นถ้าคลื่นน้ำเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกไปยังน้ำตื้นแล้วความเร็วของน้ำจะลดลง และทำให้ความยาวคลื่นมีค่าลดลงด้วย ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นจึงเปลี่ยนไปด้วย คือเกิดการหักเหของคลื่นขึ้น

จากความจริงที่ว่าเมื่อน้ำยิ่งตื้นมากขึ้น ความเร็วของคลื่นจะยิ่งลดลงนั้น อาจนำไปอธิบายเกี่ยวกับคลื่นในทะเลได้ว่า ทำไมเมื่อตอนที่คลื่นเคลื่อนที่เข้าใกล้ชายฝั่งจะมีแนวขนานกับชายฝั่งทะเลนั้นเสมอ พิจารณาพื้นที่บริเวณชายหาดนั้นจะเห็นได้ว่าค่อย ๆ ลาดลงไปในทะเลคือน้ำทะเลจะค่อย ๆ ลึกมากทุกที่เมื่อห่างจากชายฝั่งออกไป สมมติมีคลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งโดยมีแนวทำมุมขนาดหนึ่งกับชายฝั่ง ส่วนของคลื่นที่อยู่ใกล้ชายฝั่งจะอยู่ในบริเวณที่ตื้นกว่า จึงมีความเร็วน้อยกว่าส่วนของคลื่นที่อยู่ไกลออกไปในทะเล หรือกล่าวในทางกลับกันคือส่วนของคลื่นที่อยู่ไกลจะมีความเร็วมากกว่าส่วนของคลื่นที่อยู่ใกล้ฝั่ง ผลก็คือทำให้แนวคลื่นทั้งสองแนวค่อย ๆ เบนเข้าหาฝั่งโดยมีแนวขนานกับชายฝั่ง

การเลี้ยวเบนของคลื่น (Diffraction of Wave)

การเลี้ยวเบนเป็นปรากฏการณ์ที่คลื่นเคลื่อนที่อ้อมสิ่งกีดขวาง ตัวอย่างเช่น คลื่นเสียงเกิดการเลี้ยวเบนของคลื่นตรงมุมตึก ทำให้เราได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงได้โดยที่เราไม่ได้เห็นแหล่งกำเนิดเสียงเลย คลื่นน้ำก็เช่นกัน เมื่อเคลื่อนที่ตกกระทบกับสิ่งกีดขวางจะเกิดการเลี้ยวเบนของคลื่นขึ้นทางด้านหลังของสิ่งกีดขวาง

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method)

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาและนักวิจัยได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้ คือ

กัสแลนด์ และสโตน (Kuslan and Stone. 1969 : 138 - 139) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่ครูและนักเรียนได้ศึกษาปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และด้วยจิตใจวิทยาศาสตร์ หรืออาจให้นิยามเชิงปฏิบัติการของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการสอนที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การประมาณค่า การทำนาย การเปรียบเทียบ การจำแนกประเภท การทดลอง การสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การวิเคราะห์ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปนักเรียนและครูมีความเคยชินในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเป็นนิสัย

2. เวลาไม่ใช่สิ่งสำคัญ ไม่ต้องรีบร้อนสอนให้จบตามหัวข้อ ให้ทันตามกำหนด ไม่ต้องเร่งรัดเวลา

3. นักเรียนต้องไม่ทราบคำตอบล่วงหน้า ควรเลือกหนังสือและคู่มือที่ถามคำถามเป็นปัญหาและเสนอแนะแนวทางในการหาคำตอบ แต่ไม่บอกคำตอบ

4. นักเรียนมีความสนใจที่จะหาคำตอบ

5. เนื้อหาในการสืบเสาะหาความรู้ไม่จำเป็นต้องต่อเนื่อง หรือสัมพันธ์กับเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนแล้วหรือกำลังจะเรียนต่อไป

6. การเรียนการสอนเน้นคำถามคำว่า “ทำไม” ตัวอย่างคำถาม เช่น เราทราบได้อย่างไร

7. ปัญหาบางอย่างจำเป็นต้องระบุให้ชัดเจน และตั้งปัญหาให้แคบเข้ามาจนพอที่จะให้นักเรียนแก้ปัญหาในชั้นเรียนได้

8. ให้นักเรียนในชั้นเรียนช่วยกันตั้งสมมติฐานเพื่อเป็นแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้

9. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเสนอแนวทางในการเก็บข้อมูลจากการทดลอง การสังเกต การอ่าน และแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้อื่น ๆ

10. มีการร่วมมือกันในการประเมินแนวทางในการปฏิบัติการ ระบุข้อสันนิษฐาน ข้อจำกัด และความยากให้ชัดเจนทุกครั้ง

11. นักเรียนทำการสำรวจ เก็บข้อมูล โดยช่วยกันทำเป็นกลุ่มเล็ก ทำทั้งชั้น และทำเป็นรายบุคคล ในการเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

12. นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้ และนำไปสู่การสรุปข้อสมมติฐาน และใช้ความพยายามที่จะหาคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ได้

13. ข้อสรุปและคำอธิบายต่าง ๆ เป็นประโยชน์ในการนำไปสู่หัวข้อ เนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์

กู๊ด (Good. 1973 : 303) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่มีลักษณะสำคัญ 2 ประการคือ นักเรียนเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้นและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนั้น

วีระยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 11) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการแสวงหาความจริง เพื่อนำไปสู่การค้นพบธรรมชาติ และนำกฎเกณฑ์ที่ค้นพบนั้นมาประยุกต์ใช้

วีระ ไทยพานิช (2529 : 149) ได้กล่าวถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนสำรวจ สืบสวนค้นหาข้อมูล สิ่งที่ค้นพบและหาทางแก้ปัญหาในสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้แบบเปิด โดยครูให้คำแนะนำเพียงเล็กน้อย จุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อสอนนักเรียนถึงกระบวนการของการสืบเสาะค้นหาคำตอบที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหาซึ่งเขาประสบอยู่ หรือจะพบในอนาคต

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2527 : 25) กล่าวว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีจุดมุ่งหมายหลายประการดังนี้ คือ

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้คำถามในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการสังเกต
3. เพื่อให้ผู้เรียนเห็นปัญหา และวิเคราะห์ปัญหด้วยตนเอง โดยวิเคราะห์จากเหตุไปหาผล

4. เพื่อให้ผู้เรียนอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ได้
5. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้
6. เพื่อเพิ่มแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน
7. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำหลักการ กฎเกณฑ์ที่ค้นพบไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครุมีบทบาทสำคัญในการจัดสภาพการเรียนรู้การสอน ให้เอื้อต่อกระบวนการสืบสวนและค้นหาคำตอบที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหาที่เขา กำลังประสบอยู่หรือจะพบในอนาคต เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่สนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีรากฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาของ เพียเจต์ (เสริมศรี เสวตามร และสาส์น งามศิริ. 2521 : 69 ; อ้างอิงมาจาก Piaget n.d.) เรื่องพัฒนาความคิดของคนมี 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การดูดซึม (Assimilation) หมายถึง การเร้าให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในชั้นเรียน แล้วใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิดให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ และเมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายปัญหาได้จะเป็นการนำไปสู่ขั้นที่ 2

ขั้นที่ 2 ขั้นการปรับปรุง (Accommodation) หมายถึง การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเดิม เพื่อการเรียนรู้สิ่งใหม่โดยการนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างใหม่ เกิดขึ้นเมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายความรู้ใหม่ได้ ถ้าไม่ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเดิม

หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามที่สุวัฒน์ นิยมคำ (2517 : 125 - 126) ได้เสนอไว้มี 3 ข้อดังนี้

1. ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาคำถามนั้น ๆ มากกว่าการบอกให้รู้

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนอยากเรียนไม่ใช่บีบบังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงหรือมีความคิดเห็นของตนได้มากที่สุด

จากหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ดังกล่าวแสดงว่า ถ้านักเรียนมีโอกาสเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมของการเรียนการสอนมากที่สุดเท่าที่สามารถของเขายทำได้ จะช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดหลักต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อันจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

เทคนิคในการสอน

เอสเลอร์ (Esler. 1984 : 49 - 57) ได้กล่าวถึงเทคนิคในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มี 3 แนวทางคือ แนวทางการใช้เหตุผล (The Rational Approach) แนวทางการค้นพบ (The Discovery Approach) และแนวทางการใช้การทดลอง (The Experimental Approach)

1. แนวทางการใช้เหตุผล (The Rational Approach)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการใช้เหตุผลนั้น ครูต้องชี้นำนักเรียนให้สรุปเป็นหลักการทั่วไป (Generalization) ได้โดยการใช้เหตุผล โดยปกติแล้วครูถามคำถามและให้แรงจูงใจแก่นักเรียนในการตอบคำถาม จนกระทั่งนักเรียนตอบสรุปเป็นหลักการทั่วไปได้ตามที่ต้องการ

2. แนวทางการค้นพบ (The Discovery Approach)

ครูวิทยาศาสตร์ควรพยายามที่จะให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการพบปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ด้วยตนเอง ซึ่งตามแนวทางของทฤษฎีของเปียเจต์แล้วโอกาสในการค้นพบจะมีมากที่สุดเมื่อนักเรียนแต่ละคนได้จัดกระทำกับสื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ และเก็บข้อมูลเอง

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการค้นพบ มี 2 แนวทาง ได้แก่ การสอนที่ไม่แนะแนวทาง และการสอนที่แนะแนวทาง

การสอนโดยใช้แนวทางการค้นพบและแบบไม่แนะแนวทาง (Pure Discovery) เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูไม่แนะแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้ให้กับนักเรียน ครูเป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละคน แล้วให้นักเรียนได้จัดกระทำกับวัสดุอุปกรณ์เหล่านี้ ครูไม่ต้องแนะแนวทางอะไรในการใช้อุปกรณ์เหล่านี้ ยกเว้นกรณีที่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของนักเรียนและการระวังรักษาอุปกรณ์ นักเรียนแต่ละคนจะได้จัดกระทำกับสื่ออุปกรณ์และการเรียนรู้ตามความสามารถของตนเองในเวลาที่ไม่เท่ากัน ในระหว่างการเรียนรู้แบบที่ครูไม่แนะแนวทางนี้

นักเรียนแต่ละกลุ่มในชั้นเรียนอาจสืบเสาะหาความรู้ในปัญหาที่ต่างกัน ครูทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา และเสนอแนะให้นักเรียนคิด ครูเดินดูการทำงานของนักเรียนที่ละกลุ่ม บางกลุ่มครูอาจต้องช่วย ในการตั้งปัญหาให้ชัดเจนโดยให้กลุ่มพิจารณาจากข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ บางกลุ่มที่ได้สมมติฐานแล้ว ครูก็อาจถามกลุ่มว่าแล้วเราจะทดสอบสมมติฐานได้อย่างไร ในแต่ละกลุ่มจะค้นพบสิ่งต่าง ๆ ที่ เกี่ยวกับปัญหาของเขาและใช้วิธีการของเขาเอง ในตอนท้ายของบทเรียนแต่ละกลุ่มมารายงานสิ่งที่ ค้นพบให้เพื่อนในชั้นเรียน ครูผู้สอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการค้นพบแบบไม่แนะ แนวทางนี้ต้องเป็นผู้ที่อดทนต่อเสียงรบกวนการเดินทางไปมาของนักเรียน และคำถามต่าง ๆ ของ นักเรียน ครูจะต้องไม่ตอบคำถามตรง ๆ แต่ครูจะต้องช่วยนักเรียนให้ปรับแนวคิดและการสำรวจ หาข้อมูลใหม่เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามของตนเองให้บ่อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

การสอนโดยใช้แนวทางการค้นพบแบบแนะแนวทาง (Guided Discovery) เป็น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูแนะแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้ให้กับนักเรียน ครูบางคน ต้องการให้นักเรียนได้ค้นพบปัญหาที่คล้ายกัน มีประสบการณ์ที่เหมือนกัน ปริมาณของการแนะ แนวทางของครูในการสอนวิธีนี้โดยปกติแล้วจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสอนและเวลาที่ใช้ ในการสอน ครูจะต้องคอยเตือนตัวเองในระหว่างการสอนว่าจะต้องไม่ใช้คำถามหรือเสนอแนะใด ๆ ที่จะไปทำให้กระบวนการค้นพบอย่างอิสระของนักเรียนลดต่ำจากระดับที่ได้วางแผนไว้ตั้งแต่แรก ในการสรุปบทเรียนในการค้นพบแบบแนะแนวทางนั้น

3. แนวทางการใช้การทดลอง (The Experimental Approach) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการใช้การทดลอง เป็นการสอนโดยใช้การทดลองในการพิสูจน์ข้อความ หรือสมมติฐานว่าเป็นจริง และหาแนวทางที่จะใช้ในการทดลองเพื่อที่จะทดสอบข้อความนั้น นักเรียนอาจกล่าวว่า “ลูกบอลที่หนักย่อมตกเร็วกว่าลูกบอลที่เบากว่า เราจะทดสอบข้อความนี้ได้ อย่างไร” หรือนักเรียนอาจถามว่า “ผ้าหรือกระดาษสิ่งใดจะดูดซับน้ำได้มากกว่ากัน” เราจะหา คำตอบได้อย่างไร” ในการสอนโดยใช้แนวทางการทดลอง จำเป็นต้องวางแผนในการทดสอบ ข้อความว่าเป็นจริงหรือสำหรับการตอบคำถาม ต้องมีการอภิปรายและตัดสินใจว่าจะทดสอบโดยใช้ สื่ออุปกรณ์อย่างใด เมื่อมีการวางแผนในการทดสอบแล้วจึงเริ่มทำการทดลองตามแผน

ขั้นตอนการสอน

พรหมิ ภาวุธตานนท์ (2528 : 33 - 34) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตาม แนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้พิจารณากิจกรรมสำคัญใน กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยแบ่งขั้นตอนการเรียนการสอน ออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนดปัญหาหรือแนวทางให้นักเรียนคิดออกแบบการทดลองหรือตั้งสมมติฐาน และหาวิธีการเพื่อทดสอบสมมติฐาน ผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้เป็นการช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น

2. การทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในการที่จะไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้รู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น ถึงแม้ว่าการทดลองจะเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม ในบางครั้งครูอาจดำเนินการสอนไปตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยไม่มีการทดลองก็ได้ แต่ทั้งนี้กิจกรรมที่นำมาแทนในส่วนนี้ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่มีอยู่ก่อนอภิปรายสรุปหรือการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปรายสรุปผล ดังนั้นในการการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเกิดขึ้นโดยไม่มีการทดลองเลยก็ได้

3. การอภิปรายหลังการทดลอง ต้องพยายามตั้งคำถาม เพื่อนักเรียนไปสู่ข้อสรุปหรือแนวคิดหรือหลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น ๆ และแม้ว่าผลการทดลองของนักเรียนจะต่างไปจากของเพื่อน ๆ นักเรียนก็หาเหตุผล ซึ่งได้จากการสังเกตอย่างละเอียดในระหว่างทำการทดลองนั้น มาอธิบายว่าเป็นเพราะเหตุใด

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนว สสวท.

ในการปรับปรุงหลักสูตรใหม่ล่าสุด ที่ประกาศใช้ในปี 2533 หนังสือคู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 : ช-ฉ) ได้กล่าวถึงการการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนว สสวท. โดยสรุปว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนว สสวท. ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนใหญ่ คือ ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นการทดลอง และขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง

กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ สสวท. แต่ละขั้นตอนประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นอภิปรายปัญหา ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐาน ครูชี้แจงวิธีปฏิบัติการทดลอง พร้อมทั้งข้อควรระวัง ข้อควรสังเกตในการทดลอง หรือวิธีรวบรวมข้อมูล
2. ขั้นการทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามกิจกรรมและวิธีการในแบบเรียน กรณีเนื้อหาในบทเรียนไม่มีการทดลองจะใช้การอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน

3. ขั้นตอนิปรายหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเป็นหลักการหรือนิทัศน์ตามวัตถุประสงค์

การเรียนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

Kaplan และคณะ ได้นำเสนอการเรียนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study : SCIS) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การสำรวจ (Exploration หรือ Concept Exploration) นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่เกี่ยวกับรูปธรรม เช่น วัตถุหรือเหตุการณ์ (SCIS, 1974) ซึ่ง Lawson และ Renner (1975) อธิบายระยะนี้ด้วยคำว่า Differentiation กล่าวคือ นักเรียนจะได้พบสิ่งเร้าใหม่ ๆ โดยการดูซึมประสบการณ์ และอาจถูกทำให้อยู่ในสภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) (Kaplan, 1977 : 174) สอดคล้องกับทัศนะของสวีสน์ นิยมคำ (2531) และ Marek และคณะ (1990) ที่กล่าวว่า การนำทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ของ Piaget มาใช้คือ การทำให้นักเรียนขาดสมดุลก่อนเพื่อนำเข้าสู่สมดุลใหม่อีกครั้งหนึ่ง ส่วนประสบการณ์ที่กล่าวถึงควรมีคุณสมบัติในการกระตุ้นให้เกิดนิทัศน์หรือเป็นภาระงานที่ท้าทาย มีลักษณะปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนใช้วิธีแก้ไขที่หลากหลาย (Barman, 1992) เช่น การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การวัด การทดลอง การแปลความหมายข้อมูล การพยากรณ์และการรวบรวมข้อมูล จากสื่อที่ครูนำเสนอ ส่วนครูมีบทบาทเป็นผู้ช่วยเหลือ โดยการแนะนำหรือตอบคำถามของนักเรียนเท่าที่จำเป็น (Marek และคณะ, 1990) ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดที่อยู่ในขอบข่ายของเรื่องที่จะเรียน ได้แก่ การแนะนำนิทัศน์ใหม่ หรือคำศัพท์ใหม่ เป็นต้น

2. การเกิดความคิด (Invention หรือ Concept Introduction หรือ Clarification) นุพชาติ ทัพทิกธน์ (2535) กล่าวว่า เป็นระยะที่ผู้เรียนลงความเห็นหรือกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุและเหตุการณ์ที่ประสบอยู่นั้น ซึ่ง คาร์พลัส (Kaplan, 1977 : 174) และบาร์แมน (Barman, 1992) ระบุว่าเริ่มจากการเสนอนิทัศน์หรือหลักการใหม่ หรือคำอธิบายเสริมเพื่อช่วยให้นักเรียนประยุกต์รูปแบบการใช้เหตุผลในประสบการณ์ของเขา แต่ก็เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตน (Meichtry, 1992) นั่นคือครูและนักเรียนช่วยกันนิยามนิทัศน์ โดยอาจใช้สื่อการเรียนการสอนช่วยก็ได้ ดังที่ มาร์เรกและคนอื่น ๆ (Marek and others, 1990) เห็นว่าในระยะนี้นักเรียนเป็นผู้จัดการกับข้อมูลโดยการแนะนำของครูเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจหรือสมนัยกับคำว่าคำอธิบายของครูอีกทั้ง ลอร์สัน และเร็นเนล (Lawson and Renner, 1975 : 339) ติความว่าคล้ายคลึงกับการสร้างความรู้ความคิดของ เปียเจต์ (Piaget) และถือว่าสภาวะไม่สมดุลยังคงอยู่ จุดสำคัญ

ในการสร้างมโนทัศน์ไม่ใช่ให้มโนทัศน์แก่นักเรียนจดจำ แต่ควรเป็นไปตามทักษะของกลาสสัน และลาลิค (Glasson และ Lalik. 1993 : 203) ที่กล่าวสรุปว่าความรู้ความเข้าใจเป็นเรื่องเกี่ยวกับการหลอมรวมประสบการณ์ทั้งหลายและการจัดรวบรวมความกระจำของสารสนเทศที่ปรากฏในชั้นเรียน จึงใช้คำว่า Clarification ในการเรียนระยะนี้ ดังนั้นกิจกรรมการเรียนรู้ควรหลากหลายเพื่อช่วยให้นักเรียนขยายมโนทัศน์

3. ระยะการค้นพบ (Discovery หรือ Concept Application) เป็นระยะที่นักเรียนนำความรู้มโนทัศน์ หรือทักษะที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์อื่นโดยการยกตัวอย่างเพื่อแสดงมโนทัศน์ที่รู้นั้น (บุปผชาติ ทพิทกรรม. 2535) ดังที่ ลอว์สัน และเรนเนอร์ (Lawson and Renner. 1975 : 340) ยกตัวอย่างว่านักเรียนที่เข้าใจเรื่องกลุ่มสิ่งมีชีวิต (Communities) ควรอธิบายกลุ่มสิ่งมีชีวิตในป่า กลุ่มสิ่งมีชีวิตในทะเลทราย และกลุ่มสิ่งมีชีวิตในทุ่งหญ้าได้ เป็นต้น ซึ่งถือว่าเป็นการเสริมแรง และ/หรือทำให้ได้ความรู้ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น หรือขยายความเข้าใจให้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่การนำไปใช้ในชีวิตประจำวันโดยครูอาจให้ทำการทดลองเพิ่มเติม ให้การบ้านให้แก้ปัญห่อื่น ๆ จนกระทั่งนักเรียนสามารถจัดรวบรวมมโนทัศน์ที่มีอยู่ไปสู่การใช้มโนทัศน์เชิงนามธรรม ซึ่งแสดงออกได้ทางภาษา นั่นคือ นักเรียนเกิดการควบคุมพฤติกรรมตนเองได้ อย่างไรก็ตาม ลอว์สัน (Lawson) ได้แสดงความเห็นว่ากิจกรรมระยะนี้ยังสามารถช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนช้าหรือยังไม่เข้าใจสิ่งที่ครูได้อธิบายไปแล้ว โดยคาร์ปลัส (Karplus. 1977) ข้อสังเกตว่าอาจอาศัยเวลาและประสบการณ์เพิ่มขึ้น

Lawson สรุปรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรว่าตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา มีข้อได้เปรียบกว่าการสอนอื่น ๆ ดังเห็นได้จากการเรียนแบบค้นพบในระยะการสำรวจ มีการเรียนจากการอธิบายในระยะการเกิดความคิด และได้ฝึกหรือทบทวนในระยะการค้นพบ ซึ่งทั้ง 3 ระยะ นำนักเรียนไปสู่ภาวะสมดุลโดยได้สนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคล

ต่อมาได้มีกลุ่มนักการศึกษาได้นำวิธีการนี้มาใช้และมีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนในการเรียนการสอนเพิ่มขึ้นอีกมากมาย เช่น รายละเอียดต่อไปนี้

โคเฮน, สเตล และโฮเรค (Cohen, Staley and Horak. 1989 : 114 - 120) ได้แบ่งขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ การสำรวจ (Exploration) การแสดงออก (Expression) การให้นิยามหรือชื่อ (Labelling) การนำไปใช้ (Application) ดังนี้

1. การสำรวจ (Exploration) ขั้นการสำรวจเป็นการให้นักเรียนมีประสบการณ์เพื่อหาค้นมโนทัศน์ใหม่หรือกระบวนการโดยการทำกิจกรรมที่เป็นรูปแบบกับแนวความคิดที่สำคัญ ครูอาจเริ่มต้นบทเรียนโดยการสาธิตอย่างสั้น ๆ ให้ดูภาพยนตร์ วีดีโอ การอ่าน การบรรยาย

เป็นต้น เพื่อจูงใจให้นักเรียนสนใจและที่สำคัญคือต้องการให้ได้มีประสบการณ์อย่างเป็นรูปธรรม กับมโนคติที่สำคัญหรือกระบวนการ ก่อนที่จะให้พยายามบอกชื่อหรือให้นิยามของมโนทัศน์หรือ กระบวนการโดยปากเปล่าหรือโดยการเขียน ประสบการณ์ในขั้นการสำรวจเป็นการจัดบริบทใน การหาความหมาย ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นก่อนจะให้นิยามหรือชื่อ โดยส่วนใหญ่แล้วการที่ให้นิยามหรือ ชื่อโดยไม่มีประสบการณ์นั้นเป็นการเสียเวลา และไม่มี ความหมายต่อนักเรียน หรือทำให้นักเรียน ได้พัฒนาความคิดในระดับต่ำสุด การสำรวจแบ่งออกเป็น 3 แบบ แต่ละแบบเป็นการจัดให้ นักเรียนได้มีประสบการณ์อย่างเป็นรูปธรรมกับมโนทัศน์หรือกระบวนการ ดังนี้

1.1 การสำรวจแบบปลายเปิด (Open - Ended) โดยปกติแล้วครูจะจัดสื่ออุปกรณ์ ให้นักเรียนชุดหนึ่ง ให้นักเรียนได้จัดกระทำกับสิ่งนั้น ในกรณีนี้ครูต้องทราบว่าไม่ว่านักเรียนจะ จัดกระทำกับสื่ออุปกรณ์อย่างไร นักเรียนจะต้องได้มโนทัศน์ซึ่งเป็นจุดประสงค์ของบทเรียน

1.2 การสำรวจแบบแนะแนวทาง (Directed) ครูจัดสื่ออุปกรณ์หรือชุดกิจกรรมให้ นักเรียนคราวนี้ครูแนะแนวทางการทำกิจกรรมหรือจัดกระทำกับสื่อให้นักเรียน เพื่อให้แน่ใจว่าเมื่อนักเรียนได้มีประสบการณ์ทำกิจกรรมแล้วทำให้ได้มโนทัศน์หรือกระบวนการซึ่งเป็นจุดประสงค์ ของบทเรียน

1.3 การสำรวจแบบสังเกต (Observational) ในกรณีนี้ให้นักเรียนทำกิจกรรมเพียง สังเกตเหตุการณ์หรือกระบวนการ ตัวอย่างเช่น มโนคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ชีวภาพ นักเรียนมี ประสบการณ์โดยการสังเกตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงของสิ่งมีชีวิต)

2. การแสดงออก (Expression) ขั้นการแสดงออกเป็นการให้โอกาสนักเรียนที่จะ แสดงออกถึงความเข้าใจได้มีประสบการณ์จากขั้นการสำรวจ ขั้นการแสดงออกนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ คือ

2.1 เพื่อช่วยให้นักเรียนเริ่มคิดถึงสิ่งที่สำคัญที่ได้จากการมีประสบการณ์ในขั้นตอน แรก และเริ่มที่จะนำมาสร้างเป็นรูปแบบแนวคิดให้ได้เป็นมโนทัศน์หรือกระบวนการที่จะนำเสนอ

2.2 เพื่อเป็นข้อมูลให้ครูได้ทราบถึงความเข้าใจและความพร้อมของนักเรียนสำหรับ ขั้นการให้นิยามหรือชื่อ มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับสมองและการพัฒนาเกี่ยวกับประสาทสมองเสนอแนะ ว่าโอกาสในการใช้พฤติกรรมการแสดงออกหลาย ๆ แบบ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเรียนรู้ และมีการพัฒนาเกิดขึ้น

3. การให้นิยามหรือชื่อ (Labelling) ขั้นการให้นิยามหรือชื่อเป็นการให้คำนิยามหรือ ให้ชื่อ โดยครูเป็นผู้ให้หรือแหล่งวิทยาการอื่น เป็นต้นว่า จากตำรา ภาพยนตร์ วิทยากร เป็นผู้ให้ จากประสบการณ์ที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ หรือกระบวนการที่มีมาก่อนในขั้นการสำรวจ โดยปกติแล้ว จะต้องมีการให้ตัวอย่างเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือกระบวนการเพิ่มเติมในตอนนี้อย่างไรก็ตาม

มากขึ้นต่อประสบการณ์ และการแสดงออกที่ผ่านมา ในขั้นตอนนี้อาจมีการตั้งคำถามใหม่เพื่อให้มีการสืบเสาะหาความรู้ในการเรียนรู้แบบวัฏจักรอื่นต่อไป

4. การนำไปใช้ (Application) ขั้นตอนนี้การนำไปใช้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าใจมโนทัศน์หรือกระบวนการได้ดีขึ้นโดยการนำเอามโนทัศน์หรือกระบวนการไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ การนำเอาไปใช้ซ้ำเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ใช้นิยามหรือชื่อในบริบทที่เหมาะสม และเป็นการช่วยให้จดจำมโนทัศน์หรือกระบวนการนั้นได้นาน กิจกรรมขั้นการนำไปใช้สามารถใช้เป็นประสบการณ์ขั้นการสำรวจ สำรวจมโนทัศน์หรือกระบวนการใหม่ที่เกี่ยวข้อง และการจัดกิจกรรมขั้นการนำไปใช้ อาจมีมากกว่า 1 ครั้ง ก่อนที่จะเรียนรู้แบบวัฏจักรอื่นใหม่

ในปี ค.ศ. 1992 นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนของการเรียนรู้แบบวัฏจักรออกเป็น 5 ขั้นตอนคือ

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2. การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลองการสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเองโดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอธิบาย

4. การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจจะเป็นการอธิบายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้จะรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

การเรียนการสอนรูปแบบการผสมผสาน

คารุณี เชื้อเจ็ดตน ได้นำแนวการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบของการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และแนวการเสริมสร้างความสามารถในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ไปปรับใช้ ในการสร้างแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธวิธีวัฏจักรการเรียนรู้และแบบฝึกกิจกรรมเพื่อเสริมความสามารถในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความพยายามที่ผสมผสานรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้เข้ากับแนวความคิดหรือรูปแบบอื่น ๆ จากความพยายามผสมผสานนี้ทำให้ได้รูปแบบการเรียนการสอนใหม่ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นการสำรวจ (Exploration)

1.1 นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน เพื่อระบุปัญหา

1.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายวางแผน กำหนดวิธีการศึกษา อาจเขียนแผนภูมิแสดงขั้นตอนในการทดลอง ครูร่วมตรวจพิจารณา

1.3 นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ เพื่อรวบรวมข้อมูล

2. ขั้นการแสดงออก (Expression)

2.1 นักเรียนนำข้อมูลที่รวบรวมมาจัดกระทำกระทำข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็น

2.2 นักเรียนเลือกรูปแบบการสื่อความหมายข้อมูล เพื่อที่จะนำเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือทดลอง เช่น บรรยายลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือจะเสนอความสัมพันธ์ของข้อมูลแบบตาราง แบบกราฟ หรือวิธีการอื่นๆ

3. ขั้นการให้นิยามหรือชื่อ (Labelling)

3.1 นักเรียนลงข้อสรุปผลการศึกษาค้นคว้าออกเป็นหลักการหรือนิยาม โดยครูมีส่วนร่วมเพิ่มเติม หรือตั้งคำถามเพื่อให้มีการคิดมากขึ้น

3.2 นักเรียนเสนอผลการศึกษาในรูปของการพูด การเขียน เช่น การรายงานด้วยปากเปล่า การบรรยาย การอธิบาย การสรุปด้วยภาษาที่ถูกต้องเข้าใจง่าย สมบูรณ์

4. ขั้นการนำไปใช้และสำรวจ (Application)

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถามผลการทำกิจกรรม เพื่อสรุปเป็นข้อค้นพบหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ตามวัตถุประสงค์

4.2 นักเรียนทำกิจกรรมในแบบฝึกกิจกรรมการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เคยศึกษามาแล้ว และเพื่อย้ำความเข้าใจ

4.3 เมื่อได้มีโน้ตสโน หรือหลักการจากการเรียนรู้พร้อมทั้งอภิปรายแสดงความคิดเห็นแล้ว เกิดความคิดในการนำไปสู่การสำรวจอีกครั้งเพื่อให้ได้มีโน้ตที่ซับซ้อนขึ้น

5. ขั้นการแสดงออก (Expression)

นักเรียนทำกิจกรรมในขั้นที่ 4 แล้วได้มีโน้ตหรือหลักการ จากการที่ได้เรียนรู้หรือจากการสำรวจอีกครั้ง พร้อมทั้งอภิปราย เสนอแนะ แสดงความเห็นแล้วนำเสนอข้อมูลอีกครั้งเพื่อนำการแสดงออกของนักเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคำอธิบายสอดคล้องกันว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของสมอง (ชวาล แพรัตกุล. 2516) หรือความสามารถอันเป็นคุณลักษณะของผู้เรียนที่ออกมาขึ้น (ไพศาล หวังพานิช. 2536 : 30 - 31) ความสำเร็จและความสามารถดังกล่าวเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน หรือสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ (อารมณ เพชรชื่น. 2527 : 46) ซึ่งแสดงผลด้วยพฤติกรรม โดยทั่วไปจะมองในด้านความรู้ความสามารถทางสมองที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการศึกษาตาม taxonomy ที่ Bloom และคณะ ได้เสนอไว้ แต่ยังหมายความรวมถึงความสามารถทางสมองอื่น ๆ อีก เช่น ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรม หรือลักษณะทางการเรียน (อารมณ เพชรชื่น. 2527 ; Good. 1973) จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะและความสามารถทางสมองด้านความรู้ ทักษะความรู้ และค่านิยมต่าง ๆ ที่ออกมาจากการเรียนรู้แล้วอาจแสดงออกเป็นพฤติกรรม

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตามแนวคิดของ McCall (Ebel. 1972 : 39) ถือว่าสิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณอยู่จริงสิ่งนั้นสามารถวัดได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าว ซึ่งผลการวัดจะเป็นประโยชน์ในลักษณะทราบและประเมินระดับความรู้ ทักษะและสมรรถภาพของผู้เรียน (Lyman. 1991 : 10) แนวคิดของ Lyman สอดรับกับการวัดผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งประกอบด้วยตัวองค์ความรู้ในเนื้อหาที่ต้องการวัด (Skills) คุณลักษณะของพฤติกรรม (Traits) และองค์ประกอบ (Components) ซึ่งจำแนกตัวองค์ความรู้ในเนื้อหาที่ต้องการวัดและคุณลักษณะของพฤติกรรมออกตามความเชื่อ เช่น ระดับความรู้สามารถด้านความรู้ความคิดของ Bloom 6

ระดับ นอกจากนี้ยังใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนหรือตัดสินผลการเรียนได้ ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงจำเป็นต่อการเรียนการสอนโดยอาศัยเครื่องมือ ได้แก่ เครื่องมือประเภทแบบทดสอบต่าง ๆ (Test) และประเภทไม่เป็นแบบทดสอบ (Non - Test) (ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานนท์. 2533) แต่เครื่องมือที่นิยมใช้กันมากคือแบบทดสอบ (ประทุม อัดชู. 2535 : 3) ซึ่งชวาล แพรัตกุล (2516 : 111) ได้แบ่งชนิดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) ตามหน้าที่หรือการนำไปใช้วัดเป็นสองชนิดคือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher - Made Test) หมายถึง ข้อสอบ ข้อปัญหาหรือ โจทย์คำถามต่าง ๆ ที่ครูสร้างขึ้นเพื่อวัดผลขณะที่มีการเรียนการสอน และสามารถพลิกแพลงให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ต่าง ๆ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่วิวัฒนาการมาจากแบบทดสอบที่ครูสร้าง และได้ผ่านการทดลองใช้ ตรวจสอบวิจัย ปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นจนมีความเป็นมาตรฐานทั้งในแง่เวลาที่ใช้ การดำเนินการสอน การให้คะแนนและการแปลความ

แบบทดสอบทั้งสองฉบับนี้แบ่งตามลักษณะข้อสอบเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. แบบอัตนัย (Subjective Test หรือ Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามให้ และให้ผู้ตอบแสวงหาความรู้ ความเข้าใจ และความคิดตามที่โจทย์กำหนด ภายในระยะเวลาที่กำหนด การใช้ภาษาในการเขียนตอบขึ้นอยู่กับตัวผู้สอบ แบบทดสอบนี้สามารถวัดได้หลาย ๆ ด้านในแต่ละข้อ เช่น ความสามารถในการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ และอื่น ๆ

2. แบบปรนัย (Objective Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้วผู้สอบต้องตัดสินใจเลือกข้อที่ต้องการหรือพิจารณาข้อความที่ให้อ้างหรือผิด ได้แก่ แบบถูกผิด (True - False) แบบเติมคำ (Completion) หรือตอบสั้น ๆ (Short Answer) แบบจับคู่ (Matching) แบบจัดลำดับ (Rearrangement) และแบบเลือกตอบ (Multiple Choices) แบบทดสอบทั้งสองลักษณะดังกล่าวต่างก็มีข้อเด่นข้อด้อยแตกต่างกัน และไม่มีกฎตายตัวว่าครูต้องใช้ประเภทใด แต่ควรคำนึงถึงจุดประสงค์และสภาพการณ์ของการใช้ ในการวิจัยนี้ใช้แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับรูปแบบสสวท.

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับรูปแบบ สสวท. มีรายงานวิจัยมากมายที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบต่างๆเปรียบเทียบกับรูปแบบ สสวท. แล้วพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ดังเช่นงานวิจัยของ ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86 - 87) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาของ

นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู สสวท.พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน รวมทั้งงานวิจัยของ เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533 : 80) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่รับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

นั่นแสดงว่า การเรียนการสอนตามรูปแบบ สสวท. เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมากกว่ารูปแบบหนึ่งเมื่อเทียบกับรูปแบบต่างๆ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัฏจักรการเรียนรู้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับวัฏจักรการเรียนรู้ ซึ่งสามารถพิจารณาจากรายงานการวิจัยของนักการศึกษาที่นำการเรียนรู้แบบวัฏจักรไปใช้เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังรายละเอียดดังนี้ โดยในปี 1977 Camblell (Lawson. 1995) ได้ทำการศึกษาพบว่า การสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีสอนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ (Lawson. 1995 : 423) ต่อมาในปี 1980 Bishop ได้ทำการศึกษาแล้วพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้มีคะแนนหลังการสอนสูงกว่านักเรียนที่สอนด้วยการสอนแบบดั้งเดิม (Lawson. 1995 : 423) นอกจากนั้นในปี 1983 Purser และ Renner ได้ทำการศึกษาโดยเปรียบเทียบวิธีสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ และการสอนแบบดั้งเดิมในวิชาชีววิทยา พบว่า มโนทัศน์เชิงรูปแบบนั้น การสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า (Lawson. 1995 : 424)

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัฏจักรการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กันและส่งผลต่อกัน

ความสามารถในการแก้ปัญหา

ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

นักการศึกษาได้เสนอความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

ซูชิฟ อ่อนโคกสูง (2522 : 120) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหว่า เมื่อบุคคลมีจุดหมายหมาย (Goal) แต่มีอุปสรรคขัดขวางไม่ให้ไปถึงหรือได้มาซึ่งต้องประสงค์ จะทำให้เกิดปัญหาขึ้นหรือปัญหาอาจเกิดจากการไม่ทราบจุดหมายที่แน่นอนว่าคืออะไร บุคคลจึงพยายามจะต้องขจัดปัญหา

ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้หมดไป เพื่อบรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ การแก้ปัญหาจึงเป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมาย (Direct Thinking)

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2523 : 267) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาแก้ปัญหาใหม่ที่ประสบ

ประสาธ อิศรปริดา (2525 : 185) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นขบวนการที่ต้องอาศัยสติปัญญาและความคิด รวมทั้งรูปแบบพฤติกรรมที่ซับซ้อนต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากพัฒนาการทางสติปัญญา การคิดแก้ปัญหาก็จะต้องมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสติปัญญา

สุธีรา ต้นประภัสร์ (2527 : 8) ได้ให้ความหมายของคำว่า “คิดเป็น” ว่าหมายถึงการใช้ปัญญาไปพิจารณาตัดสินใจเรื่องราวดังต่าง ๆ หรือการหาเหตุผลเพื่อลงสรุปเป็นข้อยุติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ “แก้ปัญหาเป็น” หมายถึง การนำหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีดำเนินการของเรื่องที่ได้เรียนแล้วไปใช้ตัดสินใจดำเนินการเพื่อลดอุปสรรค ปรับสถานการณ์ให้ดีขึ้น หรือจัดอาการที่ไม่ต้องการให้หมดไป

ศิวพร เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา (2529 : 11) ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมแบบแผนหรือวิธีการที่สลับซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้ ความคิด ประสบการณ์ วิธีการ และขั้นตอนในการศึกษาปัญหาเพื่อบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

ชุมพล พัฒนสุวรรณ (2531 : 17) กล่าวว่า การแก้ปัญหามีได้เป็นความสามารถเดี่ยว ๆ แต่จะประกอบด้วยกลุ่มความสามารถหลาย ๆ ด้านมาประกอบกัน เช่น การนึกคิดที่รวดเร็วเกี่ยวกับลักษณะของวัตถุหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ การจำแนกประเภทวัตถุ การรับรู้ความสัมพันธ์

วิวัฒน์ รักษาเคน (2531 : 7) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาว่า หมายถึง แนวคิดในการแก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับตนเองและครอบครัว ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ยุ่ยาก โดยสามารถบอกถึงวิธีป้องกันหลีกเลี่ยงแก้ไขเมื่อเผชิญกับสถานการณ์นั้น ๆ การแก้ปัญหาคือด้วยตนเองถือว่าการแก้ปัญหาคือดีที่สุด รองลงมาคือให้คนอื่นช่วยเหลือ และการแก้ปัญหามีได้หมายถึงไม่รู้วิธีในการแก้ปัญหา แสดงความอดอัดคับข้องใจหรือหลีกเลี่ยงการแก้ปัญหา

ประกาย จิโรจน์กุล (2532 : 20) ให้ความหมายว่า หมายถึง ความสามารถในการนำประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้มาใช้ในการคิดแก้ปัญหาใหม่ที่ประสบ ซึ่งการคิดแก้ปัญหานั้นต้องใช้ความสามารถทางสมองในการคิดเชิงวิเคราะห์และอาศัยกระบวนการแก้ปัญหา

วยุภา จิตรสิงห์ (2534 : 8) กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่า หมายถึง กระบวนการทำงานของสมอง ซึ่งต้องอาศัยความรู้ และประสบการณ์เดิมมาช่วยในการพิจารณาโครงสร้างของปัญหา ตลอดจนการคิดหาแนวทางปฏิบัติเพื่อให้ปัญหานั้นหมดไป และบรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

เพียเจต์ (1962 : 120) ได้อธิบายถึงความสามารถในการแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางด้านการพัฒนาการว่า ความสามารถด้านนี้จะช่วยพัฒนาการมาตั้งแต่ขั้นที่สาม คือ Stage of Concrete Operations

เด็กมีอายุมา 7 - 7ปี จะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ ภายในขอบเขตจำกัดแต่มาถึงระดับการพัฒนาขั้นที่ 4 คือ Stage of Formal Operations เด็กมีอายุประมาณ 11 - 12 ปี เด็กจะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลดีขึ้นและสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้ เด็กสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ป็นนามธรรมชนิดซับซ้อนได้

บอร์น เอสเตรนค์และโดมินอสกี (Bourne, Ekstran and Domenosiki. 1971 : 9) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมแสดงความรู้ ความคิด จากประสบการณ์เดิมและส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบันมาเรียงลำดับใหม่ เพื่อผลสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

จากแนวความคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น จึงพอสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการนำความรู้ ทักษะ ตลอดจนประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินสถานการณ์เพื่อใช้ในการคิดแก้ปัญหาใหม่ที่พบ โดยอาศัยความสามารถของสมองในการคิดเชิงวิเคราะห์ วิจาร์ณ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะที่จะช่วยให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นจุดเริ่มต้นให้คนแสดงออกในสิ่งที่ดีงามเป็นประโยชน์และสร้างสรรค์ การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่สามารถคิดได้อย่างมีเหตุผลสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและปัญหาของสังคมได้อย่างเหมาะสม

การสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ผู้สอนเป็นบุคคลที่มีความสำคัญในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นผู้จัดสิ่งเร้าที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นบุคคลที่มีอิทธิพลต่อผู้เรียนมากกว่าผู้อื่น ทั้งนี้เพราะผู้สอนเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนโดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาภาคปฏิบัติผู้เรียนและผู้สอนจำเป็นต้องมีความใกล้ชิดกันมาก ผู้สอนมีหน้าที่ทั้งการถ่ายทอดทางวิชาการ การเป็นแบบอย่าง ตลอดจนการอบรมสั่งสอนแนะนำให้ผู้เรียนมีความประพฤติดี มีคุณธรรม และเจตคติที่ดี ซึ่งการกระทำต่าง ๆ ของผู้สอนจะได้ผลดี และมีประสิทธิภาพเพียงใดผู้สอนจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยเฉพาะคุณภาพของการสอน ซึ่งเป็นแนวทางที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และมีพฤติกรรมไปตามแนวทางที่ปรารถนาตามจุดมุ่งหมาย (กนิษฐา ปิ่นสุวรรณ. 2531 : 2 - 3)

ประกาย จิโรจน์กุล (2532 : 52) กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหา นอกจากจะขึ้นอยู่กับความสามารถ ระดับสติปัญญา และประสบการณ์ของแต่ละบุคคลแล้วความสามารถในการคิดแก้ปัญหายังเป็นสิ่งที่สามารถสอนและเรียนรู้ได้อีกด้วย ซึ่งก็สอดคล้องกับแก้ว คณะวรรณ (2524 : 69) ที่กล่าวว่าความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะทางปัญญาที่สามารถสอนกันได้ และมุ่งหวังให้ความสามารถด้านนี้ไปถ่ายโยงในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาอื่นๆ ได้ ดังนั้นการสอนของอาจารย์จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการจัดสภาพการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน แนวคิดเกี่ยวกับการสอนและความสามารถในการแก้ปัญหาได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดไว้ดังนี้

ทิสนา แฉมมณี (2535 : 9 - 14) ได้กล่าวถึงกระบวนการสำคัญของครูที่จะช่วยสร้างเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดดังนี้

- 1) การสังเกต/การสงสัย
- 2) การอยากรู้คำตอบในเรื่องที่สงสัย
- 3) การแสวงหาคำตอบในเรื่องที่สงสัย
- 4) การคาดคะเนคำตอบในเรื่องที่สงสัย (การคิดเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิม การหาข้อมูล/ความรู้ใหม่ การใช้เหตุผลปรนัย/อุปนัย การคิดริเริ่ม การใช้จินตนาการ)
- 5) การรวบรวมข้อมูลในเรื่องที่สงสัย (การวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูล : การแจกแจงข้อมูล การกำหนดแหล่งข้อมูล การกำหนดวิธีการเก็บและรวบรวมข้อมูล การลงมือเก็บข้อมูล)
- 6) การพิจารณาข้อมูลและสรุปข้อมูลในเรื่องที่สงสัย (การวิเคราะห์ข้อมูล/การเปรียบเทียบข้อมูล การแยกแยะข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล การจัดหมวดหมู่ข้อมูล การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การสังเคราะห์ข้อมูล การเชื่อมโยงข้อมูล การใช้เหตุผล การใช้ความคิดริเริ่ม การใช้จินตนาการ การประเมินข้อมูล และการสรุปข้อมูล)
- 7) การทดสอบคำตอบในเรื่องที่สงสัย (การวางแผนการทดสอบ การลงมือทดสอบ การสรุปผลการทดสอบ)
- 8) การสรุปคำตอบในเรื่องที่สงสัย (การสรุปคำตอบ การอธิบายคำตอบ)

นอกจากนี้ยังได้เสนอแนวทางการกำหนดบทบาท วิธีการและเทคนิคการสอนต่าง ๆ เพื่อนำมาผสมผสานในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้ออำนวยและพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 กระบวนการที่ช่วยให้เกิดการคิด บทบาทวิธีการและเทคนิคการสอนของครูที่จะ
 เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิด

กระบวนการที่ช่วย ให้เกิดการคิด	บทบาทของครู	วิธีการ เทคนิคการสอนของครู
1. การสังเกต	1. กระตุ้นส่งเสริมให้ ผู้เรียนพัฒนาทักษะ การสังเกต	- จัดสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ - ฝึกให้ผู้เรียนสังเกตเรื่องต่าง ๆ บ่อย ๆ - ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกต - ฝึกให้ผู้เรียนตั้งคำถาม - ให้การเสริมแรง ชมเชย ผู้เรียนที่ช่างสังเกต ฯลฯ
2. การสงสัย	2. กระตุ้นส่งเสริมให้ ผู้เรียนสงสัย	- ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดสงสัย - เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตั้งคำถามหรือซักถาม - ตั้งประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ - ใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ ให้เกิดความสงสัย ฯลฯ - ชมเชย เสริมแรง ผู้เรียนที่ช่างคิด ช่างสงสัย ฯลฯ
3. การอยากรู้ คำตอบ	3. กระตุ้นให้ผู้เรียน อยากรู้คำตอบในสิ่ง ที่สงสัย	- ชี้ให้เห็นประโยชน์หรือคุณค่าของการเรียนรู้ คำตอบ - ใช้คำตอบกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้คำตอบ - ชมเชย เสริมแรง ผู้เรียนที่คิดอยากรู้คำตอบ ในเรื่องที่สงสัย ฯลฯ

ตาราง 1 (ต่อ)

กระบวนการที่ช่วย ให้เกิดการคิด	บทบาทของครู	วิธีการ เทคนิคการสอนของครู
4. การแสวงหา คำตอบ 4.1 คิดคาดคะเน คำตอบ	4. กระตุ้นส่งเสริม สอน ช่วย และฝึก ผู้เรียนในการหา คำตอบ 4.1 กระตุ้น ส่งเสริม สอน ช่วย และฝึก ผู้เรียนให้คิด คาดคะเนคำตอบ โดยให้ผู้เรียน	- ให้คำถามกระตุ้นให้คิด - ตั้งประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ
- คิดเชื่อมโยงความรู้ และประสบการณ์ เดิม - คิดหาข้อมูลความรู้ ใหม่ - คิดอย่างมีเหตุผล (เชิงนิรนัย/อุปนัย) - คิดริเริ่มและคิด จินตนาการ	- คิดเชื่อมโยงความรู้ และประสบการณ์เดิม - คิดหาความรู้ข้อมูลใหม่ - คิดอย่างมีเหตุผล (เชิง นิรนัย/อุปนัย) - คิดริเริ่มและคิด จินตนาการ	- ให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่ม - ให้สิ่งเร้าที่น่าสนใจสำหรับผู้เรียนที่จะ สามารถช่วยให้ผู้เรียนคิด - กรณีตัวอย่างที่สอดคล้องกับความสนใจของ ผู้เรียน - กรณีตัวอย่างเหตุการณ์ เรื่องจริง นิทาน ข้อความ ข้อมูล ฯลฯ
4.2 การรวบรวม ข้อมูล	4.2 กระตุ้น ส่งเสริม สอน ช่วยและฝึกผู้เรียน ให้คิดรวบรวมข้อมูลโดย 4.2.1 คิดวางแผนเก็บ ข้อมูล - แจกแจงข้อมูลที่ ต้องการ - กำหนดแหล่งข้อมูล - กำหนดวิธีการเก็บ รวบรวมข้อมูล	- สื่อต่าง ๆ เช่น วิดีโอ วิทยุ เทป เพลง ฯลฯ - สอนให้คิดวางแผน เก็บรวบรวมข้อมูล โดยครูอาจยกตัวอย่างให้ผู้เรียนเข้าใจชัดเจน ครูทำให้ดูเป็นตัวอย่าง ครูให้ความคิดเห็น - ฝึกให้ผู้เรียนวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูล ให้เด็กทำเป็นกลุ่มย่อย ครูเป็นที่ปรึกษาให้คำ แนะนำ

ตาราง 1 (ต่อ)

กระบวนการที่ช่วย ให้เกิดการคิด	บทบาทของครู	วิธีการ เทคนิคการสอนของครู
4.3 การพิจารณา ข้อมูลและสรุปข้อมูล	4.2.2 ลงมือเก็บรวบรวม ข้อมูล 4.3 กระตุ้น ส่งเสริม สอน ช่วย และฝึกผู้เรียนให้คิด พิจารณาข้อมูลโดย 4.3.1 คิดวิเคราะห์ข้อมูล (แยกแยะข้อมูล การแปล ความหมายข้อมูล จัด หมวดหมู่ข้อมูล หาความ สัมพันธ์ของข้อมูล) 4.3.2 คิดสังเคราะห์ข้อมูล (เชื่อมโยงข้อมูลให้เหตุผล) ใช้ความคิดริเริ่มและ จินตนาการ 4.3.3 คิดสรุปข้อมูลเพื่อ ตอบคำถาม	- เนื้อหาที่ใช้ในการคิดอาจใช้เนื้อหาในบทเรียน เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน/โรงเรียน ข่าว และเหตุการณ์ปัจจุบัน กรณีตัวอย่าง ฯลฯ - ให้คำปรึกษาแนะนำ ควบคุมดูแลอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน ในการเก็บรวบรวม ข้อมูลตามแผน - ให้กำลังใจและแรงเสริมแก่ผู้เรียน ฯลฯ - ฝึกให้ผู้เรียนวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล โดยใช้คำถามกระตุ้นให้คิด ฝึกแยกแยะ ข้อมูล โดยทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม อภิปราย ร่วมกันถึงลักษณะของข้อมูล การเชื่อมโยง ข้อมูล และจินตนาการโดยครูคอยกระตุ้น ให้คำชี้แจง แนะนำและให้การเสริมแรง ฝึกให้ผู้เรียนสรุปข้อมูลและตอบคำถามที่ สงสัยจากการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล โดยครูกระตุ้นให้เด็กสรุป ให้คำวิพากษ์วิจารณ์ เสนอแนะและให้การเสริมแรง

ตาราง 1 (ต่อ)

กระบวนการที่ช่วย ให้เกิดการคิด	บทบาทของครู	วิธีการ เทคนิคการสอนของครู
5. การทดสอบ คำตอบ	5. กระตุ้น ส่งเสริม สอน และฝึกผู้เรียนให้คิด ทดสอบคำตอบ 5.1 คิดวางแผนทดสอบ 5.2 ลงมือทดสอบคำตอบ 5.3 สรุปผลการทดสอบ	- ฝึกให้ผู้เรียนวางแผนการทดสอบโดยการ กระตุ้นให้ผู้เรียนดำเนินการส่งเสริมให้ทำ ร่วมกันเป็นกลุ่มโดยครูอาจให้คำชี้แจงสอน ขั้นตอนและวิธีดำเนินการคอยควบคุมดูแล ให้คำวิพากษ์วิจารณ์ให้การเสริมแรง
6. การสรุปคำตอบ	6. กระตุ้น ส่งเสริม สอน ช่วยและฝึกผู้เรียนให้คิด สรุปคำตอบ 6.1 สรุปคำตอบจากผล การพิจารณาข้อมูลและ การทดสอบ 6.2 อธิบายคำตอบได้อย่าง มีเหตุผล	- ฝึกให้ผู้เรียนสรุปคำตอบจากข้อมูล - เปิดโอกาสและกระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบาย คำตอบด้วยตนเอง ช่วยให้คำแนะนำและ ข้อติชมต่าง ๆ ฯลฯ

จากแนวคิดในการกำหนดบทบาทวิธีการและเทคนิคในการส่งเสริมพัฒนาการด้านคิด
แก้ปัญหาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการสอนใด ๆ ก็ตามที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิด
แก้ปัญหานั้น หากผู้เรียนได้รับประสบการณ์หรือได้รับการฝึกในกระบวนการต่าง ๆ ดังกล่าวบ่อย ๆ
ความชำนาญหรือความคล่องตัวในการคิดแก้ปัญหาก็จะเกิดขึ้น รวมทั้งคุณภาพในการคิดก็จะมีมากขึ้น
การใช้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถช่วยได้มาก แต่ปัญหาที่ใช้ในการฝึกควรจะเป็นปัญหาที่ท้าทาย
ความสนใจของผู้เรียน มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียนหรือชีวิตประจำวันของผู้เรียน และเป็นปัญหา
ที่ผู้เรียนมีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียนหรือชีวิตประจำวันของผู้เรียน และเป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่สามารถ
ตอบได้ในตอนเริ่มต้น นอกจากนั้นก็ควรอยู่ในความสามารถของผู้เรียนที่แสวงหาคำตอบได้ไม่ยาก
จนเกินไป ในบางครั้งครูผู้สอนอาจจำเป็นต้องสร้างปัญหาลูกขึ้นมาให้ผู้เรียนขบคิด ในบางครั้งปัญหา
อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในห้องเรียนหรือจากประสบการณ์ต่าง ๆ ปัญหาที่ผู้เรียนได้ฝึกคิดควรจะมี

เริ่มจากง่ายแล้วนำไปสู่ระดับที่ยากขึ้นตามลำดับ ผู้เรียนควรจะได้รับโอกาสที่จะผิดพลาดได้ ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้จากความผิดพลาดต่าง ๆ ได้ สำหรับปัญหาบางปัญหาที่สำคัญและมีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้อื่นมาก ครูอาจให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานหลายสมมติฐานเพื่อการทดสอบ ครูอาจจำเป็นต้องช่วยผู้เรียนในการตั้งสมมติฐานในตอนต้น ๆ ต่อไปเมื่อผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติและเรียนรู้มากขึ้นแล้ว ผู้เรียนก็จะสามารถลงมือทำเองได้ ต่อไปครูอาจจะให้ความรู้ในเรื่องการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น เราควรหาข้อมูลอะไร เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยตรงได้อย่างไร ข้อมูลแค่ไหนจึงจะเพียงพอ และควรใช้เวลาในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น ต่อไปในช่วงตอนของการทดสอบสมมติฐาน ควรจะได้ฝึกการใช้การอ้างอิง การนิรนัยและการใช้หลักการตรรกวิทยาหรือหลักเหตุผลในการสรุปผล ครูควรจะทำหน้าที่เป็นผู้สร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากสืบเสาะ และค้นหาคำตอบจนเป็นที่พอใจ

บุญเลี้ยง พลอาวุธ (2511 : 37 - 38) กล่าวถึงบทบาทของโรงเรียนและครูในการจัดการศึกษาที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้คือ

- 1) ช่วยขยายและเปลี่ยนแปลงประสบการณ์เดิมของนักเรียนให้กว้างขวางขึ้น โดยช่วยให้เด็กนักเรียนได้เข้าใจถึงเนื้อหาวิชาให้มีทักษะจากการทำแบบฝึกหัด เพื่อจะได้นำความรู้ไปแก้ปัญหาที่ประสบ
 - 2) ครูต้องใช้วิธีการสอนซึ่งทำให้นักเรียนต้องแก้ปัญหาต่าง ๆ อยู่เสมอ
 - 3) ครูต้องฝึกให้เด็กมีทัศนคติที่ดีต่อปัญหา โดยการตั้งปัญหาอย่างง่าย ๆ ให้เด็กตอบ
 - 4) ครูฝึกให้เด็กแก้ปัญหาโดยตรงและปัญหานั้นควรจะอยู่ในระดับความพอใจและความสามารถของเด็ก จึงจะทำให้ปัญหานั้นมีความหมายแก่เด็ก
 - 5) โรงเรียนควรปลูกฝังทัศนคติที่จำเป็นและสอนวิธีการวิเคราะห์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยทั่วไปได้
 - 6) โรงเรียนควรสร้างความเชื่อมั่นให้เกิดขึ้นในตัวของเด็กในการที่จะสามารถแสดงความคิดเห็น
 - 7) โรงเรียนควรจัดหาข่าวสาร ความรู้ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหามาให้นักเรียนอ่าน
 - 8) หน้าที่ของโรงเรียนหรือผู้จัดทำหลักสูตร จะต้องพิจารณาก่อนว่าความรู้อะไรสำคัญมากอะไรสำคัญน้อย โดยถือพิจารณาจากการที่จะสามารถนำไปใช้ช่วยแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
- ความสามารถในการคิดแก้ปัญหามิใช่ของบุคคลนั้นมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การตั้งใจ และวิธีการแก้ปัญหาจะไม่มีขั้นตอนแน่นอนตายตัว การเรียนการสอนเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้สามารถในการคิดแก้ปัญหาคืบขึ้น

สายหยุด สมประสงค์ (2523 : 67 - 90) กล่าวถึงการ จัดสภาพการณ์ภายนอกต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

1) จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธีมา ให้ผู้เรียนฝึกฝนในการแก้ปัญหาให้มาก ๆ

2) ปัญหาที่ผู้สอนหยิบยกมาให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนนั้น นอกจากจะเป็นปัญหาใหม่สำหรับผู้เรียน ยังไม่เคยประสบมาก่อนแล้ว ก็ควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งปัญหานั้น ต้องอยู่ในกรอบของทักษะทางเชาว์ปัญญาของผู้เรียน

3) การฝึกแก้ปัญหานั้น ผู้สอนควรจะได้แนะนำให้ผู้เรียนได้ตีปัญหาให้แตกก่อนว่าเป็น ปัญหาเกี่ยวกับอะไร และถ้าเป็นปัญหาใหม่ก็แตกออกไปเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดแก้ปัญหาย่อย แต่ละปัญหาและเมื่อปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็เท่ากับแก้ปัญหานั้นเอง

4) จัดบรรยากาศของการเรียนการสอน หรือจัดสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสภาพภายนอกของผู้เรียน ให้เป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว ผู้เรียนจะเกิดความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้น เปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้างในบทบาทต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การจัดห้องให้เรียนให้มีสภาพเปลี่ยนแปลง ได้บ้าง

5) ให้โอกาสผู้เรียนได้คิดเสมอ

6) การฝึกฝนการแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาคิด ๆ ก็ตาม ผู้สอนไม่ควรจะบอกวิธีการ แก้ปัญหาให้ตรง ๆ เพราะถ้าบอกให้แล้วผู้เรียนจะไม่ได้ใช้กลยุทธ์ของการคิดเพื่อแก้ปัญหา

สุวัฒน์ มุทรมธธา (2523 : 199 - 206) ได้กล่าวถึงวิธีการที่ครูจะทำให้นักเรียนเกิด ปัญหาและสนใจปัญหาโดย

1) จากความรู้ความสนใจของนักเรียน ครูอภิปรายชักถามนำไปสู่ปัญหา

2) นำความผิดข้อบกพร่องของนักเรียนมาอภิปราย พิจารณาแก้ไข นำไปสู่ปัญหา สาเหตุ ของการบกพร่องและการแสวงหาวิธีแก้ไข ในการนี้ใช้วิธีนี้ครูควรระวังมิให้เป็นการประจาน ผู้กระทำผิด หรือทำให้เกิดปมด้อยแก่ผู้เรียน

3) นำปัญหาสังคมและปัญหาของบุคคลมาพิจารณา

4) ครูเสนอปัญหาให้นักเรียนคิด นำไปสู่ปัญหาที่เด็กยอมรับ เข้าใจ และเห็นประโยชน์ คุณค่าควรแก่ศึกษา

5) จัดประสบการณ์หรือสภาพแวดล้อม กระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา

6) กำหนดแบบฝึกหัดหรืองานให้นักเรียนทำ

7) ผู้เรียนเสนอปัญหาขึ้นเอง ซึ่งเป็นปัญหาที่ดีที่สุด

เมื่อนักเรียนเกิดมีปัญหาเรื่องต่าง ๆ ครูควรอภิปรายร่วมกับนักเรียน ให้นักเรียนได้เข้าใจ ปัญหา มองเห็นปัญหาชัดเจนขึ้น เห็นประโยชน์และความจำเป็นในการที่จะร่วมกันคิดแก้ปัญหา เพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจที่จะคิดแก้ปัญหาต่อไป ซึ่งโดยสรุปแล้วในการสอนเพื่อแก้ปัญหา ครูควรมี บทบาท ดังนี้ (สุวัฒน์ มุทษเมธา. 2523 : 205 - 206)

- 1) ควรปล่อยให้ให้นักเรียนคิดด้วยตนเองให้มากที่สุด ครูควรพิจารณาช่วยเหลือเมื่อจำเป็นจริง ๆ เท่านั้น
 - 2) เมื่อนักเรียนทำไม่ถูก อ้างอิงข้อมูลบกพร่องผิดพลาด ครูควรส่งเสริมสนับสนุนให้กำลังใจ ให้ข้อคิดเพื่อให้นักเรียนคิดพิจารณาปรับปรุงใหม่
 - 3) ถ้านักเรียนคิดไม่ออก ไม่เข้าใจปัญหาชัดเจนครูให้กำลังใจ ส่งเสริมให้นักเรียนพิจารณาดูใหม่ ครูให้ข้อเสนอแนะอภิปรายซักถามให้นักเรียนคิด
 - 4) ถ้านักเรียนยังใช้วิธีเดิมอยู่ ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ครูควรส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนคิด พิจารณาวินิจฉัยหาข้อมูลใหม่ ใช้วิธีใหม่แก้ปัญหา
 - 5) ถ้านักเรียนห่อหุ้มจะเลิกแก้ปัญหาเนื่องจากยังมองไม่เห็นวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จ ครูควรเสนอแนะวิธีการใหม่ ๆ ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาทดลอง
 - 6) ถ้านักเรียนสับสน เบื่อหน่าย หงุดหงิด ครูแนะนำให้ให้นักเรียนพักสักครู่
 - 7) ครูแนะนำให้ส่งเสริมให้นักเรียนเห็นว่า การมีใจกว้าง มองหลายมุม ยอมรับความคิด เห็น ไม่ยึดมั่นวิธีใดวิธีหนึ่ง ช่วยให้การแก้ปัญหาดีขึ้น
 - 8) ครูส่งเสริมให้นักเรียนหาเหตุผล คิดเดา ลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหาบ้าง
 - 9) ส่งเสริมให้นักเรียนทดสอบ ประเมินผลการแก้ปัญหาของตนหรือทบทวนผลการแก้ปัญหาของงาน และสิ่งสำคัญของการแก้ปัญหาก็คือ การฝึกให้นักเรียนมีทัศนคติในการคิด พิจารณารอบคอบก่อนตัดสินใจ
 - 10) ครูไม่หัวเราะเยาะให้นักเรียนเสียหน้าหรือเกิดความอาย เมื่อนักเรียนเสนอวิธีการ หรือข้อมูลที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม เพราะจะทำให้นักเรียนไม่กล้าคิดไม่กล้าแสดงออกอีกต่อไปเมื่อนักเรียนเสนอข้อมูลที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมครูควรรับฟังอธิบายเหตุผล เพื่อครูจะได้ทราบเหตุผลของเด็ก การยอมรับฟังเป็นการปลูกฝังนิสัยการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นได้ด้วย
- ชูศรี สนิทประชากร (2525 : 1) มีความเห็นว่า เพื่อให้บทบาทของครูเปลี่ยนจากการสอนหนังสือมาเป็นการสอนคนที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น โดยสรุปเป็นตารางต่อไปนี้ (ตาราง 2)

ตาราง 2 แสดงวิธีการสอนและพฤติกรรมที่ส่งเสริมและไม่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

วิธีการสอน	พฤติกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น	พฤติกรรมที่ไม่ส่งเสริมให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น
1. การแบ่งกลุ่ม กิจกรรม	- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น - ครูฝึกหัดให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	- ครูปล่อยให้ให้นักเรียนทำงานตามลำพังอยู่เสมอ - ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเหมือนกันทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ
2. การสอนแบบ อภิปราย	- ครูให้นักเรียนค้นคว้าด้วยตนเอง แล้วนำผลสรุปมารายงานให้เพื่อน ๆ ทราบ	- ครูปล่อยให้ให้นักเรียนคนหนึ่งคนใด อภิปรายแต่เพียงผู้เดียว
3. การสอนโดย แก้ปัญหา	- ครูพัฒนานิสัยนักเรียนให้รู้จักคิดหลาย ๆ ด้าน และรู้จักวินิจฉัยได้ว่าอะไรเป็นสาเหตุเบื้องต้น อะไรเป็นเหตุรอง	- ครูไม่กำหนดปัญหาให้แจ่มแจ้ง หรือให้คำปรึกษาแก่นักเรียนคลุมเครือไม่มีขั้นตอน
4. การสอนแบบ บทบาทสมมติ	- ครูให้นักเรียนได้ประสบกับสภาพของการสมมติ เพื่อเกิดการเรียนรู้ และนำไปปฏิบัติจริงได้	- ครูไม่แจ้งจุดมุ่งหมายที่เด่นชัดแก่นักเรียน - ครูขาดการควบคุมเวลาที่ใช้แสดง โดยให้เวลามากเกินไป
5. การสอนแบบ สืบสวนสอบสวน	- ครูให้นักเรียนใช้ความสามารถด้านหาคำตอบต่าง ๆ เช่น สังเกต คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล	- ครูเป็นผู้ตั้งปัญหา และชี้แนะนำหรือหาคำตอบให้นักเรียน

ตาราง 2 (ต่อ)

วิธีการสอน	พฤติกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น	พฤติกรรมที่ไม่ส่งเสริมให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น
6. การศึกษา นอกสถานที่	- ครูให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในเรื่องที่เรียน เช่น สังเกต จดบันทึก เขียนรายงาน เป็นต้น - ครูโยงความสัมพันธ์ในสิ่งที่นักเรียนไปศึกษาของจริงกับบทเรียนโดยการซักถามปัญหาต่าง ๆ จากการศึกษา นอกสถานที่นั้น	- ครูไม่แจ้งวัตถุประสงค์ของการไปศึกษานอกสถานที่แก่นักเรียน
7. การสอนแบบ สาธิต	- ครูฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต และคิดหาเหตุผล	- ครูไม่บอกขั้นตอนในการสาธิต หรือครูสาธิตเรื่องที่นักเรียนรู้ผลมาก่อนที่ล่วงหน้าแล้ว
8. การสอน โดยใช้ กระบวนการกลุ่ม	- ครูจัดให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองร่วมกับบุคคลอื่น ๆ ในกลุ่มย่อย	- ครูไม่สร้างความสัมพันธ์ที่ดีของสมาชิกภายในกลุ่มให้เกิดขึ้น
9. การสอนแบบ ศูนย์การเรียนรู้	- ครูฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน คือกู้และรู้จักแสดงความคิดเห็น	- ครูไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูถือว่าตนเป็นผู้รู้แต่ผู้เดียว
10. การสอน โดยใช้บทเรียน โปรแกรม	- ครูกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติตาม คำชี้แจงของบทเรียนอย่างเคร่งครัด	- ครูขาดการเรียงลำดับเนื้อหาและคำถามจึงไม่เข้าใจผู้เรียน
11. การสอนข่าว และเหตุการณ์	- ข่าวที่ครูนำมาเสนอแก่นักเรียนช่วยให้สามารถใช้เหตุผลวิเคราะห์จากข่าวได้ว่าอะไรเป็นสิ่งที่สมควรทำหรือควรเว้นอย่างไร เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ถูกต้อง	- ข่าวที่ครูนำมาเสนอนั้น ไม่เป็นประโยชน์ต่อการเรียน หรือเป็นบทเรียนที่ไม่ควรเอาไปคิด หรือปฏิบัติตาม

การส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด จำเป็นต้องมีวิธีสอนที่เหมาะสม การสอนที่มุ่งเฉพาะส่งเสริมความจำแต่เนื้อหาวิชาอย่างเดียวย่อมไม่ใช่วิธีที่จะฝึกให้ผู้เรียนคิดได้ ดังนั้นวิธีสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาได้ ก็มีอยู่หลายวิธีดังที่ปรากฏในตารางที่กล่าวมาไว้ข้างต้นแล้ว ตามแนวคิดของหลักสูตรใหม่มุ่งให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียน (Student Centered) โดยเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้น และลดบทบาทครูให้น้อยลง โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าจะคอยรับจากครูผู้เดียว

สุธีรา ตันประภัสร์ (2527 : 6 - 8) ได้กล่าวถึง พฤติกรรมการสอนของครูที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) จัดกิจกรรมแล้วเปิดโอกาสหรือกำหนดให้นักเรียนได้กระทำ หรือปฏิบัติด้วยตนเอง ดังนี้คือ การสังเกต การเปรียบเทียบ การตีความ การจัดจำแนกประเภท การวิพากษ์วิจารณ์ การค้นหาข้อตกลงเบื้องต้น การรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล การประยุกต์หลักการมาใช้กับสถานการณ์ใหม่ การสร้างโครงการ หรือการวางแผนศึกษาค้นคว้า การตั้งสมมติฐาน การตัดสินใจ การใช้จินตนาการ การสรุปเรื่อง และการเข้ารหัส

2) การสร้างบรรยากาศในห้องเรียน โดยการจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการสอนให้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น ดังนี้

2.1 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ได้แก่ ครูให้ความเป็นกันเองกับเด็ก ความสุภาพ และความมั่นคงทางอารมณ์ของครู ครูถือว่าทุกคนในห้องเรียนมีความสำคัญ ครูให้ความเสมอภาคแก่นักเรียนทุกคน

2.2 การจัดกระบวนการเรียนการสอน โดยกำหนดขั้นตอนในการสอนอย่างเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็ว เช่น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมอภิปราย การกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น

2.3 การจัดห้องเรียน โดยจัดสถานที่ในห้องเรียนให้มีความสะดวก และคล่องตัวในการทำกิจกรรม การเปลี่ยนแปลงที่นั่งได้ตามความเหมาะสม ไม่เคร่งครัดระเบียบจนเกินไปจนเป็นการบังคับนักเรียน มีมุมส่งเสริมความรู้และผลงานของนักเรียน

คุษฎี แก้วกำเนิด (ม.ป.ป.) ได้เสนอลำดับขั้นตอนการสอนให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น แยกออกจากกันดังนี้

คิดเป็น มีลำดับการสอน คือ

1) สอนให้ผู้เรียนมีความรู้ในเนื้อหาเป็นอันดับแรก ความรู้ดังกล่าวผู้เรียนสามารถเรียนรู้โดยครูอาจสอนหนังสือเรียน หนังสืออ่านประกอบหรือจากเพื่อนเล่า รู้จากพ่อแม่บอกหรืออาจเคยพบเห็นหรือประสบมาก่อนจากที่ใดก็ได้

2) สอนให้ผู้เรียนคิด ครูต้องให้ผู้เรียนต้องทำแบบฝึกหัดหรือครูตั้งคำถามโดยถามนำให้ผู้เรียนคิดโดยใช้กลวิธีตั้งคำถามซึ่งสามารถให้ผู้เรียนตอบได้ทุกคน สิ่งนี้จะเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนกล้าคิด และแสดงความคิดเห็นออกมาได้ทุกคน

3) เมื่อผู้เรียนแสดงความคิดเห็นออกมาแล้ว ครูควรรับฟัง และยอมรับความคิดเห็นของผู้เรียนทุกคน โดยถือเหตุผลและภูมิหลังของผู้เรียนเป็นเกณฑ์

4) การโน้มนำให้ผู้เรียนคิดอย่างถูกต้องที่สุด กลวิธีการสอนเฉพาะอาจใช้การบอกการใช้คำถามนำ ใช้อุทาหรณ์ หรือให้กลุ่มผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เองแล้วรับเองก็ได้

ทำเป็น มีลำดับขั้นดังนี้

1) ครูต้องสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องที่ผู้เรียนทำเป็น เป็นอันดับแรกเช่นกัน

2) สอนให้รู้ลำดับขั้นในการทำงาน หรือการทำสิ่งที่ครูต้องการ สอนให้ผู้เรียนทำเป็น จะด้วยการบอก การสาธิตให้ดู การให้การศึกษา จากคู่มือการปฏิบัติการก็ได้

3) ถ้าต้องการให้ผู้เรียนทำเป็น โดยเน้นความคล่องตัวที่เรียกว่า “ทักษะ” ก็ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำบ่อย ถ้าเป็นลักษณะนิสัยที่ต้องการปลูกฝัง ต้องสอนให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้น และมีความศรัทธา มีแนวโน้มที่จะรับความนิยมที่ต้องการทำสิ่งนั้น ๆ จนกระทั่งยินดีทำด้วยตนเอง

แก้ปัญหาเป็น ผู้เรียนควรแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบขั้นตอนของการแก้ปัญหา มีดังนี้

1) ให้โอกาสผู้เรียนแก้ปัญหาหลาย ๆ ทาง มองปัญหาในมุมต่าง ๆ กันให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

2) ให้รู้จักการแก้ปัญหาย่างฉลาด คือนึกถึงผลดี และผลเสียของทางเลือกแต่ละทาง นำมาเปรียบเทียบกันแล้วจึงต้องตัดสินใจในสิ่งที่ก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุดหรือเสียประโยชน์น้อยที่สุดต่อส่วนรวม

3) มีเกณฑ์ในการเลือก ควรถือผลประโยชน์โดยยึดถือส่วนรวมเป็นสำคัญ แล้วจึงตัดสินใจ

ประโยชน์ คุปต์กาญจนากุล (2532 : 143 - 144) ได้กล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่างอาจารย์และนักศึกษา ซึ่งพบว่าเป็นตัวแปรเชิงสาเหตุที่ส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อประสิทธิภาพการสอนของอาจารย์ ทั้งนี้เพราะว่าลักษณะการเรียนการสอนในสถาบันอุดมศึกษาแนวใหม่ที่นิยมใช้กันคือ การเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student - Centered) การเรียนการสอนจำเป็นต้องใช้วิธีการสอนแบบต่าง ๆ เช่น วิธีการสอนแบบอภิปรายกลุ่ม (Group Discussion) การสอนแบบฝึกภาคปฏิบัติ (Laboratory) การสอนแบบสัมมนา (Seminar) การสอนแบบกลุ่มปัญหา (Syndicate) ซึ่งวิธีสอนเหล่านี้ นักศึกษาต้องมีส่วนร่วมอย่างมากในการเรียนการสอน

ประกาย จิโรจน์กุล (2532 : 156, 158, 171) กล่าวว่า การเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา นั้น นักศึกษาต้องมีส่วนร่วมให้มากที่สุด ไม่ใช่เป็นเพียงผู้รับฟังเท่านั้น บรรยากาศของการเรียนจะต้องเป็นอิสระ เปิดโอกาสและกระตุ้นให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น มีการสอนแบบอภิปรายหรือค้นคว้าด้วยตนเองมากขึ้นนอกเหนือจากที่อาจารย์บรรยาย

การกำหนดหัวข้อที่จะอภิปราย หรือหัวข้อสำหรับทำรายงาน อาจารย์ควรเป็นเพียงผู้ชี้แนะ และกำหนดขอบเขตของเรื่องที่ควรจะศึกษาเท่านั้น แล้วให้นักศึกษาตัดสินใจเลือกหัวข้อที่ตนสนใจเอง นอกจากนั้นการตอบคำถามของนักศึกษาอาจารย์ควรจะบอกหลักการของเรื่องนั้น ๆ และให้แนวทางสำหรับนักศึกษาไปค้นคว้าเพิ่มเติมเอง และเสนอว่าจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา นั้น อาจารย์จำเป็นต้องมีเทคนิควิธีสอนที่จะกระตุ้นให้นักศึกษารู้จักคิดและแสดงความคิดเห็น อาจารย์ผู้สอนควรใช้เทคนิคการสอนบางอย่างเพิ่มมากขึ้น เช่น การตั้งคำถามประเภท “ทำไม” “อย่างไร” หรือคำถามที่กระตุ้นให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น การยกตัวอย่าง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การมอบหมายให้นักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การกระตุ้นให้นักศึกษาหัดวิเคราะห์ วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็นต่อสิ่งต่าง ๆ โดยเริ่มจากอาจารย์ยกเหตุการณ์หรือสถานการณ์บางอย่างให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ในระยะเริ่มแรกนักศึกษาอาจจะมีการโต้ตอบน้อย แต่ถ้าอาจารย์ทุกท่านตั้งใจ และร่วมใจกันกระตุ้นอย่างสม่ำเสมอ เปิดโอกาสให้กำลังใจ ชมเชย เมื่อนักศึกษากล้าแสดงออก นักศึกษาย่อมพัฒนาความสามารถในการคิด แสดงความคิดเห็น ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้ในที่สุด

ในทำนองเดียวกัน วุฒา จิตรสิงห์ (2534 : 19 - 20) ก็ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญหลายประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของเด็ก เช่น ระดับสติปัญญา อายุ ประสบการณ์ที่แต่ละคนได้รับ องค์ประกอบสำคัญมากอีกอย่างหนึ่ง วิธีสอนของครู การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้เด็กมีอิสระในการเรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด จะช่วยให้เด็กแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดี นอกจากนี้การฝึกให้เด็กคิดโดยครูใช้คำถามกระตุ้นก็จะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะสามารถฝึกทักษะการแก้ปัญหาได้

ชอบ ลีซอ (2535 : 70 - 71) ได้กล่าวถึง การจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา หลักทั่วไปของการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ก็คือ การจัดประสบการณ์เรียนรู้ให้กับผู้เรียน โดยให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกฝนใช้หลักวิชาการ กระบวนการคิด และยุทธวิธีการแก้ปัญหา เพื่อแสวงหาคำตอบต่อคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนกำหนดให้ และได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดประสบการณ์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ดังนี้

1) คำถามหรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ผู้เรียนแก้ ควรมีความสัมพันธ์กับหลักวิชาการ และต้องอาศัยกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา

2) ปัญหาหรือคำถามไม่ควรยากจนเด็กไม่สามารถแก้ไขได้ หรือง่ายจนผู้เรียนสามารถตอบได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหา

3) ควรให้โอกาสแก่นักเรียนในการแสวงหา รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่เชื่อถือได้

4) สนับสนุนกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อสมมติฐาน คาดการณ์เกี่ยวกับคำถามและเสนอทางเลือกหลาย ๆ อย่างโดยสมเหตุสมผล

5) ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักยืดหยุ่นไม่จำเจอยู่กับเทคนิควิธีหนึ่งวิธีใดเพียงอย่างเดียวและไม่ยึดมั่นคร่ำครึอยู่กับลำดับขั้นตอนโดยไม่จำเป็น

นอกจากนี้ยังกล่าวว่ากระบวนการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน และต้องใช้ทักษะหลาย ๆ อย่างประกอบกัน ดังนี้

1) ทักษะในการวิเคราะห์ปัญหา

1.1 การใช้หมโนทัศน์ หลักทฤษฎีในการบรรยายลักษณะปัญหา

1.2 การจำแนกประเด็นปัญหา

1.3 การใช้แผนภาพ หรือไดอะแกรมอธิบายปัญหา

2) ทักษะการแสวงหาและเก็บข้อมูล

2.1 การเลือกแหล่งข้อมูลและเก็บข้อมูล

2.2 การฟังและการสังเกตเพื่อเก็บข้อมูล

2.3 การอ่านอย่างมีวิจารณ์ญาณ

2.4 การจำแนกข้อมูลที่สำคัญและไม่สำคัญ

2.5 การจดโน้ตย่อ

2.6 การอ่านตารางและกราฟ

3) ทักษะการวิเคราะห์และตีความข้อมูล

3.1 การเรียบเรียงและการจัดระบบข้อมูล

3.2 การสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3 การตีความผลสรุปข้อมูล

4) ทักษะการนำเสนอผล

4.1 การเรียบเรียงรายงานอย่างเป็นระบบ

4.2 การเสนอรายงานปากเปล่า

4.3 การเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางและแผนภาพ

4.4 การทำบรรณานุกรม

5) ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น

6) ทักษะการทำงานและการคิดโดยอิสระ

จอห์น (วรรณวดี วรรณศิลป์. 2523 : 16 ; อ้างอิงมาจาก John. 1964 : 76) ให้ความเห็นว่าในชั้นเรียนการสร้างปัญหาขึ้นเป็นโจทย์หรือคำถาม เพื่อให้นักเรียนคิดหาเหตุผลเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ปลุกฝังให้มีนิสัยในการไต่ถาม เพื่อสืบสวนข้อเท็จจริงต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีคุณสมบัติดังกล่าว ย่อมสามารถนำไปประยุกต์กับการแก้ปัญหาอื่น ๆ เป็นแนวทาง ไปสู่ความคิดสร้างสรรค์และเป็นสมาชิกที่มีคุณค่าของสังคม

เบเกอร์ (ประกาย จิโรจน์กุล. 2523 : 53 ; อ้างอิงมาจาก Baker. 1960 : 153 - 155) มีความเห็นว่าครูควรสอนให้เด็กแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงเทคนิคในการสังเกต การอภิปราย การวางแผนงาน และส่งเสริมให้เด็กมีประสบการณ์เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา

ดี โบโน (Bono. 1983 : 703 - 708) มีความเห็นว่า การสอนมุ่งเฉพาะเนื้อหาสาระวิชา โดยละเลยการปลุกฝังทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียนนั้น ถึงแม้ว่านักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงในระดับใดก็ตาม แต่ลักษณะการคิดของนักเรียนก็จะเป็นการคิดตามเกณฑ์หรือภายใต้กรอบ คำจำกัดความหรือภายใต้ขอบเขตของเนื้อหาวิชาได้เรียนมามาเท่านั้น และเมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้ว ผู้เรียนก็จะขาดความสามารถในการนำความรู้ที่ได้รับหรือมีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ที่เป็นจริงที่แตกต่างไปจากที่ตนได้พบในโรงเรียนได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการประกอบอาชีพซึ่งต้องใช้ความรู้ที่มีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างไปจากที่ได้รับจากโรงเรียนโดยสิ้นเชิงนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ความสามารถในด้านการคิด การใช้เหตุผลเพื่อทำการประยุกต์ความรู้ที่มีอยู่ให้เข้ากับงานที่ต้องปฏิบัติ

ฟอร์เบส (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530 : 4 ; อ้างอิงจาก Forbes 1983) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการมองไปอนาคต (Looking to the Future) พบว่า ความรู้และทักษะจำเป็นที่บัณฑิตจากมหาวิทยาลัยพึงมี ได้แก่ ความรู้เฉพาะด้าน ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็น ส่วนสิ่งที่บัณฑิตทั่วไปขาด แต่เป็นสิ่งที่แหล่งงานต้องการ คือ ทักษะการเรียนรู้เพื่อที่จะเรียน (Learning to Learn Skills) ทักษะการคิดในระดับสูง (Higher - Order Thinking Skills) และความสามารถในด้านการแก้ปัญหา (Problem Solving Abilities)

เชฟเทล (Shaftel. 1982 : 31) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นกระบวนการค้นพบและตัวปัญหาก็คือ สถานการณ์อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับบุคคลใดบุคคลหนึ่ง เป็นสถานการณ์ที่เป็นอุปสรรคคนที่คิดแก้ปัญหา การจัดการเรียนการสอนจะต้องใช้สถานการณ์ที่มีความหมาย

เป็นปัญหาและมีความสำคัญต่อคนทุกคน ซึ่งก็สอดคล้องกับแนวคิดของไฮนิง (Heining. 1981 : 6) ซึ่งกล่าวว่า การแก้ปัญหาของผู้เรียนเกิดขึ้นได้โดยครูที่จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่จัดควรเป็นกิจกรรมปลายเปิด นั่นคือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตน เพื่อสังเคราะห์เรื่องราวเป็นเรื่องใหม่สิ่งใหม่ สถานการณ์หรือกิจกรรมที่จัดขึ้นควรให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้จินตนาการ สังเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ อาจกล่าวได้ว่า ไฮนิง จะเน้นกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นเป็นสำคัญ

เบเลอร์ (Biehler. 1974 : 320 - 329) ได้แนะนำการสอนที่ก่อให้เกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

1) ขั้นแรกต้องสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากความสัมพันธ์ทางภาษา (Verbal Association) สอนความคิดรวบยอด (Concepts) และสอนหลักการหรือกฎเกณฑ์ (Principles) ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นภูมิหลังที่สำคัญสำหรับการแสวงหาความรู้ต่อไป

2) สร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่เป็นอิสระที่จะซักถาม

3) สนับสนุนให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นอย่างมีอิสระต่อครู โดยที่ครูพร้อมที่จะเข้าใจและรับฟัง

4) กำหนดตัวอย่างที่ดีของการคิดแบบสร้างสรรค์ เช่น การกระตุ้นให้ผู้เรียนเดาคำตอบ วิเคราะห์คำตอบ ซึ่งเป็นการสร้างนิสัยการเป็นนักคิดที่ดีแก่ผู้เรียน

5) สอนเทคนิคในการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้น ดังนี้

5.1 ขั้นเตรียม ครูเป็นผู้เสนอปัญหาหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งปัญหาคำถามด้วยตนเองหรือตั้งสมมติฐาน และให้ทดสอบสมมติฐาน

5.2 ขั้นสำรวจ ช่วยให้ผู้เรียนหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยครูอาจจะสอนการใช้หนังสืออ้างอิง การใช้ห้องสมุด หรือใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบ ขั้นนี้ควรเป็นขั้นที่ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบอย่างอิสระ และหาทางแก้ปัญหาคำถามด้วยตนเอง

5.3 ขั้นของการแก้ปัญหา เมื่อผู้เรียนคิดหาคำตอบได้ ครูก็สนับสนุนให้ผู้เรียนเขียนวิธีที่ตนเองแก้ปัญหาได้ ในรูปของสมมติฐาน เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

5.4 ขั้นทดสอบ โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนติดตามผลนอกห้องเรียนว่าสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ ถ้านำไปใช้ได้แสดงว่าเกิดการถ่ายโยงความรู้ซึ่งเป็นเป้าหมายในการแก้ปัญหา นั่นคือสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้ได้จริง

6) ดำเนินถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฉะนั้นครูควรเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับความสามารถด้านการแก้ปัญหาของบุคคล

จะเห็นว่าข้อเสนอเกี่ยวกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้คิดแก้ปัญหาของเบลอร์จะเน้นความสำคัญของวิธีการคิดแบบวิทยาศาสตร์คือ กำหนดปัญหาและขอบเขตของปัญหา รวบรวมข้อมูลและทดสอบข้อมูลเพื่อหาข้อสรุปของปัญหานั้น ๆ ได้ถูกต้อง นอกจากนี้ยังเน้นการสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ฉะนั้นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง

นอกจากนี้ สุวรรณทัศน์ (Suwannathat. 1985 : 138 - 139) กล่าวถึง การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาสามารถทำได้โดย

- 1) ฝึกฝนให้ผู้เรียนทำตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา คือ รวบรวมข้อมูล ตั้งสมมติฐาน รวบรวมวิธีการแก้ปัญหา และทดสอบสมมติฐาน
- 2) ควรเน้นในเรื่องการรวบรวมข้อมูล
- 3) ฝึกให้รู้จักใช้ทักษะในการแก้ปัญหา คือ ฝึกให้คิดเกี่ยวกับปัญหา การแก้ปัญหาคด้วยวิธีต่าง ๆ และการทำนายผลของวิธีการแก้ปัญหานั้น
- 4) ใช้วิธีชี้แจงอธิบายเหตุผล หลีกเลี่ยงวิธีการเข้มงวดกับผู้เรียน
- 5) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ
- 6) ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้กับเด็ก เพราะมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา
- 7) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจด้วยตนเอง
- 8) กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดในหลายทิศทาง เพื่อนำไปใช้กับปัญหาที่ยุ่ยากซับซ้อน

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นไม่ได้หากผู้เรียนไม่ได้รับการฝึกเพียงพอ และการคิดแก้ปัญหาไม่สามารถเกิดขึ้นได้จากการที่ครูบอกผู้เรียนว่าควรจะทำอะไร อย่างไร และเมื่อไรเท่านั้น ครูจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะส่งเสริมทักษะความสามารถในการคิดแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน

วิธีการและขั้นตอนการแก้ปัญหา

วิธีการและขั้นตอนการแก้ปัญหามีหลายวิธี แล้วแต่นักการศึกษาท่านใดจะคิดค้นและตั้งชื่อของกระบวนการแก้ปัญหาให้แตกต่างกันออกไป ผู้แก้ปัญหามักจะนำวิธีการแก้ปัญหามาใช้ซ้อนกันอยู่กับสถานการณ์ว่า ผู้แก้ปัญหามักจะนำวิธีการและขั้นตอนแก้ปัญหาใดมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม ซึ่งในลักษณะนี้ได้มีผู้เสนอแนวทางและวิธีการและขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้มากมาย เช่น

เบย์เลส (David. 1965 ; Citing Bayles. n.d) กล่าวว่า การแก้ปัญหามักจะต้องประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. มีปัญหาเกิดขึ้น (Problem Appear)
2. ตั้งสมมติฐาน (Hypothesis is Formulated)
3. พิจารณาสมมติฐานทั่วไปเพื่อนำไปสู่สมมติฐานเฉพาะ (Implication are Deduced)
4. ได้ข้อสรุปของปัญหา (Conclusion Arrived at)

โอเบอร์น (David. 1965 ; Citing Bayles. n.d.) อธิบายการแก้ปัญหาการทดลองว่าต้องประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้น ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การจัดกระทำข้อมูล
4. การแปลความหมายข้อมูล
5. การเลือกวิธีการแก้ปัญหาและทดสอบสมมติฐาน
6. การหากฎเกณฑ์และสรุปผล

เพียร์สันและดิวอี้ (Louis. 1968 ; Citing pearson and Dewey. n.d.) ได้ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาแล้วสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การค้นหาหลักฐานเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. การประเมินความถูกต้องของสมมติฐาน
5. การปรับปรุงแก้ไขสมมติฐานถ้าจำเป็น
6. การนำข้อสรุปไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่คล้ายคลึงกัน

กิลฟอร์ด (Guilford. 1971) ได้กำหนดลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการเตรียมการ หมายถึง ขั้นตั้งปัญหาหรือค้นพบว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์คืออะไร
2. ขั้นของการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นในการพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา
3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วแสดงออกในรูปของวิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผล หมายถึง ขั้นในการเสนอผลเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ใช่ผลที่ต้องการ ก็ต้องมีวิธีการเสนอปัญหาใหม่จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาล้ายคลึงกับปัญหาที่ผ่านมาแล้ว เวียร์ (Weir. 1974) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา
2. การวิเคราะห์ปัญหา
3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา
4. การวิเคราะห์ผลจากการแก้ปัญหา

คิวอี้ (วาริ ธีระจิตร. 2534 ; อ้างอิงมาจาก Dewey. 1975) ได้เสนอวิธีการสอนตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Location of Problem)
2. ตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหา (Setting up of Hypothesis)
3. ทดลองและรวบรวมข้อมูล (Experimenting and Gathering Data)
4. วิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of Data)
5. สรุปผล (Conclusion)

ฮายนิง (Heining. 1981) กล่าวโดยสรุปว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนได้รู้จักคิด รู้จักพิสูจน์หาข้อสรุปและให้เด็กได้มองเห็นคุณค่าของการแก้ปัญหานั้น กิจกรรมที่จัดควรเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตน เพื่อสังเคราะห์เรื่องราวส่งเสริมให้นักเรียนได้คาดคะเน ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน โดยเน้นกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นเป็นสำคัญ จากที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า วิธีการและขั้นตอนแก้ปัญหาที่จะก่อให้เกิดผลสำเร็จจำเป็นต้องเข้าใจปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ และใช้ความคิดพิจารณาหาความสัมพันธ์จากข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับปัญหาอย่างรอบคอบ เพื่อให้เกิดเป็นข้อความรู้ในการหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

ความสามารถในการแก้ปัญหากับการเรียนการสอนตามรูปแบบ สสวท.

วิธีสอนตามรูปแบบ สสวท. คือการนำเอาวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้า หาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาต่างๆได้ด้วยตนเอง

รัชโยธิน ศรีโสภา (2524 : 72) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับแนวความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์พุทธศักราช 2521 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เลือกใช้แนวคิดแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้มากที่สุด

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการเรียนตามรูปแบบ สสวท. นั้นส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

สติปัญญาอาจนิยามได้ในรูปของความเข้าใจ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล เราสามารถใช้วิธีสอนเพื่อพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนได้ เมื่อก่อนเราเชื่อว่าวิธีสอนดั้งเดิมที่ใช้ในการเรียนการสอน สามารถพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนได้ดี แต่ผลการศึกษาในระยะต่อมาพบว่า การสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้สามารถพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนได้มากกว่าวิธีสอนดั้งเดิม นอกจากนั้นยังพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน ที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ มีแนวโน้มสูงขึ้นสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (Lawson. 1995 : 425)

ความคงทนในการเรียนรู้

การเรียนรู้สิ่งใด ๆ ก็ตาม ถ้าหากสิ่งที่เรารู้นั้นไม่หลงเหลืออยู่เลยก็เสมือนหนึ่งไม่ได้เรียนรู้อะไรมาก่อน คนเราจะคิดและใช้เหตุผลจากข้อเท็จจริงที่จำได้ การรับรู้ของเราจะต่อเนื่องสัมพันธ์กันได้ต่อเมื่อเราสามารถจดจำสิ่งต่าง ๆ ที่เคยรับรู้มาก่อนได้

การเรียนรู้อะไรก็ตามที่กำหนดขึ้นย่อมประเมินผลได้โดยการพิจารณาจากผลการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ถ้าเป็นการประเมินผลในทันทีที่ผู้เรียนทำในสิ่งที่เราต้องการสำเร็จ ผลที่ได้ก็คือผลการเรียนรู้ แต่ถ้าเราคอยให้เวลาล่วงเลยไประยะเวลาหนึ่งอาจเป็น 1 วัน 1 สัปดาห์ หรือ 1 เดือนแล้วจึงประเมินผล การเปลี่ยนแปลงที่ได้ก็จะเป็นผลการเรียนรู้และการจำซึ่งเรียกว่าความคงทนในการเรียนรู้

ความคงทนในการเรียนรู้เป็นพฤติกรรมภายใน (Convert Behavior) ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจ เช่นเดียวกับความรู้สึก เจตคติต่อจินตนาการของมนุษย์ ได้มีผู้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

อดัม (Adam. 2519 : 9) ได้ให้ความหมายว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การคงไว้ซึ่งผลของการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกถึงสิ่งที่เราที่เรียนหลังจากที่ได้ทิ้งไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2524 : 248) ได้ให้ความหมายว่าความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม

จากแนวคิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการระลึกถึงและตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ผ่านการเรียนมาแล้ว หลังจากที่ยังไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยไม่ได้แสดงพฤติกรรมอย่างนั้นออกมาอีกเลยในช่วงเวลาดังกล่าวนั้น

ระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทนในการเรียนรู้ อัมซี นูนาลลี (Nunally. 1959 : 105 - 108) กล่าวว่า การวัดความคงทนในการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ น้อยลง ควรเว้นช่วงเวลาในการสอบซ้ำห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบจะทำให้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองครั้งสูง ซึ่งสอดคล้องกับชวาล แพรัตกุล (2516 : 1) ที่กล่าวว่าในการสอบซ้ำโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันไปสอบกับบุคคลกลุ่มเดียวกันเวลาในการทดลองครั้งแรกและครั้งที่สองควรเว้นห่างกันประมาณ 2 - 4 สัปดาห์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เวลา 3 สัปดาห์ในการดำเนินการทดสอบซ้ำเพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้

ความคงทนในการเรียนรู้กับการเรียนการสอนตามรูปแบบสสวท.

มณี เป็นสุข (2522) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ และการเรียนตามหลักสูตร สสวท. พบว่าความคงทนของทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกันหรือมีประสิทธิภาพเหมือนกัน

นั่นแสดงว่ารูปแบบสสวท. เป็นรูปแบบการสอนที่ก่อให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ได้ดีมากรูปแบบหนึ่ง

ความคงทนในการเรียนรู้กับการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

ในการศึกษา พบว่า ความคงทนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ การเรียนรู้แบบวัฏจักรมีผลต่อความคงในการเรียนรู้ เพราะมีงานของ Bishop ซึ่งได้ทำการศึกษาไว้เมื่อปี 1980 พบว่า คะแนนความคงทนของนักเรียนที่สอนด้วยการเรียนรู้แบบวัฏจักรสูงกว่านักเรียนที่สอนแบบปกติ

จากข้อมูลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบวัฏจักรมีผลต่อความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน

เจตคติ

เจตคตินี้ได้มีผู้ใช้คำอื่น ๆ ในความหมายเดียวกัน เช่น ทัศนคติ เป็นต้น สำหรับความหมายของเจตคติได้นักการศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศให้ความหมายไว้หลายแนวและหลากหลายจนนิยามให้ชัดเจนได้ยาก อย่างไรก็ตามมีการรอบความเชื่อตามความหมายของเจตคติว่า หมายถึง ท่าทีความรู้สึก หรือความโน้มเอียง (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 ข ; ไพศาล หวังพานิช, 2526 ; เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์, 2527 ; ประทุม อัดชู. 2535) ซึ่งเป็นภาวะความพร้อม (Good. 1973) ของแต่ละบุคคลที่จะแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้าใด ๆ ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เช่น สนับสนุนหรือต่อต้าน เป็นต้น นั่นคือเจตคติเป็นกริยาท่าทีความรู้สึกรวม ๆ (บุญธรรม. 2534) หรือที่ Thurstone (Ebel. 1972 : 522) กล่าวว่า เป็นผลรวมทั้งหมดของความโน้มเอียงของบุคคล ความรู้สึก ความลำเอียง แนวคิด ความกลัว การข่มขู่ การลงโทษเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ และถือว่าเจตคติเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งสิ่งนั้น ๆ เจตคติไม่มีพฤติกรรมเป็นของตนเอง แต่เป็นตัวกระตุ้น (พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2533) ตัวควบคุม หรือมีอิทธิพลต่อบุคคลในการเลือกแสดงพฤติกรรม (สมหวัง และอุษาวดี. 2534 : 776)

ลักษณะของเจตคติ

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 146) และเชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2527 : 66 - 67) กล่าวถึงลักษณะของเจตคติ สรุปได้ดังนี้

1. เจตคติเป็นความรู้สึกทางจิตใจที่มีต่อสิ่งเร้าใดสิ่งเร้าหนึ่ง
2. เจตคติเป็นผลที่ขึ้นอยู่กับบุคคลประเมินผลสิ่งเร้าแล้วแปรเปลี่ยนมาเป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจที่จะแสดงพฤติกรรม
3. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้มากกว่าเป็นสิ่งที่กำหนดขึ้นเองหรือมีมาตั้งแต่กำเนิด
4. เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วมีลักษณะคงที่และเปลี่ยนแปลงได้ยาก แต่เมื่อการเรียนรู้หรือประสบการณ์เปลี่ยนไปเจตคติดังเดิมเปลี่ยนแปลงไปด้วย
5. เจตคติของบุคคลแปรค่าได้ทั้งคุณภาพและความเข้ม โดยจะครอบคลุมช่วงของเจตคตินั้น นั่นคือทางบวก (Positive) ทางลบ (Negative) หรือเป็นกลาง (Neutral)

องค์ประกอบของเจตคติ

ทพวงมหาวิทยาลัย (2525 ข : 54) และเชดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2527 : 66) กล่าวว่า องค์ประกอบของเจตคติมี 3 ประการ ได้แก่

1. องค์ประกอบด้านความคิด (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า (Object) นั้น ๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการที่จะสรุปรวมเป็นความเชื่อ หรือช่วยในการประเมินผลสิ่งเร้านั้น ๆ

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Feeling Component หรือ Affective Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ของแต่ละบุคคลที่คล้อยตามความคิดและสัมพันธ์กับสิ่งเร้าต่าง ๆ เป็นผลต่อเนื่องจากการที่บุคคลประเมินผลสิ่งเร้านั้นแล้ว ถ้ามีความคิดที่ดีต่อสิ่งใด ก็จะมีความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น ซึ่งจะแสดงออกในรูปความชอบหรือไม่ชอบ ดีหรือเลว เป็นต้น

3. องค์ประกอบด้านความประพฤติหรือปฏิบัติหรือพฤติกรรม (Action Tendency Component หรือ Behavioral Component) เป็นองค์ประกอบด้านความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลจะประพฤติหรือปฏิบัติตอบสนองต่อสิ่งเร้าในรูปยอมรับหรือปฏิเสธและเป็นผลเนื่องมาจากความคิดองค์ประกอบทั้งสามนี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีผลต่อการพัฒนาเจตคติของบุคคลซึ่งต้องอาศัยการสนใจ การรับรู้ และการเรียนรู้

ดังนั้นเจตคติต่อการสอนจึงหมายถึง ความรู้สึกรวม ๆ และความคิดความเข้าใจในการสอน ซึ่งถือเป็นภาวะความพร้อมที่จะตอบสนองสิ่งเร้าที่จัดให้นักเรียนตอบสนอง

การวัดเจตคติ

เชดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2527 : 67) และบุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2534 : 7 - 8) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการวัดเจตคติ ไว้ดังนี้

1. การศึกษาเจตคติ เป็นการศึกษาความคิดเห็น ความรู้สึกของบุคคลที่มีลักษณะคงเส้นคงวา หรืออย่างน้อยเป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่จะไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นเนื้อหาหรือสิ่งเร้าให้แสดงกริยาทำที่ออกมาต้องมีโครงสร้างแน่นอน

2. เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง ฉะนั้นการวัดเจตคติจึงเป็นการวัดทางอ้อม จากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือประพฤติปฏิบัติอย่างมีระเบียบแบบแผนคงที่ไม่ใช่พฤติกรรมโดยตรงของมนุษย์

3. การศึกษาเจตคติของบุคคลนั้นไม่ใช่เป็นการศึกษาแต่เฉพาะทิศทางเจตคติของบุคคลเท่านั้น แต่ต้องศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มของเจตคตินั้นด้วย โดยทั่วไปกำหนดให้เจตคติมีทิศทางเป็นเส้นตรงและต่อเนื่องกัน

เครื่องมือที่ใช้วัดเจตคติ

นักวัดผลทางจิตวิทยาพยายามอธิบายพฤติกรรมของมนุษย์ โดยมีทั้งการศึกษาตามทฤษฎีองค์ประกอบ 2 ตัว (Two Factor Theory) ของกลุ่ม Spearman และตามทฤษฎีองค์ประกอบพหุคูณ (Multiple - Factor Theory) ของกลุ่ม Thrstone แต่ต่างก็ใช้คำว่าปัจจัย (Factors) ในการวัดด้านจิตพิสัย (Affective Domain) แทนคุณลักษณะ (Traits) ในการวัดด้านพุทธิพิสัย ประทุม อัดชู (2535 : 88) ได้แสดงความเห็นลักษณะการวัดเจตคติเป็นการวัดด้านเจตคติ ซึ่งเป็นการวัดพฤติกรรมที่บุคคลจะพึงปฏิบัติเป็นปกติวิสัย (Typical Performance) ลักษณะของคำตอบจะเป็นแบบแผนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด แต่ไม่วัดความถูกต้องหรือผิดอย่างชัดเจน เป็นการวัดแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกอย่างมีทิศทางและระดับมากน้อยเพียงใด เครื่องมือวัดจึงไม่ใช่แบบทดสอบ (Test) แต่เป็นมาตรการวัด (Scale) ซึ่งมีหลายชนิด ได้แก่

1. สเกลแบบมีระยะช่วงเท่ากัน (Equal - Appearing Interval Scales) ของ Therstone เป็นมาตรการวัดที่กำหนดค่าประจำข้อความโดยผู้ตัดสิน (Judge) มีทั้งหมด 11 สเกล ซึ่งมีข้อดีในด้านการตีความหมาย แต่อาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากการกำหนดค่าประจำข้อความของผู้ตัดสิน

2. สเกลประมาณค่ารวม (Summated Rating Scale) ของ Likert มาตรการวัดที่กำหนดข้อความหลาย ๆ ข้อซึ่งเป็นอิสระต่อกันให้ผู้ตอบแสดงทิศทางในการตอบสนองมีข้อดีคือตอบสนองได้ง่าย

3. สเกลโดยวิธีการความแตกต่างของความหมาย (Semantic Differential Scale) ของ Osgood เป็นมาตรการวัดที่ใช้คำคุณศัพท์ เช่น ดี - เลว ชอบ - ไม่ชอบ ในการตอบความหมายของสิ่งเร้าซึ่งทำให้ผู้ตอบเข้าใจความหมายดีขึ้นแต่อาจเกิดข้อจำกัดในด้านความสามารถหรือความแตกต่างทางความเข้าใจ ภาษาของผู้ตอบวัดเจตคติตามแบบ Likert กำหนดให้แต่ละระดับมีน้ำหนักเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 คือ ใช้วิธีกำหนดน้ำหนักคะแนนโดยการสมมติ (Arbitrary Weighting) เพราะมีค่าสหสัมพันธ์กับวิธี Sigma Deviate Weighting ซึ่งเป็นความหมายที่แท้จริงของสเกลประมาณค่ารวมกับ .99 ลักษณะน้ำหนักดังกล่าวทำให้การตอบสนองสิ่งเร้าได้ชัดเจนผู้ตอบมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ (ประทุม อัดชู. 2535 : 96) จึงนิยมใช้แบบวัดเจตคติของ Likert อย่างแพร่หลาย (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2533 : 45)

เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

คือ เจตคติที่เกิดจากความรู้สึกรัก เป็นสภาพทางอารมณ์ของบุคคลที่เกิดจากความเชื่อในคุณค่าต่อวิชาวิทยาศาสตร์และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เป็นความเชื่อในเชิงนิมิตต่อวิชาวิทยาศาสตร์และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ มีความคิดเห็นที่ดีในด้านทั่วไป รู้สึกถึงความสำคัญ ชอบและ

สนใจ รวมทั้งความตั้งใจที่จะเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต (อรุณี 2526 : 12 ; จันทพร 2527 : 65)

มีงานวิจัยมากมายที่สนับสนุนว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนที่มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ทางด้านบวกจะส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น เช่น ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2523 : 65) พบว่า เจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ และ อวยชัย วัชรธรรม (2521) ได้ศึกษาการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยอาศัยความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่อยู่นอกเหนือความสามารถทางสติปัญญา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ ทักษะคิดที่นิสิตมีต่อการเรียนและวิชาที่เรียน

เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับการเรียนการสอนตามรูปแบบสสวท.

การเรียนการสอนตามรูปแบบ สสวท.มีผลทำให้เจตคติที่มีต่อวิชาต่างๆ ดีขึ้นซึ่งยืนยันได้จากการวิจัยของ สมบูรณ์ จิตพงษ์ (2519 : 47) ที่ได้ศึกษาการประเมินผลหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์หลักสูตรสสวท.มีทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นไปในทางบวกมากขึ้น เนื่องจากธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คล้ายคลึงกันมากจนบางครั้งมองว่าคณิตศาสตร์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ทั้งคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกัน เมื่อเป็นเช่นนั้นนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร สสวท.ก็น่าจะมีทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เป็นไปในทางบวกมากขึ้นเช่นกัน

เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

เจตคติกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ การเรียนรู้แบบวัฏจักรมีผลกระทบต่อเจตคติการสอน ซึ่งสามารถพิจารณารายละเอียดได้จากผลการศึกษาของนักการศึกษาในการนำการเรียนรู้แบบวัฏจักรไปใช้ศึกษาผลกระทบต่อเจตคติ ดังเช่นในปี 1977 Cambell (Rawson. 1995) พบว่า การเรียนรู้แบบวัฏจักรทำให้นักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์มีเจตคติด้านบวกต่อการปฏิบัติ การทดลองสูงขึ้น คะแนนการสอนปฏิบัติการทดลองสุดท้ายสูงขึ้น และไม่มีการถอนวิชาเรียน ต่อมาในปี 1978 David (Rawson. 1995) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วย

การเรียนรู้แบบวัฏจักรมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนแบบบรรยาย การสอนแบบอภิปราย หรือการสอนแบบตรวจสอบด้วยการทดลอง นอกจากนั้นในปี 1980 Bishop (Rawson, 1995) พบว่า นักเรียนเกรด 8 ที่ใช้การสอนด้วยการเรียนรู้แบบวัฏจักรมีเจตคติด้านบวกมากกว่าวิธีการสอนดั้งเดิม มีความสุขในการเรียน และคะแนนในการทดสอบผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น

จากข้อมูลที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นสรุปว่าการสอนด้วยการเรียนรู้แบบวัฏจักรกระตุ้นให้ผู้เรียนมีเจตคติด้านบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์และมีเจตคติด้านบวกต่อการสอนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

ประกาศิต จันทศ (2537) ได้ศึกษาผลการสอนวิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุด้วยโมเดลวัฏจักรการเรียนรู้ ประยุกต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและเจตคติต่อการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรประยุกต์กับการสอนปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 มีเจตคติต่อการสอนในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 58.82 และ 100.00 ตามลำดับ การแจกแจงระดับพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนเหมือน กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิมพร วัฒนานนท์ (2539) ได้ศึกษาการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น ยุทธวิธีการเรียนรู้แบบวัฏจักรมาปรับแผนการสอน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการสอนซึ่งปรับวิธีการสอนเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธวิธีการเรียนรู้แบบวัฏจักรมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ใช้แผนการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดารุณี เชื้อเจ็ดตน (2540) ได้ศึกษาความสามารถในการสื่อความหมายข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธวิธี วัฏจักรการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธวิธีวัฏจักรการ เรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนว สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

เวอร์มอนต์ (Vermont, 1985 : 2473 - A) ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกลวิธีสอน 3 วิธี ได้แก่ วัฏจักรการเรียนรู้ กลวิธีแบบเรียนรู้และพัฒนาการความรู้ความคิด และกลวิธีบรรยาย ทดลอง ซึ่งทั้ง 3 กลวิธีเป็นแนวคิดที่สืบเนื่องมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ของ

1985 ใน 2

เปียเจต์และทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของกลวิธีสอนที่มีต่อการเรียนรู้โมทัศน์เรื่องโมล และระดับโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ แบบวัดพัฒนาการทางสติปัญญา ขึ้นนามธรรมของเบอร์นี (Burney's Piagetian Objective Formal Instrument) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (The Achievement and Misconception Test) รวมทั้งการสร้างแผนภูมิโมทัศน์และแผนภูมิรูปตัววี (Concept Map and Gowin Vees) วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน 3 ทาง รูปแบบการวัดซ้ำ (Three - Way Factorial Analysis of Variance with Repeated Measures) ได้ข้อสรุปว่ากลวิธีทั้งสามมีประสิทธิภาพเท่ากัน โดยการพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของ เปียเจต์ และออสซูเบล ไม่ขึ้นอยู่กับกลวิธีทั้ง 3 แบบ

จอห์น (John. 1986 : 2178 - A) ได้ศึกษาผลในระยะยาวของการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้และความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ เชาวปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกจากนักเรียนเกรด 6 ซึ่งมีเชาวปัญญาเท่ากัน (ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Posttest Only Experimental Design) แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่สอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้และกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ กลุ่มละ 10 คน หลังจากการสอนจบแล้ว 20 เดือน จึงทำการสอบวัดคุณลักษณะของตัวแปรต่าง ๆ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของตัวแปรวิธีสอน เพศ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนและเพศ ผลการวิจัยพบว่า ระหว่างวิธีสอนและระหว่างเพศมีความแตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน จากการสอนทั้งสองวิธี อย่างไรก็ตามยังพบอีกว่า ความคงทนทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกัน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่า

ในปีเดียวกัน นาสสิรี (Nasseri. 1986 : 1894 - A) ได้วิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการสอนปฏิบัติการเคมีสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาในรัฐแคนซัส โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ วัตถุประสงค์หลักคือพัฒนาความเข้าใจโมทัศน์พื้นฐานที่สำคัญ ๆ ในวิชาเคมี และศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญา การเรียนรู้การสอนที่ Nasseri พัฒนานี้ได้รับการตรวจทั้งด้านเนื้อหา รูปแบบ และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการโมเดลดังกล่าว โดยนักวิทยาศาสตร์ศึกษาแล้วทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ Oberlin และ Hay ใน Kansas ของสหรัฐอเมริกา ผลการพัฒนาพบว่า นักเรียนมีเจตคติในระดับดีต่อการสอนกิจกรรมเพื่อใช้โมเดลลงจริงการเรียนรู้

ในปีต่อมา สแตนเซล (Stancel. 1987 : 546 - 547 - A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการสอนเนื้อหาเรื่อง กายวิภาคและสรีรวิทยา สำหรับนักเรียนในวิทยาลัยชุมชน Olney Central College มลรัฐอิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา ปีการศึกษา 1984 - 1985 และ 1985 - 1986 ด้วยวิธีสอนสองวิธีคือ สอนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้และสอนกลุ่ม

ตัวอย่างในกลุ่มควบคุม จำนวน 31 คน ด้วยวิธีการบรรยาย ใช้เวลาทั้งหมด 24 สัปดาห์ โดยแบ่งเป็น 4 ช่วง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอันเนื่องจากวิธีสองทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน ด้วยการวิเคราะห์ค่าสถิติ (t-test Analysis) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .25 อย่างไรก็ตาม นักศึกษาที่เรียนด้วยวัฏจักรเรียนรู้มีแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียน และความคงทนในเนื้อหาวิชาสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีบรรยาย ซึ่งความก้าวหน้าในการเรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นรูปธรรมขั้นต่อเนื่อง และขั้นนามธรรม ร้อยละ 14.57, 60.46 และ 24.90 ตามลำดับ และส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาจากชนบท ฐานะทางเศรษฐกิจระดับปานกลางถึงต่ำ อายุเฉลี่ย 27 ปี นอกจากนี้ยังปรากฏข้อเสนอแนะให้ประยุกต์ลำดับขั้นการเรียนรู้ของ Gagne ในระยะการเกิดความคิดของวัฏจักรการเรียนรู้

ได้มีผู้ศึกษาพัฒนาการการให้เหตุผลจากแบบรูปธรรมไปเป็นนามธรรมในระยะเวลาถัดมา โดย แซดเบอร์น (Shadburn. 1990 : 1897 - A) เคยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพเบื้องต้นของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 67 คน ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เก็บข้อมูลจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแล้วทำการทดสอบความแตกต่างด้วยค่าที่ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ได้ข้อสรุปว่าการให้เหตุผลเด่นนามธรรมและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน จึงถือว่าภายใต้กรอบการวิจัยนี้ วัฏจักรดังกล่าวไม่เป็นสาเหตุให้นักเรียนพัฒนาสติปัญญาการเรียนรู้รูปธรรมสู่ขั้นนามธรรม ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาและเจตคติต่อการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ข้อเสนอแนะที่ปรากฏในรายงานการวิจัยคือ ควรวิจัยซ้ำในรายวิชาอื่น ๆ และวัดการให้เหตุผลแบบนามธรรมของประชากรในการพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นต่อเนื่องด้วย และในปี 1992 คูโม (Cummo. 1992 : 387 - A) ได้ศึกษาผลการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ที่มีต่อพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 ในชนบทของ Northeastern Ohio สหรัฐอเมริกา วิจัยคือใช้ครู 3 คน สอนนักเรียนเกรด 7 ดังนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ 1 สอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักร กลุ่มที่ 2 สอนด้วยวิธีปกติ ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า ผลการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แตกต่างจากการสอนปกติ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน แต่พัฒนาการทางด้านพุทธิพิสัย กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

กล่าวได้การสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักร เป็นการสอนที่เริ่มจากการสร้าง มโนทัศน์ และนำไปสู่สัมฤทธิ์ผลทางการเรียน โดยจัดให้สอดคล้องกับระดับสติปัญญาการเรียนรู้ ของนักเรียน จากการตรวจสอบหลักการดังกล่าวด้วยวิธีวิจัยมีแนวโน้มว่า การสอนด้วยวัฏจักร การเรียนรู้ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันจากการสอนปกติในผู้เรียนในระดับต่ำกว่า อุดมศึกษา แต่ในระดับสูงขึ้นไม่อาจสรุปผลได้แน่ชัด และเจตคติต่อวิชาที่เรียนสูงกว่าการสอน ปกติ นอกจากนั้นยังมีการใช้เพื่อจุดประสงค์ในการพัฒนานักเรียนให้ก้าวสู่พัฒนาการทางสติ ปัญญาการเรียนรู้ระดับสูงขึ้น

วิเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนนับเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการจัดการเรียนการสอนและเป็น กลวิธีที่ครูใช้เพื่อปฏิบัติการสอนให้บรรลุตามเป้าหมายที่ต้องการ รูปแบบการเรียนแต่ละรูปแบบ ย่อมมีส่วนดีส่วนด้อยที่แตกต่างกัน ครูซึ่งเป็นกลไกหนึ่งในการนำหลักสูตรไปใช้ต้องวิเคราะห์ วิจัย และคัดเลือกรูปแบบการเรียนที่มีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์สูงสุดไปใช้ในการจัดกิจกรรม การเรียน ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์รูปแบบการเรียนของ สสวท. รูปแบบการเรียนแบบวัฏจักร และนำส่วนดีมีประสิทธิภาพทั้ง 2 รูปแบบมาผสมผสานเป็นรูปแบบใหม่ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

รูปแบบการเรียนของ สสวท.

จุดเด่นของรูปแบบการเรียนการสอนของ สสวท.

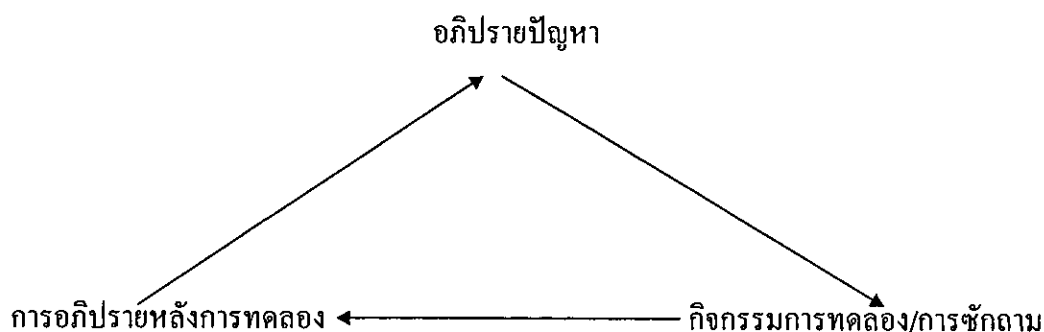
1. นักเรียนเรียนรู้ด้วยปัญหา โดยที่ครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียน ในส่วนนี้ กิจกรรมการเรียนส่วนใหญ่เป็นของนักเรียน นักเรียนเป็นผู้กระทำ (Doing) ครูจะใช้คำถามกระตุ้น ให้นักเรียนคิด และคอยให้คำแนะนำ (Facilitator) การเรียนจะยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student - Centered) การเรียนรู้จะเป็นการเรียนที่ส่งเสริมการพัฒนาการคิดและการฝึกแก้ปัญหา
2. ครูสามารถกำหนดสื่อการเรียนการสอน ใบบน เครื่องมือวัดผล ประเมินผลได้ ล่วงหน้า ทำให้การจัดการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างรวดเร็ว ตรงตามเป้าหมายของครู
3. ครูสามารถควบคุมชั้นเรียนได้ง่าย นักเรียนสามารถทำกิจกรรมการเรียนได้ตาม วัตถุประสงค์ที่วางไว้ และครูสามารถวัดและประเมินผลการเรียนการสอนได้ตามกำหนด
4. การวัดผลและประเมินผล เป็นไปตามความคาดหวังของครู ครูสามารถกำหนด พฤติกรรมที่คาดหวังจากนักเรียนได้ และเลือกใช้เครื่องมือวัดได้ตรงตามที่ต้องการ

จุดด้อยของรูปแบบการเรียนการสอนของ สสวท.

1. ให้โอกาสแก่ครูมากเกินไป หรือให้บทบาทของครูในการกำหนดบทเรียนมาก ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนลดลง ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละเรื่องไม่ได้กำหนดแน่นอนว่า ครูมีบทบาทอย่างไร แค่นั้น ทำให้ส่งผลกระทบต่อพัฒนาความคิดของนักเรียน และยังมีความรุนแรงมากขึ้นถ้าครูดำเนินกิจกรรมส่วนใหญ่ และครูใช้การสอนแบบบรรยาย ทำให้การเรียนการสอนเป็นการท่องจำ นักเรียนจะเบื่อหน่ายและไม่อยากเรียน
2. กิจกรรมของ สสวท. ส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมสำเร็จรูปมาแล้ว เพียงนักเรียนทำตามขั้นตอนก็จะได้คำตอบและคำตอบก็มีอยู่แล้วในบทเรียน ซึ่งไม่ท้าทายและส่งเสริมการแสวงหาความรู้ ทำให้นักเรียนไม่ตระหนักในตัวความรู้ที่ได้รับและมองไม่เห็นความสำคัญ
3. สัดส่วนของบทบาทครู และบทบาทนักเรียน สสวท. ไม่ได้ชี้แจงให้ทราบ ทำให้การจัดการเรียนการสอนขึ้นอยู่กับครูกำหนด เสมือนครูจะเป็นผู้กำหนดบทบาทของนักเรียน นักเรียนไม่แสดงออกในการอภิปราย การคิด การกระทำ หรือมีบ้างแต่น้อยมาก และขาดเป้าหมายในการเรียน
4. ในแต่ละกิจกรรม สสวท. ไม่ได้กำหนดหรือระบุไว้ว่าครูควรส่งเสริมทักษะใดให้นักเรียนบ้าง นักเรียนควรจะได้รับการพัฒนาระบวนการใดบ้าง แค่นั้น เพียงใด ทำให้การพัฒนาระบวนการคิดลดน้อยลง เด็กจะขาดความมั่นใจในตัวความรู้ที่ได้รับ เพราะกระบวนการไม่ชัดเจนพอ

รูปแบบการเรียนของ สสวท. ที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้มีอยู่ 3 ขั้นตอน ดังนี้

รูปแบบ สสวท.



รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

จุดเด่นของรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

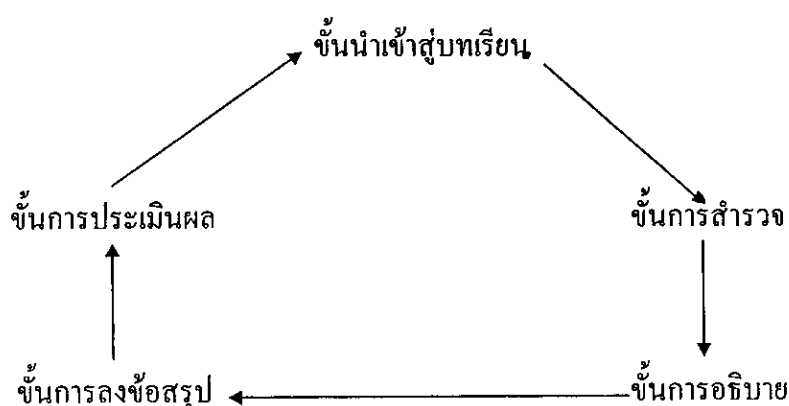
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยดำเนินกิจกรรม ดังนี้

1. นักเรียนสร้างความสัมพันธ์จากการสังเกตส่วนต่าง ๆ เพื่อจะตอบปัญหา ตรงนี้ทำให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดจากข้อมูลที่มีและนักเรียน
 - ได้แสวงหาข้อมูลเอง ได้รับประสบการณ์ตรง
 - ได้พัฒนาการคิด หรือกระตุ้นความคิดจากกิจกรรมการเรียนตลอดเวลา
2. การอธิบาย เป็นผลมาจากการสำรวจ ทำให้นักเรียนทำการสำรวจอย่างมีความหมาย ตื่นตัวที่จะทำการสำรวจอย่างจริงจัง และฝึกทักษะการสื่อสาร
 - นักเรียนได้กล้าแสดงความคิด ตัดสินใจ และมีความเชื่อมั่นในตนเองสูง
3. นักเรียนมีความชัดเจนในมโนทัศน์มากขึ้น ครอบคลุมมากขึ้น ก็โดยการให้โอกาสนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับปัญหาใหม่ สถานการณ์ใหม่ เพื่อเสริมความเข้าใจที่ได้จากการสำรวจ
 - นักเรียนได้แลกเปลี่ยนข้อคิด ข้อมูลกับกลุ่มเพื่อน เพื่อปรับขยายถ่ายโอนความคิดจนได้ความคิดที่ชัดเจน ครอบคลุมและมีความเป็นไปได้สูง
4. คำตอบของปัญหาแต่ละปัญหาต้องได้มาจากการกระทำกิจกรรมหรือการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการทดลอง
 - ได้คำตอบด้วยตัวนักเรียนเอง อาจจะเป็นคำตอบที่ได้จากประสบการณ์ตรง จากการสังเกตธรรมชาติ หรือได้จากการทดสอบสมมติฐาน
5. ให้โอกาสนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมิน ทำให้ภาพของการประเมินชัดเจน มีความถูกต้องสูง และเป็นการฝึกการประเมินให้กับนักเรียน นอกจากนี้นักเรียนเกิดความรู้สึกที่ดีของการมีส่วนร่วม
 - ฝึกให้นักเรียนได้ประเมินผลด้วยตนเองและฝึกการตัดสินใจ
 - ส่งเสริมนักเรียนให้เป็นคนมีเหตุผลในการรับข้อมูลหรือมีเหตุผลในการเลือกหรือไม่เลือกสิ่งต่าง ๆ ได้

จุดด้อยของรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

1. ต้องใช้เวลามากอาจทำให้เรียนไม่ทันตามขอบข่ายของเนื้อหาที่กำหนด
2. เน้นบทบาทของนักเรียนเกือบทั้งหมดในการสรุปจนได้มโนทัศน์ บทบาทของครูเพียงเป็นผู้อำนวยความสะดวกเท่านั้น ทำให้นักเรียนอาจมีความคลาดเคลื่อนในข้อสรุป เพราะการสื่อสารของเพื่อนนักเรียนและประสบการณ์ของนักเรียนแตกต่างกัน

รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้



จากการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนของ สสวท. และของวัฏจักรการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนใหม่ขึ้นมา ซึ่งมีชื่อว่ารูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเร้าความสนใจ

ในขั้นนี้ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนให้มุ่งความสนใจไปสู่เรื่องที่กำลังจะเรียน สถานการณ์ ในขั้นนี้เป็นการเชื่อมโยงเรื่องในอดีตและอนาคต ซึ่งขึ้นอยู่กับการที่กำลังจะเรียน

จุดเด่น ในขั้นเร้าความสนใจคือ เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกการระดมความคิด และฝึกคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายปัญหา/ตั้งสมมติฐาน

ขั้นอภิปรายและตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่สืบเนื่องจากขั้นเร้าความสนใจ โดยให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ เพื่อหาคำตอบของปัญหาภายในกลุ่ม และนำเสนอความคิดเห็นหน้าชั้นเรียน

จุดเด่น ของขั้นอภิปรายปัญหา คือ นักเรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์ คิดแยกแยะข้อมูล และรู้จักให้เหตุผล สามารถระบุตัวแปรที่ใช้ในการทดลองสมมติฐาน และเป็นการส่งเสริมให้ได้ฝึกคิดแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง

ขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียน ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการ

จุดเด่น เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนคิดสร้างสรรค์ รู้จักตัดสินใจ และฝึกการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบาย

ขั้นการอธิบายนี้ครูให้นักเรียนได้นำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากขั้นที่ 3 โดยบอกว่าการพบอะไรบ้าง เป็นการบอกประสบการณ์ แนวความคิดและมโนทัศน์ที่ได้จากขั้นที่ 3

จุดเด่น ของขั้นการอธิบาย คือ ฝึกให้นักเรียนเรียนได้สื่อความหมายข้อมูล รู้จักวิเคราะห์ สังเคราะห์ และได้รู้จักคิด

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์

ขั้นขยายมโนทัศน์ เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ใหม่ โดยเป็นสถานการณ์ที่คล้าย ๆ กัน แต่มีรายละเอียดหรือเงื่อนไขเปลี่ยนไปจากเดิมเพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในมโนทัศน์เดิมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และสัมพันธ์กับมโนทัศน์ใหม่

จุดเด่น ในขั้นขยายมโนทัศน์ เป็นการฝึกให้นักเรียนได้ปรับเดิมเสริมแต่งและถ่ายโอนความคิดให้มีความชัดเจน และเป็นคนมีเหตุผล

ขั้นที่ 6 ขั้นทบทวน/สรุป

ขั้นนี้เป็นการทบทวนมโนทัศน์หรือความรู้ที่เรียนไปอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจชัดเจนขึ้น อันนี้เป็นบทบาทของครูผู้สอนเสียเป็นส่วนใหญ่ โดยครูเป็นผู้บรรยายหรือตั้งคำถามและ/หรือทำการทดลองซ้ำ โดยครูหรือนักเรียนที่ครูมอบหมาย รวมทั้งชี้ประเด็นที่ได้จากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่นักเรียนได้กระทำมาตั้งแต่ต้นนั้นมาสนับสนุนคำอธิบาย

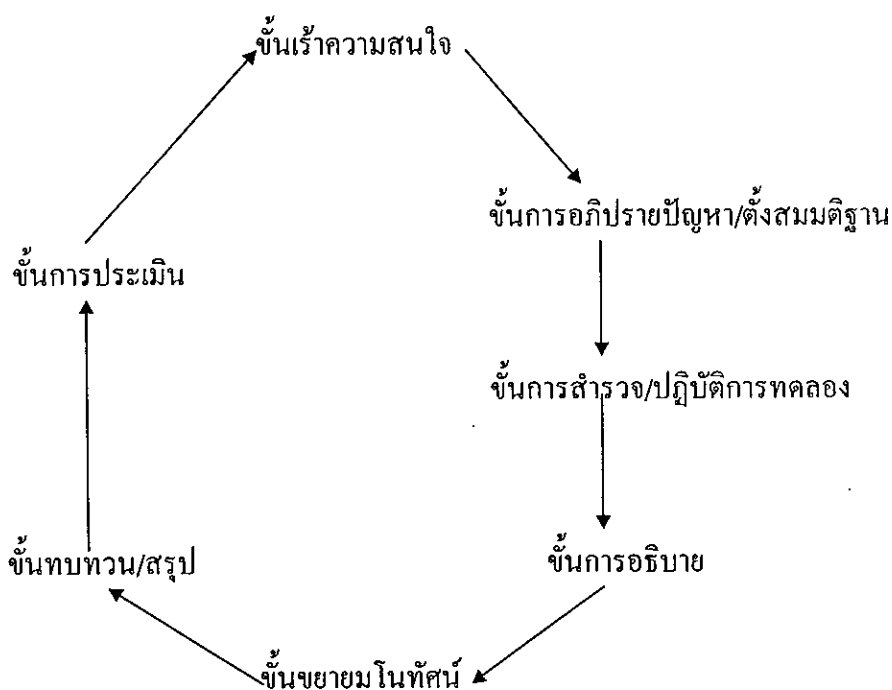
จุดเด่น ครูให้ความรู้ในเรื่องที่เรียน เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจถูกต้องมีความมั่นใจในเรื่องที่ได้ศึกษา

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมิน

ขั้นนี้เป็นวิธีการที่ครูตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งสามารถทำได้หลากหลาย แต่ถ้านักเรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินด้วยจะเป็นสิ่งที่ดีมาก ซึ่งอาจดำเนินการได้ดังนี้

- ครูให้นักเรียนประเมินตนเอง โดยให้นักเรียนนำเสนอความรู้ ความเข้าใจ จากเรื่องที่ได้เรียนรู้
- ครูให้นักเรียนประเมินเพื่อนร่วมชั้นเรียน รวมทั้งให้วิพากษ์วิจารณ์ด้วย เพื่อครูจะได้ประเมินความเข้าใจของนักเรียนในภาพรวมด้วย

รูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.



สมมติฐานการวิจัย

ทิพย์อาภา บุญรัตน์ (2531 : 60) ได้ทำการศึกษา พบว่า การสอนโดยใช้วิธีสอนและเทคนิคใหม่ ๆ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านใดด้านหนึ่งดีกว่าวิธีสอนและเทคนิคแบบเดิม และจากการศึกษาของลอว์สัน (Lawson. 1995) พบว่า การสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และพัฒนาการทางสติปัญญาดีกว่าการสอนปกติ และจากข้อมูลที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคลื่นแตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบ
ผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องคลื่นแตกต่างกัน
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบ
ผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีความคงทนในการเรียนรู้เรื่องคลื่นแตกต่างกัน
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบ
ผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เรื่องคลื่นแตกต่างกัน

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนที่ยืดรูปแบบ
วัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.
โดยมีลำดับขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีดำเนินการทดลอง
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์
ของโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ภาค
เรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 273 คน จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียด
ได้ด้วยตาราง ดังนี้

ตาราง 3 ชื่อห้องเรียนและจำนวนนักเรียน

ชื่อห้องเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
5/2	50
5/3	42
5/4	45
5/5	45
5/7	46
5/8	45
รวม	273

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 95 คน โดยการจัดกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำการทดสอบนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรีทุกห้องด้วยข้อสอบที่วัดความรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และคลื่น ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว

ขั้นที่ 2 นำคะแนนของนักเรียนแต่ละห้องมาพิจารณาเป็นรายบุคคลและเรียงคะแนนจากสูงไปต่ำ เพื่อพิจารณาห้องเรียนที่นักเรียนมีคะแนนเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันที่สุดแล้ว ทำการสุ่มมา 3 ห้องเรียน

ขั้นที่ 3 จากการเรียงคะแนนของนักเรียนในแต่ละห้องเรียน เมื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ เนื่องจากต้องการให้ได้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของนักเรียนในสภาพปกติ คือ มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ คละกันไป แล้วทำการสุ่มแต่ละกลุ่ม ในอัตราส่วน 1 : 3 : 1 ดังตาราง

ตาราง 4 แสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ

ชื่อห้อง	จำนวนนักเรียน			
	กลุ่มสูง	กลุ่มปานกลาง	กลุ่มต่ำ	รวม
5/2	7	21	7	35
5/4	6	18	6	30
5/5	6	18	6	30

ขั้นที่ 4 ผู้วิจัยทำการทดสอบความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนการวัดความรู้เรื่องคลื่นโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน(Analysis of Variance) เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า ตอนเริ่มต้นศึกษากลุ่มตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน

ตาราง 5 แสดงคะแนนเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบความรู้เรื่องคลื่น (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

ข้อห้อย	N	$\bar{X}$	S.D.
5/2	35	16.7714	3.8124
5/4	30	16.3333	3.0887
5/5	30	16.5667	4.4387

ตาราง 6 แสดงการเปรียบเทียบความรู้เรื่องคลื่นของนักเรียนที่ได้จากการสุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig
ระหว่างกลุ่ม	3.101	2	1.550	.106	.899
ภายในกลุ่ม	1342.205	92	14.589		
รวม	1345.306	94			

จากตาราง 6 แสดงว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตคะแนนความรู้พื้นฐานเรื่องคลื่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่านักเรียนทั้ง 3 ห้องมีความรู้พื้นฐานเรื่องคลื่นไม่แตกต่างกัน

ขั้นที่ 5 ทำการสุ่มห้องเรียนเพื่อกำหนดวิธีสอน ปรากฏผลว่า ห้อง 5/2 ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ห้อง 5/4 ได้รับการสอนตามรูปแบบ สสวท. และห้อง 5/5 ได้รับการสอนตามรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. เครื่องมือสำหรับจัดเตรียมกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นคือแบบวัดความรู้เรื่องคลื่น

2. แผนการสอนที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ แผนการสอนตามรูปแบบ สสวท. และแผนการสอนตามรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. เครื่องมือที่ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกิดจากการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย

3.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น

3.3 แบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น

3.4 แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

การสร้างและการตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือในการวิจัยนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังรายละเอียดต่อไปนี้

แบบทดสอบความรู้เรื่องคลื่น ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารหลักสูตร หนังสือเรียน และคู่มือครูวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น

2. สร้างข้อคำถามวัดความรู้เรื่องคลื่น ตามจุดประสงค์ของ สสวท. จำนวน 40 ข้อ

3. นำแบบทดสอบความรู้เรื่องคลื่น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ดังภาคผนวก ก) พิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ โดยกำหนดคะแนนความคิดเห็นไว้ดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงตามจุดประสงค์
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงตามจุดประสงค์หรือไม่
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

3.1 คำนวณหาค่า IOC เป็นรายข้อ พบว่า IOC มีค่าระหว่าง 0.4 - 1.0

3.2 พิจารณาคัดเลือกข้อที่มี IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.6 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าข้อสอบข้อนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์ จำนวน 39 ข้อ โดยมีเพียง 1 ข้อ คือข้อที่ 14 ที่มี IOC เท่ากับ 0.4 จึงได้ทำการปรับปรุงเพื่อให้ตรงกับจุดประสงค์ ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอให้ตรวจสอบเรื่องการพิมพ์และรูปภาพประกอบให้ทำให้ชัดเจน ตรวจสอบตัวเลือกเพื่อป้องกันความผิดพลาด

4. ปรับปรุงแบบทดสอบด้วยการเพิ่มขนาดของตัวอักษร เขียนรูปภาพประกอบ ความชัดเจนและตรวจสอบตัวเลือกเพื่อเตรียมไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพ

5. หาคุณภาพแบบวัดความรู้เรื่องคลื่นโดยนำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรีที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 92 คน มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.28 ถึง 0.78 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.32 ถึง 0.64 (คังภาคผนวก ฎ) และมีค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson) เท่ากับ 0.82

การวางแผนการสอน

1. ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533) หนังสือเรียนและคู่มือครูวิชาฟิสิกส์โครงสร้างที่ 3 เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนแผนการสอน

2. เขียนแผนการสอน ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยชื่อแผนการสอน จำนวนคาบ จุดประสงค์ปลายทาง จุดประสงค์นำทาง สารสำคัญ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน การประเมินผล และภาคผนวก แผนการสอนที่ใช้ในการวิจัยนี้กิจกรรมการเรียนการสอนมี 3 รูปแบบเพราะแต่ละรูปแบบใช้กับนักเรียนคนละห้องกัน ดังนี้

รูปแบบที่ 1 เป็นรูปแบบที่จัดตามแนวคิดของ BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนของการเรียนรู้แบบวัฏจักรออกเป็น 5 ขั้นตอนคือ

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2. การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลองการสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะ

ดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้ จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ 2 และ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้จะรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

รูปแบบที่ 2 เป็นรูปแบบที่จัดตามรูปแบบของ สสวท. ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบ สสวท. แต่ละขั้นตอน ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นการอภิปรายปัญหา เป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนดปัญหาหรือแนะแนวให้นักเรียนคิดออกแบบการทดลองหรือตั้งสมมติฐาน และหาวิธีทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานแล้วแต่กรณี ผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้คือการช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น

2. ขั้นกิจกรรมการทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ในการที่จะนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น แต่ถึงแม้ว่าการทดลองจะเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม ในบางครั้งครูอาจดำเนินการสอนไปตามกระบวนการของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยไม่มี การทดลองก็ได้ แต่ทั้งนี้กิจกรรมที่นำมาแทนในส่วนนี้ ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่มีอยู่ก่อนมาอภิปรายสรุปผล หรือการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปราย สรุปผล แล้วแต่ความเหมาะสม ดังนั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงอาจเกิดขึ้นโดยไม่มีทดลองเลยก็ได้

3. ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง ครูจะต้องพยายามตั้งคำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปหรือแนวคิดหรือหลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น ๆ

รูปแบบที่ 3 เป็นรูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยนำรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบ สสวท. มาผสมผสานกัน ได้รูปแบบใหม่ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ในขั้นนี้ครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนให้มุ่งความสนใจไปสู่เรื่องที่กำลังจะเรียน สถานการณ์ ในขั้นนี้เป็นการเชื่อมโยงเรื่องในอดีตและอนาคต ซึ่งขึ้นอยู่กับเรื่องที่กำลังจะเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายปัญหา/ตั้งสมมติฐาน

ขั้นอภิปรายและตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่สืบเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจ โดยให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ เพื่อหาคำตอบของปัญหาภายในกลุ่ม และนำเสนอความคิดเห็นหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง

ขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับ หัวข้อที่กำลังจะเรียน ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการ

ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบาย

ขั้นการอธิบายนี้ ครูให้นักเรียนได้นำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากขั้นที่ 3 โดยบอกว่าค้นพบอะไรบ้าง เป็นการบอกประสบการณ์ แนวความคิด และมโนทัศน์ที่ได้จากขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์

ขั้นขยายมโนทัศน์ เป็นขั้นที่ครูช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ปรับขยายความรู้ จากที่ได้ค้นพบมาแล้ว โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ใหม่ หรือปัญหาใหม่ เพื่อให้นักเรียนมีความชัดเจนในรายละเอียดของเรื่องที่เรียนมากขึ้น

ขั้นที่ 6 ขั้นบททวน/สรุป

ขั้นนี้เป็นการทบทวนมโนทัศน์หรือความรู้ที่เรียนไปอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจชัดเจนขึ้น อันนี้ให้เป็นบทบาทของครูผู้สอน โดยครูจะเป็นผู้บรรยายหรือตั้งคำถามและ/หรือทำการทดลองซ้ำโดยครูหรือนักเรียนที่ครูได้มอบหมายให้ทำ รวมทั้งชี้ประเด็นที่ได้จากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่นักเรียนได้กระทำมาตั้งแต่ต้นนั้นมาสนับสนุนคำอธิบาย

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมิน

ขั้นนี้เป็นการวิธีการที่ครูตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งสามารถทำได้หลากหลาย แต่ถ้านักเรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินด้วยจะเป็นสิ่งที่ดีมาก ซึ่งอาจดำเนินการได้ดังนี้

- ครูให้นักเรียนประเมินตนเอง โดยให้นักเรียนนำเสนอความรู้ ความเข้าใจจากเรื่องที่ได้เรียนรู้

- ครูให้นักเรียนประเมินเพื่อนร่วมชั้นเรียน รวมทั้งให้วิพากษ์วิจารณ์ด้วย เพื่อครูจะได้ประเมินความเข้าใจของนักเรียนในภาพรวมด้วย

เนื่องจากแนวทางการเรียนการสอนทั้ง 3 รูปแบบนั้นเป็นการเรียนการสอนแบบสืบสวนเหมือนกัน แตกต่างที่รูปแบบของการเรียนรู้ (Cognitive Style) โดยครูเป็นผู้จัดกิจกรรม วางเงื่อนไขในสถานะต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ดังนั้นรูปแบบการเรียนการสอนจึงมีลักษณะที่ร่วมกันมิได้แยกกันอย่างสิ้นเชิงโดยมีทั้งความเหมือนกันและมีทั้งความแตกต่างกันซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตาราง 7

ตาราง 7 (ต่อ)

ลักษณะร่วม ของ 3 รูปแบบ	รูปแบบการผสมผสานและ รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้		รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และ รูปแบบสวท.		รูปแบบการผสมผสานและ รูปแบบ สวท.	
	ลักษณะร่วมกัน	ลักษณะที่ต่างกัน	ลักษณะร่วมกัน	ลักษณะที่ต่างกัน	ลักษณะร่วมกัน	ลักษณะที่ต่างกัน
		หมดทำให้ เกิดความเข้าใจ และจดจำ ข้อสรุปได้ดี ยิ่งขึ้น				เข้าใจและจด จำข้อสรุปได้ ดียิ่งขึ้น - แบบผสม ผสานมีชั้น ของ การ ประเมินอยู่ ในกระบวนการ เรียนการ สอน ทั้ง ประเมินตนเอง ประเมิน เพื่อน และ ครูประเมิน

3. นำแผนการสอนไปให้กรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจสอบความถูกต้อง
4. ปรับปรุงแผนการสอนตามคำแนะนำของกรรมการควบคุมปริญญาบัตร
5. นำแผนการสอนไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน (ในภาคผนวก ข) ตรวจสอบ
ความตรงของเนื้อหาและความสอดคล้องของแผนการสอนกับรูปแบบการเรียนการสอนในแต่ละแบบ
6. ปรับปรุงแผนการสอนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับเวลาในแผน 4,5
และ 6 ให้น้อยลง
7. นำแผนการสอนไปทดลองสอนครั้งที่ 1 กับอาสาสมัครที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
จำนวน 3 คนโดยสอนรูปแบบละ 1 คน เพื่อหาจุดบกพร่องแล้วนำไปปรับปรุงกิจกรรมเพื่อให้
เหมาะสมกับเวลา นอกจากนั้นยังเพิ่มความชำนาญ และ เกิดความคล่องตัวในการใช้แผนการสอน
8. ปรับปรุงแผนการสอนหลังการนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 ด้วยการตัดบางกิจกรรม
ออก
9. นำแผนการสอนที่ได้จากการปรับปรุงครั้งที่ 1 ไปทดลองสอนกับอาสาสมัครที่
ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 49 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละเท่า ๆ กัน โดยที่แต่ละกลุ่มจะได้รับ
การสอนคนละรูปแบบกัน มีการจดบันทึกข้อสังเกต ปัญหาที่เจอ รวมทั้งความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

เพื่อหาทางแก้ไขหรือป้องกัน เพื่อให้การสอนจริงกับกลุ่มตัวอย่างมีความบกพร่องน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย

10. ปรับปรุงแผนการสอนจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองสอน โดยปรับปรุงเรื่องการจัดการ เช่น ครูต้องเดินแจกเอกสารหรือใบงานเอง เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปตามแผนอย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 1. ศึกษาหลักสูตรหนังสือเรียนและคู่มือครูวิชาฟิสิกส์ พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533) โครงสร้าง 3
- 2. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

ตาราง 8 ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น

เนื้อหาวิชา	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด			รวม จำนวนข้อ
	ความรู้ศัพท์ พื้นฐาน	ความเข้าใจความคิด รวบยอดหลักการ	การประยุกต์ หลักการ	
1.การเคลื่อนที่ แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	3	2	2	7
2.คลื่นในเส้นเชือก	2	2	2	6
3.คลื่นผิวน้ำ	2	1	2	5
4.การซ้อนทับของคลื่น	1	1	2	4
5.การสะท้อนของคลื่น	2	1	3	6
6.การหักเหของคลื่น	2	2	2	6
7.การแทรกสอดของคลื่น	5	1	2	8
8.การเลี้ยวเบนของคลื่น	1	4	3	8
รวมจำนวนข้อ	18	14	18	50

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นจำนวน 50 ข้อ

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 คน (ในภาคผนวก ค) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาพร้อมทั้งข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำมาปรับปรุง

5. ปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้เหมาะสมและถูกต้องยิ่งขึ้น

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นที่ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการและโรงเรียนสตรีรัตนบุรีซึ่งเป็นโรงเรียนสหศึกษา จำนวน 100 คน

7. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าดัชนีความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อโดยใช้เทคนิคร้อยละ 27 โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความยาก(p)ระหว่าง 0.22 ถึง 0.77 และมีค่าอำนาจจำแนก(r) ตั้งแต่ 0.36 ถึง 0.81 จำนวน 38 ข้อ สำหรับข้อที่มีดัชนีความยาก (p) น้อยกว่า 0.2 หรือมากกว่า 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก(r)น้อยกว่า 0.30 ซึ่งมีจำนวน 12 ข้อ ได้ทำการปรับปรุงด้านการใช้ภาษาให้มีความชัดเจนและมีความเป็นปรนัยมากที่สุด และวิเคราะห์ความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20) ปรากฏว่ามีค่าความเชื่อมั่น 0.86

8. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนโรงเรียนสตรีรัตนบุรีที่ทราบจำนวน 100 คนพบว่ามีค่าความเชื่อมั่น 0.90 มีค่าดัชนีความยาก(p)อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.79 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.33 ถึง 0.77 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานจึงถือว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยมีขั้นตอนดังนี้คือ

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา หลักสูตร หนังสือเรียนและคู่มือครูวิชาฟิสิกส์พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533) โครงสร้าง 3 เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2. สร้างสถานการณ์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายแล้วคัดเลือกเหลือเพียง 10 สถานการณ์เพื่อความเหมาะสมกับระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบและไม่เกิดการซ้ำซ้อนของสถานการณ์

3. นำแบบวัดไปให้กรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมและรับฟังข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงก่อนนำแบบวัดไปทดลองใช้

4. ปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาตามคำแนะนำของกรรมการควบคุมปริญญาบัตร

5. นำแบบวัดไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมรวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแบบวัดตามข้อเสนอแนะ โดยผู้เชี่ยวชาญเสนอให้บอกให้ชัดว่าสถานการณ์ที่ 6 เป็นคลื่นนิ่งหรือคลื่นในเส้นเชือกทั่วไป

6. ปรับปรุงแบบวัดตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ปรับสถานการณ์ที่ 6 โดยบอกว่า เป็นคลื่นนิ่ง

7. นำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ และโรงเรียนสตรีรัตนบุรี จำนวน 100 คน เพื่อนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร Coefficient Alpha ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.72 และคำนวณหาดัชนีความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ตามแนวที่ Drake (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2535 : 73 - 76) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์เอาไว้ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 27 โดยเลือกสถานการณ์ที่มีค่าดัชนีความยาก(p)ระหว่าง 27.27 ถึง 39.77 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 20.45 ถึง 29.54 จำนวน 5 สถานการณ์เพื่อใช้เป็นแบบวัดต่อไป สำหรับสถานการณ์ใดที่มีค่าดัชนีความยากน้อยกว่า 27.27 หรือ ตั้งแต่ 84.00 ขึ้นไป และมีค่าอำนาจจำแนกน้อยกว่า 20.45 จำนวน 5 สถานการณ์ได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงข้อความในสถานการณ์รวมทั้งภาพประกอบให้มีความชัดเจนโดยนำคำตอบของนักเรียนมาประกอบการพิจารณาเพื่อไม่ให้เกิดความกำกวม มีความชัดเจนเป็นปรนัย เพื่อนำไปทดลองใช้ในครั้งต่อไป

7. นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไปทดลองใช้เป็นครั้งที่ 2 กับนักเรียนโรงเรียนกุนนทีรุทธาราม ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.81 ค่าดัชนีความยาก (p) ระหว่าง 33.32 ถึง 79.62 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 20.37 ถึง 57.40 ซึ่งเป็นค่าที่มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

ผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

2. สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ตามวิธีการวัดของลิเคอร์ทซึ่งประกอบด้วยคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อความเชิงนิมิต (Positive) และข้อความเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 68 ข้อ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมระดับของเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในระดับต่างๆดังนี้

2.1 ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาฟิสิกส์ จำนวน 14 ข้อ

2.2 การเห็นความสำคัญของวิชาฟิสิกส์ จำนวน 14 ข้อ

2.3 ความสนใจต่อวิชาฟิสิกส์ จำนวน 17 ข้อ

2.4 การนิยมชมชอบต่อวิชาฟิสิกส์ จำนวน 14 ข้อ

2.5 การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ จำนวน 9 ข้อ

จากคำตอบของนักเรียนแต่ละคนจะบอกให้รู้ถึงปริมาณของลักษณะทั้ง 5 ด้าน การให้คะแนนแก่ผู้ตอบแต่ละข้อจะให้คะแนนไม่เท่ากันโดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

ข้อความเชิงนิมิต (Positive) ให้คะแนนดังนี้

ให้ 1 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

3 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ

4 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วย

5 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อความเชิงนิเสธ (Negative) ให้

1 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วย

3 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ

4 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

5 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนนแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง เห็นด้วย

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง ไม่แน่ใจ

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ตั้งแต่ 3.51 จะถือว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

3. นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ไปให้กรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจสอบความถูกต้องและข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุง
4. ปรับปรุงแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ตามคำแนะนำของกรรมการควบคุมปริญญาบัตร
5. นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ(ในภาคผนวก จ) จำนวน 5 ท่านตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและข้อเสนอแนะ
6. ปรับปรุงแบบวัดโดยลดจำนวนข้อให้เหลือจำนวน 50 ข้อตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญโดยที่ยังครอบคลุมเนื้อหาเดิมไว้อย่างครบถ้วน
7. นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีสมุทรปราการและโรงเรียนสตรีนนทบุรี จำนวน 100 คน นำข้อมูลมาหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยวิธีหาค่าอัตราส่วนวิกฤต t (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2531 : 139) มีค่าระหว่าง 2.00 ถึง 9.20 และหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.91 ซึ่งเป็นค่าที่มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

การดำเนินการทดลอง

1. การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยเป็นผู้สอนนักเรียนทั้งกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ตามแผนการสอนของแต่ละรูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ห้องละ 20 คาบ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น
2. ลำดับการสอนในแต่ละห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสอน ดังนี้

ตาราง 9 แสดงลำดับการสอนในแต่ละห้อง

เรื่องที่	ลำดับการสอนที่		
	1	2	3
1.	ห้องสวท.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องผสมผสาน
2.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องผสมผสาน	ห้องสวท.
3.	ห้องผสมผสาน	ห้องสวท.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้
4.	ห้องสวท.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องผสมผสาน
5.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องผสมผสาน	ห้องสวท.
6.	ห้องผสมผสาน	ห้องสวท.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้
7.	ห้องสวท.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องผสมผสาน
8.	ห้องผสมผสาน	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องสวท.
9.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องสวท.	ห้องผสมผสาน
10.	ห้องสวท.	ห้องผสมผสาน	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้

3. ข้อมูลการดำเนินการทดลองเมื่อใช้แผนการสอนที่ 1 เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม

แผนการสอนที่ 1 (จำนวน 2 คาบ)

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้ม

สาระสำคัญ

ลูกตุ้มที่ถูกแขวนด้วยเชือกที่ตรึงปลายด้านบนของเชือกไว้ เมื่อทำให้ลูกตุ้มอยู่ในตำแหน่งที่ไม่สมดุล ลูกตุ้มจะแกว่งกลับไปกลับมาซ้ำเส้นทางเดิมผ่านตำแหน่งสมดุล

จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของลูกตุ้ม

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกลักษณะการแกว่งของลูกตุ้มได้
2. นักเรียนบอกสาเหตุการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาในการแกว่งของลูกตุ้มได้

เนื้อหา

การแกว่งของลูกตุ้ม เมื่อลูกตุ้มไม่อยู่ในตำแหน่งสมดุล

อุปกรณ์/สื่อการเรียนการสอน

1. ลูกตุ้ม 1 ลูก
2. เชือกความยาว 0.2, 0.5 และ 1.0 เมตร ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน จำนวน 3 เส้น
3. ที่ตั้งพร้อมไม้หนีบ 1 ชุด

กิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูแขวนลูกตุ้มด้วยเชือกกับไม้หนีบของที่ตั้งและทำให้เชือกอยู่ในแนวตั้ง และบอกนักเรียนว่า “ลูกตุ้มอยู่ในตำแหน่งสมดุล”

- ครูออกแรงในแนวราบกระทำต่อลูกตุ้มทำให้ลูกตุ้มย้ายตำแหน่งพร้อมกับตั้งคำถามว่า “ถ้าทำให้ลูกตุ้มย้ายตำแหน่งจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยผลจะเป็นเช่นไร”

พฤติกรรมนักเรียน นักเรียนให้ความสนใจ บางคนแสดงความคิดเห็นกับเพื่อน

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายปัญหา/ตั้งสมมติฐาน (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบ และมีการอภิปรายกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความคิดเห็นของสมาชิกแต่ละคนและสมมติฐานของกลุ่มลงในเอกสาร ผ.1-1

- ครูให้ตัวแทนกลุ่ม 3 กลุ่ม แสดงความคิดเห็นเพื่อตั้งสมมติฐานหน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานแล้วเขียนไว้บนกระดานดำ

กระดานดำ

พฤติกรรมนักเรียน นักเรียนได้มีการอภิปรายในกลุ่มเพื่อตั้งสมมติฐาน ดังตัวอย่างเอกสาร ผ.1-1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 1

ผ.1-1

	ผู้เสนอ	สิ่งที่นำเสนอ	สมมติฐานของกลุ่ม
กลุ่มที่ 1	นาย ก	- เมื่อไม่มีแรงดันของอากาศ เมื่อปล่อย ลูกตุ้มไปข้างหนึ่งแล้ว มุมนั้นจะมีค่า เท่ากับมุมที่ปล่อย	- เมื่อปล่อยลูกตุ้มแล้ว ลูกตุ้ม จะแกว่งเป็นแนวโค้งด้วยความเร็ว เมื่อแกว่งถึงจุด สมดุล ลูกตุ้มก็จะแกว่งไป
	นาย ข	- เมื่อถึงแล้วปล่อยลูกตุ้มจะตกลงมาเป็น แนว โค้งสู่ที่เดิม แต่จะไปเลยกว่าเพราะ มีแรงโน้มถ่วง	ในทิศตรงข้ามกับจุดที่ปล่อย ด้วยความหน่วงและจะเป็น
	นาย ค	- ลูกตุ้มจะแกว่งเป็นเส้น โค้งด้วยความเร็ว และเมื่อถึงจุดต่ำสุดจะเคลื่อนที่ขึ้นอีก ด้านหนึ่งด้วยความหน่วง	อย่างนี้ไปเรื่อย ๆ
	นาย ง	- ลูกตุ้มจะแกว่งเป็นเส้น โค้ง โดยมีทิศทาง ตรงข้ามกับจุดที่ปล่อยลูกตุ้ม	
	นาย จ	- วัตถุจะตกลงมา เลยแนวเดิม แล้วเมื่อ หมดความเร็วจะอยู่แนวเดิม	

พฤติกรรมนักเรียน ตัวแทนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นเพื่อตั้งสมมติฐานได้ อย่างมั่นใจ และเมื่อให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเสียงก่อนข้างคัง เนื่องจากนักเรียนแต่ละคน ต้องการที่จะเสนอความคิดเห็น

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแขวนลูกตุ้มในแนวตั้งแล้วศึกษาผลที่เกิดจากการ ออกแรงกระทำต่อลูกตุ้มในแนวราบเพื่อย้ายตำแหน่งลูกตุ้มจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยพร้อมทั้ง บันทึกการสังเกตอย่างอิสระ

พฤติกรรมนักเรียน นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งใจทำการทดลอง ทำซ้ำหลายรอบจน มั่นใจ แล้วต่างก็บันทึกข้อมูล

ขั้นที่ 4 ขั้นการอภิปราย (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 3 มาอภิปรายกันภายในกลุ่ม รวมทั้งมี การบันทึกการนำเสนอของสมาชิกแต่ละคนและผลสรุปที่ได้จากการอภิปรายในเอกสาร ผ.2-1

- ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายหาข้อสรุปแล้วเขียนไว้บนกระดานดำหน้า

ชั้นเรียน

พฤติกรรมนักเรียน นักเรียนได้มีการอภิปรายภายในกลุ่มด้วยความตั้งใจ มีความ
รับผิดชอบ ดังข้อมูลในเอกสาร ผ.2-1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 1

ผ.2-1

	ผู้เสนอ	สิ่งที่นำเสนอ	ผลสรุปที่ได้จากการอภิปราย
กลุ่มที่ 1	นาย ก	- ลูกตุ้มจะอยู่ในแนวสมมูลจะเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับความสูงขณะที่ปล่อยวัตถุ	วัตถุจะถูกแรงดึงดูดของโลก ดึงดูดมา แต่เนื่องจากวัตถุมี แรงดึงดูดดึงดูดเอาไว้ ทำให้ วัตถุเคลื่อนที่ลงมาในแนวโค้ง ตามรัศมี
	นาย ข	- เมื่อดึงวัตถุขึ้นไปแล้วปล่อยลงมาจะเลย แนวสมมูลเพราะมีแรงดึงดูดจากเชือก	
	นาย ค	- ลูกตุ้มจะตกลงมาเป็นวิถีโค้ง และจะผ่าน จุดสมมูลด้วยแรงเหวี่ยง	
	นาย ง	- เชือกที่ผูกจะพองลูกตุ้มไว้ และตกลงมา ตามแรงโน้มถ่วง เป็นส่วนโค้งจากจุดที่ ปล่อย	
	นาย จ	- วัตถุแกว่ง เพราะมีเชือกและแรงดึงดูด	

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูตั้งปลายบนเชือกให้อยู่กับที่แล้วออกแรงกระทำต่อลูกตุ้มในแนวราบจน
ลูกตุ้มย้ายตำแหน่งจากตำแหน่งสมมูลและตั้งคำถามว่า “หากเปลี่ยนความยาวของเส้นเชือก แล้วทำ
การย้ายตำแหน่งของลูกตุ้มจากตำแหน่งสมมูล แล้วปล่อยผลจะเป็นเช่นไร” ทั้งช่วงให้นักเรียนคิด

- ครูให้นักเรียนทำการทดลองจากอุปกรณ์ที่ครูจัดเตรียมไว้ประกอบด้วยลูกตุ้ม
และเชือกที่มีความยาวแตกต่างกันเพื่อตอบคำถามข้างต้น โดยมีการบันทึกผลที่ได้จากการสังเกต
อย่างอิสระ

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปมโนทัศน์กันภายในกลุ่มพร้อมทั้งให้
แต่ละกลุ่มบันทึกมโนทัศน์ใน ผ.3-1

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแล้วเขียนผลที่ได้จากการอภิปรายไว้บน
กระดานดำ

พฤติกรรมนักเรียน เมื่อครูถามว่า หากเปลี่ยนความยาวเชือก นักเรียนจะเกิด
ความสนใจแสดงท่าทีให้เห็นว่ากำลังคิดในเรื่องที่ครูถาม รวมทั้งมีการพูดคุยกับเพื่อน เมื่อครูให้ทำ
การทดลอง นักเรียนสามารถทำการทดลองได้ในทันที สังเกต และพูดคุยในเรื่องที่ทำการทดลอง

บันทึกข้อมูลทำได้ด้วยตนเองไม่ต้องรอให้ครูบอก ครั้นเมื่อครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุป มโนทัศน์นักเรียนก็ทำด้วยความตั้งใจ เนื่องจากการบันทึกแนวคิดหรือข้อมูลแต่ละคนนำเสนอ ด้วยตัวเองสาร ผ.3-1 ที่แสดงไว้นี้

ผ.3-1

	ผู้เสนอ	สิ่งที่นำเสนอ	มโนทัศน์ของกลุ่ม
กลุ่มที่ 1	นาย ก	- เมื่อให้ความยาวเชือกน้อยลงเวลาที่อยู่ ในแนวสมมูลจะน้อยลงตามไปด้วย	- เชือกยาวจะใช้เวลาในการ แกว่งกลับไปกลับมาดีกว่า ใช้เชือกสั้น เมื่อใช้มุมในการ ปล่อยให้แกว่งเท่ากัน
	นาย ข	- เมื่อระยะทางของการแกว่งน้อยลง แรงเหวี่ยงจะทำให้เป้ากลไม่ได้จะถูก แรงโน้มถ่วงของโลกดึงดูดทำให้หยุด เร็วกว่า	
	นาย ค	- เมื่อเชือกสั้นลง ระยะทางที่แกว่งน้อยลง จะทำให้หยุดเร็วขึ้น	
	นาย ง	- เมื่อลดความยาวเชือก ทำให้ระยะทาง การเคลื่อนที่ของลูกตุ้มน้อยลง	
	นาย จ	- เมื่อลดความยาวของเชือก ความเร็วของ ลูกตุ้มน่าจะเท่ากับตอนเชือกยาว แต่ เนื่องจากระยะทางน้อยกว่าจึงมีการ หยุดเร็ว	

ขั้นที่ 6 ขั้นทบทวน/สรุป (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูนำเชือกมาผูกลูกตุ้มโดยตรึงปลายเชือกด้านบนให้อยู่กับที่ แล้วทำให้
ลูกตุ้มไม่อยู่ในตำแหน่งสมมูลแล้วปล่อยและให้นักเรียนสังเกตพร้อมทั้งถามนักเรียนว่า “ตำแหน่ง
ของลูกตุ้มเปลี่ยนแปลงอย่างไร” ให้นักเรียนตอบคำถาม 2 คน

- ครูนำเชือกมาผูกลูกตุ้มแล้วออกแรงตามแนวราบทำให้ลูกตุ้มไม่อยู่ใน
ตำแหน่งสมมูล แล้วปล่อยขณะเดียวกันก็ทำให้ตำแหน่งปลายเชือกด้านบนเปลี่ยนตลอดเวลาแต่
ระนาบอยู่ในแนวราบเดิมแล้วให้นักเรียนสังเกต

- ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปจากผลการทดลองที่ครูทำ โดยครูให้ความช่วยเหลือ
ในกรณีที่นักเรียนยังไม่ชัดเจน

- ครูนำเชือกที่มีความยาวแตกต่างกันมาผูกลูกตุ้มแล้วทำให้ลูกตุ้มไม่อยู่ในตำแหน่งที่สมดุลให้นักเรียนสังเกตแล้วถามนักเรียนว่า “ช่วงเวลาในการแกว่งเป็นอย่างไรเมื่อเชือกมีความยาวต่างกัน”

- ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปโดยครูให้ความช่วยเหลือในกรณีที่นักเรียนยังไม่ชัดเจน โดยข้อสรุปคือ ลูกตุ้มจะเคลื่อนที่แกว่งกลับไปกลับมาซ้ำรอยเดิม และถ้าเปลี่ยนความยาวของเชือกจะทำให้ความถี่ของการแกว่งเปลี่ยนไป โดยเชือกที่มีความยาวมากความถี่จะมีค่าน้อย

พฤติกรรมนักเรียน เมื่อครูทำให้ลูกตุ้มไม่อยู่ในตำแหน่งสมดุล แล้วปล่อยและให้นักเรียนสังเกต นักเรียนจะตั้งใจสังเกต และเมื่อครูเปลี่ยนความยาวเชือกในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกัน จะทำให้นักเรียนบอกความแตกต่างได้เร็วและตื่นตัวกับการทดลอง ครั้นครูให้สรุปนักเรียนสามารถสรุปได้อย่างถูกต้อง แสดงท่าทีมั่นใจในเรื่องที่เรียนรู้ เนื่องจากเห็นความสอดคล้องของผลการทดลองของนักเรียน กับผลการทดลองของครู

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมิน (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูให้นักเรียนเขียนความรู้ที่ได้เรียนรู้ไป ส่วนที่ไม่เข้าใจไม่มั่นใจและมีความรู้ความเข้าใจเพียงใดในเอกสาร ผ.4-1 เพื่อให้นักเรียนลองประเมินตัวเอง แล้วส่งครูผู้สอน

- ครูสุ่มบันทึกของนักเรียน 1 คนขึ้นมาอ่านโดยไม่บอกชื่อคนบันทึกแล้วให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มได้ประเมินความรู้ที่เรียนรู้ไปของนักเรียนเจ้าของบันทึกว่ามีความเข้าใจเพียงใด พร้อมทั้งหาคำเฉลี่ยของการประเมินในเอกสาร ผ. 5-1 และให้นักเรียนวิพากษ์วิจารณ์ และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ทำให้ครูได้ประเมินภาพรวมของนักเรียนทั้งห้อง

- ครูแจ้งผลการประเมินในเอกสาร ผ.5-1 แก่นักเรียนที่เป็นเจ้าของบันทึก

พฤติกรรมนักเรียน ครูจะรับรู้ว่ามีนักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด รู้ว่าในส่วนใดที่นักเรียนยังไม่ชัดเจน และได้เห็นการพัฒนาทักษะการประเมิน และยอมรับการถูกประเมิน ดังตัวอย่างเอกสาร ผ.4-1 และ ผ.5-1 ของนาย ก สมาชิกของกลุ่มที่ 1

ผ.4-1

แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

ชื่อ นาย ก เลขที่ 18 กลุ่ม 1 ชั้น ม.5/5

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้ม

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนรายงานตามหัวข้อต่อไปนี้แล้วนำเสนอครูผู้สอน

1. ความรู้ที่นักเรียนได้จากการเรียนครั้งนี้
 2. นักเรียนมีข้อสงสัยหรือยังไม่เข้าใจในส่วนใด
 3. นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องที่เรียนมากน้อยเพียงใด
-
1. เมื่อลูกตุ้มแกว่ง จะแกว่งกลับไปกลับมาซ้ำกับเส้นทางเดิม และเมื่อให้ความยาวเชือกมากขึ้น ระยะเวลาในการแกว่งครบรอบจะมากขึ้น และความเร็วจะน้อยกว่าเชือกสั้น
 2. ถ้าไม่มีแรงเสียดทานของอากาศลูกตุ้มจะแกว่งด้วยความเร็วเท่าเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด
 3. เข้าใจดีมาก เนื่องจากได้ใช้ความคิดเกี่ยวกับการทดลอง เมื่ออาจารย์อธิบายซ้ำจะทำให้เข้าใจได้ง่าย และจดจำได้ดีกว่า

ผ.5-1

กลุ่มที่ประเมิน	ผลการประเมิน	ค่าเฉลี่ยของการประเมิน
2	2	2.5
3	3	
4	3	
5	2	

หมายเหตุ

1. ระดับการประเมินจะเป็น 3 หรือ 2 หรือ 1 ตามความคิดเห็นของนักเรียน
2. 3 หมายถึง มีความรู้ ความเข้าใจสูง
2 หมายถึง มีความรู้ ความเข้าใจปานกลาง
1 หมายถึง มีความรู้ ความเข้าใจต่ำ
3. ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50 - 3.00 หมายถึง มีความรู้ ความเข้าใจสูง
4. ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50 - 2.49 หมายถึง มีความรู้ ความเข้าใจปานกลาง
5. ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 - 1.49 หมายถึง มีความรู้ ความเข้าใจต่ำ

พฤติกรรมนักเรียน เมื่อครูแจ้งผลการประเมินให้นักเรียนบันทึก นักเรียนมีที่ทำ
ไม่ยอมรับผลการประเมินในระยะแรก

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในเอกสาร ผ.4-1
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร ผ.6-1 (ใช้เวลา 19 นาที)

พฤติกรรมนักเรียน นักเรียนเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมเป็นอย่างดี เพราะไม่
อย่างนั้นก็จะทำกิจกรรมไม่ทันตามกำหนด

ในส่วนของบันทึกการเรียนรู้ทำให้ครูทราบว่านักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนเพียงใด
นอกจากนั้นยังได้เห็นการนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมของนักเรียน

ครูได้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนดังเอกสาร ผ.6-1

ผ.6-1

แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

ชื่อ นาย ก เลขที่ 18 กลุ่ม 1 ชั้น ม.5/5

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้ม

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ชัดเจนที่สุด

1. ลักษณะการแกว่งของลูกตุ้มเป็นอย่างไร
2. ช่วงเวลาในการแกว่งเปลี่ยนแปลงอย่างไร

1. ลูกตุ้มแกว่งกลับไปกลับมา ช้าแนวเดิม จนหยุด ณ จุดสมดุล
2. ช่วงเวลาจะเปลี่ยนแปลงตามความยาวของเชือก ถ้าเชือกยาวขึ้นเวลาในการแกว่งจะมากขึ้น

กิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูแขวนลูกตุ้มด้วยเชือกและทำให้เชือกอยู่ในแนวตั้งพร้อมทั้งบอกว่า “ขณะที่ลูกตุ้มวางตัวอย่างนี้เราบอกว่าลูกตุ้มอยู่ในตำแหน่งสมดุล”
- ครูออกแรงกระทำต่อลูกตุ้มในแนวราบ ทำให้ลูกตุ้มย้ายตำแหน่งจากตำแหน่งสมดุล พร้อมกับถามนักเรียนว่า “ถ้าเราทำให้ลูกตุ้มย้ายตำแหน่งจากแนวสมดุลแล้วปล่อย นักเรียนคิดว่าผลจะเป็นเช่นไร “ให้นักเรียนคิด 1 นาทีโดยที่ไม่ต้องให้นักเรียนตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นใด ๆ

พฤติกรรมนักเรียน นักเรียนให้ความสนใจ โดยทุกคนแสดงท่าทีว่าได้ใช้ความคิด เพื่อทำนายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจ (ใช้เวลา 5 นาที)

- ครูให้นักเรียนแขวนลูกตุ้มไว้ในแนวตั้งและให้นักเรียนศึกษาผลการย้ายตำแหน่งของลูกตุ้มจากแนวสมดุลแล้วปล่อยอย่างอิสระพร้อมทั้งบันทึกผลเพื่อนำไปใช้ในขั้นที่ 3

พฤติกรรมนักเรียน นักเรียนมีอิสระในการศึกษา โดยจะใช้เชือกความยาวเท่าไรก็ได้ และทำให้เส้นเชือกทำมุมกับแนวตั้งเท่าไรก็ได้ จะทำกี่ครั้งก็ได้ ทำให้นักเรียนมีท่าทีชอบบทเรียนมากจริงจังกกับการทดลองและบันทึกผล

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 10 นาที)

- ให้นักเรียนนำเสนอการค้นพบของตนเองต่อสมาชิกในกลุ่มโดยให้บันทึกการนำเสนอของสมาชิกด้วยในเอกสาร ว.1-1

พฤติกรรมนักเรียน นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายในกลุ่มดังตัวอย่างการมีส่วนร่วมภายในกลุ่มของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ดังเอกสาร ว.1-1 ดังนี้

เอกสาร ว.1-1

กลุ่มที่ 1	ผู้เสนอ	สิ่งที่นำเสนอ
	1. น.ส. ณ	เป็นพลังงานศักย์ เป็นพลังงาน
	2. น.ส. ช	จลน์ เคลื่อนที่ไปเรื่อย ๆ ตาม
	3. น.ส. ช	แรงโน้มถ่วงของโลก
	4. น.ส. ณ	- ลูกตุ้มเปลี่ยนตำแหน่ง - ลูกตุ้มจะมีความเร่งลดลง ไปเรื่อย ๆ จนถึงศูนย์ - ถ้าเปลี่ยนตำแหน่ง ปล่อยให้ สูงขึ้น มุมในการแกว่งจะ กว้างขึ้น

ข้อสรุป ลูกตุ้มเคลื่อนที่กลับไปกลับมาแล้วจะหยุด เมื่อเวลาผ่านไป โดยตำแหน่งอยู่ที่จุดสมดุล

ขั้นที่ 4 ขั้นการลงข้อสรุป (ใช้เวลา 32 นาที)

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่มเพื่อลงสรุปข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 โดยบันทึกในส่วนล่างของเอกสาร ว.1-1
- ครูแสดงการย้ายตำแหน่งลูกตุ้มจากตำแหน่งสมดุลโดยใช้เชือกที่มีความยาวต่างไปจากครั้งแรก พร้อมกับตั้งคำถามเพื่อขยายความคิดว่า "ถ้าเปลี่ยนความยาวเชือกแล้วทำการย้ายตำแหน่งของลูกตุ้มจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยผลจะเป็นอย่างไร" โดยให้เวลานักเรียนคิด 2 นาที
- ครูให้นักเรียนศึกษาการย้ายตำแหน่งจากตำแหน่งสมดุลของลูกตุ้มที่เปลี่ยนความยาวเชือกพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลอย่างอิสระ

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปกันภายในกลุ่มอีกครั้งโดยนำข้อมูลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงความยาวเชือกมาพิจารณาด้วยพร้อมทั้งมีการบันทึกในเอกสาร

ว.2-1

พฤติกรรมนักเรียน นักเรียนต่างแสดงความคิดจากข้อมูลที่แต่ละคนสังเกตเห็น และประสบการณ์ของแต่ละคน

เมื่อครูถามว่า เมื่อเปลี่ยนความยาวของเชือกผลจะเป็นอย่างไร นักเรียนบางคนบอกว่าผลเหมือนเดิม แต่บางคนก็บอกว่าแตกต่าง

เมื่อให้นักเรียนศึกษาการเปลี่ยนความยาวเชือก นักเรียนต่างกระตือรือร้นที่จะทำการทดลอง

เมื่อครูให้นักเรียนอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป นักเรียนให้ความสำคัญ ดังจะเห็นได้จากข้อมูลการนำเสนอความคิดของแต่ละคนในเอกสาร ว.2-1

เอกสาร ว.1-1

	ผู้เสนอ	สิ่งที่นำเสนอ
กลุ่มที่ 1	1. น.ส. ฉ	- เมื่อมีความยาวเชือกที่ต่างกัน ความยาวที่สั้นกว่าจะแกว่งเร็ว ความยาวที่ยาวกว่าจะแกว่งช้าลง
	2. น.ส. ช	- ความยาวเชือกที่ใช้ต่างกัน จะให้ความเร็วในการแกว่งต่างกัน
	3. น.ส. ช	- เมื่อใช้เชือกยาวขึ้นจะเห็นการเคลื่อนที่ช้าลง จากเมื่อใช้เชือกสั้น อาจเกิดจากความเร่งก็ได้
	4. น.ส. ฉ	- เมื่อใช้เชือกยาวขึ้น จะมีมุมในการเคลื่อนที่กว้างขึ้นตามเชือก

ผลสรุปที่ได้จากการอภิปราย

เมื่อปล่อยวัตถุจากแนวระดับจะทำให้วัตถุเปลี่ยนตำแหน่ง โดยถ้าใช้ความยาวเชือกมาก วัตถุจะเคลื่อนที่ช้าลง ถ้าใช้เชือกสั้นจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า ตั้งแต่เริ่มปล่อยวัตถุจะมีความเร่งมากระทำกับวัตถุ จนความเร่งเป็นศูนย์และวัตถุหยุด

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (ใช้เวลา 33 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาตั้งแต่ต้นจนได้ข้อสรุปว่ามีความถูกต้องเพียงใด มีความรู้ความเข้าใจข้อสรุปเพียงใด แล้วให้เขียนบันทึกการเรียนรู้ในเอกสาร ว.3-1 แล้วส่งครูผู้สอน
- ให้ตัวแทนนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งนำเสนอสิ่งที่ได้ศึกษาและได้ข้อสรุป เพื่อให้ นักเรียนกลุ่มอื่นได้ ประเมินความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน และครูนำแบบประเมินที่แต่ละกลุ่มประเมินมาหาค่าเฉลี่ยดังรายละเอียดในเอกสาร ว.4-1 แล้วแจ้งให้กลุ่มที่นำเสนอทราบ
- ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยครูช่วยชี้แนะในกรณีที่ข้อสรุปไม่ชัดเจน
- ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ตามเอกสาร ว.5-1

พฤติกรรมนักเรียน นักเรียนเชื่อมั่นในข้อสรุป สามารถบอกรู้หรือไม่รู้สิ่งใดบ้าง สามารถยืนยันได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนหรือเอกสาร ว.3-1

ว.3-1

แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

ชื่อ น.ส. ข เลขที่ 31 กลุ่ม 1 ชั้น.....

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้ม

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนตอบตามหัวข้อต่อไปนี้แล้วนำเสนอครูผู้สอน

1. ข้อสรุปมีความถูกต้องเพียงใด
2. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจข้อสรุปเพียงใด
3. นักเรียนมีข้อสงสัยหรือยังไม่เข้าใจในส่วนใด

1. ถูกต้อง เพราะจากการทดลองปล่อยลูกตุ้มจากระยะเชือกต่างกัน จะเห็นว่าถ้าเชือกยาวจะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าระยะเชือกสั้น และเวลาในการหยุดของเชือกยาวจะหยุดในเวลาที่ช้ากว่าเชือกสั้น
2. ทำให้ทราบว่าลูกตุ้มเมื่อใช้เชือกสั้นจะเคลื่อนที่ช้า อาจนำไปสร้างอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น ในการสร้างนาฬิกาลูกตุ้ม
3. สงสัยว่าทำไมวัตถุระยะเชือกยาว จึงเคลื่อนที่ช้ากว่าเชือกสั้น อยากรู้ว่ามีแรงอะไรมากระทำ หรือมีพลังงานหรือเปล่า

พฤติกรรมนักเรียน นักเรียนมีความตั้งใจฟังการนำเสนอของนักเรียนกลุ่มอื่น เนื่องจากนักเรียนจะต้องประเมินสิ่งที่นำเสนอว่ามีข้อสรุปเป็นอย่างไร ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสคิด โดยเฉพาะการเปรียบเทียบกับข้อมูลหรือผลการทดลอง รวมทั้งข้อสรุปของกลุ่มตน โดยการประเมินนั้น จะประเมินในเอกสาร ว.4-1 ดังตัวอย่างของการประเมินจริงของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ถูกประเมินดังต่อไปนี้

ว.4-1

กลุ่มที่ถูกประเมิน	กลุ่มที่ทำหน้าที่ประเมิน	ผลการประเมิน	ค่าเฉลี่ยการประเมิน
กลุ่มที่ 1	2	3	2.25
	3	2	
	4	2	
	5	2	

หมายเหตุ

1. ระดับการประเมินจะเป็น 3 หรือ 2 หรือ 1 ตามความคิดเห็นของนักเรียน
2. 3 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจสูง
 - 2 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจปานกลาง
 - 1 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจต่ำ
3. ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50 - 3.00 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจสูง
4. ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50 - 2.49 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจปานกลาง
5. ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 - 1.49 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจต่ำ

พฤติกรรมนักเรียน เมื่อครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป นักเรียนมีที่ทำเมื่อ บ้างเหมือนกัน และอยากให้ครูผู้สอนได้สรุปให้ฟังบ้าง

เมื่อครูทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ นักเรียนตอบได้อย่างถูกต้อง ดังเอกสาร ว.5-1 ดังต่อไปนี้

ว.5-1

แบบประเมินผลการเรียนรู้

ชื่อ น.ส. ช เลขที่ 31 กลุ่ม 1 ชั้น.....

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้ม

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ชัดเจนที่สุด

1. ลักษณะการแกว่งของลูกตุ้มเป็นอย่างไร
2. ช่วงเวลาในการแกว่งเปลี่ยนแปลงอย่างไร

1. ลูกตุ้มจะแกว่งกลับไปกลับมา แต่สุดท้ายจะหยุดแกว่ง แล้วหยุดนิ่งที่จุดสมดุล
2. เชือกยาวจะใช้เวลาในการแกว่งมากกว่าเชือกสั้น นั่นคือการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาในการแกว่ง ขึ้นกับความยาวของเชือกที่ใช้ผูกลูกตุ้ม

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน (เอกสาร ว.3-1)
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ (ว.5-1) ใช้ เวลา 10 นาที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 11 นาที)

- ครูแขวนลูกตุ้มด้วยเชือกกับไม้หนีบของที่ตั้งและทำให้เชือกอยู่ในแนวตั้งและบอกว่าลูกตุ้มสมดุล
- ครูออกแรงในแนวราบกระทำต่อลูกตุ้ม ทำให้ลูกตุ้มย้ายตำแหน่งพร้อมกับถามนักเรียน “ถ้าเราดึงลูกตุ้มออกจากแนวสมดุลแล้วปล่อยผลจะเป็นอย่างไร” ให้นักเรียนคิด 1 นาที
- ครูให้นักเรียนช่วยกันตั้งสมมติฐานโดยอาศัยประสบการณ์เป็นเวลา 5 นาที โดยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการแสดงความคิดเห็น
- ครูบอกวิธีทดลองโดยให้นักเรียนแขวนลูกตุ้มในแนวตั้งออกแรงดึงในแนวราบแล้วปล่อยพร้อมทั้งสังเกตการเคลื่อนที่และบันทึกผลอย่างอิสระและทำการทดลองซ้ำเดิมอีกโดยให้มีการเปลี่ยนความยาวเชือกจากเดิม 0.2 เมตร เป็น 0.5 เมตรและ 1.0 เมตร ตามลำดับและจับเวลาด้วย ครูชี้แจงข้อควรระวัง อย่าให้เส้นเชือกหมุนเป็นเกลียว ใช้เวลา 1 นาที

พฤติกรรมนักเรียน เมื่อครูตั้งคำถาม นักเรียนตื่นตัวแสดงท่าทีอยากรู้อยากเห็น แต่เมื่อให้ช่วยกันตั้งสมมติฐาน นักเรียนกลับไม่ค่อยกล้า ต้องเรียกถามเป็นรายบุคคล

เมื่อครูบอกวิธีทดลอง นักเรียนตั้งใจฟังมาก เตรียมพร้อมที่จะทำการทดลอง

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

- นักเรียนแขวนลูกตุ้มในแนวตั้งแล้วออกแรงดึงลูกตุ้มในแนวราบแล้วปล่อยสังเกตและบันทึกผลอย่างอิสระ
- นักเรียนเปลี่ยนความยาวเชือกจาก 0.2 เมตร เป็น 0.5 เมตร และ 1.0 เมตร ตามลำดับ แล้วทำการทดลองเช่นเดิมคือ ดึงลูกตุ้มในแนวราบแล้วปล่อย สังเกตและบันทึกผลการสังเกตอย่างอิสระ

พฤติกรรมนักเรียน นักเรียนใช้เวลาในการทดลองน้อยมาก โดยนักเรียนทำการทดลองต่อเนื่องกันไปจนครบตามที่ครูบอกให้ทำ และในขณะที่ทำการทดลองก็มีการพูดคุยเกี่ยวกับผลการทดลองบ้างเหมือนกัน

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง (ใช้เวลา 50 นาที)

- ครูถามว่า“เรามีปัญหาก่อนการทดลองว่าอย่างไร” พร้อมเรียกนักเรียนให้ตอบคำถาม 3 คน
- ครูถาม“จากการทำการทดลองตอบคำถามที่มีได้แล้วหรือยัง”
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป เพื่อให้ได้ข้อสรุป
 - 1) การเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมโดยผ่านตำแหน่งสมดุลเป็นการเคลื่อนที่แบบสั่น
 - 2) การเปลี่ยนแปลงความยาวของเชือกทำให้ช่วงเวลาในการแกว่งของลูกตุ้มเปลี่ยนแปลง

พฤติกรรมนักเรียน นักเรียนจะบอกปัญหาที่มีก่อนการทดลองได้อย่างถูกต้อง และเมื่อร่วมกันอภิปราย นักเรียนจะต้องรอให้ครูตั้งคำถามนำก่อน นักเรียนจึงจะตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น จะไม่ค่อยได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกัน แต่จะมีการตอบหรือแสดงความคิดกับครูผู้สอนมากกว่า รอให้ครูสรุปผลการทดลอง

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร สส.1 ใช้เวลา 19 นาที

พฤติกรรมนักเรียน การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น จะทำตามทีครูบอกให้ทำไม่ค่อยได้ใช้ความคิดเท่าไร

เมื่อครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร สส.1 นักเรียนตอบได้ถูกต้องดีดังตัวอย่างของนาย ภู ดังนี้

สส.1

แบบประเมินผลการเรียนรู้

ชื่อ นาย ภู เลขที่ 16 กลุ่ม 3 ชั้น.....

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้ม

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ชัดเจนที่สุด

1. ลักษณะการแกว่งของลูกตุ้มเป็นอย่างไร
2. ช่วงเวลาในการแกว่งเปลี่ยนแปลงอย่างไร
1. ลูกตุ้มเมื่อถูกปล่อย ลูกตุ้มจะมีความเร็วระยะหนึ่ง ผ่านจุดแนวสมดุลผ่านไปมา โดยเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง
2. ช่วงเวลาในการแกว่งของเชือกสั้น จะใช้เวลาน้อยกว่าช่วงเวลาในการแกว่งของเชือกยาว
4. เมื่อสอนจบบทเรียนแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบ ดังนี้
 - 4.1 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจบบทเรียน
 - 4.2 วัดความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.3 วัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์
 - 4.4 วัดความคงทนในการเรียนรู้หลังจากจบบทเรียนแล้ว 3 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 7.5 for Windows โดยทำการวิเคราะห์ในเรื่องต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องคลื่น ของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการทดสอบค่า F ($F - Test$) จะทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Scheffe'
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่องคลื่น ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการทดสอบค่า F ($F - Test$) จะทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Scheffe'

3. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องคลื่น ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการทดสอบค่า F (F - Test) จะทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Scheffe'

4. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เรื่องคลื่นของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการทดสอบค่า F (F - Test) จะทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Scheffe'

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ โดยวิธีจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท. ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลการ วิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังต่อไปนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น
2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น
3. ผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น
4. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น

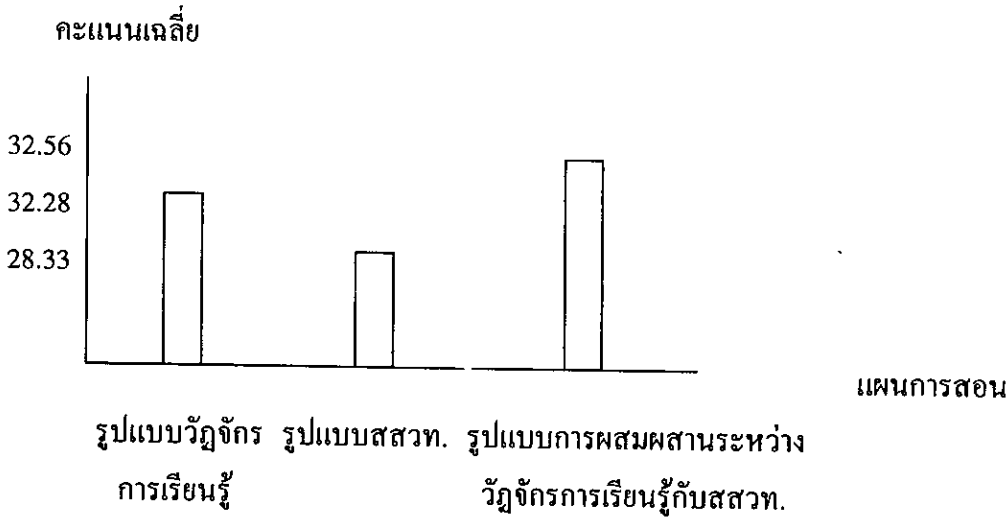
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นแสดงไว้ในตาราง 10

ตาราง 10 แสดงคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)

กลุ่ม	N	$\bar{X}$	SD
รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้	35	32.28	5.17
รูปแบบ สสวท.	30	28.33	5.51
รูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.	30	32.56	4.52

จากข้อมูลสามารถแสดงผลด้วยกราฟได้ดังนี้



จากตาราง 10 พบว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการสอน 3 รูปแบบมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันกล่าวคือ นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.56 รองลงมาได้แก่ รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และ รูปแบบ สสวท. มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.28 และ 28.33 ตามลำดับ

เพื่อทดสอบว่านักเรียนมีรูปแบบการเรียนการสอนต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันโดยการทดสอบค่า F ได้ผลตามตาราง 11

ตาราง 11 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นที่จัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท และรูปแบบการผสมผสาน ระหว่าง วัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	343.30	2	171.65	6.62	.002
ภายในกลุ่ม	2385.17	92	25.92		
รวม	2728.48	94			

จากตาราง 11 พบว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้ กับ สสวท. มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ใช้วิธีของ Scheffe' ทดสอบได้ผลดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายคู่
ด้วยวิธีของ Scheffe'

ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	$\bar{X}$ สสวท (28.33)	$\bar{X}$ วัฏจักรการเรียนรู้ (32.28)	$\bar{X}$ การผสมผสาน (32.56)
$\bar{X}$ สสวท (28.33)	-	3.95*	4.23*
$\bar{X}$ วัฏจักรการเรียนรู้ (32.28)		-	0.28
$\bar{X}$ การผสมผสาน (32.56)			-

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

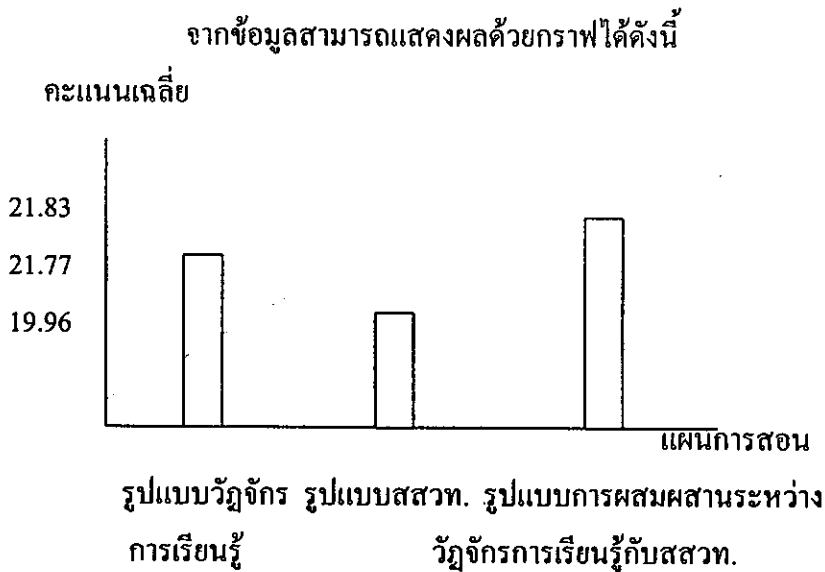
จากตาราง 12 พบว่านักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามรูปแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา

แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนในวิชา ฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)

กลุ่ม	N	$\bar{X}$	SD
รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้	35	21.77	4.18
รูปแบบ สสวท.	30	19.96	6.48
รูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.	30	21.83	5.49



จากตาราง 13 พบว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการสอน 3 รูปแบบมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน กล่าวคือนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการผสมผสานระหว่าง วัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท. มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.83 รองลงมาได้แก่ รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบสสวท. มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.77 และ 19.96 ตามลำดับ จากการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่เรียนตามแผนการสอน 3 รูปแบบ ดังกล่าวครั้งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงให้เห็นว่า แผนการสอนทั้ง 3 รูปแบบ ไม่ได้ทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้สูงขึ้น จนเป็นที่น่าพอใจ ในช่วงระยะเวลาที่ทำการทดลองสอน

เพื่อทดสอบว่านักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนการสอนต่างกันมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันโดยการทดสอบค่า F ได้ผลดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	69.053	2	34.527	1.181	.312
ภายในกลุ่ม	2689.305	92	29.232		
รวม	2728.358	94			

จากตาราง 14 พบว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท.มีความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ไม่แตกต่างกัน

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความสามารถในการแก้ปัญหาได้ผลดังตาราง 15

ตาราง 15 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความสามารถในการแก้ปัญหา
ของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบต่าง ๆ

รูปแบบการเรียนการสอน	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหา
รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้	.34
รูปแบบ สสวท.	.19
รูปแบบการผสมผสานระหว่าง วัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.	.31

จากตาราง 15 พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางเรียนและความสามารถในการ
แก้ปัญหานักเรียนที่จัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบการผสม
ผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วน
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่จัดการเรียนการสอนตาม
รูปแบบ สสวท. ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

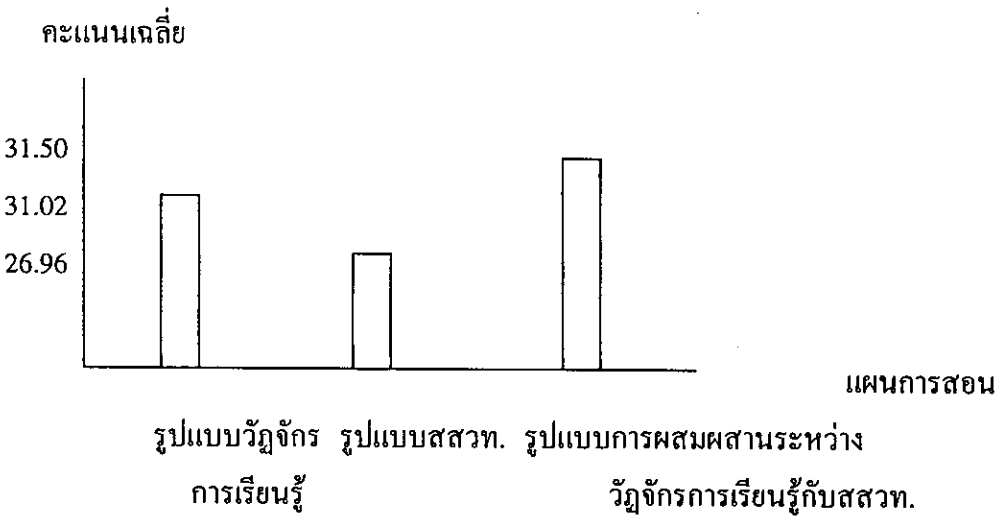
3. การเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้

แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์เรื่องการ
เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น ดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคงทน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)

กลุ่ม	N	$\bar{X}$	SD
รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้	35	31.02	4.76
รูปแบบ สสวท.	30	26.96	4.78
รูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.	30	31.50	6.04

จากข้อมูลสามารถแสดงผลด้วยกราฟได้ดังนี้



จากตาราง 16 พบว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการสอน 3 รูปแบบมีคะแนนเฉลี่ยความคงทนในการเรียนรู้แตกต่างกันกล่าวคือ นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 31.50 รองลงมาได้แก่ รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบสสวท.มีค่าเท่ากับ 31.02 และ 26.96 ตามลำดับ

เพื่อทดสอบว่านักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนการสอนต่างกันมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้แตกต่างกันโดยการทดสอบค่า F ได้ผลตามตาราง 17

ตาราง 17 การเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	379.50	2	189.75	7.00	.001
ภายในกลุ่ม	2493.43	92	27.10		
รวม	2872.94	94			

จากตาราง 17 พบว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีความคงทนในการเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของ Scheffe' ทดสอบได้ผลดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความคงทนในการเรียนรู้เป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ Scheffe'

คะแนนเฉลี่ย	$\bar{X}$ สสวท (26.96)	$\bar{X}$ วัฏจักรการเรียนรู้ (31.02)	$\bar{X}$ การผสมผสาน (31.50)
$\bar{X}$ สสวท (26.96)	-	4.06*	4.53*
$\bar{X}$ วัฏจักรการเรียนรู้ (31.02)		-	0.47
$\bar{X}$ การผสมผสาน (31.50)			-

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากการตาราง 18 พบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท.มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามรูปแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

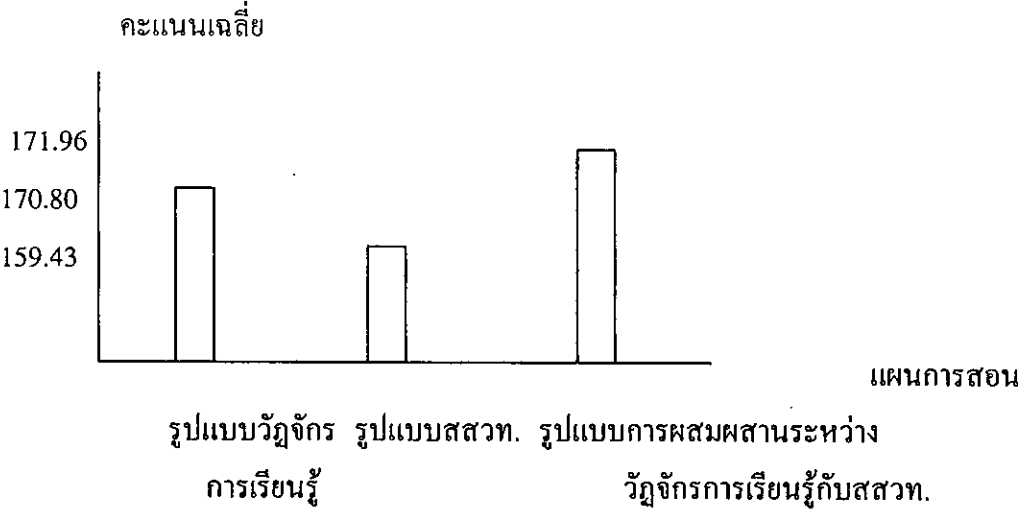
4. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

แสดงค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ (คะแนน 50 - 250 คะแนน)

กลุ่ม	N	$\bar{X}$	SD	คะแนนเฉลี่ยรายข้อ (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)
รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้	35	170.80	12.11	3.41
รูปแบบ สสวท.	30	159.43	14.29	3.18
รูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.	30	171.96	17.44	3.43

จากข้อมูลสามารถแสดงผลด้วยกราฟได้ดังนี้



จากตาราง 19 พบว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการสอน 3 รูปแบบมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์แตกต่างกันกล่าวคือ นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 171.96 รองลงมาได้แก่ รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบสสวท.มีค่าเท่ากับ 170.80 และ 159.43 ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนเจตคติเฉลี่ยรายข้อ พบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ยังไม่ดี เนื่องจากการกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนไว้ว่า ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป จะถือว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

เพื่อทดสอบว่านักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนการสอนต่างกันมีคะแนนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์แตกต่างกันโดยการทดสอบค่า F ได้ผลตามตาราง 20

ตาราง 20 แสดงการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2931.22	2	1465.61	6.83	.002
ภายในกลุ่ม	19737.93	92	214.54		
รวม	22669.15	94			

จากตาราง 20 พบว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของ Scheffe' ทดสอบได้ผลดังตาราง 21

ตาราง 21 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Scheffe'

คะแนนเฉลี่ย	$\bar{X}$ สสวท (159.43)	$\bar{X}$ วัฏจักรการเรียนรู้ (170.80)	$\bar{X}$ การผสมผสาน (171.96)
$\bar{X}$ สสวท (159.43)	-	11.36*	12.53*
$\bar{X}$ วัฏจักรการเรียนรู้ (170.80)		-	1.16
$\bar{X}$ การผสมผสาน (171.96)			-

* ค่าเฉลี่ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากการตาราง 21 พบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท. มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามรูปแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ต้องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรม วิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่าง วัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน โดยเน้นความเข้าใจ เชิงมโนทัศน์ในเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น ระหว่างการเรียนการสอนที่จัดตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนในวิชาฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น ระหว่างการเรียนการสอนที่จัดตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.
3. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นระหว่างการเรียนการสอนที่จัดตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.
4. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระหว่างการเรียนการสอนที่จัดตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นแตกต่างกัน

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีความคงทนในการเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นแตกต่างกัน

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 95 คน โดยการจัดกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1.1 ทำการทดสอบนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ทุกห้องด้วยข้อสอบที่วัดความรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว

1.2 นำคะแนนของนักเรียนแต่ละห้องมาพิจารณาเป็นรายบุคคลเพื่อพิจารณาห้องเรียนที่นักเรียนมีคะแนนเท่ากันหรือใกล้เคียงกันที่สุดแล้วทำการสุ่มมา 3 ห้องเรียน

1.3 ทำการเรียงคะแนนของนักเรียนในแต่ละห้องเรียน แบ่งประเภทเป็นกลุ่มสูง ปานกลาง และต่ำ แล้วทำการสุ่มแต่ละประเภทในอัตราส่วน 1 : 3 : 1

1.4 ทดสอบด้วยค่า F เพื่อความมั่นใจว่าแต่ละห้องมีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกัน

1.5 ทำการสุ่มห้องเรียนเพื่อกำหนดวิธีสอน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

2.1 แบบวัดความรู้เรื่องคลื่น

2.2 แผนการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

2.3 แผนการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นตามรูปแบบ สสวท.

2.4 แผนการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นตามรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

2.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

2.5.1 ด้านความรู้ศัพท์พื้นฐาน จำนวน 18 ข้อ

2.5.2 ด้านความเข้าใจความคิดรวบยอดหลักการ จำนวน 8 ข้อ

2.5.3 ด้านการประยุกต์หลักการ จำนวน 24 ข้อ

มีค่าความเชื่อมั่น 0.90 ค่าดัชนีความยาก (p) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.79 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.77

2.5 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น มีลักษณะเป็นสถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถาม สถานการณ์ละ 4 ข้อ จำนวน 10 สถานการณ์ มีค่าความเชื่อมั่น .81 ค่าดัชนีความยาก(p)ตั้งแต่ 33.32 ถึง 79.62 และค่าอำนาจจำแนก(r) ตั้งแต่ 20.37 ถึง 57.40

2.6 แบบทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2.7 แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ จำนวน 50 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.91 และค่าอำนาจจำแนก(r) โดยใช้วิธีหาค่าอัตราส่วนวิกฤติ : ค่าตั้งแต่ 2.00 ถึง 9.20

3. วิธีดำเนินการทดลองที่ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

3.1 การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยเป็นผู้สอนนักเรียนทั้งกลุ่มที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ตามแผนการสอนของแต่ละรูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ห้องละ 20 คาบ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น

3.2 ลำดับการสอนในแต่ละห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสอน ดังนี้

ตาราง 22 แสดงลำดับการสอนในแต่ละห้อง

แผน การสอนที่	ลำดับการสอนที่		
	1	2	3
1.	ห้องสวท.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องผสมผสาน
2.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องผสมผสาน	ห้องสวท.
3.	ห้องผสมผสาน	ห้องสวท.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้
4.	ห้องสวท.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องผสมผสาน
5.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องผสมผสาน	ห้องสวท.
6.	ห้องผสมผสาน	ห้องสวท.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้
7.	ห้องสวท.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องผสมผสาน
8.	ห้องผสมผสาน	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องสวท.
9.	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้	ห้องสวท.	ห้องผสมผสาน
10.	ห้องสวท.	ห้องผสมผสาน	ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้

3.3 เมื่อสอนจบบทเรียนแล้ว ผู้วิจัยจะดำเนินการทดสอบดังนี้

3.3.1 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจบบทเรียน

3.3.2 วัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3.3.3 วัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

3.3.4 วัดความคงทนในการเรียนรู้หลังจากจบบทเรียนแล้ว 3 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 7.5 for Windows โดยทำการวิเคราะห์ในเรื่องต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และคลื่นของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สวท. โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการทดสอบค่า F ($F - Test$) จะทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Scheffe'

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจะการทดสอบค่า F (F - Test) จะทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Scheffe'

3. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการทดสอบค่า F (F - Test) จะทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Scheffe'

4. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่าง วัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการทดสอบค่า F (F - Test) จะทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Scheffe'

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นของนักเรียนที่เรียนรู้อตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่าง วัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ารูปแบบ สสวท.

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นของนักเรียนที่เรียนรู้อตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบสสวท และรูปแบบการผสมผสาน ระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ไม่แตกต่างกัน

3. ความคงทนในการเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นของนักเรียนที่เรียนรู้อตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่เรียนตาม

รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ารูปแบบ สสวท.

4. เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ดีกว่ารูปแบบ สสวท.

อภิปรายผลการวิจัย

การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบสสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท. สามารถอภิปรายได้ดังนี้

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และคลื่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี ที่ได้เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ารูปแบบ สสวท. แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ไม่แตกต่างกัน

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกระทำให้กลุ่มที่ได้เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท. จะเร้าด้วยประสบการณ์ที่สอดคล้องกับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ ซึ่งเน้นประสบการณ์รูปธรรมที่มีบทบาทเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดมโนทัศน์ (Marek และคณะ. 1990) และนักเรียนสามารถพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากประสบการณ์ดังกล่าว จนทำให้กำหนดความสัมพันธ์หรือลงความเห็นระหว่างวัตถุหรือเหตุการณ์ได้ ประกอบการประยุกต์การสอนทักษะทางสติปัญญาตามหลักการสอน Gagne' ซึ่งเป็นการเรียนรู้ตามลำดับความซับซ้อน โดยปรับให้สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่านักเรียนมีลักษณะการคิดและปฏิบัติการแบบยอมรับ นอกจากนี้นักเรียนยังได้ทบทวนหรือขยายการประยุกต์ ใช้มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ จึงทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ หรือขยายความเข้าใจให้มากขึ้น (Lawson and Renner. 1975 : 340) จนพัฒนาเป็นคุณลักษณะหรือความเจริญงอกงามทางสมอง

นอกจากนี้การเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท เริ่มจากการศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาได้แสดงความคิดเห็น และหาวิธีการแก้ปัญหาพร้อมกันภายในกลุ่มของตน เป็นการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้หาคำตอบโดยอิสระ การที่ผู้เรียนได้มีเสรีภาพในการปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเองไปทีละขั้นตอนอย่างมีระบบนั้น จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของสมจิต สวธนไพบูลย์ (2535 : 34) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดและนำไปปฏิบัติทีละขั้นตอนเป็นการจัดโอกาสให้นักเรียนได้ประสบความสำเร็จในการเรียน นอกจากนี้การที่นักเรียนมีเสรีภาพในการปฏิบัติ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และเกิดทักษะในการปฏิบัติการทดลองด้วย ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของจอห์น ดิวอี้ ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดได้ดีต้องเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติ และสอดคล้องกับปรัชญาการศึกษาแบบปฏิบัตินิยม ที่กล่าวถึงการเรียนรู้ว่า การเรียนที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และมีทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมด้วย ส่วนการสอนตามรูปแบบ สสวท ครูเป็นผู้ริเริ่มเพื่อนำให้นักเรียนเห็นปัญหา มีการกำหนดวิธีการทดลองที่เป็นรูปแบบที่แน่นอน นักเรียนเพียงแต่ปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดก็จะได้คำตอบของปัญหา

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท. เป็นกิจกรรมการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเป็นส่วนใหญ่ ส่วนการสอนตามรูปแบบ สสวท. ส่วนมากเป็นการอภิปรายระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งการใช้การอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนมีโอกาสได้ร่วมกิจกรรมอย่างทั่วถึง เห็นความสำคัญของตนเอง เกิดความสนุกสนานในการเรียน มีโอกาสได้ทำงานกับกลุ่มอย่างเต็มที่ ได้คิดอย่างอิสระ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ไม่ต้องอายเพื่อนในการตอบ นอกจากนี้การสื่อความหมายก็ใช้ประโยชน์ที่เข้าใจง่าย ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ ฌอนอมิจิตต์ เสนมา (2525 : 63 - 64) ที่ว่าการจัดกิจกรรมการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเป็นวิธีที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดขณะเรียนมากขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของหอมนวล ใจเชื้อ (2529 : 63 - 64) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้การอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับการวิจัยของสมปอง ศรีกัลยา (2530) จอห์น (John. 1986) แชดเบิร์น (Shadburn. 1990) และคูโม (Cumio. 1992) ซึ่งพบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจัดกระทำกับตัวแปรด้วยการสอนปกติกับการสอนโดยใช้โมเดล วงจรการเรียนรู้ ภายใต้เงื่อนไขการศึกษาที่แตกต่างกัน ได้แก่ สอนเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่องยีน และ DNA ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื้อหาวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 นอกจากนั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประภาสิต จันทศ (2537) ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยรูปแบบ สสวท. กับโมเดลวงจรการเรียนรู้ประยุกต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยโมเดลวงจรการเรียนรู้สูงกว่าการสอนตามแนว สสวท.

จากเหตุผลที่กล่าวมา เป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่านักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบ สสวท.

การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา

การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรีที่เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. พบว่านักเรียนที่เรียนรู้ทั้ง 3 รูปแบบ มีความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สาเหตุที่นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนทั้ง 3 กลุ่ม มีความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากเวลาในการสอนมีจำกัด ทำให้การดำเนินกิจกรรมอภิปรายของนักเรียนในกลุ่มวัฏจักรการเรียนรู้ และกลุ่มการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ซึ่งไม่กว้างขวางพอ นอกจากนี้รูปแบบการสอนเหล่านี้มีปรัชญาพื้นฐานเหมือน ๆ กัน แตกต่างกันที่กระบวนการในการศึกษาคือลำดับขั้นในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเท่านั้นที่แตกต่างกัน และนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มนั้นต้องรับการเรียนรู้โดยครูผู้สอนต้องการให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์เหมือนกัน จึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในระดับเดียวกันหรือใกล้เคียงกันจะพบว่า มีความสามารถในการแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์ได้ดีไม่เท่ากัน กล่าวคือนักเรียนคนหนึ่งสามารถแก้สถานการณ์หนึ่งได้ดีแต่อีกสถานการณ์หนึ่งไม่ดี ซึ่งตรงกันข้ามกับนักเรียนอีกคนหนึ่งแก้สถานการณ์ที่คนแรกแก้ได้ไม่ดีได้อย่างดี แต่อีกสถานการณ์กลับแก้ได้ไม่ดีทั้งที่คนแรกแก้ได้ดี และเมื่อพิจารณานักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบเดียวกัน นักเรียนก็มีความสามารถในการแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์ได้ดีแตกต่างกัน ทั้งที่กิจกรรมการเรียนการสอนเหมือนกัน อยู่ในสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้เดียวกัน

การเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่าง วัฏจักรการเรียนรู้กับสวท. จะมีการกำหนดประเด็นปัญหา แล้วให้นักเรียนคิดหาแนวทางเพื่อ แก้ปัญหา มีการระดมความคิดกันเพื่อจะตอบปัญหา มีการถกเถียงกันหลายแง่มุม ทำให้การแก้ปัญหา เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในการทดสอบการแก้ปัญหานั้นได้ออกแบบให้นักเรียนแต่ละคนคิด แก้ปัญหา โดยอาศัยพื้นฐานความรู้จากประสบการณ์เดิมที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ในการแก้ปัญหา ทำให้ประสิทธิภาพหรือความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันออกไปทั้งนี้เป็นเพราะการ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น การอภิปรายของบุคคลนั้นส่งเสริมให้ความสามารถของบุคคลดีขึ้นเนื่องจาก ทำให้มองเห็นแง่มุมต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

นอกจากนี้ ทอร์นไคค์ (อุทัย บุญมาดี. 2529 : 19 ; อ้างอิงจาก Thomdike. n.d.) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ข้อเท็จจริงกับการนำข้อเท็จจริงไปใช้เพื่อการแก้ปัญหาใหม่เป็นกระบวนการที่ แตกต่างกันและการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาได้สำเร็จในสถานการณ์หนึ่งไม่ได้หมายความว่าต้องแก้ ปัญหาใน สถานการณ์อื่นได้เสมอไป

นอกจากนี้นักเรียนมีความสามารถพื้นฐานต่ำอยู่แล้ว โดยพิจารณาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก จึงส่งผลให้ไม่สามารถนำความรู้เดิมมา ผสมผสานกับความรู้ใหม่ให้ต่อเนื่องได้ และนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่คุ้นเคยกับการตอบคำถามตาม แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยขณะเรียนครูไม่มีแบบฝึกให้นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก้ปัญหตามแนวคำถามนั้น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ จริยา ขุนพรหม (2534 : 94) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีที่ต่างกันไม่มีผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหาวิชา ฟิสิกส์

แต่อย่างไรก็ตาม การช่วยกันคิดแก้ปัญหานั้นช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของแต่ละคน ทำให้มีทักษะในการคิดแก้ปัญหา หากบุคคลใดได้รับการฝึกฝนจนเกิดทักษะอย่างดี แล้วก็สามารถนำทักษะที่ได้รับการฝึกพร้อมกับเพื่อน ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหอย่างถูกต้อง แต่การที่ นักเรียนจะเกิดทักษะได้ต้องได้ฝึกฝนเป็นเวลานานพอสมควร ซึ่งตรงกับคำกล่าวของ สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทรมพรรย์ (2522 : 52) ที่ว่าสิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัด หรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมทำให้ ผู้ฝึกมีความคล่องแคล่วและสามารถทำได้ดี ดังนั้นการค้นคว้าหาวิธีที่จะนำมาใช้สอนนักเรียนเพื่อให้ เป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ให้ดีขึ้นจึงต้องดำเนินการศึกษาต่อไป คือควรมี แบบฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์บทเรียนต่าง ๆ ด้วย โดยมีการแทรกเอาไว้ใน แต่ละบทเรียนเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์ เห็นคุณค่าของวิชาฟิสิกส์ เพราะสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ได้อย่างเป็นรูปธรรม และการเรียนแต่ละครั้งจะเป็นการเรียน ที่มีความหมายต่อผู้เรียน

ประเด็นสำคัญคนแต่ละคนนั้นมีรูปแบบและช่วงเวลาในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน ซึ่งแต่ละคนต้องการเวลาในการแก้ปัญหาแตกต่างกันโดยขึ้นกับประสบการณ์ ภาวะทางด้านอารมณ์ สิ่งแวดล้อมที่เขาเผชิญอยู่ สิ่งเหล่านี้จึงเป็นตัวกำหนดความสามารถในการแก้ปัญหาของคนเรา ดังนั้นครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องจะต้องตระหนักถึงสิ่งเหล่านี้ด้วยในการสร้างแบบวัด และการดำเนินการ เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์

การเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้

จากผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี ที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ารูปแบบ สสวท. แต่ความคงทนระหว่างรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้กับรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ไม่แตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้กับรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. นั้นเน้นบทบาทที่ตัวผู้เรียนคือ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างมาก นักเรียนทุกคนต้องทำกิจกรรมร่วมกัน มีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในการอภิปราย มีอิสระในการทำกิจกรรมทดลอง มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม มีความกล้าที่จะแสดงออกได้อย่างเต็มที่ สามารถสื่อสารกันได้ดี เกิดการเรียนรู้จากกันและกัน รู้จุดเด่นจุดด้อย และแก้ไขจุดบกพร่อง ทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งที่เรียนได้ดี จึงทำให้ทุกคนจดจำสิ่งที่เรียนได้ดี หรือทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ ดังที่ สุรศักดิ์ หลาบมาลา (2531 : 5) กล่าวว่า การที่นักเรียนช่วยเหลือกันทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา ของบทเรียนจึงทำให้เกิดการจำ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับหลักจิตวิทยาดังกล่าวของประพัฒน์ แสงวณิช ที่กล่าวถึงหลักการปลูกฝังความจำไว้ว่า ขึ้นอยู่กับการดำเนินการสอนให้เป็นระเบียบตาม ลำดับความยากง่าย การให้เด็กได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ให้มากที่สุด การเร้าให้เด็กสนใจที่จะเรียน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับการอารมณ์ของผู้เรียน (ประพัฒน์ แสงวณิช. 2506 : 328 - 329)

สำหรับรูปแบบของ สสวท. นั้น บทบาทของครูผู้สอนจะมีมากและจะชี้นำนักเรียนมากกว่า รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้และ สสวท.

จากการวิจัยพบว่า รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. นั้นให้ผลไม่แตกต่างกัน เป็นเพราะต่างก็เน้นบทบาทของนักเรียนเป็นสำคัญ ต่างกันตรงที่รูปแบบการผสมผสานนั้นจะมีการทบทวนซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ นักเรียนได้เกี่ยวข้อง

กับปัญหาและกระทำการต่าง ๆ ซ้ำอีกครั้ง เป็นการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ และจดจำได้ดีแม้ว่าผล การศึกษาจะพบว่าไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อลองพิจารณาจากสถิติพื้นฐานโดยดูค่าแนวโน้มส่วนกลาง คะแนนเฉลี่ยจะพบว่าของกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการผสมผสานจะมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย ถ้ามีการ ศึกษาเป็นระยะเวลาที่นานกว่านี้และนักเรียนเป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งยังไม่เคย เรียนวิชาฟิสิกส์มาก่อนหน้านี้ ไม่มีอคติ (Bias) ต่อวิชาฟิสิกส์ในเชิงนิเสธมาก่อน อาจทำให้นักเรียน เกิดความสนใจฟิสิกส์ ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนแตกต่างกันได้เพราะเจตคติ นั้นส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และหากผลการศึกษาในครั้งต่อไป ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนจะไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้นี้ สามารถจะนำเอาวิธีการเรียนการสอน ทั้งสองดังกล่าวมาไว้ในห้องเรียนได้ กล่าวคือในการเรียนการสอนวิชาใดก็ตาม ถ้าใช้วิธีสอนเพียง วิธีเดียว เมื่อใช้วิธีสอนนั้นไปนาน ๆ ก็อาจทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายได้ ดังนั้นจึงสมควรที่จะนำวิธีสอน แบบอื่นเข้ามาใช้ร่วมด้วย เพื่อสลับรูปแบบการเรียนการสอนนักเรียนจะได้ไม่เกิดความเบื่อหน่าย และวิธีสอนที่น่าจะนำมาใช้ได้ตามที่ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้ามาแล้วคือ รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้ กับ สสวท.

การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

จากผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ระหว่างนักเรียนที่ได้เรียนรู้ตามรูปแบบ วัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. พบว่าเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และ รูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยโดยนักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ดีกว่ารูปแบบ สสวท. แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. กับรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้เอง ทำการศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตัวเอง ทำให้มองเห็นว่าความรู้ทางฟิสิกส์เป็นเรื่องที่ง่ายต่อการเรียน เกิดความรู้สึที่ดีต่อวิชา ฟิสิกส์มากกว่ารูปแบบ สสวท. ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนนั้นนักเรียนมีส่วนร่วมน้อยกว่าบทบาท ของครูมีมากทำให้นักเรียนคิดว่าวิชาฟิสิกส์นั้นเป็นเรื่องไกลตัวไม่น่าสนใจจะเรียนรู้ได้ต้องอาศัยการ อธิบายจากครูเท่านั้น ทำให้มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ไม่ดี

แม้ว่าผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาชีพศึกษาระหว่างรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้กับรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.จะไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่เมื่อพิจารณาจากค่าสถิติพื้นฐานจะพบว่ารูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.มีเจตคติต่อวิชาชีพศึกษามากกว่า อาจเนื่องมาจากรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.มีขั้นตอน/สรุป ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากยิ่งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งที่นักเรียนได้ศึกษาเอง ทำให้มองเห็นแง่มุมต่างๆรวมทั้งความคลาดเคลื่อน เกิดความกระตือรือร้น และในกรณีที่ผลการศึกษารวมกับการสรุปของครูก็จะทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ เกิดความรู้สึกที่ดีต่อวิชาชีพศึกษามีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพศึกษ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของบลูม (Bloom, 1982) ซึ่งได้กล่าวว่า ผู้ที่ได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะช่วยเพิ่มเจตคติที่ดีต่อวิชานั้นในทางบวก และในทางกลับกันเจตคติทางบวกก็จะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของปาจริย์ วัชชวลิต (2527) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์ประกอบด้านลักษณะของนักเรียน สภาพแวดล้อมทางบ้าน และสภาพแวดล้อมทางโรงเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา พบว่า เจตคติต่อวิชาที่เรียนมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมทั้งงานวิจัยของ (Butzow, Linz and Drake, 1977) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาเคมีกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย จำนวน 103 คน ที่เรียนวิชาเคมีที่สถาบันเมนแมรีไทม์ (Maine Maritime Academy) ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาเคมี เจตคติต่อวิธีสอน และเจตคติรวมทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอย่างมีนัยสำคัญ ส่วน แอล ดับบลิว โฮจ และ เอ็ม เค ไพเปอร์ (L.W. Hough and M.K. Piper, 1982) ก็ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก

โมฮัมหมัด สุไลมาน อับดุลราห์มาน แอล รูวาซิด (Mohammed Duliman Abdulrahman Al Ruwashid, 1984) ศึกษาผลของการสอนแบบบรรยายกับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองประกอบการบรรยายต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมริมาร์ค ประเทศซาอุดีอาระเบีย จำนวน 129 คน ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยที่พบ ตลอดจนแนวคิดของบลูมและผลงานวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของเจตคติต่อวิชาที่เรียนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำให้สรุปได้ว่า การที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในวิชาชีพศึกษารูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้รูปแบบของ สสวท.

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ซึ่งเป็นรูปแบบที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนมีบทบาทมากในการจัดการเรียนการสอน กิจกรรมต่าง ๆ นักเรียนจะเป็นผู้คิดและลงมือปฏิบัติเองซึ่งก่อให้เกิดผลดีต่อตัวนักเรียนเองทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ พัฒนากระบวนการคิด สังเกตคุณสมบัติการคิดแก้ปัญหาและสามารถนำไปใช้ประโยชน์กับตนเองและช่วยเหลือสังคมได้ แต่เนื่องจากการเรียนการสอนที่ผ่านมา นักเรียนเคยชินกับการสอนแบบชี้นำ ดังนั้นในการปรับเปลี่ยนไปใช้การสอนแบบวัฏจักรในการเรียนรู้ในทันที อาจทำให้เกิดผลกระทบกับเวลา ทำให้เสียเวลามากโดยที่ประโยชน์ที่ได้รับไม่คุ้มค่างับเวลาที่เสียไป ดังนั้นในระยะแรกนี้ควรนำรูปแบบการผสมผสานไปใช้ในการเรียนการสอนเพราะเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนในด้านต่าง พัฒนากระบวนการคิด ซึ่งเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางเช่นเดียวกับรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน และมีครูคอยให้คำแนะนำด้วยเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจตามแนวทางที่ครูและหลักสูตรต้องการ จากผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ให้ผลดีกว่ารูปแบบการสอนอื่นๆ ซึ่งเท่ากับเป็นการสนับสนุนว่าควรนำรูปแบบการผสมผสานไปใช้ก่อนในระยะแรกเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากที่สุด และเมื่อนักเรียนเกิดความเคยชิน เกิดการเรียนรู้ เกิดทักษะ และเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทของนักเรียนจึงค่อยปรับเปลี่ยนไปใช้การเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ต่อไป

1.2 การสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนตามรูปแบบ สสวท. แต่ในการนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น ควรพิจารณาใช้กับนักเรียนตามระดับพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ด้วย

1.3 ควรทำการประเมินเจตคติต่อการสอนด้วย เพราะเป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อเจตคติต่อวิชา ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องปลูกฝังแก่นักเรียน และการประเมินเจตคติต่อการสอนจะมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงวิธีสอนให้มีประสิทธิภาพ

1.4 ควรนำวิธีสอนด้วยรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ไปใช้สอนเนื้อหาวิชาที่ต้องการสร้างมโนทัศน์พื้นฐานที่สำคัญ และจำเป็นต่อการเรียนรู้

1.5 ผู้สอนควรนำรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มาใช้ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียน และส่งเสริมการพัฒนาด้านสติปัญญา ของผู้เรียน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาผลจากการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการผสมผสานระหว่าง วัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น พฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ ค่านิยมทาง วิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษากฎสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการ ผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. กับตัวแปรอิสระอื่น เช่น เพศ หรือการจัดกลุ่มตาม ระดับความสามารถทางการเรียน เป็นต้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 ควรมีการศึกษาผลจากการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการผสมผสานระหว่าง วัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. กับนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ

2.4 ควรมีการศึกษาผลจากการใช้รูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้ กับ สสวท. อย่างต่อเนื่องเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา พฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อใช้เวลา 1 ปี 2 ปี และ 3 ปี ตามลำดับ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนิษฐา ปิ่นสุวรรณ. การศึกษาประสิทธิผลของการเสริมแรงต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านเจตคติ และการปฏิบัติงานเยี่ยมบ้านของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัย
นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2531. อัดสำเนา.
- กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. จิตวิทยาการศึกษา. มกุฏราชวิทยาลัย, 2523.
- _____. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2524.
- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- แก้วตา คณะวรรณ. พัฒนาการสอน. ขอนแก่น : ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2524.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ชุดการเรียนรู้การสอน
สำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525.
- จันทร์พร วงศ์ศิริยา. การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยองค์ประกอบ
คัดสรรที่เป็นลักษณะของนักเรียน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2527. อัดสำเนา.
- ชวาล แพรัตกุล. เทคนิคการวัดผล. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2516.
- ชาติรี ลำราญ. เส้นทางStory Lineสู่การเรียนรู้. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์, 2542.
- ชุมพล พัฒนสุวรรณ. “เทคนิคบางประการในการกระตุ้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความคิด
เชิงแก้ปัญหา,” สสวท. 16 (กรกฎาคม - กันยายน 2526) : 17 - 21, 2536.
- ชูชีพ อ่อนโคกสูง. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2522.
- ชูศรี สนิทประชากร. วิธีสอนในระดับประถมศึกษาตามแนวหลักสูตรใหม่. โรงพิมพ์วิริยะ
ชอบ สีขอ. “การเรียนรู้การสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหา,” วารสารประชากร
ศึกษา. ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 ธันวาคม, 2535.
- เชิดศักดิ์ โฉวาสินธุ์. การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 2).
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2527.
- ดารุณี เชื้อเจ็ดตน. ความสามารถในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้.
วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2540. อัดสำเนา.

ดาวฤกษ์ (นามแฝง). “วิธีเรียนคณิตศาสตร์ในประเทศผู้นำด้านเทคโนโลยี,” ใน สวนปฎิรูป.

หน้า 25. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์, 2542.

คุณฤๅ แก้วกำเนิด. การสอนแบบเสริมสร้างเจตคติ. กรุงเทพฯ : ศึกษานิเทศก์

กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, ม.ป.ป.

ทบวงมหาวิทยาลัย. ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการ

พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (อัคราณา). 2529 ก.

_____. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการ

พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (อัคราณา). 2529 ข.

ทวีศักดิ์ จินดาณรงค์. การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่สี่. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. อัคราณา.

ทิพย์อาภา บุญรัตน์. การสังเคราะห์วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

ปีการศึกษา 2518 - 2529. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

2531. อัคราณา.

ทิสนา แคมมณี. “การพัฒนากระบวนการคิด,” รายงานการประชุมเรื่อง สู่แนวทางใหม่ของ

การสอนวิจัยทางพยาบาลศาสตร์ ระหว่างวันที่ 25 - 27 พฤศจิกายน 2535.

ณ ห้องประชุมประชุม ตึกอำนวยการชั้น 3 โรงพยาบาลตำรวจ จัดโดยคณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

ธีระชัย ปุณณโชติ. “ทิศทางและนโยบายในการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำหรับประเทศไทยในช่วงต้นศตวรรษที่ 21 : ระดับมัธยมศึกษา,” ใน รายงานการ

ประชุมวิชาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของสมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย,

126 - 142 ; 2533.

ธีระชัย ปุณณโชติ และทวีศักดิ์ จินดาณรงค์. วิวัฒนาการและแนวโน้มของหลักสูตรการเรียน

การสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 15 ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

สุโขทัยธรรมาราช, 2537.

นิตา สะเพียรชัย. ปรัชญาและความมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์

คุรุสภา ลาดพร้าว. (อนุสรณ์งานพระราชทานเพลิงศพ รองศาสตราจารย์ ดร.นิตา

สะเพียรชัย), 2527.

บุญธรรม กิจปริดาภิสุทธิ. ปทานุกรมการวิจัย. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : การพิมพ์พระนคร,

2527.

บุญเลี้ยง พลอาวุธ. “การเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา,” มิตรอรุ. 10 : 45 - 46 กรุงเทพฯ :

การพิมพ์พระนคร, 2527.

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. เอกสารคำสอนวิชา กศ.วท.591 การศึกษาวรรณวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา.

กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

(อัดสำเนา). 2533.

เบญจมาศ สันประเสริฐ. ผลการใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.

ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,

2533. อัดสำเนา.

ประกาย จิโรจน์กุล. ผลของปัจจัยนำเข้าบางประการและสภาพการเรียนการสอนต่อความสามารถ

ในการคิดแก้ปัญหาของนักศึกษาพยาบาล ในระบบการศึกษายาบาลศาสตร์ที่เน้น

ชุมชน : กองงานวิทยาลัยพยาบาล สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงสาธารณสุข.

วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2532. อัดสำเนา.

ประกาศิต จันทศ. ผลการสอนวิชาเคมี เรื่อง “ตารางธาตุ” ด้วยโมเดลวงจรการเรียนรู้ประยุกต์

ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.

ประจวบจิต คำจตุรัส ปราณี สังฆะตะวรรณ และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. ประมวลผลงานการ

ศึกษาและการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใน

โรงเรียนมัธยมศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2535.

(อัดสำเนา).

ประทุม อัทธ. เอกสารประกอบการสอนการสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535. (อัดสำเนา).

ประโยชน์ คุปต์กาญจนากุล. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสาเหตุของประสิทธิภาพการสอนของ

อาจารย์ในวิทยาลัยครู. วิทยานิพนธ์ ค.ค. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

อัดสำเนา.

ประสาท อิศรปริดา. จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. สำนักพิมพ์กราฟฟิคอาร์ค, 2523.

ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

- ปราโมทย์ ศรีดี. การศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการคิดปฏิบัติการแบบนามธรรมตามทฤษฎีของเปียเจต์ ในนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 7. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528. อัดสำเนา.
- ปริญญญา ทองสอน. ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้เหตุผลด้านนามธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัดสำเนา.
- พจนา คอรวาเวช. การศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการคิดปฏิบัติการแบบนามธรรมตามทฤษฎีของเปียเจต์ ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 5. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528. อัดสำเนา.
- พิมพร วัฒนานนท์. การปรับแผนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เนื้อหาวิทยาศาสตร์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2539. อัดสำเนา.
- พรรณี ภาณุตานนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.
- ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2526.
- ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานนท์. เอกสารคำสอนหลักการวัดผลและประเมินผลการศึกษา. (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533. (อัดสำเนา).
- รุ่ง แก้วแดง. ปฏิวัติการศึกษาไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทพิมเพดส์พริ้นต์ติ้งเซ็นเตอร์ จำกัด, 2541.
- มณี เป็นสุข. การศึกษเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (2) โดยใช้บทเรียนโปรแกรมการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนและการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.

- โยธิน ศรีโสภา. แนวความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521. ปรินูญานิพนธ์ กศ. ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- วสุภา จิตรสิงห์. การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่ครูใช้คำถามแบบเชื่อมโยงเนื้อหาและเชื่อมโยงประสบการณ์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- วาริ ถิระจิตร. การพัฒนาการสอนสังคมศึกษาระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.
- วรรณวดี วรรณศิลป์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. อัดสำเนา.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. พลังการเรียนรู้ในกระบวนการค้นคว้าใหม่. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วน เอส อาร์ พรินติ้ง จำกัด, 2542.
- วิวัฒน์ รักษาเคน. ความสำคัญในความรับผิดชอบและความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในจังหวัดขอนแก่น. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- วีระ ไทยพานิช. “บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน,” ใน รวบรวมบทความทางเทคโนโลยีทางการศึกษา. หน้า 7 - 17 ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ, 2526.
- วีระยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. อำนวยการพิมพ์, 2521.
- _____. จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2527.
- ศิวพร เสนียวงศ์ ณ อยุธยา. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนตามขั้นที่ 4 ของอริยสงฆ์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ. ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- สายหยุด สมประสงค์. ยุทธศาสตร์การคิด. โครงการส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร, 2523.
- สีปพนนท์ เกตุทัต. แนวคิดเกี่ยวกับทิศทางและนโยบายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาของประเทศไทย. ม.ป.ท., ม.ป.ป..(อัดสำเนา)

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือครูวิชาชีพเล่ม 1.

กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2526.

สมบูรณ์ ชิตพงษ์. การประเมินผลหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อัดสำเนา.

เสริมศรี เสวตมาร และสาลิ้ง งามศิริ. “วิเคราะห์วิธีสอนแบบ Inquiry,” คุรุศาสตร์.

ฉบับพิเศษ : 68 - 79 กรกฎาคม - สิงหาคม, 2521.

สุริยา ตันประภัสร์. ความคิดเห็นต่อพฤติกรรมการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็นและ

แก้ปัญหาเป็น ของครูและผู้บริหารโรงเรียนประถมศึกษา อำเภอเมือง ชลบุรี.

ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2527.

อัดสำเนา.

สุนีย์ คล้ายนิล. “นักเรียนเข้าใจ (เคมี) จริงหรือ : การศึกษาเปรียบเทียบอเมริกัน อังกฤษ ไทย,”

วารสาร สสวท. 80 (ตุลาคม - ธันวาคม 2535) : 3 - 10, 2535.

สุภาสินี สุทธิระ และคนอื่นๆ. ทิศทางการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา

ของประเทศไทยสำหรับช่วงต้นของศตวรรษที่ 21 : ระดับประถมศึกษา. ม.ป.ท.,

ม.ป.ป..(อัดสำเนา)

สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2517.

_____. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2.

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เจนเอร์ลันส์เซนเตอร์, 2531.

สุวัฒน์ มุทเมธธา. การเรียนการสอนปัจจุบัน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2522.

_____. การเรียนการสอนในปัจจุบัน (ศึกษา 333). กรุงเทพฯ : พีรพัฒนา, 2523.

สมเจตน์ ไวยากรณ์. รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล.

ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,

2530. อัดสำเนา.

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และอุษาวดี จันทรสันธิ. เอกสารการสอนชุดวิชาสถิติวิจัยและการประเมินผล

การศึกษา ชุดปรับปรุง หน่วยที่ 9 - 15. นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัย

ธรรมาราช, 2534.

อนันต์ จันทร์ทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์

และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.

- อรุณี สดากร. ความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526. อัดสำเนา.
- อารมณ เพชรชื่น. เทคนิคการวัดและประเมินผลการศึกษาในระดับประถมศึกษา. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2527. (อัดสำเนา).
- อุทัย ดุลยเกษม. ศึกษาเรียนรู้. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์, 2542.
- อวยชัย วัชรธรรม. การพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้องค์ประกอบที่มีอยู่นอกเหนือความสามารถทางด้านสติปัญญา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อัดสำเนา.
- Abraham, M.R. and Renner. J.W. "The Sequence of Learning Cycle Activities in High School Chemistry," Journal of Research in Science Teaching. 23 (February 1986) : 121 - 143. 1986.
- Adam, Jack A. Human Memory. New York : McGraws Hill Book Company, 1976.
- Barman, C.R. "An Evaluation of the Use of a Technique Designed to Assist Prospective Elementary Teachers use the Learning Cycle Science Textbooks," School Science and Mathematics. 1992 : (92) 59 - 63 ; February, 1992.
- Bierhler, Robert F. Psychology Applied of Teaching. 2nd ed., Boston : Houghton Mifflin Co., 1974.
- Bono, Edward De. "The Direct Teaching of Thinking as a Skill," Phi Delta Kappan. 1983 : 703 - 708. ; Jone : 1983.
- Bourne, L.E., Jr, Bruce R. Ekstrand and toger L. Domenosiki. The Psychology of Thinking. New Jersey ; Prentice - Hall. 1971.
- Cohen, Staley and Horak. Teaching Science as Decision Making Process. Kendal : Hunt Publishing Company, 1989.
- Como, J.M. "Effects of the Learning Cycle Instructional Method on Cognitive Development, Science Process, and Attitude toward Science in Seventh - Graders," Dissertation Abstracts International. 1992 (53) : 387 - A. August, 1992 :

- Ebel, R.L. essentials of Educational Measurement. (2d ed.). Englewood Cliffs, New Jersey : D. Van Nostrand Company, Inc., 1972.
- Eslen, William K. and Mary K. Esler. Teaching Elementary Science. University of Central Belmont, California Wadsworth, Inc., 1984.
- Galsson, G.E. and Lalik. "Reinterpreting the Learning Cycle from a Social Constructivist Perspective : A Qualitative Study of Teachers Beliefs and Practices," Journal of Research in Science Teaching. 1993 (30) 187 - 207. ; February, 1993.
- Good, C.V. Dictionary of Educaiton. New York : McGraw - Hill Book Company. 1973.
- Guilford, J.P. and Ralph Hoepfner. The Analysis of Intelligence. New York : McGraw - Hill Book Company, 1971.
- Hieining, Ruth Beal. Creative Drama for the Calssroom Teacher. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice - Hill Inc., 1981.
- John, E.L. "Longitudinal Study of the Effects of Specific Instruction on an Classroom Test of Formal Reasoning," Correlations among Cognitive Development, Intelligence, and Achievement," Dissertation Abstracts International. 1986 (46) : 2178 - A ; February, 1986.
- Karplus, R. "Science Traching and the Development of Reasoning," Journal of Research in Science Teaching. 1977 (14) : 169 - 175; March, 1977.
- Kauchak, D. and P.D. Eggen. Learning and Teaching : Research Based Methods. Massachusetts : Allyn and Bacon. 1989.
- Kuslan Louis I., Teaching Children Science : Inquiry Approach. California : Wadsworth Publishing Company, 1968.
- Kuslan, Louis I., and Harris A. Stone. Teaching Children Science : and Inquiry Approach. Belmont, California : Wadsworth Publishing Company, Inc., 1969.
- Lawson, A.E. and J.W. Renner. "Piagetian Thoery and Biology Teaching," The American Biology Teacher. 37 : 336 - 343 ; September, 1975. ,

- Lawson, A.E. nodate. Module 5 Self - Regulation and the Learning Cycle. Indiana : Department of Biological Science, Purdue University. (mimeographed).
- Lawson, A.E. Science Teaching and the Development of Thinking. Belmont, California Wadsworth Publishing, 1995.
- Lyman, H.B. Test Scores and What They Mean. (5th ed.). Botton : Allyn and Bacon. 1991.
- Marek, E.A. Eubanks, C. and Gallaher, T.H. "Teachers Understanding and the Use of the Learning Cycle," Jornal of Research in Science Teaching. 1990 (27) : 821 - 834 ; December, 1990.
- Meichtry, Y.J. "Using Laboratory Experiences to Develop the Scientific Literacy of Middle School Students," School Science and Mathematics. 1992 (92) : 437 - 441 ; December, 1992.
- Nasseri, A.S. "An Introductory Chemistry Laboratory Model Incorporating Learning Cycle Strategies for Irainian High Schools," Dissertation Abstracts International. 1986 (46) : 1894 - A ; January 1986.
- Neale, D.C. , G. Neel and T. Werner. "Relationship Between AttiTudes Toward School Subjects and School Achievment". The Journal of Educational Research. 1970 (63) : 232-236 ; January 1970.
- Nunally, Jum C. Test and Measurement. New York : McGraw - Hill, 1959.
- Piaget, J. The Origins of Intelligence in Children. New York : W.W. Norion, 1962.
- Rath, Louis., and others. Teaching for Thinking : Theory and Application. Columns : E. Merrill Pblishing, 1967.
- Shadburn, R.G. "An Evaluation of a Learning Cycle Intervention Method in Introductory Physical Science Laboratories in order to Promote Formal Operational Though Process," Dissertation Abstracts International. 1990 (51) : 1894 - A; December 1990.
- Shaftel, Fannie R and George Sraftel. Role Playing in the Curriculum. New Jersey : Engle Wood Cliffs, Pretice, Inc., 1982.

Stencel, J.E. "A Comparison of a Piagetian Based Learning Cycle with a Traditional - Didactic Teaching of Anatomy and Physiology in a Community College," Dissertation Abstracts International. 1987 (48) : 546-547- A. ; September, 1987.

Suwannathat Chucha and Others. Handbook of Asia Child Development and Child Reading. (Behavior Science Research Institute Srinakharinvirot University Thailand with the Financial Support of UNESCO and UNECEF) Burapailpa Press Ltd, Part, 1985.

Vermont, D.F. "Comparative Effectiveness of Instructional Strategies on Developing the Chemical Mole Concept," Dissertation Abstracts International. 1985 (45) : 2473 - A ; February, 1985.

Weir, John Joseph. Problem Solving is Everybody's Problem. The Science Teacher 1974 (41) : p.16 - 18 ; April, 1974.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดความรู้เรื่องคลื่น

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดความรู้เรื่องคลื่น

1. อาจารย์สุทิน	อำภยฤทธิ์	โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร
2. อาจารย์ชุมเดช	ชุมเดช	โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ
3. อาจารย์สุธี	พรรณหาญ	สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาตงกรณ จังหวัดปทุมธานี
4. อาจารย์ไพบุลย์	วิริยะวัฒนะ	สถาบันราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร
5. อาจารย์วิชาญ	คงธรรม	สถาบันราชภัฏลำปาง จังหวัดลำปาง

ภาคผนวก ข

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงของแผนการสอน

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงของแผนการสอน

1. อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2. อาจารย์ ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดุลย์ คนยัง คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
4. รองศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สังข์อ่อง คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. อาจารย์สุทิน อภัยฤทธิ์ โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี
กรุงเทพมหานคร
6. อาจารย์จิต นวนแก้ว โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช
จังหวัดศรีธรรมราช
7. อาจารย์ชุมเดช ชุมเดช โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ
จังหวัดสมุทรปราการ

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.อดุลย์ คนยัง คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2. อาจารย์สุทิน อภัยฤทธิ์
โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี
กรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์ชุมเดช ชุมเดช
โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ
จังหวัดสมุทรปราการ
4. อาจารย์สุธี พรรณหาญ
สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาเขตกรณี่
จังหวัดปทุมธานี
5. อาจารย์ไพบุลย์ วิริยะวัฒนะ
สถาบันราชภัฏพระนคร
กรุงเทพมหานคร
6. อาจารย์วิชาญ คงธรรม
สถาบันราชภัฏลำปาง
จังหวัดลำปาง
7. อาจารย์อนุวัฒน์ จำลองกุล
โรงเรียนนางรอง
จังหวัดบุรีรัมย์

ภาคผนวก ง

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

1. อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2. อาจารย์ ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดุลย์ คนยัง คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
4. รองศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สังข์อ่อง คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. อาจารย์สุทิน อภัยฤทธิ์ โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี
กรุงเทพมหานคร

ภาคผนวก จ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพสังคมสงเคราะห์

1. อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2. อาจารย์ ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดุลย์ คนยัง คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
4. รองศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สังข์อ่อง คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. อาจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาคผนวก ง

แบบวัดความรู้เรื่องคลื่น

แบบทดสอบวัดความรู้เรื่องคลื่น

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยมี 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในแบบทดสอบแต่ละข้อแล้ว
ทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
3. ใช้เวลา 60 นาที

แบบทดสอบวัดความรู้เรื่องคลื่น

1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นความหมายของคลื่นกล

- ก. คลื่นที่มีทิศการสั่นของตัวกลางขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
- ข. คลื่นที่มีทิศการสั่นของตัวกลางตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
- ค. คลื่นที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
- ง. คลื่นที่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

2. คลื่นในข้อใดต่อไปนี้เป็นคลื่นตามยาว

- ก. คลื่นเสียง
- ข. คลื่นอัลตราซาวด์ในสปริง
- ค. คลื่นที่มีทิศการสั่นของตัวกลางขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
- ง. ถูกทุกข้อ

3. คลื่นในข้อใดต่อไปนี้เป็นคลื่นตามขวาง

- ก. คลื่นผิวน้ำ
- ข. คลื่นที่เกิดจากการสั่นของเส้นเชือกขึ้นลง
- ค. คลื่นที่มีทิศการสั่นของตัวกลางตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
- ง. ถูกทุกข้อ

คำชี้แจง จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามในข้อ 4

- 1) สันคลื่น หมายถึง ตำแหน่งสูงสุดของคลื่นที่มีการกระจัดมากที่สุด
- 2) ท้องคลื่น หมายถึง ตำแหน่งต่ำสุดของคลื่นที่มีการกระจัดมากที่สุด
- 3) แอมพลิจูด หมายถึง ขนาดของการกระจัดที่มีค่ามากที่สุด
- 4) ความยาวคลื่น หมายถึง ระยะทางระหว่างสันคลื่นที่อยู่ติดกันหรือท้องคลื่นที่อยู่ติดกัน

4. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. เฉพาะข้อ 1
- ข. ข้อ 1 และ 2
- ค. ข้อ 1, 2 และ 3
- ง. ทั้งข้อ 1, 2, 3 และ 4

คำชี้แจง จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) อัตราเร็วคลื่น คืออัตราการส่งพลังงานคลื่นในตัวกลาง
- 2) อัตราเร็วคลื่น คือผลคูณของความถี่กับความยาวคลื่น
- 3) อัตราเร็วคลื่น คือระยะทางที่คลื่นใด ๆ เคลื่อนที่ไปได้ใน 1 หน่วยเวลา
- 4) อัตราเร็วคลื่น คือระยะทางที่ท้องคลื่นใด ๆ เคลื่อนที่ไปได้ใน 1 หน่วยเวลา

5. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. เฉพาะข้อ 1
- ข. ข้อ 2 และ 3
- ค. ข้อ 1 , 2 และ 3
- ง. ทั้งข้อ 1 , 2 , 3 และ 4

6. ความถี่และความยาวของคลื่นสัมพันธ์กันอย่างไร

- ก. ความถี่แปรผกผันกับความยาว
- ข. ความถี่เท่ากับส่วนกลับของความยาว
- ค. ความถี่เท่ากับ $\frac{1}{2}$ เท่าของความยาว
- ง. ความถี่เท่ากับ 2 เท่าของความยาว

7. เด็กคนหนึ่งนั่งอยู่ที่ขอบสระน้ำแล้วใช้ไม้กระทุ้งผิวน้ำเป็นจังหวะสม่ำเสมอ 2 ครั้ง/วินาที

จะปรากฏคลื่นแผ่กระจายออกไปโดยรอบ ถ้าคลื่นลูกแรกเคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง 10 เมตร ในเวลา 8 วินาที จงหา ความยาวคลื่นผิวน้ำนี้

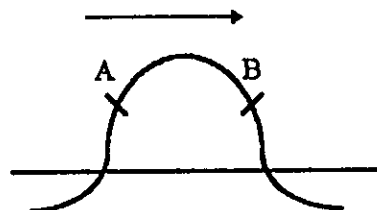
- ก. 0.625 เมตร
- ข. 1.25 เมตร
- ค. 4.00 เมตร
- ง. 5.0 เมตร

8. คลื่นขบวนหนึ่งเคลื่อนที่ไปตามผิวน้ำ ทำให้ผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลงจากระดับเดิม 400 รอบในเวลา 1 นาที ถ้าระยะห่างระหว่างสันคลื่นที่อยู่ติดกันเท่ากับ 40 เซนติเมตร จงหาอัตราเร็วของคลื่นผิวน้ำ

- ก. 0.66 เมตร/วินาที
- ข. 1.50 เมตร/วินาที
- ค. 2.66 เมตร/วินาที
- ง. 10.00 เมตร/วินาที

9. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 4 เมตร/วินาที โดยระยะห่างระหว่างสันคลื่นที่อยู่ติดกันเท่ากับ 8 เมตร จงหาว่าคลื่นผิวน้ำที่จะเคลื่อนที่ผ่านจุด ๆ หนึ่งนานี่ละก็ถูกคลื่น
- 0.5 ลูก
 - 2.0 ลูก
 - 30 ลูก
 - 40 ลูก
10. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ตามกันโดยมีระยะห่างระหว่างสันคลื่นกับท้องคลื่นที่อยู่ติดกันเท่ากับ 10 เซนติเมตร สันคลื่นสองสันที่ติดกันจะเคลื่อนที่ผ่านจุดหนึ่งด้วยเวลาต่างกัน 5 วินาที จงหาอัตราเร็วของคลื่นผิวน้ำ
- 1 เซนติเมตร/วินาที
 2. เซนติเมตร/วินาที
 - 3 เซนติเมตร/วินาที
 - 4 เซนติเมตร/วินาที
11. คลื่นเส้นเชือกเคลื่อนที่โดยมีคาบเท่ากับ 0.05 นาทีและมีระยะห่างระหว่างสันคลื่นกับท้องคลื่นที่อยู่ติดกันเท่ากับ 6 เซนติเมตร จงหาอัตราเร็วคลื่น
- 0.01 เมตร/วินาที
 - 0.02 เมตร/วินาที
 - 0.03 เมตร/วินาที
 - 0.04 เมตร/วินาที
12. ในการทดลองคลื่นผิวน้ำโดยให้มอเตอร์หมุนด้วยความถี่ 15 เฮิร์ตซ์ พบว่าสันคลื่นที่ 2 และสันคลื่นที่ 5 อยู่ห่างกัน 30 เซนติเมตร จงหาอัตราคลื่นผิวน้ำ
- 12.5 เซนติเมตร
 - 25 เซนติเมตร
 - 50 เซนติเมตร
 - 100 เซนติเมตร
13. คลื่นน้ำมีอัตราเร็ว 4 เซนติเมตร/วินาที ถ้าสันคลื่นที่ 3 อยู่ห่างจากสันคลื่นที่ 7 เป็นระยะ 40 เซนติเมตร จงหาว่าคลื่นผิวน้ำจะเคลื่อนที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งนานี่ละก็ถูกคลื่น
- 10 ลูกคลื่น
 - 24 ลูกคลื่น
 - 20 ลูกคลื่น
 - 40 ลูกคลื่น

14. คลื่นใดในเส้นเชือกกำลังเคลื่อนที่จากซ้ายไปขวา A และ B เป็นจุดสองจุดบนเส้นเชือกเมื่อเวลาหนึ่งรูปร่างของเส้นเชือกเป็นดังรูป ถ้าเวลาผ่านไปสักเล็กน้อย จุด A และ B จะเคลื่อนที่อย่างไร



- ก. ทั้ง A และ B เคลื่อนที่ไปทางขวามือ
 - ข. A ต่ำกว่าเดิม B สูงกว่าเดิม
 - ค. A สูงกว่าเดิม B ต่ำกว่าเดิม
 - ง. ทั้ง A และ B อยู่เดิม
15. การจำแนกคลื่นคลและคลื่นต่อเนื่อง พิจารณาสังใด
- ก. ลักษณะความยาวคลื่น
 - ข. แนวการสั่นของตัวกลาง
 - ค. ความต่อเนื่องของการสั่นของต้นกำเนิด
 - ง. แหล่งกำเนิดคลื่นและความถี่คลื่น

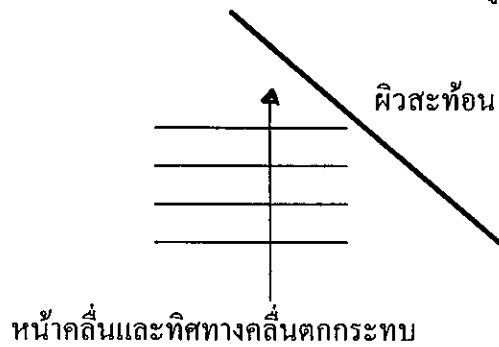
ข้อชี้แจง พิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 16

- 1) คลื่นตกกระทบ เส้นแนวฉาก คลื่นสะท้อน อยู่บนระนาบเดียวกัน
 - 2) มุมตกกระทบ เท่ากับมุมสะท้อน
 - 3) คลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนมีความถี่เท่ากัน
16. ข้อใดหมายถึงกฎการสะท้อนของคลื่น
- ก. ข้อ 1 และ 2
 - ข. ข้อ 1 และ 3
 - ค. ข้อ 2 และ 3
 - ง. ข้อ 1 , 2 และ 3
17. ถ้าแหล่งกำเนิดคลื่นจุดเล็ก ๆ อยู่ที่จุดโฟกัสของแผ่นสะท้อนพาราโบลา ข้อใดกล่าวถูกต้อง
- ก. คลื่นตกกระทบจะเป็นคลื่นวงกลมและคลื่นสะท้อนจะเป็นคลื่นหน้าตรง
 - ข. คลื่นตกกระทบจะเป็นคลื่นวงกลมและคลื่นสะท้อนจะเป็นคลื่นวงกลม
 - ค. คลื่นตกกระทบจะและคลื่นสะท้อน เป็นคลื่นหน้าตรง
 - ง. คลื่นตกกระทบเป็นคลื่นหน้าตรง และคลื่นสะท้อนเป็นคลื่นวงกลม

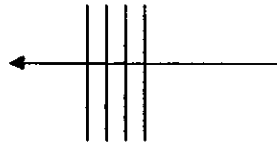
18. ถ้าคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่ขนานกับแกนพาราโบลาแล้วตกกระทบแผ่นสะท้อนพาราโบลานั้น คลื่นสะท้อนจะมีลักษณะตามข้อใด

- ก. เป็นคลื่นวงกลมเคลื่อนที่เข้าหาจุดโฟกัสของพาราโบลา
- ข. เป็นคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่เข้าหาจุดโฟกัสของพาราโบลา
- ค. เป็นคลื่นวงกลมเคลื่อนที่ขนานกับแกนของพาราโบลา
- ง. เป็นคลื่นหน้าตรงที่ขนานกับแกนพาราโบลา

19. เมื่อคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่กระทบสิ่งกีดขวาง ดังรูป คลื่นสะท้อนจะเคลื่อนที่ตามรูปใด



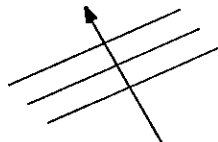
ก.



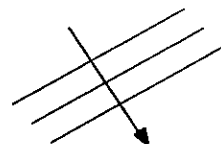
ข.



ค.



ง.



คำชี้แจง พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 20

- 1) ถ้าคลื่นตกกระทบตั้งฉากกับรอยต่อระหว่างตัวกลางคลื่นหักเหจะเปลี่ยนเฉพาะความยาวคลื่นแต่ไม่เปลี่ยนทิศทาง
- 2) ถ้าคลื่นตกกระทบไม่ตั้งฉากกับรอยต่อระหว่างตัวกลาง คลื่นหักเหต้องเปลี่ยนความยาวคลื่นจากเดิมพร้อมกับเปลี่ยนทิศทางด้วย
- 3) การหักเหจะเกิดขึ้นได้ เมื่อคลื่นมีความถี่เพิ่มขึ้น

20. คำกล่าวข้อใดถูกต้อง

- ก. ข้อ 1
- ข. ข้อ 2
- ค. ข้อ 1 และ 2
- ง. ข้อ 1, 2 และ 3

21. เมื่อคลื่นมีการหักเหอัตราส่วนระหว่าง $\sin$ ของมุมตกกระทบกับ $\sin$ ของมุมหักเหเป็นอย่างไร

- ก. มีค่าน้อยกว่าอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห
- ข. มีค่ามากกว่าอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห
- ค. มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห
- ง. มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างความถี่คลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับความถี่ในตัวกลางที่คลื่นหักเห

22. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

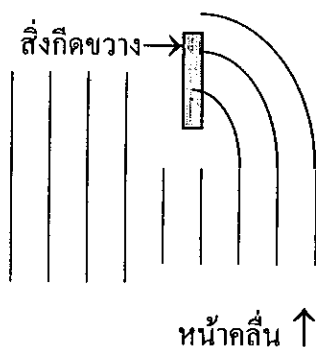
- ก. ตำแหน่งที่สันคลื่นพบท้องคลื่น ณ ตำแหน่งนั้นจะเกิดการแทรกสอดแบบหักล้าง
- ข. การแทรกสอดจะเกิดขึ้นได้ต้องมีความถี่เท่ากัน
- ค. การแทรกสอดจะเกิดได้เฉพาะตำแหน่งที่เป็นสันคลื่นหรือท้องคลื่น
- ง. การแทรกสอดจะเกิดขึ้นได้คลื่นทั้งสองต้องมีความยาวคลื่นเท่ากัน

23. ข้อใดหมายถึงการเลี้ยวเบนของคลื่น

- ก. ความสามารถของคลื่นในการอ้อมไปทางด้านหลังสิ่งกีดขวาง
- ข. ความสามารถของคลื่นในการแทรกสอดแบบหักล้างกัน
- ค. ความสามารถของคลื่นในการแทรกสอดแบบเสริมกัน
- ง. ความสามารถของคลื่นในการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรง

24. จากรูปแสดงสมบัติอะไรของคลื่น

- ก. สะท้อน
- ข. หักเห
- ค. แทรกสอด
- ง. เลี้ยวเบน



25. ในการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ ผ่านสลิตเดี่ยว (ช่องเดี่ยว) การเลี้ยวเบนได้ดีเมื่อใด

- ก. ความยาวคลื่นน้อยกว่าความกว้างสลิตเดี่ยว
- ข. ความยาวคลื่นเท่ากับความกว้างสลิตเดี่ยว
- ค. ความยาวคลื่นเท่ากันหรือมากกว่าความกว้างสลิตเดี่ยว
- ง. ความยาวคลื่นน้อยกว่าหรือเท่ากับความกว้างสลิตเดี่ยว

26. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. เมื่อมีการแทรกสอดของคลื่น ย่อมมีการเลี้ยวเบนเกิดขึ้นด้วยเสมอ
- ข. เมื่อมีการเลี้ยวเบนของคลื่น ย่อมมีการแทรกสอดเกิดขึ้นด้วยเสมอ
- ค. เมื่อมีการเลี้ยวเบนของคลื่น ย่อมมีการหักเหเกิดขึ้นด้วยเสมอ
- ง. เมื่อมีการเลี้ยวเบนของคลื่นเกิดขึ้นได้เฉพาะคลื่นตามขวางเท่านั้น

27. หลักของฮอยส์เกนส์ กล่าวสรุปว่าอย่างไร

- ก. แต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่ได้และคลื่นใหม่จะเคลื่อนที่ออกไปทุกทิศทางด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วของคลื่นเดิมนั้น
- ข. แต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่ได้ และคลื่นใหม่จะเคลื่อนที่เป็นแนวเส้น ตรงด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วของคลื่นเดิมนั้น
- ค. แต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่ได้และคลื่นใหม่จะมีอัตราเร็วน้อยกว่าอัตราเร็วของคลื่นเดิม
- ง. แต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่ได้และคลื่นใหม่จะมีอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วคลื่นเดิม

28. หลักของฮอยส์เกนส์ ใช้อธิบายสมบัติใดของคลื่น

- ก. การสะท้อน
- ข. การหักเห
- ค. การแทรกสอด
- ง. การเลี้ยวเบน

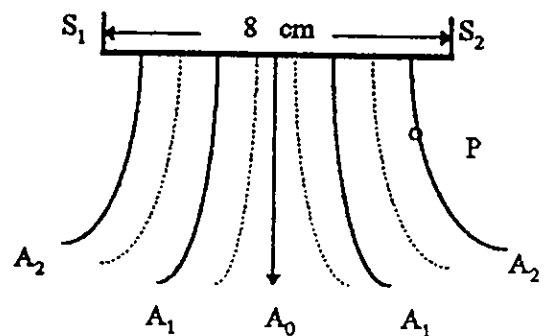
29. เมื่อคลื่นผิวน้ำเดินทางจากน้ำลึกไปยังน้ำตื้นพบว่าความยาวคลื่นลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของเดิม จงหาว่าอัตราเร็วคลื่นในบริเวณน้ำลึกเป็นกี่เท่าของอัตราเร็วคลื่นในบริเวณน้ำตื้น
- 4 เท่า
 - 2 เท่า
 - เท่าเดิม
 - $1/2$ เท่า
30. คลื่นผิวน้ำมีความถี่ 10 เฮิรตซ์มีอัตราเร็ว 4 เมตร/วินาทีในบริเวณน้ำลึกเมื่อคลื่นผิวน้ำเดินทางเข้าสู่บริเวณน้ำตื้นโดยแนวทางการเคลื่อนทำมุม 60° องศากับผิวรอยต่อพบว่าในบริเวณน้ำตื้นคลื่นจะมีความยาวคลื่นเป็น 0.2 เมตร จงหา $\sin$ ของมุมหักเห
- 0.75
 - 0.50
 - 0.45
 - 0.25
31. S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์บนผิวน้ำ ให้คลื่นความถี่ 10 เฮิรตซ์ และมีอัตราเร็ว 2 เมตร/วินาที ถ้า P เป็นจุดที่อยู่บนแนวปฏิบัติที่ 2 จงหา $S_1P - S_2P$
- 0.1 เมตร
 - 0.2 เมตร
 - 0.3 เมตร
 - 0.4 เมตร
32. ถ้า S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นบนผิวน้ำที่มีความถี่เท่ากันและมีเฟสตรงกันโดยมีความถี่ 5 เฮิรตซ์ และมีอัตราเร็ว 20 เซนติเมตร/วินาที ถ้า P เป็นจุดใด ๆ อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดทั้งสองเป็นระยะห่าง 10 และ 2 เซนติเมตร ตามลำดับ จงหาว่าจุด P อยู่บนแนวอะไร
- บัพที่ 1
 - บัพที่ 2
 - ปฏิบัติที่ 1
 - ปฏิบัติที่ 2

33. S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์บนผิวน้ำกระจายคลื่นด้วยความถี่ 10 เฮิรตซ์โดยอยู่ห่างกัน 4 เซนติเมตร และมีอัตราเร็ว 40 เซนติเมตร/วินาที จงหาจำนวนแนวปฏิบัติที่เกิดขึ้นทั้งหมด

ก. 1 แนว
ข. 3 แนว
ค. 5 แนว
ง. 7 แนว

34. จากรูป S_1 และ S_2 เป็นแหล่งคลื่นอาพันธ์ ถ้า P เป็นจุดที่อยู่ห่างไกลมากๆ ให้ S_1 และ $S_2 = 8$ เซนติเมตร/วินาที และความยาวคลื่น 2 เซนติเมตร จงหามุมเบี่ยงเบนของ จุด P

ก. 30 องศา
ข. 45 องศา
ค. 53 องศา
ง. 60 องศา

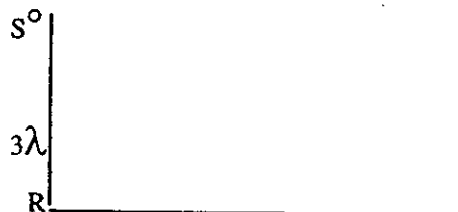


35. S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นผิวน้ำ โดยมีความถี่เท่ากัน และเฟสตรงกัน อยู่ห่างกัน 8 เซนติเมตร และถ้าความยาวคลื่นเท่ากับ 4 เซนติเมตร จงหาว่าจะเกิดจุดบัพที่จุดบนแนวเส้นตรง S_1 และ S_2

ก. 2 จุด
ข. 4 จุด
ค. 6 จุด
ง. 8 จุด

36. จุดกำเนิดคลื่น S ในถาดคลื่นกระจายคลื่นอย่างต่อเนื่องด้วยความถี่ค่าหนึ่ง โดยมีวัตถุขอบตรง R กั้นสะท้อนที่ระยะห่างจาก $S = 3$ เท่าของความยาวคลื่น จงหาว่าจะเกิดแนวบัพกี่แนวระหว่าง S และ R

ก. 3 แนว
ข. 4 แนว
ค. 5 แนว
ง. 6 แนว



37. ถ้า S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์มีความถี่ 6 เฮิร์ตซ์กระจายคลื่นผิวน้ำด้วยอัตราเร็ว 24 เซนติเมตร/วินาที พบว่าบนแนวเส้นตรง S_1 และ S_2 จะเกิดจุดบัพทั้งหมด 4 จุด จงหา ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสอง
- 4 เซนติเมตร
 - 6 เซนติเมตร
 - 8 เซนติเมตร
 - 10 เซนติเมตร
38. คลื่นผิวน้ำความยาวคลื่น 4 เซนติเมตร เคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดในแนวตั้งฉาก โดยช่องเปิดมีความกว้าง 22 เซนติเมตรจงหาว่าจะเกิดแนวบัพทั้งหมดกี่แนว
- 6 แนว
 - 8 แนว
 - 10 แนว
 - 12 แนว
39. คลื่นน้ำมีความยาวคลื่นเท่าใดที่จะทำให้เกิดบัพทั้งหมด 4 บัพ รอบแนวกึ่งกลางของช่องเปิด เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดที่มีความกว้าง 2.2 เซนติเมตร
- 0.5 เซนติเมตร
 - 1.0 เซนติเมตร
 - 1.5 เซนติเมตร
 - 2.5 เซนติเมตร
40. คลื่นผิวน้ำความถี่ 10 เฮิร์ตซ์มีอัตราเร็ว 20 เซนติเมตร/วินาที เคลื่อนที่เข้าหาช่องเปิดในแนวตั้งฉากทำให้เกิดแนวบัพทั้งหมด 8 แนว จงหาความกว้างของช่องเดี่ยว
- 6 เซนติเมตร
 - 8 เซนติเมตร
 - 10 เซนติเมตร
 - 12 เซนติเมตร

ภาคผนวก ข

แผนการสอนรูปแบบ

แผนการสอนที่ 1 (จำนวน 2 คาบ)

เรื่อง การแกว่งของลูกตุ้ม

สาระสำคัญ

ลูกตุ้มที่ถูกแขวนด้วยเชือกที่ตรึงปลายด้านบนของเชือกไว้ เมื่อทำให้ลูกตุ้มอยู่ในตำแหน่งที่ไม่สมดุลลูกตุ้มจะแกว่งกลับไปกลับมาซ้ำเส้นทางเดิมผ่านตำแหน่งสมดุล

จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของลูกตุ้ม

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกลักษณะการแกว่งของลูกตุ้มได้
2. นักเรียนบอกสาเหตุการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาในการแกว่งของลูกตุ้มได้

เนื้อหา

การแกว่งของลูกตุ้ม เมื่อลูกตุ้มไม่อยู่ในตำแหน่งสมดุล

อุปกรณ์/สื่อการเรียนการสอน

1. ลูกตุ้ม 1 ลูก
2. เชือกความยาว 0.2 ,0.5 และ 1.0 เมตร ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากันจำนวน 3 เส้น
3. ที่ตั้งพร้อมไม้หนีบ 1 ชุด

กิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูแขวนลูกตุ้มด้วยเชือกกับไม้หนีบของที่ตั้งและทำให้เชือกอยู่ในแนวตั้ง และบอกนักเรียนว่า “ลูกตุ้มอยู่ในตำแหน่งสมดุล”
- ครูออกแรงในแนวราบกระทำต่อลูกตุ้มทำให้ลูกตุ้มย้ายตำแหน่งพร้อมกับตั้งคำถามว่า “ถ้าทำให้ลูกตุ้มย้ายตำแหน่งจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยผลจะเป็นเช่นไร”

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายปัญหา/ตั้งสมมติฐาน (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบ และมีการอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกความคิดเห็นของสมาชิกแต่ละคนและสมมติฐานของกลุ่มลงในเอกสาร ผ.1-1

- ครูให้ตัวแทนกลุ่ม 3 กลุ่มแสดงความคิดเห็นเพื่อตั้งสมมติฐานหน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานแล้วเขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแขวนลูกตุ้มในแนวตั้งแล้วศึกษาผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำต่อลูกตุ้มในแนวราบเพื่อย้ายตำแหน่งลูกตุ้มจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อย พร้อมทั้งบันทึกการสังเกต อย่างอิสระ

ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 3 มาอภิปรายกันภายในกลุ่มรวมทั้งมีการบันทึกการนำเสนอของสมาชิกแต่ละคนและผลสรุปที่ได้จากการอภิปรายในเอกสาร ผ. 2-1
- ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายหาข้อสรุปแล้วเขียนไว้บนกระดานดำหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูเตรียมปลายบนเชือกให้อยู่กับที่แล้วออกแรงกระทำต่อลูกตุ้มในแนวราบจนลูกตุ้มย้ายตำแหน่งจากตำแหน่งสมดุลและตั้งคำถามว่า “หากเปลี่ยนความยาวของเส้นเชือกแล้วทำการย้ายตำแหน่งของลูกตุ้มจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยผลจะเป็นเช่นไร” ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด
- ครูให้นักเรียนทำการทดลองจากอุปกรณ์ที่ครูจัดเตรียมไว้ประกอบด้วยลูกตุ้มและเชือกที่มีความยาวแตกต่างกันเพื่อตอบคำถามข้างต้น โดยมีการบันทึกผลที่ได้จากการสังเกตอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปมโนทัศน์กันภายในกลุ่มพร้อมทั้งให้แต่ละกลุ่มบันทึกมโนทัศน์ใน ผ.3-1
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแล้วเขียนผลที่ได้จากการอภิปรายไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 6 ขั้นทบทวน/สรุป (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูนำเชือกมาผูกลูกตุ้มโดยตรึงปลายเชือกด้านบนให้อยู่นิ่งกับที่ แล้วทำให้ลูกตุ้มไม่อยู่ในตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยและให้นักเรียนสังเกตพร้อมทั้งถามนักเรียนว่า “ตำแหน่งของลูกตุ้มเปลี่ยนแปลงอย่างไร” ให้นักเรียนตอบคำถาม 2 คน
- ครูนำเชือกมาผูกลูกตุ้มแล้วออกแรงตามแนวราบทำให้ลูกตุ้มไม่อยู่ในตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยขณะเดียวกันก็ทำให้ตำแหน่งปลายเชือกด้านบนเปลี่ยนตลอดเวลาแต่ระนาบอยู่ในแนวราบเดิมแล้วให้นักเรียนสังเกต
- ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปจากผลการทดลองที่ครูทำโดยครูให้ความช่วยเหลือในกรณีที่นักเรียนยังไม่ชัดเจน
- ครูนำเชือกที่มีความยาวแตกต่างกันมาผูกลูกตุ้มแล้วทำให้ลูกตุ้มไม่อยู่ในตำแหน่งที่สมดุลให้นักเรียนสังเกตแล้วถามนักเรียนว่า “ช่วงเวลาในการแกว่งเป็นอย่างไรเมื่อเชือกมีความยาวต่างกัน”
- ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปโดยครูให้ความช่วยเหลือในกรณีที่นักเรียนยังไม่ชัดเจน โดยข้อสรุปคือ ลูกตุ้มจะเคลื่อนที่แกว่งกลับไปกลับมาซ้ำรอยเดิม และถ้าเปลี่ยนความยาวของเชือกจะทำให้ความถี่ของการแกว่งเปลี่ยนไป โดยเชือกที่มีความยาวมากความถี่จะมีค่าน้อย

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมิน (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูให้นักเรียนเขียนความรู้ที่ได้เรียนรู้ไป ส่วนที่ไม่เข้าใจไม่มั่นใจและมีความรู้ความเข้าใจเพียงใดในเอกสาร ผ.4-1 เพื่อให้นักเรียนลองประเมินตัวเอง แล้วส่งครูผู้สอน
- ครูสุ่มบันทึกของนักเรียน 1 คนขึ้นมาอ่านโดยไม่บอกชื่อคนบันทึกแล้วให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มได้ประเมินความรู้ที่เรียนรู้ไปของนักเรียนเจ้าของบันทึกว่ามีความเข้าใจเพียงใด พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยของการประเมินในเอกสาร ผ. 5-1 และให้นักเรียนวิพากษ์วิจารณ์ และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ทำให้ครูได้ประเมินภาพรวมของนักเรียนทั้งห้อง
- ครูแจ้งผลการประเมินในเอกสาร ผ.5-1 แก่นักเรียนที่เป็นเจ้าของบันทึก

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในเอกสาร ผ.4-1
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร ผ.6-1 (ใช้เวลา 19 นาที)

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูแขวนลูกตุ้มด้วยเชือกและทำให้เชือกอยู่ในแนวตั้งพร้อมทั้งบอกว่า”ขณะที่ลูกตุ้มวางตัวอย่างนี้เราบอกว่าลูกตุ้มอยู่ในตำแหน่งสมดุล”
- ครูออกแรงกระทำต่อลูกตุ้มในแนวราบ ทำให้ลูกตุ้มย้ายตำแหน่งจากตำแหน่งสมดุลพร้อมกับถามนักเรียนว่า”ถ้าเราทำให้ลูกตุ้มย้ายตำแหน่งจากแนวสมดุลแล้วปล่อยนักเรียนคิดว่าผลจะเป็นเช่นไร”ให้นักเรียนคิด 1 นาทีโดยที่ไม่ต้องให้นักเรียนตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นใด ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจ (ใช้เวลา 5 นาที)

- ครูให้นักเรียนแขวนลูกตุ้มไว้ในแนวตั้งและให้นักเรียนศึกษาผลการย้ายตำแหน่งของลูกตุ้มจากแนวสมดุลแล้วปล่อยอย่างอิสระพร้อมทั้งบันทึกผลเพื่อนำไปใช้ในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 10 นาที)

- ให้นักเรียนนำเสนอการค้นพบของตนเองต่อสมาชิกในกลุ่มโดยให้บันทึกการนำเสนอของสมาชิกด้วยในเอกสาร ว.1-1

ขั้นที่ 4 ขั้นการลงข้อสรุป (ใช้เวลา 32 นาที)

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่มเพื่อลงสรุปข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 โดยบันทึกในส่วนล่างของเอกสาร ว.1-1
- ครูแสดงการย้ายตำแหน่งลูกตุ้มจากตำแหน่งสมดุลโดยใช้เชือกที่มีความยาวต่างไปจากครั้งแรก พร้อมกับตั้งคำถามเพื่อขยายความคิดว่า”ถ้าเปลี่ยนความยาวเชือกแล้วทำการย้ายตำแหน่งของลูกตุ้มจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยผลจะเป็นอย่างไร”โดยให้เวลานักเรียนคิด 2 นาที
- ครูให้นักเรียนศึกษาการย้ายตำแหน่งจากตำแหน่งสมดุลของลูกตุ้มที่เปลี่ยนความยาวเชือกพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปกันภายในกลุ่มอีกครั้งโดยนำข้อมูลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงความยาวเชือกมาพิจารณาด้วยพร้อมทั้งมีการบันทึกในเอกสาร ว.2-1

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (ใช้เวลา 33 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาตั้งแต่ต้นจนได้ข้อสรุปว่ามีความถูกต้องเพียงใด มีความรู้ความเข้าใจข้อสรุปเพียงใด แล้วให้เขียนบันทึกการเรียนรู้ในเอกสาร ว.3-1 แล้วส่งครูผู้สอน
- ให้ตัวแทนนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งนำเสนอสิ่งที่ได้ศึกษาและได้ข้อสรุป เพื่อให้ นักเรียนกลุ่มอื่นได้ ประเมินความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน และครูนำแบบประเมิน ที่แต่ละกลุ่มประเมินมาหาค่าเฉลี่ยดังรายละเอียดในเอกสาร ว.4-1 แล้วแจ้งให้กลุ่ม ที่นำเสนอทราบ
- ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยครูช่วยชี้แนะในกรณีที่ ข้อสรุปไม่ชัดเจน
- ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ตามเอกสาร ว.5-1

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน (เอกสาร ว.3-1)
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ (ว.5-1) ใช้ เวลา 10 นาที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 11 นาที)

- ครูแขวนลูกตุ้มด้วยเชือกกับไม้หนีบของที่ตั้งและทำให้เชือกอยู่ในแนวตั้งและบอกว่าลูกตุ้มสมดุล
- ครูออกแรงในแนวราบกระทำต่อลูกตุ้ม ทำให้ลูกตุ้มย้ายตำแหน่งพร้อมกับถามนักเรียน “ถ้าเราดึงลูกตุ้มออกจากแนวสมดุลแล้วปล่อยผลจะเป็นอย่างไร” ให้นักเรียนคิด 1 นาที
- ครูให้นักเรียนช่วยกันตั้งสมมติฐานโดยอาศัยประสบการณ์เป็นเวลา 5 นาที โดยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการแสดงความคิดเห็น
- ครูบอกวิธีทดลองโดยให้นักเรียนแขวนลูกตุ้มในแนวตั้งออกแรงดึงในแนวราบแล้วปล่อยพร้อมทั้งสังเกตการเคลื่อนที่และบันทึกผลอย่างอิสระและทำการทดลองซ้ำเดิมอีกโดยให้มีการเปลี่ยนความยาวเชือกจากเดิม 0.2 เมตร เป็น 0.5 เมตรและ 1.0 เมตร ตามลำดับและจับเวลาด้วย ครูชี้แจงข้อควรระวัง อย่าให้เส้นเชือกหมุนเป็นเกลียว ใช้เวลา 1 นาที

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

- นักเรียนแขวนลูกตุ้มในแนวตั้งแล้วออกแรงดึงลูกตุ้มในแนวราบแล้วปล่อยสังเกตและบันทึกผลอย่างอิสระ
- นักเรียนเปลี่ยนความยาวเชือกจาก 0.2 เมตร เป็น 0.5 เมตร และ 1.0 เมตร ตามลำดับ แล้วทำการทดลองเช่นเดิมคือ ดึงลูกตุ้มในแนวราบแล้วปล่อย สังเกตและบันทึกผลการสังเกตอย่างอิสระ

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง (ใช้เวลา 50 นาที)

- ครูถามว่า “เรามีปัญหาต่อการทดลองว่าอย่างไร” พร้อมเรียกนักเรียนให้ตอบคำถาม 3 คน
- ครูถาม “จากการทำการทดลองตอบคำถามที่มีได้แล้วหรือยัง”
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป เพื่อให้ได้ข้อสรุป
 - 1) การเคลื่อนที่ที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมโดยผ่านตำแหน่งสมดุลเป็นการเคลื่อนที่แบบสั่น
 - 2) การเปลี่ยนแปลงความยาวของเชือกทำให้ช่วงเวลาในการแกว่งของลูกตุ้มเปลี่ยนแปลง

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร สส.1 ใช้เวลา 19 นาที

แผนการสอนที่ 2 (จำนวน 2 คาบ)

เรื่อง การสั้นของสปริง

สาระสำคัญ

1. การเคลื่อนที่แบบสั่นคือการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำๆทางเดิมโดยผ่านตำแหน่งสมดุลของวัตถุ
2. ความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบสั่นจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนมีความเข้าใจการเคลื่อนที่แบบสั่น

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนอธิบายการเคลื่อนที่แบบสั่นได้
2. นักเรียนบอกลักษณะความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบสั่นได้

เนื้อหา

1. การเคลื่อนที่แบบสั่น
2. ความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบสั่น

อุปกรณ์ / สื่อการเรียนการสอน

1. สปริง 1 เส้น
2. แท่งเหล็ก 1 แท่ง
3. ที่ตั้ง 1 ชุด
4. รูป 1.2 ในหน้า 4 ของแบบเรียน สสวท

กิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูนำแท่งเหล็กติดกับสปริงแล้วแขวนไว้กับขาตั้ง
- ครูถามนักเรียนว่า “ ถ้าเราดึงแท่งเหล็กที่ติดกับสปริงทำให้สปริงยืดออกแล้วปล่อยผล จะเป็นเช่นไร” ทั้งช่วงให้นักเรียนคิด

ขั้นที่ 6 ขั้นทบทวน/สรุป (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูนำแท่งเหล็กติดกับสปริงแล้วแขวนไว้กับขาตั้งจากนั้นดึงแท่งเหล็กทำให้สปริงยืดออกแล้วปล่อย
- ให้นักเรียนสังเกตต่อจากนั้นครูจึงตั้งคำถามว่า “แท่งเหล็กที่เราดึงแล้วปล่อยมีการเคลื่อนที่อย่างไร”
- ครูดึงแท่งเหล็กทำให้สปริงยืดออกที่ความยาวแตกต่างกันแล้วปล่อยโดยให้นักเรียนสังเกตพร้อมทั้งถามว่า “เมื่อระยะที่สปริงยืดออกแตกต่างกันแท่งเหล็กมีการเคลื่อนที่อย่างไร”
- ครูดึงแท่งเหล็กทำให้สปริงยืดออกแล้วปล่อยแท่งเหล็กให้เคลื่อนที่บอกให้นักเรียนสังเกตพร้อมทั้งถามว่า “ความเร็วของแท่งเหล็กมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร”
- ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปโดยมีครูช่วยเสริมในส่วนที่นักเรียนบกพร่อง

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมิน (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูให้นักเรียนเขียนความรู้ที่ได้เรียนรู้ไป ส่วนที่ไม่เข้าใจไม่มั่นใจและมีความรู้ความเข้าใจเพียงใดในเอกสาร ผ.4-2 เพื่อให้นักเรียนลองประเมินตัวเอง แล้วส่งครูผู้สอน
- ครูสุ่มบันทึกของนักเรียนขึ้นมาอ่านให้นักเรียนทั้งห้องฟังโดยไม่บอกชื่อผู้บันทึกแล้วเรียกตัวแทนของนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งให้ประเมินความเข้าใจของนักเรียนที่เป็นเจ้าของบันทึกในเอกสาร ผ. 5-2 และ ให้นักเรียนวิพากษ์วิจารณ์ และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ทำให้ครูได้ประเมินภาพรวมของนักเรียนทั้งห้อง
- ครูแจ้งผลการประเมินในเอกสาร ผ.5-2 แก่นักเรียนที่เป็นเจ้าของบันทึก

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเอกสาร ผ.4-2
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร ผ. 6-2 (ใช้เวลา 14 นาที)

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูนำแท่งเหล็กติดกับสปริงและแขวนไว้กับแขนของที่ตั้งพร้อมกับถามนักเรียนว่า “ถ้าดึงแท่งเหล็กที่ติดอยู่กับทำให้สปริงยืดลงไปด้านล่างผลจะเป็นเช่นไร”
“ให้นักเรียนคิดโดยยังไม่ต้องตอบคำถาม เพื่อให้นักเรียนอยากจะทำนินการ
ในขั้นการสำรวจ และขั้นการอธิบาย

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจ (ใช้เวลา 5 นาที)

- ครูให้นักเรียนนำแท่งเหล็กติดกับสปริงและแขวนไว้กับแขนที่ตั้งทำให้สปริงยืดลงไปด้านล่างแล้วปล่อย เพื่อตอบปัญหาที่มีข้างต้นพร้อมทั้งบันทึกผลที่ได้จากการสังเกตอย่างอิสระเพื่อนำไปใช้ในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนนำเสนอสิ่งที่ได้จากการสังเกตต่อสมาชิกในกลุ่มโดยให้บันทึกการนำเสนอของสมาชิกด้วยในเอกสาร ว.1-2

ขั้นที่ 4 ขั้นการลงข้อสรุป (ใช้เวลา 30 นาที)

- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อลงสรุปข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 โดยครูเรียกตัวแทนให้นำข้อสรุปมาส่ง
- ครูตั้งคำถามเพื่อขยายความคิดว่า “ถ้าดึงแท่งเหล็กโดยทำให้ระยะยืดออกของสปริงแตกต่างกันผลจะเป็นเช่นไร” แล้วให้เวลานักเรียนคิดแต่ยังไม่ต้องแสดงความคิดเห็น
- ครูให้นักเรียนศึกษาการดึงสปริงให้มีระยะยืดแตกต่างกันที่แตกต่างกันพร้อมทั้งสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปภายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลจากขั้นที่ 2 ขั้นที่ 3 และ ข้อมูลที่ได้จากการดึงสปริงด้วยระยะยืดที่แตกต่างกันด้วย พร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ว.2-2

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (ใช้เวลา 32 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาตั้งแต่ต้นจนได้ข้อสรุปว่ามีความถูกต้องเพียงใด มีความรู้ความเข้าใจข้อสรุปเพียงใดแล้วให้เขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในเอกสาร ว.3-2 แล้วส่งครูผู้สอน
- ให้ตัวแทนนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งนำเสนอสิ่งที่ได้ศึกษาจนได้ข้อสรุป เพื่อให้ นักเรียนกลุ่มอื่นได้ ประเมินและครูนำแบบประเมินที่แต่ละกลุ่มประเมินมาหาค่าเฉลี่ยตามเอกสาร ว.4-2 แล้วแจ้งให้กลุ่มที่นำเสนอทราบ
- ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยครูช่วยชี้แนะในกรณีที่ข้อสรุปไม่ชัดเจน พร้อมทั้งเขียนไว้บนกระดานดำ
- ครูดึงแท่งเหล็กทำให้สปริงยืดออกแล้วปล่อยมือให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่พร้อมกับถามว่า “ความเร็วของแท่งเหล็กมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร”
- ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปโดยมีครูช่วยเสริมในส่วนที่นักเรียนบกพร่อง
- ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ตามเอกสาร ว.5-2

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
 2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน (เอกสาร ว.3-2)
 3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ (ว.5-2)
- ใช้เวลา 14 นาที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 11 นาที)

- ครูเริ่มต้น “จากการเรียนเรื่องการแกว่งของลูกตุ้มเมื่อเราดึงลูกตุ้มออกไปด้านข้าง แล้วปล่อยลูกตุ้มแกว่งไปมาผ่านแนวสมมูล”
- ครูนำแท่งเหล็กติดสปริงแล้วแขวนกับที่ตั่งและครูบอกว่า “แท่งเหล็กสมมูลแล้วดึงสปริงให้ลงไปข้างล่าง แล้วดึงแท่งเหล็กทำให้สปริงยืดออกจากนั้นครูถามนักเรียน “ถ้าเอาแท่งเหล็กติดที่ปลายสปริง แล้วดึงทำให้สปริงยืดออกจากนั้นก็ปล่อยนักเรียนคิดว่าผลจะเป็นเช่นไร” ให้นิเวลนักรเรียนคิด 1 นาที
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นตั้งสมมติฐานใช้เวลา 5 นาทีโดยมีการเขียนสมมติฐานต่าง ๆ ที่นักเรียนเสนอบนกระดานคำหน้าชั้นเรียน
- ครูบอกวิธีการทดลองโดยให้นักเรียนนำแท่งเหล็กผูกติดกับปลายด้านหนึ่งของสปริง ดึงสปริงลง แล้วปล่อยที่ระยะยืดออก 10 ,15 และ 20 เซนติเมตรตามลำดับ สังเกตการเคลื่อนที่และบันทึกการสังเกต

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

- นักเรียนนำแท่งเหล็กผูกติดกับปลายด้านหนึ่งของสปริง แล้วยืดสปริงออกประมาณ 10 ,15 และเซนติเมตรตามลำดับแล้วปล่อย สังเกตตำแหน่งแท่งเหล็ก การเปลี่ยนแปลงของสปริงและบันทึกการสังเกต

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง (ใช้เวลา 55 นาที)

- ครูให้นักเรียนบอกผลที่ได้จากการสังเกตใช้เวลา 5 นาที
- ครูถามนักเรียน “จากการทดลองนี้ตอบคำถามที่มีก่อนการทดลองได้แล้วหรือยัง” เรียกนักเรียนตอบคำถาม 2-3 คน กรณีที่ตอบได้ต้องให้นักเรียนตอบเลยใช้เวลา 5 นาที
- ครูดึงแท่งเหล็กทำให้สปริงยืดออกแล้วปล่อยมือบอกให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ แล้วถามว่า “ความเร็วของแท่งเหล็กมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร”
- ครูและนักเรียนสรุปผลการทำการทดลองนี้ใช้เวลา 5 นาที
- ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปโดยมีครูช่วยเสริมในส่วนที่นักเรียนบกพร่อง

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
2. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร สส.2 ใช้เวลา 14 นาที

แผนการสอนที่ 3 (จำนวน 2 คาบ) เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายคือการเคลื่อนที่แบบสั่นที่แอมพลิจูดของการสั่นมีค่าคงที่ การกระจัด ความเร็ว และความเร่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ถ้าเขียนกราฟการกระจัดหรือความเร็ว หรือความเร่งเทียบกับเวลาจะได้กราฟอยู่ในรูปฟังก์ชันไซน์ นอกจากนี้ความเร่งจะแปรผันตรงกับการกระจัดแต่มีทิศทางตรงกันข้าม

จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ รวมทั้งอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกความหมายของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายได้
2. นักเรียนทำการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายแล้วสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลา ความเร็วกับเวลา และความเร่งกับเวลาได้
3. นักเรียนสามารถคำนวณหาความถี่ของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกได้

เนื้อหา

1. การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย
2. ความสัมพันธ์ของการกระจัด ความเร็ว ความเร่งเทียบกับเวลาที่ได้จากการใช้ความรู้เรื่องวงกลมเข้าช่วยในการศึกษา
3. ฮาร์มอนิกในแนวตั้ง
4. ความถี่ของลูกตุ้มนาฬิกาสารสามารถคำนวณหาได้จากสูตร

$$f = (1/2\pi)\sqrt{g/l}$$

อุปกรณ์ / สื่อการเรียนการสอน

1. สปริง 1 เส้น
2. การทดลอง 1 คัน
3. เครื่องเคาะสัญญาณเวลา 1 เครื่อง

4. แถบกระดาษ 1 แถบ
5. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ 1 เครื่อง
6. รางไม้ 1 ราง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (ใช้เวลา 2 นาที)

- ครูนำว่า “จากการศึกษาการแกว่งของลูกตุ้มและการสั่นของสปริงท้ายที่สุดทั้งลูกตุ้มและสปริงจะอยู่หนึ่งกับที่” ครูถามว่า “ทำไมลูกตุ้มและสปริงจึงหยุดนิ่ง” ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น
- กรณีที่นักเรียนไม่ได้ตอบว่าเกิดการสูญเสียพลังงานครูจะต้องถามว่า “กรณีที่ลูกตุ้มและสปริงมีการแกว่งและสั่นมีการสูญเสียพลังงานหรือไม่” โดยครูนำลูกตุ้มมาแกว่งให้ดูด้วยแล้วให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น
- ครูถามต่อว่า “ถ้าไม่เกิดการสูญเสียพลังงานลูกตุ้มและสปริงจะแกว่งและสั่นเช่นไร” ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น
- ครูให้ความรู้เรื่องการกระจัดที่เกิดจากแกว่งของลูกตุ้มและเกิดจากการสั่นของสปริงและบอกว่า “ถ้าไม่เกิดการสูญเสียพลังงานการกระจัดสูงสุด (แอมพลิจูด) จะมีค่าคงที่และเรียกการเคลื่อนที่ที่แอมพลิจูดมีค่าคงที่ว่าการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย”
- ครูนำมวลดิตปลายสปริงซึ่งวางในรางไม้พร้อมยึดสปริงออกแล้วถามว่า “เมื่อปล่อยมือจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการกระจัด ความเร็ว และความเร่งอย่างไร” ทั้งช่วงให้นักเรียนคิดสักครู่

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายปัญหา/ตั้งสมมติฐาน (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดหาคำตอบ และมีการอภิปรายภายในกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกความคิดเห็นของสมาชิกแต่ละคนและสมมติฐานของกลุ่มในเอกสาร ผ.1-3
- ครูให้นักเรียน 2 คนได้แสดงความคิดเห็นเพื่อตั้งสมมติฐานหน้าชั้นเรียน
- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานของห้องโดยเขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง (ใช้เวลา 15 นาที)

- ให้นักเรียนทำการทดลอง 1.1 ในแบบเรียน สสวท. ครูบอกขั้นตอนในการทดลองพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างอิสระ

ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 10 นาที)

- ให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามที่มีโดยอาศัยข้อมูลจากขั้นที่ 2 และ 3 พร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ผ. 2-3
- ครูให้นักเรียน 2 คนได้นำเสนอการค้นพบและมโนทัศน์หน้าชั้นเรียน
- ครูกระตุ้นให้นักเรียนทั้งหมดเห็นคุณค่าของการแสดงความคิดเห็นโดยบอกว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นจริงในช่วงหนึ่งและเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลและเหตุผลใหม่ที่ดีกว่าแล้วให้ ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปหรือมโนทัศน์ และเขียนมโนทัศน์ไว้บนกระดานดำ

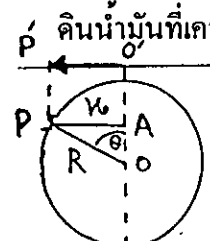
ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูถามว่า “ ถ้าระยะที่สปริงยืดออกต่างไปจากที่เคยทำการทดลอง จุดที่ปรากฏบนแถบกระดาษจะเป็นเช่นไร ” ทั้งช่วงให้นักเรียนคิดสักครู
- ครูให้นักเรียนดึงสปริงให้ยืดออกด้วยความยาวที่ต่างไปจากเดิม พร้อมทั้งสังเกตการเปลี่ยนแปลง
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปมโนทัศน์กันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งให้แต่ละกลุ่มบันทึกมโนทัศน์ในเอกสาร ผ.3-3
- ครูให้นักเรียนหญิง 1 คน และนักเรียนชาย 1 คนได้นำเสนอความคิดหน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแล้วเขียนผลที่ได้จากการอภิปรายไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 6 ขั้นบททวน/สรุป (ใช้เวลา 20 นาที)

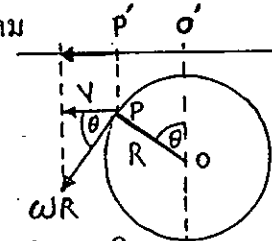
- ครูหาอาสาสมัครเพื่อทบทวนในเรื่องที่เรียนรวมทั้งผลสรุปที่ได้จากการศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกโดยครูคอยให้ความช่วยเหลือ
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆที่ได้จากการศึกษาการเคลื่อนที่ของ

$\vec{P}$ คือน้ำหนักที่เคลื่อนที่แบบวงกลม



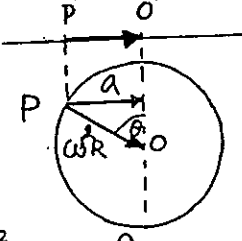
$$x/R = \sin \theta = \sin \omega t$$

$$x = R \sin \omega t$$



$$v/\omega R = \cos \theta = \cos \omega t$$

$$v = \omega R \cos \omega t$$



$$a/\omega^2 R = \sin \theta = \sin \omega t$$

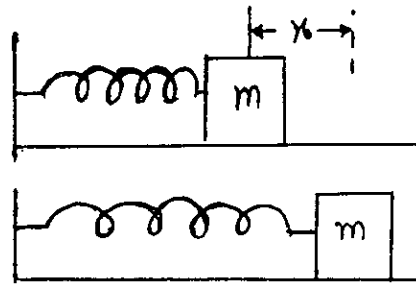
$$a = \omega^2 R \sin \omega t$$

$$a = -\omega^2 x$$

- ครูพูดว่า "เครื่องหมายบวกและลบใช้บ่งบอกทิศของปริมาณเวกเตอร์ เครื่องหมายลบในสมการ $a = -\omega^2 x$ หมายความว่าอย่างไร "ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและครูช่วยชี้แนะเพื่อให้ นักเรียนได้ข้อสรุปว่า ความเร่งแปรผันตรงกับการกระจัดแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน

- ครูยกตัวอย่างฮาร์มอนิกเช่น

ในแนวราบ



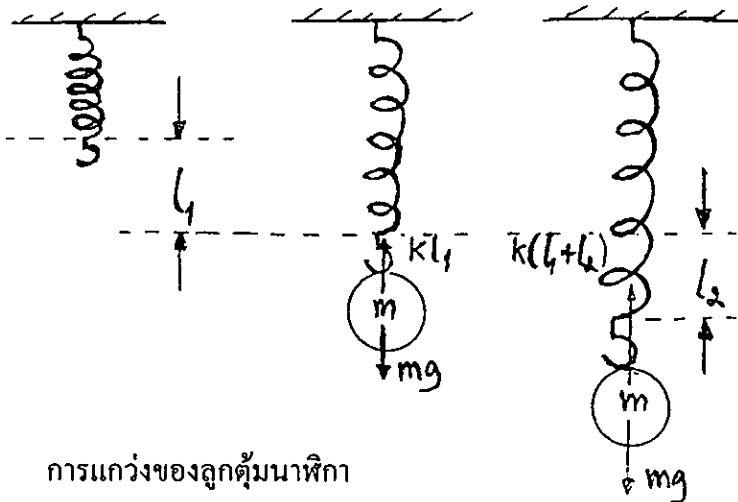
$$ma = kx$$

$$a = - (kx)/m$$

$$a = -\omega^2 x$$

$$f = (1/2\pi)\sqrt{k/m}$$

ในแนวดิ่ง



$$mg = kl_1$$

$$ma = k(l_1 + l_2) - mg$$

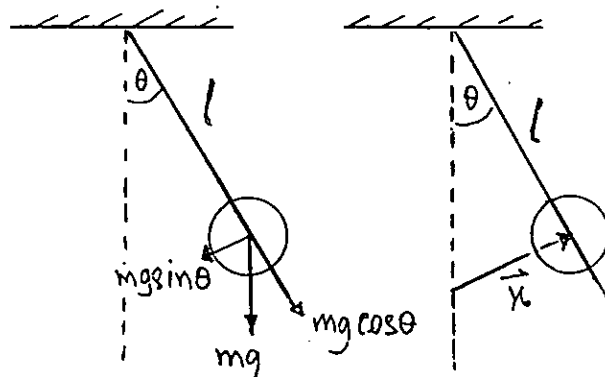
$$ma = kl_2$$

$$a = - (kl_2)/m$$

$$a = -\omega^2 x$$

$$f = (1/2\pi)\sqrt{k/m}$$

การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา



เมื่อ θ มีค่าน้อย

$$\sin\theta = \tan\theta = x/l$$

$$F = ma, F = -mg(x/l)$$

$$a = -g(x/l)$$

$$a = -\omega^2 x$$

$$f = (1/2\pi)\sqrt{g/l}$$

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมิน (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูให้นักเรียนเขียนความรู้ที่ได้เรียนรู้ไป ส่วนที่ไม่เข้าใจไม่มั่นใจและมีความรู้ความเข้าใจเพียงใดในเอกสาร ผ.4-3 เพื่อให้นักเรียนลองประเมินตัวเอง แล้วส่งครูผู้สอน
- ครูสุ่มบันทึกของนักเรียนขึ้นมาอ่าน โดยไม่บอกชื่อคนบันทึกแล้วเรียกนักเรียน 1 คน เพื่อให้ประเมินนักเรียนเจ้าของบันทึกว่ามีความรู้ความเข้าใจเพียงใดในเรื่องที่เรียนแล้วบันทึกในเอกสาร ผ. 5-3 และให้นักเรียนวิพากษ์วิจารณ์ และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ทำให้ครูได้ประเมินรวมของนักเรียนทั้งห้อง
- ครูแจ้งผลการประเมินในเอกสาร ผ.5-3 แก่นักเรียนที่เป็นเจ้าของบันทึก

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน เอกสาร ผ.4-3
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร ผ.6-3 (ใช้เวลา 13 นาที)

กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 5 นาที)

- ครูนำว่า “จากการศึกษาการแกว่งของลูกตุ้มและการสั่นของสปริงท้ายที่สุดทั้งลูกตุ้มและสปริงจะอยู่หนึ่งกับที่” ครูถามว่า “ทำไมลูกตุ้มและสปริงจึงหยุดนิ่ง” ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น
- กรณีที่นักเรียนไม่ได้ตอบว่าเกิดการสูญเสียพลังงานครูจะต้องถามว่า “กรณีที่ลูกตุ้มและสปริงมีการแกว่งและสั่นมีการสูญเสียพลังงานหรือไม่” โดยครูนำลูกตุ้มมาแกว่งให้ดูด้วยแล้วให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น
- ครูถามต่อว่า “ถ้าไม่เกิดการสูญเสียพลังงานลูกตุ้มและสปริงจะแกว่งและสั่นเช่นไร” ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น
- ครูให้ความรู้เรื่องการกระจัดที่เกิดจากแกว่งของลูกตุ้มและเกิดจากการสั่นของสปริงและบอกว่า “ถ้าไม่เกิดการสูญเสียพลังงานการกระจัดสูงสุด (แอมพลิจูด) จะมีค่าคงที่และเรียกการเคลื่อนที่ที่แอมพลิจูดมีค่าคงที่ว่าการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย”

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจ (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนทำการทดลอง 1.1 ตามแบบเรียนสสวท. โดยครูบอกขั้นตอนในการทดลองแล้วให้นักเรียนสังเกตและบันทึกการสังเกต พร้อมทั้งเขียนกราฟระหว่าง $S-t$, $V-t$ และ $a-t$ เพื่อนำไปใช้ ในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนนำเสนอสิ่งที่ได้ค้นพบของตนต่อสมาชิกในกลุ่ม โดยให้บันทึกการนำเสนอของสมาชิกด้วยในเอกสาร ว.1-3

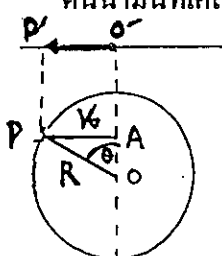
ขั้นที่ 4 ขั้นการลงข้อสรุป (ใช้เวลา 30 นาที)

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อลงข้อสรุปข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3
- ครูตั้งคำถามเพื่อขยายความคิดว่า “ถ้าเราดึงโดยให้สปริงยืดยาวแตกต่างไปจากการทดลองในครั้งแรกจุดที่ปรากฏบนแถบกระดาษจะเป็นเช่นไร” ให้นิเวศนักเรียนคิดโดยที่ยังไม่ต้องแสดงความคิดเห็น

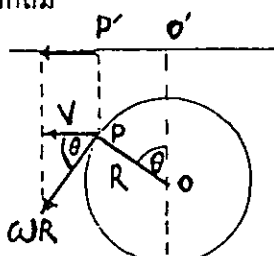
- ครูให้นักเรียนตั้งสปริงด้วยความยาวที่แตกต่างกันพร้อมทั้งสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปภายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลจากขั้นที่ 2 ขั้นที่ 3 และข้อมูลที่ได้จากการตั้งสปริงด้วยความยาวที่แตกต่างกัน พร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ว. 2-3

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (ใช้เวลา 30 นาที)

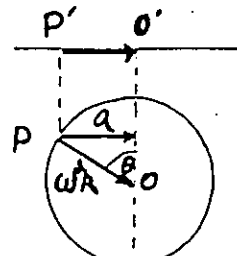
- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาตั้งแต่ต้นจนได้ข้อสรุปว่ามีความถูกต้องเพียงใด มีความรู้ความเข้าใจเพียงใดแล้วให้เขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในเอกสาร ว.3-3 แล้วส่งครูผู้สอน
- ให้ตัวแทนนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งนำเสนอสิ่งที่ได้ศึกษาจนได้ข้อสรุป เพื่อให้ นักเรียนกลุ่มอื่นได้ประเมิน และครูนำแบบประเมินที่แต่ละกลุ่มประเมินมาหาค่าเฉลี่ยตามเอกสาร ว.4-3 แล้วแจ้งให้กลุ่มที่นำเสนอทราบ
- ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยครูช่วยชี้แนะในกรณีข้อสรุปไม่ชัดเจน
- ให้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆ ที่ได้จากการศึกษาการเคลื่อนที่ของ ดินน้ำมันที่เคลื่อนที่แบบวงกลม



$$x/R = \sin \theta = \sin \omega t$$



$$v/\omega R = \cos \theta = \cos \omega t$$



$$a/\omega^2 R = \sin \theta = \sin \omega t$$

$$x = R \sin \omega t$$

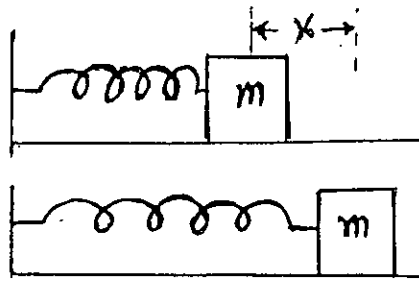
$$v = \omega R \cos \omega t$$

$$a = \omega^2 R \sin \omega t$$

$$a = -\omega^2 x$$

- ครูพูดว่า “เครื่องหมายบวกและลบใช้บ่งบอกทิศทางของปริมาณเวกเตอร์ เครื่องหมายลบในสมการ $a = -\omega^2 x$ หมายความว่าอย่างไร” ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และครูช่วยชี้แนะเพื่อให้ นักเรียนได้ข้อสรุปว่า ความเร่งแปรผันตรงกับการกระจัด แต่มีทิศตรงข้ามกัน
- ครูยกตัวอย่างฮาร์มอนิกเช่น

ในแนวราบ



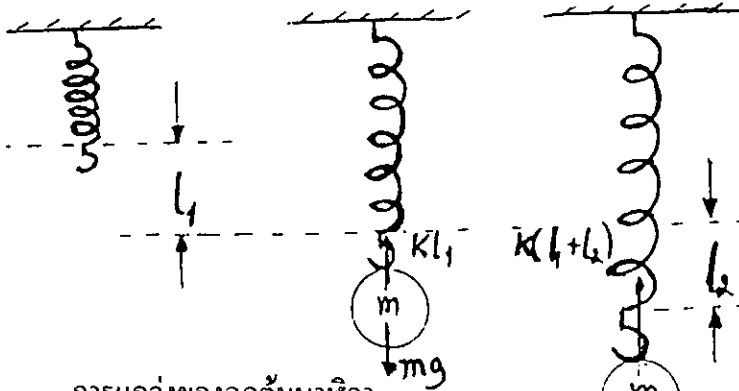
$$ma = kx$$

$$a = -(kx)/m$$

$$a = -\omega^2 x$$

$$f = (1/2\pi)\sqrt{k/m}$$

ในแนวดิ่ง



$$mg = kl_1$$

$$ma = k(l_1 + l_2) - mg$$

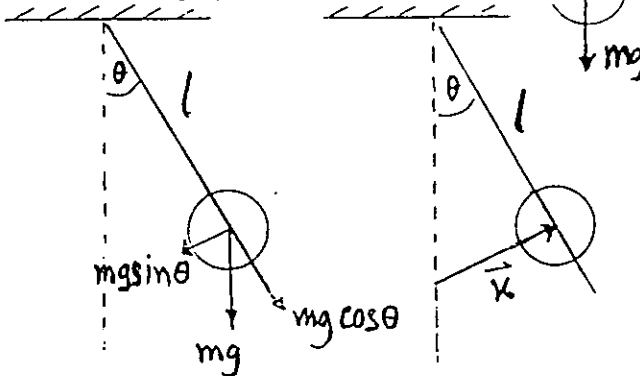
$$ma = kl_2$$

$$a = -(kl_2)/m$$

$$a = -\omega^2 x$$

$$f = (1/2\pi)\sqrt{k/m}$$

การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา



เมื่อ θ มีค่าน้อย

$$\sin\theta = \tan\theta = x/l$$

$$F = ma, F = -mg(x/l)$$

$$a = -g(x/l)$$

$$a = -\omega^2 x$$

$$f = (1/2\pi)\sqrt{g/l}$$

- ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ตามเอกสาร

ว. 5-3

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน (เอกสาร ว.3-3)
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ (ว.5-3)

ใช้เวลา 13 นาที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 12 นาที)

- ครูนำว่า “จากการศึกษาการแกว่งของลูกตุ้มและการสั่นของสปริงสุดท้ายทั้งลูกตุ้มและสปริงจะอยู่หนึ่งกับที่” ครูถามว่า “ทำไมลูกตุ้มและสปริงจึงหยุดนิ่ง” ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น
- กรณีที่นักเรียนไม่ได้ตอบว่าเกิดการสูญเสียพลังงานครูจะต้องถามว่า “กรณีที่ลูกตุ้มและสปริงมีการแกว่งและการสั่นมีการสูญเสียพลังงานหรือไม่” โดยครูนำลูกตุ้มมาแกว่งแล้วให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น
- ครูให้ความรู้เรื่องการกระจัดที่เกิดจากการแกว่งของลูกตุ้มและเกิดการสั่นของสปริงและบอกว่า “ถ้าไม่เกิดการสูญเสียพลังงาน การกระจัดสูงสุด(แอมพลิจูด)จะมีค่าคงที่และเรียกการเคลื่อนที่ที่แอมพลิจูดมีค่าคงที่ว่าการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
- ครู
เมื่อปล่อยมือจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการกระจัด ความเร็ว และความเร่งอย่างไร”
ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นตั้งสมมติฐาน
- ครูบอกนักเรียนให้ทำการทดลองที่ 1.1 พร้อมทั้งขั้นตอนการทดลองแล้วเขียนกราฟระหว่างการกระจัดกับเวลา ความเร็วกับเวลาและความเร่งกับเวลา โดยให้เวลาเป็นแกนนอน

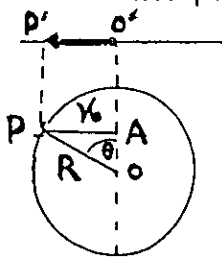
ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการทดลอง (ใช้เวลา 30 นาที)

- นักเรียนทำการทดลองที่ 1.1 แล้วเขียนกราฟระหว่างการกระจัดกับเวลา ความเร็วกับเวลาและความเร่งกับเวลา โดยให้เวลาเป็นแกนนอน

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง (ใช้เวลา 45 นาที)

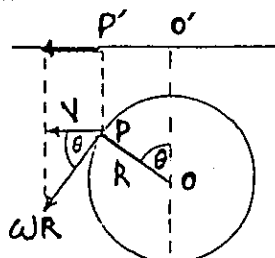
- ครูให้นักเรียนพิจารณาการกระจัดกับเวลา โดยเปรียบเทียบกับกราฟความเร็วกับเวลาดังนี้
 - 1) ณ เวลาที่การกระจัดมีค่าเป็นศูนย์ ความเร็วของรถเป็นอย่างไร
 - 2) ณ เวลาที่การกระจัดมีค่ามากที่สุด ความเร็วของรถเป็นอย่างไร
- ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้รูป 1.5 และ 1.6 ในหนังสือ สสวท.ที่ได้รับการขยายให้มีขนาดใหญ่ ประกอบการอภิปราย

- ครูใช้รูป 1.8 ถึงรูป 1.21 ประกอบการให้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาการเคลื่อนที่ของดินน้ำมันที่ เคลื่อนที่แบบวงกลม



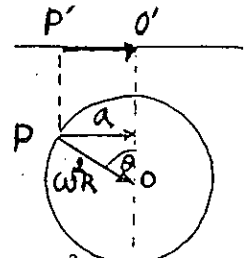
$$x/R = \sin \theta = \sin \omega t$$

$$x = R \sin \omega t$$



$$v/\omega R = \cos \theta = \cos \omega t$$

$$v = \omega R \cos \omega t$$



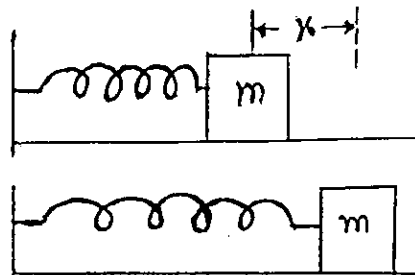
$$a/\omega^2 R = \sin \theta = \sin \omega t$$

$$a = \omega^2 R \sin \omega t$$

$$a = -\omega^2 x$$

- ครูพูดว่า “เครื่องหมายบวกและลบใช้บ่งบอกทิศทางของเวกเตอร์ เครื่องหมายลบในสมการ $a = -\omega^2 x$ หมายความว่าอย่างไร ”ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและครูช่วยชี้แนะเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปว่า ความเร่งแปรผันตรงกับการกระจัดแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน
- ครูยกตัวอย่างฮาร์มอนิกเช่น

ในราบ



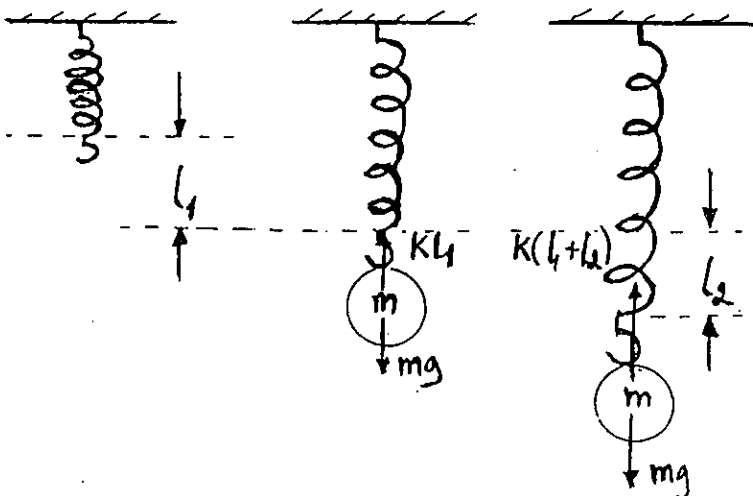
$$ma = kx$$

$$a = -(kx)/m$$

$$a = -\omega^2 x$$

$$f = (1/2\pi)\sqrt{k/m}$$

ในแนวตั้ง



$$mg = kl_1$$

$$ma = k(l_1 + l_2) - mg$$

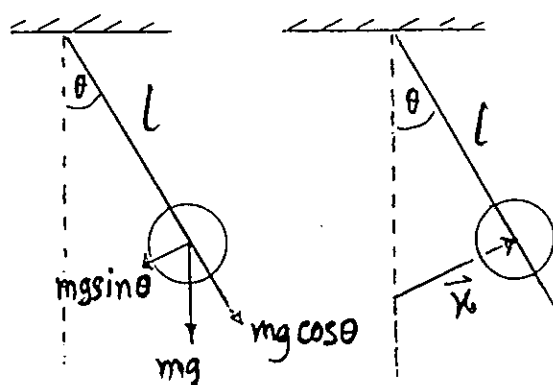
$$ma = kl_2$$

$$a = -(kl_2)/m$$

$$a = -\omega^2 x$$

$$f = (1/2\pi)\sqrt{k/m}$$

การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา



เมื่อ θ มีค่าน้อย

$$\sin\theta = \tan\theta = x/l$$

$$F = ma, F = -mg(x/l)$$

$$a = -g(x/l)$$

$$a = -\omega^2 x$$

$$f = (1/2\pi)\sqrt{g/l}$$

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร สส.3 ใช้เวลา 13 นาที

แผนการสอนที่ 4 (จำนวน 2 คาบ)

เรื่องคลื่นในเส้นเชือก

สาระสำคัญ

1. เมื่อเราสั่นเชือกขึ้นลงจะเกิดการถ่ายทอดพลังงานจากมือผ่านเส้นเชือกเราเรียกว่า คลื่น โดยคลื่นที่เกิดขึ้นเรียกว่าคลื่นตามขวางซึ่งคลื่นตามขวางนี้ทิศการสั่นของตัวกลางจะตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
2. การสั่นเส้นเชือก 1 ครั้งจะเกิดคลื่นคล เมื่อสั่นเส้นเชือกหลายครั้งติดต่อกันจะได้คลื่นต่อเนื่อง

จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับคลื่นในเส้นเชือก

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนอธิบายการเคลื่อนที่ของคลื่นและอนุภาคของเส้นเชือกได้
2. บอกความแตกต่างของคลื่นคล และคลื่นต่อเนื่องในเส้นเชือกได้

เนื้อหา

1. การเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือก
2. คลื่นคล คลื่นต่อเนื่อง

อุปกรณ์ / สื่อการเรียนการสอน

1. เชือก 3 เส้น ความยาว 1.0 , 1.5 และ 2.0 เมตร
2. เศษผ้าสีสด 1 ชิ้น
3. สปริงที่ทำให้เกิดคลื่น

กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูผูกปลายเชือกด้านหนึ่งไว้และจับปลายเชือกอีกด้านหนึ่งไว้โดยให้เชือกขนานกับพื้นห้องและมีความตึงพอสมควรแล้วถามนักเรียนว่า “จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อเราสะบัดเชือก” ให้นักเรียนคิด

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายปัญหา/ตั้งสมมติฐาน (ใช้เวลา 10 นาที)

- ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่จะนำเสนอต่อเพื่อนไว้ในสมุดของตัวเองเพื่อเตรียมแสดงความคิดเห็นและมีการอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกลงในเอกสาร ผ.1-4
- ให้นักเรียน 1 คนซึ่งเป็นตัวแทนของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้นำเสนอความคิดเห็นของกลุ่มที่มีต่อปัญหาน้ำขึ้นเรียน
- ครูให้นักเรียนทั้งห้องร่วมกันอภิปรายโดยอาศัยข้อมูลที่ตัวแทนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดจนได้เป็นสมมติฐานของห้องโดยเขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนสะบัดเชือกโดยให้นักเรียน 2 คนจับปลายเชือกคนละด้านคนหนึ่งถือปลายไว้ให้อยู่นิ่งและอีกคนสะบัดและบันทึกการสังเกตอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนนำผ้าสีสดมาผูกเชือกแล้วให้นักเรียนสะบัดเชือกพร้อมทั้งบันทึกการสังเกตโดยในครั้งแรกสะบัด 1 ครั้ง ต่อมาสะบัดอย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 15 นาที)

- ให้นักเรียนนำความรู้หรือข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 3 มาเขียนในสมุดเพื่อจะได้นำมาอธิบายและอภิปรายในกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ผ.2-4
- ให้ตัวแทนของกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 นำเสนอสิ่งที่ได้ค้นพบหน้าชั้นเรียน
- ให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอด้วยแล้ว เขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูถามนักเรียนว่า “ถ้าเราสะบัดเชือกด้วยความแรงที่แตกต่างกันผลจะเป็นเช่นไร”
- ครูถามว่า “ถ้าเปลี่ยนความยาวของเส้นเชือกผลจะเป็นเช่นไร”

- ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม/ทดลองอย่างอิสระเพื่อตอบคำถาม โดยให้มีการบันทึกการค้นพบและความสัมพันธ์ที่ได้
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเป็นมโนทัศน์กันภายในกลุ่มพร้อมบันทึกในเอกสาร ผ.3-4
- ครูให้ตัวแทนของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลองข้างต้นหน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแล้วเขียนผลที่ได้จากการอภิปรายไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 6 ขั้นทบทวน/สรุป (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูถือปลายเชือกด้านหนึ่งไว้แล้วหานักเรียนอาสาสมัคร 1 คนถือปลายเชือกอีกด้านหนึ่งไว้ให้อยู่ในระดับเดียวกัน ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสะบัดเชือกขึ้นลงพร้อมทั้งให้นักเรียนทั้งห้องสังเกตจากนั้นครูถามว่า “เส้นเชือกเปลี่ยนแปลงอย่างไร”
- ครูให้ความรู้โดยบอกว่า “คลื่นที่เกิดจากการสะบัดเชือกเรียกว่า คลื่นตามขวาง โดยทิศการสั่นของตัวกลางตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น โดยใช้สปริงประกอบการอธิบาย ครูให้ความรู้่ว่า “คลื่นอีกชนิดหนึ่งที่ทิศการสั่นของอนุภาคตัวกลางจะขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นเรียกว่าคลื่นตามยาว” โดยใช้สปริงประกอบการอธิบาย
- ครูให้ความรู้เพิ่มเติม”เมื่อสะบัดเส้นเชือก 1 ครั้งจะเกิดคลื่นเรียกว่า คลื่นคล ในเส้นเชือก สังเกตจากเส้นเชือกนูนขึ้น
- ครูให้ความรู้เพิ่มเติม”เมื่อสะบัดเส้นเชือกหลายครั้งติดต่อกันจะได้คลื่นต่อเนื่องในเส้นเชือกที่มีส่วนนูนและเว้าสลับกันอย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมิน (ใช้เวลา 25 นาที)

- ครูให้นักเรียนเขียนความรู้ที่ได้เรียนรู้ไป ส่วนที่ไม่เข้าใจไม่มั่นใจและมีความรู้ความเข้าใจเพียงใดในเอกสาร ผ.4-4 เพื่อให้นักเรียนลองประเมินตัวเอง แล้วส่งครูผู้สอน
- ครูอ่านบันทึกของนักเรียนคนหนึ่งโดยไม่บอกชื่อแล้วให้นักเรียนอีกคนหนึ่งได้ประเมินพร้อมทั้งบันทึกในเอกสารผ.5-4 และให้นักเรียนทั้งหมดอภิปรายวิจารณ์และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ทำให้ครูได้ประเมินภาพรวมของนักเรียนทั้งห้อง
- ครูแจ้งผลการประเมินในเอกสาร ผ.5-4 แก่นักเรียนที่เป็นเจ้าของบันทึก

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน เอกสาร ผ.4-4
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร ผ.6-4 (ใช้เวลา 14 นาที)

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูผูกปลายเชือกด้านหนึ่งไว้และจับปลายอีกด้านหนึ่งไว้โดยให้เชือกมีความตึงพอสมควรและเชือกอยู่ในลักษณะขนานกับพื้นถามนักเรียนว่า “จะเกิดอะไรเมื่อเราสะบัดปลายเชือก” แล้วให้เวลานักเรียนคิดแต่ไม่ต้องแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจ (ใช้เวลา 5 นาที)

- ครูจัดอุปกรณ์เช่นเส้นเชือกให้นักเรียนได้ทำการศึกษาพร้อมทั้งบันทึกการสังเกตได้อย่างอิสระเพื่อนำไปใช้ในขั้นที่ 3 กรณีที่นักเรียนไม่สามารถเริ่มต้นได้ ครูให้นักเรียนนำผ้าสีสดมาผูกกับเส้นเชือก แล้วให้นักเรียนสะบัดเชือกพร้อมทั้งบันทึกการสังเกตโดยในครั้งแรกสะบัด 1 ครั้ง ต่อมาสะบัดอย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนบันทึกในสมุดของนักเรียนเพื่อเป็นข้อมูลในการนำเสนอสิ่งที่ได้ค้นพบของตนต่อสมาชิกในกลุ่มโดยให้บันทึกการนำเสนอของสมาชิกด้วยในเอกสาร ว.1-4

ขั้นที่ 4 ขั้นการตั้งข้อสรุป (ใช้เวลา 35 นาที)

- ให้นักเรียนได้บันทึกแนวคิด ข้อสรุปต่างๆในสมุดของนักเรียนเพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มโดยอาศัยข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 เพื่อลงข้อสรุป
- ครูให้ตัวแทนนักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน
- ครูตั้งคำถามเพื่อขยายความคิด “ถ้าเราสะบัดเส้นเชือกด้วยความแรงที่แตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าผลจะเป็นเช่นไร “ให้เวลานักเรียนคิด แต่ยังไม่ต้องแสดงความคิดเห็น
- ครูให้เวลานักเรียนสะบัดเส้นเชือกด้วยความแรงที่แตกต่างกันพร้อมทั้งบันทึกการสังเกตอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปภายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลจากขั้นที่ 2 ขั้นที่ 3 และข้อมูลที่ได้จากการสะบัดเส้นเชือกด้วยความแรงที่แตกต่างกันพร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ว.2-4

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (ใช้เวลา 35 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาตั้งแต่ต้นจนได้ข้อสรุปว่ามีความถูกต้องเพียงใด มีความรู้ความเข้าใจเพียงใดแล้วให้เขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในเอกสาร ว. 3-4 แล้วส่งครูผู้สอน
- ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งที่ได้ศึกษาจนได้ข้อสรุป เพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้ประเมิน และครูนำแบบประเมินที่แต่ละกลุ่มประเมินมาหาค่าเฉลี่ยตามเอกสาร ว.4-4 แล้วแจ้งให้กลุ่มที่นำเสนอทราบ
- ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยครูช่วยชี้แนะในกรณีที่ข้อสรุปไม่ชัดเจนและเขียนไว้บนกระดานดำ
- ครูบอกนักเรียนว่าอนุภาคที่เคลื่อนที่ขึ้นลงแบบขึ้นถ้าเขียนกราฟการกระจัด ความเร็ว และความเร่งของอนุภาคเทียบกับเวลาจะได้กราฟความสัมพันธ์อยู่ในรูปของไซน์และโคไซน์เป็นการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิกอย่างง่าย
- ครูให้ความรู้ว่า”เมื่อเราสะบัดเชือก 1 ครั้ง จะเกิดคลื่นขึ้น 1 ลูก เรียกว่าคลื่นดล และเมื่อเราสะบัดเส้นเชือกหลายครั้งเกิดคลื่นอย่างต่อเนื่อง เรียกว่าคลื่นต่อเนื่องและคลื่นที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่าคลื่นตามขวางครูแสดงคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวให้นักเรียนดูโดยใช้ขดลวดสปริงสร้างคลื่น
- ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ตามเอกสาร ว.5-4

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
 2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน (เอกสาร ว.3-4)
 3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ (ว.5-4)
- ใช้เวลา 14 นาที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 16 นาที)

- ครูผูกปลายเชือกด้านหนึ่งไว้และจับปลายอีกด้านหนึ่งไว้โดยให้เชือกมีความตึงพอสมควรและเชือกอยู่ในลักษณะขนานกับพื้นและถามนักเรียนว่า “จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อเราสะบัดเส้นเชือก” “ให้เวลานักเรียนคิด 1 นาที
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นและตั้งสมมติฐาน โดยมีการเขียนความคิดเห็นและสมมติฐานไว้บนกระดานดำใช้เวลา 10 นาที
- ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1.1 เรื่องการเคลื่อนที่ในเส้นเชือกตามหนังสือแบบเรียน สสวท. โดยให้นักเรียน 2 คนถือปลายเชือกคนละด้านให้เชือกตึงพอสมควรใช้ฝ่ามือกำผูกเชือกไว้จัดเชือกให้อยู่ในแนวระดับโดยครั้งแรกสะบัด 1 ครั้ง และในครั้งที่สองสะบัดอย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

- นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1.1 เรื่องการเคลื่อนที่ในเส้นเชือก

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง (ใช้เวลา 50 นาที)

- ครูถามนักเรียน “เมื่อสะบัดเส้นเชือก เส้นเชือกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร” ให้เวลานักเรียนคิด โดยให้นักเรียนย้อนถึงผลที่ได้จากการทำกิจกรรม
- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป
- ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า เมื่อสะบัดเส้นเชือก 1 ครั้งจะเกิดคลื่นคลในเส้นเชือก ซึ่งเส้นเชือกนูนขึ้น ดังรูป 1.23 ในหนังสือเรียน คลื่นคลจะเคลื่อนที่จากปลายเส้นเชือกที่สะบัดไปยังอีกปลายหนึ่ง และขณะคลื่นคลผ่านเศษผ้า เศษผ้าจะขยับสูงขึ้นจนถึงส่วนนูนสุดของคลื่นสุดท้ายก็จะเคลื่อนที่มายู่ที่ตำแหน่งเดิมโดยมิได้เคลื่อนที่ตามคลื่นคล เมื่อสะบัดเส้นเชือกหลายครั้งต่อเนื่องกันจะเกิดคลื่นต่อเนื่องในเส้นเชือกซึ่งเห็นเป็นส่วนนูนส่วนเว้าสลับกันและจะเป็นเช่นนี้เรื่อยไป
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับคลื่นในเส้นเชือกเพิ่มเติมตามรายละเอียดในหนังสือเรียนโดยใช้สปริงสร้างคลื่น ประกอบการอธิบาย
 - 1) คลื่นตามขวางทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นอยู่ในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของอนุภาคในเส้นเชือก

- 2) มีคลื่นอีกชนิดหนึ่งที่ทิศการเคลื่อนที่ของอนุภาคอยู่ในแนวขนานกับทิศการสั่นของอนุภาคในเส้นเชือก เรียกว่า คลื่นตามยาว
 - คลื่นในเส้นเชือก อนุภาคของเส้นเชือกจะเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่งกลับไปมาซ้ำร่อยเดิมซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบสั่น และถ้าความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด ความเร็ว และความเร่งของวัตถุกับเวลา อยู่ในรูปไซน์หรือโคไซน์การเคลื่อนที่ของอนุภาคจะเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร สส.4 ใช้เวลา14นาที

แผนการสอนที่ 5 (จำนวน 2 คาบ) เรื่อง คลื่นผิวหน้า

สาระสำคัญ

คลื่นผิวหน้าเป็นคลื่นตามขวาง เกิดขึ้นได้เมื่อผิวหน้าถูกรบกวนและมีการถ่ายโอนพลังงานของการรบกวนผ่านอนุภาคของน้ำ

จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับคลื่นผิวหน้า

จุดประสงค์นำทาง

1. บอกได้ว่าคลื่นผิวหน้าเป็นคลื่นตามขวาง
2. คลื่นผิวหน้ามีความถี่เท่ากับความถี่ของการสั่นของตัวกำเนิดคลื่น
3. เมื่ออนุภาคของน้ำเคลื่อนที่ขึ้นลง 1 รอบ คลื่นผิวหน้าจะเคลื่อนที่ไปได้เป็นระยะหนึ่งความยาวคลื่น

เนื้อหา

1. คลื่นผิวหน้า
2. ความถี่ของคลื่นผิวหน้า
3. เฟสของคลื่นผิวหน้า

อุปกรณ์ / สื่อการเรียนการสอน

1. กล่องคลื่น
2. น้ำ
3. พาราฟิน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นเร้าความสนใจ (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูพุดนำและถามดังนี้ ” นักเรียนทราบแล้วว่าคลื่นในเส้นเชือกเป็นคลื่นตามขวาง โดยทิศการสั่นของตัวกลางตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น และนักเรียนทราบว่า คลื่นตามยาวทิศการสั่นของตัวกลางขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น แล้วกรณีของคลื่นผิวน้ำนักเรียนคิดว่าเป็นคลื่นอะไร” ให้นิเวลนักเรียนคิดโดยครูเขียนคำถามไว้บนกระดานดำด้วย

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายปัญหา/ตั้งสมมติฐาน (ใช้เวลา 10 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบ และมีการอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ผ.1-5
- ครูให้ตัวแทนของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งมานำเสนอ แนวคิดหน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนทั้งห้องร่วมกันอภิปรายจนได้เป็นสมมติฐานของห้องและเขียนสมมติฐานไว้บนกระดานดำด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูให้นักเรียนตั้งตัวกำเนิดคลื่นขึ้นลงในกล่องคลื่นโดยบอกว่าอย่าดึงให้พ้นผิวน้ำ พร้อมทั้งบันทึกสิ่งที่ได้จากการสังเกตได้อย่างอิสระ

ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 20 นาที)

- ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 3 มาอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งมีการบันทึกในเอกสาร ผ.2-5
- ครูให้ตัวแทนของนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งนำเสนอข้อค้นพบและมโนทัศน์หน้าชั้นเรียน ให้มีการอภิปรายของนักเรียนทั้งชั้นเพื่อการลงสรุปและเขียนลงสรุปไว้บนกระดานดำด้วย

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูถาม”ถ้าดึงตัวกำเนิดคลื่นขึ้นลงด้วยความถี่ที่แตกต่างกันผลจะเป็นเช่นไร”
- ครูให้นักเรียนทดลองดึงตัวกำเนิดคลื่นด้วยความถี่ที่แตกต่างกัน รวมทั้งบันทึกผลการสังเกตและร่วมกันอภิปราย และลงสรุปมโนทัศน์ภายในกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกในเอกสารผ.3-5
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่าคลื่นผิวน้ำมีความถี่เท่ากับความถี่ของตัวกำเนิดคลื่นและเขียนข้อสรุปไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 6 ขั้นทบทวน/สรุป (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูเรียกนักเรียน 1 คนเพื่อให้บอกว่าปัญหาคืออะไร มีขั้นตอนการศึกษาอย่างไร และมีข้อสรุปอย่างไรบ้าง โดยให้นักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยเสริมครูให้ความรู้เรื่องเฟส

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมิน (ใช้เวลา 19 นาที)

- ให้นักเรียนเขียนบันทึกความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปและส่วนที่ไม่มั่นใจหรือมีข้อสงสัยในเอกสาร ผ. 4-5
- ครูสุ่มบันทึกของนักเรียนขึ้นมาอ่านโดยไม่บอกชื่อแล้วให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มได้ประเมินผลการเรียนรู้พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยของการประเมินโดยให้กลุ่มสุดท้ายที่ประเมินทำการหาค่าเฉลี่ยในเอกสาร ผ. 5-5 และให้นักเรียนวิพากษ์วิจารณ์ และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทำให้ครูได้ ประเมินภาพรวมของนักเรียนทั้งห้อง
- ครูแจ้งผลการประเมินในเอกสาร ผ.5-5 แก่นักเรียนที่เป็นเจ้าของบันทึก

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในเอกสาร ผ.4-5
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร ผ. 6-5 (ใช้เวลา 15 นาที)

กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูนำ “นักเรียนเคยเห็นคลื่นผิวน้ำ”
- ครูถามนักเรียน “คลื่นผิวน้ำเป็นคลื่นอะไร” แล้วทิ้งช่วงให้นักเรียนคิดแต่ยังไม่ต้องแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจ (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนตั้งตัวกำเนิดคลื่นขึ้นลงในกล่องคลื่นอย่างอิสระ โดยย่ำว่าอย่าดึงให้ผิวน้ำ พร้อมทั้งบันทึกการสังเกตอย่างอิสระเพื่อนำไปใช้ในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนนำเสนอสิ่งที่ได้ค้นพบของตนต่อสมาชิกในกลุ่มโดยให้บันทึกการนำเสนอของสมาชิกด้วยในเอกสาร ว.1-5

ขั้นที่ 4 ขั้นการลงข้อสรุป (ใช้เวลา 32 นาที)

- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 เพื่อลงข้อสรุป
- ครูตั้งคำถามเพื่อขยายความคิดว่าถ้าเปลี่ยนรูปร่างหรือขนาดของตัวกำเนิดคลื่นผลจะเป็นเช่นไร แล้วให้เวลานักเรียนคิด โดยยังไม่ต้องแสดงความคิด
- ครูให้นักเรียนทำการทดลองโดยเปลี่ยนรูปร่างหรือขนาดของตัวกำเนิดคลื่นแล้วบันทึกการสังเกตอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปภายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลจากขั้นที่ 2 ขั้นที่ 3 และข้อมูลการทดลองที่ได้จากการเปลี่ยนรูปร่างหรือขนาดของตัวกำเนิดคลื่นพร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ว.2-5

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (ใช้เวลา 32 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาตั้งแต่ต้นจนได้ข้อสรุปว่ามีความถูกต้องเพียงใด มีความรู้ความเข้าใจเพียงใดแล้วให้เขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในเอกสาร ว.3-5 แล้วส่งครูผู้สอน

- ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งที่ได้ศึกษาจนได้ข้อสรุป เพื่อให้ นักเรียนกลุ่มอื่นได้ ประเมินและครูนำแบบประเมินที่แต่ละกลุ่มประเมินมาหาค่าเฉลี่ยตาม เอกสาร ว.4-5 แล้วแจ้งให้กลุ่มที่นำเสนอทราบ
- ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยครูช่วยชี้แนะในกรณีที่ ข้อสรุปไม่ชัดเจน
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับคลื่นผิวน้ำ คลื่นคล คลื่นต่อนื่อง อัตราเร็วคลื่น $v=f\lambda$ เฟส โดยใช้รูป 1.29 ในแบบเรียน สสวท. ประกอบการอธิบาย
- ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ตามเอกสาร ว.5-5

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. อ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน(เอกสาร ว.3-5)
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ (เอกสาร ว. 5-5) ใช้เวลา 15 นาที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 25 นาที)

- ครูนำและถามนักเรียนว่า “นักเรียนทราบแล้วว่คลื่นตามขวางทิศของคลื่นกับทิศการสั่นของตัวกลางจะตั้งฉากกัน ส่วนคลื่นตามยาวทิศการสั่นของตัวกลางจะขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นแล้วกรณีคลื่นผิวน้ำนักเรียนคิดว่าเป็นคลื่นอะไร” ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและสร้างสมมติฐานโดย
 - 1) ให้แต่ละคนเขียนในสมุดของตนเอง
 - 2) ครูหาอาสาสมัครให้แสดงความคิดเห็น
 - 3) ครูเรียกนักเรียนให้แสดงความคิดเห็น
- ครูบอกขั้นตอนการทดลองโดยให้นักเรียนตั้งตัวกำเนิดคลื่นขึ้นลงในกล่องคลื่นโดยบอกว่อย่าดึงให้พ้นผิวน้ำพร้อมทั้งบันทึกการสังเกต

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนตั้งตัวกำเนิดคลื่นขึ้นลงในกล่องคลื่นที่มีน้ำบรรจุอยู่ด้วยความถี่ที่แตกต่างกันพร้อมทั้งบันทึกการสังเกต

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง (ใช้เวลา 50 นาที)

- ครูถามนักเรียน “เมื่อตั้งก้านของตัวกำเนิดคลื่นขึ้นมาในแนวตั้ง 1 ครั้งจะเกิดคลื่นผิวน้ำมีลักษณะอย่างไร”
- ครูถามนักเรียน “เมื่อตั้งก้านของตัวกำเนิดคลื่นขึ้นมาแล้วกดลงทำเช่นนี้ซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จะเกิดคลื่นผิวน้ำมีลักษณะอย่างไร”
- ครูถาม “จากการสังเกตผิวน้ำทางด้านข้างกล่องนักเรียนเห็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคของน้ำสรุปได้อย่างไร”
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับคลื่นผิวน้ำ คลื่นคล คลื่นต่อนื่อง อนุภาคของน้ำเคลื่อนที่แบบสั่น คลื่นผิวน้ำที่เกิดการสั่นของตัวกำเนิดคลื่น ความถี่ของคลื่นจะเท่ากับ ความถี่ของการสั่นของตัวกำเนิดคลื่น เมื่ออนุภาคล้นครบ 1 รอบ คลื่นผิวน้ำจะเคลื่อนที่ไปได้หนึ่งความยาวคลื่น ถ้ามีความถี่ f รอบต่อวินาที คลื่นจะเคลื่อนที่ได้ระยะทาง $f\lambda$ เมตรคืออัตราเร็วของคลื่น v จะได้ $v = f\lambda$
- ครูให้ความรู้เรื่องเฟสว่า เฟสเป็นค่าที่ใช้บอกตำแหน่งขณะหนึ่งของสิ่งที่เคลื่อนที่ในลักษณะเป็นรอบโดยใช้รูป 1.29 ในหนังสือแบบเรียนของ สสวท.ประกอบการอธิบาย

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร สส.5 ใช้เวลา 15 นาที

แผนการสอนที่ 6 (จำนวน 2 คาบ) เรื่อง การซ้อนทับของคลื่น

สาระสำคัญ

เมื่อคลื่นตั้งแต่ 2 คลื่นเคลื่อนที่มาพบกัน การกระจัดของอนุภาคตัวกลาง ณ ตำแหน่งใดและเวลาใดที่เกิดการซ้อนทับของคลื่นจะเท่ากับผลบวกของการกระจัดของอนุภาคของตัวกลางของแต่ละคลื่น ณ ตำแหน่งนั้นเวลานั้น

จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนเข้าใจการซ้อนทับของคลื่น

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนอธิบายการซ้อนทับของคลื่นได้
2. นักเรียนใช้หลักการซ้อนทับของคลื่นเขียนภาพของคลื่นใหม่ที่เกิดจากการซ้อนทับของคลื่น 2 คลื่นได้

เนื้อหา

การซ้อนทับของคลื่น

อุปกรณ์ / สื่อการเรียนการสอน

1. สปริง 1 เส้น
2. ชุดถาดคลื่น 1 ชุด
3. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ 1 เครื่อง
4. แผ่นกระดาษขาว 1 แผ่น
5. รูป 1.33 ในแบบเรียน สสวท.
6. ดินสอปลายแหลม 2 แท่ง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นรู้ความสนใจ (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูถามนักเรียน “ถ้าให้คลื่นเคลื่อนที่มาพบกันผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร” ให้นักเรียนคิด

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายปัญหา/ตั้งสมมติฐาน (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบพร้อมทั้งเขียนบันทึกไว้ในสมุดเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ผ.1-6 แล้วส่งให้ครูผู้สอน
- ครูให้ตัวแทนของนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งนำเสนอแนวความคิด และข้อสรุปของกลุ่มหน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานโดยอาศัยข้อมูลที่แต่ละกลุ่มได้นำเสนอมาประกอบพร้อมทั้งเขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียน 2 คนในแต่ละกลุ่มจับที่ปลายสปริงแต่ละด้านพร้อมทั้งยืดสปริงออกให้ยาวประมาณ 3 เมตร แล้วสะบัดสปริงขึ้นลงเพื่อสร้างคลื่นให้เคลื่อนที่มาพบกัน โดยให้นักเรียนศึกษาและบันทึกการสังเกตอย่างอิสระ

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 3 มาอภิปรายกันภายในกลุ่มเพื่อลงข้อสรุปพร้อมทั้งบันทึกการอภิปรายในเอกสาร ผ.2-6
- ครูให้ตัวแทนนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งนำเสนอการค้นพบและมโนทัศน์หน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป และ เขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูถามว่า “ถ้าคลื่นผิวน้ำสองคลื่นเคลื่อนที่มาพบกันผลจะเป็นเช่นไร”
- ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม/ทดลอง 1.2 ในหนังสือ แบบเรียน สสวท.อย่างอิสระ เพื่อตอบคำถามข้างต้นโดยให้มีการบันทึกการสังเกตอย่างอิสระ

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปมโนทัศน์พร้อมทั้งให้แต่ละกลุ่มบันทึกในเอกสาร ผ.3-6
- ครูให้นักเรียน 2-3 คนนำเสนอการค้นพบและมโนทัศน์หน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายโดยพิจารณาจากข้อเสนอที่ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอด้วยและ เขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 6 ขั้นทบทวน/สรุป (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียน 2-3 คน สะบัดปลายสปริงแต่ละด้านโดยครั้งแรกสะบัดไปในทิศทางเดียวกันแล้วบอกให้นักเรียนสังเกต ต่อจากนั้นก็ให้นักเรียนสะบัดไปในทิศที่ตรงกันข้ามและบอกให้นักเรียนสังเกต
- ครูให้นักเรียนลองช่วยกันสรุปจากการสะบัดที่ปลายทั้งสองของสปริงอีกครั้ง
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการซ้อนทับกันของคลื่นว่า”เมื่อคลื่นสองคลื่นหรือมากกว่าสองคลื่นสามารถเคลื่อนที่ผ่านกันได้โดยไม่ขึ้นต่อกัน ที่ว่าคลื่นแต่ละคลื่นไม่ขึ้นต่อกันหมายความว่า การ กระจัดของคลื่นขณะที่กำลังผ่านกันจะเป็นผลรวมทางเวกเตอร์ของการกระจัดของคลื่นแต่ละคลื่น และเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าการซ้อนทับของคลื่น

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมิน (ใช้เวลา 18 นาที)

- ครูให้นักเรียนเขียนบันทึกมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไป และส่วนที่ไม่เข้าใจหรือข้อสงสัยในเอกสาร ผ.4-6
- ครูอ่านบันทึกของนักเรียนคนใดคนหนึ่งโดยไม่บอกชื่อแล้วเรียกนักเรียนคนใดคนหนึ่งให้ประเมินความเข้าใจของนักเรียนเจ้าของบันทึกในเอกสาร ผ. 5-6 และให้นักเรียนวิพากษ์วิจารณ์ และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ทำให้ครูได้ประเมินภาพรวมของนักเรียนทั้งห้อง
- ครูแจ้งผลการประเมินในเอกสาร ผ.5-6 แก่นักเรียนที่เป็นเจ้าของบันทึก

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน เอกสาร 4-6
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร ผ.6-6 (ใช้เวลา 15 นาที)

ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูถามนักเรียน “จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อคลื่น 2 ขบวนเคลื่อนที่มาพบกัน” ให้นักเรียนคิดโดยยังไม่ต้องแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจ (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนสะบัดสปริงขึ้นลงที่ปลายแต่ละด้านเพื่อให้เกิดคลื่น 2 ขบวนเคลื่อนที่มาพบกันโดยให้นักเรียนศึกษาอย่างอิสระพร้อมทั้งบันทึกการสังเกต

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนนำเสนอสิ่งที่ได้ค้นพบของตนต่อสมาชิกในกลุ่มโดยให้บันทึกการนำเสนอของสมาชิกด้วยในเอกสาร ว.1-6

ขั้นที่ 4 ขั้นการลงข้อสรุป (ใช้เวลา 32 นาที)

- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อลงข้อสรุปข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3
- ครูตั้งคำถามเพื่อขยายความคิด “ถ้าสะบัดสปริงแต่ละปลายด้วยความแรงไม่เท่ากัน ผลจะเป็นเช่นไร” โดยให้เวลานักเรียนคิดแต่ไม่ต้องแสดงความคิด
- ครูให้นักเรียนทดลองสะบัดสปริงใหม่เพื่อตอบปัญหาดังกล่าว
- ครูถามว่ากรณีของคลื่นผิวน้ำ 2 ขบวนเคลื่อนที่มาพบกันนักเรียนคิดว่าผลจะเป็นเช่นไร
- ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม 1.2 การซ้อนทับของคลื่นผิวน้ำในแบบเรียนของ สสวท.
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปภายในกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่ผ่านมาทั้งหมด พร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ว.2-6

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (ใช้เวลา 32 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาตั้งแต่ต้นจนได้ข้อสรุปว่ามีความถูกต้องเพียงใด มีความรู้ ความเข้าใจเพียงใดแล้วให้เขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในเอกสาร ว.3-6 แล้วส่งครูผู้สอน
- ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งที่ได้ศึกษาจนได้ข้อสรุป เพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้ประเมินและครูนำแบบประเมินที่แต่ละกลุ่มประเมินมาหาค่าเฉลี่ยตามเอกสาร ว.4-6 แล้วแจ้งให้กลุ่มที่นำเสนอทราบ

- ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยครูช่วยชี้แนะในกรณีที่ข้อสรุปไม่ชัดเจน
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการซ้อนทับของคลื่นผิวน้ำและใช้รูป 1.33 ในแบบเรียน สสวท. ประกอบการอธิบาย
- ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ตามเอกสาร ว.5-6

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน (เอกสาร ว.3-6)
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ (เอกสาร ว. 5-6) ใช้เวลา 15 นาที

กิจกรรมการเรียนรู้แบบ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 16 นาที)

- ครูตั้งคำถาม” เมื่อคลื่น 2 ขบวนเคลื่อนที่มาพบกันจะเกิดอะไรขึ้น”ให้นักเรียนคิด 1 นาที
- ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพื่่อตั้งสมมติฐาน 10 นาที
- ครูตั้งคำถาม “ถ้าจะตรวจสอบสมมติฐานจะอย่างไร”ให้นักเรียนคิดและแสดงความคิดเห็น 5 นาที

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูให้นักเรียนสะบัดปลายสปริงเพื่อให้เกิดคลื่น 2 ขบวนเคลื่อนที่มาพบกัน โดยครั้งแรก สะบัดไปทางเดียวกันพร้อมกัน ต่อจากนั้นสะบัดปลายสปริงในทิศที่ตรงกันข้ามแล้ว สังเกตผล
- ครูให้นักเรียนทำการทดลองการซ้อนทับในคลื่นน้ำกิจกรรมที่ 1.2 ตามหนังสือ แบบเรียน สสวท. ดังนี้
 1. ติดตั้งถาดคลื่นและ ใส่น้ำลงในถาดคลื่นให้ท่วมขอบถาดเอียงประมาณครึ่งหนึ่ง
 2. ใช้ปลายคินสอ 2 แท่งห่างกันประมาณ 6 เซนติเมตรแตะผิวน้ำพร้อม ๆ กัน 1 ครั้ง แล้วสังเกตภาพของคลื่นผิวน้ำบนแผ่นกระดาษขาวใต้ถาดคลื่น

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง (ใช้เวลา 49 นาที)

- ครูถามนักเรียน ”ในกรณีที่สะบัดสปริงคลื่นคลทั้งสองเคลื่อนที่ผ่าน อนุภาคมีการเคลื่อนที่อย่างไร”
- ครูถามนักเรียน ”หลังจากคลื่นเคลื่อนที่ผ่านกันไปแล้วผลจะเป็นเช่นไร”
- ครูถามนักเรียน ”กรณีคลื่นผิวน้ำเมื่อปลายคินสอทั้งสองแตะผิวน้ำจะเกิดคลื่นผิวน้ำแบบใด”
- ครูถามนักเรียน “เมื่อคลื่นผิวน้ำทั้งสองคลื่นซึ่งเกิดจากปลายคินสอแตะผิวน้ำภาพของคลื่นผิวน้ำบนแผ่นกระดาษขาวใต้ถาดคลื่นเป็นอย่างไรแล้วเปรียบเทียบกับ รูป 1.33 ของหนังสือแบบเรียนสสวท.”
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป “เมื่อคลื่นทั้งสองขบวนมาพบกันจะซ้อนทับกันและภาพที่สังเกตเห็นจะคล้ายกับ รูป 1.33
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับนักเรียนเกี่ยวกับการซ้อนทับของคลื่นผิวน้ำ
- ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยให้นักเรียนรวมคลื่นบนกระดาษกราฟ

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร สส.6 ใช้เวลา 15 นาที

แผนการสอนที่ 7 (จำนวน 2 คาบ)

เรื่อง การสะท้อนของคลื่น

สาระสำคัญ

การสะท้อนของคลื่นเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอันหนึ่งของคลื่น เมื่อคลื่นในเส้นเชือกเกิดการสะท้อนกลับเฟสจะเปลี่ยนไปเป็นตรงกันข้ามถ้าปลายที่เกิดการสะท้อนถูกตรึง และเฟสจะคงเดิมถ้าปลายสปริงที่เกิดการสะท้อนเคลื่อนที่อย่างอิสระ ในกรณีคลื่นผิวน้ำเมื่อเกิดการสะท้อนมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ

จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนมีความเข้าใจคุณสมบัติการสะท้อนของคลื่น

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบเฟสของคลื่นสะท้อนกับเฟสของคลื่นตกกระทบได้
2. บอกได้ว่ามุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

เนื้อหา

1. การสะท้อนของคลื่นในเส้นเชือกจากปลายที่ตรึงไว้
2. การสะท้อนของคลื่นในเส้นเชือกจากปลายอิสระ
3. การสะท้อนของคลื่นผิวน้ำและกฎการสะท้อน

อุปกรณ์ / สื่อการเรียนการสอน

1. สปริง 1 เส้น
2. เชือก 1 เส้น
3. ถาดคลื่น
4. วัตถุกั้นคลื่น
5. รูปภาพในหน้า 34 ของแบบเรียน สสวท. ที่ได้รับการขยายให้มีขนาดใหญ่

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวิธีการเรียนรู้กับสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูนำสปริงมาตรฐานปลายข้างหนึ่งไว้แล้วยืดออกให้มีความยาว 3 เมตรพร้อมกับถามนักเรียนว่า “ถ้าสะบัดปลายสปริงเกิดคลื่นเคลื่อนที่ไปจนถึงปลายอีกข้างหนึ่งต่อจากนั้นจะเกิดอะไรขึ้น” ให้นิเวลนักรเรียนคิด 1 นาที
- ครูใช้ด้ายยาว 2 เมตรผูกที่ปลายด้านหนึ่งของสปริงแล้วนำปลายเส้นด้ายอีกด้านหนึ่งผูกตรึงไว้ แล้วดึงปลายสปริงอีกด้านหนึ่งให้สปริงยืดออกประมาณ 3 เมตรแล้วถามนักเรียนว่า “ถ้าสะบัดปลายสปริงเกิดคลื่นเคลื่อนที่ไปจนถึงปลายอีกข้างหนึ่งต่อจากนั้นจะเกิดอะไรขึ้น”

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายปัญหา / ตั้งสมมติฐาน (ใช้เวลา 10 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดหาคำตอบ และร่วมกันอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งมีการบันทึกในเอกสาร ผ.1-7
- ครูให้ตัวแทนกลุ่มที่ 2 และ กลุ่มที่ 3 นำเสนอ แนวคิดหน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาที่มีข้างต้นจนได้เป็นสมมติฐานของห้องและเขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนนำสปริงมาตรฐานปลายข้างหนึ่งไว้แล้วยืดออกให้มีความยาว 3 เมตรพร้อมกับสะบัดปลายสปริงเพื่อให้เกิดคลื่นเคลื่อนที่ไปจนถึงปลายอีกข้างหนึ่งต่อจากนั้นให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนนำด้ายยาว 2 เมตรผูกที่ปลายด้านหนึ่งของสปริงแล้วนำปลายเส้นด้ายอีกด้านหนึ่งผูกตรึงไว้แล้วดึงปลายสปริงอีกด้านหนึ่งให้สปริงยืดออกประมาณ 3 เมตร พร้อมกับสะบัดปลายสปริงเพื่อให้เกิดคลื่นเคลื่อนที่ไปจนถึงปลายอีกข้างหนึ่งต่อจากนั้นให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลอย่างอิสระ

ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 15 นาที)

- ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมมาอธิบายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ผ.2-7

- ให้อัตลักษณ์ของนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งนำเสนอการค้นพบ และมโนทัศน์ที่ได้ต่อเพื่อนร่วมชั้น
- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแล้วเขียนผลการอภิปรายไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูถามว่า “ถ้ายืดสปริงให้มีความยาวต่างไปจากเดิมและสะบัดผลจะเป็นเช่นไร” ให้นิเวศนิกเรียนคิด 1 นาที
- ครูถามว่า “ถ้าสะบัดสปริงด้วยแรงที่แตกต่างกันผลจะเป็นเช่นไร” ให้นิเวศนิกเรียนคิด 1 นาที
- ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเพื่อตอบคำถามข้างต้นพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และลงสรุปมโนทัศน์ที่ได้กันภายในกลุ่มแล้วให้แต่ละกลุ่มบันทึกในเอกสาร ผ. 3-7
- ให้นักเรียนชาย 1 คนและนักเรียนหญิง 1 คนนำเสนอการค้นพบ และมโนทัศน์ที่ได้ต่อเพื่อนหน้าชั้นเรียน
- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเป็นมโนทัศน์ของนักเรียนแล้วเขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 6 ขั้นทบทวน/สรุป (ใช้เวลา 19 นาที)

- ครูนําสปรริงมาตรฐานปลายข้างหนึ่งไว้แล้วยืดออกให้มีความยาว 3 เมตรพร้อมกับสะบัดปลายสปริง 1 ครั้งเพื่อให้เกิดคลื่นเคลื่อนที่ไปจนถึงปลายสปริงอีกข้างหนึ่งพร้อมกับให้นักเรียนสังเกต
- ครูนําด้ายยาว 2 เมตรผูกที่ปลายด้านหนึ่งของสปริงแล้วนำปลายเส้นด้ายอีกด้านหนึ่งผูกตรึงไว้แล้วดึงปลายสปริงอีกด้านหนึ่งให้สปริงยืดออกประมาณ 3 เมตรพร้อมกับสะบัดปลายสปริงเพื่อให้เกิดคลื่นเคลื่อนที่ไปจนถึงปลายอีกข้างหนึ่งพร้อมกับให้นักเรียนสังเกต
- ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปผลการสะบัดสปริงโดยมีครูช่วยเสริมเพื่อให้ได้ข้อสรุปดังนี้ เมื่อปลายสปริงถูกตรึงคลื่นสะท้อนเฟสจะเปลี่ยนไปเป็นตรงกันข้าม แต่เมื่อปลายสปริงสั่นอย่าง
- ครูนําดาดคลื่นที่มีน้ำบรรจุอยู่แล้วสร้างคลื่นหน้าตรงพร้อมทั้งวางวัตถุกันคลื่นเพื่อให้เกิดการสะท้อนของคลื่นผิวน้ำพร้อมกับให้นักเรียนสังเกต

- ครูให้นักเรียนลากเส้นให้ตั้งฉากกับหน้าคลื่นตกกระทบและหน้าคลื่นสะท้อนและเส้นปกติพร้อมกับให้นักเรียนวัดมุมที่กระทำกับเส้นปกติ
- ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปโดยครูช่วยเสริมพร้อมทั้งแสดงการสะท้อนโดยใช้ภาพในหน้า 34 ของแบบเรียน สสวท. จนได้ข้อสรุปว่า เมื่อคลื่นผิวน้ำเกิดการสะท้อนมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมิน (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูให้นักเรียนเขียนความรู้ที่ได้เรียนรู้ไป ส่วนที่ไม่เข้าใจไม่มั่นใจ และมีความรู้ความเข้าใจเพียงใด ในเอกสาร ผ.4-7 เพื่อให้นักเรียนลองประเมินตัวเอง แล้วส่งครูผู้สอน
- ครูสุ่มบันทึกชื่อนักเรียนขึ้นมาอ่านโดยไม่บอกชื่อแล้วสุ่มนักเรียนชายหรือนักเรียนหญิง 1 คน เพื่อให้ทำการประเมินความเข้าใจของนักเรียนเจ้าของบันทึกในเอกสาร ผ. 5-7 และให้นักเรียนวิพากษ์วิจารณ์ และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ทำให้ครูได้ประเมินภาพรวมของนักเรียนทั้งห้อง
- ครูแจ้งผลการประเมินในเอกสาร ผ.5-7 แก่นักเรียนที่เป็นเจ้าของบันทึก

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน เอกสาร ผ.4-7
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร ผ. 6-7 (ใช้เวลา 15 นาที)

กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูให้นักเรียนถือปลายสปริงข้างหนึ่งไว้และครูถือปลายอีกข้างหนึ่งโดยทำให้สปริงยืดออกห่างกัน 1 เมตรผลและถามนักเรียนว่า “ถ้าสะบัดปลายสปริงจนเคลื่อนที่ไปถึงปลายสปริงอีกด้านหนึ่งผลจะเป็นเช่นไร” ให้นิเวลนักรเรียนคิดแต่ยังไม่ต้งแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจ (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนสะบัดปลายสปริง ที่ต้งให้ยืดออกโดยที่ให้ปลายด้านหนึ่งตรึงไว้กับที่พร้อมทั้งบันทึกการสังเกตอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนเอาเชือกผูกปลายสปริงแล้วต้งให้ยืดออก แล้วสะบัดที่ปลายอีกข้างหนึ่งพร้อมทั้งบันทึกการสังเกตอย่างอิสระ

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนได้เขียนความคิดเห็นของตนเองไว้ในสมุดของตนเองเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการนำเสนอต่อสมาชิกในกลุ่มเพราะได้ผ่านการคิดพิจารณามาแล้วระดับหนึ่งและเกิดความมั่นใจในการนำเสนอ
- ครูให้นักเรียนนำเสนอสิ่งที่ได้ค้นพบของตนต่อสมาชิกในกลุ่มโดยให้บันทึกการนำเสนอของสมาชิกด้วยในเอกสาร ว.1-7

ขั้นที่ 4 ขั้นการลงข้อสรุป (ใช้เวลา 32 นาที)

- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อลงข้อสรุปข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3
- ครูถามต่อว่า “ถ้ายืดสปริงให้มีความยาวต่างไปจากเดิมบ้างผลจะเป็นเช่นไร” แล้วให้นิเวลนักรเรียนคิดแต่ยังไม่ต้งแสดงความคิดเห็น
- ครูให้นักเรียนทดลองสะบัดปลายสปริงโดยที่ความยาวของสปริงที่ยืดออกต่างจากการสะบัดในครั้งแรก พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปภายในกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ว.2-7

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (ใช้เวลา 32 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาตั้งแต่ต้นจนได้ข้อสรุปว่ามีความถูกต้องเพียงใด มีความรู้ความเข้าใจเพียงใดแล้วให้เขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในเอกสาร ว.3-7 แล้วนำเสนอครูผู้สอน
- ให้ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่ 3 นำเสนอสิ่งที่ได้ศึกษาจนได้ข้อสรุปเพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่น ได้ประเมิน และครูนำแบบประเมินที่แต่ละกลุ่มประเมินมาหาค่าเฉลี่ยตามเอกสาร ว.4-7 แล้วแจ้งให้กลุ่มที่นำเสนอทราบ
- ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยครูช่วยชี้แนะในกรณีที่ข้อสรุปไม่ชัดเจน
- ครูให้ความรู้เรื่องการสะท้อนของคลื่น มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน รวมทั้งยกตัวอย่างการสะท้อนเมื่อตัวสะท้อนมีรูปร่างต่างๆโดยใช้ถาดคลื่นประกอบการอธิบาย
- ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ตามเอกสาร ว.5-7

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน (เอกสาร ว.3-7)
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ (เอกสาร ว.5-7) ใช้เวลา 15 นาที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูให้นักเรียนคนหนึ่งถือปลายด้านหนึ่งของสปริงไว้ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งครูเป็นถือพร้อมทั้งยืดสปริงออกให้มีความยาวประมาณ 3 เมตรและถามนักเรียนว่า “ถ้าเราตึงสปริงไว้ข้างหนึ่งแล้วสะบัดสปริงที่ปลายอีกด้านหนึ่งให้เกิดคลื่นเคลื่อนที่ไปจนถึงปลายที่ตรงต่อนั้นผลจะเป็นอย่างไร” ให้นักเรียนคิด 1 นาที
- ครูถามนักเรียนต่อ “ถ้าทำการทดลองเช่นเดิมเพียงแต่ทำให้ปลายที่เคยอยู่นิ่งเคลื่อนที่ไปมาได้อย่างอิสระแล้วผลจะเป็นเช่นไร” ให้นักเรียนคิด 1 นาที
- ครูให้นักเรียนอภิปรายและตั้งสมมติฐานใช้เวลา 5 นาที
- ครูบอกขั้นตอนการสะบัดสปริง โดยครั้งแรกให้ปลายเชือกด้านหนึ่งถูกตึงไว้แล้วให้นักเรียนสะบัดที่ปลายอีกด้านหนึ่งให้เกิดคลื่นเคลื่อนที่ไปจนถึงปลายที่ตรงตึงสังเกตและบันทึกผลที่ได้จากการสังเกตอย่างอิสระ ในครั้งที่ 2 ให้นักเรียนทำการทดลองคล้ายกับครั้งแรกคือสะบัดสปริงที่ปลายด้านหนึ่งให้เกิดคลื่นเคลื่อนที่ไปจนถึงปลายอีกข้างหนึ่งที่มีเชือกผูกไว้และสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระสังเกตและบันทึกผลได้อย่างอิสระ

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูให้นักเรียนตึงปลายสปริงไว้ข้างหนึ่งแล้วดึงให้ยาว 3 เมตรพร้อมทั้งสะบัดปลายอีกข้างหนึ่งแล้วให้สังเกตและบันทึกผลและใช้ด้ายผูกปลายสปริงด้านหนึ่งไว้โดยดึงให้ยาว 3 เมตรพร้อมทั้งสะบัดปลายอีกข้างหนึ่งสังเกตและบันทึกผล ใช้เวลา 10 นาที
- ครูให้นักเรียนใช้ด้ายผูกปลายสปริงด้านหนึ่งไว้โดยดึงให้ยาว 3 เมตรพร้อมทั้งสะบัดปลายอีกข้างหนึ่งสังเกตและบันทึกผล

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง (ใช้เวลา 45 นาที)

- ครูถามนักเรียน “จากการทำกิจกรรมสามารถตอบปัญหาที่มีได้แล้วหรือยัง” ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น
- ครูถามนักเรียน “เมื่อตึงปลายสปริงไว้ผลเป็นเช่นไรและเมื่อปล่อยให้ปลายอีกด้านสั้นอย่างอิสระ ผลจะเป็นเช่นไร” ให้นักเรียนร่วมกันนำเสนอสิ่งที่ได้จากสังเกต

- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า
 - 1) กรณีที่ปลายถูกตริ้งคลื่นสะท้อนจะมีเฟสตรงข้ามกับคลื่นตกกระทบ
 - 2) กรณีที่ปลายสั้นอย่างอิสระคลื่นสะท้อนจะมีเฟสตรงกับคลื่นตกกระทบใช้เวลา 10 นาที
- ครูให้ความรู้เรื่องการสะท้อนของคลื่น และใช้ถาดคลื่นเพื่อสร้างคลื่นน้ำและทำให้เกิดการสะท้อน เพื่อให้ได้ข้อสรุปมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนรวมทั้งยกตัวอย่างการสะท้อนเมื่อตัวสะท้อนมีรูปร่างต่าง ๆ กันใช้เวลา 20 นาที

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร สส. 7 ใช้เวลา 15 นาที

แผนการสอนที่ 8 (จำนวน 2 คาบ)

เรื่อง การหักเหของคลื่น

สาระสำคัญ

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งแล้วทำให้เกิดการหักเหของคลื่น โดยอัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบต่อไซน์ของมุมหักเหมีค่าคงที่

จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการหักเหของคลื่น

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกได้ว่าคลื่นมีการหักเหเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านบริเวณรอยต่อของตัวกลาง เช่น ระหว่างน้ำลึกกับน้ำตื้น
2. บอกได้ว่าอัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหมีค่าคงที่ และใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

เนื้อหา

1. การหักเหของคลื่นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านบริเวณรอยต่อของตัวกลาง
2. อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบต่อไซน์ของมุมหักเหเมื่อคลื่นเกิดการหักเห

อุปกรณ์ / สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดถาดคลื่น 1 ถาด
2. แผ่นกระจก 1 แผ่น
3. ไม้บรรทัด 1 อัน
4. ตารางค่าไซน์
5. เครื่องคิดเลข
6. รูป 1.39 ในแบบเรียนสสวท.ที่ได้รับการขยาย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูตั้งคำถาม “ถ้าให้คลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปสู่ตัวกลางอีกตัวกลางหนึ่งผลจะเป็นเช่นไร” ให้นักเรียนใช้เวลาคิด 1 นาที

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปราย/ตั้งสมมติฐาน (ใช้เวลา 10 นาที)

- ให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกความคิดเห็นในเอกสาร ผ.1-8
- ครูเรียกนักเรียน 3 คนให้นำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐาน แล้วเขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนสร้างคลื่นผิวน้ำหน้าตรงจากถาดคลื่นโดยใช้ไม้บรรทัดเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นและใส่กระจกใสในถาดคลื่นเพื่อทำให้น้ำตื้น โดยให้คลื่นเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกไปสู่บริเวณน้ำตื้นและให้น้ำคลื่นขนานกับรอยต่อของบริเวณน้ำลึกกับบริเวณน้ำตื้นและบันทึกอย่างอิสระ

ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกในเอกสารผ.2-8
- ให้ตัวแทนของกลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 5 นำเสนอข้อค้นพบและมโนทัศน์ที่ได้จากขั้นที่ 3 หน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยพิจารณาจากข้อเสนอที่ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอด้วยแล้วเขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูตั้งคำถาม “ถ้าให้คลื่นเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำตื้นไปสู่บริเวณน้ำลึกบ้างผลจะเป็นเช่นไร” ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นใช้เวลา 5 นาที

- ครูให้นักเรียนทดลองโดยทำให้เกิดคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่จากน้ำตื้นไปยังน้ำลึกทั้งกรณีที่ทำน้ำคลื่นขนานกับรอยต่อของตัวกลาง และกรณีที่ทำมุมกับรอยต่อของตัวกลางเป็นมุมต่าง ๆ และลากเส้นตั้งฉากกับแถบสว่างซึ่งแสดงหน้าคลื่นเพื่อวัดมุมตกกระทบและมุมหักเหแล้วให้นักเรียนหาอัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบต่อไซน์ของมุมหักเห
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปมโนทัศน์กันภายในกลุ่มโดยให้แต่ละกลุ่มบันทึกในเอกสาร ผ.3-8
- ครูสุ่มเรียกตัวแทนของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งให้นำเสนอข้อค้นพบและมโนทัศน์ที่ได้หน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเป็นมโนทัศน์ของนักเรียนและเขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 6 ขั้นบททวน/สรุป (ใช้เวลา 14 นาที)

- ครูถามนักเรียนว่า ” เรามีปัญหาก่อนการทดลองว่าอย่างไร ” แล้วเรียกให้นักเรียนตอบจนบอกได้ว่า “ ถ้าคลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งแล้วผลจะเป็นอย่างไร ”
- ครูสร้างคลื่นหน้าตรงให้เคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกไปสู่ตื้นและจากบริเวณน้ำตื้นไปสู่ตื้นแล้วให้นักเรียนสังเกต
- ครูสร้างคลื่นหน้าตรงอย่างต่อเนื่องให้เคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกไปน้ำตื้นแล้วลากเส้นตั้งฉากกับแถบสว่างซึ่งแสดงหน้าคลื่นได้ถาดคลื่น และเส้นตั้งฉากกับรอยต่อของตัวกลางครูให้นักเรียนวัดค่ามุม และหาค่าไซน์ของมุมตกกระทบต่อไซน์ของมุมหักเห
- ให้นักเรียนช่วยกันสรุปอีกครั้งโดยครูคอยชี้แนะเพิ่มเติม
- ครูให้ความรู้เพิ่มโดยนำรูป 1.39 ในหน้า 35 ของแบบเรียนสสวท. มาประกอบการอธิบายอัตราส่วนค่าไซน์ของมุมตกกระทบ และ ไซน์ของมุมหักเหพร้อมทั้งโจทย์ปัญหาในตัวอย่าง 1.4 ในแบบเรียน สสวท.

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมิน (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูให้นักเรียนเขียนความรู้ที่ได้เรียนรู้ไป ส่วนที่ไม่เข้าใจไม่มั่นใจ และมีความรู้ความเข้าใจเพียงใดในเอกสาร ผ.4-8 เพื่อให้นักเรียนลองประเมินตัวเอง แล้วส่งครูผู้สอน
- ครูเลือกบันทึกของนักเรียนขึ้นมาแล้วเขียนไว้ในกระดานดำโดยไม่บอกชื่อ นักเรียนเจ้าของบันทึกแล้ว ให้ตัวแทนนักเรียน 3 คนทำการประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเจ้าของบันทึกพร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยในเอกสาร ผ. 5-8 และให้นักเรียนวิพากษ์วิจารณ์ และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ทำให้ครูได้ประเมินภาพรวมของนักเรียนทั้งห้อง
- ครูแจ้งผลการประเมินในเอกสาร ผ.5-8 แก่นักเรียนที่เป็นเจ้าของบันทึก

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเอกสาร ผ.4-8
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร ผ. 6-8 (ใช้เวลา 15 นาที)

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนวัฏจักรการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูถามว่า “ถ้าคลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งผลจะเป็นเช่นไร”
ให้เวลานักเรียนคิดแต่ยังไม่ต้องแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจ (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูจัดถาดคลื่นและมีแผ่นกระจกแล้วให้นักเรียนศึกษาเองอย่างอิสระพร้อมทั้งบันทึกการสังเกต
- กรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้ครูให้นักเรียนวางแผ่นกระจกในถาดคลื่นแล้วสร้างคลื่นหน้าตรงให้เคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกไปสู่บริเวณน้ำตื้นแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงพร้อมทั้งบันทึกผลที่ได้จากสังเกตอย่างอิสระ

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนนำเสนอสิ่งที่ได้ค้นพบของตนต่อสมาชิกในกลุ่มโดยให้บันทึกการนำเสนอของสมาชิกด้วยในเอกสาร ว.1-8

ขั้นที่ 4 ขั้นการลงสรุป (ใช้เวลา 30 นาที)

- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อลงสรุปข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3
- ครูตั้งคำถามเพื่อขยายความคิดว่า “ถ้าให้เคลื่อนที่จากบริเวณน้ำตื้นไปสู่บริเวณลึกบ้างผลจะเป็นเช่นไร” ให้เวลานักเรียนคิดโดยที่ยังไม่ต้องแสดงความคิดเห็น
- ครูให้นักเรียนทำการทดลองโดยทำให้เกิดคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่จากน้ำตื้นไปยังน้ำลึกทั้งกรณีที่หน้าคลื่นขนานรอยต่อของตัวกลาง และทำมุมกับรอยต่อของตัวกลางแล้วลากเส้นตั้งฉากกับแถบสว่างซึ่งแสดงหน้าคลื่นเพื่อวัดมุมตกกระทบกับมุมสะท้อนและหาอัตราส่วนไซน์ของมุมตกกระทบต่อไซน์ของมุมหักเหสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปภายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมด พร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ว.2-8

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (ใช้เวลา 30 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาตั้งแต่ต้นจนได้ข้อสรุปว่ามีความถูกต้องเพียงใดมีความรู้ความเข้าใจเพียงใดแล้วให้เขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในเอกสาร ว.3-8 แล้วส่งครูผู้สอน
- ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งที่ได้ศึกษาและได้ข้อสรุป เพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้ประเมินและครูนำแบบประเมินที่แต่ละกลุ่มประเมินมาหาค่าเฉลี่ยตามเอกสาร ว.4-8 แล้วแจ้งให้กลุ่มที่นำเสนอ ทราบ
- ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยครูช่วยชี้แนะในกรณีที่ข้อสรุปไม่ชัดเจน
- ครูให้ความรู้ $\sin\theta_1/\sin\theta_2 = v_1/v_2$ พร้อมทั้งโจทย์ตัวอย่างการคำนวณ 1.4 ในแบบเรียนสสวท.
- ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ตามเอกสาร ว. 5-8

การประเมินผลการเรียน (ใช้เวลา 15 นาที)

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน (เอกสาร ว.3-8)
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ (เอกสาร ว.5-8)

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน รูปแบบ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 12 นาที)

- ครูตั้งคำถาม “ถ้าให้คลื่นเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีน้ำลึกแตกต่างกันผลจะเป็นเช่นไร” ให้นักเรียนคิด
- ครูให้นักเรียนอภิปรายและตั้งสมมติฐานใช้เวลา 5 นาที
- ครูให้นักเรียนลองออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
- กรณีที่นักเรียนไม่สามารถออกแบบการทดลองได้ ครูให้นักเรียนสร้างคลื่นหน้าตรง โดยให้คลื่นเคลื่อนที่ผ่านบริเวณน้ำลึกไปยังน้ำตื้นโดยให้หน้าคลื่น ทำมุมกับรอยต่อของบริเวณน้ำลึกกับน้ำตื้น พร้อมทั้งสังเกตและบันทึกผลอย่างอิสระ

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

- นักเรียนสร้างคลื่นหน้าตรงโดยให้คลื่นเคลื่อนที่ผ่านบริเวณน้ำลึกไปยังน้ำตื้นโดยให้หน้าคลื่น ทำมุมกับรอยต่อของบริเวณน้ำลึกกับน้ำตื้น สังเกตและบันทึกผลใช้เวลา 30 นาที

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง (ใช้เวลา 53 นาที)

- ครูถาม “จากการที่ได้ทำการทดลองไปแล้วนั้นสามารถตอบปัญหาได้อย่างไร” ให้นักเรียนคิด
- ครูทิ้งช่วงให้นักเรียนคิดแล้วเรียกถามเป็นรายคนเพื่อให้เห็นความคิดเห็นใช้เวลา 10 นาที
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการหักเหโดยใช้รูป 1.39 ในหนังสือแบบเรียนของ สสวท. ประกอบคำอธิบายจนได้ข้อสรุปว่า

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

ใช้เวลา 10 นาที

- ครูให้โจทย์ตัวอย่างการคำนวณตัวอย่าง 1.4 ในแบบเรียนของ สสวท. ใช้เวลา 10 นาที

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
2. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร สส.8 ใช้เวลา 15 นาที

แผนการสอนที่ 9 (จำนวน 2 คาบ)

เรื่อง การแทรกสอดของคลื่น

สาระสำคัญ

1. เมื่อมีคลื่นต่อเนื่องจากแหล่งกำเนิดคลื่นสองแหล่งเคลื่อนที่มาพบกันจะเกิดการซ้อนทับระหว่างคลื่นต่อเนื่องทั้งสอง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การแทรกสอดของคลื่น
2. กรณีที่สันคลื่นตรงกันหรือท้องคลื่นตรงกัน คลื่นลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะมีสันคลื่นสูงกว่าเดิมหรือท้องคลื่นลึกกว่าเดิม เรียกว่าการแทรกสอดแบบเสริม แต่ถ้าการแทรกสอดเกิดจากสันคลื่นซ้อนทับกับท้องคลื่น คลื่นลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะมีสันคลื่นต่ำกว่าเดิมหรือท้องคลื่นจะตื้นกว่าเดิม เรียกว่าการแทรกสอดแบบหักล้าง

จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการแทรกสอดของคลื่น

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนบอกความหมายของการแทรกสอดของคลื่น การแทรกสอดแบบเสริม การแทรกสอดแบบหักล้าง และแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ได้
2. นักเรียนอธิบายลักษณะของคลื่นนิ่ง บัพ ปฏิบัพ เส้นบัพ เส้นปฏิบัพได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างระหว่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์สองแหล่งไปยังจุดใด ๆ บนเส้นบัพหรือเส้นปฏิบัพกับความยาวคลื่นได้ และใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

เนื้อหา

1. การ แทรกสอดของคลื่น
2. การ แทรกสอดแบบเสริม
3. การ แทรกสอดแบบหักล้าง
4. การหาตำแหน่งบัพ ตำแหน่งปฏิบัพ แนวเส้นบัพ แนวเส้นปฏิบัพ

อุปกรณ์ / สื่อการเรียนการสอน

1. รูป 1.41 ,1.42 และ 1.43 ในแบบเรียน สสวท.
2. ชุดถาดคลื่นและแหล่งกำเนิดคลื่น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูนำว่า “เมื่อคลื่น 2 ขบวนเคลื่อนที่มาพบกันการกระจัดของคลื่นจะรวมกันแบบเวกเตอร์”
- ครูถามว่า “ถ้าคลื่นต่อเนื่อง 2 ขบวนเคลื่อนที่มาพบกันผลจะเป็นเช่นไร” ให้นักเรียนคิด 1 นาที

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายปัญหา/ ตั้งสมมติฐาน (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายในกลุ่มของตนพร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ผ.1-9
- ครูให้ตัวแทนกลุ่ม 2 กลุ่มนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานของห้องโดยเขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยใช้ถาดคลื่นให้มีแหล่งกำเนิดคลื่นเพื่อสร้างคลื่นผิวน้ำต่อเนื่องหน้าคลื่นวงกลมสองแหล่งในถาดคลื่นแล้วให้สังเกตแถบสว่างซึ่งแสดงหน้าคลื่นที่ปรากฏบนกระดาษได้ถาดคลื่น พร้อมทั้งบันทึกผลที่ได้จากการทดลองได้อย่างอิสระ

ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูให้นักเรียนอภิปรายการค้นพบภายในกลุ่มเพื่อเป็นข้อสรุปของกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกในเอกสารผ.2-9
- ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายหาข้อสรุปแล้วเขียนไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูถามว่า “ ถ้าทำการทดลองเหมือนครั้งแรกแต่ความถี่ของแหล่งกำเนิดคลื่นต่างไปจากครั้งแรกผลจะเป็นเช่นไร ”
- ครูให้นักเรียนทำการทดลองโดยทำให้แหล่งกำเนิดคลื่นมีความถี่ต่างไปจากการทดลองในครั้งก่อน

- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปมโนทัศน์กันภายในกลุ่มรวมทั้งมีการบันทึกในเอกสารผ.3-9
- ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดรวมทั้งสรุปมโนทัศน์หน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป

ขั้นที่ 6 ขัณฑ์บททวน/สรุป (ใช้เวลา 14 นาที)

- ครูพูดถึงประเด็นปัญหาที่มีตั้งแต่ต้นและทำการทดลอง และชี้ให้นักเรียนสังเกตตำแหน่งที่มีการซ้อนทับของคลื่น แล้วให้นักเรียนสรุป
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับคลื่นนิ่งว่าเป็นคลื่นใหม่ที่เกิดขึ้นปรากฏให้เห็นอยู่กับที่ตลอดเวลา และใช้รูปในหน้า 38 และหน้า 39 ที่ได้รับการขยายให้มีขนาดใหญ่ประกอบการอธิบายและการหาดำแหน่งบัพ และปฏิบัพ โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$S_1 P - S_2 P = n\lambda \quad \text{และ} \quad S_1 P - S_2 P = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

- ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมคลื่นนิ่งในเส้นเชือกหน้า 40 โดยนำเส้นเชือกผูกปลายด้านหนึ่งกับแผ่นเหล็กสปริงของเครื่องเคาะสัญญาณเวลาใช้มือดึงปลายเชือกด้านหนึ่งให้เส้นเชือกตึง
- ต่อวงจรของเครื่องเคาะสัญญาณเวลาแล้วให้นักเรียนสังเกตคลื่นที่เกิดขึ้นในเส้นเชือก
- ครูให้นักเรียนสรุปจากการทำกิจกรรมโดยมีครูเป็นผู้ที่คอยชี้แนะ

ขั้นที่ 7 ขัณฑ์การประเมิน (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูให้นักเรียนเขียนความรู้ที่ได้เรียนรู้ไป ส่วนที่ไม่เข้าใจไม่มั่นใจ และมีความรู้ความเข้าใจเพียงใดในเอกสาร ผ.4-9 เพื่อให้นักเรียนลองประเมินตัวเอง แล้วส่งครูผู้สอน
- ครูสุ่มบันทึกของนักเรียนขึ้นมาอ่านโดยไม่บอกชื่อ แล้วให้ตัวแทนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้ประเมิน โดยประเมินในเอกสาร ผ.5-9 และ ให้นักเรียนวิพากษ์วิจารณ์ และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ทำให้ครูได้ประเมินภาพรวมของนักเรียนทั้งห้อง
- ครูแจ้งผลการประเมินในเอกสาร ผ.5-9 แก่นักเรียนที่เป็นเจ้าของบันทึก

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเอกสาร ผ.4-9
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร ผ. 6-9 (ใช้เวลา 15 นาที)

กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูถาม “ถ้าคลืนต่อเนื่องจาก 2 แหล่งคลื่นที่มาพบกันผลจะเป็นเช่นไร” ให้นักเรียนคิดแต่ไม่ต้องแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจ (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูให้นักเรียนสร้างคลืนต่อเนื่องโดยใช้ถาดคลืนและแหล่งกำเนิดคลืนแหล่งเดียวแล้วให้นักเรียนสังเกต
- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างคลืนต่อเนื่องโดยใช้ถาดคลืนและแหล่งกำเนิดคลืน 2 แหล่งเพื่อให้มา พบกันแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงพร้อมทั้งบันทึกการสังเกตอย่างอิสระ

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนนำเสนอสิ่งที่ได้ค้นพบของตนต่อสมาชิกในกลุ่มโดยให้สมาชิกคนอื่นบันทึกการนำเสนอของสมาชิกด้วยในเอกสาร ว. 1-9

ขั้นที่ 4 ขั้นการลงข้อสรุป (ใช้เวลา 30 นาที)

- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อลงข้อสรุปข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 2 ขั้นที่ 3
- ครูถามว่า “ถ้าทกำเนิดต่างไปจากครั้งแรกผลจะเป็นเช่นไร” ให้นิเวศนักเรียนคิดแต่ไม่ต้องแสดงความคิดเห็น
- ครูให้นักเรียนทำการทดลองและสังเกตผลและร่วมกันอภิปรายกันภายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดพร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ว.2-9

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (ใช้เวลา 30 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาตั้งแต่ต้นจนได้ข้อสรุปว่ามีความถูกต้องเพียงใด มีความรู้ ความเข้าใจเพียงใดแล้วให้เขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในเอกสาร ว. 3-9 แล้วส่งครูผู้สอน
- ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งที่ได้ศึกษาและได้ข้อสรุป เพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้ประเมิน และครูนำแบบประเมินที่แต่ละกลุ่มประเมินมาหาค่าเฉลี่ยตามเอกสาร ว.4-9 แล้วแจ้งให้กลุ่มที่นำเสนอทราบ

- ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยครูช่วยชี้แนะในกรณีที่ข้อสรุปไม่ชัดเจน
- ครูให้ความรู้เรื่องคลื่นนิ่ง การพิจารณาดำแหน่งบัพและปฏิบัพ แนวบัพ แนวปฏิบัพโดยใช้สูตรคำนวณหาและใช้รูปในหน้า 38 และ 39 ในแบบเรียน สสวท. ประกอบการอธิบาย
- ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินการเรียนรู้ เอกสาร ว.5-9

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน (เอกสาร ว.3-9)
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ (เอกสาร ว.5-9) ใช้เวลา 15 นาที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นอภิปรายปัญหา (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูพุดนำ “เราทราบมาแล้วว่าเมื่อมีคลื่นคล 2 คลื่นมาพบกันจะเกิดการซ้อนทับกัน” ให้นเวล่านักเรียนคิดโดยอาศัยประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มา
- ครูถาม “ถ้ามีคลื่นต่อเนื่องจากแหล่งกำเนิด 2 แหล่งเคลื่อนที่มาพบกันผลจะเป็นเช่นไร” ให้นเวล่านักเรียนคิด
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ตั้งสมมติฐาน และวิธีทดสอบสมมติฐาน ใช้เวลา 5 นาที
- ครูให้นักเรียนออกแบบการทดลอง
- ครูให้นักเรียนใช้ถาดคลื่นแล้วสร้างคลื่นต่อเนื่อง 2 แหล่งให้เคลื่อนที่มาพบกัน สังเกตและบันทึกผล ใช้เวลา 10 นาที

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนใช้ถาดคลื่นแล้วสร้างคลื่นต่อเนื่อง 2 แหล่งให้เคลื่อนที่มาพบกัน สังเกตและบันทึกผล ใช้เวลา 10 นาที

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง (ใช้เวลา 65 นาที)

- ครูให้นักเรียนบอกผลที่ได้จากการทดลองใช้เวลา 5 นาที
- ครูถาม “จากปัญหาที่มึ่นักเรียนคิดว่าควรมีข้อสรุปว่าอย่างไร” ใช้เวลา 10 นาที
- ครูให้ความรู้่นักเรียนดังนี้
 - 1) การซ้อนทับของคลื่นจากแหล่งกำเนิดคลื่นต่อเนื่องเรียกว่าการแทรกสอดของคลื่น
 - 2) การแทรกสอดแบบเสริมจะเกิดขึ้นในกรณีที่สันคลื่นตรงกันหรือท้องคลื่นตรงกัน สันคลื่นหรือท้องคลื่นจะสูงขึ้น
 - 3) การแทรกสอดแบบหักล้างจะเกิดขึ้นในกรณีที่สันคลื่นตรงกับท้องคลื่น คลื่นลัพธ์จะลดลง
 - 4) แหล่งกำเนิดอาพันธ์ คือแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เท่ากันและเฟสตรงกัน
 - 5) คลื่นนิ่งคือคลื่นลัพธ์ที่เรามองเห็นว่าอยู่นิ่งกับที่โดยที่ตำแหน่งบัพและปฏิบัพคงที่และให้ทำกิจกรรมที่ 1.3 คลื่นนิ่งในเส้นเชือกและใช้รูปในหน้า 38 และ 39 ในแบบเรียน สสวท.เพื่อประกอบการอธิบายคลื่นนิ่ง
 - 6) ตำแหน่งปฏิบัพคำนวณได้จากสูตร $s_1p - s_2p = n\lambda$; $n=0, 1, 2, 3, \dots$
 - 7) ตำแหน่งบัพคำนวณได้จากสูตร $s_1p - s_2p = (n+1/2)\lambda$; $n=0, 1, 2, 3, \dots$

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร สส. 9 ใช้เวลา 15 นาที

แผนการสอนที่ 10 (จำนวน 2 คาบ)

เรื่อง การเลี้ยวเบนของคลื่น

สาระสำคัญ

1. การเลี้ยวเบน คือปรากฏการณ์ที่คลื่นอ้อมไปอยู่ด้านหลังของสิ่งกีดขวาง
2. หลักการของฮอยเกนส์กล่าวว่า “แต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดของคลื่นใหม่ที่ทำให้กำเนิดคลื่นซึ่งเคลื่อนที่ออกไปทุกทิศทางด้วยอัตราเท่ากับอัตราเร็วของคลื่นเดิมนั้น”

จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนมีความเข้าใจการเลี้ยวเบนของคลื่น

จุดประสงค์นำทาง

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของการเลี้ยวเบนของคลื่นได้
2. นักเรียนใช้หลักของฮอยเกนส์ไปอธิบายการเลี้ยวเบนของคลื่นที่ผ่านสิ่งกีดขวางที่มีรูปร่างต่าง ๆ ได้

เนื้อหา

1. การเลี้ยวเบนของคลื่น
2. การเลี้ยวเบนผ่านสิ่งกีดขวางที่มีรูปร่างต่าง ๆ
3. หลักของฮอยเกนส์

อุปกรณ์ / สื่อการเรียนการสอน

1. ถาดคลื่นที่มีน้ำอยู่ 1 ถาด
2. ไม้บรรทัด 1 อัน
3. แผ่นไม้ใช้กันคลื่น 3 ขนาด
4. สลิตเดี่ยวขนาด 0.2, 0.5 , 1.0 และ 2.0 เซนติเมตร

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นรู้ความสนใจ (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูนำถาดคลื่นที่น้ำอยู่พร้อมทั้งวางแผ่นไม้ในน้ำเพื่อกั้นหน้าคลื่นบางส่วนแล้วถามนักเรียนว่า “ถ้ามีสิ่งกีดขวางกั้นคลื่นเอาไว้บางส่วนนักเรียนคิดว่าผลจะเป็นเช่นไร”
ให้เวลาคิด 1 นาที

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายปัญหา/ตั้งสมมติฐาน (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกความคิดเห็นในเอกสารผ.1-10
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐานของห้องโดยให้ตัวแทนนักเรียนเขียนสมมติฐานไว้บนกระดานดำ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง (ใช้เวลา 9 นาที)

- ครูให้นักเรียนทำการทดลองโดยนำถาดคลื่นที่มีน้ำอยู่แล้วสร้างคลื่นหน้าตรง โดยมีวัตถุกั้นคลื่นไว้บางส่วน พร้อมทั้งบันทึกการค้นพบอย่างอิสระ

ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลจากขั้นที่ 3 และบันทึกความคิดเห็นในเอกสารผ.2-10
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุป

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายโน้ตสน์ (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูถามถ้าสิ่งกีดขวางนั้นมีรูปร่างและขนาดต่างไปจากเดิมผลจะเป็นเช่นไร
- ครูให้นักเรียนทำการทดลอง โดยเปลี่ยนความถี่คลื่น เปลี่ยนรูปร่างของสิ่งกีดขวาง และให้คลื่นผ่านช่องที่ขนาดแตกต่างกัน สังเกตและบันทึกผลอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปกันภายในกลุ่มโดยให้แต่ละกลุ่มได้มีการบันทึกในเอกสาร ผ.3-10
- ให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือข้อสรุป
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปแล้วเขียนผลที่เกิดบนกระดานดำ

ขั้นที่ 6 ขั้นทบทวน/สรุป (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูสร้างคลื่นผิวน้ำหน้าตรงแล้วใช้ แผ่นไม้กั้นหน้าคลื่นไว้บางส่วนแล้วให้นักเรียนสังเกต
- ครูสร้างคลื่นผิวน้ำหน้าตรงแล้วให้เคลื่อนที่ผ่านช่องที่มีขนาดแตกต่างกันแล้วให้นักเรียนสังเกต
- ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปโดยมีครูช่วยเสริมจนได้ข้อสรุปดังนี้
 1. ถ้ามีสิ่งมาถัดขวางกั้นการเคลื่อนที่ของคลื่นไว้เพียงบางส่วนจะพบว่าคลื่นบางส่วนแผ่ออกจากขอบของสิ่งกีดขวางไปด้านหลังของสิ่งกีดขวางนอกทิศทางเดิมนี้เรียกว่าการเลี้ยวเบน
 2. ถ้าคลื่นเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดแคบเรียกว่าสลิต การเลี้ยวเบนจะเกิดได้ดีถ้าความกว้างเท่ากับ หรือน้อยกว่าความยาวคลื่น
 3. ถ้าสิ่งกีดขวางมีสลิตสองช่องและช่องแคบมาก สลิตทั้งสองจะเป็นเสมือนแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลมจึงเกิดการแทรกสอดของคลื่นที่เกิดจากการเลี้ยว
 4. ในกรณีที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านสลิตที่มีความกว้างมากกว่าความยาวคลื่นพบว่าคลื่นที่เกิดจากการเลี้ยวเบนมีแนวับพเกิดขึ้น
- ครูให้ความรู้เรื่องหลักของฮอยล์เกนส์ที่กล่าวว่าทุก ๆ จุดบนหน้าคลื่นถือได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่ ซึ่งทำให้เกิดคลื่นวงกลมที่มีเฟสเดียวกัน

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมิน (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูให้นักเรียนเขียนความรู้ที่ได้เรียนรู้ไป ส่วนที่ไม่เข้าใจไม่มั่นใจ และมีความรู้ความเข้าใจเพียงใด ในเอกสาร ผ.4-10 เพื่อให้นักเรียนลองประเมินตัวเอง แล้วส่งครูผู้สอน
- ครูสุ่มบันทึกของนักเรียนขึ้นมาอ่านโดยไม่บอกชื่อแล้วให้ตัวแทนกลุ่ม 2 กลุ่มได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนเจ้าของบันทึกในเอกสาร ผ.5-10 และให้นักเรียนวิพากษ์วิจารณ์ และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ทำให้ครูได้ประเมินภาพรวมของนักเรียนทั้งห้อง
- ครูแจ้งผลการประเมินในเอกสาร ผ.5-10 แก่นักเรียนที่เป็นเจ้าของบันทึก

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเอกสาร ผ.4-10
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร ผ.6-10 (ใช้เวลา 20 นาที)

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 1 นาที)

- ครูนำถาดคลื่นที่มีน้ำอยู่พร้อมวางแผ่นไม้ในน้ำเพื่อกั้นหน้าคลื่นบางส่วนและถามนักเรียนว่า “ถ้ามีสิ่งกีดขวางกั้นคลื่นเอาไว้บางส่วนนักเรียนคิดว่าผลจะเป็นเช่นไร” ให้นักเรียนคิดแต่ยังไม่ต้องแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจ (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูให้นักเรียนทำการทดลองโดยนำถาดคลื่นที่มีน้ำอยู่แล้วสร้างคลื่นหน้าตรง โดยมีแผ่นไม้กั้นคลื่นไว้บางส่วน และ สลิตเดี่ยว
- เมื่อนักเรียนไม่สามารถเริ่มต้นได้ครูบอกให้นักเรียนเอาไม้บรรทัดทำให้เกิดคลื่นหน้าตรงผ่านแผ่นไม้กั้น ผ่านสลิตเดี่ยวพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลได้อย่างอิสระ

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (ใช้เวลา 15 นาที)

- ครูให้นักเรียนนำเสนอสิ่งที่ได้ค้นพบของตนต่อสมาชิกในกลุ่มโดยให้บันทึกการนำเสนอของสมาชิกด้วยในเอกสาร ว.1-10

ขั้นที่ 4 ขั้นการลงข้อสรุป (ใช้เวลา 24 นาที)

- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อลงข้อสรุปข้อมูลที่ได้ จากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 บันทึกใน ว. 1-10
- ครูตั้งคำถามเพื่อขยายความคิดว่า ” ถ้าคลื่นเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางที่มีรูปร่างต่าง และผ่านช่องที่มีขนาดต่าง ๆ ผลจะเป็นเช่นไรให้นักเรียนคิดแต่ยังไม่ต้องแสดงความคิด
- ครูถามว่า “ถ้าใช้ความถี่ต่างกันออกไปจากการทดลองในครั้งแรกผลจะเป็นเช่นไร”
- ครูให้นักเรียนทำการทดลองโดยมีการเปลี่ยนขนาดของช่อง และความถี่ ตามลำดับ พร้อมทั้งบันทึกการสังเกตอย่างอิสระ
- ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปภายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมด พร้อมทั้งบันทึกในเอกสาร ว.2-10

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (ใช้เวลา 20 นาที)

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาตั้งแต่ต้นจนได้ข้อสรุปว่ามีความถูกต้องเพียงใด มีความรู้ ความเข้าใจเพียงใดมีความรู้ความเข้าใจเพียงใดแล้วให้เขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในเอกสาร ว.3-10 แล้วส่งครูผู้สอน
- ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งที่ได้ศึกษาจนได้ข้อสรุป เพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้ ประเมินและครูนำแบบประเมินที่แต่ละกลุ่มประเมินมาหาค่าเฉลี่ยตามเอกสาร ว.4-10 แล้วแจ้งให้กลุ่มที่นำเสนอทราบ
- ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยครูช่วยชี้แนะในกรณีที่ข้อสรุปไม่ชัดเจน
- ครูให้ความรู้เรื่องหลักของฮอยเกนส์
- ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลเรียนรู้ตามเอกสาร ว.5-10

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูอ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน (เอกสาร ว.3-10)
3. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนรู้ (เอกสาร ว.5-10) ใช้เวลา 20 นาที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนรูปแบบ สวท.

ขั้นที่ 1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (ใช้เวลา 10 นาที)

- ครูนำภาควัตถุที่มีน้ำอยู่พร้อมทั้งวางดินน้ำมันในน้ำเพื่อเตรียมกันน้ำคลื่นไว้บางส่วนพร้อมกับถามนักเรียนว่า “ถ้ามีสิ่งกีดขวางกันคลื่นเอาไว้บางส่วนนักเรียนคิดว่าผลจะเป็นเช่นไร” ให้นักเรียนคิดสักครู
- ครูให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และการทดสอบสมมติฐาน
- กรณีที่นักเรียนไม่สามารถเริ่มต้นได้ครูบอกนักเรียนให้สร้างคลื่นหน้าตรงแล้วให้เคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวาง โดยมีวัตถุกันคลื่นไว้บางส่วนพร้อมทั้งบันทึกผลการสังเกต

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการทดลอง (ใช้เวลา 20 นาที)

- นักเรียนทดลองสร้างคลื่นหน้าตรงแล้วให้เคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวาง โดยมีวัตถุกันคลื่นไว้บางส่วนพร้อมทั้งบันทึกผลการสังเกต
- ครูให้นักเรียนทำเป็นช่องให้คลื่นเคลื่อนที่ผ่านโดยมีขนาดของช่องเป็น 0.2 ,0.5 ,1.0 และ 2.0 เซนติเมตร และ ให้ผ่านช่องคู่สังเกตและบันทึกผล

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายหลังการทดลอง (ใช้เวลา 50 นาที)

- ครูถามนักเรียน “จากการทดลองที่ผ่านมามีปัญหาของเราได้อย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันนำเสนอสิ่งที่ได้จากการสังเกต
- กรณีที่นักเรียนยังตอบไม่ได้ครูถามต่อ “จากการทดลองนักเรียนได้ความรู้อะไรบ้าง” ให้นักเรียนร่วมกันนำเสนอสิ่งที่ได้จากการสังเกต
- ครูให้ความรู้แก่นักเรียนดังนี้
 - 1) การที่มีคลื่นปรากฏทางด้านหลังสิ่งกีดขวาง ในบริเวณนอกทิศทางเดิมของคลื่น เช่นนี้ เรียกว่าการเลี้ยวเบน
 - 2) เมื่อคลื่นผ่านช่องเปิด(สลิต) การเลี้ยวเบนจะเกิดมากถ้าสลิตมีความกว้างเท่ากับหรือน้อยกว่าความยาวคลื่น คลื่นจะแผ่ออกเป็นวงกลมแสดงการสาดิจโดยใช้ชุดภาควัตถุที่มีการปรับความถี่ วัดขนาดของช่อง วัดระยะหน้าคลื่น
 - 3) ถ้าสิ่งกีดขวางมีช่องเปิด 2 ช่องโดยแต่ละช่องแคบมาก ช่องทั้งสองจะเป็นเสมือนแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลมจึงเกิดการแทรกสอดของคลื่นทั้งสอง นับได้ว่าเป็นการแทรกสอดที่เกิดจากการเลี้ยวเบน

- 4) ครูให้ความรู้เรื่องหลักของฮอยเกนส์ซึ่งกล่าวว่าแต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถถือได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่ที่ให้กำเนิดคลื่น ซึ่งคลื่นที่ออกไปทุกทิศทุกทางด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วของคลื่นเดิม
- 5) ในกรณีที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านช่องที่มีความกว้างมากกว่าความยาวคลื่นพบว่าคลื่นที่เกิดจากการเลี้ยวเบนมีแนวบัพเกิดขึ้นซึ่งอธิบายโดยใช้หลักของฮอยเกนส์และการซ้อนทับของคลื่น
- 6) การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นพร้อมกัน การแทรกสอดเกิดขึ้นโดยไม่ ต้องมีการเลี้ยวเบน แต่ในการเลี้ยวเบนจะมีการแทรกสอดเกิดขึ้นเสมอ
- 7) การเลี้ยวเบนของคลื่นเมื่อผ่านช่องเดี่ยวที่แคบกว่าความยาวคลื่นจะไม่มีแนวบัพเกิดขึ้น

การประเมินผลการเรียน

1. ครูสังเกตจากการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ครูทดสอบด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในเอกสาร สส. 10 ใช้เวลา 20 นาที

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่องการเคลื่อนที่
แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยมี 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ
2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในแบบทดสอบแต่ละข้อ
แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
3. ใช้เวลา 100 นาที

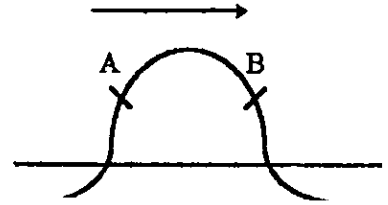
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่องการเคลื่อนที่
แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. การยืดหดของสปริงก่อให้เกิดแรงคืนกลับ ข้อใดคือแรงคืนกลับ
 - ก. แรงที่สปริงจะดึงตัวเองกลับเมื่อสปริงถูกทำให้ยืดออก
 - ข. แรงภายนอกที่กระทำต่อสปริงเพื่อดึงสปริงกลับ
 - ค. องค์ประกอบของแรงภายนอกที่ดึงสปริงกลับ
 - ง. ผลรวมของแรงทั้งหมดที่กระทำต่อสปริงเพื่อดึงสปริงกลับ
2. การเคลื่อนที่แบบเส้นคือข้อใด
 - ก. การเคลื่อนที่กลับมาซ้ำทางเดิมเมื่อเคลื่อนที่ครบรอบ โดยเวียนตามเข็มนาฬิกา รอบแนวสมมูล
 - ข. การเคลื่อนที่กลับมาซ้ำทางเดิมเมื่อเคลื่อนที่ครบรอบ โดยเวียนทวนเข็มนาฬิกา รอบแนวสมมูล
 - ค. การเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิม โดยผ่านตำแหน่งสมมูล
 - ง. การเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งสมมูลเพียงครั้งเดียว
3. แอมพลิจูดคือข้อใด
 - ก. การกระจัด ณ ตำแหน่งต่างๆจากตำแหน่งสมมูลของวัตถุที่มีการสั่น
 - ข. การกระจัด ณ เวลาต่างๆจากตำแหน่งสมมูลของวัตถุที่มีการสั่น
 - ค. การกระจัดที่มีค่ามากที่สุดจากตำแหน่งสมมูลของวัตถุที่มีการสั่น
 - ง. การกระจัดที่มีค่าน้อยที่สุดจากตำแหน่งสมมูลของวัตถุที่มีการสั่น
4. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายคือข้อใด
 - ก. การเคลื่อนที่ที่มีความเร็วแปรผันตรงกับขนาดของการกระจัดแต่ทิศทางตรงข้าม
 - ข. การเคลื่อนที่ที่มีความเร็วแปรผกผันกับขนาดของการกระจัดแต่ทิศทางเดียวกัน
 - ค. การเคลื่อนที่ที่มีความเร่งแปรผันตรงกับขนาดของการกระจัดแต่ทิศทางตรงข้าม
 - ง. การเคลื่อนที่ที่มีความเร่งแปรผกผันกับขนาดของการกระจัดแต่ทิศทางเดียวกัน
5. เฟสคืออะไร
 - ก. เป็นค่าที่ใช้บอกตำแหน่งขณะหนึ่งของสิ่งที่เคลื่อนที่ในลักษณะเป็นรอบ
 - ข. เป็นค่าที่ใช้บอกการกระจัดที่เกิดขึ้นทั้งหมดในช่วงเวลา 1 รอบการเคลื่อนที่
 - ค. เป็นค่าที่ใช้บอกความเร็วขณะหนึ่งของสิ่งที่เคลื่อนที่ในลักษณะเป็นรอบ
 - ง. เป็นค่าที่ใช้บอกความเร่งขณะหนึ่งของสิ่งที่เคลื่อนที่ในลักษณะเป็นรอบ

6. ลวดสปริงอันหนึ่งวางอยู่บนพื้นเกลี้ยงปลายด้านหนึ่งยึดกับผนัง ปลายที่เหลือนี้นี้นมีมวล 1.0 กิโลกรัมติดไว้ ออกแรง 5 นิวตัน ดึงสปริงทำให้ลวดสปริงยืดออกได้ 0.2 เมตร เมื่อปล่อยมือ มวลจะเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายด้วยความถี่เท่าไร
- 0.8 รอบ / วินาที
 - 1.0 รอบ / วินาที
 - 1.3 รอบ / วินาที
 - 2.5 รอบ / วินาที
7. ข้อใดต่อไปนี้เป็นความหมายของคลื่นกล
- คลื่นที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นกระจายออกเฉพาะในแนวตั้ง
 - คลื่นที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นกระจายออกเฉพาะในแนวราบ
 - คลื่นที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
 - คลื่นที่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
8. คลื่นในข้อใดต่อไปนี้เป็นคลื่นตามขวาง
- คลื่นที่ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นตั้งฉากกับทิศการสั่นของอนุภาค
 - คลื่นที่ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นขนานกับทิศการสั่นของอนุภาค
 - คลื่นที่ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นตรงข้ามกับทิศการสั่นของอนุภาค
 - คลื่นที่ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นทิศเดียวกับทิศการสั่นของอนุภาค
9. คลื่นเส้นเชือกเคลื่อนที่โดยมีความถี่เท่ากับ 0.05 วินาทีและมีระยะห่างระหว่างสันคลื่นกับท้องคลื่นที่อยู่ติดกันเท่ากับ 6 เซนติเมตร จงหาอัตราเร็วคลื่น
- 0.30 เมตร/วินาที
 - 0.60 เมตร/วินาที
 - 1.20 เมตร/วินาที
 - 2.40 เมตร/วินาที
10. คลื่นคลคือคลื่นตามข้อใด
- คลื่นที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ
 - คลื่นที่ตัวกลางถูกรบกวนเพียง 1 ครั้ง
 - คลื่นที่ตัวกลางถูกรบกวนหลายครั้งติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง
 - คลื่นที่ถูกทำให้มีความยาวคลื่นน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

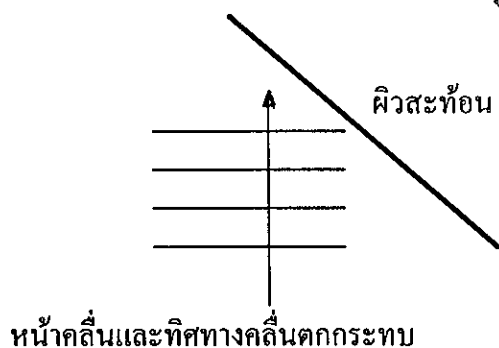
11. คลื่นคลในเส้นเชือกกำลังเคลื่อนที่จากซ้ายไปขวา A และ B เป็นจุดสองจุดบนเส้นเชือกเมื่อเวลาหนึ่งรูปร่างของเส้นเชือกเป็นดังรูป ถ้าเวลาผ่านไปสักเล็กน้อย จุด A และ B จะเคลื่อนที่อย่างไร



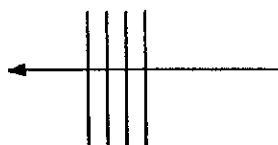
- ก. ทั้ง A และ B เคลื่อนที่ไปทางขวามือ
ข. A ต่ำกว่าเดิม B สูงกว่าเดิม
ค. A สูงกว่าเดิม B ต่ำกว่าเดิม
ง. ทั้ง A และ B อยู่เดิม
12. เด็กคนหนึ่งนั่งอยู่ที่ขอบสระน้ำแล้วใช้ไม้กระทุ้งผิวน้ำเป็นจังหวะสม่ำเสมอ 2 ครั้ง/วินาที จะปรากฏคลื่นแผ่กระจายออกไปโดยรอบ ถ้าคลื่นลูกแรกเคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง 10 เมตร ในเวลา 8 วินาที จงหาความยาวคลื่นผิวน้ำนี้
- ก. 0.625 เมตร
ข. 1.250 เมตร
ค. 4.000 เมตร
ง. 5.000 เมตร
13. คลื่นขบวนหนึ่งเคลื่อนที่ไปตามผิวน้ำ ทำให้ผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลงจากระดับเดิม 400 รอบใน เวลา 1 นาที ถ้าระยะห่างระหว่างสันคลื่นที่อยู่ติดกันเท่ากับ 40 เซนติเมตร จงหาอัตราเร็ว ของคลื่นผิวน้ำ
- ก. 0.68 เมตร/วินาที
ข. 1.50 เมตร/วินาที
ค. 2.66 เมตร/วินาที
ง. 10.00 เมตร/วินาที
14. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 4 เมตร/วินาที โดยระยะห่างระหว่างสันคลื่นที่อยู่ติดกันเท่า กับ 8 เมตร จงหาว่าคลื่นผิวน้ำที่จะเคลื่อนที่ผ่านจุด ๆ หนึ่งนาทีละกี่ลูกคลื่น
- ก. 0.5 ลูก
ข. 2.0 ลูก
ค. 30 ลูก
ง. 40 ลูก
15. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ตามกันโดยมีระยะห่างระหว่างสันคลื่นกับท้องคลื่นที่อยู่ติดกันเท่ากับ 10 เซนติเมตร สันคลื่นสองสันที่ติดกันจะเคลื่อนที่ผ่านจุดหนึ่งด้วยเวลาต่างกัน 5 วินาที จงหา อัตราเร็วของคลื่นผิวน้ำ
- ก. 1 เซนติเมตร/วินาที
ข. 2. เซนติเมตร/วินาที
ค. 3 เซนติเมตร/วินาที
ง. 4 เซนติเมตร/วินาที

16. ในการทดลองคลื่นผิวน้ำโดยให้มอเตอร์หมุนด้วยความถี่ 15 เฮิร์ตซ์ พบว่าสันคลื่นที่ 2 และสันคลื่นที่ 5 อยู่ห่างกัน 20 เซนติเมตร จงหาอัตราเร็วคลื่นผิวน้ำ
- 12.5 เซนติเมตร/วินาที
 - 25.0 เซนติเมตร/วินาที
 - 50.0 เซนติเมตร/วินาที
 - 100.0 เซนติเมตร/วินาที
17. คลื่นน้ำมีอัตราเร็ว 4 เซนติเมตร/วินาที ถ้าสันคลื่นที่ 3 อยู่ห่างจากสันคลื่นที่ 7 เป็นระยะ 40 เซนติเมตร จงหาว่าคลื่นผิวน้ำจะเคลื่อนที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งบนน้ำทีละกี่ลูกคลื่น
- 10 ลูกคลื่น
 - 24 ลูกคลื่น
 - 32 ลูกคลื่น
 - 40 ลูกคลื่น
18. ข้อใดคือความหมายของการซ้อนทับของคลื่น
- คลื่น 2 คลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วเกิดการรวมกันให้คลื่นใหม่ที่มีลักษณะต่างจากเดิม
 - คลื่น 2 คลื่นเคลื่อนที่มาพบกันจะซ้อนกันลักษณะขนมชั้น
 - คลื่น 2 คลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วการกระจัดมีค่าเป็นศูนย์เสมอ
 - คลื่น 2 คลื่นเคลื่อนที่มาพบกันแล้วการกระจัดที่ตำแหน่งต่างๆจะเหมือนเดิม
19. การสะท้อนของคลื่นหมายความว่าอย่างไร
- คลื่นเคลื่อนที่ไปได้ระยะหนึ่งแล้วทิศของคลื่นเปลี่ยนไป
 - คลื่นเคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางแล้วเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่
 - คลื่นเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางและเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่ง
 - คลื่นเคลื่อนที่เปลี่ยนทิศเพื่ออ้อมสิ่งกีดขวางเข้าไปในอีกตัวกลางหนึ่ง
- ข้อชี้แจง** พิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 20
- 1) คลื่นตกกระทบ เส้นแนวฉาก คลื่นสะท้อน อยู่บนระนาบเดียวกัน
 - 2) มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
 - 3) คลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนมีความถี่เท่ากัน
20. ข้อใดครอบคลุมกฎการสะท้อนของคลื่น
- ข้อ 1 และ 2
 - ข้อ 1 และ 3
 - ข้อ 2 และ 3
 - ข้อ 1 , 2 และ 3

21. ถ้าแหล่งกำเนิดคลื่นเป็นจุดเล็ก ๆ อยู่ที่จุดโฟกัสของแผ่นสะท้อนพาราโบลา ข้อใดกล่าวถูกต้อง
- คลื่นตกกระทบจะเป็นคลื่นวงกลมและคลื่นสะท้อนจะเป็นคลื่นหน้าตรง
 - คลื่นตกกระทบจะเป็นคลื่นวงกลมและคลื่นสะท้อนจะเป็นคลื่นวงกลม
 - คลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนเป็นคลื่นหน้าตรง
 - คลื่นตกกระทบเป็นคลื่นหน้าตรง และคลื่นสะท้อนเป็นคลื่นวงกลม
22. ถ้าคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่ขนานกับแกนพาราโบลาแล้วตกกระทบแผ่นสะท้อนพาราโบลานั้น คลื่นสะท้อนจะมีลักษณะตามข้อใด
- เป็นคลื่นวงกลมเคลื่อนที่เข้าหาจุดโฟกัสของพาราโบลา
 - เป็นคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่เข้าหาจุดโฟกัสของพาราโบลา
 - เป็นคลื่นวงกลมเคลื่อนที่ขนานกับแกนของพาราโบลา
 - เป็นคลื่นหน้าตรงที่ขนานกับแกนพาราโบลา
23. เมื่อคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่กระทบสิ่งกีดขวาง ดังรูป คลื่นสะท้อนจะเคลื่อนที่ตามรูปใด



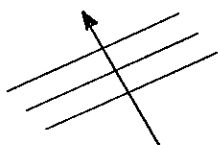
ก.



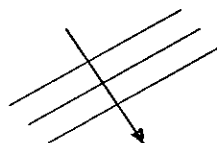
ข.



ค.



ง.



24. การหักเหของคลื่นหมายถึงอะไร

- ก.ปรากฏการณ์ที่คลื่นเปลี่ยนความถี่เมื่อเคลื่อนผ่านตัวกลางที่ต่างกัน
- ข.การเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วคลื่นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่ต่างกัน
- ค.การเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของคลื่นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่ต่างกัน
- ง.การเปลี่ยนแปลงเฟสของคลื่นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่ต่างกัน

คำชี้แจง พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 25

- 1) ถ้าคลื่นตกกระทบตั้งฉากกับรอยต่อระหว่างตัวกลางคลื่นหักเหจะเปลี่ยนเฉพาะความยาวคลื่น แต่ไม่เปลี่ยนทิศทาง
- 2) ถ้าคลื่นตกกระทบไม่ตั้งฉากกับรอยต่อระหว่างตัวกลาง คลื่นหักเหต้องเปลี่ยนความยาวคลื่น จากเดิมพร้อมกับเปลี่ยนทิศทางด้วย
- 3) การหักเหเกิดขึ้นได้ เมื่อคลื่นมีความถี่เพิ่มขึ้น

25. คำกล่าวข้อใดถูกต้อง

- ก. ข้อ 1
- ข. ข้อ 2
- ค. ข้อ 1 และ 2
- ง. ข้อ 1, 2 และ 3

26. เมื่อคลื่นมีการหักเหอัตราส่วนระหว่าง ไซน์ ของมุมตกกระทบกับ ไซน์ ของมุมหักเหเป็นอย่างไร

- ก. มีค่าน้อยกว่าอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห
- ข. มีค่ามากกว่าอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห
- ค. มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห
- ง. มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างความถี่คลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับความถี่ในตัวกลางที่คลื่นหักเห

27. เมื่อคลื่นผิวน้ำเดินทางจากน้ำลึกไปยังน้ำตื้นพบว่าความยาวคลื่นลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเดิม จงหาว่าอัตราเร็วคลื่นในบริเวณน้ำลึกเป็นกี่เท่าของอัตราเร็วคลื่นในบริเวณน้ำตื้น
- 4 เท่า
 - 2 เท่า
 - 1 เท่า
 - $1/2$ เท่า
28. คลื่นผิวน้ำมีความถี่ 10 เฮิรตซ์มีอัตราเร็ว 4 เมตร/วินาทีในบริเวณน้ำลึกเมื่อคลื่นผิวน้ำเดินทางเข้าสู่รอยต่อระหว่างบริเวณน้ำลึกกับบริเวณน้ำตื้นโดยหน้าคลื่นทำมุม 60 องศากับผิวรอยต่อและพบว่าใน บริเวณน้ำตื้นคลื่นจะมีความยาวคลื่นเป็น 0.2 เมตร จงหาค่าไซน์ของมุมหักเห
- 0.75
 - 0.50
 - 0.43
 - 0.25
29. การแทรกสอดของคลื่นคืออะไร
- การซ้อนทับของคลื่นต่อเนื่องจากสองแหล่งที่เคลื่อนที่มาพบกัน
 - การกล่าวถึงคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านกันไปแล้ว
 - เป็นวิธีการกำหนดขนาดของแอมพลิจูด
 - เป็นวิธีการคำนวณหาเฟสของคลื่น
30. แหล่งกำเนิดอาพันธ์หมายถึงอะไร
- แหล่งกำเนิดคลื่นที่ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดมีค่าคงที่
 - แหล่งกำเนิดคลื่นสองแหล่งที่มีความถี่เท่ากันความยาวคลื่นเท่ากันและเฟสตรงกัน
 - แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วที่มีค่าคงที่
 - แหล่งกำเนิดคลื่นสองแหล่งที่อัตราการเพิ่มความถี่เท่ากับอัตราการลดความถี่
31. บัพหมายถึงอะไร
- ตำแหน่งที่สันคลื่นรวมกับสันคลื่น
 - ตำแหน่งที่มีเฟส 90 องศาของคลื่นแหล่งหนึ่งรวมกับเฟส 90 องศาของคลื่นอีกแหล่งหนึ่ง
 - ตำแหน่งที่การกระจัดมีค่ามากที่สุด
 - ตำแหน่งที่การกระจัดมีค่าเป็นศูนย์

32. เส้นปฏิบัติคืออะไร

- ก. เส้นที่ลากเชื่อมต่อปฏิบัติที่อยู่ติดกันไป
- ข. เส้นที่ลากผ่านตำแหน่งปฏิบัติที่มีเฟส 45 องศา
- ค. เส้นที่ลากเชื่อมต่อจุดปฏิบัติ ที่มีเฟสต่างกัน 90 องศา
- ง. เส้นที่ลากเชื่อมต่อระหว่างแหล่งกำเนิดคลื่นที่ทำให้เกิดปฏิบัติ

33. คลื่นนิ่งหมายถึงอะไร

- ก. คลื่นที่อนุภาคของตัวกลางอยู่นิ่งกับที่
- ข. คลื่นที่หยุดการถ่ายทอดพลังงาน
- ค. คลื่นที่เกิดการแทรกสอดให้ตำแหน่งบัพและปฏิบัพคงที่
- ง. คลื่นที่ไม่ได้เกิดการแทรกสอดกัน

34. ข้อใดต่อไปนี้เป็นกล่าวถูกต้อง

- ก. ตำแหน่งที่สันคลื่นพบท้องคลื่น ณ ตำแหน่งนั้นจะเกิดการแทรกสอดแบบหักล้าง
- ข. การแทรกสอดจะเกิดขึ้นได้ต้องมีความถี่เท่ากัน
- ค. การแทรกสอดจะเกิดได้เฉพาะตำแหน่งที่เป็นสันคลื่นหรือท้องคลื่น
- ง. การแทรกสอดจะเกิดขึ้นได้ คลื่นทั้งสองต้องมีความยาวคลื่นเท่ากัน

35. S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์บนผิวน้ำ โดยคลื่นมีความถี่ 10 เฮิรตซ์ และมีอัตราเร็ว 2 เมตร/วินาที ถ้า P เป็นจุดที่อยู่บนแนวปฏิบัติที่ 2 จงหา $S_1P - S_2P$

- ก. 0.1 เมตร
- ข. 0.2 เมตร
- ค. 0.3 เมตร
- ง. 0.4 เมตร

36. ถ้า S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นบนผิวน้ำที่มีความถี่เท่ากันและมีเฟสตรงกันโดยมีความถี่ 5 เฮิรตซ์ และมีอัตราเร็ว 20 เซนติเมตร/วินาที ถ้า P เป็นจุดใด ๆ อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดทั้งสองเป็นระยะห่าง 10 และ 2 เซนติเมตร ตามลำดับ จงหาว่าจุด P อยู่บนแนวบัพหรือปฏิบัติที่เท่าไร

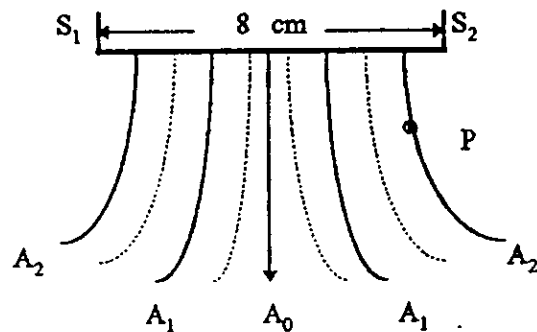
- ก. บัพที่ 1
- ข. บัพที่ 2
- ค. ปฏิบัติที่ 1
- ง. ปฏิบัติที่ 2

37. S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์บนผิวน้ำกระจายคลื่นด้วยความถี่ 10 เฮิรตซ์ โดยอยู่ห่างกัน 4 เซนติเมตร และมีอัตราเร็ว 40 เซนติเมตร/วินาที จงหาจำนวนแนวปฏิบัติที่เกิดขึ้นทั้งหมด

ก. 1 แนว
ข. 3 แนว
ค. 5 แนว
ง. 7 แนว

38. จากรูป S_1 และ S_2 เป็นแหล่งคลื่นอาพันธ์ ถ้า P เป็นจุดที่อยู่ห่างไกลมาก ๆ ให้ S_1 และ S_2 ห่างกัน 8 เซนติเมตร และความยาวคลื่น 2 เซนติเมตร จงหามุมเบี่ยงเบนของจุด P

ก. 30 องศา
ข. 45 องศา
ค. 53 องศา
ง. 60 องศา

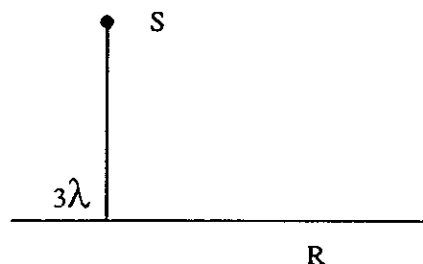


39. S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นผิวน้ำ โดยมีความถี่เท่ากัน และเฟสตรงกัน อยู่ห่างกัน 8 เซนติเมตร และถ้าความยาวคลื่นเท่ากับ 4 เซนติเมตร จงหาว่าจะเกิดจุดบัพที่จุดบนแนวเส้นตรง S_1 และ S_2

ก. 2 จุด
ข. 4 จุด
ค. 6 จุด
ง. 8 จุด

40. จุดกำเนิดคลื่น S ในถาดคลื่นกระจายคลื่นอย่างต่อเนื่องด้วยความถี่ค่าหนึ่ง โดยมีวัตถุขอบตรง R กั้นสะท้อนที่ระยะห่างจาก $S = 3$ เท่าของความยาวคลื่น จงหาว่าจะเกิดแนวบัพกี่แนวระหว่าง S และ R

ก. 3 แนว
ข. 4 แนว
ค. 5 แนว
ง. 6 แนว



41. ถ้า S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์มีความถี่ 6 เฮิรตซ์กระจายคลื่นผิวน้ำด้วยอัตราเร็ว 24 เซนติเมตร/วินาที พบว่าบนแนวเส้นตรง S_1 และ S_2 จะเกิดจุดบัพทั้งหมด 4 จุด จงหาระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดทั้งสอง

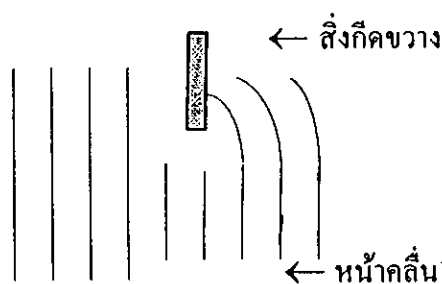
- ก. 4 เซนติเมตร
- ข. 6 เซนติเมตร
- ค. 8 เซนติเมตร
- ง. 10 เซนติเมตร

42. ข้อใดหมายถึงการเลี้ยวเบนของคลื่น

- ก. ปรากฏการณ์ที่คลื่นอ้อมไปทางด้านหลังสิ่งกีดขวาง
- ข. ปรากฏการณ์ที่คลื่นเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่
- ค. ปรากฏการณ์ที่คลื่นชนสิ่งกีดขวางแล้วย้อนกลับในแนวเดิม
- ง. ปรากฏการณ์ที่คลื่นเคลื่อนที่ในทิศทางเดิมตลอดเวลา

43. จากรูปแสดงสมบัติอะไรของคลื่น

- ก. การสะท้อน
- ข. การหักเห
- ค. การแทรกสอด
- ง. การเลี้ยวเบน



44. ในการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ ผ่านสลิตเดี่ยว (ช่องเดี่ยว) การเลี้ยวเบนได้ดีเมื่อใด

- ก. ความยาวคลื่นน้อยกว่าความกว้างสลิตเดี่ยว
- ข. ความยาวคลื่นเท่ากับความกว้างสลิตเดี่ยว
- ค. ความยาวคลื่นมากกว่าหรือเท่ากับความกว้างสลิตเดี่ยว
- ง. ความยาวคลื่นน้อยกว่าหรือเท่ากับความกว้างสลิตเดี่ยว

45. หลักของฮอยส์เกนส์ กล่าวสรุปว่าอย่างไร

- ก. แต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่ได้และคลื่นใหม่จะเคลื่อนที่ออกไปทุกทิศทางด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วของคลื่นเดิมนั้น
- ข. แต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่ได้ และคลื่นใหม่จะเคลื่อนที่ออกไปในทิศทางเดียวกันด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วของคลื่นเดิมนั้น
- ค. แต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่ได้และคลื่นใหม่จะมีอัตราเร็วน้อยกว่าอัตราเร็วของคลื่นเดิม
- ง. แต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่ได้และคลื่นใหม่จะมีอัตราเร็วมากกว่า อัตราเร็วคลื่นเดิม

46. หลักของฮอยส์เกนส์ ใช้อธิบายสมบัติใดของคลื่น

- ก. การสะท้อน
- ข. การหักเห
- ค. การแทรกสอด
- ง. การเลี้ยวเบน

47. คลื่นผิวน้ำความยาวคลื่น 4 เซนติเมตร เคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดในแนวตั้งฉาก โดยช่องเปิดมีความกว้าง 22 เซนติเมตรจงหาว่าจะเกิดแนวบัพทั้งหมดกี่แนว

- ก. 6 แนว
- ข. 8 แนว
- ค. 10 แนว
- ง. 12 แนว

48. คลื่นน้ำมีความยาวคลื่นเท่าใดที่จะทำให้เกิดบัพทั้งหมด 4 บัพ รอบแนวกึ่งกลางของช่องเปิด เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดที่มีความกว้าง 2.2 เซนติเมตร

- ก. 1.0 เซนติเมตร
- ข. 1.1 เซนติเมตร
- ค. 1.3 เซนติเมตร
- ง. 1.5 เซนติเมตร

49. คลื่นผิวน้ำความถี่ 10 เฮิรตซ์มีอัตราเร็ว 20 เซนติเมตร/วินาที เคลื่อนที่เข้าหาช่องเปิดในแนวตั้งฉากทำให้เกิดแนวบัพทั้งหมด 8 แนว จงหาความกว้างของช่องแคบ

- ก. 6 เซนติเมตร
- ข. 8 เซนติเมตร
- ค. 10 เซนติเมตร
- ง. 12 เซนติเมตร

50. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. เมื่อมีการแทรกสอดของคลื่น ย่อมมีการเลี้ยวเบนเกิดขึ้นด้วยเสมอ
- ข. เมื่อมีการเลี้ยวเบนของคลื่น ย่อมมีการแทรกสอดเกิดขึ้นด้วยเสมอ
- ค. เมื่อมีการเลี้ยวเบนของคลื่น ย่อมมีการหักเหเกิดขึ้นด้วยเสมอ
- ง. การเลี้ยวเบนของคลื่นเกิดขึ้นได้เฉพาะคลื่นตามขวางเท่านั้น

ภาคผนวก ณ

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ชื่อ

เลขที่

ชั้น

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องคลื่น

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย เขียนตอบสั้น ๆ โดยในแบบทดสอบจะกำหนดสถานการณ์มาให้และให้นักเรียนตอบโดยใช้ความรู้เรื่องคลื่นภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงที่ให้ตามสถานการณ์เท่านั้นและตอบเรียงลำดับจากขั้นที่ 1, 2, 3 และ 4 ให้ครบทุกขั้นตอนในข้อหนึ่งๆ โดยจะตรวจให้คะแนนขั้นตอนละ 1 คะแนน ในกรณีที่มีการข้ามขั้นตอน ส่วนที่ข้ามขั้นตอนทุกขั้นจะไม่ได้คะแนน
2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ ใช้เวลา 100 นาที
3. ให้เขียนคำตอบในแบบทดสอบนี้ ข้อที่ยากให้เว้นไว้แล้วไปทำข้อที่คิดได้ก่อนจากนั้นจึงย้อนกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ภายหลัง

สถานการณ์ที่ 1

แหล่งกำเนิดคลื่นผิวน้ำต้นด้วยความถี่ 10 รอบต่อวินาทีปรากฏว่าคลื่นเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที สุนัขต้องการเพิ่มความเร็วคลื่นให้มีความเร็วมากกว่า 5 เมตรต่อวินาทีเขาจึงไปปรึกษาเพื่อนเพื่อหาวิธีการเพิ่มความเร็ว แต่เมื่อทดลองใช้วิธีการเหล่านั้นเขาพบว่าความเร็วยังเท่ากับ 5 เมตรต่อวินาที

ขั้นที่ 1. จากสถานการณ์ที่กำหนดอะไรคือปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 จากปัญหาดังกล่าวนักเรียนจะระบุสาเหตุต่างๆหรือสาเหตุที่เป็นไปได้.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 จากวิธีการที่นักเรียนเสนอมาเพื่อแก้ปัญหานี้ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

แหล่งกำเนิดคลื่นแหล่งหนึ่งทำให้เกิดคลื่นผิวน้ำโดยมีหน้าคลื่นเป็นวงกลมแผ่ออกไป
แดงต้องการให้คลื่นที่แผ่ออกไปมีหน้าคลื่นไม่เป็นวงกลมโดยจะมีรูปร่างอย่างไรก็ได้โดยใช้แหล่ง
กำเนิดเดิมและไม่มีสิ่งกีดขวางมากระทบคลื่นผิวน้ำ เมื่อลองเติมน้ำให้มีความลึกของน้ำมากขึ้นหน้าคลื่น
ที่แผ่ออกไปก็ยังคงเป็นวงกลมเหมือนเดิม เพียงแต่ระยะห่างระหว่างสันคลื่นเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 1 จากสถานการณ์ อะไรคือปัญหา

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

ขั้นที่ 2 จากปัญหาดังกล่าวนักเรียนจงระบุสาเหตุต่าง ๆ หรือสาเหตุที่เป็นไปได้.....

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

ขั้นที่ 3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดมากำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา.....

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

ขั้นที่ 4 จากวิธีการที่นักเรียนเสนอมาเพื่อแก้ปัญหานี้ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร.....

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

สถานการณ์ที่ 3

คลื่นพริ้วน้ำที่ผ่านช่องแคบแล้วเกิดการเลี้ยวเบนได้ไม่ดี สมชายต้องการให้คลื่นเกิดการเลี้ยวเบนได้ดีโดยใช้ความถี่ของแหล่งกำเนิดเดิม ดังนั้นเขาจึงคิดหาวิธีและทำการทดลองเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของเขา แต่เขาก็ไม่สามารถทำได้

ขั้นที่ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดอะไรคือปัญหา

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

ขั้นที่ 2 จากปัญหาดังกล่าวนักเรียนจะระบุสาเหตุต่างๆหรือสาเหตุที่เป็นไปได้.....

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

ขั้นที่ 3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

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

ขั้นที่ 4 จากวิธีการที่นักเรียนเสนอมาเพื่อแก้ปัญหานี้ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร.....

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

สถานการณ์ที่ 4

แดงและเขียวต่างสร้างคลื่นผิวน้ำที่มีหน้าคลื่นตรงและทำให้คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ผ่านช่องเดียวกันเหมือนกัน ปรากฏว่าการกระทำของเขียวก่อให้เกิดแนวเส้นบัพสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน แต่ของแดงมองไม่เห็นแนวเส้นบัพ แดงจึงคิดหาวิธีที่จะทำให้เกิดแนวเส้นบัพและสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนได้เช่นเดียวกับการกระทำของเขียว

ขั้นที่ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดอะไรคือปัญหา.....
.....
.....
.....

ขั้นที่ 2 จากปัญหาดังกล่าวนักเรียนจงระบุสาเหตุต่างๆหรือสาเหตุที่เป็นไปได้.....
.....
.....
.....

ขั้นที่ 3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....
.....
.....
.....

ขั้นที่ 4 จากวิธีการที่นักเรียนเสนอมาเพื่อแก้ปัญหานี้ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
.....
.....
.....

สถานการณ์ที่ 5

ไวยาทยสังเกตุคลื่นผิวน้ำมีหน้าคลื่นเป็นรูปต่างๆนั้นขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดคลื่น วันหนึ่งเขาพบว่าคลื่นผิวน้ำซึ่งมีหน้าคลื่นตรงที่เขาสร้างขึ้น เมื่อเคลื่อนที่ไปในน้ำได้ระยะหนึ่งหน้าคลื่นไม่เป็นเส้นตรงทั้งที่ไม่ได้มีสิ่งกีดขวางมากันคลื่นผิวน้ำที่ก่อให้เกิดการสะท้อนและการเลี้ยวเบนของคลื่น เขาจึงนำข้อสงสัยไปขอคำปรึกษาจากพาโชคเพื่อถามความคิดเห็นเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดอะไรคือปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 จากปัญหาดังกล่าวนักเรียนจงระบุสาเหตุต่าง ๆ หรือสาเหตุที่เป็นไปได้.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 จากวิธีการที่นักเรียนเสนอมาเพื่อแก้ปัญหานี้ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร.....

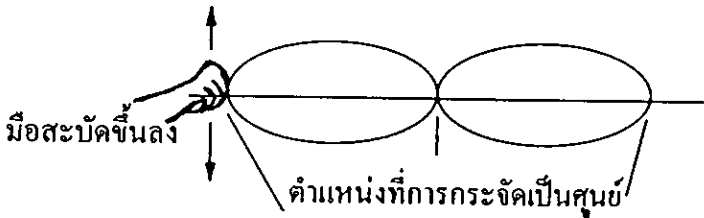
.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 6

วิวรรณสังเกตคลื่นนิ่งในเส้นเชือก โดยเชือกมีความยาวและแรงตึงในเส้นเชือกมีค่าคงที่ เมื่อเขาสะบัดเชือกอย่างต่อเนื่องพบว่า มีบางตำแหน่งที่การกระจัดของเส้นเชือกมีค่าเป็นศูนย์เขามีความต้องการที่จะเพิ่มจำนวนตำแหน่งที่มีการกระจัดเป็นศูนย์ให้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เขาจึงพยายามคิดหาวิธีเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของเขา



ขั้นที่ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดอะไรคือปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 จากปัญหาดังกล่าวนักเรียนจะระบุสาเหตุต่างๆหรือสาเหตุที่เป็นไปได้.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 จากวิธีการที่นักเรียนเสนอมาเพื่อแก้ปัญหานี้ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 7

พรประภา สังเกตเห็นจุดที่น้ำกระเพื่อมมากที่สุด ที่เกิดจากการทดลองของกลุ่มตัวเอง กับกลุ่มของเพื่อนมีระยะห่างระหว่างจุดที่น้ำกระเพื่อมมากที่สุดแตกต่างกัน ทั้งที่ใช้แหล่งกำเนิดคลื่นที่มีความถี่เดียวกัน เขารุ่นคิดว่าอะไรคือสาเหตุแต่เขาก็คิดไม่ออก

ขั้นที่ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดอะไรคือปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 จากปัญหาดังกล่าวนักเรียนจะระบุสาเหตุต่างๆหรือสาเหตุที่เป็นไปได้.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 จากวิธีการที่นักเรียนเสนอมาเพื่อแก้ปัญหานี้ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร.....

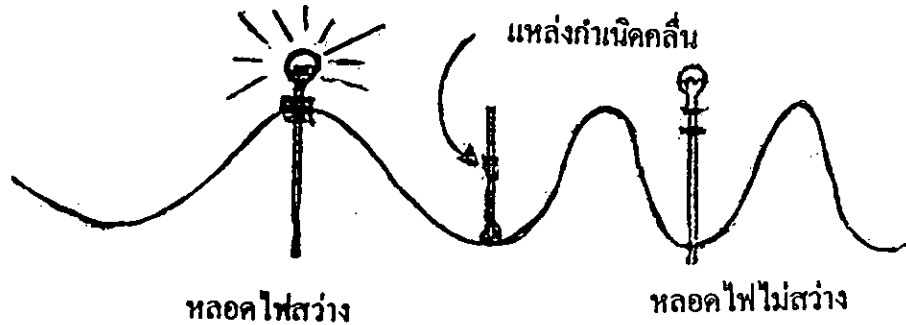
.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 8

เมื่อคลื่นไฟฟ้าเคลื่อนที่ในน้ำที่นิ่งผ่านทุ่นซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตช์ไฟฟ้าจะทำให้หลอดไฟฟ้าสว่าง ทุ่นทุกตัวห่างจากแหล่งกำเนิดคลื่นเป็นระยะเท่ากันหมด แต่หลอดไฟสว่างไม่พร้อมกัน ทั้งที่หลอดไฟทุกหลอดมีประสิทธิภาพเหมือนกัน อาริย์วรรณพยายามจะทำให้หลอดไฟสว่างพร้อมกันเขาจึงคิดหาวิธีเพื่อให้เกิดผลตามที่เขาคต้องการ



ขั้นที่ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดอะไรคือปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 จากปัญหาดังกล่าวนักเรียนจะระบุสาเหตุต่างๆหรือสาเหตุที่เป็นไปได้.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 จากวิธีการที่นักเรียนเสนอมาเพื่อแก้ปัญหานี้ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร.....

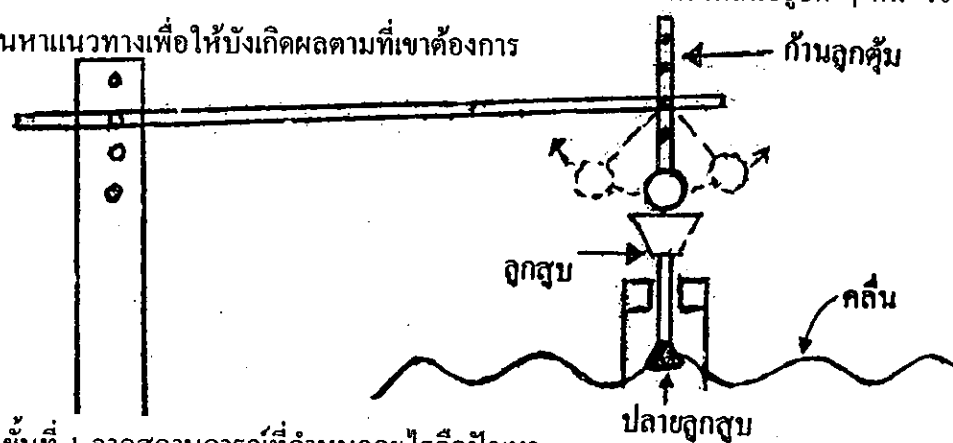
.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 9

ลูกตุ้มที่แขวนอยู่ซึ่งสามารถเปลี่ยนความยาวของก้านลูกตุ้มได้โดยการเลื่อนตำแหน่งแกนของก้านลูกตุ้มขึ้นลงได้ เมื่อทำให้เกิดการแกว่ง ตรงตำแหน่งต่ำสุดลูกตุ้มจะกดลูกสูบทำให้ปลายลูกสูบไปกระทบกับน้ำ ทำให้เกิดคลื่นผิวน้ำ ศิษย์ต้องการให้เกิดริ้วคลื่นอยู่ชิด ๆ กัน เขาจึงพยายามค้นหาแนวทางเพื่อให้บังเกิดผลตามที่เขาค้นหา



ขั้นที่ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดอะไรคือปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 จากปัญหาดังกล่าวนักเรียนจะระบุสาเหตุต่างๆหรือสาเหตุที่เป็นไปได้.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 จากวิธีการที่นักเรียนเสนอมาเพื่อแก้ปัญหานี้ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 10

ปิติต้องการให้แอมพลิจูดของคลื่นที่เกิดในตัวกลางมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจนมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งแนวคิดของเขาแสดงได้ด้วยกราฟ ที่เขียนระหว่างการกระจัดกับเวลาด้านล่าง เขาจึงพยายามคิดหาแนวทางที่จะทำให้ยังเกิดผลตามที่เขาคือต้องการ

การกระจัด



เวลา

ขั้นที่ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดอะไรคือปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 จากปัญหาดังกล่าวนักเรียนจงระบุสาเหตุต่างๆหรือสาเหตุที่เป็นไปได้.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 จงเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 จากวิธีการที่นักเรียนเสนอมาเพื่อแก้ปัญหานี้ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ญ

แบบวัดเจตคติ

แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่..... ปีการศึกษา.....
โรงเรียน.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์นี้มีทั้งหมด จำนวน 50 ข้อ โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อความเกี่ยวกับฟิสิกส์อยู่ทางด้านซ้ายมือ ส่วนทางด้านขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง	หรือ	ปฏิบัติมากที่สุด
4 หมายถึง เห็นด้วย	หรือ	ปฏิบัติมาก
3 หมายถึง ไม่แน่ใจ	หรือ	ปฏิบัติปานกลาง
2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย	หรือ	ปฏิบัติน้อย
1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	หรือ	ปฏิบัติน้อยที่สุด

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อความแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนหรือการปฏิบัติของนักเรียนมากที่สุด . ในการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ฉบับนี้ ไม่มีความคิดเห็นใดที่ถือว่า ถูก หรือ ผิด เพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนและคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนทั้งสิ้น

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ควรค่าแก่การศึกษา.....	.....	.....	.....	.....	.....
2	วิชาฟิสิกส์ทำให้เกิดการค้นพบความรู้สิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ.....	.....	.....	.....	.....	.....
3	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ทำหาค่าการพิสูจน์ ค้นคว้า และทดลองเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่.....	.....	.....	.....	.....	.....
4	วิชาฟิสิกส์ช่วยให้มนุษย์คิดอย่างมีระเบียบแบบแผน.....	.....	.....	.....	.....	.....
5	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างมีหลักเกณฑ์.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ช่วยให้มนุษย์เข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ.....	.....	.....	.....	.....	.....
7	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้มีเหตุผล.....	.....	.....	.....	.....	.....
8	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่น่าเบื่อ.....	.....	.....	.....	.....	.....
9	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่เรียนรู้ได้ยากจึงไม่ควรเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
10	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้.....	.....	.....	.....	.....	.....
11	วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ทุกคนควรศึกษา.....	.....	.....	.....	.....	.....
12	ความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ทำให้คนมีความกระตือรือร้น.....	.....	.....	.....	.....	.....
13	ความก้าวหน้าของการศึกษาในวิชาฟิสิกส์ทำให้ประเทศชาติเจริญขึ้น.....	.....	.....	.....	.....	.....
14	ความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์จะช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงาน.....	.....	.....	.....	.....	.....
15	ความก้าวหน้าทางฟิสิกส์ช่วยให้โลกเจริญขึ้นในอนาคต.....	.....	.....	.....	.....	.....
16	ถ้าข้าพเจ้าเป็นผู้นำของประเทศ ข้าพเจ้าจะส่งเสริมการค้นคว้าและวิจัยทางฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
17	เมื่อวิชาฟิสิกส์พัฒนามากขึ้นจะทำให้เกิดปัญหาคนว่างงาน.....	.....	.....	.....	.....	.....
18	เมื่อฟิสิกส์วิชาเจริญมากขึ้นจะทำให้มนุษย์ไม่รู้จักรักตัวเอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
19	ความก้าวหน้าของฟิสิกส์ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลาย.....	.....	.....	.....	.....	.....
20	วิชาฟิสิกส์มุ่งพัฒนาวัตถุโดยไม่คำนึงถึงการพัฒนาด้านจิตใจ.....	.....	.....	.....	.....	.....
21	ถ้ามีโอกาสเรียนต่อข้าพเจ้าจะเลือกเรียนในสาขาฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
22	เมื่อมีปัญหาในการเรียนฟิสิกส์ ข้าพเจ้าจะถามครูเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง.....	.....	.....	.....	.....	.....
23	ข้าพเจ้าชอบใช้เวลาว่างในการศึกษาหาความรู้ทางด้านฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
24	ข้าพเจ้ามักกลับไปค้นคว้าเกี่ยวกับฟิสิกส์เพิ่มเติมหลังจากเรียนกับครู.....	.....	.....	.....	.....	.....
25	การพูดคุยเกี่ยวกับฟิสิกส์เป็นเรื่องน่าเบื่อ.....	.....	.....	.....	.....	.....
26	ความก้าวหน้าทางฟิสิกส์เป็นเรื่องไม่น่าสนใจ.....	.....	.....	.....	.....	.....
27	การเชิญวิทยากรมาบรรยายเกี่ยวกับฟิสิกส์ทำให้เสียเวลาเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
28	ข้าพเจ้าชอบทำกิจกรรมอื่นๆมากกว่าทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
29	ข้าพเจ้าไม่ชอบทำการทดลองในวิชาฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
30	ข้าพเจ้ารู้สึกอึดอัดเมื่อถึงเวลาเรียนวิชาฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
31	ข้าพเจ้าชอบดูภาพยนตร์หรือโทรทัศน์ซึ่งเป็นสารคดีเกี่ยวกับฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
32	ข้าพเจ้าติดตามข่าวความก้าวหน้าทางฟิสิกส์อยู่เสมอ.....	.....	.....	.....	.....	.....
33	ข้าพเจ้าชอบฟังบรรยายเรื่องเกี่ยวกับฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
34	ห้องสมุดของโรงเรียนควรมีเอกสารเกี่ยวกับฟิสิกส์จำนวนมาก.....	.....	.....	.....	.....	.....
35	ข้าพเจ้าชอบอ่านบทความเกี่ยวกับฟิสิกส์ในหนังสือพิมพ์.....	.....	.....	.....	.....	.....
36	ข้าพเจ้าสนใจทำงานเกี่ยวกับฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
37	ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อไปชมนิทรรศการเกี่ยวกับฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
38	ข้าพเจ้าไม่ชอบอ่านหนังสือเกี่ยวกับฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
39	ข้าพเจ้าไม่ชอบฟังรายการวิทยุและชมรายการโทรทัศน์เกี่ยวกับฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
40	ข้าพเจ้าไม่สนใจที่จะติดตามข่าวความก้าวหน้าทางฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
41	ข้าพเจ้าชอบค้นคว้าแสวงหาอ่านตำราทางฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
42	ถ้าโรงเรียนจัดแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับฟิสิกส์ ข้าพเจ้าจะเข้าร่วมฟัง.....	.....	.....	.....	.....	.....
43	ถ้ามีนิทรรศการทางฟิสิกส์ในโรงเรียนข้าพเจ้ายินดีที่จะช่วยจัด.....	.....	.....	.....	.....	.....
44	ข้าพเจ้ามักนำความรู้ทางฟิสิกส์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน.....	.....	.....	.....	.....	.....
45	ข้าพเจ้าจะหาโอกาสไปชมการแสดงความก้าวหน้าทางฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
46	ข้าพเจ้าหวังจะให้ประชาชนนำความรู้ทางฟิสิกส์ไปใช้ในการพัฒนาท้องถิ่น.....	.....	.....	.....	.....	.....
47	ข้าพเจ้าขอบรมงคลให้คนส่วนใหญ่เห็นความสำคัญของฟิสิกส์.....	.....	.....	.....	.....	.....
48	การเรียนฟิสิกส์ข้าพเจ้าฟังแต่ที่ครูอธิบายเท่านั้นไม่เคยค้นคว้าเพิ่มเติม.....	.....	.....	.....	.....	.....
49	ข้าพเจ้าไม่เคยนำความรู้ทางฟิสิกส์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน.....	.....	.....	.....	.....	.....
50	ถ้าข้าพเจ้าได้รับมอบหมายให้ค้นคว้าเรื่องเกี่ยวกับฟิสิกส์ข้าพเจ้าจะพยายามหลีกเลี่ยง.....	.....	.....	.....	.....	.....

ภาคผนวก ก

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความรู้เรื่องคลื่น

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความรู้เรื่องคลื่น

จุด ประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ΣR	IOC
		1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	1	5	1.0
	2	1	1	1	1	1	5	1.0
	3	1	1	1	1	1	5	1.0
2	4	1	1	1	1	1	5	1.0
	5	1	1	1	1	1	5	1.0
	6	1	1	1	0	1	4	0.8
	7	1	1	1	1	1	5	1.0
	8	1	1	1	1	1	5	1.0
	9	1	1	1	1	1	5	1.0
	10	1	1	1	1	1	5	1.0
	11	1	1	1	1	1	5	1.0
	12	1	1	1	1	1	5	1.0
	13	0	1	1	1	1	4	0.8
3	14	1	1	0	0	1	3	0.6
	15	1	1	1	1	1	5	1.0
4	16	1	1	1	1	1	5	1.0
	17	1	1	1	0	1	4	0.8
	18	1	1	1	0	1	4	0.8
	19	1	1	1	1	1	5	1.0
	20	1	1	1	1	1	5	1.0

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความรู้เรื่องคลื่น (ต่อ)

จุด ประสงค์ ข้อที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ΣR	IOC
		1	2	3	4	5		
4	21	1	1	1	0	1	4	0.8
	22	1	1	1	1	1	5	1.0
	23	1	1	1	1	1	5	1.0
	24	1	1	1	1	1	5	1.0
	25	1	1	1	0	1	4	0.8
	26	0	1	1	1	1	4	0.8
	27	0	1	1	1	1	4	0.8
	28	1	1	0	1	1	4	0.8
	29	1	1	1	1	1	5	1.0
	30	1	1	1	1	1	5	1.0
	31	1	1	1	1	1	5	1.0
	32	1	1	1	1	1	5	1.0
	33	1	1	1	1	1	5	1.0
	34	1	1	0	1	1	5	1.0
	35	1	1	1	1	1	5	1.0
	36	1	1	1	1	1	5	1.0
	37	1	1	1	1	1	5	1.0
	38	1	1	1	1	1	5	1.0
	39	1	1	1	1	1	5	1.0
	40	1	1	1	1	1	5	1.0

ภาคผนวก ก

คำดัชนีความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดความรู้เรื่องคลื่น

ค่าดัชนีความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดความรู้เรื่องคลื่น

ข้อ	p	r
1	.78	.36
2	.78	.36
3	.72	.32
4	.68	.32
5	.60	.32
6	.60	.48
7	.44	.48
8	.56	.56
9	.60	.64
10	.30	.36
11	.40	.32
12	.78	.44
13	.62	.36
14	.34	.36
15	.58	.34
16	.36	.48
17	.40	.32
18	.30	.36
19	.38	.44
20	.44	.32

ข้อ	p	r
21	.56	.48
22	.68	.32
23	.78	.44
24	.78	.44
25	.58	.36
26	.36	.32
27	.58	.68
28	.38	.44
29	.52	.32
30	.42	.60
31	.28	.32
32	.34	.36
33	.36	.40
34	.42	.44
35	.38	.36
36	.48	.32
37	.32	.48
38	.28	.40
39	.38	.36
40	.52	.32

ภาคผนวก ฐ

คำดัชนีความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ค่าดัชนีความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	p	r
1	.61	.33
2	.79	.40
3	.75	.33
4	.59	.59
5	.72	.33
6	.31	.33
7	.79	.40
8	.79	.40
9	.29	.51
10	.68	.33
11	.48	.59
12	.50	.77
13	.55	.66
14	.59	.59
15	.55	.74
16	.59	.59
17	.57	.77
18	.72	.33
19	.75	.33
20	.38	.33
21	.51	.37
22	.35	.33
23	.53	.62
24	.40	.59
25	.62	.44

ข้อ	p	r
26	.59	.59
27	.68	.55
28	.57	.55
29	.75	.33
30	.75	.33
31	.62	.44
32	.57	.70
33	.72	.55
34	.79	.40
35	.35	.33
36	.40	.66
37	.46	.48
38	.40	.51
39	.31	.33
40	.24	.33
41	.42	.33
42	.79	.33
43	.79	.40
44	.68	.33
45	.64	.33
46	.64	.33
47	.20	.33
48	.64	.33
49	.53	.40
50	.66	.37

ภาคผนวก ข

คำดัชนีความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ค่าดัชนีความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อ	p	r
1	33.32	20.37
2	41.66	33.33
3	55.09	56.48
4	46.75	43.51
5	51.38	52.77
6	79.62	35.19
7	53.70	57.40
8	45.83	37.96
9	51.85	50.00
10	41.20	30.56

ภาคผนวก ฅ

อำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

อำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

ข้อ	t
1	8.40
2	4.28
3	2.28
4	2.33
5	2.00
6	2.72
7	3.05
8	3.81
9	6.00
10	5.80
11	4.53
12	3.52
13	2.20
14	2.92
15	3.29
16	7.14
17	2.00
18	2.72
19	2.00
20	2.83
21	5.83
22	6.90
23	6.82
24	8.47
25	7.29

ข้อ	t
26	9.20
27	2.90
28	7.27
29	6.11
30	6.40
31	6.80
32	3.60
33	8.16
34	5.38
35	4.16
36	6.82
37	8.20
38	5.00
39	4.00
40	4.66
41	6.00
42	5.38
43	6.11
44	4.61
45	6.40
46	2.30
47	7.29
48	8.00
49	4.50
50	3.83

ภาคผนวก ณ

บันทึกประจำวันในการทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง

บันทึกประจำวันในการทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง

แผนการสอนรูปแบบ สสวท.

แผนที่ 1 เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม

คาบแรกของการเปิดเรียน นักเรียนยังไม่ค่อยมีความพร้อมที่จะเรียนเท่าที่ควร แยกคาบเรียนคนละตึก ทำให้การดำเนินกิจกรรมค่อนข้างล่าช้ามาก นักเรียนต้องปรับตัวในกระบวนการเรียนการสอนเนื่องจากนักเรียนเคยชินกับการนั่งฟังครูบรรยายและนั่งจดที่ครูบอกให้จดหรือที่ครูเขียนไว้บนกระดานดำ ภาพรวมการเรียนการสอนส่วนใหญ่ครูจะให้ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีพร้อมการนำความรู้ดังกล่าวไปแก้ปัญหาโจทย์ นักเรียนมีหน้าที่รับฟังและทำความเข้าใจกฎเกณฑ์คำถามของครูมีน้อยมากและซ้ำซากมีเพียงข้อความเดียวคือ “เข้าใจไหม” เมื่อถูกถามเพื่อให้ใช้ความคิดหรือให้แสดงความคิดเห็นนักเรียนรู้สึกเป็นเรื่องแปลก นักเรียนมีท่าทีกังวลและเกิดความเครียดบางคนรู้สึกต่อต้านจนก้าวร้าวเมื่อถูกถามก็จะไม่ตอบและทำหน้าไม่ยินดีในร้าย การแก้ปัญหาในช่วงนั้นทำโดยการถามคนอื่นแทน พร้อมทั้งพูดว่าการตอบถูกหรือผิดไม่ใช่เรื่องสำคัญเพียงแต่ต้องการให้นักเรียนมีส่วนร่วมเท่านั้น ครูไม่อยากพูดคนเดียวที่สำคัญครูอยากให้นักเรียนได้ใช้ความคิด นักเรียนก็ให้ความร่วมมือดีขึ้น และเมื่อนักเรียนได้ทำการทดลองรู้สึกเขาจะคลายความเครียดสภาพทั่วไปดีกว่าในตอนแรก นักเรียนตั้งใจทำการทดลองเนื่องจากทดลองจะทำให้เขาตอบคำถามที่ถูกถามได้ การทำการทดลองจึงเป็นไปอย่างมีความหมาย

แผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

แผนที่ 1 เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม

- นักเรียนเข้าห้องเรียนช้าเมื่อสอบถามได้ความว่านักเรียนต้องพบอาจารย์ที่ปรึกษาทุกวัน
- นักเรียนยังปรับตัวเข้ากับกิจกรรมได้ไม่ค่อยดีเพราะเคยชินกับการฟังอย่างเดียว
ค่อนข้างเฉื่อย แต่พอผ่านไปสักระยะก็ดีขึ้น
- นักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นทำให้เสียเวลามาก ส่งผลให้การทำกิจกรรมในช่วงท้าย ๆ
ต้องทำอย่างรีบเร่ง
- ในเอกสาร ว.1-1ซึ่งให้นักเรียนบันทึกและนำเสนอในเรื่องที่สังเกต แต่นักเรียนบางคนไม่บันทึก
จากสิ่งที่สังเกตได้แต่เป็นการนำเอาความรู้บางเรื่องเช่นเรื่องพลังงาน ซึ่งไม่ใช่สิ่งที่ได้จากการ
สังเกตมานำเสนอ ซึ่งขัดกับวัตถุประสงค์
- ในเอกสารบันทึกการเรียนรู้ นักเรียนบางคนเขียนความถี่ในการแกว่งเป็นความเร็วในการแกว่ง
บางคนเขียนว่าอยากฟังอาจารย์อธิบายโดยรวม
- ในแบบประเมิน นักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง
- เมื่ออ่านในส่วนที่เป็นข้อสงสัยในเอกสารบันทึกการเรียนรู้ทำให้เห็นประโยชน์เพราะก่อให้เกิด
ความคิดสร้างสรรค์มากมาย เช่น “ทำไมวัตถุขนาดไม่เท่ากัน ผลการทดลองที่ได้จะมีความ
ต่างกันหรือไม่ ” “ ไม่เข้าใจบางส่วนเช่นทำไมเชือกสั้นจึงมีความถี่มากกว่าเชือกยาว”

แผนการสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท.

แผนที่ 1 เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม

- ป้องกันการสับสนในลำดับขั้นการเรียนการสอนด้วยการเขียนแผนการสอนตัวโตๆและใส่หมายเลขไว้ด้านหน้าของแต่ละกิจกรรม พร้อมทั้งแยกแผนเป็นแผนๆเพื่อความสะดวกในการนำไปสอนในแต่ละครั้ง
- เสียเวลาในการจัดกลุ่มพอสมควร
- ระยะแรกนักเรียนไม่กล้าแสดงออก ไม่กล้าแสดงความคิดเห็นมีท่าทางเกรงเครียดแต่ระยะหลังดูสนุกสนานกับการเรียนดี
- ได้มีการบันทึกเทปเสียงด้วยเพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน
- ผลสรุปที่ได้จากการอภิปรายถูกต้องดี
- ในบันทึกการเรียนรู้ในส่วนที่เป็นข้อสงสัยนักเรียนถามว่า “ทำไมเชือกยาวต่างกันความถี่จึงต่างกัน”
- คำถามในแบบประเมินการเรียนรู้ นักเรียนสามารถตอบได้อย่างถูกต้อง

แผนการสอนรูปแบบ สสวท.
แผนที่ 2 เรื่องการสั้นของสปริง

- นักเรียนให้ความร่วมมืออย่างดีทุกกิจกรรมเหมาะสมกับเวลา
 - นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้อง
-

แผนการสอนรูปแบบผสมผสาน

แผนที่ 2 เรื่องการสั้นของสปริง

- เขียนหมายเลขข้างหน้ากิจกรรมต่างๆในแผนการสอนตัวใหญ่ๆ เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปตามแผนที่วางไว้
- นักเรียนบางคนไม่บันทึกจากสิ่งที่สังเกตเห็นแต่จะใช้ความรู้อื่นๆที่เคยรับรู้จากในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เช่นการทดลองการสั้นของสปริงครูตั้งคำถามก่อนการทดลองว่า” ถ้าแท่งเหล็กที่ติดกับสปริงยืดออกแล้วปล่อยแล้วผลจะเป็นอย่างไร” นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบว่าแท่งเหล็กเคลื่อนที่ขึ้นลงแต่ก็มีบางคนบอกว่า”เมื่อถึงวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงพลังงาน การยืดหยุ่นของสปริงขึ้นอยู่กับน้ำหนักของสปริง
- ในบันทึกการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนประเมินตัวเองในข้อที่ 3 พบว่านักเรียนกล้าที่จะบอกว่าตัวเขามีความรู้มากน้อยเพียงใดและเมื่อพิจารณาจากข้อ 1 และข้อ 2 ที่เขาตอบมาก็สอดคล้องกัน
- ในแบบประเมินผลการเรียนรู้ที่นักเรียนตอบคำถามได้ชัดเจนและมีความถูกต้อง

แผนการรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

แผนที่ 2 เรื่องการสั้นของสปริง

- เขียนหมายเลข 1,2,3,...หน้ากิจกรรมเรียงลำดับตามที่วางแผนเอาไว้และใช้ปากกาสีเข้มเขียนในกระดาษตัวโตๆอีกแผ่นนอกเหนือจากแผนการสอน
 - นักเรียนบางคนมีท่าทีกังวลกับการเรียนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้บางคนได้ถามว่า “ เขาจะมีความรู้เท่ากับเพื่อนที่เรียนห้องอื่นๆหรือไม่ เพราะอาจารย์ไม่ให้ตัวอย่างการคำนวณเลย ” ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการเรียนที่ผ่านมาทั้งการเรียนและข้อสอบเน้นการแก้ปัญหาโจทย์เท่านั้นไม่ได้เน้นกระบวนการนอกจากนั้นขณะที่เรียนห้องเรียนที่อยู่ถัดไปก็สอนในเรื่องเดียวกันแต่เป็นการสอนแบบบรรยายทฤษฎีและตัวอย่างโจทย์คำนวณ
 - นักเรียนบางคนยังตอบคำถามของการทดลองโดยใช้ความรู้เดิมประสบการณ์เดิมแทนที่จะใช้การสังเกตผลที่ได้จากการทดลอง
 - ในแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนมีประโยชน์มากโดยเฉพาะส่วนที่เป็นข้อสงสัย ก่อให้เกิดการขยายความคิดเช่น
 - “สามารถใช้สิ่งอื่นที่ไม่ใช่สปริงมาทดลองแทนได้หรือไม่”
 - “การทดลองนี้เกี่ยวกับการดำเนินชีวิตอย่างไร”
 - “ถ้าดึงเฉื่อยๆผลจะเป็นเช่นไร”
- ในกรณีนี้หากไม่เกรงว่าจะมีผลกระทบต่อการวิจัยครูสามารถส่งเสริมการเรียนรู้นักเรียนเป็นรายบุคคลได้เป็นอย่างดี

แผนการรูปแบบ สสวท.

แผนที่ 3 เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

- นักเรียนมาช้า 25 นาที ได้มีการทบทวนมโหรีเดิมที่เรียนไปในครั้งที่แล้ว
- นักเรียนไม่มีพื้นฐานเรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลมทำให้ต้องเสียเวลาในการเรียนพอสมควร
- โดยปกตินักเรียนจะต้องเรียนมาตั้งแต่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพียงแต่ครูอาจารย์บางท่านไม่สอนโดยอ้างว่าสอนไม่ทัน
- มีการกำหนดเวลาด้วยการบอกนักเรียนว่าจะใช้เวลาในส่วนต่างกี่นาทีเพื่อให้ นักเรียนได้ใช้เวลาในแต่ละขั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

แผนที่ 8 เรื่องการสั้นของสปริง

-ต้องทบทวนความรู้เรื่องวงกลม เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็วเชิงมุม ทำให้เสียเวลาในส่วนนี้มากพอสมควรต้องกำหนดเวลาในแต่ชั้นเพื่อให้นักเรียนเกิดการตื่นตัวในการทำกิจกรรม และทำให้เวลาในการทำกิจกรรมแต่ละส่วนน้อยลงไป

แผนการสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

แผนที่ 3 เรื่องการสั้นของสปริง

- ต้องทบทวนความรู้เรื่องวงกลม แรงสู่ศูนย์กลาง อัตราเร็วเชิงมุม ทำให้ต้องใช้เวลาในส่วนนี้เพื่อจะได้นำความรู้มาเชื่อมโยงกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ทำให้เสียเวลาประมาณ 15 นาทีต้องกำหนดเวลาโดยแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในแต่ละขั้นใช้เวลาเท่าไรเพื่อให้สามารถทำกิจกรรมได้ครบตามแผนที่กำหนดไว้
- เมื่อตรวจแบบประเมินการเรียนรู้ นักเรียนสามารถตอบคำถามและอธิบายมโนทัศน์ได้ชัดเจนและมีความถูกต้อง

แผนการสอนรูปแบบ สสวท.

แผนที่ 4 เรื่องกลิ้งในเส้นเชือก

- นักเรียนมีท่าทีว่าคุยกันมาก ทำให้ต้องเดินดูขณะที่เด็กทำการทดลอง เมื่อเดินผ่านกลุ่มใดนักเรียนก็จะเงยและทำกิจกรรมกันอย่างจริงจังเพราะเกรงว่าจะได้คะแนนในการมีส่วนร่วมน้อย
 - เมื่อตรวจแบบประเมินการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนเป็นอย่างดี
 - นักเรียนสื่อสารในเรื่องที่เรียนรู้ได้ไม่ดี ทั้งที่มีความเข้าใจในเรื่องที่เรียน
-

แผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

แผนที่ 4 เรื่องคลื่นในเส้นเชือก

- ได้ให้นักเรียนต่างเขียนสิ่งที่ต้องการนำเสนอต่อเพื่อนไว้ในสมุดของตัวเองเพื่อลดเวลาในการเขียนเรียงของแต่ละคน และให้แต่ละคนได้เตรียมเสนอความคิดเพื่อหาข้อสรุปเอาไว้ในสมุด ทำให้นักเรียนตื่นตัวมากในการทำกิจกรรมต่างๆ
 - มีการกำหนดเวลาให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างชัดเจนว่าใช้เวลากี่นาที พร้อมกับว่าจะเสร็จกิจกรรมเหล่านี้เวลาเท่าไร เมื่อถึงกำหนดแล้วนักเรียนบางส่วนยังไม่เสร็จครูบอกจะให้เวลาอีกเพียงนาทีเดียวแล้วจะเก็บ
 - ต้องเดินดูแต่ละกลุ่มเพื่อดูความก้าวหน้าของกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายมีการสอบถามและดูสมุดบันทึกของนักเรียนบ้างเพื่อให้นักเรียนได้ทำงานกันอย่างจริงจัง
 - นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ถูกต้องดี
-

แผนการสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสวท.

แผนที่ 4 เรื่องคลื่นในเส้นเชือก

-เนื่องจากนักเรียนมีกิจกรรมของโรงเรียนมาก ระยะเวลาในการเรียนการสอนไม่ถึง 100 นาที ต้องมีการปรับกิจกรรมลดขั้นตอนบางอย่างลง เช่น

1. ขั้นการอภิปรายปัญหา จากเดิมเคยให้แต่ละคนนำเสนอความคิดพร้อมทั้งบันทึกลงในเอกสาร ผ.1-4 เปลี่ยนเป็นให้นักเรียนเขียนบันทึกในสมุดของแต่ละคนเตรียมไว้เพื่อการอภิปราย และจะบันทึกสมมติฐานของกลุ่มในเอกสาร ผ.1-4
2. ขั้นการอธิบายจากเดิมที่ให้แต่ละคนเขียนใน ผ. 2-4 เปลี่ยนเป็นเตรียมเขียนไว้ในสมุด ก่อนนำข้อมูลมาอภิปราย
3. ในขั้นที่ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายที่แต่ละกลุ่มนำเสนอบนกระดานดำให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งที่มีความคิดเห็นต่างไปให้ปรับแก้ข้อสรุปบนกระดานดำ

-นักเรียนมีความคิดล้าหน้าโดยมีการพูดถึงความเร็วคลื่นซึ่งจะเรียนในครั้งต่อไป แม้ว่าจะมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอยู่บ้าง เช่นพูดว่าคลื่นที่มีความถี่มากจะมีความเร็วมาก

-เมื่อดูจากแบบประเมินการเรียนรู้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ถูกต้องดี

-จากผลการประเมินของนักเรียนที่ประเมินความรู้ความเข้าใจของเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

ได้ค่าเฉลี่ย 2.80 ซึ่งถือว่าผู้ประเมินและผู้ถูกประเมินมีความเข้าใจในมโนทัศน์เป็นอย่างดี

เพิ่มเติม

หลังจากจบบทเรียน ครูที่สอนในวิชาเดียวกันเขาดังข้อสังเกตว่า

นักเรียนไม่ได้จดอะไรลงในสมุดเลย ไม่มีหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เกิดการเรียนรู้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้เลย โดยเขามีความเชื่อว่านักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ก็ต้อง ฟัง คิด ถาม เขียน เมื่อไม่มีการเขียนหรือจดย่อไม่เกิดการเรียนรู้ แม้จะได้อธิบายและแสดงใบงานให้เขา ดูว่าเด็กมีส่วนร่วมกับการเรียนรู้อย่างไรก็ตาม แต่เขาก็ได้แย้งว่าเอกสารใบงานต่าง ๆ นั้นอยู่ที่ครูทั้งหมด นักเรียนจะมีความรู้ (ความคงทน) เหลือสำหรับการไปสอบหรือไม่ เพราะเท่าที่ผ่านมามีครูคนอื่นเขาให้นักเรียนจดความรู้ที่เรียนไปด้วย ซึ่งผมไม่ได้กำหนดรูปแบบว่าต้องจดตามที่ครู แต่ให้นักเรียนสามารถจดบันทึกหรือไม่จก็ได้ เพราะมีความเชื่อว่านักเรียนแต่ละคนมีรูปแบบการเรียนไม่เหมือนกัน ในตอนท้ายของการพูดคุยเขาบอกว่าหากเขามีโอกาสเขาจะขอสมุดของนักเรียนในห้องที่ผมสอนมาดูว่าจดอะไรมาน้อยเพียงใด การขอคู่อาจมีผลกระทบต่อความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนและยิ่งถ้าเขาไปวิพากษ์วิจารณ์ด้วยจะยิ่งมีผลกระทบมากยิ่งขึ้น

แผนการสอนรูปแบบ สสวท.

แผนที่ 5 เรื่อง คลื่นผิวน้ำ

- นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น เมื่อเรียกให้ตอบก็กล้าตอบ ตั้งสมมติฐานด้วยความมั่นใจ โดยอาศัยประสบการณ์ และสมมุติฐานก็ตรงกับข้อเท็จจริงด้วย
- เมื่อให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน นักเรียนก็สามารถตอบได้ เช่น บอกว่า นำเศษกระดาษใส่ไว้ในกล่องคลื่น แล้วทำให้เกิดคลื่น แล้วให้สังเกตการสั่นของกระดาษ
- ดูตำแหน่งของกระดาษเคลื่อนที่ขึ้นลงก็แสดงว่าเป็นคลื่นตามขวาง
- นักเรียนบางคนเสนอให้เขย่ากล่องคลื่น เลยลองให้ทำดู แต่ปรากฏว่าคลื่นที่เกิดไม่ชัดเจน เลยให้นักเรียนช่วยกันออกแบบใหม่โดยใช้แท่งเหล็ก แท่งไม้ เป็นแหล่งกำเนิดคลื่น
- ในขั้นอภิปรายหลังการทดลอง นักเรียนได้ร่วมกันสรุปว่าคลื่นผิวน้ำเป็นคลื่นตามขวาง
- เนื่องจากแผ่นกระดาษจะมีการขยับตำแหน่งขึ้นลงในแนวตั้ง แสดงว่าอนุภาคของน้ำต้องสั่นขึ้นลงในแนวตั้งเพราะกระดาษอยู่บนน้ำและคลื่นเกิดขึ้นที่อีกด้านหนึ่งซึ่งอยู่ตรงข้ามกับแหล่งกำเนิด แสดงว่ามีการเกิดคลื่นจากแหล่งกำเนิดและส่งมาถึงอีกด้านหนึ่งของกล่องคลื่น
- นักเรียนเข้าใจเรื่องเฟสเป็นอย่างดี
- ผลการทำแบบประเมินนักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ดีมาก

แผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

แผนที่ 5 เรื่อง คลื่นผิวน้ำ

- นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากบางครั้งจะทำการทดลองนักเรียนก็แสดงความคิดเห็นกัน มีการโต้เถียงกัน
- บางคนเมื่อไม่มั่นใจก็ทำการทดลองซ้ำใหม่อีกเพื่อให้เกิดความมั่นใจในการร่วมอภิปรายกับเพื่อน
- ชั้นที่แสดงความคิดเห็นเมื่อสำรวจเสร็จให้นักเรียนเตรียมเขียนสิ่งที่จะนำเสนอเพื่อนเอาไว้ในสมุด เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการนำเสนอ
- มีนักเรียนกลุ่มหนึ่งสรุปช้ามาก ต้องคอยกระตุ้นให้รีบทำ เนื่องจากนักเรียนกลุ่มอื่นๆเสร็จนานแล้วเพื่อจะได้ทำกิจกรรมในชั้นอื่น ๆ ต่อไป
- นักเรียนเขียนมาในบันทึกการเรียนรู้ บางคนบอกว่าเมื่อใช้แท่งไม้ หรือ ฟิวส์เกิดคลื่นตามขวางเหมือนกัน แต่จะมีความถี่ของคลื่นน้อยลง ในความเป็นจริงความถี่จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความถี่ของแหล่งกำเนิด ซึ่งความเข้าใจผิดนี้คงขึ้นกับการเคลื่อนที่ขึ้นลงของมือมากกว่า แต่ทำให้ทราบว่านักเรียนได้พิจารณาหรือสังเกตด้วยความตั้งใจจริง
- เมื่อให้ตัวแทนออกมาแนะนำข้อสรุปของกลุ่ม ครูก็สังเกตว่ามีความคลาดเคลื่อนตรงไหนบ้าง
- ในชั้นที่ให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายสรุปนั้นครูบอกว่าความถี่ของคลื่นนั้นขึ้นอยู่กับความถี่ของแหล่งกำเนิด
- เมื่ออ่านแบบประเมินผลการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง

แผนการสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสวท.

แผนที่ 5 เรื่อง คลื่นผิวน้ำ

- เพียงแค่อุปกรณ์มาตั้งยังไม่ทันถามอะไรนักเรียนก็ทำท่าจะทดลองต้องสั่งห้าม
- นักเรียนหลายคนได้ทำการทดลองใหม่เมื่อมีการอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อยืนยันความคิดของตนเอง และชี้แจงให้เพื่อนเห็นตรงกับที่เขาต้องการสื่อ
- นักเรียนบางกลุ่มเสร็จช้ามากเลยต้องกำหนดเวลาว่าให้เวลาอีกกี่นาที
- ในตอนท้ายชั่วโมงของการเรียนการสอนมีนักเรียนกลุ่มหนึ่งเข้ามาเก็บอุปกรณ์โดยเขาเหล่านั้นพูดขึ้นว่า

“ผมชอบวิธีการสอนของอาจารย์มาก สอนเหมือนกับครูที่เมืองจีนเลย ทำให้รู้สึกไม่น่าเบื่อ

ครูฟิสิกส์ในโรงเรียนของเราที่ผมเคยเรียนมา จะเข้ามาสอนสูตรอย่างเดียว” นักเรียนคนนี้เขา

มาจากจีนแผ่นดินใหญ่เข้ามาอยู่ในเมืองไทยได้ 5 ปี

“แล้วอาจารย์จะไม่สอนทฤษฎีเลยหรือ” นักเรียนคนที่สองถาม ผมได้ตอบไปว่า

“ก็ข้อสรุปที่เราเรียนไปนั่นแหละคือทฤษฎีละ” เหตุเพราะเขากลัวว่าจะทำข้อสอบไม่ได้ นักเรียนคนที่สามซึ่งช่วยลบกระดานบอกว่า “ผมชอบวิธีสอนของอาจารย์ ไม่เครียดที่

ต้อง

จำสูตร คิดโจทย์ตัวอย่าง ฟังอย่างเดียว ผมรู้ว่าอาจารย์ต้องการฝึกพวกเราให้ฝึกคิดวิเคราะห์

มีตั้งแต่มองปัญหา ฝึกตั้งสมมติฐาน ทดลอง สรุปผลเองทั้งหมดซึ่งทำเหมือนพวกเราเป็นนักวิทยาศาสตร์เลย แต่ก็อย่างว่าแหละอาจารย์คนมันไม่เหมือนกัน ชอบไม่เหมือนกันคน

บางคนเขาก็ไม่รับทำเดียว อาจารย์สังเกตไหมครับว่ามันไม่เป็นเหมือนที่อาจารย์คาดหวัง แต่นั่นก็เป็นคนบางส่วนเท่านั้น” ผมก็ยิ้มให้เขาโดยไม่ได้พูดอะไร

-เมื่อกลับไปอ่านใบงานทั้งหมดพบว่า นักเรียนตั้งสมมติฐานตรงกับข้อเท็จจริง ผลสรุปมีความถูกต้องดี ในแบบประเมินผลนักเรียนตอบคำถามต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

แผนการสอนรูปแบบ สสวท.
แผนที่ 6 เรื่อง การช้อนทับของคลื่น

- ในขั้นอภิปรายก่อนการทดลองนักเรียนได้ออกแบบการทดลองแตกต่างกันได้เป็น 2 พวกคือ
 - พวกที่ 1 จะให้สร้างคลื่นในเส้นเชือกเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
 - พวกที่ 2 จะให้ใช้คลื่นผิวน้ำเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
 - และต่อจากนั้นให้สังเกตบริเวณที่คลื่นเจอกัน
- ในการทดลองที่ใช้คลื่นผิวน้ำต้องให้ความรู้เกี่ยวกับเลนส์นูนและสันคลื่นทำหน้าที่เป็นเลนส์นูนซึ่งจะทำหน้าที่เลนส์นูนรวมแสงทำให้แสงที่ตกบนกระดาษมีความเข้มสูงกว่าบริเวณข้างเคียง
- มีนักเรียนบางคนถามว่า “อาจารย์ไม่ให้โจทย์ในการคำนวณบ้างหรือ และไม่บอกให้จุดบ้างหรือ”
- ในช่วงแรกของการเรียนการสอนนักเรียนบางคนก็ยังไม่สามารถกับการเรียนต้องว่ากล่าวตักเตือนทำให้เสียเวลาประมาณ 5 นาที ต่อจากนั้นนักเรียนก็ให้ความร่วมมือในการเรียนการสอนดีขึ้นมากจนกระทั่งจบบทเรียน
- มีนักเรียนคนหนึ่งถามว่า “อาจารย์สอนโดยไม่ใช้หนังสือเลย ผมไม่เคยเห็นอาจารย์สั่งให้เปิดหนังสือเลย” ผมตอบว่า “ตอนนี้คงยังไม่ต้องเพราะครูเขียนแผนการสอนมาแล้วซึ่งในแผนไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลในหนังสือเรียนในขณะนี้” นักเรียนพูดว่า “ถ้าอย่างนั้นก็เอาหนังสือไปทิ้งได้ไหม” ก็ตอบนักเรียนว่า “คงไม่ถึงขนาดนั้นเก็บเอาไว้อ่านทบทวนหลังจากที่เรียนกับครูไปแล้ว

แผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

แผนที่ 6 เรื่อง การซ้อนทับของคลื่น

- เริ่มการทดลองสะบัดเชือกนักเรียนจะบอกว่าไม่เห็นเกิดการเปลี่ยนแปลง ต้องให้นักเรียนสะบัดใหม่ให้มีแอมพลิจูดการสะบัดเพียงแค่ 10 เซนติเมตร โดยมีวัตถุทิ่มไว้เพื่อกำหนดขอบเขตการสะบัดแล้วให้นักเรียนสังเกต ต่อมาให้นักเรียนสะบัดพร้อมกัน แล้วให้นักเรียนสังเกตบริเวณกึ่งกลางสปริงและให้ดูตำแหน่งของสปริงเทียบกับแนวสมมูลเดิม
- ให้นักเรียนลองสังเกตคลื่นที่เกิดขึ้นของแต่ละคน(โดยเฉพาะที่สะบัดในทิศตรงข้ามกัน)ที่เคลื่อนที่ไปหาอีกคน
- การทดลองในกรณีของคลื่นผิวน้ำเห็นได้ไม่ค่อยชัดเจนนักเนื่องจากความลึกของน้ำมีจำกัด หากต้องการให้เห็นชัดเจนต้องให้ระดับน้ำมีความลึกมากๆ
- นักเรียนบางคนไม่ค่อยรับผิดชอบต่อหน้าที่
- เมื่ออ่านบันทึกการเรียนรู้พบว่านักเรียนเขาเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีข้อสงสัยมากมายที่เขาสังเกตเห็นแต่ข้อสงสัยนั้นไม่ใช่ข้อสงสัยในมโนทัศน์ที่ต้องการให้เขาเรียนรู้
- ในแบบประเมินนักเรียนอธิบายหรือตอบคำถามได้ถูกต้อง และสามารถเขียนภาพคลื่นที่เกิดจากการรวมกันของคลื่นสองคลื่นที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง

แผนการสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

แผนที่ 6 เรื่อง การช้อนทัพของคลื่น

- ในการตั้งสมมติฐานนั้นต้องเดินไปที่โต๊ะเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ตั้งสมมติฐาน เนื่องจากเวลาค่อนข้างจำกัด
- ในขั้นการทดลองได้ให้นักเรียนสะบัดคนเดียวโดยมีแอมพลิจูดการสั่น 19 เซนติเมตร ให้นักเรียน
 - สังเกต แล้วให้สะบัดพร้อมกันและให้สังเกตโดยให้มองที่ขอบโต๊ะ
 - ตัวแทนกลุ่มต้องกำหนดตัวบุคคลไม่อย่างนั้นจะเสียเวลากว่าหาตัวแทนได้
 - นักเรียนสรุปได้ตรงมโนทัศน์ที่ต้องการ
 - เมื่อเข้าสู่ขั้นทบทวน/สรุป ได้ให้นักเรียนสะบัดสปริงข้างเดียวให้นักเรียนสังเกต แล้วให้สังเกตคลื่นที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะบริเวณกึ่งกลางระหว่างนักเรียน 2 คน แล้วให้สังเกตคลื่นว่ามาถึงมือฝ่ายตรงข้ามหรือไม่พร้อมทั้งถามว่ารู้ได้อย่างไร
 - ครูให้สะบัดไปในทิศที่ตรงข้ามกันให้สังเกตตรงกลางของสปริง แล้วให้ดูคลื่นที่ไปสู่มีอนนักเรียนที่ต่างอยู่ตรงข้ามกันนักเรียนมีข้อสรุปว่าเมื่อคลื่นเจอกันจะเกิดการรวมกันของคลื่นทั้งแบบหักล้างและแบบเสริมกันขึ้นอยู่กับทิศการสั่นของแหล่งกำเนิด
 - จากการอ่านในบันทึกการเรียนรู้และแบบประเมินผลการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง แต่ว่าบางคนใช้ภาษาสื่อไม่ค่อยชัดเจนต้องเรียกมาพูดคุยว่าที่เขียนมานั้นหมายความว่าอย่างไร

แผนการสอนรูปแบบ สสวท.
แผนที่ 7 เรื่องการสะท้อนของคลื่น

- นักเรียนไม่มีสมาธิในการเรียน บอกปัญหาไม่ได้
 - ในขั้นนี้ให้สะบัดสปริงต้องให้นักเรียนกระตุก เพื่อให้เกิดคลื่นลูกใดๆ แอมพลิจูดใหญ่
 - นักเรียนมองเห็นคลื่นน้ำได้ไม่ค่อยชัดเจน
 - เสียเวลาอบรมวินัยในการเรียนประมาณ 10 นาทีเลยปล่อยช้ากว่าเวลาปกติ ประมาณ 10 นาที เพราะเป็นช่วงพักเที่ยงพอดี
-

แผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

แผนที่ 7 เรื่องการสะท้อนของคลื่น

-ในขั้นการสำรวจ ผลการทดลองชัดเจนมากนักเรียนบางคนขณะทำการทดลองก็มีการอธิบาย

ผลที่เกิดขึ้นกับเพื่อนและมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

-มีนักเรียนบางกลุ่มเขียนไม่ชัดเจนและไม่ตรงประเด็น จึงให้นักเรียนอธิบาย แล้วให้บันทึกในเอกสาร ว.1-7ใหม่

-การสะบัดต้องแรงพอจนเห็นเป็นสันคลื่นแล้วรีบกระตุกกลับเพื่อให้เกิดคลื่นคลจะได่มองเห็นผลการทดลองได้อย่างชัดเจน

-มีนักเรียน 2 คนไปห้องพยาบาล

-นักเรียนสรุปผลการทดลองถูกต้องทุกกลุ่ม

-เมื่อทำการทดสอบนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง

แผนการสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

แผนที่ 7 เรื่องการสะท้อนของคลื่น

- นักเรียนคุยกันมาก เมื่อเดินไปว่ากล่าวตักเตือนก็บอกว่าคุยกันเรื่องเรียน
- ย้ายกลุ่มนักเรียนที่คุยมาข้างหน้า
- เดินดูในแต่ละกลุ่มขณะที่นักเรียนอยู่ในขั้นตั้งสมมติฐานเพราะมีบางคนไม่ค่อยตั้งใจเรียน
- ในขั้นการสำรวจ/ทดลองนั้นต้องเดินดูตลอดเวลาเนื่องจากนักเรียนสะบัดคลื่นเกิดหลายลูก ทำให้คลื่นที่ปรากฏไม่เป็นไปตามที่ต้องการเลยให้ทดลองใหม่โดยให้สะบัดแรงๆแล้วรีบกระตุกกลับจะทำให้เกิดคลื่นคลมมีขนาดใหญ่และแอมพลิจูดมากมองเห็นได้อย่างชัดเจน
- อ่านเอกสาร ผ. 1-7 ที่ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน นักเรียนแต่ละกลุ่มก็ตั้งสมมติฐานคล้ายๆกัน
- ผลสรุปในเอกสาร ผ. 2-7 ถูกต้องดี
- นักเรียนบางคนยังไม่กล้าแสดงออก เวลาออกไปพูดหน้าชั้นเรียน กว่าจะเริ่มพูด และขณะพูด ใช้เวลาในส่วนนี้มากเกินไปทำให้เสียเวลามาก
- นักเรียนบอกว่าบรรยากาศในการเรียนเครียดเพราะต้องคิดเพื่อหาคำตอบหรือเพื่อให้แสดงความคิดเห็น
- นักเรียนเขียนมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ในบันทึกการเรียนรู้ได้ถูกต้อง
- เมื่ออ่านในแบบประเมินผลการเรียนรู้ นักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง

แผนการสอนรูปแบบ สสวท.

แผนที่ 8 เรื่องการหักเหของคลื่น

- เมื่อเริ่มถามคำถามนักเรียน นักเรียนตั้งสมมติฐานได้ดีพอสมควร
- ในขั้นการออกแบบการทดลอง ก็ให้นักเรียนใช้ถาดคลื่นโดยใส่กระจกไว้ข้างใต้
- ขั้นการทดลองต้องย่ำให้ดูที่ขอบกระจก นักเรียนจึงสามารถเห็นว่าหน้าคลื่นไม่เป็นเส้นตรง
- จุดที่เป็นปัญหาคือคลื่นมีแอมพลิจูดน้อยและระดับน้ำก็มีความแตกต่างกันน้อยมากเลยมองหน้าคลื่นที่หักเหไม่ค่อยชัดเจนต้องใช้ความพยายามในการมองอย่างมาก
- นักเรียนมีทักษะในการสังเกตไม่ดี เมื่อให้ทำการทดลองพร้อมกับสังเกตผลนักเรียนก็มักจะบอกว่ามองไม่เห็นอะไร ไม่ค่อยมีความอดทนในการสังเกตให้เห็นในรายละเอียดและไม่ค่อยมีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาคำตอบ ครูต้องคอยควบคุมเป็นรายบุคคลเพื่อให้สังเกต โดยเฉพาะหน้าคลื่นที่บริเวณรอยต่อของตัวกลาง(บริเวณกระจก)
- เมื่ออ่านในแบบประเมินผลการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่จะทำได้ถูกต้อง มีเพียงนักเรียนชายคนหนึ่งที่ทำถูกต้องมาตลอด แต่ในตอนสุดท้ายเขียนฟังก์ชันตรีโกณมิติผิด

แผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

แผนที่ 8 เรื่องการสะท้อนของคลื่น

-นักเรียนยังเข้าห้องเรียนช้าอีกตามเคย แม้ว่าจะได้มีการว่ากล่าวตักเตือน และแจ้งให้อาจารย์ที่ปรึกษาทราบแล้วก็ตาม

-ในขั้นของการสำรวจ นักเรียนตั้งใจทำการสังเกต และมีนักเรียนบางคนพูดว่าไม่เห็นมีอะไร แตกต่างกับการไม่ใส่กระจกไว้ได้น้ำในถาดคลื่น ต้องคอยกระตุ้นให้สังเกตใหม่และให้มองตรงรอยต่อของตัวกลางคือบริเวณขอบกระจก

-เมื่ออ่านเอกสาร ว. 1-8 ซึ่งเป็นการบันทึกการนำเสนอสิ่งที่สมาชิกค้นพบต่อสมาชิกภายในกลุ่ม พบว่า นักเรียนเขียนบันทึกสิ่งที่ได้จากการสังเกต ตรงตามความเป็นจริง โดยบอกว่าบริเวณน้ำลึกคลื่นจะมีความยาวคลื่นมากกว่าบริเวณน้ำตื้น และคลื่นมีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่

-เมื่ออ่านบันทึกการเรียนรู้ นักเรียนบอกความเข้าใจในเรื่องที่เรียนจนได้ข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง

-เมื่อลองทดสอบความรู้เรื่องการหักเหโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้าช่วยในการคำนวณนักเรียนสามารถทำได้ถูกต้องมากกว่า 90 % ของจำนวนนักเรียน มีบางส่วนที่ยังสับสนโดยแทนค่าไซน์ผิดพลาด และบางคนขาดความรอบคอบในการคิดคำนวณเลขเท่านั้น

-มีนักเรียนชายคนหนึ่งถามว่า “ทำไมอาจารย์ถามมาก ให้ทำงาน คิด อภิปรายกัน ให้เขียนบันทึกในเรื่องต่างๆเท่านั้น ทำไมไม่นำโจทย์ปัญหาตัวอย่างมาสอนบ้าง”

แผนการสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสวท.

แผนที่ 8 เรื่องการสะท้อนของคลื่น

- นักเรียนเข้าห้องช้า และรีบร้อนเลยทำให้ไม่ค่อยมีสมาธิต้องพูดถึงปัญหาถึงปัญหาถึง 3 ครั้ง
- ในขั้นตั้งสมมติฐานนักเรียนเริ่มมีสมาธิมากขึ้น นักเรียนช่วยกันอภิปรายต่างแข่งกับเวลาที่เสียไป
- ในขั้นการทดลองผลการทดลองไม่ค่อยชัดเจนทำให้นักเรียนหาข้อสรุปยาก เมื่อถึงขั้นบททวน / สรุปต้องคอยชี้ให้ดูรอยต่อ นักเรียนจึงบอกได้ว่าคลื่นหักตรงรอยต่อ
- เมื่ออ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ๆ สามารถเขียนความรู้ที่เรียนรู้ไปได้อย่างชัดเจน
- เมื่อทำการทดสอบนักเรียนสามารถหาคำตอบของปัญหาได้อย่างถูกต้อง

แผนการสอนรูปแบบสวท.
แผนที่ 9 เรื่องการแทรกสอดของคลื่น

- นักเรียนไม่มีทักษะในการสังเกต
- นักเรียนบางคนแสดงความคิดเห็นว่าเรื่องนี้เขาเคยมีความรู้มาแล้วทำไมถึงไม่นำเรื่องอื่นๆมาเรียนบ้าง
- อุปกรณ์ที่ได้รับการตรวจสอบมาอย่างดีและใช้งานได้ดีบางชุดเกิดการขัดข้องอย่างกะทันหัน
- นักเรียนจะตั้งใจเรียนเป็นพิเศษตอนที่ครูให้ความรู้เรื่องผลต่างของระยะทางจากแหล่งกำเนิดไปยังตำแหน่งบัพหรือปฏิบัพโดยครูใช้แผนภาพที่จัดทำขึ้นประกอบการอธิบาย เป็นการดึงความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดีสิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่านักเรียนชอบการเรียนรู้ในเชิงบรรยาย
- เมื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมคลื่นนิ่งในเส้นเชือกเกิดเป็นลูป นักเรียนให้ความสนใจและขอเป็นผู้ทำการทดลองเองและเมื่อมีการอธิบาย นักเรียนเข้าใจได้โดยง่าย
- เมื่อให้โจทย์ปัญหานักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

แผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

แผนที่ 9 เรื่องการแทรกสอดของคลื่น

- ในขั้นการนำนักเรียนหลายคนพยายามตอบคำถามต้องรีบตัดสินใจโดยให้นักเรียนลองหาคำตอบจากการทดลอง
 - ในขั้นการทดลองได้เปลี่ยนจากคอมไฟเป็นกล่องแสงเพราะนักเรียนสามารถปรับระยะโฟกัสของคลื่น(ที่ทำหน้าที่ของเลนส์นูน) ได้ในช่วงกว้าง เมื่อเปลี่ยนเป็นใช้กล่องแสงทำให้เห็นแถบสว่างและแนวการแทรกสอดได้ชัดเจนขึ้น
 - ในการทำให้เกิดคลื่นนิ่งในเส้นเชือกเมื่อใช้รางไม้ปรากฏว่าผลที่ได้จากการสังเกตไม่ชัดเจน จึงเปลี่ยนมาใช้มือถือที่ปลายเชือกอีกด้านหนึ่งแทนทำให้เห็นชัดเจน ทำให้นักเรียนในกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการทดลองมากกว่า คงจะต้องมีส่วนหนึ่งถือเครื่องเคาะสัญญาณเวลาไม่ให้เคลื่อนที่ไปมา มีคนคอยถือปลายเชือกที่ปรับความตึงได้ตลอดเวลา ขณะที่ทดลองนักเรียนบางคนจะบอกให้เพื่อนดึงให้ตึงมากตึงน้อย บางพวกก็จะชี้ตำแหน่งบัพ ปฏิบัพ พร้อมทั้งวิพากษ์วิจารณ์
 - ในขั้นการให้ความรู้เท่าที่สังเกตจากสีหน้าท่าทางและการโต้ตอบของนักเรียนทำให้ทราบว่านักเรียนมีความตั้งใจและเข้าใจในเรื่องที่เรียนเป็นอย่างดี
- เนื่องจากนักเรียนเดินเรียนทำให้มีปัญหาเรื่องเวลาบ้าง ทำให้การดำเนินการในขั้นต่างๆถูกจำกัดด้วยเวลา แม้ว่าจะมีการจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการใช้งานไว้อย่างดีแล้วก็ตาม

แผนการสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

แผนที่ 9 เรื่องการแทรกสอดของคลื่น

- เมื่อตั้งคำถามเร้าความสนใจ และอ่านจากเอกสาร ผ1-9ที่ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานนักเรียนจะตอบว่าเกิดการแทรกสอดและเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดิมบ้าง เกิดการเสริมกัน และเกิดการหักล้างของคลื่น
- ในขั้นการทดลองได้เปลี่ยนจากคอมไฟฟที่ติดมากับอุปกรณ์เดิมเป็นกล่องแสงเพราะสามารถปรับระยะสูงต่ำได้ในช่วงกว้าง ซึ่งส่งผลให้ความเข้มแสงที่แสดงหน้าคลื่นมองเห็นได้อย่างชัดเจน
- ครูให้ความรู้เรื่องคลื่นนิ่งโดยเปลี่ยนจากการใช้รางไม้แล้วใช้มือถือแทน ทำให้นักเรียนในกลุ่มได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง
- หลังจากหมดเวลามีนักเรียน 3 คน ได้ขอให้อธิบายในบางประเด็นโดยเขาให้เหตุผลว่าเขารู้สึกง่วงทำให้การรับรู้ของเขาไม่ดี ในตอนแรกคิดว่าจะไม่อธิบายเพราะกลัวว่าจะมีผลกระทบต่อการวิจัย แต่นักเรียนก็ขอร้องให้อธิบายจึงจำเป็นต้องอธิบาย

แผนการสอนรูปแบบ สสวท.
แผนที่ 10 เรื่องการแทรกสอดของคลื่น

- นักเรียนหลายคนไม่ค่อยเห็นความสำคัญของการทดลอง
- นักเรียนมีทักษะการสังเกตไม่ดีไม่มีทักษะทางวิทยาศาสตร์
- นักเรียนไม่ค่อยมีวินัยในการเรียน
- มีการนัดเวลาสอบ
- นักเรียนไม่พูดหรือบันทึกจากสิ่งที่สังเกตเห็น มักจะคิดจากข้อความหรือถ้อยคำที่เคยเรียนรู้มา
- นักเรียนหลายคนไม่สามารถสื่อสารกับเพื่อนและครูในสิ่งที่เขาเรียนรู้ได้
- นักเรียนหลายคนไม่มีความสามารถในการสรุปประเด็นต่างๆที่ได้เรียนรู้ไป
- เมื่ออ่านแบบประเมินผลการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบถูกต้องตามมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไป

แผนการสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

แผนที่ 10 เรื่องการแทรกสอดของคลื่น

- นักเรียนยังบันทึกข้อมูลไม่เป็น แทนที่จะเขียนจากสิ่งที่สังเกตเห็นนักเรียนกลับเขียนว่าเลี้ยวเบน
 ทั้งหมดที่ตัวนักเรียนเองก็ไม่เข้าใจเกี่ยวกับการเลี้ยวเบน จึงต้องชี้แจงและให้บันทึกจากสิ่งที่นักเรียน
 สังเกตเห็น
- มีนักเรียนบางคนทดลองซ้ำ หลายรอบเปรียบเทียบแต่ละครั้ง
- นักเรียนบางคนนอกจากจะใช้เครื่องเคาะที่ปรับความถี่ได้ แล้วยังใช้มือเคาะเองก็มี
- นักเรียนหลายคนยังไม่กล้าทำงานหรืออะไรโดยไม่ดูของเพื่อน แม้ครูผู้สอนจะบอกว่าการบันทึก
 ผลไม่มีคะแนนความถูกต้อง แต่ให้คะแนนความสนใจ
- เมื่ออ่านบันทึกการเรียนรู้ทำให้รู้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์เป็นอย่างดี ในส่วนที่เป็นข้อ
 สงสัยแม้จะไม่เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการศึกษาในครั้งนี้ แต่ได้ตอบชี้แจงกับนักเรียนไปบ้างจะ
 ได้ไม่เกิดความคลาดเคลื่อน และนำไปใช้ประโยชน์ได้
- เมื่อให้ประเมินกลุ่มอื่น นักเรียนได้ประเมินอย่างเหมาะสม

แผนการสอนรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

แผนที่ 10 เรื่องการแทรกสอดของคลื่น

- นักเรียนมาช้า 15 นาที
- นักเรียนหลายคนยังไม่สามารถสื่อสารให้ครูและเพื่อนเข้าใจได้
- นักเรียนส่วนใหญ่สรุปได้ถูกต้องดีสังเกตจากการที่แต่ละกลุ่มได้อภิปราย เพียงแต่ภาษาที่ใช้เท่านั้นที่ไม่ชัดเจน
- ในขั้นทบทวน / สรุป ครูต้องเรียกนักเรียนมาอธิบายที่ละกลุ่มแล้วตั้งคำถามตามแผน พร้อมทั้งชี้ให้เห็นสิ่งที่สังเกต ให้บอกผลที่ได้จากสังเกต เนื่องจากนักเรียนหลายคนมักขาดวินัยในการเรียนไม่ค่อยสังเกตอย่างจริงจัง
- จากการอ่านแบบประเมิน นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้อง และการตอบของนักเรียนก็บ่งชี้ได้ว่าเป็นความคิดเห็นของแต่ละคน เพราะสังเกตจากข้อความที่เขาเขียนไม่เหมือนกัน
- ระยะเวลาที่ใช้ทดสอบน้อยกว่าที่กำหนดใช้เพียง 10 นาที จากกำหนดไว้เดิม 20 นาที

ภาคผนวก ด

คู่มือครู

บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน
ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสาน
ระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

คำนำ

เนื่องจากการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ต่างก็เป็นการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเหมือนกัน แต่มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สรุปบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนไว้ในแต่ละขั้นตอนของแต่ละรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อสะดวกต่อผู้ที่นำไปใช้ พร้อมกันนี้ผู้วิจัยได้เสนอใบงานในการทำกิจกรรมแต่ละรูปแบบ เพื่อเป็นตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปตามขั้นตอนการเรียนการสอนที่ต้องการ

ตาราง 23 แสดงบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

ขั้นการสอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นนำเข้าสู่ บทเรียน	- สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ถามคำถามที่ทำให้รู้ว่าคุณครู ทราบอะไรบ้าง	- ถามคำถามตัวเอง - “ทำไมจึงเป็นเช่นนี้” - “ทราบอะไรเกี่ยวกับสิ่งนี้” - แสดงความสนใจเรื่องราวที่คุณ นำเสนอ
ขั้นการสำรวจ	- กระตุ้นให้นักเรียนทำงาน - สังเกตและฟังเมื่อนักเรียนมี ปฏิสัมพันธ์กัน - ถามนำเพื่อให้นักเรียนสืบค้น เมื่อจำเป็น - ให้คำปรึกษา	- คิดอย่างอิสระ แต่อยู่ในขอบเขตหรือ ข้อจำกัดของกิจกรรม - ทดสอบสมมติฐาน - พยายามและอภิปรายทางเลือกใหม่ - บันทึกการสังเกตและแนวความคิด
ขั้นการอธิบาย	- กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายโน้ตส์ และนิยามด้วยตัวนักเรียนเอง - ถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายแสดง เหตุผล	- อธิบายการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ - ฟังอย่างพิจารณากับคำอธิบายของ นักเรียนคนอื่น ๆ - ฟังและประมวลความรู้ที่คุณนำเสนอ - อธิบายโดยใช้ข้อมูลจากการสังเกต
ขั้นการลง ข้อสรุป	- คาดหวังว่านักเรียนจะใช้ข้อมูลก่อน หน้านี้มานิยามหรืออธิบาย - กระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์โน้ตส์ และทักษะในสถานการณ์ใหม่	- ประยุกต์นิยามและทักษะใน สถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในการ อธิบาย ในการตัดสินใจและออกแบบ การทดลอง - บันทึกการสังเกต และการอธิบาย

ตาราง 23 (ต่อ)

ขั้นการสอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นการ ประเมินผล	- สังเกตนักเรียน ประยุกต์มันโนทัศน์ และทักษะใหม่ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - ประเมินให้นักเรียนเปลี่ยนความคิด และพฤติกรรม - อนุญาตให้นักเรียนประเมินผลการเรียน ทักษะ และกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด เช่น “ทำไมจึงคิดอย่างนี้” “เธอจะอธิบายอย่างไร”	- ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกต และข้อมูลที่เรียนรู้ไป - ประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ - ถามคำถามแสดงความสัมพันธ์และกระตุ้นการสืบค้นในอนาคต

ตาราง 24 แสดงบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนตามรูปแบบ สสวท.

ขั้นการสอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นการอภิปราย ก่อนการทดลอง	- ตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย - กระตุ้นให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน - กระตุ้นให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมในขั้นทดลอง - บอกขั้นตอนการทดลอง	- ทำความเข้าใจในประเด็นปัญหา - ตอบคำถามครูเพื่อสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ - ตั้งสมมติฐาน - ฟังขั้นตอนการทดลอง
ขั้นกิจกรรม การทดลอง	- ตรวจสอบพฤติกรรมนักเรียนขณะทำการทดลอง - คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือในการเรียนการสอน ดูแลการใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดเพื่อให้การทดลองเป็นไปตามขั้นตอนและปลอดภัย	- ทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานหรือหาคำตอบของปัญหา - บันทึกผลการทดลอง
ขั้นการอภิปราย หลังการทดลอง	- ถามเพื่อให้นักเรียนอภิปรายผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง - กระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันสรุป - สรุปผล และให้ความรู้กับนักเรียน - ประเมินผลการเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน	- ช่วยกันอภิปรายผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง - ช่วยกันสรุปผลการทดลอง - ฟังครูสรุปผลการทดลอง - ทำแบบทดสอบ ทำแบบฝึกหัดที่ครูมอบหมาย

ตาราง 25 แสดงบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนตามรูปแบบการผสมผสานระหว่าง
 วัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

ขั้นการสอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นเร้าความ สนใจ	- สร้างความสนใจ - กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น	- ถามคำถามตัวเอง - “ทำไมสิ่งนี้เกิดขึ้น” - “เราทราบอะไรจากสิ่งนี้” - แสดงความสนใจเรื่องราวที่ครูเสนอ
ขั้นการอภิปราย ปัญหา/ตั้ง สมมติฐาน	- ให้นักเรียนคิดหาคำตอบและให้อภิปรายกันภายในกลุ่ม รวมทั้งบันทึกความคิดเห็นหรือสมมติฐานของสมาชิกในเอกสาร - ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพื่อตั้งสมมติฐานหน้าชั้นเรียน - ให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายเพื่อตั้งสมมติฐาน	- คิดอย่างอิสระ แต่ก็อยู่ภายในข้อจำกัดของกิจกรรม - ทำนายและตั้งสมมติฐานโดยมีการอภิปรายในกลุ่ม - บันทึกความคิดเห็นของเพื่อนภายในกลุ่ม - ตั้งสมมติฐานของกลุ่มและร่วมอภิปรายกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน
ขั้นการสำรวจ/ ปฏิบัติการ ทดลอง	- กระตุ้นให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา - สังเกตพฤติกรรม และฟัง นักเรียน มีปฏิสัมพันธ์กัน - ผู้อำนวยความสะดวก	- ทดสอบสมมติฐาน - พยายามหลาย ๆ ทางเลือก ในการออกแบบการทดลอง - บันทึกการสังเกตด้วยความอยากรู้อยากเห็น
ขั้นการอธิบาย	- ให้นักเรียนนำข้อมูลมาอภิปรายในกลุ่ม - กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายข้อมูลและมโนทัศน์ที่ได้จากการทดลอง	- อธิบายคำตอบที่เป็นไปได้ โดยมีการบันทึกการนำเสนอของแต่ละคน - รับฟังและพยายามประมวลคำอธิบายเพื่อให้ได้ข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง

ตาราง 25 (ต่อ)

ขั้นการสอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นขยาย มโนทัศน์	- เตรียมเวลาให้นักเรียน - กำหนดสถานการณ์แตกต่างออกไป แต่คล้าย ๆ กัน - กระตุ้นให้นักเรียนขยายขอบเขตของมโนทัศน์ โดยสร้างมโนทัศน์ใหม่ที่เชื่อมโยง เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์เดิม และมโนทัศน์ใหม่นี้ ช่วยเสริมให้มโนทัศน์เดิมขยายขอบเขตออกไป แสดงด้วยแผนผังต่อไปนี้	- นำแนวคิดหรือข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ แต่คล้ายคลึงกัน - ตัดสินใจ ออกแบบการทดลอง และบันทึกข้อมูล - เปรียบเทียบความคิดใหม่กับความเข้าใจเดิม - อภิปรายผลและสรุปมโนทัศน์ภายในกลุ่มและบันทึก
ขั้นทบทวน/ สรุป	- สร้างสถานการณ์หรือตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ลำดับความคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไป - ทำการทดลองหรือมอบหมายให้นักเรียนทำการทดลองซ้ำ - สรุปมโนทัศน์เพื่อให้นักเรียนเกิดความชัดเจน	- ตอบคำถามเดิมโดยใช้ข้อมูลที่เคยสังเกตและบันทึกไว้ - สังเกตการทดลองที่ครูหรือคนที่ครูมอบหมายให้ทำการทดลอง - เปรียบเทียบผลและข้อสรุปที่ทดลองได้ในครั้งแรกกับการทดลองในครั้งนี้

ตาราง 25 (ต่อ)

ขั้นการสอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นการ ประเมินผล	- ประเมินความรู้ และทักษะของนักเรียน - ให้นักเรียนประเมินผลการเรียนของพวกเขาเองและทักษะกระบวนการกลุ่มด้วยตัวนักเรียนเอง	- เขียนความรู้ที่ได้เรียนรู้ไป รวมทั้งข้อสงสัย - ประเมินตนเองว่ามีความรู้มากน้อยเพียงใด - ประเมินความรู้ ความเข้าใจของเพื่อนร่วมชั้นเรียน

ว. 1-1

กลุ่มที่.....	ผู้เสนอ	สิ่งที่นำเสนอ
	1.....	..... ..... ..... ..... .....
	2.....	..... ..... ..... ..... .....
	3.....	..... ..... ..... ..... .....
	4.....	..... ..... ..... ..... .....
	5.....	..... ..... ..... ..... .....

ข้อสรุป.....
.....
.....
.....
.....

จ. 2-1

กลุ่มที่.....	ผู้เสนอ	สิ่งที่นำเสนอ
	1.....	..... ..... ..... .....
	2.....	..... ..... ..... .....
	3.....	..... ..... ..... .....
	4.....	..... ..... ..... .....
	5.....	..... ..... ..... .....

ผลสรุปที่ได้จากการอภิปราย.....
.....
.....
.....
.....

ว. 4-1

กลุ่มที่ถูกประเมิน	กลุ่มที่ทำหน้าที่ประเมิน	ผลการประเมิน	ค่าเฉลี่ยการประเมิน
กลุ่มที่.....			
			
			
			
			
			
			
			

หมายเหตุ

1. ระดับการประเมินจะเป็น 3 หรือ 2 หรือ 1 ตามความคิดเห็นของนักเรียน
2. 3 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจสูง
2 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจปานกลาง
1 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจต่ำ
3. ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50 - 3.00 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจสูง
4. ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50 - 2.49 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจปานกลาง
5. ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 - 1.49 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจต่ำ

2. 5-1

แบบประเมินผลการเรียนรู้

ชื่อ.....เลขที่.....กลุ่ม.....ชั้น.....

เรื่อง.....

คำชี้แจงให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ชัดเจนที่สุด

1. ลักษณะการแกว่งของลูกตุ้มเป็นอย่างไร
2. ช่วงเวลาในการแกว่งเปลี่ยนแปลงอย่างไร

[illegible]

୩୩.୧

แบบประเมินผลการเรียนรู้

ชื่อ.....เลขที่.....กลุ่ม.....ชั้น.....

501

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ชัดเจนที่สุด

1. ลักษณะการแกว่งของลูกตุ้มเป็นอย่างไร
2. ช่วงเวลาในการแกว่งเปลี่ยนแปลงอย่างไร

[illegible]

ผ. 1-1

กลุ่มที่.....	ผู้เสนอ	สิ่งที่นำเสนอ	สมมติฐานของกลุ่ม
	1.....		
	2.....		
	3.....		
	4.....		
	5.....		
6.....			

ผ. 2-1

กลุ่มที่.....	ผู้เสนอ	สิ่งที่นำเสนอ	ผลสรุปที่ได้จากการอภิปราย
	1.....		
	2.....		
	3.....		
	4.....		
	5.....		
	6.....		

พ. 3-1

	ผู้เสนอ	สิ่งที่นำเสนอ	มโนทัศน์ของกลุ่ม
กลุ่มที่.....	1.....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
	2.....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
	3.....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
	4.....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
	5.....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
	6.....	..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....

พ. 5-1

กลุ่มที่ประเมิน	ผลการประเมิน	ค่าเฉลี่ยของการประเมิน
1.....		
2.....		
3.....		
4.....		
5.....		
6.....		

หมายเหตุ

1. ระดับการประเมินจะเป็น 3 หรือ 2 หรือ 1 ตามความคิดเห็นของนักเรียน
2. 3 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจสูง
 2 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจปานกลาง
 1 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจต่ำ
3. ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50 - 3.00 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจสูง
4. ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50 - 2.49 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจปานกลาง
5. ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 - 1.49 หมายความว่า มีความรู้ ความเข้าใจต่ำ

ภาคผนวก ต

ข้อมูลความคิดเห็นบางส่วนที่สืบเนื่องมาจากการนำรูปแบบการตอนไปใช้

ข้อมูลความคิดเห็นบางส่วนที่สืบเนื่องมาจากการนำรูปแบบการสอนไปใช้

การทดลองใช้แผนการสอนครั้งที่ 2

กลุ่มวิทยากรการเรียนรู้ นักเรียนบางส่วนได้ให้ข้อมูลดังนี้

- ได้ลงมือทำ ทำให้เห็นของจริง เกิดความมั่นใจ ไม่เกิดความรู้สึกว่าความรู้ที่ได้นั้นจริงหรือไม่
- อยากให้นำไปใช้กับนักเรียนในชั้นต่างๆ และวิชาอื่นๆด้วย
- เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่แปลก ในระยะแรกรู้สึกว่ามันชินแต่ชอบ ทำให้สนุกกับการเรียน
- เป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน
- ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ทำให้ได้ความคิดใหม่ๆ
- นักเรียนได้พูดคุยกันเอง ทำให้กล้าแสดงความคิดเห็น เวลาเขียนบันทึกในเรื่องที่เรียน ทำให้รู้ว่าตัวเองมีความรู้แค่ไหน นอกจากนั้นยังช่วยให้เข้าใจแนวคิดและทฤษฎีต่างๆได้ง่าย

กลุ่ม สสวท. นักเรียนบางส่วนได้ให้ข้อมูลดังนี้

- ชอบแบบที่เป็นอยู่
- มีครูคอยให้ความรู้ มีโจทย์แบบฝึกหัดให้ทดลองทำให้มีความมั่นใจในการที่จะสอบ

กลุ่มการผสมผสานระหว่างวิทยากรการเรียนรู้กับ สสวท. นักเรียนบางส่วนได้ให้ข้อมูลดังนี้

- รูปแบบการเรียนการสอนดีกว่าแบบเดิม มองเห็นภาพ ทำให้นำความรู้ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้ดี
- มองเห็นภาพและทำให้ฝึกการคิด
- เรียนได้ด้วยตนเอง สรุปด้วยตนเอง มีข้อสงสัยถามอาจารย์
- เห็นความจริงจากการทดลอง ช่วยส่งเสริมด้านการคิด
- เข้าใจกว่าแบบเดิม เนื่องจากได้แสดงความคิดเห็นกันทุกคน
- ดีกว่ารูปแบบเดิม ไม่เครียด การอธิบายซ้ำจะทำให้เข้าใจได้ดีขึ้น
- ทำให้รู้ความคิดของเพื่อน คาดไม่ถึงว่า เพื่อนจะมีความคิดแปลกๆและ สร้างสรรค์ เกิดความรู้สึที่ดีต่อเพื่อน เห็นคุณค่าและความสำคัญของเพื่อน

ในการนำแผนทดลองไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. นักเรียนบางส่วนได้ให้ข้อมูลดังนี้

-ทำให้เข้าใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้น แต่ในบางครั้งก็ทำให้เสียเวลามาก และมีตัวอย่างการคำนวณน้อยเกินไป

-มีการทดลองแล้วช่วยกันคิด แล้วอาจารย์ก็อธิบายทำให้เข้าใจ เวลาทำข้อสอบก็สามารถทำได้ดี

-เรียนด้วยรูปแบบนี้ดี เพราะได้แสดงความคิดเห็น ได้ทดลองทำด้วยตนเอง ทำให้รู้และเข้าใจได้ดี

-ทำให้มีการเรียนรู้ด้วยตัวเองเข้าใจและจำได้ดี เพราะนึกถึงหลักความจริง แต่ควรจะสอนเกี่ยวกับการคำนวณให้มากกว่านี้

-เป็นการสอนที่ดี เน้นความเข้าใจโดยการเห็นด้วยตัวเองจากการทดลอง นักเรียนก็จะเข้าใจทฤษฎีต่างๆ ได้ง่ายขึ้น เมื่อก่อนคิดว่าเป็นวิชาที่ยากแต่เมื่อเรียนแล้วจึงรู้ว่ามันไม่ได้ยากอย่างที่คิด

-สนุกกับการเรียนการสอน เรียนอย่างสบายๆ ไม่เครียด ทำให้เข้าใจในเรื่องที่เรียนดี

-การสอนสนุกดี แต่เวลาสอนนั้นอาจารย์เน้นให้นักเรียนคิดเองมากเกินไป ถ้านักเรียนคนนั้นไม่มีพื้นฐานมาก่อนก็จะไม่รู้เรื่อง แต่ก็สามารถช่วยให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น

-เป็นการเรียนการสอนที่ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ เพราะได้รู้จริง ศึกษาจริงและได้ใช้ความคิดจริง ก่อนที่จะเรียนผมเห็นว่ามันเป็นเรื่องที่ยุ่งยากแต่หลังจากเรียนแล้วรู้สึกว่าเป็นเรื่องใกล้ตัวมาก

ภาคผนวก ถ

หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการวิจัย



บันทึกข้อความ

329

ส่วนราชการ.....บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5644
ที่.....ทม 1007/ ๖๖๖๖ วันที่.....๑๖ ตุลาคม 2541
เรื่อง.....ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์

ด้วย นายวิชาญ เลิศหล นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนที่ยึดรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท." โดยมีคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ คือ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ คุประตกุล	ประธาน
ดร.ชูศักดิ์ จัมภลจิต	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย	กรรมการ

บัณฑิตวิทยาลัยขอเชิญ ดร.มนัส บุญประกอบ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณเป็นอย่างสูง
มา ณ โอกาสนี้

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ.....บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5644
ที่.....ทม 1007/ ๒๖๖๑ วันที่.....๑๒ ตุลาคม 2541
เรื่อง.....ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ด้วย นายวิชาญ เลิศลพ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนที่ยึดรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท." โดยมีคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ คือ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ คุประตกุล

ประธาน

ดร.ชูศักดิ์ จันภิลิจิต

กรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย

กรรมการ

บัณฑิตวิทยาลัยขอเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดุลย์ คนยัง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณเป็นอย่างสูง
มา ณ โอกาสนี้

(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ทม 1007/ 3619

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

11 ตุลาคม 2541

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายวิชาญ เลิศหลป นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนที่ยึดรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท." โดยมีคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ คือ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ คุประตกุล

ประธาน

ดร.ชูศักดิ์ จมกลิจิต

กรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย

กรรมการ

บัณฑิตวิทยาลัยขอเชิญ อาจารย์สุทิน อภัยฤทธิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณเป็นอย่างสูง
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัย

โทรสาร/โทร. 258-4119

ที่ ทม 1007/ 3636



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๒ ตุลาคม 2541

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการ สสวท.

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายวิชาญ เลิศหลป นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนที่ยึดรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท." โดยมีคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ คือ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ คุประตกุล

ประธาน

ดร.ชูศักดิ์ จัมภลจิต

กรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์น้อย

กรรมการ

บัณฑิตวิทยาลัยขอเชิญ ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณเป็นอย่างสูง
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัย

โทรสาร/โทร. 258-4119

ที่ ทม 1007/ ๒๕๒๕



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๒ ตุลาคม 2541

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายวิชาญ เลิศลพ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนที่ยึดรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท." โดยมีคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ คือ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ คุประตกุล

ประธาน

ดร.ชูศักดิ์ จันทรกิจ

กรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย

กรรมการ

บัณฑิตวิทยาลัยขอเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สังข์อ่อง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณเป็นอย่างสูง
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัย

โทรสาร/โทร. 258-4119



ที่ ทม 1007/ ๕๔๖

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

15 ธันวาคม 2541

เรื่อง ขอความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกุนนทีรุชารามวิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ

เนื่องด้วย นายวิชาญ เลิศหล นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ยึดรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท และรูปแบบการผสมระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท." โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ คูประตกุล, รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย และ ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลิจิต เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากนักเรียน โดยขออนุญาตให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน ทำแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ แบบวัดการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในระหว่างเดือนธันวาคม 2541 - มกราคม 2542

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายวิชาญ เลิศหล ได้เก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร/โทรสาร. 258-4119



ที่ ทม 1007/ ๕๔๙๔

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

15 ธันวาคม 2541

เรื่อง ขอความร่วมมือในการทบทวนแบบทดสอบ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ

เนื่องด้วย นายวิชาญ เลิศหล นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทบทวนวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ยึดรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท และรูปแบบการผสมระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท." โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ อุประตกุล, รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย และ ดร.ชูศักดิ์ จมภลิจิต เป็นคณะกรรมการควบคุมการทบทวนวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากนักเรียน โดยขออนุญาตให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน ทบทวนแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ แบบวัดการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในระหว่างเดือนธันวาคม 2541 - มกราคม 2542

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายวิชาญ เลิศหล ได้เก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร/โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1007/ ๒๕๕๖



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๖ ธันวาคม 2541

เรื่อง ขอตกลงสอนเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี

ด้วย นายวิชาญ เลิศหล นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ โดยวิธีจัดการเรียนการสอนที่ยึดรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ คุประตกุล, รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย และ ดร.ชูศักดิ์ จัมภิลิจิต เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากนักเรียน โดยขออนุญาตใช้สถานที่ทดลองสอนวิชาฟิสิกส์กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 ห้องเรียน ในระหว่างเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน 2542

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายวิชาญ เลิศหล ใช้สถานที่ และนักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทรสาร/โทร. 258-4119

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายวิชาญ เลิศลพ
ที่อยู่ปัจจุบัน	122 / 26 ถ.วิภาวดีรังสิต ดินแดง กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 2 ระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2523	มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนวิเศษไชยชาญ “ตันติวิทยานูมิ” จังหวัดอ่างทอง
พ.ศ. 2525	มัธยมศึกษาตอนปลาย(แผนกวิทยาศาสตร์) จากโรงเรียนกรรณสูต ศึกษาลัยจังหวัด สุพรรณบุรี
พ.ศ. 2529	กศ.บ.(ฟิสิกส์) จากมหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2535	ค.ม.(มัธยมศึกษา) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2542	กศ.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ โดยวิธีจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้
รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

บทคัดย่อ
ของ
วิชาญ เลิศตพ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2548

การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ โดยวิธีจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 95 คน โดยแยกเป็น 3 กลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แผนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. 2) แบบทดสอบวัดความรู้เรื่องคลื่น 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น 4) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 5) แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ 6) แบบวัดความคงทนในการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือการวิเคราะห์ความแปรปรวน และการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธีของ Scheffe' ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นของนักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ารูปแบบ สสวท.

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นของนักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ไม่แตกต่างกัน

3 ความคงทนในการเรียนรู้เรื่องคลื่นที่เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และคลื่นของนักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ารูปแบบ สสวท.

4 เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ดีกว่ารูปแบบ สสวท.

**A COMPARISON OF LEARNING OUTCOMES AMONG TEACHING/LEARNING
APPROACHES BASED ON LEARNING CYCLE MODEL, IPST MODEL
AND LEARNING CYCLE - IPST MODEL**

AN ABSTRACT

BY

WICHAN LERTLOP

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

March 2000

A COMPARISON OF OF LEARNING OUTCOMES AMONG TEACHING/LEARNING APPROACHES BASED ON LEARNING CYCLE MODEL, IPST MODEL AND LEARNING CYCLE - IPST MODEL

The purpose of this study was to compare learning outcomes among teaching/learning approaches based on learning cycle model, IPST model and learning cycle - IPST model.

The subjects of this study were 95 students in grade 11 of Surasakmontree School, under the jurisdiction of the Department of General Education, Bangkok divided into 3 groups. The instruments consisted of 1) The lesson plans which were based on learning cycle model, IPST model, and learning cycle - IPST model. 2) A wave knowledge test. 3) A simple harmonic motion and wave achievement test. 4) A problem - solving ability test 5) An attitude toward physics test 6) A retention of content test. The statistical analysis involved the use of analysis of variance and Post-hoc comparisons by Scheffe's method.

The results of this study were as follow :

1) A comparison of students' achievement among teaching/learning approaches based on learning cycle model, IPST model and learning cycle - IPST model was significant at $p > .01$. The learning cycle model and learning cycle - IPST model were significantly better than the IPST model.

2) A comparison of students' problem - solving abilities among teaching/learning approaches based on learning cycle model, IPST model and learning cycle - IPST model was not significant.

3) A comparison of students' retention of learning among teaching/learning approaches based on learning cycle model, IPST model and learning cycle - IPST model was significant at $p < .01$. The learning cycle model and learning cycle - IPST model were significantly better than the IPST model.

4) A comparison of students' attitude toward physics among teaching/learning approaches based on learning cycle model, IPST model and learning cycle - IPST model was significant at $p < .01$. The learning cycle model and learning cycle - IPST model were significantly better than the IPST model.