

531-30-

ค ๕๕๑ ก

๖-๓

การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย
สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น

ปริญญาโท

ของ

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

มกราคม 2541

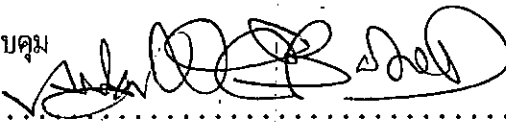
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๑๔๑๓๐

๒ 10268

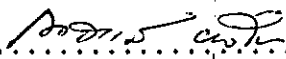
คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับ
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม



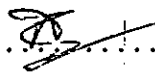
ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)



กรรมการ

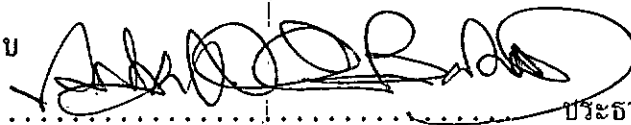
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรศักดิ์ ผลโคก)



กรรมการ

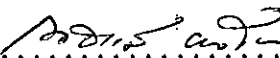
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ ลิกขำบัณฑิต)

คณะกรรมการสอบ



ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)



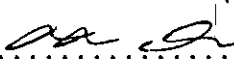
กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรศักดิ์ ผลโคก)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ ลิกขำบัณฑิต)



กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

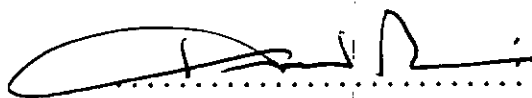
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)



กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร.ประเสริฐ ไกรสิงห์เดชา)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุขบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วันที่ 31 เดือน มกราคม พ.ศ.2541

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย ประธานกรรมการ ผู้ประสาวิชา พร้อมสรรพสิ่งอันทรงค่าให้กับผู้วิจัยได้จดจำและถือปฏิบัติ ต่อไปผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโภค และรองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ ลิกขำบัณฑิต กรรมการที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ ตลอดจน ตรวจแก้ไขงานจนมีคุณภาพดังปรากฏ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย และดร.ประเสริฐ ไกรสิงห์เดชา กรรมการแต่งตั้ง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ร่วมเป็นกรรมการสอบในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย อาจารย์ชุมพล พัฒนสุวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บัญชา ศิลปสกุลสุข ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรานนท์ จุลกัลป์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิรมล ปิตะนิละผสิน ดร.ประมวล คิริวัฒน์แก้ว ดร.จันทร์ชัย หึงษ์ประยูร ดร.ปรีชาญ เดชศรี อาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร อาจารย์เทวี สามารถ อาจารย์ลัดดา สายพานทอง อาจารย์ยอติศร มณีศิริ อาจารย์วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม อาจารย์เป็ญจวรรณ วรรณพานิช อาจารย์รังสรรค์ เพ็งพัฒน์ อาจารย์จิต นวนแก้ว และอาจารย์วิชาญ เลิศลพ ที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการหาประสิทธิภาพเครื่องมือวิจัย ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดคูลีตาราม และอาจารย์ใหญ่โรงเรียน จุฬารามราชวิทยาลัย ลพบุรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ใช้ห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนในการทดลอง และขอขอบพระคุณ อาจารย์สุพัฒน์ พลสุธรรม อาจารย์ธงชัย วงศ์สนิท และอาจารย์ไพฑูรย์ จารุสาร ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี และร่วมสังเกตการณ์ขณะดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของทั้งสองโรงเรียนที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดีในการเรียน

ขอขอบคุณคณะนิสิตสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ในระดับการศึกษาชั้นปริญญาตรีและมหาบัณฑิตทุกคน ที่ได้ให้กำลังใจงานการทววิจัยมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณพี่ ๆ ทุกคนในสกุลวงศ์บุญหนักที่เป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยมาโดยตลอด โดยเฉพาะ คุณเกื้อ-นันทวัน สีสิน ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบพระคุณ

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ของปริญญานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณต่อบิดา-มารดา ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	8
ความสำคัญของการวิจัย	9
ขอบเขตการวิจัย	10
นิยามศัพท์เฉพาะ	14
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์	20
เอกสารที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์	29
เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	39
เอกสารที่เกี่ยวกับคำนิยามทางวิทยาศาสตร์	49
เอกสารที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน	67
เอกสารที่เกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน	127
เอกสารที่เกี่ยวกับการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล	134
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	160
สมมติฐานการวิจัย	183
3 วิธีดำเนินการวิจัย	185
ตอนที่ 1 รูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน	185
ตอนที่ 2 การทดลองสอน	207

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	233
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย	234
ตอนที่ 1 การวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน	
ผลการวิเคราะห์สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 และข้อที่ 2	234
ตอนที่ 2 การทดลองสอน	
ผลการวิเคราะห์สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3,4,5,6,7 และ 8	245
ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้นวัตกรรมบทเรียน	
คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน	270
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	276
วัตถุประสงค์การวิจัย	276
สมมติฐานการวิจัย	277
วิธีดำเนินการวิจัย	278
ผลการวิจัย	280
ตอนที่ 1 การวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน	280
ตอนที่ 2 การทดลองสอน	281
อภิปรายผล	282
ข้อเสนอแนะ	298
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	298
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป	300
บรรณานุกรม	302
ภาคผนวก	330
ประวัติย่อผู้วิจัย	489

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	แสดงผลสรุปความคิดเห็นผู้ชำนาญการจากการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์ คลื่น	189
2	แสดงแบบแผนการวิจัย	208
3	จำแนกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความถี่รอบยอดทาง วิทยาศาสตร์วิชาฟิสิกส์	213
4	จำแนกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ ..	222
5	จำแนกข้อสอบสำรวจค่านิยมทางวิทยาศาสตร์	224
6	แสดงคำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากคะแนนทดสอบหลังเรียนนวัตกรรมบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมีลติมีเดีย	235
7	แสดงคำร้อยละของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ทำข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของเนื้อหาย่อย ในตอนี่ 1	236
8	แสดงคำร้อยละของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ทำข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของเนื้อหาย่อย ในตอนี่ 2	237
9	แสดงการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบหลังเรียนบทเรียนทั้ง 2 ตอน คิดเป็นร้อยละ ของกลุ่มตัวอย่าง	239
10	แสดงคำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากคะแนนทดสอบหลังเรียนนวัตกรรมบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน	240
11	แสดงคำร้อยละของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ทำข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของเนื้อหาย่อย ในตอนี่ 1	241
12	แสดงคำร้อยละของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ทำข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของเนื้อหาย่อย ในตอนี่ 2	242

13	แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน	244
14	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอด	246
15	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	247
16	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนด้านนิยมนาวิทยาศาสตร์	248
17	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์	249
18	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	250
19	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนด้านนิยมนาทางวิทยาศาสตร์	251
20	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่จัดการเรียนการสอนในโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปรผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์	253

21	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน โรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปร ผลการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	254
22	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน โรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปร ผลการเรียนค่านิยมทางวิทยาศาสตร์	255
23	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน โรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปร ผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์	257
24	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน โรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปร ผลการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	258
25	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน โรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปร ผลการเรียนค่านิยมทางวิทยาศาสตร์	259
26	แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ที่เรียนด้วยนวัตกรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ดังรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบ รายบุคคล	260
27	แสดงผลการเปรียบเทียบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนที่จัด การเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยการสอน ดังรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคล	261
28	แสดงผลการเปรียบเทียบค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนที่จัดการเรียน การสอนในสภาพทั่วไป ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ดังรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคล	262

29	แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วย นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่ม ร่วมมือและแบบรายบุคคล	264
30	แสดงผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน ที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและ แบบรายบุคคล	265
31	แสดงผลการเปรียบเทียบค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนที่จัดการเรียน การสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบ รายบุคคล	266
32	แสดงคำร้อยละความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคลด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน สำหรับ โรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป	268
33	แสดงคำร้อยละความคิดเห็นของนักเรียนที่ใช้ในนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยการสอน สำหรับโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป	270
34	แสดงคำร้อยละความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและ แบบรายบุคคลด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน สำหรับโรงเรียนที่ จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์	272
35	แสดงคำร้อยละความคิดเห็นของนักเรียนที่ใช้ในนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย การสอนสำหรับโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้าน วิทยาศาสตร์	274

36	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปรากฏการณ์ คลื่น	402
37	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปรากฏการณ์ คลื่น	403
38	แสดงค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบสำรวจค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ...	404

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ประเภทของการใช้คอมพิวเตอร์ทางด้าน การเรียนการสอน	71
2 แผนภาพแสดงโครงสร้างของบทเรียนแบบทบทวน หรือแบบเพื่อการสอน	85
3 แผนภาพแสดงโครงสร้างของบทเรียนแบบที่ปฏิบัติ	89
4 แผนภาพแสดงโครงสร้างของบทเรียนแบบการจำลองสถานการณ์	92
5 แผนภาพแสดงโครงสร้างของบทเรียนแบบ เกมการเรียนการสอน	94
6 แผนภาพแสดงโครงสร้างของบทเรียนแบบทดสอบ	96
7 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบเส้นทางเดียว	99
8 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบย้อนกรอบ	100
9 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบสอนข้ามกรอบ	101
10 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบข้ามและย้อนกรอบ	102
11 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบทางเดินหลายเส้น	103
12 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดียว	104
13 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม	105
14 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมหลายกิ่ง	106
15 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบแตกกิ่งคู่	107
16 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบกิ่งประกอบ	108
17 รูปแบบขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน Hannafin และ Pact ..	110
18 โครงสร้างนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน	194
19 โครงสร้างไฟล์เนื้อหา นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบกรอบ ซ่อมเสริมเดียวประกอบฐานข้อมูล	195
20 โครงสร้างไฟล์ทดสอบ นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย ..	196

21	แสดงขั้นตอนการทดลองเพื่อทดสอบนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ครั้งที่ 2	202
22	แสดงหน้าต่างโปรแกรม Authorware Professional	410
23	แสดงหน้าต่างออกแบบบทเรียน	411
24	แสดงหน้าต่างนำเสนอบทเรียน	412
25	แสดงกล่องเครื่องมือภาพ	413
26	แสดงรูปแบบการตอบสนองการมีปฏิสัมพันธ์	416

บทนำ

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาไปอย่างรวดเร็วจากยุคคอมพิวเตอร์เข้าสู่ยุคข้อมูลข่าวสาร ผลผลิตทางด้านวิทยาศาสตร์ได้กลายเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ จึงเป็นผลให้ประชาชนทุกคนต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รัฐบาลในฐานะผู้วางนโยบายในการพัฒนาประเทศก็ให้เห็นถึงความสำคัญดังกล่าว จึงได้กำหนดเป็นนโยบายไว้ในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ดังปรากฏในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (2535 - 2539) ที่จะเร่งรัดพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพื่อสนองต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมยุคใหม่ อันจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาประเทศและการรักษาสมดุลทางทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ซึ่งนโยบายดังกล่าว มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มุ่งให้ผู้เรียน เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ เข้าใจลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ให้เกิดเจตคติและให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า พร้อมทั้งมุ่งให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า (หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย. 2533 : 11)

การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ จึงถือเป็นหัวใจของการศึกษาในปัจจุบัน เพื่อเป็นการเตรียมคนให้มีความรู้ความสามารถขั้นพื้นฐานรองรับกับความเจริญก้าวหน้า ในที่นี้ครูผู้สอนควรมีบทบาทในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา โดยการนำเอาเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ มาช่วยเสริมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ตลอดจนการเลือกสรรสิ่งที่เหมาะสมกับสภาพสังคมในยุคปัจจุบัน องค์ประกอบอย่างหนึ่งของวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพ คือ การรู้จักและเข้าใจในเทคโนโลยีเพื่อนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน (บุปผชาติ ทพิทกรณ. 2529 : 76) คอมพิวเตอร์ถือเป็นสื่อชนิดหนึ่งที่นำมาใช้ประกอบการสอน เพื่อเป็น

การเตรียมตัวนักเรียนให้พร้อมที่จะออกไปใช้ชีวิตอยู่ในสังคมแห่งยุคคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ เพราะประสิทธิภาพของไมโครคอมพิวเตอร์สามารถพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนให้เกิดความสามารถทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ นำมาใช้เพื่อสร้างสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ กระตุ้นนักเรียนที่มีความต้องการที่จะเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หลาย ๆ ด้าน เช่น การสร้างสภาวะแวดล้อมสำหรับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การศึกษาโครงสร้างสิ่งต่าง ๆ จากภาพจำลองที่เหมือนจริง ตลอดจนช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบที่ตนอยากรู้ได้ เกิดแนวคิดใหม่ และเป็นนักประดิษฐ์คิดค้นที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่อผลงานใหม่ ๆ อยู่เสมอ (ยีน ภาวะวรรณ และคณะ. 2529)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (Computer Assisted Instruction) หรือที่นิยมเรียกกันสั้น ๆ ว่า CAI เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ลักษณะการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำหลักการของบทเรียน โปรแกรม (Programmed Instruction) และเครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) มาเข้ามาผสมผสานกัน ทั้งนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะให้ผลดีกว่าและถูกต้องมากกว่าบทเรียนโปรแกรม เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสนอสิ่งเร้าอันขึ้นอยู่กับการตอบสนองของนักเรียน โดยการให้นักเรียนสัมผัส ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง โดยมีรูปแบบการนำเสนอต่าง ๆ อาทิ การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การจัดลำดับเนื้อหาเพื่อการสอน (Tutoring) หรือการฝึกฝนและปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นต้น ส่วนประกอบดังกล่าวจึงสามารถนำมาจัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพการเรียนการสอนของวิชาวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ในด้านการเสริมแรง (Reinforcement) นักเรียนจะได้จากคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมากกว่าและรวดเร็วกว่าการเรียนจากบทเรียน โดยคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนสามารถเก็บเนื้อหาไว้ได้มากและตอบสนองความต้องการในการแสวงหาความรู้ที่แตกต่างกันของนักเรียนแต่ละคน รวมถึงสามารถเรียกข้อมูลที่ต้องการออกมาใช้ได้ทันที นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนยังสามารถเพิ่มทุนแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน จากการนำเสนอประสบการณ์ที่แปลกใหม่ การใช้ภาพที่มีการเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงประกอบหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า มัลติมีเดีย ถือเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและดึงดูดใจนักเรียนให้อยาก

เรียนรู้กิจกรรมต่าง ๆ และการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถตอบสนองนักเรียนด้านจักษุสัมผัส ทั้งแสง สี เสียง สร้างความสนใจที่ดี ถือเป็นการส่งเสริมการเรียนการสอนที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพที่ดี (รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2532 : 11) ในการนำคอมพิวเตอร์มาสอนนักเรียนนั้นแม้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) ให้เลือกมากมายแต่ครูผู้สอนควรเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมที่จะสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ ดังที่สกินเนอร์ (Skinner) กล่าวว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่ถูกสร้างขึ้นโดยกลุ่มบุคคลที่ขาดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ จึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้เรียนอาจจะเสียเวลามากกับการเรียนโปรแกรมที่ไม่มีคุณค่า เพราะผู้สร้างขาดความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ไพโรจน์ ธีระธนกุล (2531 : 25) ที่กล่าวว่า ครูผู้สอนควรเป็นผู้เขียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน โดยไม่จำเป็นต้องเป็นนักเขียนโปรแกรมเพราะปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อช่วยสร้างโปรแกรมช่วยสอน (Authoring System) ออกมาให้ใช้หลายโปรแกรม ครูผู้สอนใช้เวลาศึกษาเพียงเล็กน้อยก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ดังผลการศึกษาของ บุรณะ สมชัย (2537 : 73 - 74) ในการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม ครู - อาจารย์ เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน พบว่า ประสิทธิภาพจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละระหว่างการฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรมมีค่า 92.36/87.12 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้มาจากครู-อาจารย์ มีความกระตือรือร้นและมุ่งมั่นที่จะศึกษาและมีเจตคติที่ดีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่นำมาประกอบการฝึกอบรม รวมถึงมองเห็นประโยชน์ที่จะนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน

รูปแบบหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่เริ่มนิยมนำมาใช้ในวงการศึกษา คือ มัลติมีเดีย เป็นการประสมประสาน อักษร เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวิดิทัศน์ เพื่อสื่อความหมายข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ไปสู่ผู้ใช้โปรแกรม (บุปผชาติ ทัพทกรณ์. 2538 : 25) คอมพิวเตอร์ยุคใหม่จึงเปลี่ยนจากยุคเดิมที่แสดงผลแบบอยู่กับที่ (Static) มาเป็นการแสดงผลในสภาพเคลื่อนไหว (Dynamic) สำหรับการสร้างนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ครั้งนี้ในส่วนการออกแบบบทเรียน มีขั้นตอนสำคัญประกอบด้วย การทบทวนความรู้เดิม ดำเนินการโดยการสร้างฐานข้อมูลในระบบไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia Database) ซึ่งเป็นการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านมัลติมีเดีย รวมกับแนวคิดทางไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) มาใช้ร่วมกัน

โดยการเชื่อมคำหรือข้อความ (Point) กับกลุ่มข้อมูล (Node) ที่เป็นอักขระภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ซึ่งเชื่อมโยงงานลักษณะข้อความกับกลุ่มข้อมูล (Point-to-Node) (วันเพ็ญเขียนเอี่ยม. 2539 : 7) การสอนเนื้อหาใหม่ ดำเนินการโดยนำเสนอกรอบเนื้อหาที่มาจากการจัดองค์ประกอบด้านความคิดรวบยอดออกเป็นส่วยย่อยอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนตามรูปแบบที่ บุบผชาติ ทัทพิกรณ์ (2537 : 30) นำเสนอไว้ ประกอบด้วยรูปแบบการใช้เมนู (Menu Driven) จัดลำดับหัวข้อบทเรียน ทำให้ผู้เข้าบทเรียนเลือกข้อมูลที่ต้องการได้ โดยที่ส่วนประกอบของเมนูหลัก (Main Menu) แสดงหัวข้อให้เลือก และแต่ละหัวข้อหลักประกอบด้วย หัวข้อย่อยต่าง ๆ การฝึกทักษะ ดำเนินการโดยจัดให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสนใจในลักษณะการฝึกฝนและการปฏิบัติ (Drill and Practice) และการทดสอบ (Testing) ประกอบกับการเสริมแรงให้กับผู้เรียน ในลักษณะข้อความ ภาพกราฟิก เสียงและการแสดงผลให้กับผู้เรียนในส่วนของแต่ละครั้ง ส่วนสุดท้าย คือการใช้รูปแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นปฏิสัมพันธ์ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทดลอง หรือศึกษาจากสิ่งจำลอง ทั้งนี้เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี ดังนั้นในการใช้ประโยชน์ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย น่าจะเป็นประโยชน์ในการนำมาใช้ประกอบการเรียนวิชาฟิสิกส์

วิชาฟิสิกส์ เป็นวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพสาขาหนึ่งที่ต้องอาศัยความเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับความเป็นจริง และปรากฏการณ์ธรรมชาติทั้งหลาย วิทยาศาสตร์ด้านฟิสิกส์ถือเป็นพื้นฐานหนึ่งในการพัฒนาประเทศให้เจริญและนำไปสู่การพัฒนาด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ โดยฟิสิกส์จัดว่าเป็นวิชาที่สำคัญที่สุดสาขาหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถค้นหาสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) กำหนดให้วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาบังคับและวิชาเลือกเสรี เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาระดับสูงของนักเรียน (อดิศร มณีศิริ. 2537 : 1) ในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่ผ่านมาสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ทำการปรับปรุงหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับระบบการศึกษา มุ่งให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ แต่จากผลการติดตาม

การใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ผ่านมา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา
 วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนไม่บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้และประสบปัญหา นักเรียนสอบไม่ผ่านวิชา
 ฟิสิกส์เป็นจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มัธยมศึกษา
 ปีที่ 5 ปีการศึกษา 2531 ตามจุดประสงค์หลักทั่วประเทศ 12 เขตการศึกษา พบว่า นักเรียนมี
 ผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 50 ซึ่งนับว่าน้อยมาก (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533 : 223)
 สาเหตุที่ทำให้นักเรียนประสบความล้มเหลว เพราะในการเรียนการสอนครูเน้นผลสุดท้ายคือ การนำ
 ไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ และแบบฝึกหัด ครูผู้สอนส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการสอนเน้นเฉพาะการคำนวณ
 โดยไม่มีการสอนความรู้ความเข้าใจตลอดจนความคิดรวบยอดทางฟิสิกส์ (สมนึก บุญใส. 2534 : 19)
 ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในส่วนของเนื้อหา พบว่า ยังคงเป็นการนำเสนอเนื้อหาที่ยึดการทดลองเป็น
 หลัก ในชั้นการสอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ครูผู้สอน
 ส่วนมากละเลย และไม่เห็นคุณค่าของการทดลองในส่วนดังกล่าวนี้จึงเป็นปัญหาของนักเรียนเกี่ยวกับการ
 การอธิบายขั้นตอนการทดลอง เช่น เนื้อหาบทเรียนเรื่องคลื่น การซ้อนทับของคลื่น และการ
 แทรกสอดของคลื่น (วงศ์เดือน กองแก้ว. 2536 : 14) การปฏิบัติการฟิสิกส์เป็นกิจกรรมที่
 สำคัญ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบได้ด้วยตนเอง โดยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะที่
 เรียนรู้การคิดวางแผนที่เป็นระบบ และส่งผลโดยตรงต่อการสร้างความคิดรวบยอด (Concept)
 โดยการที่นักเรียนมีความคิดรวบยอดในเรื่องที่จะเรียน แสดงว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจใน
 เรื่องดังกล่าวอย่างแจ่มชัด และสามารถที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ และในการสอนความคิด
 รวบยอดนั้น นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความสนใจและเสนอแนะแนวทางการจัด
 สภาพการเรียนการสอนเพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดได้หลายทาง เช่น บรูเนอร์ และคนอื่น ๆ
 (Bruner and other. 1957) ได้ศึกษารูปแบบการสอนความคิดรวบยอด โดยใช้ตัวอย่างเป็นสื่อ
 ได้แก่ รูปภาพ ถ้อยคำ เรื่องเล่า ตาราง และแผนภูมิในการสอนความคิดรวบยอด ซึ่งพบว่า ทำให้
 ผู้เรียนมีผลการเรียนดีขึ้น ทั้งนี้หากได้มีการผสมผสานระหว่างการใช้วัตถุธรรมคอมพิวเตอร์ช่วย
 การสอนแบบมีลัดดีมีเดียที่เหมาะสมตอบสนองต่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีกับการกำหนดกิจกรรม
 ด้านปฏิบัติการทดลองให้กับนักเรียนได้ศึกษาและเรียนรู้ โดยอาศัยวิธีการที่ถูกต้องย่อมเป็นอีกแนวทาง
 หนึ่งที่จะช่วยพัฒนาการเรียนการสอนฟิสิกส์ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

แนวนโยบายปฏิบัติการศึกษา ในเรื่องการปฏิรูปหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอน ที่จะจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนฝึกการคิดอย่างเป็นระบบและเน้นการปฏิบัติการมากกว่า การท่องจำเพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และการสร้างความรู้ และมีทักษะที่ดีในการเรียน โดยอาศัยรูปแบบและวิธีการสอนใหม่ ๆ (เดลินิวส์. 2539 : 10) ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่สอดคล้องกับการคิดทางวิทยาศาสตร์ในการที่จะพยายามที่จะสร้างกระบวนการ คิดด้วยเหตุผล ด้วยวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับธรรมชาติและกายภาพของ ธรรมชาติ โดยการใช้แนวทางของการคิด (Collette และ Chiappetta. 1984 : 20 - 24) ผู้เรียนที่จะมีลักษณะดังกล่าวได้ ควรได้รับการฝึกให้เป็นคนคิดอย่างมีเหตุผล ฝึกฝนการค้นคว้า ทดลองอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอน โดยมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวเสริม ทั้งนี้ จากการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (วิไลวรรณ บิยะปกรณ์. 2535 : 57) และจากผลการประเมินคุณภาพการศึกษา วิชา วิทยาศาสตร์ของกรมวิชาการ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผลการ ประเมินระดับปานกลางเท่านั้น (กรมวิชาการ. 2536 : ภาคผนวก) ดังนั้น หากมีการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น ย่อมเป็นส่วนหนึ่งของการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้น นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียที่ได้กำหนดให้มีการสอนเนื้อหา ใหม่โดยการนำเสนอรูปแบบการทดลองในลักษณะ ภาพเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียน ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในส่วนของทักษะที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน โดยตรง ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการพยากรณ์ ทักษะ การจำแนกประเภท ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการ ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งการนำเสนอดังกล่าวน่าจะส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

นอกจากนี้ ในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในปัจจุบัน สิ่งหนึ่งที่ต้องมุ่งเน้นคือ การ ส่งเสริมให้มีการเรียนรู้ศึกษาการทำงานร่วมกันในระบบทีมหรือกลุ่ม เนื่องจากผลแห่งการเจริญ ของความรู้ใหม่ที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลรวมถึงการแลกเปลี่ยน

ข่าวสารข้อมูลของกันและกันเป็นเรื่องสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความรู้ ความคิดของคนในสังคม นั่นคือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เคยจัดในลักษณะของการเรียนเป็นรายบุคคล โดยเฉพาะกับ สื่อคอมพิวเตอร์ควรได้รับการศึกษาและพัฒนาให้สามารถใช้งานระบบกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เกิดความร่วมมือในการแก้ปัญหาทางการเรียน ทำให้ประสบความสำเร็จร่วมกัน ตลอดจนการรู้จักปรับตัวเข้ากับสังคม (Johnson and Johnson. 1985 : 668 - 677) สำหรับการสอนในวิชาฟิสิกส์ก็เปิดโอกาสให้นักเรียน ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม ดังนั้นหากได้มีการนำรูปแบบของการจัดกลุ่มที่มีคุณภาพเข้ามาใช้อาจ เป็นหนทางหนึ่งที่จะส่งเสริมผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนได้ รูปแบบการจัดกลุ่มแบบ ร่วมมือ (Cooperative) เป็นรูปแบบหนึ่งที่กำหนดให้ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันมา ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เวลาเรียนต้องร่วมมือกัน ซึ่งจุดสำคัญของการร่วมมือ คือ การพัฒนาการส่วนตน ลดการทำงานเพื่อตนเอง ให้การร่วมมือและทำงานเพื่อกลุ่ม ซึ่งถือเป็นการ จัดการระบบกลุ่มให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะการนำมาใช้กับคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนจะก่อให้เกิดผลที่ดีต่อระบบการเรียนมากยิ่งขึ้น รวมทั้งในการเตรียมักเรียนให้มีความพร้อม ที่จะใช้คอมพิวเตอร์เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของสังคมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สร้าง ความคุ้นเคยให้นักเรียน ไม่สร้างความกลัวในเทคโนโลยีสมัยใหม่ และสามารถวิเคราะห์เทคโนโลยี ได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ส่งผลโดยตรงต่อการสร้างค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียน จากนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียในรูปแบบการเรียน แบบกลุ่มร่วมมือและ รูปแบบการเรียนรายบุคคล โดยพิจารณาคุณลักษณะที่ปรากฏ 4 ด้านคือ ค่านิยมความอยากรู้อยากเห็น ค่านิยมความใจกว้างยอมรับความคิดเห็นผู้อื่น ค่านิยมความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม และ ค่านิยมความมีเหตุผล ค่านิยมต่าง ๆ ดังกล่าวนี้อาจเป็นส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีศักยภาพของ การพัฒนาตนเองมากขึ้น

✓ อนึ่ง ในกรณีของการนำนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการ สอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ที่ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางการศึกษา ควรได้มีการพิจารณาถึงสภาพการณ์โดยทั่วไป ของโรงเรียน มัธยมศึกษาในปัจจุบัน ที่มีความแตกต่างกัน กล่าวคือ โรงเรียนในลักษณะทั่วไป มีการจัดการเรียนการสอน

โดยส่งเสริมพัฒนาการด้านการศึกษาด้านตามความสนใจของผู้เรียน สภาพผู้เรียนมีความแตกต่างกัน การจัดกิจกรรมส่งเสริม เป็นในลักษณะการกระจายให้ทั่วถึง และครอบคลุมทุกรายวิชา โรงเรียน ในอีกลักษณะหนึ่ง จะมีลักษณะการจัดการเรียนการสอนที่มีโครงสร้างเน้นการส่งเสริมด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมให้ความสำคัญกับการส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนด้านวิทยาศาสตร์ เปิดรับ นักเรียนเฉพาะผู้มีความสนใจ และผู้มีความสามารถด้านการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ การจัด กิจกรรมส่งเสริม เน้นกิจกรรมด้านการพัฒนาทักษะ ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ การจัด สภาพแวดล้อม และบรรยากาศ (เป็นโรงเรียนประจำ) ที่เอื้อให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูล ด้วยระบบสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เป็นต้น

จากประเด็นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่า นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย การสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ที่ได้รับการพัฒนาจนมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อนำไปทดลองใช้กับโรงเรียนที่มีลักษณะแตกต่างกัน ด้วยรูปแบบ การจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคล จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทาง วิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันหรือไม่ ตลอดจนต้องการศึกษาถึงค่าคะแนนก่อนการเรียนและหลังเรียนในแต่ละกลุ่มว่า มีความแตกต่างกันหรือไม่เมื่อเรียนจากนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติ มีเดีย สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมี วัตถุประสงค์รองในการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. เพื่อพัฒนารูปแบบและวิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีคอมพิวเตอร์เป็นสื่อประกอบใน การส่งเสริมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

2. เพื่อศึกษาผลของการพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียที่มีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

3. เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และรูปแบบการจัดการเรียนแบบรายบุคคลในสภาพโรงเรียนที่แตกต่างกันที่มีนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียเป็นสื่อประกอบ

ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียเพื่อนำมาประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพในกิจกรรมการเรียนการสอน

2. เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพและบรรลุตามเป้าหมายของหลักสูตร

3. เป็นแนวทางในการสร้างระบบการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของนักเรียน โดยมีนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเป็นสื่อประกอบ

4. เป็นการสร้างคุณภาพที่ดีต่อระบบการศึกษา โดยการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการจัดการศึกษา เพื่อเพิ่มพูนทักษะให้นักเรียนก้าวทันต่อความก้าวหน้าของโลกในยุคปัจจุบัน

5. เป็นแนวทางการพัฒนาศักยภาพของครูผู้สอนในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อ

6. ส่งเสริมนักเรียนเกิดทักษะในการเรียนรู้ที่มีความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่เป็นระบบโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน

7. ส่งเสริมให้เกิดค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ จากรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มร่วมมือ

ขอบเขตการวิจัย

1. ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ได้มาจากการออกแบบสำรวจความคิดเห็นครู-อาจารย์ ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในการประชุมวิชาการ ฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา ครั้งที่ 1 เรื่อง การสอนฟิสิกส์กับเทคโนโลยียุคใหม่ ระหว่างวันที่ 6 - 8 ธันวาคม 2538 ณ โรงแรมแกรนด์ จอมเทียนพาเลซพัทยา โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สาขาวิชาฟิสิกส์จำนวนผู้เข้าร่วมประชุม 300 คน ใช้การสุ่มอย่างง่าย จำนวน 150 คน ในการตอบแบบสำรวจ พบว่า ปรากฏการณ์คลื่น เป็นเนื้อหาอันดับหนึ่งที่ครูผู้สอนมีความประสงค์ให้พัฒนาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถึงร้อยละ 70 เนื้อหารองลงมาคือ การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสมบัติของแสงเชิงฟิสิกส์ ฟิสิกส์นิวเคลียร์ และการเคลื่อนที่แนวตรง ตามลำดับ

2. บทเรียนปรากฏการณ์คลื่นที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น โดยการผสมผสาน อักษระ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เข้าด้วยกัน โดยอาศัยการสร้างที่เน้นรูปแบบ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ดังนี้

2.1 การใช้เมนู (Menu Driven) เป็นการจัดลำดับหัวข้อบทเรียน ทำให้ผู้เรียนใช้บทเรียนเลือกข้อมูลที่ต้องการได้ตามที่ต้องการ และการใช้เมนู ประกอบด้วยเมนูหลัก (Main Menu) ซึ่งแสดงหัวข้อให้เลือก ในแต่ละหัวข้อหลักก็จะประกอบด้วยเมนูย่อยที่มีหัวข้ออื่นให้เลือกอีก รวมถึงการแยกไปยังส่วนของเนื้อหาได้โดยทันที

2.2 การใช้ฐานข้อมูลไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia Database) โดยการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านมัลติมีเดีย รวมกับแนวคิดทางไฮเปอร์เท็กซ์มาผสมกัน ทั้งนี้โดยเน้นรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ให้ผู้เรียนเลือกไปตามเส้นทางที่เชื่อมความสัมพันธ์ ซึ่งอาจเป็นคำ ข้อความ ทั้งนี้ การเชื่อมโยงมีลักษณะเหมือนใยแมงมุม โดยผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาไปตามที่สนใจ

2.3 การใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) ปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบนี้ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทดลอง หรือศึกษาสื่อจำลอง ทั้งนี้ถือเป็นรูปแบบหนึ่งของการสร้างองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรมไปสู่การเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนขึ้น

2.4 การใช้แบบฝึกหัด (Exercise Driven) เป็นรูปแบบการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนประเภทฝึกฝนและปฏิบัติ (Drill and Practice) และการสอบ (Testing) ลักษณะทั่วไปของกิจกรรมคือผู้เข้าเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเลือกข่าวสารข้อมูลเพื่อแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนในแต่ละเนื้อหา ทั้งนี้รูปแบบของบทเรียนจะเป็นแบบเชิงเส้น (Linear) และแบบแตกกิ่ง (Branching)

3. คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย สร้างขึ้นจากโปรแกรมสำเร็จรูปประเภท Authoring system ที่มีชื่อว่าโปรแกรม Authorware โดยใช้ประกอบกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM/IBM Compatible PC/AT 80386 หรือ 80486 หรือรุ่นที่มีความสามารถสูงกว่าที่สามารถใช้กับโปรแกรม Microsoft Windows ได้

4. กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากการดำเนินการทดลองในครั้งนี้แยกกระทำเป็น 2 ช่วงเวลา และจัดกลุ่มประชากร กลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 2 กลุ่ม แยกตามช่วงเวลาดังนี้

ช่วงที่ 1 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อ และทดลองสอนกับนักเรียน โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม กลุ่มประชากรที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม กรุงเทพฯ จำนวน 97 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจากกลุ่มประชากร 97 คน การจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีขั้นตอนดังนี้

1. นำคะแนนผลการสอบกลางภาคเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 ของนักเรียนมาแบ่งออกเป็นกลุ่มตามระดับความสามารถสูง ปานกลาง ต่ำ โดยใช้เทคนิค 33% ของเคอร์ตัน (Marry and Yem. 1979 : 12 ; citing Cureton. 1957) แยก 3 ระดับ คือ

ระดับความสามารถต่ำ	หมายถึง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 33 ลงมา
ระดับความสามารถปานกลาง	หมายถึง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 34 ถึง 66
ระดับความสามารถสูง	หมายถึง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 67 ขึ้นไป

2. นำนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถที่มีผลคะแนนเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน จับกันเป็นคู่ ระดับความสามารถสูง 6 คู่ ระดับความสามารถปานกลาง 6 คู่ และระดับความสามารถต่ำ 6 คู่

3. จับฉลากแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเรียนกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน อัตราส่วน ความสามารถสูง ความสามารถปานกลาง ความสามารถต่ำ เท่ากับ 1 : 1 : 1 จำนวน 6 กลุ่ม เรียนโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม เรียนกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบรายบุคคล โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 คน

ช่วงที่ 2 การทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี กลุ่มประชากรที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี จำนวน 67 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจากกลุ่มประชากร 67 คน การจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีขั้นตอนดังนี้

1. นำคะแนนผลการสอบกลางภาคเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 ของนักเรียนมาแบ่งออกเป็นกลุ่มตามระดับความสามารถสูง ปานกลาง ต่ำ โดยใช้เทคนิค 33% ของเคอร์ตัน (Marry and Yem. 1979 : 12 ; citing Cureton. 1957) แยก 3 ระดับคือ

ระดับความสามารถต่ำ	หมายถึง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 33 ลงมา
ระดับความสามารถปานกลาง	หมายถึง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 34 ถึง 66
ระดับความสามารถสูง	หมายถึง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 67 ขึ้นไป

2. นำนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถที่มีผลคะแนนเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน จับกันเป็นคู่ ระดับความสามารถสูง 10 คู่ ระดับความสามารถปานกลาง 10 คู่ และระดับความสามารถต่ำ 10 คู่

3. จัดฉากแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเรียนกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน อัตราส่วน ความสามารถสูง ความสามารถปานกลาง ความสามารถต่ำ เท่ากับ 1 : 1 : 1 จำนวน 10 กลุ่ม เรียนโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม เรียนกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบรายบุคคล โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 คน

5. เนื้อหาและเวลาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาในวิชาฟิสิกส์ ว 421 เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ ใช้เวลาในการเรียน 10 คาบ ๆ ละ 50 นาที (จัดการเรียนเป็นแบบ 2 คาบติดกัน) และใช้เวลาในการเรียนทั้งสิ้น 13 คาบดังนี้

1. อธิบายถึงวิธีการเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 คาบ
2. ทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง จำนวน 2 คาบ
3. เรียนกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย

จำนวน 10 คาบ

รวม 13 คาบ

6. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

6.1 ตัวแปรอิสระ

สำหรับการวิจัยในช่วงทดลองสอนกำหนดรูปแบบการจัดการเรียน

6.1.1 การเรียนโดยใช้นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ

6.1.2 การเรียนโดยใช้นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียรูปแบบการเรียนรู้แบบรายบุคคล

6.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

6.2.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

6.2.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

6.2.3 ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

คานิยามศัพท์เฉพาะ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (Computer Assisted Instruction) หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งประกอบด้วย ตัวหนังสือ และกราฟิก เสียงประกอบสามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจคำตอบและแสดงผลการเรียนรู้ในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียน

2. คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่มีลักษณะของการประสมประสาน อักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว สื่อความหมายข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ไปสู่ผู้ใช้โปรแกรมโดยอาศัยรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่บรรจุเนื้อหาตามหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยสร้างบทเรียน เป็นบทเรียนแบบสาข โดยอาศัยรูปแบบการประสมประสาน อักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เข้าด้วยกัน รวมถึงการวางรูปแบบ การมีปฏิสัมพันธ์ โดยอาศัยการใช้เมนู การใช้งานข้อมูลไฮเปอร์มีเดีย การใช้สถานการณ์จำลอง และการใช้แบบฝึกหัด ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรมนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก รวมทั้งเสียงประกอบซึ่งบทเรียนทั้งหมดบรรจุในแผ่นจานแม่เหล็กอ่อน (Floppy Disk) และจะแสดงผลออกมาทางจอภาพ ผ่านโปรแกรมวินโดว (Windows)

4. นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย หมายถึง นวัตกรรมทางวิชาการที่นำมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการบูรณาการทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด นวัตกรรมดังกล่าว ประกอบด้วย

4.1 รูปแบบการสร้างปฏิสัมพันธ์ เป็นรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนกับผู้ใช้โปรแกรม โดยอาศัยการวางรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์การใช้เมนู การใช้ฐานข้อมูลไฮเปอร์มีเดีย การใช้สถานการณ์จำลอง และการใช้แบบฝึกหัด

4.2 สื่อประสมต่าง ๆ ได้แก่ วิดีทัศน์ อุปกรณ์การทดลองภายในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์

4.3 บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน

5. การพัฒนาวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย หมายถึง การทดลองและปรับปรุงนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย ที่ผลิตขึ้นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีโดยการนำบททดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายในสภาพจริง ใช้แบบทดสอบในการประเมินผล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงโดยการทดลองนั้นต้องทำกับกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายที่ตั้งไว้

6. รูปแบบการจัดการเรียน หมายถึง รูปแบบการจัดให้ผู้เรียนนั่งเรียนกับคอมพิวเตอร์ได้แก่

6.1 การเรียนแบบรายบุคคล หมายถึง การจัดให้ผู้เรียน 1 คน เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ในการวิจัยครั้งนี้ เลือกกลุ่มนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบนี้เป็นกลุ่มควบคุม

6.2 การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ หมายถึง การจัดกลุ่มผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่างกัน มาทำงานร่วมกัน ในอัตราส่วนสูง : ปานกลาง : ต่ำ เป็น 1 : 1 : 1 และสมาชิกภายในกลุ่มมีการช่วยเหลือกันทำงาน และผลัดเปลี่ยนหน้าที่กันในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ จัดผู้เรียน 3 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ในการวิจัยครั้งนี้เลือกกลุ่มนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบนี้เป็นกลุ่มทดลอง

7. ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและหลักการหรือข้อสรุปซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับวัตถุเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์คลื่น จากบทเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ซึ่งประกอบด้วยความคิดรวบยอด 3 ประเภท คือ

8.1 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกประเภท (Classificational Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่บ่งถึงคำจำกัดความหรือชี้แจงคุณสมบัติของสิ่งของ ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ หรือบ่งถึงคุณสมบัติร่วมของสิ่งนั้น ๆ ความคิดรวบยอดประเภทนี้ เป็นความคิดรวบยอดที่นำไปใช้บรรยาย วัตถุหรือปรากฏการณ์

8.2 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่บ่งถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งของทั้งในเชิงที่เป็นเหตุผลต่อกัน ความคิดรวบยอดประเภทนี้เป็นความคิดรวบยอดที่นำไปใช้ในการกำหนดหรือพยากรณ์วัตถุหรือปรากฏการณ์

8.3 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดขึ้นหรือจินตนาการ เพื่อหารูปแบบที่จะนำมาใช้ในการอธิบายคุณลักษณะของสิ่งบางสิ่งที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานบางประการมาสนับสนุนว่าเป็นไปได้ ความคิดรวบยอดประเภทนี้เป็นความคิดรวบยอดที่นำไปใช้ในการอธิบายวัตถุหรือปรากฏการณ์

ผลสัมฤทธิ์ทั้ง 3 ประการนี้ วัดจากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

9. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการวิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหาของหลักสูตร ร่วมกับแบบสัมภาษณ์ผู้ชำนาญการสอนฟิสิกส์ จำนวน 3 ท่าน ทักษะที่เกี่ยวข้องเรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น จากแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การคำนวณ การพยากรณ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป รายละเอียดทักษะด้านต่าง ๆ มีดังนี้

9.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งของนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

9.2 การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับ

9.3 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ อาจจะใช้ความเหมือนหรือความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

9.4 ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุหรือการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

9.5 การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

9.6 สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งมีรูปร่างเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่ว ๆ ไปแล้วสเปสของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างความเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

9.7 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้ประสบการณ์เดิมมาช่วย รวมถึงความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

10. ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (Values of Science) หมายถึง พฤติกรรมที่พึงประสงค์ซึ่งปรากฏในตัวผู้เรียน จากการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ที่จะศึกษากำหนดให้มีความสัมพันธ์กับการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ โดยพิจารณาคุณลักษณะที่เกิดจากการร่วมมือกันของนักเรียนในการเรียน คุณลักษณะดังกล่าวประกอบด้วย ค่านิยม

ความอยากรู้อยากเห็น คำนิยมความใจกว้างยอมรับความคิดเห็นผู้อื่น คำนิยมความรับผิดชอบและมีความเพียรพยายาม และคำนิยมความมีเหตุผล

10.1 คำนิยมความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง คำนิยมที่แสดงถึงการตระหนักในคุณค่าและประโยชน์ของความอยากรู้อยากเห็น ความช่างสงสัยและความต้องการพิสูจน์ในสิ่งต่าง ๆ ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรม ใช้รูปแบบ การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย (สสวท. 2538 : 28) ดังนี้

1) มีความใส่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ ๆ เสมอ

2) มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องราวต่าง ๆ

3) ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อได้รับความรู้สูงขึ้น

10.2 คำนิยมความใจกว้างยอมรับความคิดเห็นผู้อื่น หมายถึง คำนิยมที่แสดงถึงความปรารถนาและการตระหนักในคุณค่าของการมีจิตใจกว้างขวาง เป็นสิ่งที่ควรประพฤติปฏิบัติต่อกันในการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรม ใช้รูปแบบ การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย (สสวท. 2538 : 29) ดังนี้

1) รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น

2) ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับการเปลี่ยนแปลง

3) รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ

4) ยอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสับสนแน่นอนไม่ได้และพร้อมที่จะหา

ข้อมูลเพิ่มเติม

10.3 คำนิยมความรับผิดชอบและมีความเพียรพยายาม หมายถึง คำนิยมที่แสดงถึงการตระหนักในคุณค่าของความรับผิดชอบ ความเพียรพยายามในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรม ใช้รูปแบบ การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย (สสวท. 2538 : 28) ดังนี้

1) ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย ไม่บิดความ
รับผิดชอบให้บุคคลอื่น

2) เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบ และความเพียรพยายามว่าเป็นสิ่งที่ควร
ปฏิบัติ

3) ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา เต็มความ
สามารถ

4) มีความอดทนไม่ทอดทิ้งในการทำงานเมื่อมีอุปสรรค แม้ว่าปัญหาจะยุ่งยาก
และต้องใช้เวลา

5) ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์กับบุคคลอื่น และปฏิบัติ
ตามระเบียบกฎเกณฑ์

10.4 ค่านิยมความมีเหตุผล หมายถึง ค่านิยมที่แสดงถึงการตระหนักในคุณค่า
ของความมีเหตุผลในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรม ใช้รูปแบบ การวัดผล
และประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย (สสวท. 2538 : 28) ดังนี้

1) เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่าง ๆ และอธิบายหรือแสดง
ความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

2) ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนเพียงพอ

3) พยายามอธิบายสิ่งต่าง ๆ ด้วยเหตุผลไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนาย
ที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

4) รวบรวมข้อมูลเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่าง ๆ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์
2. เอกสารเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับค่านิยมทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
6. เอกสารเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
7. เอกสารเกี่ยวกับการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์
2. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยเกี่ยวกับค่านิยมทางวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
6. งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์

จุดประสงค์ของการสอนวิชาฟิสิกส์

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



1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

จุดประสงค์รวมของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังแสดงไว้ข้างต้น เมื่อนำมากำหนดเป็นจุดประสงค์เฉพาะของกลุ่มวิชาฟิสิกส์ ปรากฏเป็นจุดประสงค์ 9 ประการดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2534 : ค)

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

9. เพื่อให้ตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ดังกล่าว จำเป็นต้องคำนึงถึงกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นสำคัญ กล่าวคือ ครูจะต้องพิจารณาว่ากิจกรรมนั้น ๆ มุ่งให้บรรลุตามจุดประสงค์ใดบ้าง โดยพยายามให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์เท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งขึ้นกับเนื้อหาแต่ละหัวข้อ

ลักษณะทั่วไปของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ 2524 . (ปรับปรุง 2533)

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

หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ดังกล่าว จัดไว้สำหรับนักเรียนที่ต้องการเรียนเน้นหนักไปทางวิทยาศาสตร์ จึงได้รวบรวมความรู้ แนวคิด และกระบวนการที่เป็นพื้นฐานอันสำคัญของวิชาฟิสิกส์ไว้ทั้งหมด โดยจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับอายุในแต่ละชั้นและเป็นลำดับตามหลักเหตุและผล นักเรียนที่มุ่งศึกษาต่อทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไป จึงควรเรียนวิชาฟิสิกส์ทั้ง 6 รายวิชา

ลักษณะสำคัญของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่ยังคงเน้นการผสมผสานระหว่างเนื้อหาความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแสวงหาความรู้ และในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งในเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติและมุ่งเน้นให้เห็นคุณค่าด้านการนำไปใช้ในเทคโนโลยีใหม่ ๆ มากขึ้น

เนื้อหาความรู้และกระบวนการที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 ในภาพรวมแล้วแตกต่างจากหลักสูตรเดิม พ.ศ.2524 ไม่มากนัก กล่าวคือ มีการเพิ่มและลดเนื้อหาบางส่วน อย่างไรก็ตาม ถ้าพิจารณาในเชิงการนำเสนอเนื้อหาแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากหลักสูตรเดิมค่อนข้างมาก เพราะมีการจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหาวิชาเปลี่ยนไปจากเดิม เพื่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

ปัญหาการเรียนการสอนด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์

จากผลการรายงานการวิจัยเกี่ยวกับผลการใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2525 : 1 - 5) พบว่า ครูฟิสิกส์มีปัญหาดังนี้

1. ด้านหนังสือและแบบเรียน
 - 1.1 แบบเรียนรวบรัดเข้าใจยาก
 - 1.2 คู่มือครูไม่ละเอียด
 - 1.3 เนื้อหาไม่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน
 - 1.4 ขาดหนังสืออ่านประกอบ
2. ด้านอุปกรณ์การสอน
 - 2.1 การเตรียมอุปกรณ์ค่อนข้างยุ่งยาก
 - 2.2 อุปกรณ์การสอนคุณภาพไม่ดีและมีจำนวนไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน
 - 2.3 ครูขาดความรู้ในวิธีสร้างอุปกรณ์บางชนิด
 - 2.4 ครูขาดทักษะในการซ่อมแซมอุปกรณ์
 - 2.5 ขาดงบประมาณในการจัดซื้ออุปกรณ์และอะไหล่
3. ด้านการเรียนการสอน
 - 3.1 การทดลองไม่ค่อยได้ผล
 - 3.2 นักเรียนไม่ค่อยเข้าใจจุดมุ่งหมายของการเรียนวิชานี้
 - 3.3 นักเรียนมีโอกาสซักถามในชั้นเรียนไม่มากนัก

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 3 (2524 : 61 - 62) ได้รายงานผลการนิเทศการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ.2521 และตอนปลาย พ.ศ.2524 สำหรับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีรายงานดังนี้

1. ครูวิชาเอกฟิสิกส์ เคมี ยังมีจำนวนน้อย ทำให้มีปัญหการเรียนการสอน เนื้อหาเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์และเคมี
2. ครูส่วนมากมีประสบการณ์การสอนน้อย การที่ได้ศึกษาวิธีการสอนจากสถาบันที่สำเร็จมาจึงไม่ค่อยมีปัญหาการเรียนการสอน
3. ในการสอนของครู 16 - 20 คาบ/สัปดาห์ ยังมีจำนวนมาก ทำให้มีปัญหาในการเตรียมการสอน

4. ศูนย์อบรมครูวิทยาศาสตร์ในวิทยาลัยครูให้บริการทางด้านวิชาการแก่ครูได้มาก ควรให้ความร่วมมือและสนับสนุนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของครูให้ทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ
5. การให้ความสนใจและให้ความสนับสนุนของศูนย์อบรมครูวิทยาศาสตร์ควรมี เบอร์เชนส์สูงกว่านี้จึงจะทำให้การพัฒนาการเรียนการสอนมีคุณภาพสูงขึ้น
6. งบประมาณจัดสรรให้หมวดวิทยาศาสตร์ยังได้รับจริง ๆ น้อย จึงทำให้มีอุปสรรค ในการจัดหาอุปกรณ์ให้เพียงพอ
7. มีการประชุมจัดสรรงบประมาณตามโครงการ แต่มักจะไม่ได้รับงบประมาณจริง
8. ได้เขียนโครงการและจะดำเนินงานตามโครงการได้ค่อนข้างสูงมากถ้างบประมาณ ไม่เป็นอุปสรรค
9. ความต้องการและความจำเป็นในการจัดซื้ออุปกรณ์และเครื่องมือยังมีเบอร์เชนส์ สูงมาก
10. การจัดส่งเอกสารจากกรมหรือเขตการศึกษาให้หมวดยังเป็นวิธีการที่ช่วยให้ครูได้ พัฒนาการเรียนการสอนได้มาก
11. การใช้อุปกรณ์การสอนทำให้ล่าช้าไม่ทันหลักสูตร น่าจะมีสาเหตุมาจากครู มีชั่วโมง การสอนมาก ทำให้ยุ่งยากต่อการเตรียมและไม่มั่นใจในการใช้อุปกรณ์หรือไม่ตั้งใจปรับปรุง การเรียนการสอนโดยการใช้อุปกรณ์
12. มีการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรโดยทั่ว ๆ ไป แต่ค่อนข้างจะไม่สม่ำเสมอ
13. ปัญหาการไม่มีอุปกรณ์เป็นอุปสรรคค่อนข้างมากในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร
14. ข้อคิดเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เห็นว่ามีมากเกินไป อาจจะเนื่องจาก สอนไม่ทัน พื้นฐานนักเรียนอ่อน ประสิทธิภาพการสอนและความคุ้นเคยในเนื้อหา ยังมีน้อย
15. การเรียนการสอนตามจุดประสงค์ยังเป็นปัญหาอยู่มากที่ทำให้ครูผู้สอนไม่มั่นใจว่า จะบรรลุตามจุดประสงค์หรือไม่
16. ความเข้าใจของครูผู้สอนยังไม่ชัดเจนในจุดประสงค์บางข้อที่จะทำให้ผู้เรียนเกิด พฤติกรรมเช่นไร และประเมินผลได้อย่างไร

17. การดำเนินการเรียนการสอนยึดถือคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นส่วนใหญ่

18. วิธีการสอนซ่อมเสริมส่วนมากสอนซ่อมเสริมตามจุดประสงค์ที่นักเรียนไม่ผ่าน แต่ยังไม่สอนเป็นชั้น ๆ ซึ่งมีปัญหาคือ นักเรียนขาดความสนใจและไม่เห็นความสำคัญ อาจเป็นเพราะวิธีการจัดสอนซ่อมเสริมไม่ทำให้นักเรียนเห็นความจำเป็นหรือประโยชน์

19. การทำให้แบบฝึกหัดนักเรียนยังมีจำนวนมากโดยทั่ว ๆ ไป และครูตรวจแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคล แม้จะมีนักเรียนจำนวนมากหรือสอนมากคาบหรือหลายชั้น หลายวิชา

20. การประเมินผลจะประเมินทุกครั้งเมื่อจบบทเรียนหนึ่ง ๆ แสดงว่ามีการประเมินเป็นระยะ ๆ ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

21. ปัญหาการประเมินผลคือการวัดผลยังไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื่องจากครูขาดความรู้และทักษะในการสร้างข้อสอบที่ดี

นอกจากนี้ยังได้มีการสรุปปัญหาที่เกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขต 6 โดย วงษ์เดือน กองแก้ว (2536 : 1) ดังนี้

1. หัวข้อเนื้อหาที่นักเรียนส่วนมากเห็นว่ามีความยากต่อการเรียนการสอน เรียงจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การแทรกสอดของคลื่น การเลี้ยวเบนของคลื่น การหักเหของคลื่น คลื่นผิวน้ำ การสะท้อนของคลื่น การเคลื่อนที่ และอัตราเร็วของแสง การหักเหของแสง ความสว่าง การสะท้อนของแสง การกระจายของแสง คลื่นกล ตาและการมองเห็นสี และเรื่องสีและการผสมแสงสีตามลำดับ

นอกจากนี้ยังมีประเด็นที่เป็นปัญหาต่อการเรียน ประกอบด้วย

- การทำความเข้าใจเนื้อหา (ความยาก-ง่าย)
- แบบฝึกหัดท้ายบท
- พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์
- ค่าถามระหว่างเรียน
- ปริมาณเนื้อหา ความต่อเนื่องลำดับเนื้อหา
- การอธิบายขั้นตอนการทดลอง

- ความเหมาะสมระหว่างการทดลองกับเนื้อหา
 - ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเนื้อหา
2. หัวข้อที่อาจารย์ผู้สอนเห็นว่าเป็นปัญหาในการสอน
 - 2.1 การเคลื่อนที่และอัตราเร็วของแสง
 - 2.2 การสะท้อนของแสงและการหักเหของแสง

สำหรับรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนเรื่องปรากฏการณ์คลื่น ที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาในครั้งนี้ มีจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้ (คู่มือครูฟิสิกส์ เล่ม 3. 2536 : 118)

1. สามารถอธิบายการเกิดคลื่นกล ประเภทคลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาว
2. สามารถบอกความหมาย ล้นคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น อัตราเร็วคลื่น ความถี่ คาบ เฟส หน้าคลื่น
3. สามารถอธิบายความแตกต่างระหว่างคลื่นกล และคลื่นต่อเนื่อง
4. สามารถอธิบายการซ้อนทับของคลื่น และผลที่เกิดขึ้นเมื่อคลื่นเกิดการซ้อนทับ
5. สามารถทำการทดลองเกี่ยวกับการสะท้อนของคลื่นผิวน้ำ และสรุปผลการทดลองเป็นกฎการสะท้อน
6. สามารถทำกิจกรรมแสดงการหักเหของคลื่นผิวน้ำ
7. สามารถบอกได้ว่า อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบต่อไซน์ ของมุมหักเห เท่ากับ อัตราส่วนของอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นจากกระทบบ ต่ออัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห
8. สามารถทำกิจกรรมแสดงปรากฏการณ์การแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์
9. สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อคลื่นจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ 2 แหล่ง เคลื่อนที่มาพบกัน จะเกิดการแทรกสอด ทำให้เกิดคลื่นนิ่ง พร้อมทั้งบอกความหมายของบัพ เส้นบัพ ปฏิบัพ เส้นปฏิบัพ และหาตำแหน่งของบัพและปฏิบัพ บนเส้นที่กล่าวนั้นได้
10. สามารถอธิบายการเกิดคลื่นนิ่งของคลื่นผิวน้ำ และคลื่นนิ่งในเส้นเชือก

11. สามารถทำกิจกรรมการแสดงผลการแผ่เลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ

12. สามารถใช้หลักของฮอยเกนส์ และความรู้เกี่ยวกับการซ้อนทับของคลื่น

อธิบายปรากฏการณ์เลี้ยวเบนของคลื่น

จากจุดประสงค์การเรียนรู้ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางการกำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ปรากฏอยู่ในเนื้อเรื่องของบทเรียนตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ที่ผู้เรียน ได้เรียนจากวัตรกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องปรากฏการณ์คลื่น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการศึกษารายละเอียดจากคำอธิบายรายวิชา เพื่อวิเคราะห์จุดมุ่งหมาย เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดต่อเนื่อง และความคิดรวบยอด ทั้งนี้ภายหลังจากการวิเคราะห์เนื้อหาแล้วจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ประกอบด้วย คลื่นกล คลื่นผิวน้ำ และการซ้อนทับของคลื่น

ตอนที่ 2 ประกอบด้วย การสะท้อนของคลื่น การหักเหของคลื่น การแทรกสอดของคลื่น และการเลี้ยวเบนของคลื่น

นอกจากนี้ยังได้ทำการออกแบบสอบถามความคิดจากผู้เชี่ยวชาญส่วนหนึ่งของรายละเอียดของเนื้อหาที่ควรมีการเพิ่มเติม หรือนำมาประกอบเพื่อจัดทำเป็นฐานข้อมูล หรือเสริมให้กับผู้เรียน ในกรณีที่ผู้เรียนต้องเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ปรากฏผลดังนี้

ตอนที่ 1 ในหัวข้อ คลื่นกล เนื้อหาที่ควรเพิ่มเติม คือ ลักษณะทั่วไปของคลื่นและการจำแนกคลื่น

ในหัวข้อ คลื่นผิวน้ำ เนื้อหาที่ควรเพิ่มเติมคือ ตัวอย่างเฟสของคลื่นในกรณีเฟสตรงกัน และเฟสตรงกันข้าม ในที่นี้ควรมีภาพประกอบ

ในหัวข้อ การซ้อนทับของคลื่น เนื้อหาที่ควรเพิ่มเติมคือ หลักการซ้อนทับของคลื่น การรวมกันของคลื่นแบบเสริมกัน และแบบหักล้างกัน คลื่นนิ่ง โดยกล่าวถึงหลักการเกิดและควมมีภาพประกอบ การกระจัดและการบอกการกระจัดในทิศเดียวกันและทิศตรงกันข้าม

ตอนที่ 2 ในหัวข้อ การสะท้อนของคลื่น ควรเพิ่มภาพและคำอธิบายประกอบการสะท้อนของคลื่นในเส้นเชือกปลายตรึง และปลายอิสระ การสะท้อนของคลื่นต่อเนื่องวงกลมผ่านสะท้อนผิวเรียบตรงและผ่านสะท้อนผิวโค้งพาราโบลา

ในหัวข้อ การหักเหของคลื่น เพิ่มเติมตัวอย่างการหักเหของคลื่นและดัชนีหักเหของคลื่นในตัวกลางต่าง ๆ

ในหัวข้อ การแทรกสอดของคลื่น เพิ่มเติมตัวอย่างการแทรกสอดกรณีผ่านสลิต, คู่ โดยมีภาพประกอบ และการเกิดคลื่นนิ่ง

ในหัวข้อ การเลี้ยวเบนของคลื่น เพิ่มเติมตัวอย่างการเลี้ยวเบน

ในการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนของครูผู้สอน เรื่องปรากฏการณ์คลื่น พบว่า ปัญหาที่พบมากที่สุดของนักเรียนคือการที่นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาได้ ครูผู้สอนต้องใช้เวลามากในการสอน และเนื้อหาที่เป็นปัญหา ได้แก่ การแทรกสอดของคลื่น การเลี้ยวเบนของคลื่น การหักเหของคลื่น คลื่นผิวน้ำ การซ้อนทับของคลื่น (วงศ์เดือน กองแก้ว. 2536 : บทคัดย่อ) ซึ่งสาเหตุดังกล่าวเป็นผลมาจาก เนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมมากเกินไป การปฏิบัติการทดลองเพื่อขยายผลให้ปรากฏเป็นรูปธรรม ไม่สามารถช่วยได้เท่าที่ควรเพราะอุปกรณ์การทดลองที่ใช้บางครั้งไม่สามารถแสดงผลให้ผู้เรียนได้เห็นตามความคาดหวัง นอกจากนี้ เป็นผลมาจากการขาดแคลนครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ในสภาพโรงเรียนทั่วไป ต้องใช้ครูผู้สอนที่จบในสาขาใกล้เคียงมาสอนแทน คุณภาพการสอนจึงไม่ดีเท่าที่ควร ทางหนึ่งที่เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาคือการผลิตสื่อวัตกรรมการที่มีคุณภาพมาช่วยประกอบการสอน เพราะเป็นการช่วยลดปัญหาการขาดแคลนครูได้ ทั้งนี้ โรงเรียนต้องเร่งพัฒนาสื่อวัตกรรมการและเทคโนโลยีให้ทันกับวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ (รัฐการ ศุรุธิติ. 2539 : 6)

จากเอกสารที่เกี่ยวกับการสอนฟิสิกส์ข้างต้น จะพบว่า การสอนวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบันเน้นความสำคัญในตัวผู้เรียนให้มีบทบาทในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนทำหน้าที่ให้คำปรึกษา และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สนองต่อผู้เรียน แต่จากปัญหาที่พบในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยเฉพาะในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ

การทำความเข้าใจในเนื้อหาของเรื่องคลื่น (ปรากฏการณ์คลื่น) และปัญหาที่พบต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดฯ หากได้มีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพให้กับนักเรียน ได้ใช้เพื่อเสริมสร้างศักยภาพในการเรียนขั้นสูง คงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้และยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และสัมผัสกับเทคโนโลยีสมัยใหม่อีกด้วย

2. เอกสารเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของความคิดรวบยอด

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดไว้ต่าง ๆ กัน ดังต่อไปนี้
 พรหมทิพย์ ม้ามณี (2520 : 8) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดไว้ว่า หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับการเรียนการสอน ความเข้าใจของตนเอง รู้จักข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กัน

ศิริรัตน์ กิจสิริไพศาล (2523 : 5) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดไว้ว่า หมายถึง การเกิดมโนภาพขึ้นในความคิดของบุคคล ซึ่งเกิดจากการรวบรวมความรู้ต่าง ๆ เป็นความคิดขั้นสุดท้ายเพื่อเป็นข้อสรุปหรือจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

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

ไพเราะ ทิพย์ทัศน์ (2533 : 142) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอดคือ ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนำความรู้และความเข้าใจนั้น มาสัมพันธ์กับประสบการณ์ของบุคคล

อดิศร มณีศิริ (2537 : 13) ได้ให้ความหมายความคิดรวบยอด หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวบเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยประสบการณ์เดิม และคุณลักษณะร่วมของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกัน ให้เป็นข้อสรุปหรือ คำจำกัดความ

ลินด์สมิธ และสเตราส์ (Lindsmith and Strauss. 1957 : 65 - 68)

อธิบายว่า ความคิดรวบยอดนั้นใกล้เคียงกับการจัดประเภท (Categories) มาก บางครั้งก็ใช้แทนกันได้ แต่ความคิดรวบยอดนั้นมีความหมายกว้างกว่าการจัดประเภท เพราะได้รวมกันจัดประเภทเข้าไว้ด้วย

กู๊ด (Good. 1959 : 124) ได้จำแนกความคิดรวบยอดไว้สามลักษณะ คือ

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

แมคโดนัลด์ (McDonald. 1959 : 134 - 135) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดคือการจำแนกประเภท กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน ซึ่งจะต้องนำประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้น มาแยกแยะและสรุปรวบยอด

เดอ เซคโค (De Cecco. 1968 : 388) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอดคือ กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน สิ่งเร้าเหล่านั้นอาจจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์หรือบุคคล ตามปรกติเรากำหนดความคิดรวบยอดด้วยชื่อ เช่น มนุษย์ หนังสือ สงคราม ฯลฯ

จากความหมาย ความคิดรวบยอดดังกล่าวข้างต้น อาจมีความหมายสรุปรวมได้ว่า ความคิดรวบยอดเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากความสามารถของบุคคล ในการคิด และทำความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ร่วมกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ ทั้งนี้ความสามารถดังกล่าวนี้ จะทำให้ผู้คิดสามารถสรุปสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ

การสร้างความคิดรวบยอด

บรูเนอร์ และคนอื่น ๆ (พวงเพ็ญ อินทรประวัตติ. 2532 : 31 ; อ้างอิงมาจาก Bruner and others. 1956) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นกับบุคคลในทุก ๆ วัยในลักษณะที่คล้าย ๆ กัน ก่อนอื่นคนจะต้องสังเกตความคล้ายคลึงและความ

แตกต่างของสิ่งของต่าง ๆ และจะมีการจำแนกสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น ตามลักษณะของความเหมือนหรือความต่างที่ตั้งขึ้นเป็นเกณฑ์แล้วก็บอกลักษณะให้เห็นเป็นภาพรวมของแต่ละกลุ่ม ซึ่งนั่นก็คือความคิดรวบยอดของสิ่งเหล่านั้นเอง บรูเนอร์และคณะได้เสนอรูปแบบการสอนความคิดรวบยอดโดยใช้ตัวอย่างเป็นสื่อ ได้แก่ รูปภาพ ถ้อยคำ เรื่องเล่า ตาราง แผนภูมิ ความคิดรวบยอด

รัสเซล (Russel. 1966 : 249) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดว่าเป็นผลมาจากการรับรู้ ความจำ และจินตนาการ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายในอินทรีย์ ได้แก่ องค์ประกอบทางอารมณ์ ความตึงเครียด ความต้องการหรือปัญหาที่ต้องแก้ไข การที่จะสร้างความคิดรวบยอดได้นั้นจะต้องผ่านกระบวนการ 3 ขั้น คือ (1) การแยกแยะ (2) การย่อ (3) การสรุปครอบคลุม กระบวนการทั้ง 3 นี้จะต้องเกิดขึ้นอย่างประสมประสานกันและเกิดขึ้นในระหว่างที่มีการรับสัมผัส (Sensory Impression) การทำงานของกล้ามเนื้อ การใช้กล้ามเนื้อ การตั้งคำถาม การอ่าน และการแก้ปัญหา ซึ่งทั้งหมดนี้จะรวมกันเข้าเป็นโครงสร้างของความคิดรวบยอด

โพเดล (Podell. 1958 : 1 - 20) ได้แบ่งกระบวนการในการสร้างความคิดรวบยอดออกเป็น 2 กระบวน คือ

1. การมองเห็นลักษณะร่วม (Composite Photograph) คือการที่ผู้เรียนสามารถมองเห็น หรือเข้าใจลักษณะร่วมของวัตถุหรือสภาพการณ์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยผู้เรียนมิได้ทำกิจกรรมเพื่อค้นหาความคิดรวบยอดมากนัก เช่น เด็กคนหนึ่งเห็นสุนัขบ่อย ๆ ทั้งที่สุนัขเหล่านั้นเป็นชนิดที่แตกต่างกัน เด็กก็จะสามารถมองเห็นลักษณะร่วมของสุนัขได้ครั้งต่อไป ถ้าเขาเห็นสัตว์เช่นนี้อีก เขาก็ทราบว่ามันเป็นสัตว์ประเภทเดียวกัน

2. การกระทำกิจกรรมเพื่อค้นหาความคิดรวบยอด (Active Search) คือการที่ผู้เรียนต้องทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อค้นหาความคิดรวบยอด โดยผู้เรียนคาดการณไว้ล่วงหน้าว่าลักษณะร่วมของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นคืออะไร แล้วจึงค่อยทำกิจกรรมเพื่อเป็นการทดสอบ การสร้างความคิดรวบยอดแบบนี้ผู้เรียนไม่ได้อยู่เฉย ๆ แต่ต้องการกระทำกิจกรรมอยู่เสมอ

โลเวล (Lovell. 1966 : 12 - 13) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้ว่า กระบวนการของการแยกแยะ (Abstraction) เป็นจุดสำคัญของการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งได้แก่ การรวมลักษณะเด่นของวัตถุหรือเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กัน เด็กจะสร้างความคิดรวบยอดได้ก็ต่อเมื่อเขาสามารถที่จะแยกแยะ (Discriminate) คุณสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จากนั้นสามารถสรุปครอบคลุม (Generalize) ออกไปในลักษณะที่รวมกันอยู่ของสิ่งที่เขาค้นพบได้

จากแนวความคิดดังที่ได้กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่าการสร้างความคิดรวบยอดเป็นกระบวนการคิดภายในสมอง เกิดขึ้นภายหลังจากการสังเกตความคล้ายคลึงและความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ และจะมีการจำแนกสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น ตามลักษณะของความเหมือนหรือความต่างที่ตั้งขึ้นเป็นเกณฑ์ และบอกลักษณะให้เห็นเป็นภาพรวมของแต่ละกลุ่ม แต่ละพวกหรือสรุปครอบคลุมได้

ประโยชน์ของความคิดรวบยอด

ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของความคิดรวบยอดไว้ ซึ่งผู้วิจัยจะนำมากล่าวไว้ในที่นี้ดังนี้

ชม ภูมิภาค (2528 : 75 - 76) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของความคิดรวบยอดไว้หลายประการดังนี้

1. ความคิดรวบยอดจะลดความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อม
2. ทำให้รู้จักวัตถุอยู่รอบตัวเราได้กว้างขวาง
3. ความคิดรวบยอดช่วยลดจำนวนครั้งของการเรียนอะไรใหม่ ๆ อยู่เรื่อย เพราะเมื่อเกิดความคิดรวบยอดแล้วเราสามารถนำไปใช้จัดพวกสิ่งเร้าใหม่ได้
4. ความคิดรวบยอดช่วยให้เราสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการได้ และสามารถนำไปประยุกต์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
5. ความคิดรวบยอดทำให้การสอนดำเนินไปโดยสะดวกรวดเร็ว เพราะการสอนการเสนอทางวาทะเป็นการเสนอด้วยสัญลักษณ์ หากคนไม่มีมันทัศนียภาพจะไม่สามารถกระทำ ความเข้าใจกันได้

เดอ เซคโค (De Cecco. 1968 : 397 - 400) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของ
ความคิดรวบยอดไว้ดังนี้

1. ความคิดรวบยอดช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมาย การที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าเป็นอย่างไร นั้น เป็นเรื่องยุ่งยาก ดังนั้นมนุษย์จึงใช้ความคิดรวบยอดจัดแบ่งสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เป็นกลุ่ม ทำให้การตอบสนองหรือสื่อความหมายได้ง่ายขึ้น
2. ความคิดรวบยอดช่วยให้รู้จักสิ่งต่าง ๆ การรู้จักเป็นการจัดสิ่งเร้าให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง บุคคลต้องอาศัยความสามารถนี้อยู่เสมอ เช่น การได้ยินเสียงนั้นว่าเป็นเสียงอะไร พวกไหน และความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป
3. ความคิดรวบยอดและหลักการช่วยลดความจำเป็นในการเรียนรู้ลงมาก เรียนครั้งหนึ่ง ๆ แล้วก็นำไปใช้ได้เรื่อย ๆ ไม่ต้องเรียนซ้ำอีก เช่น เมื่อรู้จักสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่อไปเมื่อพบสัตว์พวกเดียวกันก็จำแนกได้ จึงทำให้หาความรู้อื่น ๆ ได้มากขึ้น
4. ความคิดรวบยอดและหลักการช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้รู้จักวัตถุนั้นอยู่ในกลุ่มใดแล้วนำมาให้ตัดสินใจต่อไปได้ การมีความคิดรวบยอดที่ถูกต้องและกว้างขวางก็เท่ากับการรู้จักแก้ปัญหา
5. ความคิดรวบยอดและหลักการช่วยในการเรียนการสอน เพราะในการเรียนการสอนใช้สื่อมาก เช่น การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน

ความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายของความคิดรวบยอด นักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศได้กล่าวไว้ว่าแม้จะมีผู้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ไว้ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอดังต่อไปนี้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523 : 5) ได้กล่าวเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ว่าความคิดรวบยอดเกิดจากการนำเอาข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องมาผสมผสานกันให้ดีขึ้นเป็นรูปแบบใหม่

ความคิดรวบยอดของสิ่งใดคือความคิดหลักของสิ่งนั้นหรือเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่งนั้น ความคิดรวบยอดอาจไม่ได้เกิดจากการประกอบกันของข้อเท็จจริง แต่อาจเกิดจากจินตนาการหรือความคิดรวบยอดของนักวิทยาศาสตร์ก็ได้ เช่น ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งที่เรามองไม่เห็นแต่รู้ว่ามันอยู่จริง เพราะมีหลักฐานยืนยันสนับสนุนว่าเป็นจริงแม้จะสังเกตไม่ได้โดยตรงก็ตาม เช่น ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับโมเลกุล อะตอม อิเลคตรอน มวลสาร พลังงาน ล้วนแต่ไม่ใช่ข้อเท็จจริงเพราะสังเกตไม่ได้โดยตรง

มังกร ทองสุขดี (2523 : 2) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับบุคคลอื่น ๆ ไว้ว่า ความคิดรวบยอดตามความหมายของวิชาการแต่ละวิชาการจะแตกต่างกันไปตามความหมายทางวิทยาศาสตร์ ความคิดรวบยอด หมายถึงระบบสังเคราะห์ (Synthesis) หรือความสัมพันธ์ตามเหตุผล (Logical Relationship) หรือความคิดสำคัญ (Big Ideas) ซึ่งรวบรวมข้อเท็จจริง (Facts) และหลักเกณฑ์ (Principles) ของแต่ละบุคคลว่า เข้าใจความสัมพันธ์ในวัตถุ (Object) หรือสัญลักษณ์ (Symbol) หรือสถานการณ์ (Situation) มากน้อยเพียงใด โดยนำความคิดรวบยอดจึงเป็นสิ่งที่ปรุงแต่งขึ้นมาโดยอาศัยเหตุผล และทำให้ข้อเท็จจริงที่จะช่วยให้เกิดประโยชน์ในการคิดขั้นต่อไป

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525 : 247) ได้อธิบายไว้ว่าความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์คือ ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 28) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมมีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกันไปอย่างลึกซึ้งตลอดเวลา ความคิดรวบยอดหนึ่ง ๆ อาจจะเกิดจากการนำเอาความคิดรวบยอดหลาย ๆ ความคิดรวบยอดมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและความรู้ในระดับสูงได้แจ่มแจ้ง

สมจิต สวณโพนุลย์ (2526 : 3) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักของคนเราที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ กล่าวคือ เมื่อเราศึกษาในการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จะก่อให้เกิดการรับรู้ สามารถแยกแยะความเหมือน ความแตกต่าง สรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ มองเห็น มองความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ สร้างเป็นความคิดหลักในรูปที่แสดงถึงความเข้าใจ ทำให้สามารถนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย หรือพยากรณ์วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้

วีระชาติ สอนไพบรินทร์ (2531 : 4) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งเหล่านี้ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล

อดิศร มณีศิริ (2537 : 16) ให้ความหมายความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความคิดความเข้าใจ โดยสรุปเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและหลักการหรือข้อสรุป ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล เกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

โรเมย์ (Romey. 1968 : 122) ให้ความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการสรุปอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะบางอย่างทางกายภาพและชีวภาพ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของข้อเท็จจริง และประสบการณ์

ซันด์ และโทรบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1973 : 17) ให้ความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ได้กระทำหรือรับรู้และสรุปรวมออกมา

จากความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่า ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะส่วนที่สัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำเอาข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องมาผสมผสานกันอย่างมีเหตุผล เกิดการรับรู้ที่จะจัดกระทำกับสิ่งนั้น ๆ ได้ ด้วยวิธีการที่เป็นระบบ มีขั้นตอน โดยการสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ได้รับรู้ และทำการสรุปออกมาด้วยความเข้าใจ

ประเภทของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถจำแนกได้หลายประเภทเช่นเดียวกับการจำแนกความคิดรวบยอดโดยทั่ว ๆ ไปดังนี้

ปรีชา วงศ์ศิริ (2525 : 247 - 249) ได้แบ่งความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท เป็นการกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่าง ๆ ไว้เป็นพวก ๆ เพื่อใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้น ๆ ให้เข้าใจตรงกัน เช่น น้ำทะเลเป็นน้ำกระด้าง สสารคือสิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่

2. ความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดย่อยที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งช่วยให้สามารถพยากรณ์หรือคาดคะเนล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้น เช่น แรงคือ อำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่ สสารอาจเปลี่ยนสถานะได้โดยการเพิ่มหรือลดพลังงาน

3. ความคิดรวบยอดทางทฤษฎี เป็นการกำหนดสิ่งที่มองไม่เห็นแต่รู้ว่าสิ่งนั้นเมื่ออยู่จริง เพราะว่า มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีอยู่จริง ความคิดรวบยอดประเภทนี้นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยอาศัยจินตนาการหรือนิเวศภาพขึ้นในสมองเพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งนั้น เช่น แสง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อะตอม คืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ซึ่งประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน

ซันด์ และ ไทรบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1973 : 20) ได้แบ่งความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ออกเป็นสองประเภท ซึ่งมีเนื้อหาโดยสรุปดังนี้

1. ความคิดรวบยอดเชิงรูปธรรม (Concrete Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่พัฒนาจากการรับรู้ จากวัตถุที่เป็นรูปธรรมไปสู่ความเป็นนามธรรม เช่น ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับแม่เหล็ก เลนส์ โลหะ หิน เป็นต้น

2. ความคิดรวบยอดเชิงกระบวนการเคลื่อนที่ (Dynamic Process Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่พัฒนาจากกระบวนการที่มีการเคลื่อนที่ของสิ่งต่าง ๆ เช่น การออสไมซิส ความเร่ง การสังเคราะห์แสง เป็นต้น

ลอว์สัน (Lawson. 1973 : 32) ได้แบ่งความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ออกเป็นสองประเภทโดยสรุปดังนี้

1. ความคิดรวบยอดเชิงรูปธรรม (Concrete Concept) เป็นความคิดรวบยอด
 ที่ความหมายขยายความและอธิบายลักษณะในรูปแบบที่สามารถรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส เรียนรู้ด้วย
 ประสบการณ์ตรงที่จัดเป็นรูปธรรม

2. ความคิดรวบยอดเชิงนามธรรม (Formal Concept) เป็นความคิดรวบยอด
 ความหมายขยายความและอธิบายลักษณะที่ต้องอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับกฎ หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ
 การวินิจฉัย (Inference) การสันนิษฐานจากหลักฐาน (Postulated) รูปจำลองใน
 จินตนาการ และมโนภาพอื่น ๆ มาประกอบ เช่น ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความหนาแน่นต้องอาศัย
 ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างมวลและปริมาตรในลักษณะที่เป็นอัตราส่วน เป็นต้น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ได้แบ่งประเภท
 ของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประเภท ดังต่อไปนี้ (สมจิต สวธนไพบูลย์.
 2526 : 52)

1. ความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่จะนำมาสรุป เช่น สสาร
 คือสิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่

2. ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นจากการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหลาย
 เช่น กระแสไฟฟ้าขึ้นกับความต้านทานในวงจร อุณหภูมิมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. ความคิดรวบยอดที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปเข้าด้วยกัน
 เป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนกระทั่งถึงความรู้ระดับสูง จนกระทั่งจะเข้าใจ
 ความคิดรวบยอดเหล่านี้ได้จะต้องมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นแล้ว เช่น สัตว์ที่มีการ
 ปรับตัวที่ดีที่สุดเท่านั้นที่จะสามารถดำรงพันธุ์ต่อไปได้

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

1. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนก (Classificational Concept) เป็น
 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกแยกแยะหรือจัดประเภทข้อเท็จจริง เช่น แมลงเป็นสัตว์ที่มี
 6 ขา ลาตัวเป็น 3 ท่อน

2. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน เช่น แรงเป็นอำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่

3. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับทางทฤษฎี ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้คิดขึ้น หรือกำหนดให้มีขึ้น (Created Idea) เพื่อใช้เป็นเหตุผลอ้างอิงในการอธิบายเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ เช่น อะตอม คือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

จากเอกสารเกี่ยวกับการแบ่งประเภทความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว พอสรุปได้ว่า ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ หากจัดแบ่งในภาพกว้างจะจัดเป็นความคิดรวบยอดเชิงรูปธรรม และความคิดรวบยอดเชิงกระบวนการ แต่หากพิจารณาในลักษณะของการใช้เกณฑ์ในการกำหนดจะจัดแบ่งเป็น ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และความคิดรวบยอดเกี่ยวกับทฤษฎี ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ซึ่งภายหลังจากที่ได้ศึกษาจุดประสงค์ของบทเรียน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ในการแบ่งประเภทความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ 3 ประเภทคือ

1. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกประเภท (Classificational Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่บ่งถึงคำจำกัดความหรือชี้แจงคุณสมบัติของสิ่งของ ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ หรือบ่งถึงคุณสมบัติร่วมของสิ่งนั้น ๆ ความคิดรวบยอดประเภทนี้ เป็นความคิดรวบยอดที่นำไปใช้บรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์

2. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่บ่งถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งของทั้งในเชิงที่เป็นเหตุผลต่อกัน ความคิดรวบยอดประเภทนี้เป็นความคิดรวบยอดที่นำไปใช้ในการกำหนดหรือพยากรณ์วัตถุหรือปรากฏการณ์

3. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดขึ้นหรือจินตนาการ เพื่อหารูปแบบที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย

คุณลักษณะของสิ่งบางสิ่งที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานบางประการมาสนับสนุนว่าเป็นไปได้ ความคิดรวบยอดประเภทนี้เป็นความคิดรวบยอดที่นำไปใช้ในการอธิบายวัตถุหรือปรากฏการณ์ ผลสัมฤทธิ์ทั้ง 3 ประการนี้ วัดจากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องสอนให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะตามความหมายของวิชาวิทยาศาสตร์นั้น หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวเนื้อหา และ ขบวนการ ด้วยเหตุนี้บรรดานักการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงพยายามศึกษาวิธีการหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และพบว่ามีความต่าง ๆ มากมายในวิธี การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาวิทยาศาสตร์แต่ละท่านได้จำแนกทักษะออกมา แตกต่างกัน ดังนี้

ซันด์ และทราวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1967 : 93) ได้แบ่งทักษะทาง วิทยาศาสตร์ที่ควรให้ได้กาพัฒนาออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

1. ทักษะเกี่ยวกับวิธีหาความรู้ ได้แก่ การฟัง การสังเกต การค้นหา การสอบถาม การสืบสวน การรวบรวมข้อมูล และการวิจัย
2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ ได้แก่ การบันทึก การเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่าง การจัดจำแนกการเรียบเรียงอย่างเป็นระเบียบ การเขียนโครงเรื่อง การวินิจฉัย การประเมิน การวิเคราะห์
3. ทักษะในการสร้างสรรค์ ได้แก่ การวางแผนล่วงหน้า การออกแบบปัญหา การออกแบบวิธีการใหม่ ๆ หรือเครื่องมือตลอดจนระบบใหม่ ๆ การประดิษฐ์ และการสังเคราะห์

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ ได้แก่ การใช้เครื่องมือ การระวังรักษา การสาธิต การทดลอง การซ่อมเครื่องมือ และอื่น ๆ

5. ทักษะในการติดต่อสื่อสาร ได้แก่ การตั้งคำถาม การอภิปราย การบรรยาย การเขียนรายงาน การวิพากษ์วิจารณ์ ตลอดจนความสามารถในการสอนเพื่อน ๆ ได้

โชติ เพชรขึ้น (2527 : 16) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่อาจเห็นได้เช่น การสังเกต การเลือกเครื่องมือ การประมาณค่าการสร้างสมมติฐาน การหาข้อยุติหรือลงความเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหา หรือตัวความรู้ และทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยทักษะ กระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องเน้นให้นักเรียนได้ทั้งเนื้อหา ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

คณะกรรมการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science. 1974 : 33 - 176) ได้แบ่งทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าว่ามี 13 ทักษะ โดยแบ่งทักษะทั้งหมดออกเป็น 2 กระบวนการใหญ่ ๆ คือ

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

1.1 การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะหรือรายละเอียดของสิ่งของ หรือปรากฏการณ์อย่างหนึ่งอย่างใด ทั้งนี้เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ

1.2 การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะได้วัดได้

1.3 การใช้จำนวนเลข (Using Number) หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของสิ่งของต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ย

1.4 การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กันหรือต่างกันของสิ่งของ หรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

1.5 การสื่อความหมาย (Communication) หมายถึง การพูดหรือการแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบความคิด ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

1.6 การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติและเวลา (Using Space time Relationships) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หรือมิติกับมิติหรือเวลากับเวลามาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้มิติ หมายถึง คุณสมบัติที่เกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง สมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

1.7 การสรุปอ้างอิง (Inferring) หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่เกิดขึ้นได้ รวมประกอบกับประสบการณ์เดิม

1.8 การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการจัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

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

2.1 การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operational Definition) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในรูปที่สังเกตวัด หรือนำมาปฏิบัติการได้ และบอกด้วยว่าสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีการสังเกต หรือวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulating Variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม และการควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

2.3 การสร้างสมมุติฐาน (Constructing Hypothesis) หมายถึง การคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบาย โดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

2.4 การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting) หมายถึง การรวบรวมข้อมูลในรูปของตาราง ข้อความ ข้อความกึ่งตาราง หรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติเบื้องต้นจากข้อมูล และตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม จากข้อมูลที่ประมวลผลมาแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

2.5 การออกแบบการทดลอง (Designing of Investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมุติฐาน โดยคำนึงถึงนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เครื่องมือ และวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังนี้คือ (สมจิต สวธนไพบลย์. 2526 : 66 - 73)

1. ทักษะการสังเกต (Observation)

หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ และสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurement)

หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณสิ่งของต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ท้าการวัด ความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

2.5 ระบุนัยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

หมายถึง การแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship)

หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกรวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปเรขาคณิต

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้ เช่น ระบุนัย 3 มิติ ที่เห็น

เนื่องจากการหมุนรูป 3 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิด

เงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏอยู่ในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปกของวัตถุที่จะเปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ

กับเวลาได้

5. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการ บวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organization of Data and Communication)

หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปแบบของ ตาราง แผนภูมิ วงจร ไดอะแกรม กราฟ เขียน บรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เสนอไว้ได้
- 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยข้อความที่เหมาะสม กระทัดรัด จนสื่อ

ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

- 6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

- 8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ท้าทายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ท้าทายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ ยังไม่ทราบหลักการกฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variable)

หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลง ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กันมิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดแล้ว คือ ชี้นำและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดสิ่งต่าง ๆ คือ

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. การออกแบบการทดลองโดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมี ซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง และเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่ว และถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting and Conclusion of Data)

หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน และจากการวิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหาของบทเรียนร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้ชำนาญการสอนวิชาฟิสิกส์ พบว่า ทักษะที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การคำนวณ การพยากรณ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป รายละเอียดทักษะด้านต่าง ๆ ปรากฏดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งของนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับ

3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ อาจจะใช้ความเหมือนหรือความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุหรือการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

5. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

6. สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งมีรูปร่างเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่ว ๆ ไปแล้วสเปสของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างความเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้ประสบการณ์เดิมมาช่วย รวมถึงความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ทักษะทั้ง 7 ด้านนี้ วัดจากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

ค่านิยม (Value)

ความหมายของค่านิยม ได้มีผู้ให้นิยามหรือแง่มุมต่าง ๆ ไว้มากมายด้วยกัน ซึ่งมีทั้งความหมายในเชิงปฏิบัติ เชิงสังคมวิทยา เชิงจิตวิทยา และเชิงปรัชญา ดังนี้

สงบบ ลักษณะ (2524 : 29) กล่าวว่า ค่านิยมเป็นคุณลักษณะภายในจิตใจ อันจะคอยชักจูงกระตุ้นให้บุคคลเกิดความเอนเอียงที่จะประพฤติปฏิบัติ (ทาพฤติกรรมภายนอก) ไปในทางที่ดีงาม

สาโรช บัวศรี (2526 : 13) กล่าวว่า ค่านิยมเป็นสภาพหรือการกระทำบางประการ ซึ่งเราเชื่อถือว่า ค่านิยมควรยึดถือหรือยึดมั่น หรือเราควรกระทำหรือปฏิบัติเพื่อจะให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายของสังคมหรือตัวเอง

พนัส หันเนาคินทร์ (2526 : 17 - 18) ให้ความหมายของค่านิยมว่า หมายถึง การยอมรับนับถือ และพร้อมที่จะปฏิบัติตาม ที่คนหรือกลุ่มคนที่มีอยู่ต่อสิ่งต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นวัตถุ มนุษย์ หรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ รวมทั้งการกระทำในด้านเศรษฐกิจ สังคม จริยธรรม และสุนทรียภาพ ทั้งนี้ โดยได้ทำการประเมินค่าจากทัศนะต่าง ๆ โดยถือถ่วงรอบคอบแล้ว

เกียรติศักดิ์ อัยยานันท์ (อ้างอิงจากสำนักงานวัฒนธรรมแห่งชาติ. 2528 : 1) ค่านิยม หมายถึง ความรู้สึก หรือสภาพจิตของบุคคลที่ผูกยึดกับสิ่งนั้น และจะแสดงในลักษณะของการรัก ชอบ บรรารณาที่จะได้ บรรารณาที่จะเป็น "ค่านิยม" จะทำหน้าที่เป็นทั้งกำหนดเป้าหมายของชีวิตที่ต้องการ และกำหนดวิธีการที่จะนำไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมายนั้น

บราดี สุวรัตน์ไชยกุล (2528 : 9) สรุปว่า ค่านิยม หมายถึง ความรู้สึก ความเข้าใจ ความคิดเห็น ทศนคติ การตัดสินใจของแต่ละบุคคล ซึ่งมีทั้งลักษณะบวกหรือลบ

ปองจิต แจ่มจรัส (2528 : 20) สรุปว่า ค่านิยม หมายถึง ค่าระดับของความปรารถนา หรือสิ่งที่ช่วยกระตุ้นให้บุคคลสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการดำเนินชีวิตของตนเอง ค่านิยมจึงชี้ให้เห็นถึงจุดหมายของชีวิตของบุคคลนั้น ซึ่งจะแตกต่างกันออกไปตามประสบการณ์ และเนื่องจากประสบการณ์ที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล จึงทำให้ค่านิยมของแต่ละบุคคลแตกต่างกันออกไป ในฐานะที่ค่านิยมเป็นเครื่องนำพฤติกรรมของคน การเปลี่ยนแปลงของค่านิยมย่อมขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลง และวุฒิภาวะของประสบการณ์ของบุคคลนั้น ๆ ด้วย

นาคยา บิลันธนานนท์ (2528 : 169 ; อ้างอิงมาจาก Rokeach n.d.) กล่าวว่า ค่านิยมเป็นความเชื่อถือที่ค่อนข้างถาวรต่อวิธีปฏิบัติบางอย่างที่ตัวเองหรือสังคมเห็นดี เห็นชอบ สมควรที่จะยึดถือหรือปฏิบัติ

วูดรอฟ (Woodruff. 1952 : 85) กล่าวว่า ค่านิยม คือสิ่งที่บุคคลหรือสมาชิกในสังคมยึดถือ และยอมรับว่าเป็นสิ่งที่มีความหมาย มีความสำคัญสำหรับตน และบุคคลจะยอมรับเอา เป็นเป้าหมายมาตรฐาน อุดมคติในชีวิตของตน ค่านิยมสามารถเปลี่ยนจุดหมายในชีวิตของบุคคล ได้ด้วย เพราะค่านิยมคือ ความเชื่อถือเกี่ยวกับสิ่งที่ดีที่ชอบ สิ่งที่ไม่ดีไม่ชอบ

คิลแพทริก (Kilpatrick. 1954 : 15) ได้กล่าวว่า ค่านิยม หมายถึงความต้องการที่จะรับการประเมินอย่างรอบคอบแล้ว และปรากฏว่ามีค่าควรแก่การเลือกไว้เป็นคุณสมบัติของคน ซึ่งคล้ายกับแนวคิดของ คลักฮอห์น (Kluckhohn. 1962 : 147) ได้ให้ความหมายของค่านิยมว่า เป็นทั้งสิ่งกับภายในและภายนอกที่บุคคลหรือกลุ่มได้แยกออกแล้ว และมีความต้องการที่จะเลือกประเพณีหรือเลือกกระทำ

กราเรตต์ (Garrett. 1961) กล่าวว่า ค่านิยม หมายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่บุคคลปรารถนา เป็นสิ่งที่มาก่อนความต้องการ ค่านิยมจึงเป็นเสมือนสิ่งที่นำทางให้แก่ความต้องการ เมื่อบุคคลต้องการสิ่งหนึ่งสิ่งใดก็แสดงว่าสิ่งนั้นเป็นค่านิยมของเขา ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นจากการนึกคิดขึ้นมาเองหรืออาจเกิดจากการที่ได้ หมายเอาไว้ ค่านิยม เป็นเรื่องของจิตใจเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น สัมผัสไม่ได้ เป็นแต่เพียงเครื่องช่วยให้บุคคลได้ทราบจุดหมาย และแนวทางที่จะปฏิบัติต่อไป

วอลเตอร์ และสก็อต (Walter and Scott. 1962 :) กล่าวว่า ค่านิยม หมายถึง ความคิดรวบยอดที่เป็นพื้นฐานในการเลือกของบุคคล ซึ่งบุคคลแสดงออกเมื่อบุคคลมีความเชื่อมั่นในสิ่งที่คิดว่าถูกหรือผิด สำคัญหรือไม่สำคัญ สวยหรือน่าเกลียด จริงหรือปลอม พื้นฐานแห่งการเลือกนี้อาจแสดงออกมาโดยสติสัมปชัญญะหรือจากจิตใต้สำนึกก็ได้

แมคโดนัลด์ (McDonald. 1965) เห็นว่า ค่านิยมเป็นความนิยมชมชอบของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งเป็นสิ่งที่เราเลือก หรือชอบมากกว่าสิ่งอื่น ค่านิยมจึงเป็นคุณสมบัติที่มีคุณค่าแก่การเลือก

คริสเทนเซน (Cristensen. 1969 : 115) กล่าวว่า ค่านิยมเป็นเกณฑ์ที่แต่ละบุคคลเลือกใช้เลือกสิ่งต่าง ๆ ที่มีให้เลือก ค่านิยมจึงมีลักษณะใกล้เคียงกับความเชื่อ และเจตคติ แต่ทั้งสามอย่างนี้ก็มีส่วนที่แตกต่างกัน คือ ความเชื่อเป็นเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินว่าบางอย่างจริงหรือไม่จริง เจตคติ คือ ลักษณะภายในจิตใจที่คนเราแสดงต่อการกระทำหรือสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นเพียงแนวโน้มที่จะปฏิบัติเท่านั้น ค่านิยมจะเป็นมาตรฐานของความชอบหรือไม่ชอบเป็นเกณฑ์สำหรับตัดสินคุณค่าหรือความสำคัญของสิ่งของ ความคิดและเกณฑ์ ดังนั้นค่านิยมจึงเป็นมาตรฐานในการตัดสินใจ

ซูเปอร์ (Super. 1970 : 49) อธิบายความหมายค่านิยมว่าชีวิต และงานว่า ค่านิยม หมายถึง คุณภาพ ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาแก่จิตใจ เป็นเป้าหมายหรือวิถีการที่มุ่งไปสู่เป้าหมายที่พึงปรารถนา ค่านิยมจะเกี่ยวข้องกับความสนใจและเป็นคุณภาพที่บุคคลต้องแสวงหามาใช้กิจกรรมหรือวัตถุใด ๆ ที่พอหุ้มอยู่ภายนอก ค่านิยมจึงเป็นเรื่องที่ลึกกว่าความสนใจ เช่น ความสนใจเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นค่านิยมทางปัญญาและความสนใจเชิงธุรกิจอันหมายถึงการได้มาซึ่งวัตถุเป็นค่านิยมทางด้านเศรษฐกิจ

เฟิเชอร์ (Feather. 1976 : 4 - 5) ได้ให้ความหมายค่านิยมว่า เป็นความเชื่อซึ่งมีลักษณะที่ยืนยงถาวร เป็นแนวทางในการประพฤติ หรือเป็นเป้าหมายในการดำรงชีวิต เป็นสิ่งที่ตนเองหรือสังคมเห็นดีและเห็นชอบ สมควรที่จะยึดถือปฏิบัติมากกว่าวิถีปฏิบัติ หรือเป้าหมายชีวิตอย่างอื่น

โรเคิช (Rokeach. 1976) กล่าวว่า ค่านิยมเกี่ยวข้องกับสิ่งดีหรือไม่ดี เป็นการจัดอันดับความชอบมีทั้งด้านบวกและด้านลบ ถ้าเป็นด้านบวกถือว่าดีเป็นสิ่งที่ต้องการ ถ้าเป็นด้านลบถือว่าไม่ดีเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการ

แฟรงเคิล (Fraenkel. 1980 : 216) ให้ความหมายของค่านิยมว่า คือ ความคิดหรือความคิดรวบยอดของบุคคลในสิ่งที่บุคคลเห็นว่า เป็นเรื่องที่มีความสำคัญต่อชีวิตของเขา เราอาจให้คำจำกัดความหรือนำมาอภิปรายเปรียบเทียบ และวิเคราะห์ ตลอดจนทำให้การสรุปเป็นนัยสำคัญของค่านิยมได้

จากความหมายของค่านิยมที่กล่าวมานี้ จะเห็นได้ว่ามีความหมายแตกต่างกันออกไป แต่สามารถสรุปได้ว่าค่านิยม หมายถึง แนวความคิด ความรู้สึก ความเชื่อ ความต้องการคุณลักษณะภายในจิตใจรวมถึงการกระทำ ผลของการตัดสินใจ ซึ่งได้มาจากการพิจารณาด้วยความรู้สึก ความปรารถนา ความเชื่อ ความเข้าใจ และเห็นคุณค่าต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งมีทั้งลักษณะบวกหรือลบ และจะแสดงออกมาในรูปของพฤติกรรม และแนวปฏิบัติที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ

องค์ประกอบค่านิยม

สมบุรณ์ ชิตพงศ์ (2524 : 7) กล่าวว่า องค์ประกอบค่านิยมมีอยู่ 3 ส่วน คือ

1. ความคิดเชิงประเมิน เป็นความคิดที่มีการพิจารณาว่าสิ่งใดพึงปรารถนา (desirable) และสิ่งใดไม่พึงปรารถนา (undesirable)
2. ความเชื่อ เป็นความไว้วางใจ มั่นใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ และมีผลทำให้เกิดพฤติกรรมที่เป็นไปตามความเชื่อนั้น ๆ
3. การเลือก เป็นการคิดเอาสิ่งที่มีมากกว่าหนึ่งขึ้นไป ว่าจะเอาส่วนใดออก และเอาส่วนใดไว้

การเกิดค่านิยม

แรธส์ ฮาร์มิน และไซมอน (Raths, Harmin and Simon. 1966 : 30) ได้เสนอว่าการเกิดค่านิยมมี 3 ขั้นตอนใหญ่

- การเลือก → 1. การเลือกอย่างอิสระไม่ถูกบังคับ
(Choosing) → 2. เลือกจากทางเลือกหลาย ๆ ทาง
→ 3. เลือกจากผลการพิจารณาทางเลือกทุกทาง

- การให้คุณค่า → 4. การให้คุณค่าในผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากทางเลือกหลาย ๆ ทาง
(Prizing) → 5. ยืนยันการตัดสินใจเลือกตามที่ตนคิดอย่างเปิดเผย

- การปฏิบัติ → 6. การทำตามที่ตนตัดสินใจเลือก
(Acting) → 7. ปฏิบัติซ้ำจนเกิดเป็นนิสัย

เจือ เกตุขเรีัยร (2520 : 79) กล่าวว่า ค่านิยมอาจเกิดขึ้นได้หลายทาง เช่น เกิดจากความนึกคิดของตนเอง ชักชวน การอบรม การศึกษาเล่าเรียน การบังคับด้วยกฎหมาย และข้อบังคับ การเห็นตามกัน การปลูกฝัง ความหวัง อุดมการณ์ ความนิยมตามยุค ตามสมัย และความเปลี่ยนแปลงของสังคม

พรวณี ชูทัย (2522 : 197) กล่าวว่า ค่านิยมเกิดจากการเรียนรู้ มีลักษณะดังนี้

1. คนที่ได้รับการศึกษาอบรมตั้งแต่เด็ก เช่น การที่เด็กทำสิ่งอันดีงามจะได้รับความชมเชย หรือความชื่นชมจากผู้ใหญ่ หรือการที่เด็กทำผิดจะถูกลงโทษหรือว่ากล่าวตักเตือน
2. คนรับค่านิยมจากสังคมมาเป็นของตนเอง เพื่อให้เกิดความสนใจว่าสังคมจะยอมรับ

พนัส หันนาสินทวี (2526 : 18) กล่าวถึงการเกิดค่านิยมของบุคคลว่า ค่านิยมของแต่ละบุคคลนั้นเกิดจาก ประสบการณ์ที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล จึงทำให้ค่านิยมของแต่ละบุคคล ผิดแผกกันออกไป ถึงแม้ว่าจะอยู่ในสังคมหรือ วัฒนธรรมเดียวกันก็ตาม เมื่อประสบการณ์ของแต่ละคนมีเพิ่มมากขึ้น ย่อมมีผลกระทบกระเทือนทำให้เขาเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงค่านิยมเดิมของเขาขึ้น

ดังนั้น การเกิดค่านิยมจึงเกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งเป็นประสบการณ์ของแต่ละบุคคล และได้มาจากการเรียนรู้ในครอบครัว วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม หลักศาสนา ทัศนคติ สังคม สถาบัน

โดยผ่านกระบวนการวินิจฉัยเลือกสรรแล้วว่าคำนิยามนั้น ๆ มีความเหมาะสม และมีคุณค่าต่อการที่จะดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข คำนิยามในแต่ละสังคมจะไม่เหมือนกัน เป็นสิ่งที่คนในสังคมยึดถือเป็นแนวทางในการประพฤติปฏิบัติ และส่งผลให้เกิดทัศนคติ และพฤติกรรมที่ปรากฏออกมาภายนอก

คำนิยามทางวิทยาศาสตร์

พรวณีย์ สุขศรีงาม (2534 : 71 - 72) ให้ความหมายคำนิยามทางวิทยาศาสตร์ดังนี้ ความหมายของคำว่า วิทยาศาสตร์ของบุคคลต่าง ๆ ซึ่งบุคคลเหล่านี้อาจแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มคือ

1. ผู้บริโภควิทยาศาสตร์ ได้แก่ บุคคลทั่วไปที่ใช้ผลงานทางวิทยาศาสตร์เพื่อดำรงชีวิตที่ดีโดยเฉพาะปัจจัยสี่ และพลังงาน
2. กลุ่มผู้อบรมสั่งสอนวิทยาศาสตร์ บุคคลที่เกี่ยวข้องคือ นักวิทยาศาสตร์ศึกษาและครูวิทยาศาสตร์ ทาหน้าที่พัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และทักษะกระบวนการ พร้อมกับเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้กับเยาวชนและบุคคลทั่วไป
3. กลุ่มผู้สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์และนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เป็นการเสาะแสวงหาความจริง (Fact) พร้อมกับสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง กฎ หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในจักรวาล และมีหน้าที่หลัก คือ ค้นหาความเป็นระเบียบ ความหมาย ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ
4. กลุ่มผู้กำหนดรูปแบบแนวทาง หรือผู้ที่คอยให้คำแนะนำในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ นักปรัชญาวิทยาศาสตร์จะใช้ความสามารถทางสติปัญญาอย่างมีระบบ ที่จะคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ในจักรวาล เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ที่เชื่อถือได้

นอกจากนี้นักปรัชญาวิทยาศาสตร์ได้กำหนดลักษณะคำนิยามแตกต่างกันออกไปหลายแนว
ดังนี้

1. แนวคิดของโรคิช (Rokeach) ได้เสนอจรรยาบรรณทฤษฎีฐาน มี 2 ส่วน ดังนี้

1.1 ข้อตกลงพื้นฐาน (Basic Assumption) ได้แก่

1.1.1 มีโลกที่เป็นจริงอยู่ในจักรวาลเหตุการณ์ต่าง ๆ ของโลกสามารถเรียนรู้ เข้าใจหรืออธิบายได้ สามารถใช้หลักตรรกศาสตร์รวมทั้งคณิตศาสตร์ อธิบายความเป็นไปของปรากฏการณ์ในโลกได้อย่างเหมาะสม และเชื่อถือได้

1.1.2 การมีเสรีภาพในการคิดและการสืบเสาะจะต้องได้รับการรับรองจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง โดยปราศจากอิทธิพลจากภายนอกเข้ามามีผลต่อการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ การมีความรู้ที่เป็นปรนัย และเชื่อถือได้เป็นสิ่งดีงาม และการมีเสรีภาพที่สมบูรณ์ในการพิมพ์เผยแพร่งาน

1.2 จรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน (Actual Commandments) ได้แก่

1.2.1 ความเป็นปรนัยในการศึกษาค้นคว้า (Objectivity) โดยเฉพาะในด้านวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการจัดกระทำข้อมูล การลงข้อสรุป

1.2.2 ความซื่อสัตย์ในการรายงานผลการศึกษา (Honesty)

1.2.3 ความถูกต้องชัดเจนและความสมบูรณ์ (Preciseness) ในการแสดงความคิดเห็น ข้อขัดแย้ง การอธิบาย คำศัพท์ สัญลักษณ์

1.2.4 ความเรียบง่าย (Simplicity) ในการสร้างแนวความคิดใหม่ คำอธิบายหรือทฤษฎีไม่สร้างคำศัพท์ใหม่ขึ้นมาโดยไม่จำเป็น

1.2.5 จิตใจกว้างขวาง (Open-Mindedness) เต็มใจที่จะแก้ไขปรับปรุง กฎหลักการหรือทฤษฎีที่ขาดหลักฐานจากการทดลองสนับสนุน

1.2.6 ความแม่นยำในการพยากรณ์ (Accuracy of Prediction) โดยแสดงให้เห็นถึงผลของการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นในระดับหนึ่งเสมอ

1.2.7 ความยุติธรรม (Fairness) หรือไม่อคติ-ไม่ลำเอียง (Unbiasness) ในการรวบรวมข้อมูล การเสนอแนวความคิดใหม่ของคนอื่นไม่มีการสร้างข้อมูลขึ้นมาเอง หรือแอบอ้าง ขโมยแนวคิดของคนอื่นมาเป็นของตน

2. แนวความคิดของแมคเคน (Mc Cain) และเซกัล (Segal) ได้กำหนดคำนิยามทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประการ

2.1 ค่านิยมด้านความรู้ (Knowledge) และความเข้าใจ (Understanding) ยอมรับว่าการสืบค้นความรู้ และความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นสิ่งดีงามทำให้วิทยาศาสตร์มีความก้าวหน้าไม่มีที่สิ้นสุด

2.2 ค่านิยมด้านความช่างสงสัย (Skepticism) ยอมรับว่าความรู้เชิงวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่เปลี่ยนแปลงได้ ไม่ใช่ความรู้แบบอติยะ (Ultimate truth)

2.3 ค่านิยมด้านความอดทน (Tolerance) มีความอดทนหรืออดกลั้นต่อความคิดหรือผลงานของคนอื่น ที่ไม่สอดคล้องหรือขัดแย้งกับผลงานของตน มีจิตใจกว้างขวางในการยอมรับฟังความคิดเห็นที่ดีกว่าคำวิพากษ์วิจารณ์ติชมของคนอื่น

2.4 ค่านิยมด้านความแม่นยำ ถูกต้องในการรายงานข้อมูล (Accuracy in Reporting Data) ต้องมีความรอบคอบและเป็นปรนิยานการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ การจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล สรุปข้อมูล และรวมงานสิ่งค้นพบ

3. แนวคิดของบรอนสกี (Bronoski) แบ่งจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 6 ประการ

3.1 ความเป็นอิสระในการสังเกตและการคิด (Independence of Observation and Thinking) นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความเป็นอิสระในการคิดไม่ยึดติดอยู่กับแนวความคิด หรือความรู้ของคนอื่น ๆ ตลอดเวลาต้องมีความเชื่อมั่นว่าแนวคิดของตัวเองที่ต่างไปจากคนอื่น ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ ๆ ได้

3.2 ความเป็นนวภาพ (Originality) ยึดมั่นและบูชาในความคิดเป็นแนวคิดเป็นนวภาพของการคิด การกระทำ หรือการคิด การกระทำที่สร้างสรรค์ ไม่ลอกเลียนแบบการคิด การกระทำของคนอื่นเป็นนวภาพสะท้อนให้เห็นถึงการมีอิสระในการคิด การกระทำ

3.3 การไม่ยอม (Dissent) การไม่ยอมรับ - เชื่อถือแนวความคิด หรือผลงานของคนอื่นถูกต้อง เนื่องจากตนเองมีข้อมูล-หลักฐานที่เหมาะสมดีกว่า จะช่วยทำให้เกิดความหลากหลายในการคิด การศึกษานำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ก้าวหน้ามากขึ้น

3.4 เสรีภาพ (Freedom) นักวิทยาศาสตร์จะมีเสรีภาพในการสืบเสาะหาความรู้ มีเสรีภาพในการคิด เขียน-วิจารณ์ ตลอดจนเสรีภาพในการเผยแพร่ผลงาน

3.5 ความอดทน (Tolerance) การมีความอดทน-อดกลั้น ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นที่ต่างไปจากของตนเอง สะท้อนให้เห็นถึงการมีใจกว้าง มีจิตสำนึกแบบวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเคารพ-ให้เกียรติบุคคลอื่นในการแสดงความคิดเห็น

3.6 ความเป็นประชาธิปไตย (Democracy) โดยเฉพาะในเรื่องความยุติธรรม ความซื่อสัตย์ ความมีเกียรติ-ศักดิ์ศรี การเคารพผู้อื่น ไม่มีอคติหรือลำเอียงต่อเพื่อนสมาชิกในชุมชน วิทยาศาสตร์ การให้เกียรติเคารพซึ่งกันและกัน มีคุณค่ามากกว่าการยอมรับผลงานของนักวิทยาศาสตร์

4. แนวคิดของโมห์ร (Mohr) แบ่งจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 หลักการ

4.1 หลักการยอมรับ (Agreement Principle) แม้ว่านักวิทยาศาสตร์มีความเป็นอิสระและเสรีภาพในการคิด-การศึกษา แต่ก็ยังมีความจำเป็นที่ทุกคนจะต้องยอมรับซึ่งกันและกัน ให้ความไว้วางใจ และเชื่อถือกัน ให้ความเคารพ-ศรัทธา-เชื่อถือ ในชื่อเสียงเกียรติยศของเพื่อน นักวิทยาศาสตร์ในเรื่องข้อมูลวิธีการศึกษาค้นคว้าผลงาน ฯลฯ การยอมรับมี 3 ระดับ

4.1.1 การยอมรับข้อมูลเท็จจริง (Facts) ข้อมูลเชิงประจักษ์ (Objective Data) หรือข้อมูลเชิงสัมผัส (Sense Data)

4.1.2 การยอมรับในทฤษฎี (Theoretical Propositions) แม้ว่าทฤษฎีที่สมบูรณ์ที่สุดยังไม่มี แต่การยอมรับในกรอบแนวความคิดที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ สนับสนุนก็ถือเป็นสิ่งเหมาะสม

4.1.3 การยอมรับในวิธีทางแก้ปัญหา (Intellectual Approach) และวิธีการกระทำต่อวัตถุ (Material Approach) ซึ่งรวมกันเรียกว่า พหุนิยม (Pluralism) นักวิทยาศาสตร์จะต้องยอมรับและส่งเสริมถ่ายทอดให้นักวิทยาศาสตร์รุ่นต่อมา

4.2 หลักประจักษ์ (Consensus Principle) ช่วยพิสูจน์-ยอมรับ และยกย่องความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบเป็นความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ โดยคณะผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาต่าง ๆ จะเป็นผู้ตรวจสอบและคงความเห็นแบบประจักษ์ว่าความรู้นั้นเชื่อถือได้หรือไม่ แต่ถ้ามีความลำเอียง-ไม่ยุติธรรม หลักการนี้จะเป็นเครื่องกีดขวางความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้

4.3 หลักเสรีภาพในการสืบเสาะ (Freedom Principle of Inquiry)

ต้องมีเสรีภาพในการคิด เสรีภาพในการศึกษาค้นคว้า ตามปรารถนา และความสนใจ

5. แนวคิดของอับรัสคาโต (Abruscato) แบ่งค่านิยมออกเป็น 6 ประการ

5.1 ความจริง (Truth) นักวิทยาศาสตร์ต้อง ยึด-เคาะพ บูชาในความเป็นจริงของสิ่งที่ศึกษาค้นคว้า ทั้งในเรื่องความเป็นจริงในกระบวนการศึกษาค้นคว้าทั้งในเรื่องความเป็นจริงในการรายงานผลการศึกษา

5.2 เสรีภาพ (Freedom) นักวิทยาศาสตร์ต้องมีเสรีภาพในการศึกษาหาความรู้ตามความสนใจและต้องการ มีเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น การทำงานโดยปราศจากการครอบงำจากอิทธิพลใด ๆ

5.3 ความช่างสงสัย (Skepticism) และการไม่ยอมรับ (Dissent) การไม่ยอมรับและช่างสงสัยเกิดขึ้นเมื่อมีเสรีภาพ ทำให้เกิดการค้นพบ ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ได้ตลอดเวลาและเป็นเครื่องมือที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการทางด้านสติปัญญาของมนุษย์

5.4 นวภาพ (Originality) การมีเสรีภาพในการแสวงหาความรู้ที่มีความช่างสงสัย และไม่ยอมรับแนวความคิด-แนวปฏิบัติของคนอื่น จะเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการค้นพบแนวทางใหม่ และความรู้ใหม่ที่สร้างสรรค์ได้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เองก็เป็นกระบวนการที่แก้ไข ปรับปรุง และพัฒนาตนเองอย่างสร้างสรรค์ อย่างไม่มีที่สิ้นสุด

5.5 ความเป็นระเบียบ (Order) นักวิทยาศาสตร์จะต้องค้นหาความเป็นระเบียบของปรากฏการณ์ในธรรมชาติ โดยนำความจริงมาสร้างเป็นมโนคติเป็นหลักการ-กฎ ตลอดจนสร้างทฤษฎีอธิบายความสัมพันธ์ที่มีอยู่ในกฎและหลักการ

5.6 การถ่ายทอดผลงาน (Communication) นักวิทยาศาสตร์จะต้องถ่ายทอดเผยแพร่ผลการศึกษาของตนให้ผู้อื่นทราบ โดยจะต้องคำนึงถึงความถูกต้องชัดเจน และสมบูรณ์ ตลอดจนปฏิบัติตามหลักการเขียนผลงานที่ชุมชนวิทยาศาสตร์กำหนดด้วย เพื่อจะให้ชุมชนวิทยาศาสตร์ได้ตรวจผลงานดังกล่าว

จากแนวคิดของนักการศึกษา สรุปได้ว่า ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์เป็นระบบความเชื่อที่นำมาเป็นที่ยอมรับและเชื่อถือได้ ค่านิยมเหล่านี้เป็นค่านิยมภายใน ซึ่งมีคุณค่าอยู่ภายในตัวเอง แม้ว่า

นักปรัชญาวิทยาศาสตร์จะเสนอคุณลักษณะที่แตกต่างกันมากมาย สิ่งที่มีลักษณะเหมือน ๆ กันและสำคัญมากก็คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความเป็นจริง เสรีภาพ นวภาพ (ความรู้ใหม่) ความอดทน ความเป็นระเบียบ และประชาธิปไตย (สนธยา รามัญอุดม. 2537 : 41) ทั้งนี้สอดคล้องกับความคิดของอานาจ เจริญศิลป์ (2526 : 40) ที่กล่าวถึงค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. มีความละเอียดถี่ถ้วน และมีความมานะบากบั่นในการสังเกตหรือการทดลอง
2. ไม่ตัดสินใจง่าย ๆ โดยปราศจากข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ
3. มีใจกว้างที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นธรรม โดยไม่ยึดมั่นใน

ความคิดของตนฝ่ายเดียว

4. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี
5. มีความอยากรู้อยากเห็น และกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้ให้กว้างขวางมากขึ้น

6. มีความซื่อสัตย์สุจริตทั้งในการคิด และการกระทำ
7. ยอมรับการเปลี่ยนแปลง และความก้าวหน้าใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าทางวิทยาศาสตร์
8. มีความรักและชื่นชมธรรมชาติ
9. มีเหตุผล
10. ยอมรับในข้อจำกัดของการแสวงหาความรู้

6. โรเดอร์ช (สมบัติ มหารศ. 2520 : 141 - 143 ; อ้างอิงจาก Roderst. n.d.) ได้กล่าวถึง ค่านิยมวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ที่พอจะยึดในฐานะที่มนุษย์ต้องอยู่ร่วมกันในสังคม โดยอาศัยวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องสร้างสรรค์ความเจริญต่าง ๆ คือ

6.1 ความเป็นสากล (Universality)

6.1.1 การไม่ถืออำนาจ (Authorities) วิทยาศาสตร์ไม่ควรจะเก็บไว้เป็นความลับ เพื่อครองความเป็นใหญ่ในโลก ใครค้นพบอะไร ก็ต้องนำมาเผยแพร่ต่อชาวโลก อันจะก่อประโยชน์อย่างกว้างขวาง

6.1.2 การไม่ถือเชื้อชาติ นักวิทยาศาสตร์ นักคิด นักประดิษฐ์ ไม่ว่าชนชาติใด ย่อมมีสิทธิที่จะคิดค้นหาสิ่งใหม่ ๆ ได้ตามใจชอบ ทั้งนี้เพื่อนำมาประกอบการงาน การคิด เมื่อใครคิดอะไรได้ก็ต้องเสนอผลงานต่อมวลมนุษยชาติให้ได้รับประโยชน์ ไม่ขี้เกียจไว้เพื่อประโยชน์เฉพาะคนในชาติของตนเท่านั้น

6.1.3 การปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หลักวิทยาศาสตร์อาจจะใช้ได้ผลเหมือนกันทั่วโลก แต่อาจจะเรียกต่างกัน (เครื่องมือ เครื่องใช้ทางวิทยาศาสตร์, โรคต่าง ๆ)

6.2 ความมีเหตุผล (Rationality) นักวิจัย นักค้นคว้า นักวิทยาศาสตร์มีเหตุผลประกอบการทำงาน ไม่เชื่ออะไรงมงายในเรื่องโบราณ

6.3 ความไม่หวงวิชา (Communolity) นักวิทยาศาสตร์จะต้องแสดงผลงานของตนออกสู่ชาวโลก ทั้งนี้เพื่อชื่อเสียง ต่อวงศ์ตระกูลและประเทศชาติ และชาติกำเนิดของตน

6.4 การไม่เห็นประโยชน์ส่วนตัว (Disinterestedness) นักวิทยาศาสตร์ หรือผู้สนใจทางวิทยาศาสตร์ จะไม่คิดค่าลิขสิทธิ์ หรือสงวนสิทธิ์ใด ๆ เพื่อมวลมนุษยชาติจะได้รับผลประโยชน์จากสิ่งที่ตนค้นพบและจะต้องให้กำลังใจแก่ชนรุ่นหลัง ได้รับสานประโยชน์และคิดค้นเพิ่มเติม เพื่อผลงานที่สมบูรณ์ต่อไปยิ่งขึ้น

6.5 ประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ (Utilitarianism) ในกลุ่มประเทศที่พัฒนา น้อย (Less Developed Country) ไม่ว่ายุโรปตะวันตกหรืออเมริกาเหนือจะใช้เครื่องมือ วิทยาศาสตร์ช่วยมนุษย์ทำงานมากมาย ส่วนทางลาตินอเมริกา แอฟริกา เอเชีย ยังขาดแคลน เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์อีกมาก ฉะนั้นจึงควรที่ครูจะต้องปลูกฝัง ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น คิดค้นหาวิธีการใหม่ ๆ และแปลก ๆ เพื่อพัฒนาที่อยู่อาศัย ตลอดจนคุณภาพชีวิตให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

6.6 ความเป็นนักคิด (Skepticism) เพื่อความเจริญของตนเองและชาติบ้านเมือง นักวิทยาศาสตร์ต้องพัฒนางานสิ่งที่ตนมีอยู่ให้ดีขึ้น คิดปรับปรุงแก้ไขสิ่งที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น และวิจัย ค้นคว้าเพิ่มผลงานดีเด่น และไม่ล่าหลังชาติอื่น ๆ หรือบางทีเรียกว่านักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะต้องไม่พอใจเฉพาะในสิ่งที่ตนค้นพบแล้วว่าดี มิฉะนั้นจะเกิดความล่าหลังชาติอื่น

นอกจากนี้ค่านิยมที่นักวิทยาศาสตร์ควรยึดถือปฏิบัติ อันจะเป็นค่านิยมที่ควรปลูกฝังให้แก่
นักเรียนในระหว่างการเรียนรู้การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษา 6 ประการ
(เปรมวดี รักขวลี. 2539 : 42) ได้แก่

1. ค่านิยมความปรารถนาที่จะรู้และเข้าใจ หมายถึง ค่านิยมที่แสดงถึงการตระหนักใน
คุณค่าและประโยชน์ของความอยากรู้อยากเห็น ความช่างสงสัย และความต้องการพิสูจน์ในสิ่งต่าง ๆ
เป็นสิ่งที่ควรประพฤติปฏิบัติเพื่อให้ได้มา ซึ่งความรู้และความจริงในสรรพสิ่งต่าง ๆ ซึ่งมีลักษณะ
พฤติกรรมดังนี้

1.1 ชื่นชอบสิ่งแปลก ๆ งาม ๆ ที่ยังไม่คุ้นเคยหรือสิ่งที่ลึกลับ โดยการเข้าไป
สำรวจหรือไปจับต้อง

1.2 แสดงความต้องการหรือความปรารถนาที่จะมีความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับตนเอง
และสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

1.3 ต้องการหาประสบการณ์ใหม่ ๆ

1.4 มีความพยายามที่จะเข้าใจ เพียรหาคำตอบ พยายามสำรวจเพื่อให้ได้ความรู้
เกี่ยวกับสิ่งเร้นลับมากขึ้น

1.5 และมีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้ให้กว้างขวางต่อกิจกรรม และ
เรื่องราวต่าง ๆ

1.6 มีความเชื่อว่าการทดลองค้นคว้าจะทำให้ค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้

1.7 ปรารถนาที่จะทดลองค้นคว้าหาความจริง

1.8 ต้องการสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มเติม

1.9 มีความสงสัยในสิ่งต่าง ๆ ที่ได้จากประสาทสัมผัสทั้ง 5

1.10 ไม่ยอมรับหรือเชื่อถือแนวความคิด-ผลงานของผู้อื่นนั้นถูกต้อง เมื่อยังไม่มี
ข้อมูลสนับสนุน

1.11 ต้องการตรวจสอบความคิดและสิ่งที่พบเห็นต่าง ๆ หรือประสบการณ์ต่าง ๆ
ที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการเข้าสังเกต ทดลอง และการคิดคำนวณ

1.12 มีความต้องการค้นคว้าหาหลักฐานด้วยวิธีการต่าง ๆ จากหนังสือหรือบุคคลที่เชื่อถือได้

2. ค่านิยมความใจกว้าง หมายถึง ค่านิยมที่แสดงถึงความปรารถนาและการตระหนักในคุณค่าของการมีจิตใจกว้างขวาง เป็นสิ่งที่ควรประพฤติปฏิบัติต่อกันในการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะพฤติกรรมดังนี้ คือ

2.1 ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นธรรมโดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว

2.2 รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือความคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น

2.3 รับฟังความคิดเห็นที่ตนเองยังไม่เข้าใจ และพร้อมที่จะทำความเข้าใจ

2.4 พร้อมที่จะทำความเข้าใจกับสิ่งที่ไม่ลงรอยกับความคิดเดิมหรือสิ่งที่ไม่แน่นอนหรือสิ่งที่ยังคลุมเครือ

2.5 เต็มใจที่จะเปลี่ยนแนวความคิดหรือแนวปฏิบัติ เมื่อได้ข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ที่เชื่อถือดีกว่า และถูกต้องมากกว่า

2.6 ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าทางวิชาการ

2.7 ยอมรับความจริงที่ว่าความคิดเห็นกับความจริงอาจแตกต่างกันได้

2.8 เต็มใจที่จะแก้ไขกฎ หลักเกณฑ์ที่ขาดหลักฐานจากการทดลองสนับสนุน

2.9 ยินดีให้บุคคลอื่นตรวจสอบผลงานและความคิดของตนเองได้ตลอดเวลา

2.10 เต็มใจถ่ายทอดผลงาน และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของตนเองออกสู่ชาวโลกโดยไม่สงวนลิขสิทธิ์ใด ๆ เพื่อผลประโยชน์แก่มนุษยชาติ

3. ค่านิยมความรับผิดชอบและความอดทน หมายถึง ค่านิยมที่แสดงถึงการตระหนักในคุณค่าของความรับผิดชอบ ความเพียรพยายาม และอดทนหรืออดกลั้นต่อสิ่งต่าง ๆ ในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ควรยึดถือปฏิบัติ ซึ่งมีลักษณะพฤติกรรม ดังนี้

3.1 ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยความผูกพันไม่ทอดทิ้ง และด้วยความเต็มใจหรือไม่หลีกเลี่ยงงานที่ได้รับมอบหมาย และต้องการใช้ความรู้ความสามารถในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่

3.2 ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนด และตรงต่อเวลา

3.3 รับผิดชอบต่อการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย หรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ และไม่ปิดความรับผิดชอบการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ให้ผู้อื่นหรือให้พ้นตัว

3.4 คำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจากผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองรับผิดชอบ และป้องกันไม่ให้เกิดผลเสียต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อมจากการปฏิบัติงานของตนเองจากการทดลองวิทยาศาสตร์ หรือองค์การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นภัยต่อสังคม

3.5 รักษาอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ส่วนรวมเหมือนกับของตนเอง

3.6 ยินดีให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ของชุมชนวิทยาศาสตร์และปฏิบัติตามระเบียบ กฎเกณฑ์ของชุมชนวิทยาศาสตร์

3.7 บรรารณานที่จะรักษาคำมั่นสัญญาต่าง ๆ ที่จะปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ไว้

3.8 ต้องการพึ่งตนเองในการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์

3.9 บรรารณานที่จะมานะบากบั่นไม่ท้อถอยถึงแม้จะมีอุปสรรคหรือประสบความล้มเหลวในการปฏิบัติงาน และมุ่งมั่นที่จะประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายด้วยความไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

3.10 ต้องการดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้คำตอบ และสามารถรอผลจากการปฏิบัติงาน การทดลอง การสังเกต ได้ด้วยความเต็มใจ

3.11 ยินดีแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยาก และใช้เวลา

3.12 ยินดีอดทนและอดกลั้นต่อคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่นหรือทนต่อคำพูดถากถางที่พาดพิงถึงผลงานที่ไม่สมบูรณ์ของตนเอง

3.13 พึงพอใจต่อความขัดแย้งทางความคิดที่แตกต่างไปจากตนเอง

3.14 พึงพอใจกับการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ ทุกรูปแบบ

4. ค่านิยมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ค่านิยมที่แสดงถึงความพึงพอใจมีความต้องการและเห็นคุณค่าหรือมีความนิยม ชื่นชอบ ในความคิดริเริ่ม แปลก ๆ ใหม่ ๆ หลาย ๆ แง่หลาย ๆ มุม ซึ่งแตกต่างจากความคิดธรรมดา ซึ่งมีลักษณะพฤติกรรมดังนี้ คือ

- 4.1 ต้องการที่จะใช้ความคิดใหม่ ๆ หรือทฤษฎีใหม่ในการแก้ปัญหา
- 4.2 เห็นคุณค่าของการจินตนาการ และคิดประดิษฐ์สิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ
- 4.3 ไม่นิยมลอกเลียนแบบการคิด และการกระทำของผู้อื่น
- 4.4 ไม่ปรารถนาที่จะยึดติดอยู่กับความรู้ของคนอื่น ๆ ตลอดเวลา หรือคล้อยตาม

ความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างง่ายดาย

- 4.5 ปรารถนาที่จะค้นคว้าสิ่งใหม่ ๆ ที่สร้างสรรค์
- 4.6 ต้องการคิดหลาย ๆ แง่ หลาย ๆ มุม ที่อาจเป็นไปได้
- 4.7 ต้องการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น
- 4.8 ต้องการที่จะทดลองทำสิ่งใหม่ ๆ โดยไม่กลัวความล้มเหลว
- 4.9 มีความต้องการทำในสิ่งที่ซับซ้อน และแปลกใหม่
- 4.10 ชื่นชมการคิดคิดแปลงและประยุกต์ทำให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น โดยเป็นลักษณะที่

เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก

5. ค่านิยมความซื่อสัตย์ หมายถึง ค่านิยมที่แสดงถึงการนิยมชมชอบความซื่อสัตย์ไว้เป็นหลักประจำใจในการประพฤติปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะพฤติกรรม ดังนี้

- 5.1 ชื่นชม ยกย่องบุคคลที่เสนอความจริง ถึงแม้จะเป็นผลงานที่แตกต่างจาก

ผู้อื่น

- 5.2 เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง
- 5.3 บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริง และไม่นำความคิดเห็นของตนเองไป

เกี่ยวข้องกับ

- 5.4 ปรารถนาที่จะปฏิบัติอย่างตรงไปตรงมาตามที่พูดหรือคิดไว้
- 5.5 ไม่มีความปรารถนาที่จะทุจริต หลอกลวง

5.6 ไม่ต้องการแอบอ้างผลงานวิทยาศาสตร์ของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง

5.7 ต้องการรายงานผลตามความเป็นจริงตามที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าไว้

6. ค่านิยมความมีเหตุผล หมายถึง ค่านิยมที่แสดงถึงการตระหนักในคุณค่าและปรารถนาที่จะประพฤติปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล ซึ่งมีลักษณะพฤติกรรม ดังนี้

6.1 เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่าง ๆ

6.2 ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ

6.3 ต้องการหาคำอธิบายที่มีเหตุผล

6.4 ปรารถนาที่จะใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล

6.5 ไม่เชื่อโชคลาง หรือคำทำนายที่ไม่มีเหตุผล หรือที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

6.6 ยึดมั่นในหลักแห่งความจริง และผลต่าง ๆ จะเกิดขึ้นได้เพราะเหตุ

6.7 ไม่ปรารถนาที่จะพูดหรือทำสิ่งต่าง ๆ โดยไม่มีข้อมูลอ้างอิง

6.8 มีความต้องการเคารพในเหตุผลซึ่งกันและกัน

6.9 ปรารถนาที่จะหาความสัมพันธ์ของเหตุ และผลที่เกิดขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะสำรวจค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนจากนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฯ ในรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือและรูปแบบการเรียนรู้แบบรายบุคคล โดยพิจารณาคุณลักษณะที่ปรากฏ 4 ด้าน คือ ค่านิยมความอยากรู้อยากเห็น ค่านิยมความใจกว้างยอมรับความคิดเห็นผู้อื่น ค่านิยมความรับผิดชอบ และความเพียรพยายาม และค่านิยมความมีเหตุผล โดยใช้ลักษณะป่งชี้/พฤติกรรมจากการวัดประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัยของ สสวท. รายละเอียดปรากฏ ดังนี้

1. ค่านิยมความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ค่านิยมที่แสดงถึงการตระหนักในคุณค่าและประโยชน์ของความอยากรู้อยากเห็น ความช่างสงสัย และความต้องการพิสูจน์ในสิ่งต่าง ๆ ลักษณะป่งชี้/พฤติกรรม ใช้รูปแบบ การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย ของ สสวท. หน้า 28 : 2538 ดังนี้

1.1 มีความสนใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ และ ปัญหาใหม่ ๆ เสมอ

1.2 มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรม และ เรื่องราวต่าง ๆ

1.3 ชอบสนทนา ชักถาม ฟัง อ่าน เพื่อหาความรู้สูงขึ้น

2. ค่านิยมความใจกว้างยอมรับความคิดเห็นผู้อื่น หมายถึง ค่านิยมที่แสดงถึง ความปรารถนาและการตระหนักในคุณค่าของการมีจิตใจกว้างขวาง เป็นสิ่งที่ควรประพฤติปฏิบัติต่อกันในการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรม ใช้รูปแบบ การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย ของ สสวท. หน้า 29 : 2538 ดังนี้

2.1 รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น

2.2 ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับการเปลี่ยนแปลง

2.3 รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองไม่เข้าใจ และพร้อมที่จะทำความเข้าใจ

2.4 ยอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

3. ค่านิยมความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม หมายถึง ค่านิยมที่แสดงถึงการตระหนักในคุณค่าของความรับผิดชอบ ความเพียรพยายามในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรม ใช้รูปแบบ การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย ของ สสวท. 28 : 2538 ดังนี้

3.1 ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย ไม่ปิดความรับผิดชอบให้บุคคลอื่น

3.2 เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบ และความเพียรพยายามว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ

3.3 ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงเวลา เต็มความสามารถ

3.4 มีความอดทนไม่ทอดถอนการทำงานเมื่อมีอุปสรรค แม้ว่าปัญหาจะยุ่งยาก และต้องใช้เวลา

3.5 ให้ความสำคัญร่วมมือในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์กับบุคคลอื่น และปฏิบัติตามระเบียบกฎเกณฑ์

4. คำนิยมความมีเหตุผล หมายถึง คำนิยมที่แสดงถึงการตระหนักในคุณค่าของความมีเหตุผลในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะปั้ง/พฤติกรรม ใช้รูปแบบ การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย ของ สสวท. 28 : 2538 ดังนี้

4.1 เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่าง ๆ และอธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

4.2 ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนเพียงพอ

4.3 พยายามอธิบายสิ่งต่าง ๆ ด้วยเหตุผลไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

4.4 รวบรวมข้อมูลเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่าง ๆ

5. เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (Computer-Assisted Instruction หรือ CAI) ไว้คล้ายคลึงกัน เช่น ผดุง อารยวิญญู (2527 : 49) ทักษิณา สนวนานนท์ (2530 : 206) ยืน ภู่วรรณ (2531 : 121) ชนิษฐา ชานนท์ (2532 : 6) บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2535 : 49) สุมาลี สังข์ศรี (2536 : 50) จีรพัทธ์ ชัยพร (2539 : 38) วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม (2539 : 22)

สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยแทนที่ผู้สอนจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตนเอง ผู้สอนก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรม ทั้งนี้มีรูปแบบ การให้การทบทวน การทำแบบฝึกหัด การฝึกฝน โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และจะมีการโต้ตอบกันตลอดเวลาระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ผู้เรียนจะเรียนจากคอมพิวเตอร์ในรูปแบบหนังสือ และกราฟิก มีการตั้งคำถาม รับคำตอบ ตรวจคำตอบ รวมถึงการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียน

นอกจากนี้ สุนันท์ สังข์อ่อง (2536 : 220) ให้ความสำคัญเพิ่มเติมของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ไว้ดังนี้ หมายถึง

1. การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนเนื้อหาวิชา โดยผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองในลักษณะเดียวกันกับบทเรียนสำเร็จรูป และสามารถศึกษาบทเรียนและบทวนเรื่องที่กำลังเรียนได้ตลอดเวลา
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ และนำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน
3. การนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชาแบบฝึกหัดและแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และเสนอเนื้อหาวิชาในรูปแบบของตัวหนังสือและภาพกราฟิก ถามคำถามและรับคำตอบจากผู้เรียนตรวจคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

ประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ได้มีการกล่าวถึงความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดย ชูศักดิ์ เพรสคอร์ด (2536 : 3) เริ่มจากการที่ มอคลี (Mauchly) และเอกซ์เกิร์ต (Exkert) เป็นผู้ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้ที่ได้ประดิษฐ์คิดค้นเครื่องคอมพิวเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นต้นแบบของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่เห็นกันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน คอมพิวเตอร์รุ่นแรกที่เกิดขึ้นนี้มีชื่อเรียกว่า "เอนนิแอค" (ENIAC) และจากความเด่นชัดของศักยภาพของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จึงถูกนำมาใช้เพื่อประโยชน์ 2 ทาง คือ ด้านการบริหารงานทั่วไป กับด้านการเรียนการสอน ซึ่งในระยะเริ่มแรกนั้น ได้ประสบกับปัญหาและความยุ่งยากเป็นอย่างมาก กล่าวคือ การมีความยุ่งยาก ตัวเครื่องมีขนาดใหญ่มากกินเนื้อที่ในการติดตั้งมาก เวลาใช้มีปัญหาด้านความร้อนเนื่องจากต้องใช้หลอดสุญญากาศจำนวนมาก อุปกรณ์แต่ละชุดมีราคาแพง ดังนั้น การใช้ประโยชน์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ในระยะเริ่มแรกจึงถูกจำกัดการใช้งานเพื่อการค้นคว้าวิจัยเป็นส่วนใหญ่ เวลาต่อมาเมื่อได้มีการพัฒนาขึ้นส่วนสำคัญให้มีความคล่องตัวในการทำงานประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยการนำทรานซิสเตอร์วงจรรวมหรือ "ไอซี" (IC) และวงจรรวมขนาดใหญ่หรือ "แอลเอสไอ" (LSI) มาใช้ตามลำดับก็ได้ส่งผลให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลง

พิจารณาตามแนวคิดของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในสายของสถิติศึกษาหรือเทคโนโลยีทางการศึกษาในปัจจุบัน คือเครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) ที่มีโปรแกรมนำเสนอด้านเนื้อหา แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ที่จะใช้กับเครื่องช่วยสอน ในขณะที่ความคิดเรื่องการให้การศึกษาดำเนินการตามเอกภัตภาพ ของนักการศึกษาที่จะหาวิธีที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ตามความสามารถของตน จึงเกิดการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมขึ้นมาโดยแทนที่จะใช้เครื่องช่วยสอนเป็นตัวเสนอเนื้อหา ก็ใช้หนังสือ (Programmed Text) เป็นตัวเสนอเนื้อหา โดยออกแบบวิธีการเสนอเนื้อหาให้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ใช้เทคนิคของการเสริมแรง และหลักการทางจิตวิทยาการเรียนรู้หลาย ๆ อย่างมาประกอบกัน อย่างไรก็ตาม จุดอ่อนของบทเรียนโปรแกรมก็คือความน่าเบื่อหน่าย ซึ่งเกิดจากความจำกัดของกิจกรรมความจำกัดของสื่อที่นำมาใช้ ความจำเจอันเกิดจากการอ่านเพียงอย่างเดียว การต้องเปิดหน้าหนังสือ กลับไปกลับมา ความจำเจที่ต้องใช้ประสาทตาเพียงอย่างเดียว และข้อบลิ่กย่อยอื่น ๆ ทำให้ให้นักการศึกษาหันไปมองหาวิธีการจัดปัญหาด้านความจำเจดังกล่าว โดยการใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเนื้อหาแทนหนังสือ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวเสนอเนื้อหา ทำให้ได้เปรียบบทเรียนโปรแกรมหลาย ๆ ประการ คือ 1) สามารถนำเสนอเนื้อหาได้รวดเร็ว แทนที่ผู้เรียนจะต้องเปิดหนังสือบทเรียนโปรแกรมทีละหน้า หรือทีละหลาย ๆ หน้า ถ้าเป็นคอมพิวเตอร์ก็เพียงแต่กดแป้นพิมพ์ครั้งเดียวเท่านั้น 2) คอมพิวเตอร์สามารถเสนอรูปภาพที่เคลื่อนไหวได้อันมีประโยชน์มากในการเรียนเนื้อหาที่สลับซับซ้อนต่าง ๆ 3) มีเสียงประกอบได้ทำให้เกิดความน่าสนใจ และเพิ่มศักยภาพด้านการเรียนภาษาได้อีกมาก 4) สามารถเก็บข้อมูลเนื้อหาได้มากกว่าหนังสือหลายเท่า 5) ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างแท้จริง กล่าวคือมีการโต้ตอบระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนได้ สิ่งนี้ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนสามารถควบคุมผู้เรียนหรือช่วยเหลือผู้เรียนได้มาก 6) คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนสามารถบันทึกผลการเรียน ประเมินผล การเรียน และประเมินผลผู้เรียนได้ ในขณะที่บทเรียนโปรแกรมทำไม่ได้ ผู้เรียนต้องเป็นผู้ประเมินตนเอง

แม้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนจะได้แนวคิดมาจากบทเรียนโปรแกรมก็ตาม แต่คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนสามารถทำในสิ่งที่บทเรียนโปรแกรมทำไม่ได้ในหลายประการ ดังที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นการออกแบบการเรียนการสอน (Instructional Design) ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึง

แตกต่างกับบทเรียนโปรแกรม โดยการออกแบบการเรียนการสอนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะพยายามใช้คุณสมบัติพิเศษของคอมพิวเตอร์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อลักษณะเนื้อหาต่าง ๆ

สำหรับในแวดวงการศึกษา มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในหลาย ๆ ส่วน ตั้งแต่การใช้งานด้านบริหาร การจัดเก็บข้อมูล ระเบียบประวัติต่าง ๆ ต่อมาเริ่มมีผู้สนใจที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้สำหรับการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนของตนสามารถปรับตัวได้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของโลกภายนอก ที่มีการใช้คอมพิวเตอร์กันอย่างกว้างขวาง และในขณะที่เรานำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อการศึกษาในลักษณะต่าง ๆ ได้มีกลุ่มนักวิชาการหลายท่านได้พยายามให้ความหมายของการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน ในบทบาทต่าง ๆ ไว้หลายคำ ดังนี้ (ศิริรัตน์ ไตรรอด. 2537 : 13)

CAI หรือ Computer-Assisted Instruction

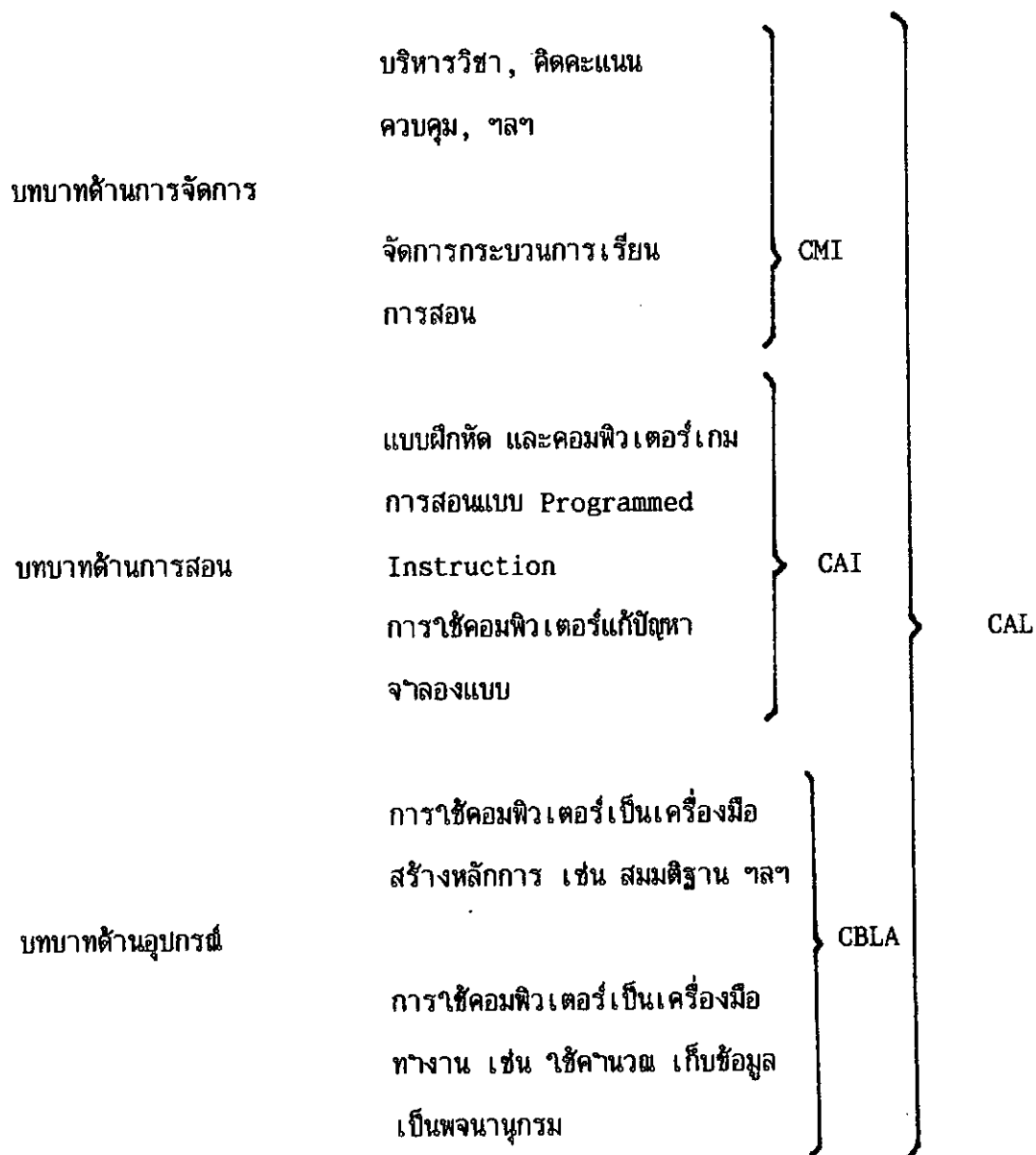
CMI หรือ Computer-Managed Instruction

CAL หรือ Computer-Assisted Learning

CBLA หรือ Computer-Based Learning Aids

โดยทั้งสี่คำนี้ไม่ได้มีความหมายเหมือนกันทั้งหมด แต่หมายถึงกระบวนการต่าง ๆ กันที่

เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ทางการเรียนการสอน ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ประเภทของการใช้คอมพิวเตอร์ทางการเรียนการสอน
(ครุฑ มัลย์วงศ์. 2532)

การใช้คอมพิวเตอร์จัดการเรียนการสอน (Computer Managed Instruction : CMI) สามารถแก้ปัญหาด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ โดยการจัดโปรแกรมการเรียนให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถและความถนัดของตน

ปัจจุบันนักการศึกษาให้ความสนใจในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้นวทางการศึกษาเป็นอย่างมากเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน (ประวิทย์ บึงสว่าง. 2537 : 10 - 13) สรุปบทบาทของคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาไว้ดังนี้

1. เป็นเครื่องมือในการทำงาน (Tool) ได้แก่ งานบริหาร เช่น การใช้คอมพิวเตอร์จัดทำระบบฐานข้อมูลของนักเรียน ทำตารางสอน ตารางสอบ การคำนวณคะแนน และจัดพิมพ์เอกสารต่าง ๆ เป็นต้น

2. เป็นผู้เรียนหรือผู้รับฟังคำสั่ง (Tutee) ผู้ใช้จะเป็นผู้ควบคุมหรือสั่งให้คอมพิวเตอร์ปฏิบัติตามคำสั่งที่ต้องการ รวมทั้งการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผู้ใช้งานจะต้องเขียนชุดคำสั่งด้วยภาษาที่คอมพิวเตอร์เข้าใจได้

3. เป็นผู้สอน (Tutor) เป็นการนำคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยครูในระบบการเรียนการสอน ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมและรู้จักกันในรูปแบบของ CAI (Computer Assisted Instruction)

และอื่น ๆ วรรณ (2536 : 4 - 6) กล่าวสรุปว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดการศึกษาแบ่งได้เป็น

1. Computer Assisted Instruction (CAI) เป็นการนำคอมพิวเตอร์ติดต่อโดยตรงกับนักเรียนในการแสดงเนื้อหาบทเรียนตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบด้วยชุดคำสั่งจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีขีดความสามารถสูงและมีความยืดหยุ่นคล่องตัวในการสั่งคำสั่ง การกระโดดข้าม ควบคุมการสิ้นสุดของบทเรียนได้ดี นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังสามารถควบคุมการทำงานของสื่อประเภทอื่น เช่น เสียงหรือภาพวิดีโอ เข้ามาประกอบได้อย่างกลมกลืน

CAI แบ่งได้เป็นหลายรูปแบบ เช่น แบบบทเรียนสอน (Tutorial) เป็นแบบที่พบมากที่สุด โดยการนำเสนอบทเรียนด้วยข้อมูลต่าง ๆ ตามด้วยบททดสอบความเข้าใจ หากไม่เข้าใจหรือตอบคำถามไม่ได้ก็จะกระโดดไปนำเสนอข้อมูลใหม่ หรือนำเสนอข้อมูลเดิมด้วยวิธีการใหม่แล้ว ย้อนคำถามเดิมซ้ำใหม่ แต่ถ้าตอบคำถามได้ก็จะกระโดดไปนำเสนอบทเรียนชุดอื่น ๆ และตอบคำถามในชุดนั้นตามลำดับในลักษณะเดิมไปจนจบชุดบทเรียน CAI อีกแบบคือการฝึกฝนจากแบบฝึกหัด (Drill and practice) เป็นลักษณะโจทย์แบบฝึกหัดเรียงข้อตามลำดับเพื่อให้อ่านทุกคำถามแล้วสรุปผลจำนวนที่ตอบถูกหรือผิดมาให้ CAI แบบอื่น ๆ ได้แก่ การสร้างเป็นเกมส์ (Instructional Games) การสร้างเป็นรูปแบบ (Modeling) และการจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นต้น

2. Computer Managed Instruction (CMI) เป็นส่วนที่ช่วยติดตามการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถใช้ติดตามผลเป็นรายบุคคลและในระดับชั้น CMI นับเป็นหัวใจสำคัญของระบบการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ แต่ไม่ค่อยได้รับความสนใจเท่าที่ควร รูปแบบ CMI ได้แก่ การตรวจสอบ (Testing) ใช้วัดระดับความรู้ของผู้เรียนเทียบกับวัตถุประสงค์ การสร้างข้อวินิจฉัย (Prescription Generation) จะสร้างข้อวินิจฉัยให้ผู้เรียนเป็นรายบุคคล บอกจุดแข็งและจุดอ่อนจากการเรียนแล้วเก็บความก้าวหน้าของผู้เรียน (Record Keeping) เพื่อใช้ติดตามผลการเรียนรู้

3. Computer Supported Learning Resources (CSLR) เป็นส่วนที่ใช้สนับสนุนการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ ปกติห้องสมุดจัดเป็นทรัพยากรให้การเรียนรู้ที่สำคัญมาก ระบบ CSLR จะทำหน้าที่เหมือนห้องสมุดเพียงแต่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยเท่านั้น

CSLR รูปแบบแรกคือ ฐานข้อมูล ถือเป็นแหล่งความรู้ใหญ่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยเรียกค้นตรวจสอบและจัดการข้อมูลจากฐานข้อมูล CSLR ที่มีบทบาทและทวีความสำคัญมากยิ่งขึ้นคือการสื่อสารทางไกล อาจมีทั้งเสียงและข้อมูลเป็นการแลกเปลี่ยนข่าวสารในระยะไกล ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และเครือข่ายสื่อสารทำให้เกิดการเรียนรู้ระยะไกลในรูปแบบประชุมสัมมนา เช่น การประชุมให้ภาพและเสียง (Video Teleconferencing) หรือการประชุมด้วยการส่งข้อความทางคอมพิวเตอร์ (Computer Conferencing) รูปแบบของ

CSLR อีกแบบคือ Hypermedia มีเค้าโครงมาจากศัพท์คำว่า Hypertext หมายถึง การสืบค้นเอกสารได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว โดยการนำสืบจากข้อความหนึ่งเชื่อมโยงสืบค้นไปยังเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในลักษณะที่อ้างอิงคำอธิบายประกอบและเชิงอรรถอื่น ๆ Hypermedia จะครอบคลุมสื่ออื่น ๆ นอกเหนือจากข้อความ เช่น ภาพวิดิทัศน์ รูปภาพพิกเคลื่อนไหว และเสียง

ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert Systems) สามารถผนวกเข้ากับบทเรียน CAI เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องราวได้ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น เพราะระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นแหล่งรวบรวมความรู้เฉพาะด้านที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนไว้อย่างกว้างขวาง

สรุปได้ว่า การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษานั้นวันจะทวีความสำคัญมากยิ่งขึ้น เพราะคอมพิวเตอร์สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้ดีขึ้น เข้าใจได้มากขึ้น ขณะเดียวกันจะประหยัดเวลาได้มาก ผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาสอนซ้ำเพราะนักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง

ความสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ความสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน นงนุช วรรณวาทะ (2531) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสำคัญต่ออนาคตการศึกษานในประเทศ ถือเป็นการเริ่มต้นนำเทคโนโลยีมาใช้ในการระดับโรงเรียน และหากสรุปประเด็นที่เกี่ยวข้องกับครู-อาจารย์ และผู้เรียนอาจสรุปได้จากแนวคิดของ ศิริรัตน์ ไตรรอด (2537 ; 17 - 19) ดังนี้

ด้านการสอนของครู

1. เป็นการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการเรียนการสอนในยุคปัจจุบัน
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้โอกาสในการสร้างสรรค์ และพัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับหลักสูตรและวัสดุเพื่อการศึกษา
3. สามารถพัฒนาและเตรียมเด็กให้พร้อมต่อความก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ
4. ช่วยเสริมการสอนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ประหยัดเวลา และฝึกความรับผิดชอบของผู้เรียน

5. เป็นการเปลี่ยนบรรยากาศการเรียนการสอน และได้ได้แสดงออกตามความสามารถ

6. สามารถแบ่งเบาภาระครูที่จะสอนซ่อมเสริม เพราะสามารถนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนซ้ำได้

7. เป็นเครื่องมือในการสาธิตเรื่องที่ยาก เช่น การสร้างเครื่องมือสำหรับจำลองการทำงานของสิ่งเล็ก ๆ ที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เช่น โมเลกุล หรืออะตอม นอกจากนี้ สามารถเป็นการสาธิตที่ลดการเสียหาย หรือสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นหากใช้ของจริงมาสาธิต

8. สามารถแก้ไขปรับปรุงบทเรียนได้โดยง่าย โปรแกรมบทเรียนนั้นถ้าสร้างโดยใช้ Authoring System จะปรับปรุงได้โดยง่าย แต่ถ้าเขียนเป็นโปรแกรมแล้ว อาจแก้ไขได้ค่อนข้างยาก แต่รวมแล้ว ครู อาจารย์ก็สามารถเพิ่มเติมเนื้อหาและรายละเอียดต่าง ๆ เข้าไปในบทเรียนได้บ่อยครั้งเท่าที่ต้องการ

9. สามารถควบคุมผลสัมฤทธิ์ได้ง่าย ถ้าโปรแกรมบทเรียนมีการบันทึกการตอบคำถาม และการทำงานของผู้เรียนเอาไว้ด้วยแล้ว ผู้สอนจะสามารถตรวจสอบคุณภาพของบทเรียน ตลอดจนผลสัมฤทธิ์ของการเรียนได้อย่างละเอียด

ด้านผู้เรียน

1. ช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง และสามารถเรียนรู้วิชาต่าง ๆ ได้เร็วขึ้นตามความสามารถของตนเอง

2. ให้ความรู้ที่เหมือนกันทุกครั้งแก่ผู้เรียน ทุกคนจะได้ความรู้อย่างเท่าเทียมกันทุกครั้ง (Consistently Clear Message) เพราะคอมพิวเตอร์ทำงานอย่างสม่ำเสมอ ไม่เห็นดื้อไม่เหนียวไม่เลือกที่รักมักที่ชัง

3. นักเรียนให้ความสนใจ สนุกตื่นเต้นกับการเรียนรู้ นักเรียนสามารถทำผิดซ้ำแล้วซ้ำอีกกี่ครั้งก็ได้ โดยไม่ต้องอายใครเพราะเรียนคนเดียว และทันทีที่สำเร็จก็รู้ทันทีว่าถูกหรือผิดเท่าไร

4. ช่วยสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียน แต่เป็นการเสริมแรงอย่างเหมาะสม

5. ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียนได้หลายแบบ ไม่ทำให้เกิดการเบื่อหน่าย
จำเจ
6. ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการที่จะเรียน โดยสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้อง
นัดแนะกับครูอาจารย์ และไม่จำเป็นต้องจำกัดในเรื่องเวลา
7. ทำให้ผู้เรียนสามารถสรุปหลักการ เนื้อหาสาระของบทเรียนแต่ละบทได้สะดวกและ
รวดเร็ว
8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียน เพราะเป็นสิ่งแปลกใหม่

ทฤษฎีทางการเรียนรู้ที่นำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ทฤษฎีการสอนตามโครงสร้างพุทธิปัญญาของบรูเนอร์

ผู้มีบทบาทสำคัญในกลุ่มทฤษฎีการสอนตามโครงสร้างทางพุทธิปัญญา (Cognitive Construct Instructional Theories) ได้แก่ ออซูเบล (Ausubel) บรูเนอร์ (Bruner) นิวเวล (Newell) เปียเจต์ (Piaget) ซีมอน (Simon) และคนอื่น ๆ อีกมากมาย ในจำนวนนี้บุคคลที่เป็นที่รู้จักมากที่สุดคือ บรูเนอร์ (Snelbecker. 1974 : 411) ซึ่งนอกจากเป็นผู้สนับสนุนการพัฒนาทฤษฎีการสอนโดยทั่วไปแล้วยังคิดค้นวิธีการและรูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการของพุทธิปัญญาด้วย

บรูเนอร์มองการเรียนรู้เป็นเสมือนการเติบโตของสติปัญญา โดยเฉพาะเป็นการเพิ่มความสามารถของนักเรียนในการบูรณาการและการนำข้อสนเทศใหม่ไปใช้ประโยชน์ ส่วนการสอนเป็นความพยายามอำนวยความสะดวกให้แก่การเติบโตทางสติปัญญา (Snelbecker. 1974 : 418 - 419) บรูเนอร์ได้เสนอหลักสี่ประการเกี่ยวกับการศึกษา ซึ่งมีส่วนในการสร้างทฤษฎีการสอนต่อมา และมีผลทำให้เกิดการปฏิรูปหลักสูตรอย่างกว้างขวาง อันเนื่องมาจากนวัตกรรมทางการสอนนั้น หลักสี่ประการดังกล่าว ได้แก่ (Bruner. 1978 : 11 - 15) การจัดระเบียบโครงสร้างของความรู้ในหลักสูตร เพื่อช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของความรู้ใหม่และกับข้อสนเทศเดิมที่นักเรียนประมวลไว้แล้ว ประการที่สอง คือความพร้อมทางสติปัญญา เด็กแต่ละคนมีลักษณะการสร้างความคิดรวบยอดตามวิถีทางของตนเอง หลักสูตรควรมีลักษณะเป็น Spiral

Curriculum หรือ Spiral Approach คือ เริ่มต้นจากสิ่งที่เป็นพื้นฐานและเป็นรูปธรรมแล้ว ขยายวงกว้างออกไปทั้งรายละเอียดและความเป็นนามธรรม ทั้งนี้ต้องมีวิธีการที่สนอง "วิถีทางส่วนบุคคล" (Personalized Way) ประการที่สาม คือ การนำคุณค่าของ "การหยั่งรู้" (Intuition) มาใช้ในกระบวนการศึกษา ซึ่งการหยั่งรู้ในที่นี้หมายถึง การใช้เทคนิคทางปัญญา (Intellectual Technology) เดาคำตอบก่อนทำการวิเคราะห์ อันเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ประสบความสำเร็จมาแล้ว และประการที่สี่ คือแรงจูงใจหรือความปรารถนาที่จะเรียนโดยเน้นเรื่องแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation)

บรูเนอร์ (Bruner. 1982 : 39 - 52) ใช้หลักสี่ประการของการพัฒนาหลักสูตรนี้ เชื่อมโยงเข้าสู่ทฤษฎีการสอน โดยกำหนดลักษณะสำคัญไว้สี่ประการเช่นกันคือ

1. การสร้างความสนใจ (Predispositions) ทฤษฎีการสอนต้องระบุด้านการณที่สร้างความสนใจต่อการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เรื่องนี้มีตัวแปรเกี่ยวข้องมากมาย แต่บรูเนอร์จำกัดขอบเขตลงเฉพาะการใช้พุทธิพิสัย (Cognitive Illustration) นั่นคือความสนใจต่อการสำรวจทางเลือก และเนื่องจากการเรียนรู้และการแก้ปัญหาเป็น เรื่องของการสำรวจทางเลือก ดังนั้น การสอนจึงต้องเอื้อต่อการสำรวจทางเลือกของผู้เรียน ซึ่งบรูเนอร์เสนอไว้ 3 ประการคือ การกระตุ้น (Activation) การคงไว้ (Maintenance) และทิศทาง (Direction) หมายความว่า การสอนต้องสามารถกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะสำรวจค้นหาทางเลือก สามารถรักษาความสนใจในการสำรวจทางเลือกของนักเรียนให้คงอยู่ตลอดและการสอนต้องสามารถทำให้นักเรียนรู้ว่าผลการทดสอบของงานนั้นถูกทิศทางหรือไม่

2. โครงสร้างและรูปแบบของความรู้ (Structure and the Form of Knowledge) บรูเนอร์แจ้งลักษณะโครงสร้างและรูปแบบของความรู้ออกเป็นสามประการ ซึ่งล้วนมีผลกระทบต่อผลการเรียน คือ ลักษณะวิธีของการแสดง (Mode of Representation) ความกระชับ (Economy) และอำนาจประสิทธิผล (Effective Power) ของโครงสร้าง ทั้งสามประการนี้มีความสัมพันธ์กับผู้เรียนแตกต่างกันตามระดับอายุ บุคลิก (Style) ของผู้เรียนและเนื้อหาวิชา

ความรู้หรือปัญหาใด ๆ สามารถแสดงได้ในสามลักษณะ คือ โดยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้เห็นผลบางอย่าง (Enactive Representation) โดยการแสดงด้วยภาพสรุปหรือแผนภูมิ (Summary Images or Graphic). ที่สื่อถึงความคิดรวบยอดโดยไม่มีการนิยามอย่างชัดเจน (Iconic Representation) และโดยการใช้สัญลักษณ์หรือข้อความเชิงตรรกจากระบบสัญลักษณ์ที่ชักจูงหรือสูตรในการสร้างและแปลงข้อความ (Symbolic Representation)

การลงมือปฏิบัติ การใช้ภาพ หรือสัญลักษณ์ มีความยากหรือมีความสะดวกต่อผู้เรียนแตกต่างกันตามระดับอายุ ภูมิหลัง บุคลิก หรือเนื้อหาวิชา เช่น เนื้อเรื่องของกฎ-สูตร ย่อมแสดงด้วยไดอะแกรมได้ยาก ขณะที่เรื่องทางภูมิศาสตร์แสดงด้วยภาพได้ดี และในหลายวิชา เช่น คณิตศาสตร์ มีทางเลือกได้หลายวิธี

สำหรับความกระชับ หมายถึง ปริมาณของข้อสนเทศที่ผู้เรียนต้องรับไว้และทำการประมวลผลเพื่อแก้ปัญหา นั้น เป็นบทบาทของครูที่ต้องหาวิธีการที่จะทำให้นักเรียนรับข้อสนเทศได้โดยง่ายตายที่สุด และรวดเร็วที่สุด

สำหรับอำนาจประสิทธิผลของโครงสร้าง การวัดโดยตรงทำได้ยาก ปกติพิจารณาจากการที่นักเรียนสามารถนำข้อเท็จจริงที่ได้เรียนรู้ไปขยายต่อเป็นเรื่องราวใหม่ได้ นำไปใช้แก้ปัญหาได้หรือเชื่อมโยงเนื้อหาที่ดูเหมือนไม่เกี่ยวข้องกันได้ ข้อนี้ยังเป็นเรื่องสำคัญสำหรับคณิตศาสตร์

3. การจัดลำดับและประโยชน์ (Sequence and its Uses) การจัดลำดับการเสนอประสบการณ์ได้อย่างเหมาะสมจะเพิ่มความสามารถในการมองเห็นภาพรวม การเปลี่ยนรูป และการถ่ายโยง บรูเนอร์อ้างถึงพัฒนาการทางสติปัญญาว่ามีลำดับขั้นของการเรียนรู้จากการปฏิบัติ การแทนด้วยภาพและการแทนด้วยสัญลักษณ์ของโลกรอบตัวเด็ก การจัดลำดับการสอนที่เหมาะสมจึงควรมีลักษณะเดียวกันนี้แม้ในเด็กวัยรุ่นหรือผู้ใหญ่เมื่อประสบปัญหาที่ไม่คุ้นเคยหรืออยู่ภาวะการณ์ที่สับสน ถ้าได้รับการนำเสนอตามลำดับดังนี้แล้ว ก็สามารถเข้าใจได้ดีขึ้น (Snelbecker. 1974 : 423) แต่นักเรียนที่มีพัฒนาการอย่างดีถึงระบบสัญลักษณ์แล้วอาจผ่านสองขั้นแรกไปได้ อย่างไรก็ตามก็ไม่มีรูปแบบการจัดลำดับใดที่จะเหมาะสมกับนักเรียนได้ทุกคน ความเหมาะสมขึ้นกับตัวแปรมากมาย เช่น การเรียนในอดีต ระดับพัฒนาการ ธรรมชาติของสื่อ (Material) ความแตกต่างระหว่าง

บุคคลในการจำ การถ่ายโยงความชอบหรือความสนใจ ฯลฯ และการเลือกได้ตามเกณฑ์หนึ่ง อาจเบี่ยงกับเกณฑ์อีกเกณฑ์หนึ่งก็ได้

4. รูปแบบและจังหวะการเสริมแรง (The Form and Pacing of Reinforcement) เป็นเรื่องเกี่ยวกับธรรมชาติของการให้รางวัลและการลงโทษที่เอื้อต่อการเรียน บรูเนอร์เน้นการเสริมแรงภายใน (Intrinsic reinforcement) และสนับสนุนรูปแบบการสอนที่ผู้เรียนสามารถประเมินความก้าวหน้าของตนเองได้ทันที ซึ่งเขาถือว่าเป็นการเสริมแรงในตัวเอง

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบตอบสนอง (S-R Theory)

สกินเนอร์ (Skinner) ให้แนวคิดเกี่ยวกับการเสริมแรงว่า การกระทำใด ๆ ถ้าได้รับการเสริมแรงจะมีแนวโน้มให้เกิดการกระทำนั้นอีก ส่วนการกระทำใดที่ไม่มีการเสริมแรงย่อมมีแนวโน้มให้ความถี่ของการกระทำนั้นค่อย ๆ หายไป และหายไปในที่สุด (จิรพัฒน์ ชัยพร. 2539 : 15)

ลาโรจน์ แห่งย้ง (2529 : 9 - 14) กล่าวถึงทฤษฎีทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการใช้สื่อการเรียนการสอน สรุปได้ดังนี้

1. ทฤษฎีสัมพันธ์ต่อเนื่องของ Thorndike หรือ S-R Theory เน้นที่ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้า (Stimulus) กับการตอบสนอง (Response) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตสื่อการสอนได้โดยยึดแนวคิดดังนี้

- 1.1 คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 1.2 นำสื่อการสอนหลาย ๆ รูปแบบมาใช้ โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง ครูทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำและให้ความช่วยเหลือ
- 1.3 สื่อต้องมีการให้ผลย้อนกลับ (Feedback) โดยทันที
- 1.4 สื่อที่ใช้ต้องมีความสัมพันธ์กับเนื้อหา

2. ทฤษฎีการวางเงื่อนไข (Conditioning) ของ Skinner กล่าวว่า การกระทำใด ๆ ถ้าได้รับการเสริมแรง อัตราความเข้มของการตอบสนองมีโอกาສสูงขึ้น การจัดการเรียนการสอนควรแบ่งกระบวนการเรียนออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ และมีการเสริมแรงให้สอดคล้องกับความสำเร็จของผู้เรียนในแต่ละขั้นตอน ควรเสริมแรงเมื่อผู้เรียนประสบความสำเร็จและเสริมแรงให้น้อยที่สุดเมื่อผู้เรียนทำผิดในแต่ละขั้นตอน

2.1 เงื่อนไขของการตอบสนอง (Operant Conditioning) กล่าวว่า พฤติกรรมส่วนมากจะประกอบด้วย การตอบสนองที่แสดงออกมา การตอบสนองเหล่านี้ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่แสดงออกมาเรื่อย ๆ จนเมื่อมนุษย์ยังมีชีวิตอยู่ และพฤติกรรมนี้จะเกิดขึ้นบ่อยเพียงใดขึ้นอยู่กับอัตราของการตอบสนองหรืออัตราการแสดงออกของพฤติกรรมการเรียนรู้จำเป็นต่อการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการตอบสนองนั้น และการเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นได้เพราะการเสริมแรง

2.2 การเสริมแรง (Reinforcement) เมื่อผู้เรียนมีการตอบสนอง ผู้สอนสามารถจะให้สิ่งเร้าใหม่เพื่อให้เกิดการตอบสนองมากขึ้น หรือลดลงได้โดยการใช้สิ่งที่เรียกว่า "ตัวเสริมแรง" (Reinforcer)

2.3 การเสริมแรงอย่างทันทีทันใด (Immediate Reinforcement) การเสริมแรง ควรจะกระทำทันทีหลังจากที่มีการตอบสนองหรือเมื่อได้รับคำตอบ จากการทดลอง พบว่า ควรเสริมแรงภายใน 5 วินาที หลังจากที่มีการตอบสนอง หากนานกว่านั้นการเสริมแรงอาจจะไม่ได้ผล

2.4 สิ่งเร้าที่มีเงื่อนไขเฉพาะ (Discriminated Stimuli) ในกรณีที่ต้องการให้ผู้เรียนตอบสนองเฉพาะสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ผู้สอนสามารถทำได้โดยให้สิ่งเร้าเฉพาะ การตอบสนองที่เราต้องการ

2.5 การยุติการตอบสนอง (Extinction) มีใจความว่า ถ้าการตอบสนองนั้น มีการเสริมแรงแล้วและมีอัตราการตอบสนองสูง เราสามารถลดอัตราการตอบสนองลงมาได้โดยงดการเสริมแรงต่อการตอบสนองนั้น

2.6 การจัดรูปแบบพฤติกรรม (Shaping) พฤติกรรมการเรียนรู้ มักจะประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ ดังนั้น จึงควรให้การเสริมแรงตามลำดับขั้น โดยเริ่มจากการเรียนรู้ในขั้นแรกจนกระทั่งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในขั้นสุดท้ายตามลำดับ

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Skinner สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตสื่อการสอนโดยควรคำนึงถึงการมีส่วนร่วมของผู้เรียน การให้ผลย้อนกลับอย่างทันทีทันใด การได้รับความสำเร็จ และการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนด้วยตัวของผู้เรียนเอง

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล

ออสซูเบล (Ausubel) เสนอทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (A Theory of Meaningful Verbal Learning) คือ การเรียนรู้สิ่งใหม่จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อผู้เรียนเคยมีพื้นฐานซึ่งเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ ทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่มีความหมาย แต่ถ้าผู้เรียนจะต้องเรียนสิ่งใหม่โดยที่ไม่มีพื้นฐานมาก่อนเลย ผู้เรียนพยายามรับรู้สิ่งที่เรียน และพยายามจะจำให้ได้ เรียกการเรียนรู้ชนิดนี้ว่า การเรียนแบบท่องจำ ออสซูเบล กำหนดการเรียนรู้เป็น 2 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 วิธีการเรียนรู้ มี 2 แบบ คือ การเรียนรู้แบบรับรู้ไว้ (Reception Learning) ผู้สอนบอกให้หมด ผู้เรียนไม่ต้องค้นคว้าและการเรียนรู้แบบค้นพบด้วยตนเอง (Discovery Learning) ผู้เรียนต้องค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้

มิติที่ 2 กระบวนการเรียนรู้ภายในของผู้เรียน มี 2 แบบ คือ การเรียนรู้แบบท่องจำ (Rote Learning) คือ เรียนรู้แล้วท่องจำไว้เป็นประสบการณ์ของตนเอง และการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) คือ เมื่อเรียนรู้แล้ว สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ให้สัมพันธ์กับความรู้เดิม

กระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมายนั้น ผู้เรียนจะต้องหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนกับโครงสร้างของความรู้ความคิด (Cognitive Structure) อย่างมีหลักการเหตุผลก่อนที่จะเรียนรู้ที่มีความหมาย จะต้องจัดเตรียมสิ่งสำคัญ 2 ประการคือ

1. เตรียมความพร้อมของผู้เรียน

2. เตรียมเนื้อหาวัตถุประสงค์ต้องมีความหมายเป็นเนื้อหาที่มีสาระสัมพันธ์กับโครงสร้างความรู้ความคิดเป็นจริงน่าเชื่อถือ ออซูเบลเสนอว่า ส่วนประกอบสำคัญที่มีอิทธิพล ต่อการเรียนรู้ อย่างมีความหมายคือ โครงสร้างความรู้ความคิดของผู้เรียน จะต้องมีส่วนช่วยเสริมความเข้าใจล่วงหน้า (Advance Organizer) เตรียมโครงสร้างความรู้ความคิดของผู้เรียนให้สามารถ รวบรวมความรู้เนื้อหาใหม่ให้คงอยู่นาน เป็นการจัดสิ่งช่วยเสริมความเข้าใจล่วงหน้าก่อนที่จะ เรียนเนื้อหาใหม่ที่เป็นนามธรรมระดับสูง

ออซูเบลเสนอการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมายนั้น ขึ้นอยู่กับการจัด ความคิดรวบยอด หรือจัดกลุ่มแนวคิดให้ผู้เรียนก่อนที่จะเรียน ซึ่งมี 2 ลักษณะดังนี้คือ

1. ก่อนสอนสิ่งใดใหม่ สรรวจความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำ ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนใหม่หรือไม่ ถ้ายังไม่มีต้องจัดทำให้
2. ช่วยให้ผู้เรียนจำสิ่งที่เรียนไปแล้วได้ โดยวิธีช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความเหมือน และความแตกต่างของความรู้ใหม่ และความรู้เดิม โดยที่ออซูเบลให้ข้อสังเกตว่า ในการสอนนั้น ถ้าให้ความรู้ใหม่โดยที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับความรู้เดิมผู้เรียนจะลืมง่าย แต่ถ้าความรู้ใหม่แตกต่าง จากความรู้เดิมจะช่วยทำให้จำได้นาน ดังนั้นในการสอน ให้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่เรียนรู ้ใหม่กับความรู้เดิม แต่ในขณะเดียวกันต้องให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมได้ ดังนั้นการจัด การเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความเหมือนและความแตกต่างของบุคคลย่อมจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ และจดจำได้ของผู้เรียนในเวลาต่อมา

ฉะนั้นในการสอน แนวความคิดใด ๆ ที่ใหม่ก็จะต้องมีความหมายแก่เด็ก ให้เด็กสามารถ เชื่อมโยงได้กับประสบการณ์เดิม ในขณะเดียวกันเชื่อมโยงกันได้กับความคิดอื่น ๆ ในขณะที่ เรียนสิ่งใหม่ สิ่งต่าง ๆ จะมีความหมายเมื่อสัมพันธ์กับผู้เรียน (บุญสืบ พันธุ์ดี. 2537 :

23) นอกจากนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาลักษณะและแนวคิดของการสร้างบทเรียนจากการประยุกต์ ในเรื่องลำดับขั้นการสอน 9 ขั้นของ กาเย่ (Gagne) (บุปผชาติ ทักษิกรณ์. 2536 : 54 -

56) รายละเอียดปรากฏดังต่อไปนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Gaining Attention) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความ สนใจในการเรียนรู้

2. **ชี้แจงจุดประสงค์ของบทเรียน** (Informing the Learner of the Objective) เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้ว่าจะได้เรียนรู้อะไร ช่วยให้เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย
3. **กระตุ้นทบทวนความรู้เดิม** (Stimulating Recall of Prerequisite Learnings) เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่มีอยู่เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่
4. **นำเสนอสิ่งเร้า** (Presenting the Stimulus Material) เป็นการให้สิ่งเร้าหรือสื่อที่ให้ผู้เรียนเป็นสิ่งเร้าและสื่อที่เกี่ยวข้องกับการกระทำ (Performance) ซึ่งสะท้อนให้เห็นการเรียนรู้
5. **ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้** (Providing Learning Guidance) เป็นการชี้แนะแนวทางในการค้นหาคำตอบและการทำการทดลอง
6. **ชี้แนะให้ผู้เรียนปฏิบัติจริง** (Eliciting the Performance) เพื่อให้ผู้เรียนแสดงความสามารถเมื่อได้รับแนวทางในการเรียน
7. **ชี้แนะให้ข้อมูลย้อนกลับ** (Providing Feedback) เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลที่ตนปฏิบัติว่าได้ผลดีเพียงใด จะต้องปรับปรุงอะไรอีกบ้าง
8. **ประเมินผลการปฏิบัติ** (Assessing the Performance) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ว่าผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนมากน้อยเพียงใด
9. **ส่งเสริมความคงทนและการถ่ายโยงการเรียนรู้** (Enhancing Retention and Transfer) เพื่อเป็นการส่งเสริมความจำและเน้นความถูกต้องแม่นยำของความรู้

รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนมีหลายรูปแบบ ดังที่ ยืน ภู่วรรณ (2529 : 564 - 565) ทักษิณา สนวนานนท์ (2530 : 216 - 220) บุญชาติ ทักษิกรณ์ (2535 : 50 - 53) สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2535 : 1 - 3) กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 187 - 191) และบุญสืบ พันธุ์ดี (2537 : 56 - 77) ได้จัดรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้คล้ายคลึงกัน สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อการสอน (Tutorial) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นในลักษณะของบทเรียน โปรแกรม โดยจัดเนื้อหาเป็นระบบเรียงกันไป เป็นการเลียนแบบแนวการสอนของครู ซึ่งประกอบด้วย คำนำ คำอธิบาย คำถาม การตอบคำถาม การแสดงผลย้อนกลับ ตลอดจนการเสริมแรง ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนตามความสามารถ และสติปัญญาของตัวเอง ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนพัฒนาขึ้นจากความเชื่อที่ว่าคอมพิวเตอร์น่าจะเป็นสื่อประเภทอุปกรณ์ที่ช่วยทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเรียนจากชั้นเรียน กล่าวโดยสรุปก็คือ น่าจะใช้แทนครูได้ในหลาย ๆ หมวดวิชา ซึ่งการเรียนการสอนนั้นไม่ได้จำกัดอยู่แต่ในโรงเรียนประถม มัธยม หรืออุดมศึกษาเท่านั้น แต่ยังสามารถกว้างไปถึงการฝึกอบรม (Training) ในระดับและสาขาอาชีพต่าง ๆ ซึ่งอาจผสมผสานการสอน การเรียนรู้และการฝึกฝนด้วยตนเองในหลาย ๆ รูปแบบ และ CAI แบบ Tutorials ก็อาจเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ไปมีบทบาท บทเรียนเพื่อการสอนเป็นบทเรียน ที่คล้ายบทเรียนสำเร็จรูป (บุญสืบ พันธุ์ดี. 2537 : 58) โดยจัดเนื้อหาวิชาเพียงตอนที่นักเรียนเรียนไม่ทัน บทเรียนนี้จะจัดลำดับเนื้อหาเป็นระบบและเรียงกันไป ผู้เรียนจะศึกษาตามลำดับที่จัดโปรแกรมไว้ จะมีการตั้งคำถามที่ละคำถามให้ผู้เรียนตอบ ถ้าตอบไม่ได้จะได้รับคำแนะนำให้ตอบคำถามใหม่ และตอบคำถามจนกว่าจะเข้าใจ

การสอนด้วยบทเรียนแบบนี้ เหมาะที่จะใช้สอนความคิดรวบยอดในด้านต่าง ๆ ซึ่งคอมพิวเตอร์อาจสอนได้ดีกว่าครู เป็นการสอนที่สอดคล้องกับลักษณะความแตกต่างระหว่างบุคคลของเด็ก เพราะเด็กสามารถเรียนด้วยตนเองตามความสามารถและระดับสติปัญญาของตน (อรพันธุ์ ประสิทธิ์วิรัตน์. 2530 : 23)

โครงสร้างของบทเรียนแบบทบทวนนี้ ประกอบด้วย 8 ส่วนย่อยดังนี้

การนำเข้าสู่บทเรียน (Introduction)

การเสนอเนื้อหา (Presentation of Information)

คำถาม-การตอบ (Question and Response)

การตรวจคำตอบ (Judging Response)

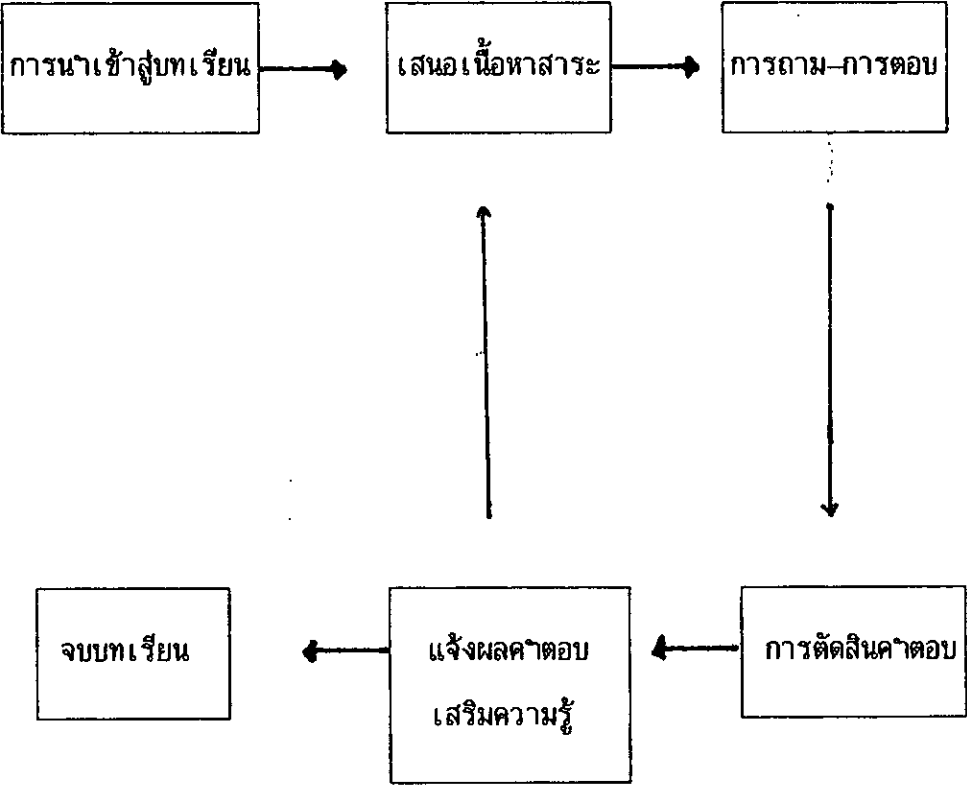
แจ้งผลคำตอบย้อนกลับให้ทราบ (Providing Feedback About Response)

เสริมความรู้เพิ่มเติม (Remediation)

ลำดับการเรียนรู้บทเรียน (Sequencing Lesson Segments)

จบบทเรียน (Closing)

โครงสร้างของบทเรียนแสดงได้ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แผนภาพแสดงโครงสร้างของบทเรียนแบบบททวน หรือแบบเพื่อการสอน (Alessi and Trollip. 1985 : 66)

ข้อเสนอแนะในการสร้างบทเรียนแบบบททวนเพื่อการสอน

การนำเข้าสู่บทเรียน (Introduction)

- ำให้เนื้อหาสั้นกระชับ
- บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน
- บอกวิธีการเรียนบทเรียนที่แน่นอนและบอกำให้รู้ทั้งหมด
- บอกำให้รู้ว่าการเรียนบทเรียนนักเรียนต้องมีความรู้ะไรก่อนบ้าง
- ำให้นักเรียนเลือกลำดับการเรียนเองโดยเลือกจากรายการและกลับมาที่รายการให้

เลือก (Menu) อีกเมื่อเรียนหน่วยที่ได้เลือกไปเสร็จเรียบร้อยแล้ว

- แบบทดสอบก่อนเรียนไม่ควรวำไว้ในบทเรียนำใช้แบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความรู้ของนักเรียนที่จะต้องเรียนต่อไป และแบบทดสอบก่อนเรียนควรแยกจากบทเรียน

การเสนอเนื้อหา (Presentation of Information)

- เสนอเนื้อหาให้สั้นกระชับ
- ออกแบบการเสนอเนื้อหาให้ดึงดูดความสนใจ
- ไม่ใช้ตัวหนังสือวิ่งจากบนลงล่างหรือล่างขึ้นบน
- เน้นส่วนที่ต้องการให้ผู้เรียนทำความเข้าใจ เปรียบเทียบหรือชี้แนะด้วยการใช้จุดเน้น

(Highlight)

- ำให้สีเพื่อกระตุ้นหรือเน้นส่วนสำคัญ
- หลีกเสี่ยงการใช้สีในเนื้อหาทั่ว ๆ ไปที่ไม่ใช่ส่วนสำคัญ
- ตัวอักษรต้องอ่านง่าย
- เน้นความแตกต่างระหว่างหัวข้อให้ชัดเจน
- ใช้วิธีการสอนให้เหมาะกับเนื้อหา
- จัดเตรียมกระบวนการเรียนที่จะช่วยผู้เรียนในการใช้หรือปฏิบัติตามได้ง่าย

การถาม-การตอบ (Question and Response)

- ำให้คำถามบ่อย ๆ โดยเฉพาะคำถามที่เกี่ยวกับความเข้าใจ
- หาทางำให้ผู้เรียนตอบคำถามทางช่องทางอื่นอย่าใช้เพียงทางแป้นพิมพ์

- ตัวกระพริบ (Prompts) เป็นเครื่องหมายแสดงให้ผู้เรียนตอบคำถามควรอยู่ได้
คำถามใกล้ทางซ้ายมือของจอแสดงผล

- คำถามควรมีลักษณะที่ช่วยสนับสนุนให้ตอบคำถามได้ถูกต้อง
- ถามคำถามจุดที่สำคัญ ๆ ของเนื้อหา
- ยอมให้ผู้เรียนตอบได้มากกว่า 1 ครั้งใน 1 คำถาม
- การเขียนคำถามแบบเลือกตอบนั้นทำได้ยาก แต่ยากในการตรวจและอาจมีการเดาได้
- คำถามแบบการเขียนตอบนั้นทำได้ง่าย แต่ยากในการตรวจและป้องกันการเดาได้
- ต้องรู้ว่าจะทดสอบความจำหรือความเข้าใจและเลือกชนิดของคำถามให้เหมาะสม
- ภาษาที่ใช้ในบทเรียนควรมีความยากง่ายที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน
- หลีกเลี่ยงการใช้คำถามแบบย่อหรือถามในทางปฏิเสธ
- คำถามไม่ควรเป็นตัวหนังสือเลื่อนจากบนลงล่างหรือจากล่างขึ้นบน
- คำถามจะแสดงบนจอแสดงผล เพื่อเสนอเนื้อหาจบแล้วและอยู่ได้เนื้อหานั้น

การตัดสินคำตอบ (Judging Responses)

- การตัดสินคำตอบเกี่ยวกับเขาวงกตปัญหา ครูจะต้องยอมรับบางคำที่มีความหมาย
ใกล้เคียงกัน สะกดเหมือนกันหรือคำพิเศษต่าง ๆ

- จะต้องพิจารณาทุกคำตอบที่ถูกและคำตอบที่ผิด
- ใช้เวลาผู้เรียนในการตอบคำถาม
- ให้ผู้เรียนได้รับการช่วยเหลือจนสามารถผ่านไป

การให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับคำตอบ (Providing Feedback About Response)

- ถ้ารูปแบบคำตอบผิด ให้บอกว่ารูปแบบที่ตอบนั้นผิดแล้ว ให้บอกรูปแบบคำตอบที่ถูกและ
ให้ตอบคำถามอีก

- ถ้าเนื้อหาคำตอบถูก ให้ยืนยันคำตอบอีกครั้งหนึ่ง
- ถ้าเนื้อหาคำตอบผิด ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการแก้ไข

กาให้เนื้อหาเสริม (Remediation)

- ให้เนื้อหาเสริมสำหรับผู้ที่ยังเรียนได้ไม่ดีโดยให้กลับไปเรียนบทเรียนใหม่ หรือเรียนจากผู้สอน

ลำดับการเรียนรู้ (Sequencing Lesson Segments)

- เสนอบทเรียนไปตามลำดับขั้นจากง่ายไปหายาก
- หลีกเลี่ยงการใช้บทเรียนเชิงเส้น (Linear Tutorial) ควรใช้บทเรียนเชิงสาขา (Branching Tutorial)
- ให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้โดยใช้แป้นพิมพ์ ไม่ควรใช้เวลาในการควบคุมบทเรียน
- จัดทำบทเรียนให้สามารถกลับไปเริ่มต้นบทเรียนได้ใหม่

จบบทเรียน (Closing)

- เก็บข้อมูลไว้สำหรับกลับมาเรียนใหม่
- ลบข้อมูลบนจอแสดงผล
- บอกให้ทราบถึงการจบบทเรียนด้วยข้อมูลที่สั้นและแจ่มชัด

2. การฝึกฝนและการปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้เสริมเมื่อครูผู้สอนได้สอนบทเรียนไปแล้ว เป็นการให้โจทย์ ถามคำถาม ถ้าตอบผิดก็จะมีคำอธิบายว่าผิดอย่างไร ให้ลองตอบดูใหม่ ถ้าตอบถูกก็จะเสริมแรง การสร้างแบบฝึกและปฏิบัติ ควรจะแทรกรูปภาพเคลื่อนไหว หรือคำพูดได้ตอบ รวมทั้งอาจมีการแข่งขันเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากทำและตื่นเต้นกับการทำแบบฝึกหัด

โครงสร้างของบทเรียนแบบฝึกปฏิบัติประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย ๆ 7 ส่วนดังนี้

การนำเข้าสู่บทเรียน (Introduction)

การเลือกข้อความ (Select Item)

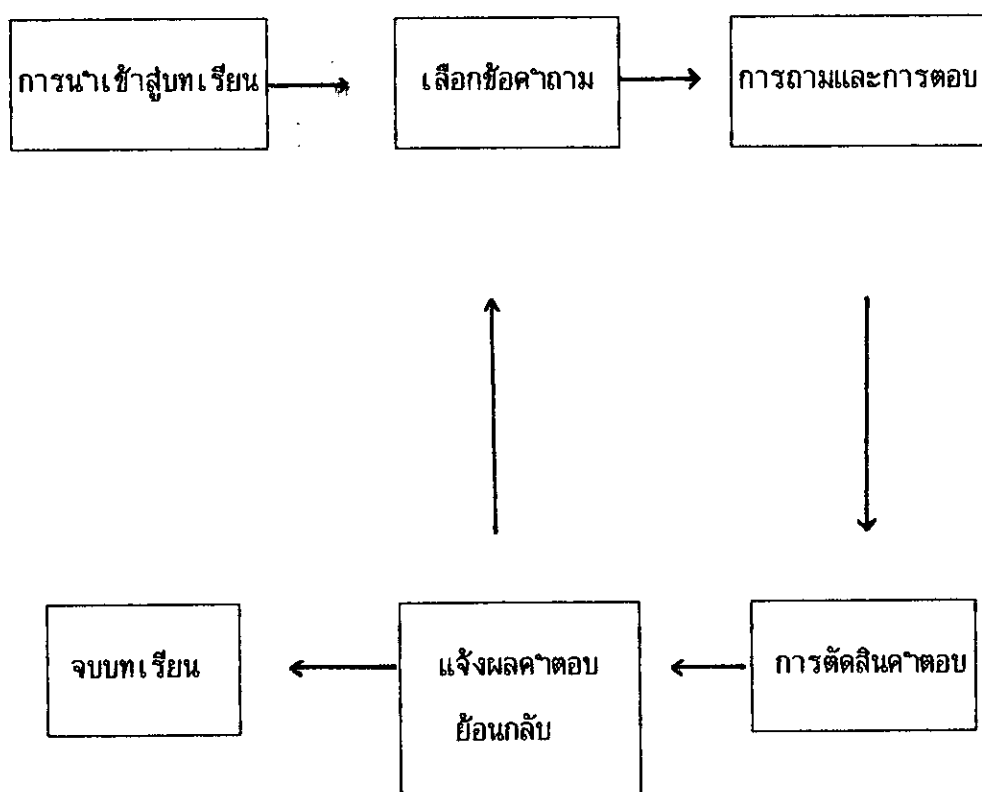
การถาม-การตอบ (Question and Response)

การตัดสินคำตอบ (Judging Response)

การแจ้งผลคำตอบ (Feedback)

จบบทเรียน (Closing)

ผังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แผนภาพแสดงโครงสร้างของบทเรียนแบบฝึกปฏิบัติ

(Alessi and Trollip., 1985 : 135)

ข้อแนะนำการสร้างบทเรียนแบบฝึกปฏิบัติ

- ใช้ชื่อเรื่องสั้น ๆ
- คำแนะนำการเข้าสู่บทเรียนละเอียดชัดเจนและนักเรียนสามารถกลับมาสู่คำแนะนำ

นี้ได้เมื่อต้องการ

- การใช้ข้อความกะทัดรัด และตรงความมุ่งหมาย คำตอบควรเป็นคำโดด (Single Word) หรือตัวเลข จะดีที่สุด

- ควรพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาที่เสนอและคำตอบเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

- ข้อคำถามควรระวังตัวสะกด การเว้นวรรคต้องชัดเจน ตลอดจนไวยากรณ์และเครื่องหมายวรรคตอน

- ควรใช้กรรพิก ตัวอักษร การเน้นด้วยตัวกระพริบ การย้อนกลับ หรือสิ่งจูงใจอื่น ๆ

- ใช้ข้อคำถามที่มีความยากเท่ากัน ๆ ตลอดการฝึกปฏิบัติ

- ใช้ข้อคำถามที่เรียงติดต่อกันและสามารถแทรกข้อคำถามที่นักเรียนตอบผิดบ่อย ๆ

ลงในระหว่างชุดคำถามได้ ซึ่งชุดคำถามแบบนี้ เรียกว่า VIP (Variable Interval Performance) หรือเป็นชุดคำถามแบบเลือกลำดับข้อคำถามได้ (Algorithm Selection)

- ข้อคำถามใดที่ถูกต้องต้องลบทิ้งไปได้ ส่วนข้อที่ยังทำไม่ถูกสามารถนำใบสอดแทรกระหว่างข้อที่ยังไม่ได้ทำในชุดคำถามนั้น ๆ ได้

- การจบบทเรียนอย่างถาวรขึ้นอยู่กับการทำงานแบบฝึกหัดจนจบ และเกิดทักษะได้รับความรู้ในเนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์ เกณฑ์การผ่านบทเรียน คือ ทำงานแบบฝึกหัด ถูก 80% ขึ้นไป

- การจบบทเรียนชั่วคราวสามารถทำได้เมื่อนักเรียนต้องการและสามารถไปเริ่มต้นใหม่ได้

- ควรจัดรายการขอความช่วยเหลือ (HELP) และดูคำตอบได้

- การตรวจตัดสินคำตอบควรพิจารณาอย่างฉลาด

- การแสดงผลย้อนกลับ หากผู้เรียนตอบผิดพลาดไม่ควรบอกว่า "ผิด" เฉย ๆ แต่ควรทำให้

กำลังใจโดยใช้คำว่า "พยายามอีกทีซิ"

- คำตอบประเภทที่ให้นักเรียนเขียนคำตอบเอง (Constructed Response) เมื่อแจ้งผลคำตอบ ควรใช้เครื่องหมายกำกับไว้ที่คำตอบ หากเป็นคำตอบชนิดถูกบางส่วน (Partially Correct)

- ถ้าคำตอบผิด ควรบอกคำตอบที่ถูกต้องกำกับไว้ให้นักเรียนทราบด้วย
 - การแจ้งผลย้อนกลับ ใช้ถ้อยคำง่าย ๆ กระชับรัดและให้ความรู้สึกทางบวก
 - แยกข้อผิดพลาดทั้งหมดไว้ต่างหาก แล้วแจ้งผลย้อนกลับให้นักเรียนทราบเป็นพิเศษ
- อีกทีหนึ่ง

- การใช้เทคนิคข้อคำถามที่ต่อเนื่องกันไปไม่สิ้นสุด (The Endless Continuum Technique) โดยเลือกจากชุดข้อคำถามย่อย (Subdrill Group) การฝึกปฏิบัติคงใช้เวลา 15 นาที เหมือนเดิม และยึดวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะ

- ควรกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากฝึกปฏิบัติยิ่งขึ้น ทำได้โดยวิธีแข่งขันการบรรลุวัตถุประสงค์ รายงานความก้าวหน้าการฝึกให้ผู้เรียนทราบ มีการเสริมแรงตลอดเวลา แต่ยังคงยึดเกณฑ์เดิม คือ จำกัดเวลา 15 นาที แต่พึงระวังเรื่องการแข่งขัน จะทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนท้อใจได้

3. การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) ^{stimulation} เป็นโปรแกรมที่จำลองสถานการณ์เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจำลองความเป็นจริง หรือนาฏกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง มาให้ผู้เรียนได้ศึกษา เช่น การเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสง และการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือปรากฏการณ์ทางเคมี หรือชีววิทยาที่ต้องใช้เวลาหลายวันจึงปรากฏ การใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบนี้ ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย ผู้เรียนได้เห็นจริง ช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ ลดเวลาในการศึกษา ลดอันตรายจากการทดลองจริง

โครงสร้างของบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์มีองค์ประกอบย่อย 6 ส่วนดังนี้

การนำเข้าสู่บทเรียน (Introduction)

เสนอสถานการณ์สู่จอแสดงผล (Present Scenario)

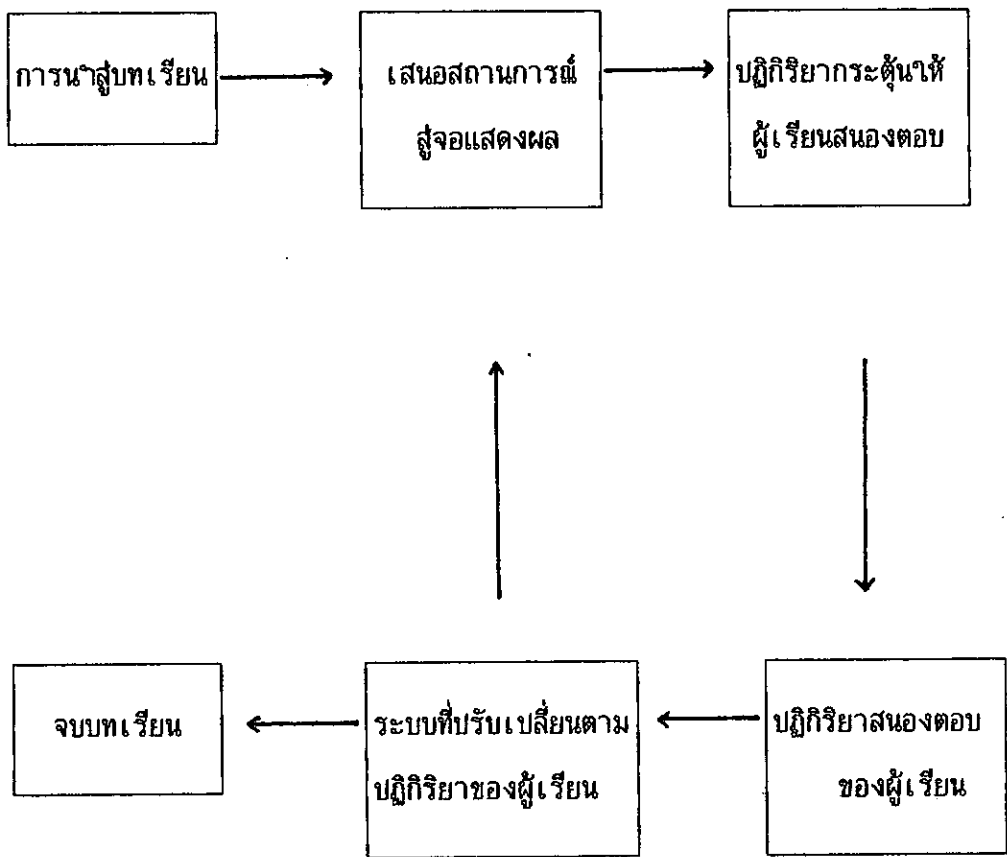
ปฏิบัติการกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนอง (Action Required)

ผู้เรียนแสดงปฏิกิริยาสนองตอบ (Student Acts)

ระบบที่ปรับเปลี่ยนตามปฏิกิริยาที่แสดงออกของนักเรียน (System Updates)

จบบทเรียน (Closing)

ดั่งภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แผนภาพแสดงโครงสร้างของบทเรียนแบบการจำลองสถานการณ์

(Alessi and Trollip. 1985 : 176)

ข้อแนะนำในการสร้างบทเรียนจำลองสถานการณ์

- ควรใช้ชื่อเรื่องสั้น ๆ
- บอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนและจุดมุ่งหมายของสถานการณ์จำลอง

- บอกคำชี้แจงการเรียนรู้ให้ชัดเจน สมบูรณ์ และสามารถให้นักเรียนกลับมาที่คำชี้แจงใหม่ได้

- ควรใช้กราฟิก สี เสียง เน้นตรงตำแหน่งที่เป็นเนื้อหาสำคัญ
- ไม่ควรใช้กราฟิกเกินความจำเป็น แต่ควรใช้เฉพาะกับเนื้อหาที่จำเป็นเท่านั้น
- ควรนำเสนอในส่วนที่จะให้นักเรียนได้ตอบได้ถูกต้องตรงประเด็นตามที่บทเรียนต้องการ
- ควรแจ้งผลให้ผู้เรียนทราบทันทีถ้าผู้เรียนเพิ่งเริ่มเรียน และแจ้งผลตามปกติสำหรับ

ผู้เรียนที่ชำนาญแล้ว

- ควรให้นักเรียนมีโอกาสเลือกเรียนตอนใดตอนหนึ่งได้
- ควรให้นักเรียนกลับมาเริ่มต้นใหม่ที่ใดก็ได้
- ควรให้หยุดเรียน เวลาใดก็ได้ และเริ่มต้นใหม่ที่ใดก็ได้
- สถานการณ์จำลองควรชัดเจน และสรุปเนื้อหาในตอนจบ
- เมื่อจบบทเรียนควรบอกนักเรียนว่าต้องทำอะไรต่อไปบ้าง

4. เกมการสอน (Instructional Games) ใช้เป็นเกมเพื่อการเรียนรู้การสอน เป็นสิ่งซึ่งสามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่าย และยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น การจัดบทเรียนในลักษณะเกม ควรจัดทำมีประโยชน์ทั้งเพื่อการศึกษาและความสนุกสนาน อาจเน้นการเล่นเป็นทีมหรือคนเดียวก็ได้ เพื่อฝึกการทำงานเป็นทีม การร่วมมือกันแก้ปัญหา เกมต่าง ๆ ต้องให้มีคุณค่าทางการศึกษา เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน

โครงสร้างของบทเรียนแบบเกมการเรียนการสอนประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ 7 ส่วนดังนี้

การนำเข้าสู่บทเรียน (Introduction)

เสนอบทเรียนสู่จอแสดงผล (Present Scenario)

ปฏิบัติการกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนอง (Action Required)

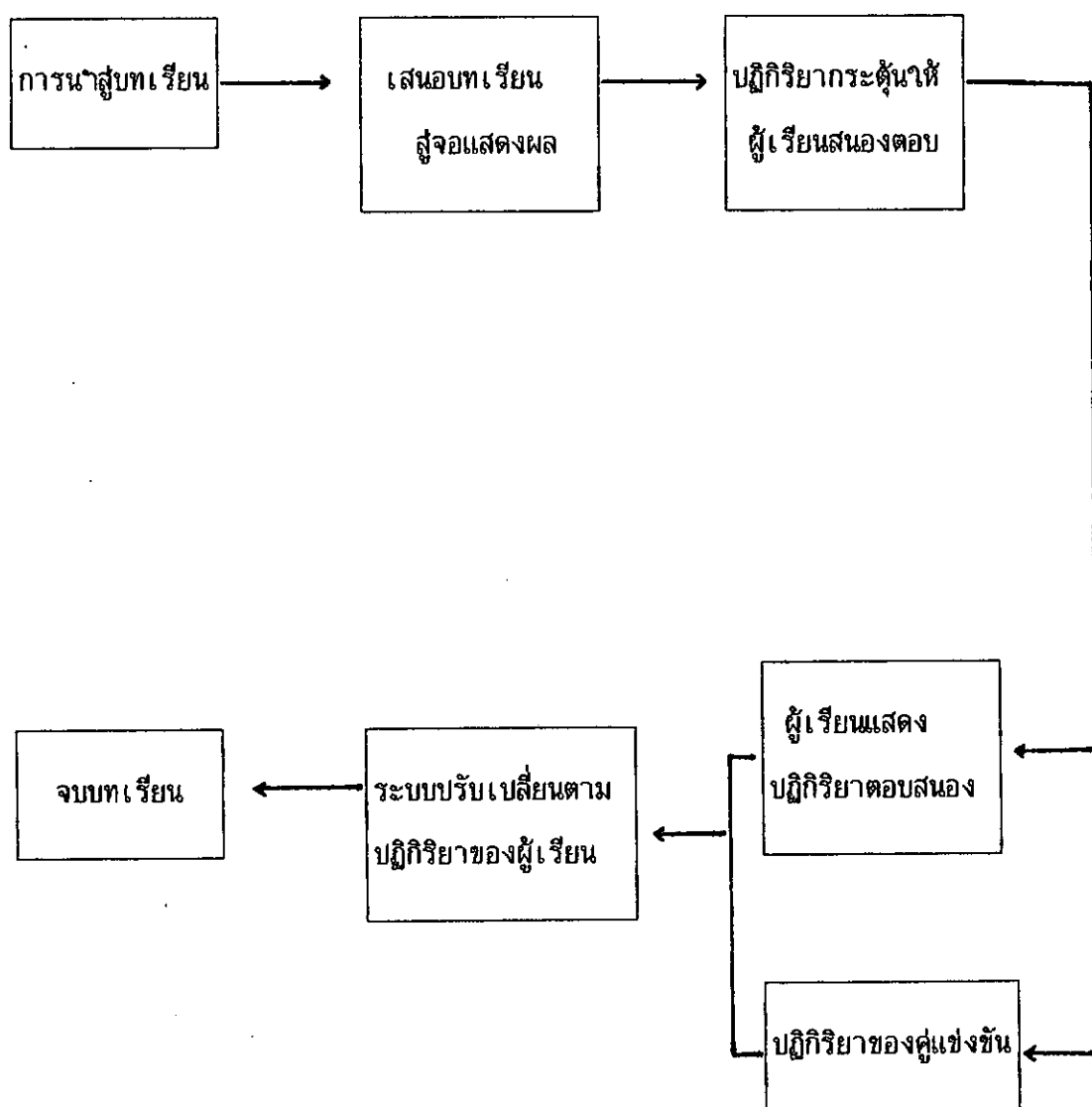
ผู้เรียนแสดงปฏิกิริยาตอบสนอง (Student Acts)

ปฏิกิริยาของคู่แข่ง (Opponent Reacts)

ระบบปรับเปลี่ยนตามปฏิกิริยาของผู้เรียน (System Updates)

จบบทเรียน (Closing)

ตามภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แผนภาพแสดงโครงสร้างของบทเรียนแบบเกมการเรียนรู้การสอน
(Alessi and Trollip. 1985 : 217)

ข้อเสนอแนะในการสร้างบทเรียนเกมการเรียนรู้การสอน

- ควรใช้ชื่อเรื่องสั้น ๆ
- บอกวัตถุประสงค์ และจุดมุ่งหมายของบทเรียนเกมการเรียนรู้
- บอกกติกาให้ชัดเจน และนักเรียนสามารถกลับมาที่กติกาได้บางขณะ
- ชี้แจงการเรียนรู้ให้เข้าใจที่สุด และนักเรียนสามารถกลับมาที่คำชี้แจงได้บางขณะ
- ภาพและเรื่องราวบนจอภาพในการเล่น ควรดึงดูดความสนใจของนักเรียน
- ภาพและเรื่องราวบนจอภาพในการเล่นต้องสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียน
- ควรให้รางวัลหรือคำชมเชยเมื่อเรียนสำเร็จหรือขณะเล่นเกม
- ในทุกระดับที่ยาก ๆ ควรให้นักเรียนมีโอกาสทำได้สำเร็จบ้าง
- สร้างเกมที่น่าสนใจ
- จูงใจด้วยการให้นักเรียนเกิดความรู้สึกอยากรู้ อยากเห็น
- ในขณะเล่นเกมควรเชื่อมโยงกับสิ่งที่ต้องการให้เรียนเสมอ
- การเล่นเกมการเรียนรู้จนสำเร็จ มีผลดีกว่าสำเร็จเพราะโชคช่วย
- สร้างเกมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดแรงจูงใจ ไม่ใช่เพื่อการได้รางวัลเมื่อเล่นเกมชนะ
- หลีกเลี่ยงการใช้ความรุนแรง
- ให้มีเนื้อหาสาระความรู้ทั้งหมด
- แสดงความยินดีกับผู้เล่นเกมชนะ (เรียนสำเร็จ)
- การเล่นเกมตอนที่ยังเป็นปัญหา อธิบายให้หายข้องใจ และสรุปเป็นความรู้ในตอนจบ
- เมื่อจบบทเรียนแล้วควรบอกนักเรียนว่าต้องทำอะไรต่อไปบ้าง

5. การทดสอบ (Test) เป็นการใช้บทเรียนเพื่อสอบ ไม่ใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ดีกับการทดสอบ เพราะโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบแบบเก่า ๆ มาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนตื่นตัวและสนใจพร้อมๆ กับสะท้อนความสามารถของผู้เรียนที่จะนำความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการตอบอีกด้วย

ส่วนประกอบของรูปแบบการทดสอบมี 6 ส่วนดังนี้

บทนำ (Introductory Section)

เลือกข้อคำถาม (Select Item)

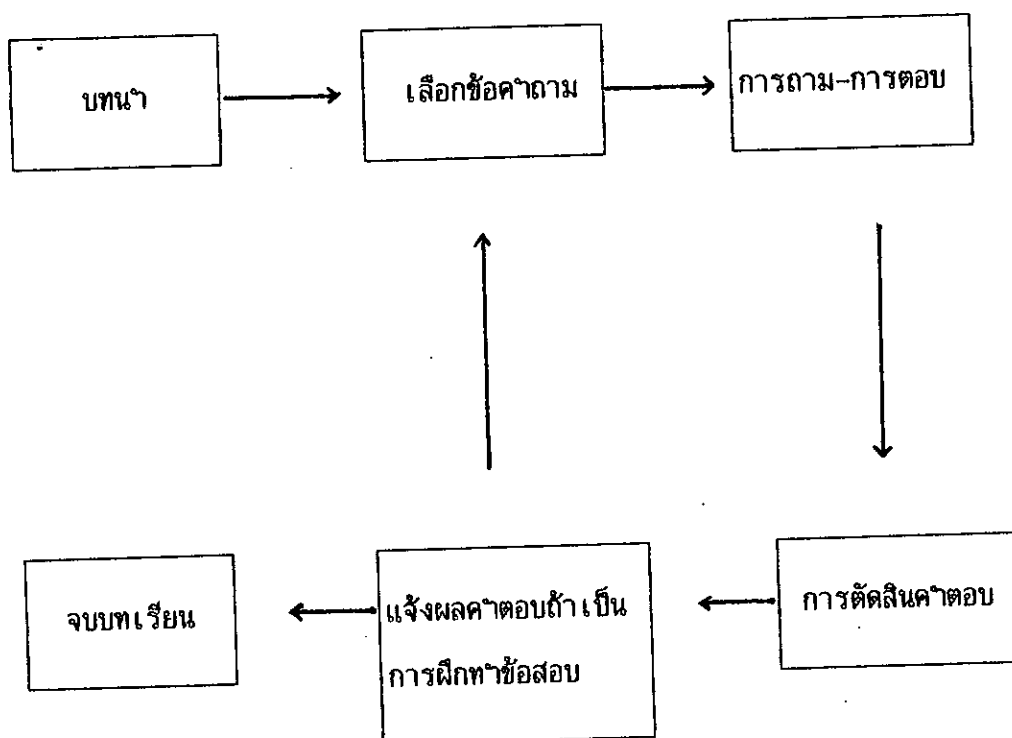
การถาม-การตอบ (Question and Response)

การตัดสินคำตอบ (Judge Response)

การแจ้งผลคำตอบ ถ้าเป็นฝึกทำข้อสอบ (Feedback of Practice Test)

จบบทเรียน (Closing)

ตามภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แผนภาพแสดงโครงสร้างของบทเรียนแบบทดสอบ

(Alessi. 1984 : 151)

ข้อเสนอแนะในการสร้างบทเรียนแบบทดสอบ

ก่อนการทดสอบ

- ให้ความสำคัญอย่างชัดเจน
- บอกความมุ่งหมายของการทดสอบ
- บอกปัญหาหรืออุปสรรคที่อาจเกิดขึ้น
- ให้อธิบายวิธีการทำข้อทดสอบ
- เมื่อจะเริ่มทำข้อสอบให้นักเรียนตัดสินใจเอง
- สถานที่ ๆ ทำการทดสอบอยู่ในสภาพพร้อมไม่มีอุปสรรคหรือข้อขัดข้องใด ๆ

ระหว่างการทดสอบ

- แสดงที่ละคำถามบนจอแสดงผล
- รูปแบบของคำถามควรเป็นแบบเดียวกันตลอด
- ลักษณะของคำถามควรเข้าใจง่ายไม่คลุมเครือ
- ให้นักเรียนมีสิทธิในการแลกเปลี่ยนคำตอบได้
- ให้นักเรียนมีสิทธิในการถามเครื่องหมาย ข้อคำถามเพื่อตรวจทานได้
- ให้นักเรียนมีสิทธิในการตอบคำถามได้ลุล่วง
- หลีกเลี่ยงการลงโทษเมื่อทำข้อทดสอบผิด
- แสดงระยะเวลาที่ทำข้อสอบให้ทราบ
- จัดข้อขัดข้องหรืออุปสรรคของสถานที่ ๆ ทำข้อทดสอบ

หลังการทดสอบ

- แจ้งผลการทดสอบให้ทราบทันที
- แสดงรายละเอียดการตอบทั้งหมดของผู้สอบ
- สามารถพิมพ์ผลการสอบได้
- บอกวิธีเลือกทำข้อสอบ
- วางแนวให้นักเรียนทำความเข้าใจได้
- เก็บบันทึกข้อมูลที่เป็นทั้งหมด
- จัดข้อขัดข้องหรืออุปสรรคของสถานที่ ๆ ทำข้อทดสอบ

นอกจากนี้ ยังได้มีการสรุปเพิ่มเติมในส่วนของรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

6. แบบสาธิต (Demonstration) การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่าเพราะคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงามตลอดทั้งสี่ และเสียงด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้หลายแนว การสาธิตมีความน่าสนใจเพราะมีสีสันสวยงาม เด็กอาจทดลองด้วยตนเองได้ แต่การสาธิตที่ดีไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเขียนโปรแกรมมากมาย แต่ควรเป็นการสาธิตที่ท้าทายนักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็เป็นการพอเพียงแล้ว (ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 45 - 46)

7. การแก้ปัญหา (Problem Solving) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จะเน้นฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือนำพินิจกับเกณฑ์แต่ละข้อ

8. การค้นพบ (Discovery) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูกหรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

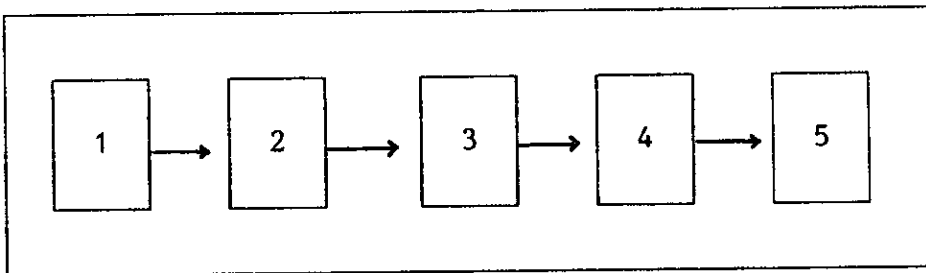
9. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริงตามความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ในแบบข้อมูลที่ป้อนข่าวสารนี้ โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงผลได้ทันทีที่ผู้เรียนต้องการ

10. แบบรวบรวมวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination) คอมพิวเตอร์สามารถสร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ ตามธรรมชาติของการเรียนการสอนซึ่งมีความต้องการวิธีการสอนหลาย ๆ แบบความต้องการนี้มาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียนและองค์ประกอบ หรือภารกิจต่าง ๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหนึ่ง ๆ อาจมีทั้งลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอน เกมส์ การไต่ถามให้ข้อมูล รวมทั้งประสบการณ์การแก้ปัญหา

การนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

การนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน บุปผชาติ ทักษิกรณ์ (2535 : 53 - 61) ได้แบ่งการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบเส้นทางเดียว (Linear Program) การสร้างบทเรียนช่วยการสอนลักษณะนี้ เป็นการสร้างกรอบที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่องเป็นเทคนิควิธีการสร้างและใช้ได้ง่าย ประกอบด้วยกรอบเนื้อหา หรือกรอบคำถาม เรียงต่อกันไปในทิศทางเส้นทางเดียว ดังภาพประกอบ 7

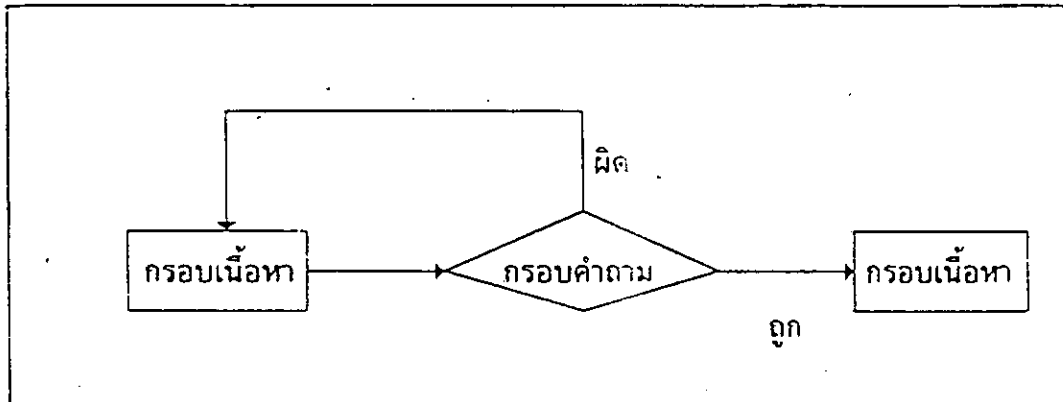


ภาพประกอบ 7 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบเส้นทางเดียว

(บุบผชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 55)

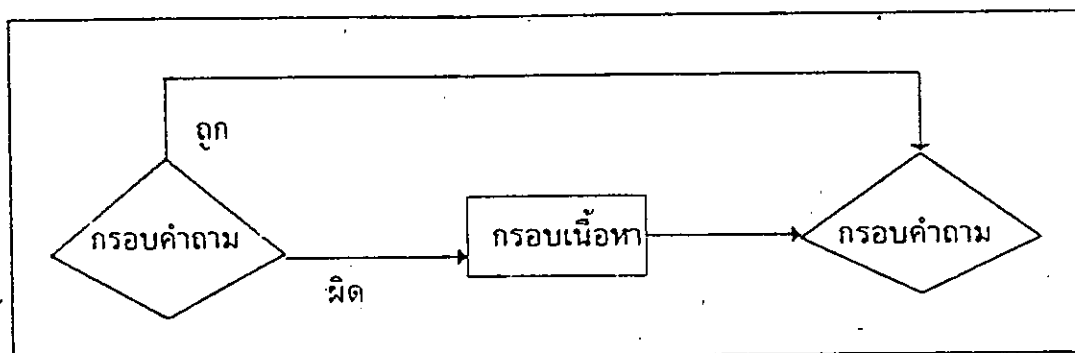
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบแตกกิ่ง (Branching Program) บทเรียนลักษณะนี้ได้รับความนิยมจากผู้เรียนมากกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบเส้นทางเดียว เพราะมีลักษณะท้าทาย และน่าสนใจกว่า เหมาะต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ทางเลือกตามระดับความรู้ความเข้าใจและความสามารถของผู้เรียนซึ่งมีหลายรูปแบบดังต่อไปนี้

2.1 แบบย้อนกรอบ (Linear Format with Repetition) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้คล้ายคลึงกับโปรแกรมเส้นทางเดียว ต่างกันตรงที่มีคำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง ผู้เรียนก็จะไม่ผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป ถ้าตอบไม่ถูกโปรแกรมก็จะให้ผู้เรียนย้อนกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมอีกครั้ง และถามคำถามเดิมซ้ำอีก



ภาพประกอบ 8 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบย้อนกรอบ
(บุบผชาติ ทักษิกรณ์. 2535 : 56)

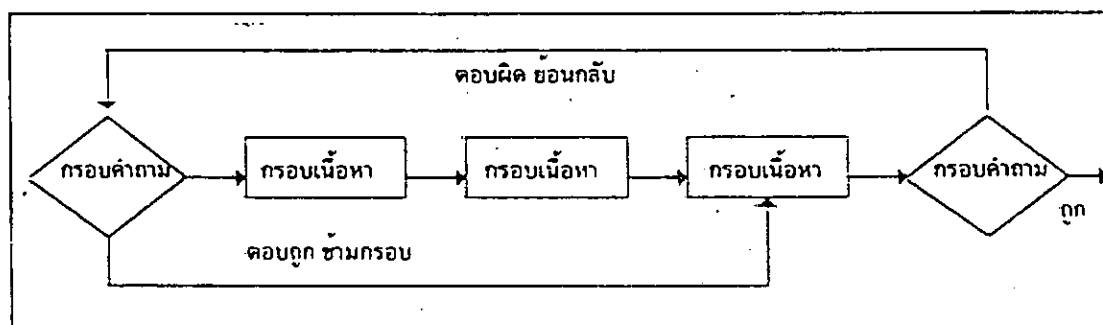
2.2 แบบสอบก่อนข้ามกรอบ (Pretest and Skip Format) บทเรียนลักษณะนี้ทดสอบผู้เรียนก่อนเรียนเนื้อหา ถ้าทดสอบผ่านก็จะข้ามกรอบที่ผู้เรียนรู้เนื้อหานั้นแล้วไปยังกรอบเนื้อหาจุดประสงค์อื่น บทเรียนลักษณะนี้จึงมีประสิทธิภาพในการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล



ภาพประกอบ 9 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบสอบข้ามกรอบ

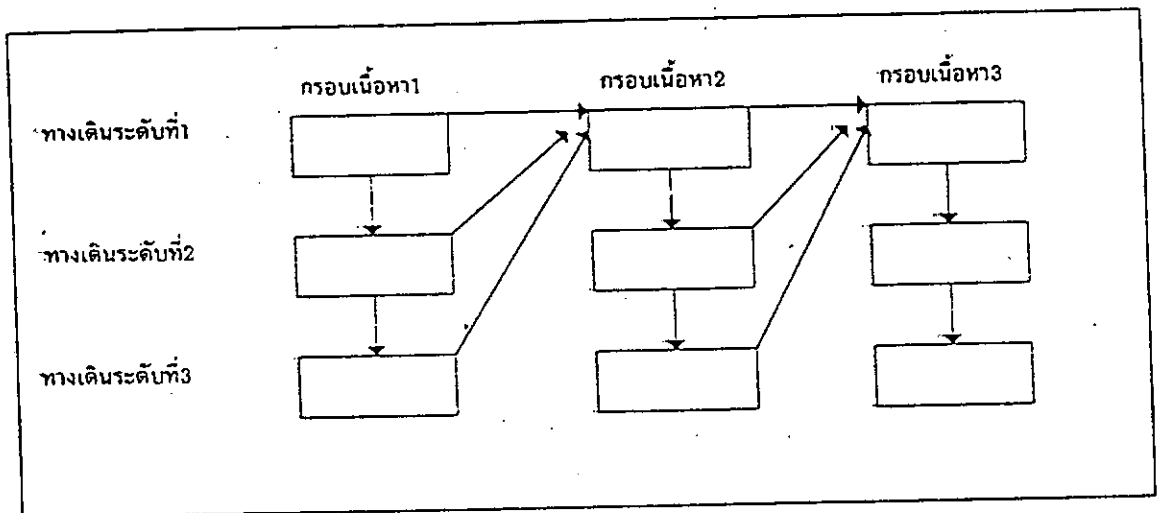
(บุบผชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 56)

2.3 แบบข้ามและย้อนกรอบ (Gate Frames) บทเรียนแบบนี้ กำหนดผู้เรียนไปยังกรอบต่าง ๆ ตามระดับความสามารถและความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่กำหนดไว้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว ทั้งนี้อาจให้ผู้เรียนข้ามกรอบไปได้หลายกรอบหรืออาจส่งผู้เรียนกลับมากรอบที่ผ่านมาแล้ว เพื่อทบทวนเนื้อหาบางส่วนใหม่



ภาพประกอบ 10 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบข้ามและย้อนกรอบ
(บุบผชาติ ทัพทิกรณ์. 2535 : 57)

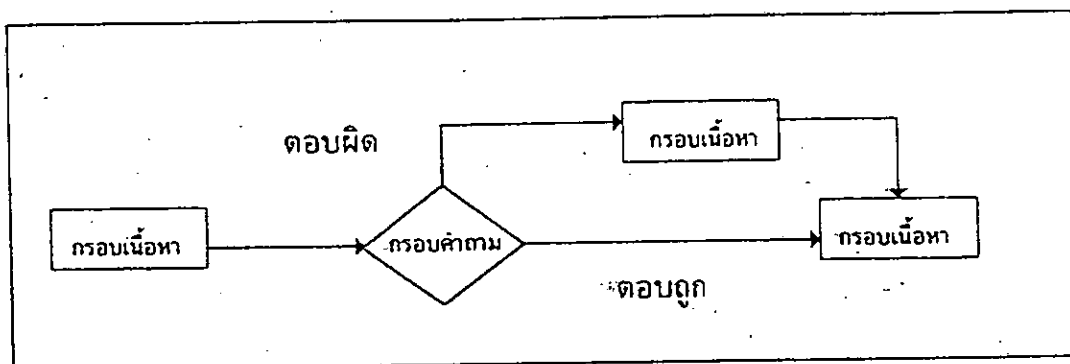
2.4 แบบทางเดินหลายเส้น (Secondary Tracks) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้ ประกอบด้วยกรอบในเส้นทางเดินหลายระดับ เส้นทางเดินระดับที่ 1 เป็นเส้นทางเดินของกรอบเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายละเอียดมากนัก ส่วนทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่ากรอบที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 กรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 จะเชื่อมต่อกับกรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 เส้นทางเดินของผู้เรียนจึงมีได้หลายเส้นทางขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาในกรอบทางเดินระดับที่ 1 มากน้อยเพียงใดหรือไม่ กรอบในทางเดินระดับที่ 2 และ 3 จะทำให้นิเื่อหาละเอียดจากน้อยไปสู่มากตามลำดับ โดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้จะเป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกัน เพียงขยายความหมายของคำบางคำให้ชัดเจนขึ้น



ภาพประกอบ 11 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบทางเดินหลายเส้น

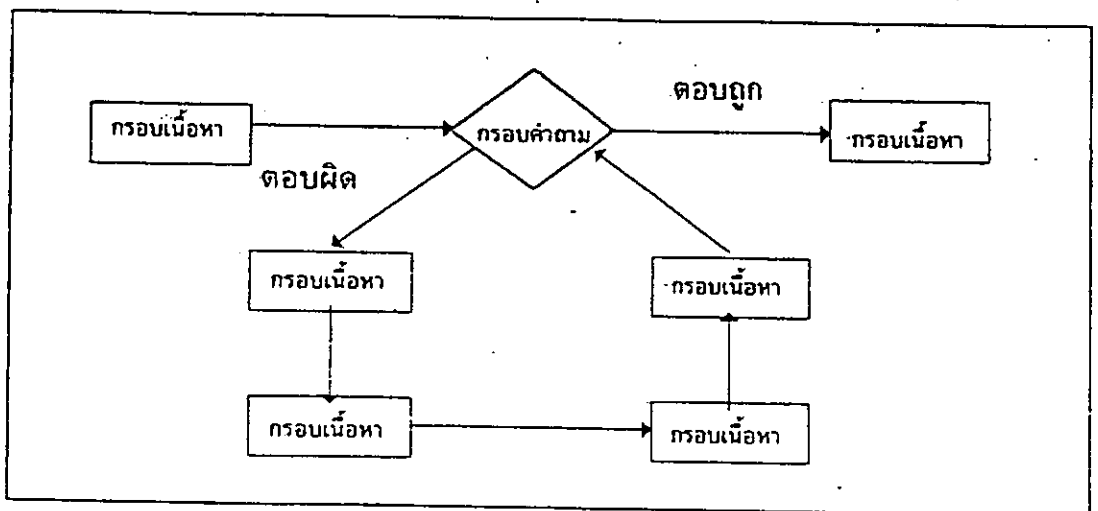
(บุบผชาติ ทักษิกรณ์. 2535 : 57)

2.5 แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (Single Remedial Branch) บทเรียนลักษณะนี้เริ่มด้วยกรอบเนื้อหา ตามด้วยกรอบคำถาม ถ้าผู้เรียนตอบถูก จะได้ข้อมูลย้อนกลับในทางบวกและเรียนเนื้อหาในกรอบต่อไป หากตอบผิดผู้เรียนก็จะได้รับการซ่อมเสริมก่อนไปเนื้อหากรอบต่อไป



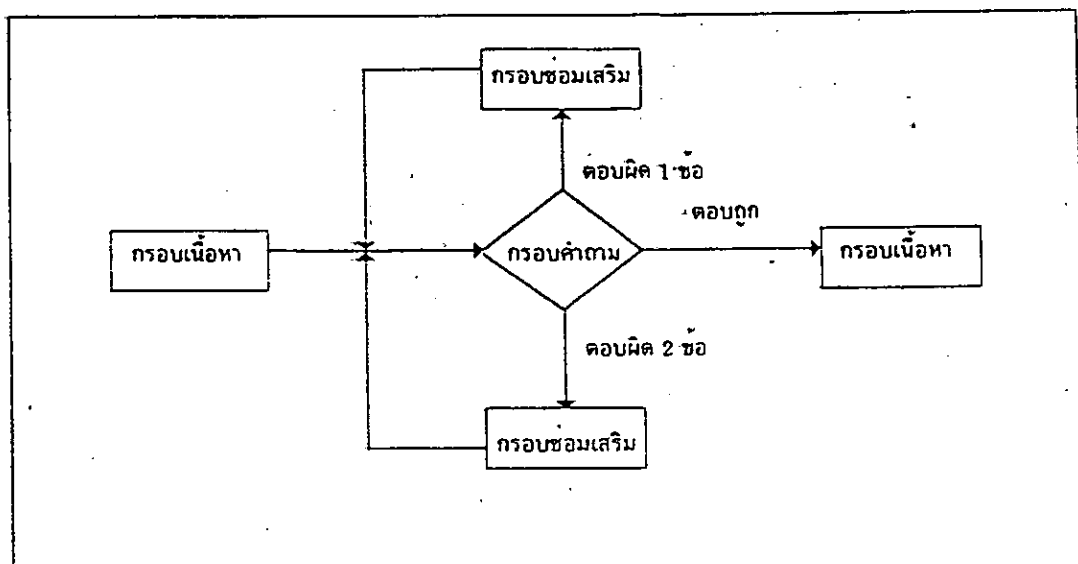
ภาพประกอบ 12 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว
(บุบผชาติ ทักษิกรณ์. 2535 : 58)

2.6 แนวมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (Remedial Loops) ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม มีลักษณะคล้ายคลึงกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว ต่างกันตรงที่แทนที่จะแตกออกเป็นกรอบซ่อมเสริมกรอบเดียวกลับมีลักษณะประกอบด้วยกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบประกอบกันเป็นชุดบทเรียนย่อย 5 - 6 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลให้ผู้เรียนยังขาดอยู่ ก่อนที่จะส่งผู้เรียนกลับกรอบเนื้อหาเดิม



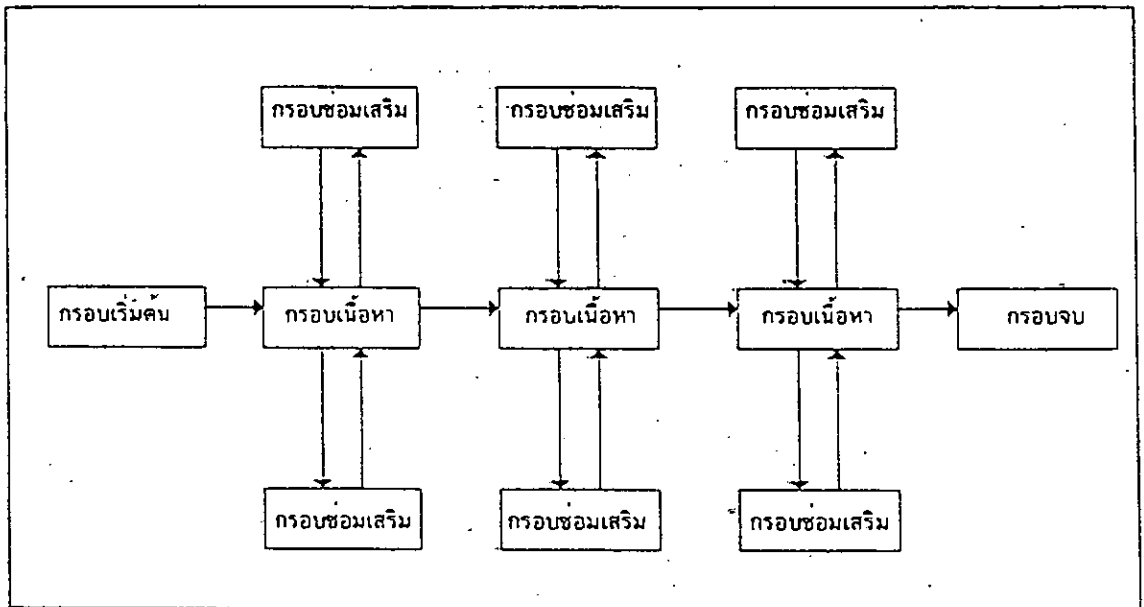
ภาพประกอบ 13 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม
(บุบผชาติ ทักษิกรณ์, 2535 : 58)

2.7 แบบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (Multiple Remedial Branches) บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่ให้ข้อมูล แล้วตามด้วยกรอบคำถามที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริมตั้งแต่ 2 กรอบขึ้นไป กรอบคำถามแต่ละกรอบจะมีกิ่งแยกออกมาตามจำนวนข้อของตัวเลือกในคำถามแบบเลือกตอบนั้นโดยแยกออกมาอย่างน้อย 2 กิ่ง เพื่อไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงจะส่งผู้เรียนมายังกรอบคำถามเดิม เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามในกรอบนั้นใหม่ และเลือกคำตอบอื่น ดังนั้นจะมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดบทเรียนว่าจะไปกรอบใดต่อไป นั่นคือ ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้อง ก็จะไปยังกรอบเนื้อหาใหม่ต่อไป ถ้าผู้เรียนตอบผิด โปรแกรมก็จะไปยังกรอบซ่อมเสริม ก่อนจะกลับมายังคำถามเดิมใหม่



ภาพประกอบ 14 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมหลายกิ่ง
(บุบผชาติ ทักษิกรณ์. 2535 : 59)

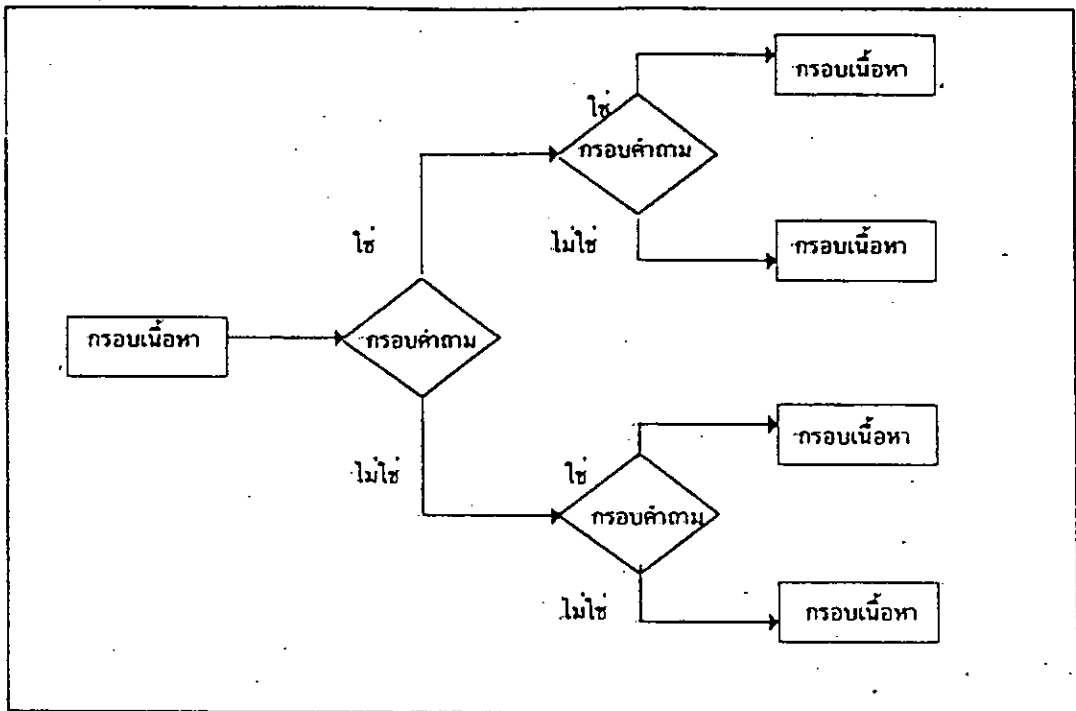
2.8 แบบแตกกิ่งคู่ (Branching Frame Sequence) บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้องจะทำให้ผู้เรียนผ่านจากกรอบเนื้อหาหนึ่งไปยังอีกกรอบเนื้อหาหนึ่ง กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบจะแสดงข้อความ 1-2 ย่อหน้า ซึ่งจะเป็นข้อมูลให้ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหาและเลือกคำตอบที่มีอยู่ 3 คำตอบ โดยมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้ไปยังกรอบใดต่อไป ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องก็จะไปยังเนื้อหากรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็จะต้องไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมเพื่อศึกษาแล้วตอบคำถามใหม่อีกครั้ง ดังนั้นการตอบสนองที่ถูกต้องของผู้เรียนขึ้นอยู่กับความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาและความสามารถในการประยุกต์ข้อมูลที่ได้รับในกรอบนั้น ๆ ผู้เรียนบางคนอาจต้องผ่านทั้งกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมทุกกรอบ บางคนก็ผ่านกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมเพียงบางกรอบ



ภาพประกอบ 15 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบแตกกิ่งคู่

(บุบผชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 60)

2.9 แบบกิ่งประกอบ (Compound Branches) บทเรียนรูปแบบนี้ใช้กันมากในการเรียนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียน หรือในสถานการณ์การแก้ปัญหา คำถามอยู่ในรูปแบบที่มีคำตอบใช่หรือไม่ใช่ กิ่งที่แยกจากแต่ละกรอบคำถามจะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ตามพื้นฐานความรู้ความเข้าใจและความสามารถที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล



ภาพประกอบ 16 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบกิ่งประกอบ

(บุบผชาติ ทัพพิกรณ์. 2535 : 61)

หลักการเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสร้างบทเรียน

ช่วงโชติ พันธุเวช (2535 : 10) เสนอแนวคิดว่าการพัฒนาและการสร้างโปรแกรมทางด้าน CAI นั้นสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. การสร้างบทเรียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงเช่น ภาษาซี ปาสคาล ระบบนี้จะอยู่ในวงการของนักคอมพิวเตอร์เสียเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการสร้างบทเรียนด้วยการใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์เขียน ต้องอาศัยความชำนาญการ และประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างมาก ดังนั้น การสร้างบทเรียนวิธีนี้จึงอยู่เฉพาะของผู้สอนและครูน้อย เหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การพัฒนางานทางด้าน CAI ไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร

2. การสร้างบทเรียนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป แยกได้เป็น 2 ระบบคือ

2.1 การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่าง ๆ เช่น PC Story Broad, Show Partner, Paint Brush, dBASE ในการสร้างและพัฒนาบทเรียน CAI ซึ่งมีข้อจำกัดและไม่สมบูรณ์หลาย ๆ เรื่อง

2.2 ระบบนิพนธ์บทเรียน (Authoring System) โปรแกรมระบบนี้ จะถูกเขียนและพัฒนาขึ้นด้วยผู้เชี่ยวชาญและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ หรือ Programmer ระบบนี้ออกแบบไว้สำหรับการสร้างและการนำเสนอบทเรียน CAI โดยเฉพาะ ดังนั้นการใช้งานจึงง่ายและสะดวกต่อครูและผู้สอนที่ไม่มีทักษะทางด้านการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างและผลิตบทเรียน CAI แต่เนื่องจากระบบนี้ยังหากระบบที่มีมาตรฐานโดยเฉพาะอย่างยิ่งฉบับที่เป็นภาษาไทยยังไม่มี และเป็นระบบที่ค่อนข้างยุ่งยากต่อการออกแบบและพัฒนา ถ้าเป็นระบบโปรแกรมของต่างประเทศที่ค่อนข้างจะได้มาตรฐาน เช่น ระบบ PLATO, Authorware, PINETenCORE เป็นต้น แต่มีข้อจำกัดบางประการ เช่น ราคาค่อนข้างสูง และต้องการใช้ฮาร์ดแวร์ที่มีขีดความสามารถค่อนข้างมาก

โปรแกรมนิพนธ์บทเรียนที่ดีนั้น ควรมีลักษณะที่ใช้งานได้ง่าย โดยที่ครูผู้สร้างบทเรียนไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์อย่างมาก และสามารถใช้โปรแกรมนี้สร้างและผลิตบทเรียนได้อย่างดี ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. ใช้ผลิตตัวหนังสือและตัวอักษรต่าง ๆ
 2. ใช้สร้างภาพ ลวดลายแบบ และกราฟิกต่าง ๆ
 3. ใช้สร้างปัญหาโจทย์และแบบฝึกหัด
 4. ใช้ควบคุมการทำงานและข้อมูล
 5. ใช้จัดการแฟ้มข้อมูล
 6. ใช้สร้างบทเรียนและควบคุมบทเรียน
 7. ใช้ควบคุมการทำงานของไมโครและเพรอมต่าง ๆ ของบทเรียน
 8. ใช้ Run บทเรียน
 9. ใช้เก็บ System Environment และพจนานุกรมหรือ Dictionary ต่าง ๆ
- ชูศักดิ์ เพรสคอตท์ (ม.ป.ป.) ได้กล่าวถึงการพิจารณาเลือกใช้โปรแกรม

คอมพิวเตอร์เพื่อใช้สร้าง CAI ดังนี้

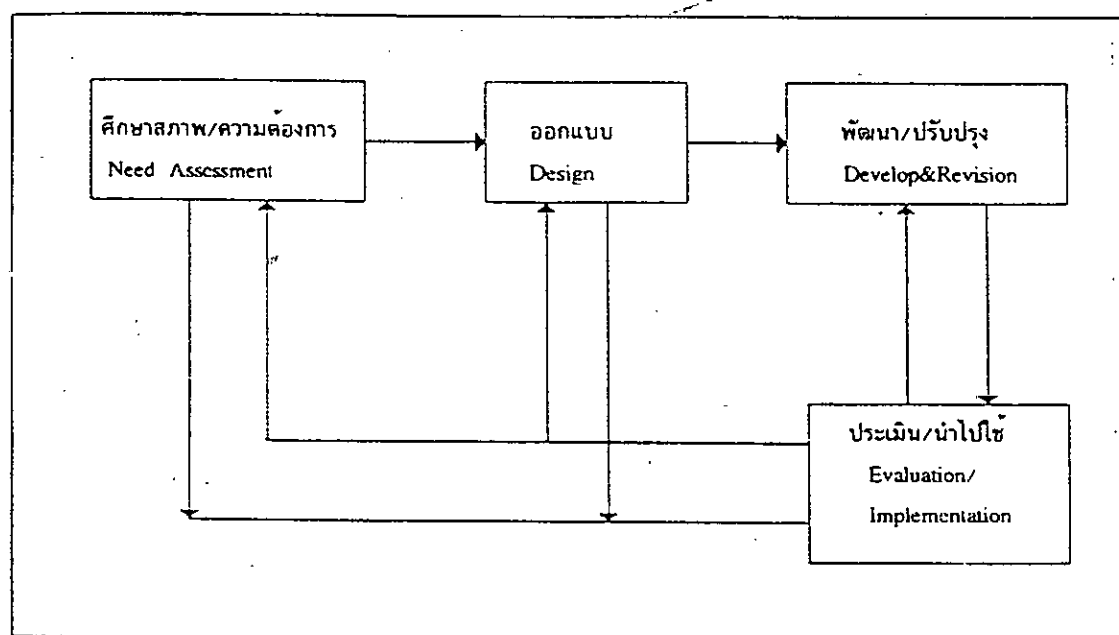
1. ความง่ายของการสร้างบทเรียนและการใช้บทเรียนหลังจากที่สร้างเนื้อหาแล้ว
2. ความสามารถในการสร้างงานกราฟิกที่มีความละเอียดหรือสีตามที่เรากำลังต้องการ รวมถึงการแสดงภาพเคลื่อนไหว (Animation)
3. ความสามารถในการใช้เสียงประกอบ

4. ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ CAI ที่ดีควรมีขีดความสามารถในการโต้ตอบและการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ได้ตามสมควร เพื่อให้บทเรียนน่าสนใจ และผู้เรียนทราบผลของการเรียนของตนเอง

5. ความสามารถในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ตลอดจนการรับหรือเก็บข้อมูลที่จำเป็น

6. ความสามารถในการใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษร่วมกับภาษาไทยตลอดทั้งความยืดหยุ่นในการออกแบบตัวอักษรหรือเลือกใช้ตัวอักษรที่มีขนาดรูปแบบและสีตามต้องการ

ดังนั้น ก่อนลงมือสร้างบทเรียนควรศึกษารายละเอียดต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมา รวมไปถึงการวางแผนอย่างดีให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน ถ้าขั้นตอนทุกขั้นตอนสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องตามรูปแบบของ ฮานาฟิน และ แพค (จำลอง ทับสี. 2536 : 3 ; อ้างอิงมาจาก Hannafin and Pack. n.d.) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์จะสมบูรณ์แบบและเป็นบทเรียนที่ดีมีประสิทธิภาพ



ภาพประกอบ 17 รูปแบบขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน Hannafin และ Pack (จำลอง ทับสี. 2536 : 3)

ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีนั้น จลอง ทับสี (2536 : 2 - 5) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่ชัดเจน
2. ต้องเข้ากันได้ดีกับลักษณะของผู้เรียน
3. ให้มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับเครื่อง (Interaction) ให้มากที่สุด
4. ควรจะเป็นลักษณะการให้การศึกษารายบุคคล (Individualized)
5. ต้องมีกลไก ที่จะกระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียนให้ได้
6. ต้องได้ตอบกับผู้เรียน ในลักษณะของการสร้างสรรค์
7. ควรจะเลือกใช้การป้อนกลับ (Feedback) หลาย ๆ ลักษณะ
8. สามารถประเมินผลการเรียนได้อย่างเหมาะสม
9. สามารถใช้คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม
10. ต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักการออกแบบการเรียนการสอน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ช่วงโชติ พันธุเวช (2535 : 4 - 8) ได้กล่าวถึงการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนออกแบบบทเรียน

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา
 - 1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป
 - 1.2 จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน
 - 1.3 เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา
 - 1.4 เลือกหัวเรื่องและเขียนหัวข้อย่อย
 - 1.5 เลือกเรื่องที่จะนำมาสร้างบทเรียน
 - 1.6 นำเรื่องที่เลือกแยกเป็นหัวข้อย่อยแล้วจัดลำดับความต่อเนื่อง และสัมพันธ์

ในหัวข้อย่อยของเนื้อหา

2. กำหนดจุดมุ่งหมาย จุดมุ่งหมายควรบ่งบอกถึงสิ่งที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะได้รับ ซึ่งอาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนหรือหลังการเรียนก็ได้ เช่นใช้คำว่า อธิบายได้ แยกแยะ เปรียบเทียบได้ สามารถทำได้ วิเคราะห์ได้ ฯลฯ

3. การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม

3.1 กำหนดเนื้อหา กิจกรรมการเรียน และมนทัศน์ที่คาดหวังว่าจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

3.2 เขียนเนื้อหาสั้น ๆ ทุกหัวข้อย่อยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.3 เขียนความคิดรวบยอดทุกหัวข้อย่อย จากนั้นนำมา

3.3.1 จัดลำดับเนื้อหา ได้แก่

- บทนำ
- ระดับของเนื้อหาและกิจกรรม
- ลำดับและความสำคัญก่อนหลังของเนื้อหา
- ความต่อเนื่องของเนื้อหาแต่ละกรอบหรือเฟรม
- ความยากง่ายของเนื้อหา
- เลือกและกำหนดสื่อที่จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้

3.3.2 เขียนผังงาน (Layout Content) เช่น

- แสดงการเริ่มต้นและจุดจบของเนื้อหา
- แสดงการเชื่อมต่อ และความสัมพันธ์การเชื่อมโยงของบทเรียน
- แสดงการปฏิสัมพันธ์ของเฟรมต่าง ๆ ของบทเรียน
- แสดงเนื้อหา จะใช้แบบสาขาแตกขยาย หรือแบบเชิงเส้น
- การเลื่อนไหลของเนื้อหา และวิธีการเสนอเนื้อหาและกิจกรรม

3.3.3 การออกแบบจอภาพและการแสดงผล

- บทนำและวิธีการใช้โปรแกรม
- การจัดเฟรม หรือแต่ละหน้าจอ
- การทำให้สี แสง เสียง ภาพ ลาย และกราฟิกต่าง ๆ
- แบบของตัวอักษร
- การตอบสนองและการโต้ตอบ

- การแสดงผลบนจอภาพและเครื่องพิมพ์

หลังจากการกำหนดผังงานแสดงความสัมพันธ์ และปฏิสัมพันธ์ของเนื้อหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการออกแบบการนำเสนอหรือแสดงเนื้อหาบนจอภาพ เป็นต้นว่า

- การจัดตำแหน่งและขนาดของเนื้อหา
- การออกแบบและแสดงภาพและกราฟิกบนจอแสดงผล
- การแสดงข้อความวิธีการใช้บทเรียน
- การออกแบบเฟรมต่าง ๆ ของบทเรียน และการนำเสนอ
- การวัดและประเมินผล แบบปรนัย จัปคู่ และเติมคำตอบ ฯลฯ

3.3.4 กำหนดความสัมพันธ์

- ความสัมพันธ์ของเนื้อหา
- กิจกรรม ฯลฯ

นอกจากนี้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ กาเย่ (Gagné) ดังที่ สุกวี รอดโพธิ์ทอง (2536 : 4 - 10) ได้ทำการสรุปสาระสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. สร้างความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มเรียนนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับแรงกระตุ้นและแรงรู้สึกอยากที่จะเรียน ดังนั้นบทเรียนจึงควรเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ สีและเสียง หรือส่วนประกอบทั้งหลาย ๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียนและเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาไปในตัวตามลักษณะการเรียนแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน การเตรียมตัวและกระตุ้นผู้เรียนในขั้นแรกนี้ก็คือ การสร้าง Title ของบทเรียนเอง ข้อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้คือ Title นั้นควรจะทำออกแบบเพื่อให้สายตาผู้เรียนอยู่ ณ ตำแหน่งที่เหมาะสม ไม่ใช่ว่าจะวางอยู่ที่บนพิมพ์ แต่หากว่า Title ดังกล่าวต้องการการตอบสนองจากผู้เรียนเส้นทางบนพิมพ์ก็ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น การกดแคร่ยาว (Space Bar) รายการกด Key ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

เพื่อที่จะสร้างความสนใจของผู้เรียน ผู้ที่ออกแบบบทเรียน CAI ควรจะคำนึงถึงหลักการแบบนี้

1. ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหา และกราฟิกนั้นควรมีขนาดใหญ่และง่ายเสียก่อน

2. ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคอื่น ๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหวแต่ควรสั้น
3. ควรใช้สีเข้าช่วยโดยเฉพาะสีเขียว แดง และน้ำเงิน หรือสีเข้มอื่นที่ติดกับสีพื้นชัด
4. ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิก
5. กราฟิกควรจะค้างบนจอภาพจนกระทั่งผู้เรียนกด Key หรือ Space Bar
6. ในกราฟิกดังกล่าวควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วย
7. ควรใช้เทคนิคการเขียนกราฟิกที่แสดงบนจอได้เร็ว
8. กราฟิกนั้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้ว ต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives)

การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น นอกจากผู้เรียนจะารู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้ว ยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย และการที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ นี้เองจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้อง และสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น และนอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้ว การวิจัยยังพบว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียนจะสามารถจำ และเข้าใจในเนื้อหาได้ดีกว่าอีกด้วย

การบอกวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบ ตั้งแต่แบบที่เป็นวัตถุประสงค์กว้าง ๆ จนกระทั่งการบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น หลักการทางหนึ่งคือ ข้อความที่เสนอบนจอควรเป็นข้อความที่สั้นและได้ใจความ และข้อเสนอแนะถ้าควรจะมีส่วนจูงใจผู้เรียนด้วย ดังนั้นการบอกถึงวัตถุประสงค์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน จึงนิยมใช้ข้ออื่นและโน้มน้าวใจผู้เรียน ส่วนจะเป็นวัตถุประสงค์กว้าง ๆ หรือเชิงพฤติกรรมนั้นคงขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของผู้เขียนบทเรียนและเนื้อหาของบทเรียน

การบอกวัตถุประสงค์จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนหากผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน คำนึงถึงเกณฑ์ต่อไปนี้

1. ใช้คำสั้น ๆ และเข้าใจง่าย
2. หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเข้าใจโดยทั่วไป
3. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป
4. ผู้เรียนควรมีโอกาสทราบว่าหลังจากเรียนจบแล้วจะนำไปใช้ทำอะไรได้บ้าง
5. หากบทเรียนนั้นมีบทเรียนย่อยหลาย ๆ บทเรียน หลังจากบอกวัตถุประสงค์กว้าง ๆ

หากจะตามด้วย Menu และหลังจากนั้นควรจะเป็นวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อย

6. การกำหนดให้วัตถุประสงค์ปรากฏบนจอแสดงผลทีละข้อ เป็นเทคนิคที่ดี แต่ทั้งนี้ควรตระหนักรหว่างช่วงให้เหมาะสม หรือให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อดูวัตถุประสงค์ข้อต่อไปทีละข้อ

7. เพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจ อาจใช้กราฟิกง่าย ๆ เข้าช่วย เช่น กรอบ ลูกศร ทรงเรขาคณิต การใช้การเคลื่อนไหวยังไม่จำเป็น

3. ทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวความคิดนั้น ๆ

ผู้เรียนยังไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรมจะต้องหาวิธีการประมวลความรู้เดิมในส่วนที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ ทั้งนี้นอกจากเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะมีความรู้ใหม่แล้ว สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดานสิ่งที่มาก่อนเพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย แบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด (คำอ่าน) หรือภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม จะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับเนื้อหาด้วย ตัวอย่างเช่น ในการสอนสมการ 2 ชั้น หากผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจสมการสองชั้นได้ ในกรณีนี้ควรจะมีวิธีการวัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะเรียนสมการสองชั้นหรือไม่ ลักษณะนี้การทดสอบมีความจำเป็นหากพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจ ก็อาจแนะนำให้กลับไปเรียนบทเรียนสมการชั้นเดียวก่อนหรือผู้เรียนบทเรียนอาจต้องเขียนโปรแกรมย่อย เรื่องสมการชั้นเดียว เพื่อการทบทวนดังกล่าวก็ได้

สิ่งที่ผู้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ควรคำนึงถึงในการออกแบบบทเรียน
ขั้นนี้มีดังนี้

1. ไม่ควรคาดหวังเอาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนศึกษาเนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรมี
การทดสอบหรือให้ความรู้เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่
2. การทบทวนหรือทดสอบควรรีบทะขั้บและตรงจุด
3. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจากบททดสอบ' เพื่อไปศึกษา
ทบทวนได้ตลอดเวลา
4. หากไม่มีการทดสอบความรู้เดิม ผู้เขียนโปรแกรมควรหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อน
กลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว หรือสิ่งที่ได้ก็มีประสบการณ์แล้ว
5. การกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด หากทำด้วยภาพประกอบคำพูด จะทำให้บทเรียน
น่าสนใจขึ้น

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบกับคำพูดที่สั้น ง่าย และได้ใจความเป็น
หัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจ
เนื้อหาง่ายขึ้น และความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูด (คำอ่าน) เพียงอย่างเดียว
ภาพช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมมาห้ง่ายต่อการรับรู้ จริงอยู่ว่าบางความคิดรวบยอด นั้น
มีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบวิธีหนึ่งที่จะขอเสนอแนะในที่นี้คือ "วิธีการสร้างภาพ
จากความหมาย" ตัวอย่างเช่น ในส่วนของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ "การกีดกันผิว" เราควรจะ
วิเคราะห์ความหมายของคำ ๆ นี้ก่อนว่าหมายถึงอะไร และเกี่ยวข้องกับคำ ๆ ใดบ้าง คำว่า
"กีดกันผิว" เกี่ยวข้องกับ "การแบ่งแยก" "การกีดกัน" และ "สีผิว" จากคำสำคัญเหล่านี้ขึ้น
ต่อไปคือหาภาพ สิ่งของหรือสิ่งที่คิดว่าผู้เรียนเข้าใจดี และมีความหมายแทนการแบ่งแยกหรือ
การกีดกันได้ นอกจากการใช้ภาพเปรียบเทียบ (Analogical Picture) เพื่อช่วยอธิบาย
ความเป็นนามธรรมดังกล่าวแล้ว การใช้แผนภูมิ แผนภาพ หรือแผนสถิติก็เป็นสิ่งที่ออกแบบโปรแกรม
ควรคำนึงอยู่เสมอ

อย่างไรก็ดีการใช้ภาพประกอบการศึกษาเนื้อหาในส่วนนี้อาจจะไม่ได้ผลเท่าที่ควร หาก

1. มีรายละเอียดมากเกินไป
2. ใช้เวลามากไป (ปรากฏบนจอแสดงผลช้า)
3. ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
4. เข้าใจยาก
5. ไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ไม่สมดุล

ในส่วนของเนื้อหาที่เสนอเป็นคำอ่านหรือคำอธิบายนั้น ในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากเกินไป เพราะนอกจากผู้เรียนอาจรู้สึกเบื่อกับที่ต้องนั่งอ่านเฉย ๆ โดยไม่ได้ทำอะไรเลย แม้กระทั่ง กด Space Bar การบรรจุข้อความมาก ๆ และเบียดเสียดกันยังทำให้อ่านยากอีกด้วย

สรุปแล้วในการเสนอเนื้อหาใหม่ที่น่าสนใจ ผู้ออกแบบโปรแกรมควรต้องคำนึงถึงสิ่ง ดังนี้

1. ใช้ภาพประกอบการเสนอเนื้อหาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ
2. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ
3. ในการเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ใช้ตัวชี้แนะ (Cue) ในส่วนของข้อความสำคัญ เป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี ฯลฯ การใช้ตัวชี้แนะด้วยคำพูด เช่น "ดูที่ด้านล่างของภาพ..." เป็นต้น)
4. ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
5. จัดรูปแบบของคำอ่านให้ให้อ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มคำอ่านให้จบเป็นชั้น
6. ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย
7. หากการแสดงกราฟิกของเครื่องที่ใช้ทำได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
8. หากเป็นจอสี ไม่ควรใช้เกิน 3 สี ในแต่ละเฟรม (รวมทั้งสีพื้น) ไม่ควรเปลี่ยนสี

ไปมาโดยเฉพาะสีหลักของ Text

9. คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้น ๆ คำนึงเคย และเข้าใจตรงกัน
10. นาน ๆ ครั้งควรจะทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นแทนที่จะให้กด Space Bar อย่างเดียว (เช่น บอกว่า "ลองพิมพ์คำว่า TREE ซิ" หลังจากพิมพ์แล้วกด Enter จะปรากฏภาพต้นไม้หรือพิมพ์คำว่า Balloon แล้ว คำว่า Balloon จะปรากฏอยู่ในลูกโป่งที่วาดไว้แล้ว เป็นต้น)

5. ชี้นำแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีบางทฤษฎีได้กล่าวว่าการเรียนรู้ที่กระจำจืด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือ การที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้ และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่

หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในขั้นนี้ก็คือพยายามหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังจะต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำจืดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคของการใช้ภาพเปรียบเทียบดังได้กล่าวข้างต้น เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-Example) อาจช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะและเข้าใจความคิดรวบยอดต่าง ๆ ชัดเจนขึ้น

ในบางเนื้อหาผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน อาจใช้หลักของ "Guided Discovery" ซึ่งหมายถึงการพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนจะค่อย ๆ ชี้นำจากจุดกว้าง ๆ และแคบลง จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง และเช่นกันเทคนิคการให้ตัวอย่างและให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างช่วยได้ในขั้นนี้ นอกจากนั้นการใช้คำพูดกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้

สรุปแล้วข้อควรคำนึงถึงในการสอนขั้นนี้ มีดังนี้

1. แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อยมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร
2. แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้หรือประสบการณ์มา
3. พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป (เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ เช่น ตัวอย่างของถ้วยหลาย ๆ ชนิด หลาย ๆ ขนาด)
4. ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง (เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น กระบองนี้ ภาพของจาน ภาพแก้วนี้ และบอกว่าเหล่านี้ไม่ใช่ถ้วย เป็นต้น)
5. การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปนามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหา เช่น ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมเป็นรูปธรรม

6. กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม เช่น

คอมพิวเตอร์ : คิดว่านักเรียนคงเคยเห็นแมงมุมนะ ลองคิดชักนิตชีว่าทามเราถึงเรียกมันว่าแมงมุม

คอมพิวเตอร์ : นักเรียนคงเคยเห็นลูกขนไก่ เวลาตีลูกขึ้น ลูกที่มีขนมากจะตกช้า แต่ลูกที่มีขนน้อยจะตกเร็ว

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)

ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกระทำในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การถาม การตอบ ในด้านของการจำนั้น ย่อมจะดีกว่าผู้เรียนได้อ่านหรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่น ๆ อย่างเช่น วีดิทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ หรือสื่อการสอนอื่น ๆ ซึ่งจัดเป็นสื่อการสอนแบบ Non-interactive คือ การเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมได้หลายลักษณะ แม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็นของกิจกรรม และการโต้ตอบกับเครื่องก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย และเมื่อมีส่วนร่วมก็มีส่วนคิด การค้นหาหรือคิดตาม ย่อมมีส่วนผูกประสานให้โครงสร้างทางการจำดีขึ้น

เพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรมขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งจะขอแนะนำดังนี้

1. พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดการเรียนบทเรียน
2. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้น ๆ เพื่อเรียกความสนใจ เป็นบางครั้งตามความเหมาะสม
3. ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป
4. ถามคำถามเป็นช่วง ๆ ตามความเหมาะสม

5. เข้าความคิด และจินตนาการด้วยคำถาม

6. ไม่ควรถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ

ถ้าจำเป็นควรให้เลือกตอบตามตัวเลือก

7. หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ หลายครั้งเมื่อทำผิด เมื่อผิดสักครั้งสองครั้งควรจะ
ให้ Feedback และเปลี่ยนทำกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป

8. การตอบสนองที่มีผิดพลาดบ้างด้วยความเข้าใจผิด อย่างเช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข
1 หรือ Space ในการพิมพ์ อาจเกินใบหรือขาดหาย บางครั้งใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ บางครั้งอนุโลม

9. ควรจะแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนแฟรมเดียวกับคำถามและ Feedback
ควรจะอยู่บนแฟรมเดียวกันด้วย

7. ให้ข้อมูลป้อนกลับ (Provide Feedback)

การวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นั้นจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้น
ถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เรียนโดยการบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้การทำข้อมูลป้อนกลับ (Feedback)
เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรง
ไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การทำให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) เป็นภาพจะช่วยเพิ่มความสนใจยิ่งขึ้น
โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตาม การให้ข้อมูลป้อนกลับ
(Feedback) เป็นภาพหรือ Visual Feedback นี้ อาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการ
ดูว่าหากทำผิดมาก ๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น

หลักการต่อไปนี้เป็นการแนะนำในการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback)

1. การให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง
2. บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด
3. แสดงคำถาม คำตอบ และการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) บนแฟรมเดียวกัน
4. ใช้ภาพง่ายที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
5. หลีกเลี่ยงผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback)

ที่ต้นตอในกรณีการทำผิด

6. อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้ หากภาพที่เกี่ยวข้องไม่สามารถนำเสนอได้

7. ใช้เสียงได้ขึ้นสูงสำหรับคำตอบที่ถูกต้อง และเสียงต่ำหากตอบผิด
8. เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากผู้เรียนทำผิด 1 - 2 ครั้ง
9. ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมาย
10. เสนอข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) เพื่อสร้างความสนใจ

8. ทดสอบความรู้ (Assess of Performance)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดเป็นบทเรียนแบบโปรแกรม การทดสอบความรู้ใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียน หรือการทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง การทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไปหรือยัง อย่างใดอย่างหนึ่ง

การทดสอบดังกล่าวนอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนรู้แล้ว ยังมีผลในการจําแนกชั้นของผู้เรียนด้วย ข้อสอบจึงควรถามเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ข้อแนะนำต่าง ๆ การออกแบบบทเรียนเพื่อทดสอบในขั้นนี้ มีดังนี้

1. ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
2. ข้อทดสอบ คำตอบ และข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) อยู่บนแฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว
3. หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป นอกเสียจากว่าต้องการจะทดสอบการพิมพ์
4. ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม หากว่าใน 1 คำถามมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ให้แยกเป็นหลาย ๆ คำถาม
5. บอกผู้เรียนด้วยว่า ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูก และกด F ถ้าเห็นว่าผิด เป็นต้น
6. บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอย่างอื่นด้วยหรือไม่ อย่างเช่น HELP OPTION

7. คำนึงถึงความแม่นยำ และความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ
8. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษร แต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรจะบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ไม่ใช่ว่าตอบผิด
9. อย่าทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบการทดสอบอย่างเหมาะสม
10. ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดหากพิมพ์ผิดพลาด หรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็ก แทนที่จะเป็นตัวใหญ่ เป็นต้น

9. การจำและนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer)

ในการเตรียมการสอนสำหรับชั้นเรียนปกติ ตามข้อเสนอแนะของ Gagne' นั้น ในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสทบทวน หรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้ หรืออาจจะแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นเมื่อประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน จึงขอเสนอแนะข้อควรปฏิบัติดังนี้

1. บอกผู้เรียนว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยแล้วอย่างไร
2. ทบทวนแนวคิดที่สำคัญเพื่อเป็นการสรุป
3. เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์
4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูล ที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการสร้างนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน โดยการออกแบบให้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่มีการผสมผสาน อักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เข้าด้วยกัน โดยอาศัยการสร้างที่เน้นรูปแบบ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. การใช้เมนู (Menu Driven) เป็นการจัดลำดับหัวข้อบทเรียนทำให้ผู้เรียนใช้บทเรียนเลือกข้อมูลที่ต้องการได้ตามที่ต้องการ และการใช้เมนูประกอบด้วยเมนูหลัก (Main Menu) ซึ่งแสดงหัวข้อให้เลือก ในแต่ละหัวข้อหลักก็จะประกอบด้วยเมนูย่อยที่มีหัวข้ออื่นให้เลือกอีก รวมถึงการแยกไปยังส่วนของเนื้อหาได้โดยทันที

2. การใช้ฐานข้อมูลไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia Database) โดยการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านมัลติมีเดีย รวมกับแนวคิดทางไฮเปอร์เท็กซ์ เป็นรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ให้ผู้เรียนเลือกไปตามเส้นทางที่เชื่อมความสัมพันธ์ ซึ่งอาจเป็นคำ ข้อความ ทั้งนี้การเชื่อมโยงมีลักษณะเหมือนใยแมงมุม โดยผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาไปตามที่สนใจ

3. การใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) ปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบนี้ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทดลอง หรือศึกษาสื่อจำลอง ทั้งนี้ถือเป็นรูปแบบหนึ่งของการสร้างองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรมไปสู่การเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนขึ้น

4. การใช้แบบฝึกหัด (Exercise Driven) เป็นรูปแบบการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนประเภทฝึกฝนและปฏิบัติ (Drill and Practice) และการสอบ (Testing) ลักษณะทั่วไปของกิจกรรมคือ ผู้ใช้บทเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเลือกข่าวสารข้อมูล เพื่อแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนในแต่ละเนื้อหา ทั้งนี้รูปแบบของบทเรียนจะเป็นแบบเชิงเส้น (Linear) และแบบแตกกิ่ง (Branching)

ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเมื่ออยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งดวงใจ ศรีธวัชชัย (2535 : 23 - 24) จีรพัฒน์ ชัยพร (2537 : 53 - 54) ศรีศักดิ์ จามรมาน (2535 : 72) วชิระ อินทร์อุดม (2537 : 17 - 18) กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 198) สักดา ไชยกิจวิทยุ (2536 : 10 - 11) และวีระ ไทยพานิช (2536 : 11 - 12) ได้กล่าวถึงข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนไว้คล้ายคลึงกัน สรุปได้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่

2. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้าสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างไม่มีแรง และไม่ต้องอายผู้อื่น
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกบทเรียนและวิธีการเรียนได้หลายแบบ ทำให้ไม่เบื่อหน่ายขณะเรียน
4. ผู้เรียนสามารถที่จะทบทวนบทเรียนที่เคยเรียนมาแล้ว เพื่อเกิดความเข้าใจได้ตลอดเวลา
5. ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับ ผู้เรียนให้เรียนรู้อย่างจริงจังก่อนที่จะผ่านบทเรียนนั้นไป
6. คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเปิดโอกาสให้กับนักเรียนได้เรียน และทำงานเกี่ยวกับโปรแกรม (Software) ที่กว้างขวาง และดีกว่าการสอนปกติ นักเรียนได้เรียนแบบ Active Learning ตลอดจนเรียนการแก้ปัญหาที่สลับซับซ้อนมากกว่าการสอนตามปกติ
7. ผู้เรียนที่ค่อนข้างเรียนช้า จะมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นมากกว่าผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเรียนตามปกติ (จากผลงานวิจัย)
8. เป็นการสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้กับผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียน แต่เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียน เรียนตามความสนใจของตนเอง
9. มีความรวดเร็วในการโต้ตอบกับผู้เรียนแต่ละคน ถือเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนอยากเรียนมากขึ้น
10. คอมพิวเตอร์สามารถสอนความคิดรวบยอดและทักษะที่เป็นการยากต่อการสอนโดยครูหรือการเรียนจากแบบเรียน การจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์จะช่วยให้นักเรียนเรียนได้ง่ายขึ้น
11. คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างแนวความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การใช้หลักการของคอมพิวเตอร์เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนสามารถสร้างจินตนาการ ความคิดแบบอิสระได้อย่างเต็มที่

12. คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างความคิดแบบมีเหตุมีผลเป็นตรรก (Logic) เพราะหลักการ
ทำงานของคอมพิวเตอร์เป็นหลักการของเหตุผล เป็นหลักการที่จะช่วยสร้างนิสัยของผู้เรียน ใน
เรื่องเหตุผลได้เป็นอย่างดี

13. ขณะเรียนผู้เรียนมีลักษณะความเป็นส่วนตัว ทำให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนและ
สร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียน โดยเฉพาะผู้เรียนที่เรียนช้า

14. การที่คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการเก็บข้อมูลสูง สามารถนำมาใช้ในการศึกษา
เป็นรายบุคคล และสามารถกำหนดบทเรียน ให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนได้ (โดยเฉพาะนักเรียน
ที่มีความสามารถพิเศษ) และสามารถตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนได้ตลอดเวลา

15. ช่วยขยายขีดความสามารถของครูผู้สอนในการจัดเก็บข้อมูล และสะดวกในการนำข้อมูล
ออกมาใช้ จึงช่วยให้ครูผู้สอนสามารถดูแลนักเรียนได้อย่างใกล้ชิด

16. สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับ และให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ทั้งใน
รูปของข้อความ เสียง ภาพ และเมื่อผู้เรียนทำผิดก็สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ทันที ซึ่งเป็น
การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้

17. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพในด้านลดเวลาในการเรียนทบทวนของผู้สอนและมี
ประสิทธิภาพในการทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดหมาย

18. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนน
และพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียน เพื่อช่วยในการวางแผนและปรับปรุงการเรียนในขั้นต่อไป

ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแม้ว่าจะมีข้อดีหลายประการทั้งต่อผู้เรียนและผู้สอน
หรือต่อการจัดการเรียนการสอน อย่างไรก็ตาม คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมีข้อจำกัดในการนำมา
ใช้งานอยู่ด้วยเช่นกัน ดังที่ ยืน ภู่วรรณ (2531 : 142 - 147) ครรชิต มัลลียงศ์
(2532 : 144) อมร สุขจาวีรส (2533 : 51 - 52) และสุภาณี มีคะนุช (2534 :
36 - 37) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ไว้ ซึ่งประมวลได้ดังนี้

1. วิธีการโต้ตอบระหว่างคนกับเครื่องยังไม่ดี ทำให้ไม่มีความเป็นธรรมชาติ

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นในปัจจุบัน บางเรื่องไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าผู้เรียนได้เรียนรู้ และเกิดความเข้าใจจนบทเรียนนั้นมากนักน้อยเพียงใด
3. โปรแกรมที่นำมาใช้สร้างบทเรียน ต้องมีประสิทธิภาพเพียงพอ มีความสมบูรณ์ทั้งเนื้อหา และเทคนิคเร้าความสนใจต่าง ๆ เหมาะสมกับวัยผู้เรียน และโปรแกรมมีคุณภาพต้องใช้เวลาการผลิตนาน และอาศัยผู้มีความสามารถในหลายด้าน
4. การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมาใช้ ครูผู้สอน ต้องมีบทบาทในการวางแผน และจัดการเรียนด้านต่าง ๆ ประกอบ
5. การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาต้องใช้งบประมาณลงทุนสูง
6. จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมีจำนวนไม่พอเพียงกับจำนวนนักเรียน
7. ซอฟต์แวร์ (Software) ที่มีประสิทธิภาพและไม่เพียงพอต่อความต้องการ
8. การให้เครื่องทำงานและการบำรุงรักษา ครูผู้สอนต้องใช้เครื่องตามสมควร ตลอดจนแก้ปัญหาที่เกิดจากการขัดข้องได้บ้าง ซึ่งก็เป็นการสร้างภาระให้กับครูผู้สอน
9. ครูไม่มีโอกาสได้รับการอบรมอย่างเพียงพอ
10. ครูมีความรู้สึกที่คอมพิวเตอร์จะมาแทนที่ครู ทำให้ครูรู้สึกต่อต้านการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในโรงเรียน

การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน มาใช้ในการเรียนการสอนนั้นก่อให้เกิดผลดีและประโยชน์แก่ครูผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก ในขณะเดียวกันก็พบปัญหาหรือข้อจำกัดที่ทำให้การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมาใช้ในโรงเรียนยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร การที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมาใช้ในห้องเรียนให้เกิดประโยชน์ ควรจะได้มีการวางแผน และการให้ความรู้กับบุคลากร เพื่อที่จะได้ใช้คอมพิวเตอร์อย่างคุ้มค่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนจะเป็นสื่อที่มีประโยชน์ในวงการศึกษาอย่างมาก ถ้าผู้ใช้นำมาใช้อย่างถูกต้อง

6. เอกสารที่เกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

การสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

บุบผชาติ ทักษิกรณ์ (2535 : 60 - 61) ได้กล่าวถึงการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนว่า ควรมีการวางแผนอย่างเป็นระบบโดยคำนึงถึงกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้

1. การกำหนดขอบข่ายของเนื้อหา
2. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในรูปของพฤติกรรมของผู้เรียน
3. การกำหนดลักษณะของผู้เรียน เช่น อายุ ระดับการศึกษา ความรู้ และทักษะ

เป็นต้น

4. การเตรียมวงเค้าโครงของเนื้อหา
5. การพิจารณาว่าเนื้อหานั้นเหมาะสมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (CAI)
6. การเตรียมบอร์ดเรียบเรียงบัตรเนื้อหา (Storyboard)
7. การเขียนสคริปต์บทเรียนว่าจะนำเสนออย่างไร
8. การเลือกผู้ร่วมงานที่จะช่วยในการเตรียมบทเรียน
9. การรวบรวมวัสดุอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ เช่น หนังสือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ฯลฯ
10. การออกแบบผังงานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Flow Charting)
11. การสร้างกรอบเนื้อหาที่จะปรากฏบนจอภาพทั้งในส่วนที่ใช้บททวน และแตกกิ่ง
12. การเตรียมภาพที่จะมีในกรอบจอแสดงผล
13. การลงมือสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
14. การทดลองใช้และปรับปรุง

นอกจากนี้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนยังคงต้องอาศัยเทคนิคการสร้างบทเรียนโปรแกรมเข้าช่วย ซึ่งในที่นี้ สุนันท์ สังข์อ่อง (2536 : 203) ได้กล่าวถึงเทคนิคการสร้างบทเรียนโปรแกรมว่ามี 3 รูปแบบ คือ

1. แบบธรรมดา (Spiral) เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้น โดยเน้นการเรียนรู้ที่ได้จากความจำในสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว และจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้จากสิ่งที่ย่างไปจนถึงมโนคติที่ซับซ้อนขึ้น

2. แบบสืบสวนหรือค้นพบ (Discovery) เป็นแบบที่ให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (Self-Evident Information) และกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้มนต์ได้ด้วยตนเอง

3. แบบนักเรียนทำกิจกรรมหาคำตอบเอง (Heuristic Technique) เป็นแบบที่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมแล้วค้นพบคำตอบในแต่ละกรอบด้วยตนเอง

ลำดับขั้นของกิจกรรมของนักเรียนขณะเรียนจากบทเรียนโปรแกรม มีดังนี้คือ

1. นักเรียนต้องอ่าน (Read) และศึกษาข้อความในแต่ละกรอบเรียงตามลำดับจากกรอบแรกถึงกรอบสุดท้าย
2. นักเรียนจะต้องคิด (Think) ตามบทเรียนไปขณะที่ศึกษาในแต่ละกรอบ
3. นักเรียนจะต้องตอบคำถาม (Response) โดยเติมคำตอบในช่องว่างในแต่ละกรอบ
4. นักเรียนต้องตรวจสอบคำตอบ (Check) ทันทีว่าถูกต้องหรือไม่

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบการสอน

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนนั้น อเลสซีและทรอลลีป (Alessi and Trollip. 1985 : 274 - 278) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนไว้ดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมาย กำหนดจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของบทเรียนเพียงบทเดียว โดยกล่าวถึงสิ่งที่ผู้เรียนควรรู้ และความสามารถของผู้เรียน เมื่อการเรียนสิ้นสุดลง ซึ่งจะต้องพิจารณาความรู้พื้นฐานและความต่อเนื่องของเนื้อหาใหม่กับความรู้เดิม ซึ่งความสามารถของผู้เรียนเมื่อการเรียนสิ้นสุดลง จะวัดได้ด้วยการกำหนดจุดประสงค์ปลายทางเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. การรวบรวมทรัพยากร ทรัพยากรแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ ทรัพยากรด้านเนื้อหาวิชา ได้แก่ ตำราเรียน หนังสืออ้างอิง สื่อต้นแบบ เป็นต้น ทรัพยากรด้านการพัฒนาการสอน ได้แก่ ตำราการออกแบบการสอน แผ่นเรื่องราว (Story Board) รูปภาพ บุคลากรด้านออกแบบการสอน เป็นต้น และทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับการส่งผ่านบทเรียน ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ คู่มือปฏิบัติการของเครื่อง และระบบสนับสนุนการใช้เครื่อง เป็นต้น

3. การสร้างความคิดเกี่ยวกับบทเรียน วิธีที่ดีที่สุดสำหรับขั้นตอนนี้ก็คือ การระดมความคิด ซึ่งจะช่วยให้ได้ความคิดที่สร้างสรรค์และน่าสนใจ เรื่องที่ำให้ระดมความคิดมี 2 เรื่อง คือ เรื่องที่ควรสอนและวิธีการสอน /

4. การจัดระบบความคิด โดยการจัดความคิดที่ไม่มีคุณค่าออกไปจัดลำดับรายการแสดงรายละเอียด และทำการปรับความคิดที่ดี ๆ

5. การผลิตบทเรียนบนกระดาน เริ่มตั้งแต่การร่างเนื้อหาการสอน โดยเริ่มตั้งแต่การเสนอข้อสันเทศ การเชื่อมต่อข้อสันเทศ คำถาม ข้อมูลย้อนกลับ คำแนะนำ การบันทึกผล และกราฟิกต่าง ๆ ตลอดจนถึงการทำแผ่นเรื่องราว (Story Board) ซึ่งเป็นภาพแทนจอภาพของคอมพิวเตอร์

6. การเขียนผังงาน -เป็นผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรม ซึ่งควรแสดงรายละเอียดของข้อความ คำถาม โอกาสเลือก กราฟิก ฯลฯ งานชิ้นนี้ไม่มีรายละเอียดและสลับซับซ้อนมาก ควรทำเป็นชุด โดยเริ่มจากผังงานที่แสดงเฉพาะหลักการสำคัญ จนถึงขั้นสุดท้ายที่มีรายละเอียดสมบูรณ์

7. การเขียนโปรแกรม เป็นกระบวนการแปลผังงานและแผ่นเรื่องราว (Story Board) ให้แก่เครื่องคอมพิวเตอร์

8. การประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียน มีข้อที่ควรพิจารณา 2 ประการ คือ รูปลักษณ์ที่น่าสนใจ และการทำงานที่มีประสิทธิภาพ โดยทำการประเมินจากความคิดเห็นของครู หรือนักออกแบบการสอน ผู้เรียน และจากการนำไปใช้จริง

9. การจบบทเรียน เป็นการจบบทเรียนในแต่ละเนื้อหาการสอนนั้น ๆ โดยการ

- เก็บข้อมูลไว้สำหรับกลับมาเรียนใหม่
- ลบข้อมูลบนจอแสดงผล
- บอกให้ทราบถึงการจบบทเรียนด้วยข้อมูลที่สั้นและแจ่มชัด

นอกจากนี้ ในส่วนการประเมินผลและการปรับปรุงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอน ซึ่งการประเมินผลและการปรับปรุงประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีเหตุผลสำคัญ 2 ประการ คือ

1. เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียน และการทำงานของโปรแกรม
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

(Schwart and Lewis. 1989 : 16)

แนวทางการประเมินผลและปรับปรุงบทเรียน ได้มีผู้เสนอแนวคิดไว้หลายแนวทางด้วยกัน เช่น

แนวคิดของเชาฮัน (Chauhan. 1982 : 163 - 165) ได้อธิบายถึงขั้นตอนของการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนโปรแกรมไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทดลองรายบุคคล (Individual Try-out) ทำการทดลองกับผู้เรียนเพียงคนเดียวที่สามารถเป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้ การทดลองขั้นนี้ก็เพื่อดูปฏิกิริยา (Reaction) ของผู้เรียนกับโปรแกรมที่สร้างขึ้น ภายหลังการทดลอง ผู้สร้างโปรแกรมจะอภิปรายกับผู้ทดลองเกี่ยวกับความยากง่ายของโปรแกรม และข้อบกพร่องต่าง ๆ ของโปรแกรม

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองกับกลุ่มขนาดเล็ก (Small Group Try-out) ใช้กลุ่มตัวอย่าง 4-10 คน ดำเนินการทดลองคล้ายกับขั้นตอนที่ 1 แต่จะมีการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบภายหลังการเรียน เพื่อดูผลการเรียนว่า ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนหรือไม่ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาอัตราการตอบผิด (Error Rate) และความก้าวหน้าของลำดับการเรียน (Sequence Progression) ด้วย

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบภาคสนาม (Field Try-out) เป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นประชากรเป้าหมายจริง ดำเนินการทดสอบเหมือนขั้นตอนที่ 2 แล้ววิเคราะห์คะแนนของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

แนวคิดของบอร์ก (Borg. 1982 : 221 - 229) ได้อธิบายถึงขั้นตอนของการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปไว้ 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบภาคสนามเบื้องต้นและการปรับปรุงแก้ไข (Preliminary Field Testing and Revision) โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 5-12 คน จากโรงเรียน 1-3 โรงเรียน จุดมุ่งหมายหลักเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของสื่อด้วยการสอบถามความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบภาคสนามครั้งแรกและการปรับปรุงแก้ไข (Main Field Testing and Revision) ใช้กลุ่มตัวอย่างประมาณ 30-100 คน จากโรงเรียน 5-15 โรงเรียน เพื่อต้องการตรวจหาข้อบกพร่อง และทดสอบประสิทธิภาพของสื่อไปพร้อม ๆ กัน โดยอาศัยรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง หากพบว่าสื่ออื่น ๆ ไม่มีประสิทธิภาพก็จะดำเนินการทดลองใหม่จนกว่าจะพบว่ามีประสิทธิภาพ แล้วจึงปรับปรุงส่วนที่บกพร่อง เพื่อนำไปทดลองใช้ในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองภาคสนามเชิงปฏิบัติการและการปรับปรุงแก้ไขครั้งสุดท้าย (Operation Field Testing and Final Revision) ใช้กลุ่มตัวอย่าง ประมาณ 40-200 คน จากโรงเรียน 10-30 โรงเรียน เพื่อทดสอบหาข้อบกพร่องของสื่อจากการทดลองใช้ในสถานการณ์จริงแล้วปรับปรุงครั้งสุดท้ายก่อนที่จะนำไปใช้ต่อไป

แนวคิดของชวาร์ตซ์ และลูอิส (Schwart and Lewis. 1989 : 16 - 21) ได้อธิบายถึงการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ประเมินผลคู่มือบทเรียนโดยครูผู้สอน ในขั้นตอนนี้ต้องอาศัยครูผู้สอนพิจารณาอย่างพิถีพิถันเพื่อคุณภาพรวมของรูปแบบการสอนที่ดี และบูรณาการของเทคนิคการสอนกับการสอนแบบเดิมพื้นฐาน

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินผลบทเรียนโดยครูผู้สอน ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนจะทบทวนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อคุณภาพรวมทั่ว ๆ ไปของบทเรียน การออกแบบบทเรียน การออกแบบคำถามในบทเรียนที่สัมพันธ์กับลักษณะของบทเรียนที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลบทเรียนโดยผู้เรียน เป็นขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งมีความสำคัญเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1 และ 2 เพื่อดูปฏิกิริยาของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น การเริ่มต้นเรียน การควบคุมอัตราเร็วการเรียน การออกแบบจอภาพ ความสะดวกรวดเร็วในการใช้แป้นพิมพ์เพื่อตอบคำถาม ฯลฯ เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกรูปแบบการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาของบอร์ก และกอลล์ (Borg and Gall. 1979 : 771 - 718) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ 11 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดลักษณะทั่วไป และรายละเอียดของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยการสอน

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 2.1 ศึกษา เอกสาร บทความ และผลงานวิจัย
- 2.2 ศึกษาวิธีการใช้โปรแกรมสร้างบทเรียน
- 2.3 ศึกษาทฤษฎี และหลักการเขียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ขั้นที่ 3 การวางแผนการวิจัยและพัฒนา

- 3.1 ศึกษาจุดประสงค์
- 3.2 วิเคราะห์เนื้อหา

ขั้นที่ 4 พัฒนารูปแบบ

- 4.1 กำหนดรูปแบบ
- 4.2 ออกแบบบทเรียน
- 4.3 เขียนบทเรียน
- 4.4 นำเสนอผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 5 การทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 1

โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบและพัฒนาจากขั้นที่ 4 ไปทดลองใช้ เพื่อทดสอบคุณภาพ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก 3 คน ประเมินผลโดยการสังเกตและสัมภาษณ์ แล้วรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์

ขั้นที่ 6 ปรับปรุงบทเรียน ครั้งที่ 1

นำข้อมูลและผลจากการทดลองใช้ในขั้นที่ 5 มาพิจารณาปรับปรุง

ขั้นที่ 7 การทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 2

ขั้นนี้เป็นการนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
ใช้กลุ่มที่มีขนาด 9 คน

ขั้นที่ 8 ปรับปรุงบทเรียน ครั้งที่ 2

นำข้อมูลและผลจากการทดลองใช้ในขั้นที่ 7 มาพิจารณาปรับปรุง

ขั้นที่ 9 การทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 3

ขั้นนี้เป็นการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ และเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ใช้กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 30-36 คน ประเมินโดยใช้แบบสอบถาม การสังเกต และการสัมภาษณ์ แล้วรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์

ขั้นที่ 10 ปรับปรุงบทเรียน ครั้งที่ 3

นำข้อมูลจากการทดลองขั้นที่ 3 มาพิจารณาปรับปรุงเพื่อผลิตและเผยแพร่ต่อไป

ขั้นที่ 11 เผยแพร่

ภายหลังจากการดำเนินการตามขั้นตอนดังกล่าว ผู้วิจัยดำเนินการต่อในช่วงที่ 2 โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นที่ 10 ไปทดลองสอนในโรงเรียนต่อไป พร้อมจัดการอบรมให้ความรู้กับครู-อาจารย์ที่สนใจภายในโรงเรียนนั้น ๆ

ในการวิจัยครั้งนี้ในส่วนของการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น โดยตั้งเกณฑ์การหาประสิทธิภาพ 80/80 ผู้วิจัยประยุกต์รูปแบบการปรับปรุงแก้ไขสื่อการสอน และบทเรียนสำเร็จรูปของ เอสปีช และวิลเลียมส์ (Espich and Willaims. 1967 : 75 - 79) ในการหาประสิทธิภาพดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การทดสอบทีละคน (One to One Testing) ใช้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีผลการเรียนเก่ง : ปานกลาง : อ่อน จำนวน 3 คน เพื่อศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่สร้างและพัฒนาขึ้น และหลังจากการศึกษาผู้วิจัยจะสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่องของสื่อจากกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นที่ 2 การทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) ใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีผลการเรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน จำนวน 9 คน จัดการเรียนเป็น 3 กลุ่ม การดำเนินการคล้ายขั้นตอนที่ 1 และให้แต่ละกลุ่มได้รับการทดสอบหลังเรียน เพื่อนำผลไปวิเคราะห์ทดสอบประสิทธิภาพของสื่อ ตามเกณฑ์ 80/80 โดย 80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ 80 หรือสูงกว่า ส่วน 80 ตัวหลัง หมายถึง ผู้เรียนร้อยละ 80 ของ

ทั้งหมดสามารถทำข้อสอบข้อหนึ่ง ๆ ได้ถูกต้อง และหากผลการวิเคราะห์ไม่เป็นตามเกณฑ์ ก็ปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง แล้วนำไปทดลองใช้ในระดับชั้นตอนที่ 3 ต่อไป

ขั้นที่ 3 การทดสอบภาคสนาม (Field Testing) กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นประชากรเป้าหมายจริง จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 36 คน โดยใช้วิธีดำเนินการเช่นเดียวกับขั้นที่ 2 ที่สร้างและพัฒนาขึ้น และหลังจากการศึกษาผู้วิจัยจะสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่องของสื่อจากกลุ่มตัวอย่าง

7. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคล

การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านพฤติกรรมโดยรูปแบบการเรียนดังกล่าวข้างต้น ส่งเสริมพัฒนาการให้กับผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งนำเสนอรายละเอียดดังต่อไปนี้

ความหมายของกลุ่ม

นักการศึกษา เช่น จลอง ภิรมย์รัตน์ (2521 : 1 - 3) พนม ลีมาอารีย์ (ม.ป.ป. : 11) จำเริญ ช่างเชติ (2521 : 4 - 6) หฤทัย อภิชาติพงศ์ (ม.ป.ป. : 2 - 12) กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2527 : 263) และจวีรรณ วัชระจิตพงศ์ (2537 : 13) ได้ให้ความหมายของกลุ่มไว้ต่าง ๆ กัน พอสรุปได้ว่า

กลุ่ม หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปมาร่วมสนใจ ประพฤติปฏิบัติ โดยมีจุดประสงค์ร่วมกัน ยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยมีปฏิกริยาตอบโต้กัน ทั้งทางด้านความคิด กิริยาท่าทางการกระทำหรือคำพูด ก่อให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์กัน ลักษณะการสำคัญ ๆ ร่วมกัน ปรากฏได้ดังนี้

1. เกิดการรับรู้ร่วมกันในสังคม
2. มีแรงจูงใจอย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกัน
3. มีเป้าหมายอย่างเดียวกัน หรือมีเป้าหมายร่วมกัน
4. มีการเกี่ยวข้องปฏิสัมพันธ์กันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม

5. มีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน
6. มีการสื่อสารกันทั้งภาษาพูดและภาษาท่าทาง
7. มีแบบแผนต่อกัน เพื่อให้กลุ่มบรรลุจุดหมาย มีการกำหนดหน้าที่แบ่ง

ความรับผิดชอบ และระเบียบกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เป็นแนวทางให้สมาชิกปฏิบัติ

นอกจากนี้ นักการศึกษายังได้ให้ความหมายเพิ่มเติม โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับ
คุณลักษณะของกลุ่ม ดังนี้

เดวิส (Davis. 1962 : 405) กล่าวว่า กลุ่มหมายถึงบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป
มีปฏิสัมพันธ์กันโดยมีเป้าหมายร่วมกันอย่างเห็นได้ชัด โดยทั่วไปกลุ่มมีความหมายนอกเหนือจาก
การที่คนเรายู่ร่วมกันอย่างธรรมดา ในที่นี้กลุ่มควรจะต้องประกอบด้วย
คุณลักษณะ 3 ประการ คือ

1. มีวัตถุประสงค์ร่วมกัน และวัตถุประสงค์ควรสนองความต้องการของสมาชิกทุกคน
ในกลุ่ม
2. มีผลการทำงานอันเกิดจากการร่วมมือของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม
3. มีการสื่อสารทางวาจาหรืออย่างใดอย่างหนึ่งระหว่างสมาชิกในกลุ่ม

คาร์ทไวท และเซนเดอร์ (Cartwright and Zander. 1968 : 46)

กล่าวว่า กลุ่มคือการร่วมกันของบุคคลที่ตั้งอยู่บนความสัมพันธ์ที่แน่นอนซึ่งกันและกัน และความ
สัมพันธ์นี้ขึ้นอยู่กับชนิดของกลุ่ม ซึ่งเลวิน (Cartwright. 1968 : 47 ; citing Lewin)
ได้ให้ความหมายของกลุ่มแตกต่างไป คือ ความเหมือนหรือความแตกต่างไม่ได้เป็นการตัดสินว่า
คนสองคนอยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือต่างกลุ่มกัน แต่อยู่ที่ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social
Interaction) หรือการพึ่งพาอาศัยกันในรูปแบบอื่น ซึ่งสอดคล้องกับ ลอเซอร์ (Loeser.
1975 : 5 - 19) ที่ได้กล่าวถึงลักษณะของกลุ่มไว้ดังนี้

1. มีการติดต่อสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในระหว่างสมาชิกของกลุ่ม
2. มีความมุ่งหมายร่วมกัน
3. มีความสัมพันธ์กันในเชิงหน้าที่

4. มีอำนาจที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยความสมัครใจ

5. มีความสามารถที่จะกำหนดทิศทางของกลุ่มได้

จากที่กล่าวข้างต้นความหมายโดยสรุปของกลุ่ม หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป มาอยู่ร่วมกัน เพื่อร่วมกันประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีวัตถุประสงค์ตอบสนองต่อความต้องการ ร่วมกัน โดยผลการทำงานเกิดจากความร่วมมือกันของคนในกลุ่ม

เมื่อพิจารณาความหมายของกลุ่ม พบว่า พฤติกรรมหน้าที่เกิดขึ้นจากการรวมกลุ่มกัน คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันของสมาชิกภายในกลุ่ม

ปฏิสัมพันธ์ (Interaction)

หมายถึง ส่วนของพฤติกรรมที่สังเกตเห็นได้ของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ตอบสนองซึ่งกัน และกัน ลักษณะของปฏิสัมพันธ์นี้มีลำดับตามพฤติกรรมของบุคคล นั่นคือ พฤติกรรมของบุคคลหนึ่ง เช่น พูดว่า "สวัสดีค่ะ" หรือพฤติกรรมของกลุ่มคน เช่น การแข่งขันกีฬาต่างทีมกัน จะได้รับการ ตอบสนองจากพฤติกรรมของบุคคลอีกคนหนึ่งหรืออีกกลุ่มหนึ่ง และการปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของ บุคคลนี้จะเกิดในเวลาเดียวกัน เช่น บุคคล 2 คน เดินไปด้วยกัน เป็นต้น

นิวคอม และคอนเวอร์ส (Newcomb and Converse. 1965 : 3) กล่าวว่า กระบวนการปฏิสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน และเป็นลักษณะที่พึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ที่ประกอบด้วย

1. การรับรู้ระหว่างบุคคล (Interpersonal Perception) ในชีวิตประจำวัน บุคคลจะประเมินและตอบสนองบุคคลอื่นตามที่ตนเองรับรู้เกี่ยวกับบุคคลนั้น แต่ก็เป็นที่ยังหวังไว้ว่า การรับรู้ของบุคคลควรจะมีเหตุผลที่ถูกต้องแน่นอน เพราะคนทุกคนต้องการการตอบสนองที่ถูกต้อง และตรงกับความเป็นจริง เรามีความสนใจบางอย่างที่ทำให้เราทราบได้ว่า คนบางคนตัดสิน ได้ดีกว่าหรือถูกต้องกว่าบุคคลอื่น ฉะนั้นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงในการรับรู้ระหว่างบุคคลคือ

1.1 การเข้าใจภาวะทางอารมณ์ของบุคคลอื่น จากการแสดงออกทางกิริยา ท่าทาง สีหน้าหรือคำพูด ทำให้เราเข้าใจได้ว่า ขณะนี้เขาอยู่ในภาวะอารมณ์เช่นไร และใน ชีวิตประจำวัน บุคคลจะเผชิญกับสถานการณ์ที่ทำให้เราต้องมีการแสดงออกทางอารมณ์เสมอ ๆ

จึงเป็นประโยชน์ที่จะทำให้เราตกลงใจได้ว่า เราสามารถจะตัดสินสภาวะอารมณ์ของบุคคลอื่นในสถานการณ์ประจำวันได้อย่างไร

1.2 การตัดสินทัศนคติของบุคคลอื่นมักจะกระทำโดยการตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานที่ได้ทางอ้อม หมายความว่าโดยทั่วไปแล้ว ผู้ใหญ่มักไม่แสดงทัศนคติของเขาออกมาโดยตรง และจะมีลักษณะคลุมเครือ ฉะนั้นการขาดโอกาสที่จะได้รับข้อมูลที่ทำให้เข้าใจทัศนคติของบุคคลอื่นจึงเป็นสาเหตุให้มีการตัดสินผิดพลาด หรือเข้าใจผิดได้ จึงควรรหาโอกาสบอกละเอียดให้ทราบด้วยการให้ความสนใจถึงแหล่งข้อมูลที่ผิดพลาดว่า บุคคลได้ข้อมูลนั้นมาได้อย่างไร และบุคคลใช้ข้อมูลนั้นให้เป็นประโยชน์อย่างไร และเราควรจะทำจัดตัวเราเองในปัญหา

1.3 ระดับของทักษะในการตัดสินบุคคลอื่น พิจารณาในแง่ที่ว่าบุคคลมีความแตกต่างกันในเรื่องระดับของทักษะ ได้แก่ การรู้จักสังเกตปฏิกิริยาตอบสนองทางพฤติกรรมของบุคคลเสมอ ๆ และการมีประสบการณ์การติดต่อกับบุคคลอื่นอย่างกว้างขวาง จะช่วยให้การตัดสินบุคคลได้ถูกต้องแน่นอนมากขึ้น ประสบการณ์เป็นสิ่งจำเป็น แต่ก็ไม่จำเป็นว่าจะต้องมีให้เพียงพอ หากแต่ว่าขึ้นอยู่กับความสามารถของบุคคลในการนำประสบการณ์ของเขานั้นมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใด และขยายสิ่งที่เขาเรียนรู้ได้ออกไปยังสถานการณ์ต่าง ๆ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้นหรือไม่ ดังนั้นเราจึงมักจะพบว่าคนบางคนมีการตัดสินใจที่ดีและบางคนมีการตัดสินใจที่ไม่ดี ลักษณะของการตัดสินใจนั้นทักษะทั่ว ๆ ไปที่เห็นได้ คือ ความสามารถในการอนุมานบุคคลจากพฤติกรรมของบุคคลนั้น และความสามารถในการให้เหตุผลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้หลักเกณฑ์หรือแนวความคิด ถ้าหากพิจารณาความสามารถในการตัดสินใจในแง่ของประวัติประสบการณ์ทางสังคมของบุคคลมีหลักฐานมากมายที่แสดงให้เห็นว่า บุคคลสามารถตัดสินบุคคลทั้งหลายที่มีภูมิหลังของประสบการณ์เหมือนกันได้ถูกต้องแน่นอนกว่าบุคคลอื่น สมาชิกที่มีอายุเท่ากันและเพศเดียวกัน หรือมีเชื้อชาติ ศาสนา หรือกลุ่มสังคมเดียวกัน ก็จะมีประโยชน์ต่อการตัดสินใจหรือตัดสินบุคคล นอกจากนี้ยังเกิดจากการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ทัศนคติที่ครอบคลุมถึงการแสดงกิริยาท่าทางและการพูด หรือเป็นผลมาจากความคุ้นเคยกัน เช่น นักมนุษยวิทยาสามารถแปลพฤติกรรมของบุคคลในกลุ่มชนเผ่าหนึ่ง ทั้งนี้เพราะเขาได้ศึกษาและยอมรับกฎเกณฑ์ของชนกลุ่มนั้น รวมทั้งทักษะที่มาจากความคุ้นเคยกับกลุ่มชนเผ่าอื่นอีกด้วย เป็นต้น

2. พฤติกรรมการติดต่อสื่อสาร (Communicative Behavior) การติดต่อสื่อสารคือการติดต่อสื่อสารข่าวสาร ข้อเท็จจริง ความคิดเห็น และทำที่ต่าง ๆ จากบุคคลคนหนึ่งหรือหลายคนไปยังบุคคลอีกคนหนึ่งหรือหลายคน การติดต่อสื่อสารเป็นรูปแบบของการแลกเปลี่ยนระหว่างบุคคลโดยผ่านการพูดด้วยกิริยาท่าทางบุคคลสามารถจะสัมผัสซึ่งกันและกันได้ กลไกของการติดต่อสื่อสาร รวมถึงการใช้รหัสภายในการใช้สัญลักษณ์ ข้อมูล โดยการถ่ายทอดพฤติกรรมและการรับรู้สัญลักษณ์เหล่านั้น และการแปลพฤติกรรม การแลกเปลี่ยนข่าวสารดังกล่าวถ้าเป็นการแลกเปลี่ยนที่มีความจริงจัง และด้วยเหตุผลที่เหมาะสมถูกต้อง ผู้ถ่ายทอดและผู้รับจะได้รับข่าวสารที่ตรงกัน ผู้ติดต่อสื่อสารจะทดสอบความสำเร็จของการแลกเปลี่ยนข่าวสารนี้ได้โดยการสะท้อนความคิด (Feedback) โดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลอื่นแต่ละคน ซึ่งจะบอกให้เห็นถึงผลของผู้รับที่ได้รับข่าวสารในขณะนั้นจะช่วยให้ผู้ถ่ายทอดตัดสินใจได้ว่าผู้รับได้รับข่าวสารตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ฉะนั้นความรู้สึกนึกคิด แรงจูงใจ และทัศนคติของผู้ถ่ายทอดและผู้รับจะมีผลกระทบกระเทือนต่อการกระทำของเขาทั้งสอง จึงจำเป็นที่ผู้รับและผู้ส่งแต่ละคนควรรักษาความสนใจระมัดระวังพฤติกรรมของบุคคลที่อื่นและให้มองเห็นถึงความรู้สึกนึกคิด แรงจูงใจ และทัศนคติอันเป็นผลจากการแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกันนี้

3. การสร้างกฎเกณฑ์ของกลุ่ม (The Formation of Group Norm) กฎเกณฑ์ของกลุ่มเป็นข้อตกลงของสมาชิกทั้งหมดที่เกิดจากการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ทัศนคติ และเห็นพ้องต้องกัน แล้วนำมาตั้งเป็นกฎ เพื่อที่สมาชิกของกลุ่มปฏิบัติ สมาชิกทุกคนจะต้องยอมรับกฎเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นนั้น และสิ่งที่ได้จากการร่วมกันแสดงความคิดเห็น และการเห็นพ้องต้องกันนี้ คือ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ ดังนี้

- 3.1 มีการสนับสนุนให้กำลังใจในทัศนคติที่ร่วมกันแสดงความคิดเห็น
- 3.2 มีขอบเขตของความคิดเห็นเกี่ยวกับทัศนคติขยายกว้างออกไป
- 3.3 มีการตั้งคำถามของกลุ่มของผู้มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นเน้นย้ำยิ่งขึ้น
- 3.4 กลุ่มมีความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกัน

4. การตอบสนองระหว่างบุคคล (Interpersonal Response) เป็นเรื่องของ การถ้อยที่ถ้อยอาศัยที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันโดยเฉพาะ ในขณะที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกัน แต่ละคนจะพยายามปรับตัวให้เข้ากับอีกบุคคลหนึ่ง โดยการสังเกตและรับรู้ พฤติกรรมของบุคคลซึ่งกันและกัน วิธีที่ดีในการเข้าถึงขบวนการการปรับตัวซึ่งกันและกันมี ขั้นตอนดังนี้ คือ

- 4.1 บุคคลเริ่มต้นด้วยการถูกระตุ้นด้วยสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง
- 4.2 การใช้ทักษะที่มีอยู่มาประพฤติกรรมปฏิบัติตามวิธีที่ตรงกับสถานการณ์นั้น ๆ
- 4.3 สังเกตผลที่ตามมาอันเกิดจากการประพฤติกรรมปฏิบัติของตนเองว่าเกิดผล

อย่างไรบ้าง

4.4 เชื่อมโยงผลที่ได้จากการปฏิบัติต่าง ๆ ของตน ถึงแม้ว่าตนเองอาจจะ ตระหนักถึงผลของการกระทำของเขาเพียงเล็กน้อยหรือไม่เลยก็ตาม แต่เขาก็สังเกตเห็นได้ ถึงผลของการกระทำนั้น ๆ

4.5 การเข้าใจความสัมพันธ์ดังกล่าว ทำให้เขาได้แก้ไขพฤติกรรมของเขา ในภายหลัง

ด้วยวิธีการดังกล่าวนี้จะทำให้บุคคลดำเนินไปสู่เป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ขบวนการนี้ได้แก่ การถูกระตุ้น การประพฤติกรรมปฏิบัติ การสังเกต การเชื่อมโยงสิ่งที่สังเกตได้ จากสิ่งที่เขากระทำ และการปรับพฤติกรรมในภายหลัง เป็นรูปแบบของการทดสอบการปรับ พฤติกรรมของบุคคล

ทฤษฎีการทำงานกลุ่ม

ทฤษฎีเกี่ยวกับกลุ่มและการทำงานเป็นหมู่คณะนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับการที่จะพยายามสร้าง แรงจูงใจในระดับสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้เขาเหล่านั้นสามารถทำงานร่วมกันได้ดี

ในเรื่องของทฤษฎีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มนี้ มีผู้เสนอทฤษฎีที่น่าสนใจไว้อย่างแตกต่างกัน หลายทฤษฎี ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีการทำงานร่วมกัน

ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย จอร์จ โฮแมนส์ (Gorge Homans) ทฤษฎีนี้อธิบายเป็นหลักการสำคัญได้ว่า การกระทำร่วมกันเป็นกลุ่มประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐานสำคัญ 3 องค์ประกอบคือ กิจกรรม การกระทำร่วมกันและความรู้สึก องค์ประกอบทั้งสามจะเกี่ยวข้องกันโดยตรง กล่าวคือถ้าหากว่าบุคคลยังมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากเท่าใด การกระทำร่วมกันและความรู้สึกของพวกเขาก็จะมากขึ้นด้วย บุคคลต่าง ๆ ภายในกลุ่มต้องไปเกี่ยวข้องกับบุคคลอื่นไม่เพียงแต่อยู่ใกล้ชิดกันเท่านั้น พวกเขาจะต้องทำการตัดสินใจ ติดต่อสื่อสาร สนับสนุน ประสานงาน และประสพผลสำเร็จตามเป้าหมายของกลุ่มอีกด้วย สมาชิกภายในกลุ่มหรือองค์การที่เกี่ยวข้องกันมีลักษณะดังกล่าว มีแนวโน้มจะรวมกันเข้าเป็นกลุ่มที่มีพลังสูงมาก

2. ทฤษฎีตาข่ายการปฏิบัติงาน (Grid of work)

ผู้พัฒนาความคิดของทฤษฎีนี้ คือ เบลค (Blake) และมูทอน (Mouton) แห่งมหาวิทยาลัยเท็กซัส หลักการสำคัญของทฤษฎีนี้เชื่อว่า คนต้องการจะทำงานให้ได้ผล ต้องการมีส่วนร่วมในงานที่เขารับผิดชอบ และการที่จะให้การทำงานแบบกลุ่มเข้ามามีส่วนร่วมในผลสำเร็จย่อมกระทำได้ด้วยการสร้างบรรยากาศขององค์การที่จะช่วยให้สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์และเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นในการทำงานอย่างจริงจัง ทฤษฎีตาข่ายนี้มีความเชื่ออย่างฝังใจว่า ผลงานย่อมเกิดจากการบูรณาการหรือการผสมผสานความต้องการขององค์การและของคนเข้าด้วยกัน

กล่าวโดยสรุปแล้ว ทฤษฎีนี้เชื่อว่าการทำงานโดยกลุ่มนั้นจะต้องให้ได้ทั้งผลงานและความร่วมมือร่วมใจของผู้ทำงานประกอบเข้าด้วยกัน

3. ทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการกลุ่ม

กระบวนการกลุ่มเป็นเรื่องของการทำงานของกลุ่มคน ทฤษฎีด้านนี้มุ่งศึกษาเพื่อหาความรู้ที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงทัศนคติและพฤติกรรมของคน อันจะเป็นประโยชน์ในด้านการเสริมสร้างความสัมพันธ์ และปรับปรุงการทำงานของกลุ่มชนให้มีประสิทธิภาพ เนื้อหาของทฤษฎีนี้จึงมุ่งศึกษาถึง เรื่องธรรมชาติของคน พฤติกรรมของคน ลักษณะการรวมตัวของ

กลุ่ม องค์ประกอบต่างๆ ที่สำคัญของกลุ่ม กระบวนการทำงานของกลุ่ม เป็นต้น (ทีศนา แชมมณี และเยาวภา เดชะคุปต์. 2522 : 1)

การเรียนการสอนโดยวิธีการแบ่งกลุ่ม

กลุ่มเริ่มเข้ามามีบทบาทในการศึกษาเมื่อต้นศตวรรษนี้เอง โดยเริ่มจากการปฏิรูปการศึกษาในสหรัฐอเมริกาตามแนวคิดของ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) จากหลักการของดิวอี้ที่ว่า "โรงเรียนควรมีหน้าที่ในการเตรียมเด็กให้สามารถเผชิญชีวิตในสังคมได้ ไม่ใช่หน้าที่แต่เพียงการถ่ายทอดความรู้เท่านั้น" และหลักการศึกษาคือ "Learning by Doing" ได้กลายมาเป็นหลักการในการศึกษาที่เน้นการรวมกลุ่มเพื่อการเรียนรู้ การรวมกลุ่มเพื่อทำงาน การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร และการให้นักเรียนปกครองตนเอง เป็นต้น (ทีศนา แชมมณี. 2522 : 6) ดิวอี้ คิดว่านักเรียนควรจะได้รับประสบการณ์ในการดำรงชีพแบบประชาธิปไตย รู้จักแก้ปัญหา และรู้จักดำรงชีวิตร่วมกันมีเหตุผลในห้องเรียนก่อนที่จะออกไปดำรงชีพแบบประชาธิปไตยในสังคมจริง การเรียนการสอนจึงมีไม่เพียงแต่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เท่านั้น ครูผู้สอนจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีเหตุผล (ปัทมา เทพจักรพงศ์. 2516 : 26) ทีศนา แชมมณี (2522 : 7) กล่าวถึงที่มาของการนำเอาหลังกลุ่มมาใช้ในการเรียนการสอนว่า เกิดจากหลัก 2 ประการ คือ

1. จุดมุ่งหมายที่สำคัญทางการศึกษา คือ การให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาพฤติกรรม จุดมุ่งหมายที่มีความลึกซึ้ง และกว้างกว่าการให้ความรู้แต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้นการใช้หลังกลุ่มในการเรียนการสอนจะเน้นการให้การพัฒนาพฤติกรรมของผู้เรียนมาเน้นการลงมือปฏิบัติ เพื่อการแก้ปัญหา มากกว่าการสอนเนื้อหาเพียงอย่างเดียว ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถนำไปถ่ายทอดเพื่อแก้ปัญหาได้ในชีวิตจริง

2. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ คือ การสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความรู้สึกนึกคิดของตนเองในกลุ่ม ได้รับรู้ และเปิดเผยตนเองให้มากที่สุด ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นอย่างมาก

ประสบการณ์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นนั้น ควรให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมเรียนรู้เนื้อหาวิชาจาก การมีส่วนร่วมกระทำกิจกรรมที่ส่งเสริมการวิเคราะห์ความรู้สึก ความต้องการ ตลอดจนพฤติกรรม และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งการฝึกเช่นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาบุคลิกภาพ ของตนได้เป็นอย่างดี

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีการแบ่งกลุ่ม

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่เน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และเป็นผู้มีสุขภาพจิตดี เห็นว่าตนเองมีคุณค่าจึงต้องยึดหลักการเรียนรู้ดังกล่าว ข้างต้น ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ดังนั้นต้องเน้นให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ หรือ กล่าวโดยสรุปว่า ครูวิทยาศาสตร์ควรพัฒนาให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับ กระบวนการกลุ่มเพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านวิชาการ รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เน้นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้ง การสุขภาพจิตดีเห็นคุณค่าของตนเองดังกล่าวข้างต้น

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กระบวนการกลุ่มนั้น ไม่ได้หมายถึง "การสอนแบ่งกลุ่มที่มีลักษณะเพียงแบ่งกลุ่มผู้เรียนแล้วปล่อยให้ผู้เรียนใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำงาน หรือปฏิบัติทดลองกันไปเองแล้วนำผลงานมาวิเคราะห์ และสรุปเท่านั้น" แต่หมายถึงการจัดการเรียนการสอนที่ต้องมีรูปแบบการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน ดังนี้

1. ต้องมีการให้ความรู้และแนวทางแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่และวิธีการที่ผู้เรียน จะทำและใช้ในการทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ
2. ต้องมีการฝึกผู้เรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลองในการทำงานเป็นกลุ่มอย่างถูกต้อง และเหมาะสม
3. ต้องมีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิเคราะห์ปัญหาของกลุ่มและสามารถแก้ปัญหาของกลุ่มได้
4. ต้องมีการฝึกให้ผู้เรียนยอมรับฟังความคิดเห็นกันและกัน และรู้จักโต้แย้งอย่างมี หลักการและเหตุผล

5. ต้องมีการฝึกให้นักเรียนได้กล้าแสดงออกซึ่งความสามารถและความถนัดของตนเอง
การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
หาความรู้ด้วยตนเองควรใช้กลุ่มเป็นหลักการในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งกลุ่ม
ที่ดีจะช่วยทำให้การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดำเนินไปด้วยดี กลุ่มที่ดีต้องอาศัย
องค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. ผู้นำ คือ ผู้ที่ทำหน้าที่เป็นผู้นำกลุ่มให้สามารถทำงานให้บรรลุเป้าหมาย หรือ
ความต้องการของกลุ่มได้ การทำงานร่วมกันจะดำเนินไปได้ผลมากน้อยเพียงใด ส่วนหนึ่งจะ
ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้นำ หากกลุ่มใดมีผู้นำที่ดีกลุ่มนั้นย่อมมีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จ
มาก ทั้งนี้เพราะผู้นำที่ดีจะสามารถช่วยให้อีกกลุ่มเกิดกระบวนการที่ดี โดยแสดงบทบาทหน้าที่ของ
ผู้นำกลุ่มที่จะช่วยให้เกิดกระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพที่สำคัญมีดังนี้

ก. บทบาทเกี่ยวกับการทำงาน

1. ทำความเข้าใจในจุดมุ่งหมายของการทำงานและช่วยให้ผู้ร่วมงาน
เข้าใจตรงกัน

2. วางแผนงานและขั้นตอนการทำงานร่วมกับผู้ร่วมงาน

3. แบ่งงานและมอบหมายงานอย่างเหมาะสม

4. ริเริ่มมีความคิดใหม่ ๆ ให้แก่กลุ่มและทีมงาน หรือกระตุ้นกลุ่ม และ
ทีมงานให้ริเริ่มความคิดใหม่

5. แสวงหาข้อมูล ความคิดเห็น หรือใช้ข้อมูล ความคิดเห็นที่เป็น
ประโยชน์ต่อการทำงาน

6. ช่วยให้อีกกลุ่มมีความเข้าใจตรงกันในข้อมูลหรือประเด็นต่าง ๆ
ที่จำเป็นต่อการบรรลุผลสำเร็จของตน

7. ช่วยประสานความคิด ข้อมูล ของผู้ร่วมงานให้เกิดประโยชน์ต่อ
การบรรลุเป้าหมายของงาน

8. ช่วยขจัดปัญหาต่าง ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย

9. ติดตามงาน ประเมินผลงาน และสรุปผลงานเป็นระยะ ๆ และแจ้งให้ผู้ร่วมงานรับทราบ

10. ควบคุมมาตรฐานผลงานของกลุ่มหรือทีมงาน

11. ประเมินผลงานเมื่องานสำเร็จและปรับปรุงงาน

บทบาทต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นล้วนเป็นบทบาทที่จำเป็นในการที่จะช่วยให้งานบรรลุเป้าหมายและเป็นผลสำเร็จตามมาตรฐานที่ต้องการ

ข. บทบาทเกี่ยวกับการรวมกลุ่ม

1. จัดระเบียบและควบคุมระเบียบกลุ่ม เพื่อช่วยให้งานดำเนินไปอย่างเป็นไปอย่างเรียบร้อย

2. ดูแลเอาใจใส่สมาชิกกลุ่มให้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นหรือแสดงความสามารถอย่างทั่วถึง เพื่อให้ทุกคนมีความรู้สึกว่าตนเองมีคุณค่า มีประโยชน์ต่อกลุ่ม ทำให้เกิดความรู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มและต้องการทำงานให้กลุ่ม

3. รับฟังและพิจารณาความคิดเห็นของสมาชิกกลุ่มอย่างทั่วถึง ทำให้สมาชิกผู้ร่วมงานมีความรู้ ภาคภูมิใจ พอใจ และต้องการที่จะช่วยกลุ่มมากขึ้นไปอีก

4. ช่วยทำความเข้าใจให้แก่กลุ่มในเรื่องการสื่อความหมาย ช่วยให้กลุ่มเข้าใจตรงกันในเรื่องสื่อความหมาย เพื่อป้องกันไม่ทำให้สมาชิกเกิดความเข้าใจผิดและแตกแยกกันได้

5. สร้างบรรยากาศที่อบอุ่นและเป็นมิตรให้เกิดขึ้นในกลุ่ม ช่วยให้ผู้สมาชิกกลุ่มไม่เกิดความรู้สึกแตกแยกหรือแบ่งแยกตัวเองออกไปจากกลุ่ม

6. จัดหรือลดความขัดแย้งต่าง ๆ ในกลุ่มที่เป็นสาเหตุทำให้กลุ่มแตกแยกอันอาจเป็นผลทำให้กลุ่มไม่สามารถรวมตัวกันจนงานบรรลุผลสำเร็จได้

2. สมาชิกกลุ่ม

สมาชิกกลุ่มที่ดีนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตน โดยรู้ว่าตนควรจะทำอะไรที่จะช่วยให้งานเป็นทีมบรรลุผลสำเร็จ เช่นเดียวกับผู้ที่เป็นสมาชิกกลุ่มจำเป็นต้องช่วยเหลือกลุ่มใน 2 บทบาทใหญ่ คือ

ก. บทบาทเกี่ยวกับการทำงาน สมาชิกกลุ่มควรจะช่วยเหลือโดยการทำหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้

1. เสนอความคิดหรือวิธีการใหม่ ๆ ในการพิจารณาปัญหาของกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มบรรลุผลตามที่ต้องการ
2. ถามคำถามเพื่อให้เกิดความกระจ่างหรือเพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะข้อมูลข้อเท็จจริงต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาของกลุ่ม
3. ำให้ข้อมูล ข้อเท็จจริง หรือข้อสรุปต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการพิจารณาปัญหา
4. ชี้แจงให้รายละเอียดต่าง ๆ โดยการให้ตัวอย่างหรือความหมายพยายามวาดภาพพจน์หรือทำความเข้าใจกับความคิดหรือข้อเสนอแนะต่าง ๆ และช่วยให้สมาชิกเกิดความกระจ่างในข้อมูลหรือความคิดเห็นเหล่านั้น
5. สรุปให้ทราบว่าขณะนี้กลุ่มทำงานไปแล้วถึงไหน โดยสรุปสิ่งที่ได้ทำไปแล้ว
6. กำหนดมาตรฐานซึ่งกลุ่มพยายามจะก้าวไปถึง หรือพยายามใช้มาตรฐานในการประเมินผลความก้าวหน้าของกลุ่ม
7. ช่วยให้ผู้บรรลุจุดหมายที่ต้องการได้ง่ายเข้า โดยการกระทำสิ่งต่าง ๆ เพื่อกลุ่ม เช่น ทำงานประจำ ทำสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นระเบียบ เก็บรวบรวมงานในสิ่งที่ทำ เขียนข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็นต่าง ๆ ฯลฯ

ข. บทบาทในการรวมกลุ่ม สมาชิกควรจะช่วยเหลือกลุ่มโดยการทำหน้าที่ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สนับสนุน กระตุ้นให้สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการให้ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นต่าง ๆ
2. ควบคุมการสนทนาให้เป็นไปได้ด้วยดี ไม่ให้ออกนอกทาง พยายามควบคุมกลุ่มให้ดำเนินงานไปสู่เป้าหมาย

3. ประนีประนอม ตระล่อมใจเปลี่ยนแปลงและหาทางแก้ปัญหาเมื่อสมาชิกเกิดความคิดเห็นขัดแย้งกัน

4. คอยสังเกตกระบวนการของกลุ่ม และบอกกลุ่มให้ทราบเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกัน

5. ช่วยเหลือกลุ่มเกิดบรรยากาศที่ดีด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน เช่น สร้างอารมณ์ขันในเวลาที่ถูกคนกำลังตึงเครียดและมีอารมณ์ขัดแย้งกัน เป็นผู้ช่วยรักษาบรรยากาศในการทำงานของกลุ่ม

บทบาทในการทำงานและบทบาทในการรวมกลุ่มเป็นสิ่งจำเป็นยิ่งต่อการบรรลุผลสำเร็จของงาน กลุ่มใดมีสมาชิกที่ช่วยทำหน้าที่สองอย่างนี้มักจะประสบผลสำเร็จในการทำงาน

3. กระบวนการทำงาน คือ วิธีที่กลุ่มใช้ในการทำงาน ผลงานของกลุ่มจะออกมาดีมากน้อยเพียงใดจะขึ้นกับวิธีการ ขั้นตอนที่กลุ่มใช้ในการทำงานด้วย หากกลุ่มใช้วิธีการขั้นตอนที่เหมาะสมกับลักษณะงาน ลักษณะกลุ่มแล้ว ผลงานก็มักจะมีผลงานตามได้ด้วยกระบวนการทำงาน วิธีการทำงานที่ได้รับการยอมรับว่ามีส่วนช่วยให้การทำงานบรรลุอย่างมีคุณภาพนั้น มีลำดับที่สำคัญๆ ดังนี้

3.1 ทำความเข้าใจในเป้าหมาย จุดมุ่งหมายของงาน

3.2 วางแผนงาน ซึ่งหมายถึง

- หาวิธีการและกำหนดขั้นตอนในการทำงาน
- วางแผนปฏิบัติงานในรายละเอียด
- แบ่งงานและมอบหมายงาน

3.3 ปฏิบัติตามแผนงาน และติดตามงาน

3.4 ประเมินผลและปรับปรุงงาน

บทบาทของผู้นำกลุ่ม บทบาทของสมาชิกกลุ่ม และวิธีการทำงานของกลุ่มนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกลุ่ม หากองค์ประกอบทั้ง 3 มีความเหมาะสมก็จะช่วยให้กลุ่มเกิดกระบวนการที่ดี เอื้ออำนวยให้กลุ่มประสบความสำเร็จ หรือกลุ่มอีกนัยหนึ่งได้ว่ากระบวนการ

กลุ่มสัมพันธ์ที่ดีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อองค์ประกอบที่สำคัญทั้ง 3 นั้น แสดงบทบาทหน้าที่ของตนได้อย่างเหมาะสม

ข้อคำนึงที่ควรคำนึงถึงในการสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ดังนี้

1. จากหลักการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้มีความรู้ มีทักษะการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นผู้เห็นคุณค่าของตนเอง ตลอดจนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ต้องตระหนักเสมอว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนดังต่อไปนี้

1.1 ทำอย่างไรจึงทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนหรือทำกิจกรรมมาให้มากและอย่างทั่วถึง

1.2 ทำอย่างไรจึงจะช่วยให้ผู้เรียนได้ข้อมูลความรู้ และประสบการณ์จากเพื่อน ๆ ในกลุ่ม

1.3 ทำอย่างไรจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

1.4 ทำอย่างไรจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

1.5 ทำอย่างไรสามารถประเมินผลการเรียนของผู้เรียนได้ถูกต้อง เหมาะสม และสามารถบอกผลผู้เรียนทันทีเพื่อเป็นกำลังใจ และปรับปรุงได้ทันทางที่

1.6 ทำอย่างไรที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จเพื่อให้เกิดกำลังใจ ตลอดจนเห็นว่าตนเองมีคุณค่า

2. จัดกลุ่มในการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ กระบวนการกลุ่มที่ดี เมื่อใดก็ตามที่ครูแบ่งงานเพื่อให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อย ครูควรเอาใจใส่สอนฝึกหรือดูแลผู้เรียน กระบวนการกลุ่มที่ดี คือ เรียนรู้บทบาทหัวหน้าที่ดี บทบาทสมาชิกที่ดี และกระบวนการทำงานที่ดี ตลอดจนฝึกฝนจนเป็นทักษะ เกิดเป็นความชำนาญ โดยเฉพาะในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูจำเป็นต้องฝึกฝนให้ผู้เรียนใช้กระบวนการกลุ่ม (Group Process) ที่ดีควบคู่ไปกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) ซึ่งเป็นกระบวนการหาความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง

การเรียนรู้โดยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ

สลาวิน (Slavin. 1987 : 3) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง วิธีการสอนอีกแบบหนึ่ง ซึ่งกำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกันทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ โดยปกติจะมี 3 - 5 คน เป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกันมาอยู่รวมกัน ผลการทดสอบของนักเรียนจะถูกแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนแรกจะดูค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ตอนที่สองจะดูคะแนนทดสอบเป็นรายบุคคล การทดสอบนักเรียนต่างคนต่างทำ แต่เวลาเรียนต้องร่วมมือกัน ดังนั้นนักเรียนที่เรียนเก่งจึงพยายามช่วยนักเรียนที่เรียนอ่อนเพราะจะทำให้คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มดีขึ้น

การเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแรกได้รับการพัฒนาขึ้นที่มหาวิทยาลัยจอร์เจีย สลอบกินส์ (Slavin. 1987 : 23 - 24) เรียกชื่อเป็นภาษาอังกฤษว่า Student Team-Achievement Division (STAD) ประกอบด้วยกิจกรรมที่เป็นวงจรตามลำดับขั้น ดังนี้

1. ครูสอนบทเรียน
2. นักเรียนในกลุ่มทำงานร่วมกันตามที่ครูกำหนดให้ เปรียบเทียบคำตอบ ชักถามและตรวจคำตอบกัน
3. นักเรียนได้รับคำแนะนำให้อธิบายวิธีทำแบบฝึกหัดหาให้เพื่อนฟังด้วยไม้ขีดบอกแต่คำตอบเท่านั้น
4. เมื่อจบบทเรียนครูจะให้ทำแบบสอบสั้น ๆ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนต้องทำด้วยตนเอง จะช่วยกันไม่ได้
5. ครูตรวจผลการทดสอบของนักเรียน แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยของกลุ่มบอกให้นักเรียนทราบ และถือว่าเป็นคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มด้วย
6. นักเรียนที่ทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชยเป็นรายบุคคล และกลุ่มใดที่ทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชยทั้งกลุ่ม

การใช้หลักการเสริมแรงเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการกระตุ้นให้นักเรียนต้องการเรียนมากยิ่งขึ้น การเสริมแรงมีทั้งการเสริมแรงทางบวก (Positive Reinforcement) เช่น

การให้รางวัลการให้คำชมเชย การให้คะแนนเพิ่มกับกลุ่มที่ทำงานร่วมกันดีที่สุด ให้คะแนนเพิ่มกับกลุ่มที่ได้รับตำแหน่งผู้ชนะ เป็นต้น และการเสริมแรงทางลบ (Negative Reinforcement) เช่น การลงโทษ การดู การตัดคะแนน เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่แล้วนิยมการเสริมแรงทางบวก มากกว่าการเสริมแรงทางลบ เพราะให้ผลดีกว่า นักจิตวิทยาได้ทำการทดลองเกี่ยวกับผลของการให้รางวัลและการลงโทษ ปรากฏว่าการให้รางวัลมีผลต่อการเสริมแรงมากกว่าการลงโทษ (Hilgard. 1967 : 328)

การเรียนแบบร่วมมือนั้นนักเรียนจะเกิดความคิดหรือทำขึ้นเองไม่ได้ ครูเป็นผู้ริเริ่ม เป็นผู้นำมาฝึกให้นักเรียนใช้ ครูต้องเป็นผู้มีความรู้ในเรื่องการนำวิธีการเรียนแบบร่วมมือมาใช้ในห้องเรียนของตนเป็นอย่างดี การทดลองการเรียนการสอนแบบร่วมมือของนักศึกษาต้องใช้เวลาประมาณ 2 - 3 ปี จึงจะสามารถใช้วิธีสอนแบบร่วมมือประมาณ 60% ของเวลาสอนของตน (Edwards and Stout. 1990 : 38 - 41)

ก่อนที่จะนำวิธีการเรียนการสอนแบบร่วมมือมาใช้ในห้องเรียนนั้น ช่วงแรก ๆ ครูต้องฝึกกระบวนการกลุ่ม หรือทักษะทางสังคมในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของนักเรียนเสียก่อน เช่น การยิ้ม การให้กำลังใจ การใช้สายตา การลูบหลัง และอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกไว้วางใจ ยอมรับ และร่วมมือซึ่งกันและกันมากขึ้น (Johnson and Johnson. 1990 : 29 - 33) เมื่อนักเรียนผ่านขั้นนี้ไปแล้วจึงจัดเด็กเข้ากลุ่มให้ทำงานร่วมกัน การจัดเด็กเข้ากลุ่มถ้าเป็นเด็กเล็กก็อาจจะจัดกลุ่มละ 2 คน เด็กโตอาจจะจัดกลุ่มละ 3 - 5 คน โดยทั่วไปนิยมจัดกลุ่มละ 4 คน มีเด็กเก่ง 1 คน เด็กอ่อน 1 คน และเด็กปานกลาง 2 คน (Bandt. 1990 : 8 - 11) การจัดกลุ่มการเรียนแบบร่วมมือนั้นยังมีอีกหลายวิธีและแต่ละวิธีมีประโยชน์แตกต่างกัน ดังนี้ โคแกน (Kogan. 1990 : 12 - 15)

1. เรียนเทียน (Round Robin) เป็นวิธีการที่ครูให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสเสนออะไรสักอย่างต่อชั้นทุกคนทีละคน เช่น แสดงความคิดเห็น เสนอทาน แนะนำตนเอง และอื่น ๆ วิธีนี้มีประโยชน์ในการสร้างความเป็นกันเอง ความรักผูกพันและสร้างทีมงาน (Team building)

2. ถอยเข้ามุม (Corners) นักเรียนกลุ่มหนึ่งหรือหลายกลุ่มก็ได้ถอยเข้าไปอยู่มุมห้องฟังและการบันทึกการอภิปรายของนักเรียนที่อยู่กลางห้องแล้วรายงานผลงานต่อชั้น วิธีนี้มีประโยชน์

ในการให้นักเรียนได้ฟังแนวความคิดอื่นที่ต่างไปจากของตน ใช้กับการอภิปรายเกี่ยวกับเรื่อง การแก้ปัญหา ความคิดเกี่ยวกับค่านิยม การตั้งสมมติฐาน และการสรุปความ ผลพลอยได้ก็คือ ทำให้นักเรียนทราบและยอมรับความคิดอื่น ๆ และรู้จักเพื่อนร่วมชั้นดีขึ้น (Class Building)

3. การเล่นเลียนแบบ (Match Mine) ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งเรียงวัตถุ เช่น เรียง วัตถุบนกระดานหมากรุก หรือแผ่นตารางที่คล้าย ๆ กัน แล้วบอกให้เพื่อนเรียงให้เห็นเหมือนกัน โดยไม่ให้ดู ให้ทำตามคำบอกเท่านั้น วิธีนี้มีประโยชน์ในการฝึกทักษะด้านการสื่อสาร (Communication Building) ฝึกทักษะการใช้คำพูดและการละเล่นบท เพราะเด็กต้องเปลี่ยนกันไปเป็นผู้บอก

4. เรียกหมายเลข (Numbered Head Together) ครูให้หมายเลขนักเรียน ทุกกลุ่ม เช่น หมายเลข 1, 2, 3 และ 4 เป็นต้น ครูถามคำถามให้เด็กปรึกษากัน เพื่อให้แน่ใจว่าทุกคนในชั้นไม่รู้คำตอบ แล้วครูบอกให้หมายเลขที่ต้องการในกลุ่มที่ต้องการตอบ วิธีนี้ใช้ในการทบทวนความรู้และความเข้าใจงานบทเรียน และทบทวนก่อนสอบ จะทำให้นักเรียนจดจำได้แม่นยำยิ่งขึ้น

5. บัตรคำช่วยจำ (Color - Coded Co - Op Cards) วิธีการที่ฝึกให้เด็กจดจำ ข้อมูล เช่น ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ให้แม่นยำยิ่งขึ้น โดยให้เด็กเล่นเกมส่โดยใช้บัตรคำ แต่ละกลุ่มไปเตรียมมาก่อน ครูอาจจะเป็นผู้ทำเองหรือให้กลุ่มที่เตรียมมาเป็นผู้ถาม และมีการให้คะแนนกลุ่มที่เตรียมมาเป็นผู้ถาม และมีการให้คะแนนกลุ่มที่ตอบถูกต้องตามเฉลย แต่ต้องให้โอกาสกลุ่มปรึกษาและช่วยเหลือกันในการตอบ เมื่อตอบถูกก็มีการปรบมือชมเชย ประโยชน์ที่ได้ก็คือ จดข้อเท็จจริงได้มาก เกิดกำลังใจ และส่งเสริมการช่วยเหลือกัน

6. ตรวจกันเอง (Pairs Check) เด็กแต่ละกลุ่ม (4 คน) จับคู่กันเป็น 2 คู่ แต่ละคู่ให้คนหนึ่งทำแบบฝึกหัดอีกคนคอยช่วย เมื่อทำได้ 2 ข้อแล้ว เปรียบเทียบคำตอบกับอีกคู่หนึ่งในกลุ่มเดียวกัน แล้วเปลี่ยนคนทำต่อไปใหม่จนจบแบบฝึกหัด มีประโยชน์ในการฝึกทักษะ การช่วยเหลือกัน การตรวจงานกันเองและเป็นการให้กำลังใจในการทำงานด้วย

7. สัมภาษณ์ 3 ขั้น (Three Step Interview) เด็กในกลุ่มจับคู่กัน 2 คู่ แต่ละคนถามเพื่อนเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียน เช่น ความคิดเห็นเกี่ยวกับบทกลอน เรื่องที่อ่าน หรือ

การสรุปบทความเป็นขั้นที่ 1 แล้วเปลี่ยนคนตอบมาเป็นคนถามเป็นขั้นที่ 2 หลังจากนั้นผลัดกันเล่าให้กลุ่มฟังว่าเพื่อนพูดอะไรบ้างเป็นขั้นที่ 3 วิธีนี้ส่งเสริมการมีส่วนร่วมการฟังและการแสดงความคิดเห็นตลอดจนการพัฒนาความคิดรวบยอดด้วย

8. การอภิปรายคู่ (Think - Pair Share) ให้นักเรียนสลับคู่กันภายในกลุ่มต่างคนต่างคิดเกี่ยวกับหัวข้อหรือคำถามของครู อภิปรายกับคู่ของตนแล้วรายงานต่อชั้นเรียน วิธีนี้ใช้กับบทเรียนที่ต้องการสรุปความ ตั้งสมมติฐาน อนุมาน อุปมาน และการประยุกต์ผลทางสังคม ก็คือ การมีส่วนร่วม และการพัฒนาความคิดรวบยอด

9. เครือข่ายความคิด (Team Work - Webbing) แต่ละกลุ่มเขียนแนวความคิดหลักและองค์ประกอบย่อยของความคิดหลัก พร้อมกับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลักกับองค์ประกอบบนแผ่นกระดาษเป็นลักษณะแผนภูมิความรู้ วิธีนี้ใช้ในการวิเคราะห์ความคิดหรือผลออกไปสู่องค์ประกอบย่อย หรือเหตุทำให้เกิดความเข้าใจความเกี่ยวพันอันซับซ้อนระหว่างความคิดและองค์ประกอบต่าง ๆ หรือระหว่างผลกับเหตุหลายประการ แล้วเสนอต่อชั้นหรือส่งครูในทางสังคมแล้วทำให้เด็กรู้จักบทบาทที่ตัวตนจะเล่นมากขึ้น วิธีนี้ช่วยในการพัฒนาแนวความคิดเช่นเดียวกับวิธี 7 - 8

10. รอบโต๊ะ (Round Table) ครูถามคำถาม ให้นักที่ 1 ตอบคำถามข้อที่ 1 คนที่ 2 ตอบข้อที่ 2 คนที่ 3 คนที่ 4 ตอบข้อที่ 4 ลงกระดาษ แต่ให้มีการปรึกษากันได้ หลังจากนั้นจึงมีการตรวจจากการเฉลยของครู วิธีนี้เหมาะที่ ใช้กับการประเมินความรู้เก่า ทบทวนความรู้ความจำถ้าเป็นงานก็ให้เด็กทำงานคนละส่วน ประโยชน์ทางสังคมก็คือ ทุกคนมีโอกาสทำและเป็นการสร้างทีมงานด้วย

11. วงกลมซ้อน (Inside - Outside Circle) ให้นักเรียนนั่งหรือยืนเป็นรูปวงกลม 2 วง จำนวนเท่ากัน วงในหันหน้าออก วงนอกหันเข้าหาคนอยู่ตรงกันจับคู่กัน เมื่อครูถามคำถามทั้ง 2 คน ปรึกษากันแล้วตอบคำถาม คำถามต่อไปครูให้ขยับที่เปลี่ยนคู่กันทำอย่างนี้ต่อไป วิธีนี้ใช้กับบทเรียนที่ต้องการตรวจสอบความเข้าใจ ทบทวนความรู้เก่า ทำให้นักเรียนมีโอกาสพบและปรึกษาเพื่อนแทบทุกคน

12. เพื่อนร่วมงาน (Partners) เด็กในกลุ่มจับคู่กันไปปรึกษากับอีกคู่ในกลุ่มอื่น แล้วนำความรู้ที่ได้รับมาปรึกษากับอีกคู่ในกลุ่มเดิมของตน วิธีนี้เหมาะกับการสอนบทเรียนใหม่ การพัฒนาแนวความคิด และเพิ่มความจำ และเด็กมีโอกาสฝึกทักษะการสื่อสาร และการนำเสนอข้อมูลด้วย

13. สะสมความรู้ (Jigsaw) นักเรียนในกลุ่มไปทำงานในปัญหาใดปัญหาหนึ่งกับข้อมูลกับกลุ่มอื่น ๆ ไม่ซ้ำกัน เมื่องานเสร็จกลับมาเข้ากลุ่มเดิมแล้วเสนอเพื่อนในสิ่งที่ตนได้รู้มา ทำให้ทั้งกลุ่มได้รับความรู้เพิ่มเติมโดยเท่าเทียมกัน วิธีนี้ใช้กับการเรียนรู้ใหม่ และการทบทวนความรู้เก่าเป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้เด็กพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันในฐานะเท่าเทียมกัน

14. ร่วมมือร่วมกลุ่ม (Co-op Co-op) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำผลงานซึ่งผลงานนั้นแต่ละคนมีส่วนในการทำอย่างชัดเจน แล้วทั้งกลุ่มนำเสนอต่อชั้นบรรยากาศในส่วนตัวคนได้กระทำ วิธีนี้เหมาะสมกับบทเรียนที่มีความซับซ้อน ต้องใช้ข้อมูลจากหลายแหล่ง วิธีนี้ใช้ในการวิเคราะห์ ประเมินผลประยุกต์และสังเคราะห์ประโยชน์ทางสังคม ก็คือ สร้างความตกลงกันได้และพัฒนาทักษะการนำเสนอผลงาน

จากที่กล่าวข้างต้น หากเป็นประโยชน์การจัดการเรียนการสอนควรมีการจัดให้นักเรียนได้ใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งนี้เป็นการสร้างและส่งเสริมตัวของนักเรียน ทั้งการพัฒนาความคิด และพัฒนาการด้านสังคม ควบคู่กันไป

รูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

โรซาวิและเซลส์ (Rysavy and Sales. 1991 : 60 - 61) ได้ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบทำงานร่วมกัน (Cooperative learning) โดยศึกษาจากงานวิจัยต่าง ๆ พบว่า

1. การทำงานร่วมกันให้ผลดีกว่าการทำงานแข่งขันกันและการทำงานเป็นรายบุคคล
2. การทำงานร่วมกันด้วยวิธีการเข้ากลุ่มแข่งขันกันดีกว่าการแข่งขันกันเป็นรายบุคคล
3. เมื่อเปรียบเทียบการแข่งขันกันเป็นรายกลุ่มกับรายบุคคลแล้วไม่แตกต่างกัน

ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ไวท์ และคนอื่น ๆ (Whyte and others. 1990 - 91 : 304) ที่พบว่า การเรียนแบบคู่และทำงานร่วมกัน (Cooperative Learning) ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนแบบแข่งขัน (Competitive Learning)

นอกจากนี้ เอ็ม อี ซี ซี (MECC Center) ได้ข้อสรุปจากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนแบบทำงานร่วมกัน ดังนี้

1. การทำงานร่วมกันในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ผลในทางบวก
2. กลุ่มทำงานของผู้เรียนจะมีการสังเกต เรียนแบบ ศึกษาซึ่งกันและกัน ช่วยกันวิเคราะห์งานและมีความยินดีร่วมกันเมื่อได้รับผลสำเร็จ
3. มีการช่วยเหลือสนับสนุนและมีความพอใจในการทำงานร่วมกันในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้เพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนสนุกกับการเรียน
4. การทำงานร่วมกันในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถจัดแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเพื่อให้เหมาะกับจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างเหมาะสม
5. ความสำเร็จที่เกิดขึ้นคือ ผลตอบแทนที่กลุ่มได้รับเป็นแรงจูงใจที่จะให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน

ส่วนวิธีการทำงานร่วมกันในคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน นอกจากจะพัฒนายุทธวิธีและเทคนิคในการใช้โปรแกรมแล้ว ยังต้องมีการพิจารณาเกี่ยวกับการใช้วิธีการทำงานร่วมกันในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วย เช่น การจัดหาวัสดุที่สนับสนุนการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การสลับเปลี่ยนหน้าที่กัน การตกลงกันก่อนที่จะเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ การปรึกษาหารือกัน และการสรุปในตอนท้ายสุดของบทเรียน

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

แนวคิดทางการศึกษาแนวใหม่ที่กล่าวถึงการจัดการศึกษาว่า จะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) ซึ่งความแตกต่างนี้มีสาเหตุมาจาก

กรรมพันธุ์ สิ่งแวดล้อมทั้งทางธรรมชาติและทางวัฒนธรรม รวมทั้งประสบการณ์และความสามารถที่ไม่เท่าเทียมกันหรือไม่เหมือนกัน เมื่อเป็นดังนี้ย่อมก่อให้เกิดการเรียนรู้ต่างกันด้วย เหตุนี้จึงได้มีผู้คิดวิธีการเรียนการสอนตามความสามารถของแต่ละบุคคล อันจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถและความสนใจของตนเอง ซึ่งเรียกวิธีการเรียนการสอนแบบนี้ว่าการเรียนการสอนแบบเอ็กติบุคคล หรือแบบรายบุคคล (Individualized Learning or Instruction)

ความหมายของการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

พัชรี พลางค์ (2526 : 23) ให้ความหมายการเรียนการสอนแบบรายบุคคล หมายถึง วิธีการเรียนชนิดหนึ่งที่มีโครงสร้าง มีระบบที่สามารถสนองความต้องการของผู้เรียนได้ การเรียนแบบนี้ ผู้เรียนมีอิสระที่จะเลือกเรียนตามเวลา สถานที่ ระยะเวลาในการเรียนแต่ละบท แต่ก็ต้องจำกัดอยู่ภายใต้โครงสร้างของบทเรียนนั้น ๆ เพราะในแต่ละบทเรียนจะมีวิธีเรียนชี้แนะไว้ในคู่มือ (Study Guide) ด้วย

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2531 : 623) ให้ความหมายว่าการศึกษารายบุคคล เป็นการเรียนที่ผู้สอนกำหนดวัตถุประสงค์ จัดเตรียมสภาพการณ์ สื่อการเรียนการสอน และวิธีการไว้ เมื่อผู้เรียนปฏิบัติตามกระบวนการโปรแกรมก็จะเกิดการเรียนรู้

สุรางค์ ไคว้ตะกุล (2533 : 227) ให้ความหมายว่า เป็นการสอนนักเรียนตัวต่อตัว หรือการสอนนักเรียนกลุ่มหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันทางสติปัญญา ความสามารถ ความต้องการ โดยครูจัดวัตถุประสงค์เฉพาะของหน่วยการเรียนรู้หรือปีเรียน พร้อมทั้งเนื้อหา และอุปกรณ์ เมื่อนักเรียนจบการเรียนรู้จะได้รับการทดสอบ เพื่อจะทราบว่าเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ตั้งไว้หรือไม่

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 164) ให้ความหมายว่า เป็นการศึกษาที่พิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างความต้องการและความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนรู้ในสิ่งที่ตัวเองสนใจได้ตามลำพัง และความสามารถของตน ตามวิธีการและสื่อการเรียนที่เหมาะสม

โดยทั่วไปแล้วการเรียนการสอนแบบรายบุคคลเป็นการประยุกต์ใช้ร่วมกันระหว่างเทคนิคและสื่อการสอนให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ตัวอย่างสำคัญของ

การจัดการเรียนการสอนรายบุคคล เช่น การเรียนการสอนแบบโปรแกรม ชุดการเรียนการสอน การจัดตารางเรียนแบบยืดหยุ่น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมประสิทธิภาพของการดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล

ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลจะต้องยึดหลักปรัชญาทางการศึกษา และจิตวิทยาการเรียนรู้ เพื่อหาวิธีการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะกับผู้เรียน วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลจึงมุ่งไปสู่ผู้เรียนเป็นหลัก ดังที่ เสาวณีย์ ลีขาบัตติ (2536 : 23 - 25) กล่าวถึงวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล สรุปได้ดังนี้

1. การเรียนการสอนรายบุคคล มุ่งสนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักแก้ปัญหา และตัดสินใจเอง
2. การเรียนการสอนรายบุคคล สนองความแตกต่างของผู้เรียน นั่นคือ ผู้เรียนทุกคนย่อมมีความแตกต่างกันไม่ว่าในด้านบุคลิกภาพ สติปัญญา หรือความสนใจ โดยเฉพาะความแตกต่างที่มีผลต่อการเรียนรู้ที่สำคัญ 4 ประการ คือ

2.1 ความแตกต่างในด้านอัตราเร็วของการเรียนรู้ (Rate of Learning) ผู้เรียนแต่ละคนจะใช้เวลาในการเรียนรู้และทำความเข้าใจในสิ่งเดียวกันในเวลาที่แตกต่างกัน

2.2 ความแตกต่างในเรื่องความสามารถ (Ability) เช่น ความฉลาด ความสามารถพิเศษต่าง ๆ

2.3 ความแตกต่างในเรื่องวิธีการเรียน (Style of Learning) ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในวิธีการที่ต่างกัน และมีวิธีเรียนที่ต่างกัน

2.4 ความแตกต่างในเรื่องความสนใจและความพึงพอใจ (Interests and Preference)

เมื่อผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันในหลาย ๆ ด้าน ครูจึงต้องจัดบทเรียนในลักษณะต่าง ๆ กัน เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนด้วยตนเอง

3. การเรียนการสอนรายบุคคล เน้นเสรีภาพการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียนเรียนด้วยความอยากเรียน เรียนด้วยความกระตือรือร้นที่เกิดขึ้นเอง ผู้เรียนจะเกิดแรงจูงใจและเกิดการกระตุ้นให้พัฒนาการเรียนรู้ โดยครูไม่จำเป็นต้องทำโทษ หรือให้รางวัล ผู้เรียนจะรู้จักตนเอง มีความมั่นใจในการที่จะก้าวไปข้างหน้าตามความพร้อมและความสามารถของตนเอง

4. การเรียนการสอนรายบุคคลขึ้นอยู่กับกระบวนการและวิธีการที่เสนอความรู้ให้แก่ นักเรียน การเรียนการสอนแบบนี้เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นปรากฏการณ์ส่วนตัวที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเร็วหรือช้า และจะเกิดขึ้นกับผู้เรียนนานหรือไม่ นอกจากจะขึ้นอยู่กับความสามารถและความสนใจของผู้เรียนแล้ว ยังขึ้นอยู่กับกระบวนการและวิธีการที่จะเสนอความรู้ให้แก่ผู้เรียน ดังนั้นในการกำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเรื่องหนึ่ง ๆ ในระยะเวลาหนึ่ง และเรียนรู้ด้วยวิธีการเดียว จะเป็นการไม่ยุติธรรมแก่ผู้เรียน ผู้เรียนควรจะได้เป็นผู้กำหนดเวลาด้วยตนเอง

5. การเรียนการสอนรายบุคคลมุ่งแก้ปัญหาความยากง่ายของบทเรียน เป็นการสนองตอบที่ว่าการศึกษาควรมีระดับแตกต่างกันไปตามความยากง่าย

กาเย และบริกส์ (Gagne' and Briggs. 1974 : 185 - 186) ได้กล่าวถึง การเรียนการสอนแบบรายบุคคลว่า เป็นหนทางทำให้การสอนบรรลุจุดมุ่งหมายตามความต้องการ (Need) และลักษณะ (Characteristic) ของผู้เรียนแต่ละคน โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญอยู่ 5 ประการ คือ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินทักษะเบื้องต้น (Entry Skills) ของผู้เรียน
2. เพื่อช่วยในการค้นหาจุดเริ่มต้นของผู้เรียนแต่ละคน ในการจัดลำดับการเรียนตามจุดมุ่งหมาย
3. เพื่อช่วยในการจัดวัสดุและสื่อให้เหมาะสมกับการเรียน
4. เพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนได้ตามอัตราความสามารถของตนเอง
5. เพื่อสะดวกต่อการประเมินผล และส่งเสริมความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคน

การจัดการเรียนการสอนรายบุคคลมุ่งสอนผู้เรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยคำนึงถึงความสามารถ ความสนใจ ความพร้อม ความถนัดในการจัดการเรียนการสอนให้ บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ ควรวางขั้นตอนในการดำเนินงาน กำหนดการเรียนการสอนให้เหมาะสม กับผู้เรียน

ประเภทของการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

การเรียนการสอนแบบรายบุคคลแบ่งออกได้หลายประเภทตามทัศนะของผู้จัดแบ่ง ดังเช่น กาเย่ และบริกส์ (Gagné and Briggs. 1974 : 187) ได้แบ่งประเภทการเรียนการสอนแบบรายบุคคลออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. แผนการเรียนแบบอิสระ (Independent Study Plans) เป็นการสอนที่ครู กับผู้เรียนตกลงกันในเรื่องของจุดมุ่งหมายของการเรียน แล้วผู้เรียนศึกษาค้นคว้าให้บรรลุ จุดมุ่งหมายด้วยตนเอง
2. ศึกษาด้วยการควบคุมตนเอง (Self - Directed Study) จะมีการตกลง ในจุดมุ่งหมายเฉพาะกำหนดเอาไว้ แต่วิธีการศึกษานั้นเป็นเรื่องของนักเรียนเอง ครูอาจ คอยให้คำแนะนำในการฝึกนักเรียนต้องการ และเมื่อนักเรียนผ่านการทดสอบก็ถือว่าใช้ได้
3. โปรแกรมผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner - Center Programs) เป็น โปรแกรมการเรียนที่จัดขึ้นกว้าง ๆ แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนโดยมีวิชาแกน วิชา เสริม และวิชาเลือก
4. เรียนตามความเร็วของตนเอง (Self - Pacing) เป็นการเรียนที่ผู้เรียน เรียนตามอัตราความเร็วหรือความสามารถของตนเอง มีการกำหนดจุดมุ่งหมาย ตลอดจน เกณฑ์ต่าง ๆ เอาไว้ ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจต่างกันที่เวลาที่ใช้ในการเรียน
5. การเรียนการสอนที่ผู้เรียนกำหนดเอง (Student - Determined Instruction) นักเรียนเลือกจุดมุ่งหมาย วัสดุศึกษา กำหนดเวลาเอง ทดสอบเอง และมี เสรีที่จะยกเลิกจุดมุ่งหมายใดก็ได้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

เพื่อให้การเรียนการสอนรายบุคคลบรรลุเป้าหมาย ครูควรจะวางขั้นตอนในการดำเนินงานในการจัดการเรียนการสอน ดังที่ เสาวณีย์ ลิกขำบัณฑิต (2536 : 26 - 27) กล่าวไว้ สรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้เรียน
2. กำหนดหลักสูตร โดยถือหลักการจัดประสบการณ์ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
3. กำหนดจุดมุ่งหมาย โดยยึดหลักความแตกต่างระหว่างบุคคลและมุ่งให้ผู้เรียน

ก้าวหน้าตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของตนเอง

4. กำหนดเนื้อหาและประสบการณ์ โดยการนำหลักสูตรมาแบ่งตามเนื้อหาเป็นตอน บท หน่วย และกำหนดความคิดรวบยอดให้เด่นชัด
5. กำหนดแผนการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้ใช้ดำเนินการได้ถูกต้อง
6. กำหนดวิธีการเรียนการสอน รวมทั้งสื่อ และกิจกรรมที่ใช้ในบทเรียนนั้น ๆ
7. ประเมินผล กำหนดแนวการประเมินผลไว้ให้เรียบร้อย ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ตลอดจนการรายงานความก้าวหน้าในการเรียนไว้อย่างชัดเจน

ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

การจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคลมีประโยชน์หลายประการ ซึ่ง วีระ ไทยพานิช (2529 : 126) ได้กล่าวถึงประโยชน์หรือลักษณะข้อดีของการเรียนการสอนแบบรายบุคคลไว้ดังนี้

1. นักเรียนสามารถเรียนรู้ตามอัตราศักยภาพความสามารถของเขา
2. เป็นการคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
3. นักเรียนเป็นอิสระมากกว่าการสอนปกติ
4. ครูมีเวลาที่จะทำงานกับนักเรียนเป็นรายบุคคลเมื่อนักเรียนต้องการ

ข้อดีและข้อจำกัดของการศึกษารายบุคคล

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 166) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบรายบุคคล สรุปได้ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนสามารถเรียนได้เร็วหรือช้าตามอัตราความสามารถ และความสนใจของแต่ละบุคคล
2. สื่อที่ใช้ในการเรียนได้รับการทดลองและทดสอบมาก่อนแล้วว่าสามารถจะใช้งานได้ อย่างมีประสิทธิภาพดี จึงจะนำมาใช้กับผู้เรียน เช่น ชุดการเรียน ชุดสื่อประสม และไมโครวิชาต่าง ๆ
3. สื่อที่ใช้ในการเรียนมีหลายชนิดให้เลือก และมักใช้ในรูปแบบของสื่อประสม สื่อบางรูปแบบจะเป็นสื่อที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้ด้วย เช่น ปฏิสัมพันธ์ด้วยวิดีโอ (Interactive Video) และการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer) เป็นต้น
4. บทเรียนจัดเป็นหน่วย (Units) ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ด้วยชุดการเรียนที่จัดเป็นเนื้อหาบทเรียนตามหน่วยนั้น
5. เป็นการเรียนที่ผู้สอนเป็นผู้ช่วยเหลือ แนะนำ และให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน จึงทำให้ผู้สอนและผู้เรียนมีมนุษยสัมพันธ์ต่อกันมากกว่าการเรียนในวิชาอื่น

ข้อจำกัด

1. ถ้าผู้เรียนมีอายุยังน้อย และยังไม่มีความพร้อมเพียงพอที่เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ก็อาจจะทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนการสอน
2. ผู้สอนต้องเป็นผู้มีความรู้ในการจัดเตรียมสื่อการเรียนในแต่ละวิชาให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงบุคลิกภาพและความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคนด้วย

บทบาทของผู้สอนในการศึกษารายบุคคล

การศึกษารายบุคคลเป็นการเรียนการสอนที่จัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้สอนมีบทบาทเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษาแนะนำ ข้อคิดเห็นและเหตุผล เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถ

ตัดสินใจได้เอง (รัฐการ คุณวิธิ. 2539 : 25) นอกจากนี้ผู้สอนควรมีบทบาทที่สำคัญอื่น ๆ อีก ดังนี้ คือ

1. เป็นผู้วางแผนการเรียนโดยการกำหนดวัตถุประสงค์ วิธีการเรียน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบต่าง ๆ
2. เป็นผู้วางแผนว่าจะให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองอย่างไร เช่น การอ่านและการฟัง หรือการเรียนในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อจัดเตรียมเอกสารและสื่อวัสดุอุปกรณ์อย่างเหมาะสมแก่ผู้เรียน
3. ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบว่าที่ตนได้เรียนไปนั้นถูกต้องหรือไม่ อย่างไร
4. มีการประเมินผลผู้เรียนทุกครั้งที่เรียนจบบทเรียนในแต่ละบท เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบความก้าวหน้าของตนเองและการเริ่มเรียนในบทเรียนต่อไป
5. ให้เวลาและความสนใจผู้เรียนมากกว่าการเรียนปกติ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสมาขอคำปรึกษาและข้อเสนอแนะในการเรียน และต้องเรียนรู้ถึงความถนัดความสนใจและความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนด้วย (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 175)

การศึกษาเป็นรายบุคคลเป็นการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ดังนั้นผู้สอนจะต้องวางแผนการสอนโดยกำหนดวัตถุประสงค์ วิธีการเรียน การจัดเตรียมเอกสาร และสื่ออุปกรณ์ให้เหมาะสมแก่ผู้เรียน และสื่อที่น่าสนใจในยุคปัจจุบัน ก็คือ คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยเหตุผลที่ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนช่วยให้นักเรียนเรียนได้ดีและเร็วกว่าการสอนตามปกติ นักเรียนสามารถเรียนได้ตามความต้องการของนักเรียนโดยไม่ต้องมีใครบังคับ นักเรียนเรียนได้ตามความสามารถของตัวเอง จะเรียนได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความรู้พื้นฐาน และความสามารถของผู้เรียนเอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางวิชาฟิสิกส์

จากการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ในเนื้อหา เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ผู้วิจัยพบงานวิจัยของ วงษ์เดือน กองแก้ว (2536 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษาปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 6 เพียงชั้นเดียว ซึ่ง ผลการวิจัยพบว่า

1) หัวข้อเนื้อหาที่นักเรียนส่วนมากเห็นว่ามีปัญหาต่อการเรียนการสอนเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ เรื่อง การแทรกสอดของคลื่น การเลี้ยวเบนของคลื่น การหักเหของคลื่น คลื่น ผิวน้ำ การสะท้อนของคลื่น การสะท้อนของคลื่น การเคลื่อนที่และอัตราเร็วของแสง การหักเหของแสง ความสว่าง การสะท้อนของแสง การกระจายของแสง คลื่นกล ตาและการมองเห็นสี และเรื่องสีและการผสมสารสี/แสงสี ตามลำดับ ประเด็นที่นักเรียนส่วนมากเห็นว่าเป็นปัญหาต่อการเรียนการสอนเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ประเด็นปัญหาเกี่ยวกับการทำความเข้าใจเนื้อหา (ความยาก-ง่าย) แบบฝึกหัดท้ายบท พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ คำถามระหว่างเรียน ปริมาณเนื้อหา ความต่อเนื่องลำดับเนื้อหา การอธิบายขั้นตอนการทดลอง ความเหมาะสมระหว่าง การทดลองกับเนื้อหา และความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเนื้อหา ตามลำดับ 2) หัวข้อเนื้อหาที่อาจารย์ผู้สอนส่วนมากเห็นว่ามีปัญหาต่อการเรียนการสอน ได้แก่ เรื่องการเคลื่อนที่และอัตราเร็วของแสง การสะท้อนของแสงและการหักเหของแสง ประเด็นปัญหาที่อาจารย์ผู้สอนส่วนมากเห็นว่า เป็นปัญหาต่อการเรียนการสอนเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ประเด็นเกี่ยวกับปริมาณเนื้อหาและความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเนื้อหา ตามลำดับ 3) ความคิดเห็นที่มีต่อปัญหาการเรียนการสอนด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ว 421 ระหว่างนักเรียนกับอาจารย์ผู้สอนแตกต่างกัน จำนวน 72 เรื่อง ในจำนวนหัวข้อเนื้อหาที่นำมาศึกษาทั้งหมด 200 เรื่อง คิดเป็นสัดส่วนความคิดเห็นที่มีต่อหัวข้อเนื้อหาที่แตกต่างกันและไม่แตกต่างระหว่างนักเรียนกับอาจารย์ผู้สอนประมาณ 1 : 2

ผลของการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลการสำรวจความคิดเห็นของครู-อาจารย์ผู้สอน วิชาฟิสิกส์ จำนวน 150 คน ที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลในการประชุมวิชาการ เรื่องการสอน ฟิสิกส์กับเทคโนโลยี จัดโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) พบว่า เนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์คลื่น เป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมมาก ผู้เรียนไม่เกิดทักษะ ขณะเรียนรู้ ยากต่อการทำความเข้าใจ และทำให้เกิดความเครียดวิตกกังวล ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์คลื่นมาจัดสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ทั้งนี้ จากการศึกษางานวิจัยด้านผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการฟิสิกส์ ของเกรียงวิทย์ ศรีนริศฐเลิศ (2527 : 1) ศิริพงษ์ ทีชะ (2527 : 1) ปิ่นฉัตร อุณะนันท์ (2528 : 35) และ พิพัฒน์ คงทอง (2529 : 1) ที่พบว่า ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์มีปัญหาเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร ในด้านเนื้อหาวิชา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วัสดุอุปกรณ์การสอน และสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนมีคุณภาพต่ำ ซึ่งความคิดเห็นดังกล่าวนี้ปรากฏให้เห็น ทั้งในเขตการศึกษา ส่วนกลางและในเขตภูมิภาค

นอกจากนี้ จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศ พบว่า การที่นักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตอนปลายหลีกเลี่ยงที่จะเรียนวิชาฟิสิกส์มีสาเหตุต่าง ๆ เช่น งานวิจัยของ เอลเลียต (Elliot. 1977 : 6236 - A) พบว่า การเลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับสิ่งต่อไปนี้ คือ ความกลัวที่จะไม่ได้เกรดดี ๆ ความยากของวิชาฟิสิกส์ การคาดคะเนถึงประโยชน์ของฟิสิกส์ ในอนาคต เพศของนักเรียนค่าระดับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน ความสนใจต่อวิชาฟิสิกส์ จินตนาการ ของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และต่อครูที่สอนวิชาฟิสิกส์ ความเครียดวิตกกังวลต่อวิชาฟิสิกส์ที่เคยเรียนมาแล้ว การเตรียมการสอนของครู ในด้านเนื้อหาและการทดลอง ความเครียดวิตกกังวลของครูฟิสิกส์ต่อคนอื่น ๆ และความผูกพันของครูต่อการสอนวิชาฟิสิกส์ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์กับการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นกล่าวได้ว่า การที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ต่ำในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากเนื้อหาวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ยากต่อการทำความเข้าใจ กอปรกับปัญหา ที่ครูผู้สอนบางส่วนมีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง ด้วย วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพต่ำ และข้อจำกัดของการใช้สื่อประกอบ เป็นผลให้ผู้เรียนไม่เกิดทักษะและ

เรียนรู้เกิดความเข้าใจที่ผิดพลาดในเนื้อหาบางช่วงตอน มีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในวิชา ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างสื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพเพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยสื่อที่จะสร้างขึ้นต้องสามารถสื่อความหมายจากเรื่องราวที่เป็นนามธรรม ให้เป็นรูปธรรมมากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้น

2. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ เป็นงานวิจัยที่กระทำกับนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีสื่อประกอบเท่าที่ได้สำรวจงานวิจัยในส่วนนี้มีปรากฏดังต่อไปนี้

ปรีชา กล้ารัมย์ (2526 : 73 - 74) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพ และแผนภูมิ กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ และความคิดรวบยอดเกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง

วิรงรอง ไวจนกุล (2530 : 97 - 99) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แผนภาพใบเรียงสเประกอบ กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกและเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน ส่วนผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีไม่แตกต่างกัน

กิตติศักดิ์ เสามาธรรมานนท์ (2531 : 71) ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์ เทปประกอบ

กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน

ธวัช ทิพย์พิทักษ์ (2532 : 50 - 51) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เทป โทรทัศน์ประกอบ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า การสอนทั้งสองแบบส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอดไม่แตกต่างกัน

อรพงศ์ลักษณ์ อยู่สุข (2535 : 79) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลายไม้นั้น ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทและเกี่ยวกับสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลายไม้นั้น กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ส่วนทางด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับทางทฤษฎีไม่แตกต่างกัน

อดิศร มณีศิริ (2537 : 73) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน 2 ด้าน คือ ด้านการจำแนก และด้านความสัมพันธ์ ส่วนทางด้านทฤษฎีไม่แตกต่างกัน

ในส่วนของงานวิจัยต่างประเทศ พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศ ดังเช่น จาคอบสัน (Jacobson. 1969 : 109 - 112) ซึ่งได้ศึกษาการสร้างความคิดรวบยอดโดยอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้วัสดุอุปกรณ์กับตัวอย่าง 30 คน เป็นนิสิตในมหาวิทยาลัยโดยการให้กลุ่มตัวอย่างดูรายการคู่สัมพันธ์เป็นช่วงๆ ช่วงละ 4 วินาที เท่า ๆ กัน โดยการเรียนรู้วัสดุอุปกรณ์ประกอบและไม่มีวัสดุอุปกรณ์ประกอบ และพบว่า การเรียนรู้โดยอาศัยวัสดุอุปกรณ์ช่วยทำให้เกิดความคิดรวบยอดได้ง่ายกว่าการไม่ใช้วัสดุอุปกรณ์ประกอบ

นอกจากนี้ บาบีเกียน (Babikian. 1971 : 201 - 209) ซึ่งได้ศึกษาผลของวิธีการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง วิธีสอนแบบปฏิบัติการและวิธีสอนแบบบอกให้รู้ในการสอนความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับหลักของอาร์คิมิดีส ผู้รับการทดลองเป็นนักเรียนเกรด 8 พบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบบอกให้รู้และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยตัวเอง

จากงานวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้มีการวิจัยผ่านมาเป็นรูปแบบการสอนให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยสื่อประกอบหรือการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยสื่อดังกล่าว มีลักษณะเป็นรูปภาพ แผนภูมิ แผนภาพโปร่งใส สไลด์ เทปประกอบ เทปโทรทัศน์ แผนภาพโพลารัมขึ้น หรือชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งมีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างสื่อที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย กล่าวคือเป็นรูปแบบของสื่อที่มีการผสมผสานสื่ออื่นเข้ามาไว้ด้วยกัน เช่น แผนภูมิ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง ทั้งนี้คาดหวังว่าจะเป็นสื่อหนึ่งที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์คลื่น ที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา

3. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ มีผู้วิจัยได้ทำการศึกษาไว้ ดังนี้

กมล หลีกภัย (2525 : 68) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 192 คน พบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวก

อดิศร มณีศิริ (2537 : 77) ได้ทำการทดลองสอนวิชาฟิสิกส์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดฝึกความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมเรียนตามคู่มือครู ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ชุดฝึกเป็นสื่อประกอบและยังพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกะของผู้เรียน และจากการศึกษางานวิจัยเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังงานวิจัยของปรีชา กล้ารัศมี (2526 : 74) สุมาลี พลราชฤทธิ์ (2529 : 80) นิตยา กิจโร (2530 : 101 - 102) และอร่ามศิลป์ อยู่สุข (2535 : 83) พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถเกิดขึ้นได้ จากการใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง โดยใช้หนังสือประกอบการ์ตูน โดยใช้การฝึกทักษะจากการตั้งคำถาม และโดยใช้แผนภาพพลังงานขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย โดยคาดหวังว่าจะเป็นสื่อหนึ่งที่จะส่งเสริมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ศึกษางานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพบว่า งานวิจัยเหล่านั้นมีรูปแบบการวิจัยคล้ายกับงานวิจัยที่ปรากฏภายในประเทศ ดังเช่น ไรเลย์ (Riley. 1975 : 5152 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านปฏิบัติจริง ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎี เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป ผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

เซอร์ลิน (Serlin. 1977 : 5726 - A) ได้ศึกษาผลของการเรียนด้วยการปฏิบัติการแบบค้นพบต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาและความคิด

สร้างสรรค์ โดยการจับกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา
เทอมที่ 3 เรียนวิชาแคลคูลัสที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนฟิสิกส์ เมื่อทำการทดสอบทักษะ
ทุกด้านปรากฏว่า เพศชายมีทักษะในการแก้ปัญหาสูงกว่าเพศหญิง การปฏิบัติการแบบค้นพบมีผล
ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ไม่มีผลแตกต่างกันต่อนักเรียน
ในด้านอื่น ๆ

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยวิธีการ
ที่แตกต่างกัน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันในบางกรณี และ
ไม่แตกต่างกันในบางกรณี ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียน
แบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคล ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น โดยผู้วิจัยได้
ศึกษาและวิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหาของหลักสูตรร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้ชำนาญการสอน
วิชาฟิสิกส์ ในส่วนของทักษะที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น และได้ข้อสรุปทักษะ
ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยทักษะ 7 ประการดังนี้ คือ

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการจำแนกประเภท
4. ทักษะการคำนวณ
5. ทักษะการพยากรณ์
6. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
7. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและข้อสรุป

ทักษะดังกล่าวทั้ง 7 ประการ นี้เป็นทักษะที่ผู้วิจัยคาดหวังว่าจะเกิดขึ้นภายหลังจากที่
ผู้เรียนได้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ที่ผู้วิจัย
สร้างขึ้น

4. งานวิจัยเกี่ยวกับค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มร่วมมือ ยังไม่มีงานวิจัยปรากฏ แต่การศึกษาเรื่องค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะของการปลูกฝังค่านิยมด้านสิ่งแวดล้อม และการศึกษาค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ที่ได้รับการสอนด้วยการประชาสัมพันธ์ มีปรากฏในงานวิจัยของ ผ่องศรี หมื่นจำเริญ (2535 : 165 - 170) และสนธยา รามัญอุดม (2537 : 105) ดังนี้

ผ่องศรี หมื่นจำเริญ (2535 : 165 - 170) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่นเพื่อปลูกฝังค่านิยมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนท่ามะกาบุญศิริวิทยา จังหวัดกาญจนบุรี โดยกลุ่มทดลองสอนด้วยหลักสูตรท้องถิ่นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และกลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการใช้หลักสูตรท้องถิ่น นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่านิยมด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรท้องถิ่น
2. หลังการใช้หลักสูตรท้องถิ่น นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่านิยมด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

สนธยา รามัญอุดม (2537 : 105) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการประชาสัมพันธ์กับการสอนตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการประชาสัมพันธ์มีค่านิยมทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

จากงานวิจัยข้างต้น สรุปได้ว่า ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้ ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งพฤติกรรมต่าง ๆ เช่น การได้ลงมือปฏิบัติจริงในสภาพการณ์ที่กำหนด หรือการได้ฝึกใช้กระบวนการด้านการประชาสัมพันธ์ การสื่อสารของผู้เรียน ถือเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างเสริมค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดแก่ผู้เรียน ในการนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนด้วยรูปแบบการจัดกลุ่มแบบร่วมมือ และการเรียนแบบรายบุคคล ด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีจำนวนมากพอสมควร ทั้งนี้เนื่องจาก ลักษณะของตัวสื่อที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในยุคปัจจุบัน จากการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องปรากฏดังต่อไปนี้

นุชนาถ วุฒินาคา (2529 : 46-50) ทำการวิจัยเรื่อง ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร ปรากฏว่าครูวิทยาศาสตร์ เห็นว่า คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนสามารถอำนวยความสะดวก เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน พร้อมจัดหาคอมพิวเตอร์และมีการจัดหาโปรแกรมการเรียนการสอนที่ได้มาตรฐานให้สามารถใช้ได้ทุกโรงเรียน

พนัย อภิชาติเสนีย์ (2529 : 36 - 39) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านพุทธิพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน 2 แบบ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบอธิบายด้วยเทปเสียง สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบอธิบายด้วยตัวอักษร

วีระศักดิ์ สุนทรวิภาต (2529 : 50) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีรัตนบุรี ปีการศึกษา 2529 จำนวน 60 คน พบว่า การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่านักเรียนที่เรียนเสริมจากครู

สันติ ม่วงบาน (2530 : 1) ได้พัฒนาบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนซ่อมเสริมในวิชาฟิสิกส์ และศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนซ่อมเสริม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเพศชายกับเพศหญิง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย 20 คน และนักเรียนหญิง 20 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนซ่อมเสริมสูงกว่า ก่อนเรียน ทั้งเพศหญิง และเพศชาย และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเพศหญิงสูงกว่าเพศชายทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนซ่อมเสริม

ชนิษฐา โชคสือชัย (2530 : 69) ศึกษาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวินิจฉัยและแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาช่างอุตสาหกรรม จำนวน 30 คน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนและหลังการใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแตกต่างกัน โดยหลังจากการใช้โปรแกรม นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางผลการเรียนสูงกว่า ก่อนการใช้โปรแกรม

มานะ ออพานิชกิจ (2530 : 38) ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนแบบรายบุคคลและเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 42 คน กลุ่มทดลอง 1 เรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มทดลอง 2 เรียนแบบรายบุคคลโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน พบว่าผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนแบบรายบุคคล และเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่แตกต่างกัน

นิพนธ์ ศุภปริสดี (2531 : 16 - 19) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยระบบการสอนปกติกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน และศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งหมด มีความแตกต่างกัน และนักเรียนส่วนใหญ่ออกใจการเรียนด้วยตนเองอย่างอิสระด้วยระบบคอมพิวเตอร์

อมร สุขจำรัส (2533 : 58) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การย่อยอาหาร ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนตามปกติ กลุ่มทดลองเรียนบทเรียนเรื่องการย่อยอาหาร โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในเวลา 2 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยวิธีการสอนปกติใช้เวลา 3 สัปดาห์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติ

มณฑล อนันตรศิริชัย (2534 : 1) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพฯ ปีการศึกษา 2534 ทำการทดลองโดยให้กลุ่มทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเพื่อวินิจฉัยผลการเรียน ผลการวิจัยสรุปได้ว่านักเรียนที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

เรื่องเดช สุทธิผล (2535 : 1) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบควบคุมโดยผู้เรียนและควบคุมโดยโปรแกรม กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขอนแก่นวิทยาคม ปีการศึกษา 2534 พบว่านักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบควบคุมโดยผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า และใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่านักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบควบคุมโดยโปรแกรม

วิลาวรรณ ช่างแพน (2537 : 1) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเสริมความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กลไกมนุษย์ หน่วยการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเสริมความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กลไกมนุษย์ หน่วยการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความเห็นด้วยต่อการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเสริมความรู้

ประวิทย์ บึงสว่าง (2537 : 1) ศึกษาเปรียบเทียบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์และอธิบายผลการทดลองในวิชาเคมี และศึกษาความคิดเห็นต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองสรุปผลการทดลองโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนกลุ่มควบคุม สรุปผลการทดลองโดยการอภิปรายผล ผลการวิจัยสรุปได้ว่าการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองช่วยให้ผู้เรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ดีกว่าการสรุปผลโดยการอภิปรายผลโดยครูผู้สอน และนักเรียนมีความรู้สึกละบากต่อการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม (2537 : 1) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบไฮเปอร์มีเดียวิชาฟิสิกส์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
พบว่า กลุ่มทดลองให้เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า
กลุ่มควบคุมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนซ่อมเสริมปกติ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาเคมีก่อนและหลังการทดลองของทั้ง 2 กลุ่ม และวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของ
ผู้เรียนต่อการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนผลการวิจัยสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาเคมีระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน และนักเรียนที่เรียนซ่อมเสริม
ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมีความคิดเห็นเห็นด้วยกับการสอนซ่อมเสริม โดยใช้คอมพิวเตอร์ใน
ระดับเห็นด้วยอย่างมาก ร้อยละ 100 ตามเกณฑ์การประเมินอย่างเบสส์ (Best)

นอกจากนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
รายละเอียด งานวิจัยที่ศึกษาปรากฏดังต่อไปนี้

มารีย์ เดนซ์ (Dence. 1980 : 50-54) ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์
ช่วยการสอนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1969-1978) พบว่า วิชาที่เหมาะสมและใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
คือวิทยาศาสตร์ บทเรียนแบบสาขา และบทเรียนที่เป็นแบบฝึกหัดทักษะจะให้ผลดีกว่าแบบอื่น
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูลย้อนกลับมากกว่าบทเรียนแบบโปรแกรมอื่น ๆ
ทั้งยังให้ความสำคัญเป็นเอกัตบุคคลได้มาก ผู้เรียนจะเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง และยังให้
ผลดีเท่ากับการสอนแบบเดิมแต่จะให้ผลดียิ่งขึ้น ถ้าใช้ร่วมกันทั้งยังประหยัดเวลาได้ถึงร้อยละ 40

เพรเตอร์ริด วิลเลียมส์ และคนอื่น ๆ (Williams and other. 1983 : 3-7) ได้
สำรวจเจตคติที่เด็กมีต่อคอมพิวเตอร์โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุระหว่าง 6-18 ปี จำนวน 106
คนสั่งเข้าค่ายคอมพิวเตอร์ระยะ 9 วัน เด็กเหล่านั้นได้เรียนคอมพิวเตอร์เป็นครั้งแรกในชีวิตทุกคน
ไม่เคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์มาก่อนเลย และจากการให้เด็กเหล่านั้นตอบแบบสำรวจ
เจตคติ ซึ่งสร้างขึ้นโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เด็กก่อนที่จะเริ่มเรียนคอมพิวเตอร์ พบว่า
เด็กส่วนมากชอบคอมพิวเตอร์ แต่มีความแตกต่างอยู่บ้าง คือเด็กชายจะชอบเกมคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับต่อสู้ ส่วนเด็กหญิงจะชอบเกมเกี่ยวกับการทนายปัญหา และเกมเกี่ยวกับรูปภาพนอกจากนี้เด็กชาย

มุ่งที่จะใช้คอมพิวเตอร์ในงานด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม ในขณะที่เด็กหญิงพูดถึงการใช้คอมพิวเตอร์ในงานด้านเลขานุการและการเงิน

คอคช (Koch. 1973 : 28-29) ได้กล่าวถึงงานวิจัยของสมาคมครูใหญ่โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งชาติ และคณะกรรมการเทคโนโลยีทางการศึกษาของสหรัฐ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจโรงเรียนต่าง ๆ ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน พบว่าการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างรูปแบบและการจำลองสถานการณ์กำลังที่เพิ่มมากขึ้นในโรงเรียนมัธยมศึกษา เช่น ในวิชาเศรษฐศาสตร์ ชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ ส่วนโปรแกรมสำหรับฝึกหัดทักษะนั้นได้ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมากในวิชาภาษาต่างประเทศ และวิชาชีววิทยา

ซัมเมอร์วิลล์ (Summerville. 1985 : 603-A) ได้ศึกษาผลของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่มีส่วนสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนวิชาเคมีพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนเพิ่มสูงขึ้นกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาวิชาเดียวกันบทเรียนที่ได้เรียนไปแล้วทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนผู้เรียนสามารถสร้างความสำเร็จด้วยตนเอง ทำให้มีเจตคติต่อวิชาที่เรียนและคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์สอน

เคนเนธ เอลลิส บรัมบอห์ (Kenneth Ellis Brumbaugh. 1975 : 427 A) วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการส่งเสริมการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นครูวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนมัธยมศึกษา รัฐมิชิแกนในสหรัฐอเมริกา พบว่ามีสิ่งที่ไม่มียุทธวิธีต่อการใช้คอมพิวเตอร์ในชั้นเรียน คือประสบการณ์ในการสอนของครูพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ที่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้จะใช้เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับนักเรียน

เควิน ชาร์ล ไวส์ (Kevin Charles Wise. 1984 : 2432-A) ได้ศึกษาอิทธิพลของการใช้แบบจำลอง ไมโครคอมพิวเตอร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียน

วิทยาศาสตร์กายภาพระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพเกรด 9 รัฐจอร์เจีย ในสหรัฐอเมริกา 3 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องถูกสุ่มมาให้เลือกวิธีการเรียนการสอนอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ก่อนปฏิบัติ การใช้แบบจำลองหลังการปฏิบัติการ และวิธีการเรียนการสอนตามปกติผลปรากฏว่าทั้งกลุ่มที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ก่อนปฏิบัติ และกลุ่มที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์หลังปฏิบัติการ มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่มีการเรียนการสอน ด้วยวิธีการปกติและในขณะที่แต่ละกลุ่มที่ทำการวิจัยมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกที่สูงกว่า

คอร์เดล (Cordeil. 1989 : 1223 - A) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการเรียนรู้และรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพโดยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดทบทวนเนื้อหา (Tutorial) แบบเส้นตรงและแบบสาขา พบว่ารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับรูปแบบการเรียนรู้

ไอเซนคราฟ (Eisenkraft. 1986) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบจำลองสถานการณ์ในการปฏิบัติการทดลองกับการทดลองตามปกติในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการเปรียบเทียบคะแนนภาคปฏิบัติและคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 225 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนจากการทดลองตามปกติ ส่วนความสามารถในการปฏิบัติการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ลิว (Liu. 1975 : 1411-1412-A) ได้ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนโดยจัดตั้งโครงการเพื่อพัฒนาความต่อเนื่องของบทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา วิทยาลัยศิลปะที่เรียนวิชาฟิสิกส์ 3 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ด้วยวิธีการปฏิบัติ ช่วยทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนในห้องเรียนไปแล้ว ทำให้เกิดความแม่นยำในหัวข้อที่เรียนจากการเรียนตามปกติ

แมค คูรี (Mc Cury. 1988) ได้ศึกษาผลการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในการฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่เรียนฟิสิกส์ทั่วไป กลุ่มทดลองจะฝึกและปฏิบัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์กลุ่มควบคุมฝึกและปฏิบัติจากการใช้อุปกรณ์ตามปกติภายในระยะเวลาเท่า ๆ กัน มีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเมื่อจบบทเรียน ได้ข้อสรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ฝึกและปฏิบัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า และกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์แตกต่างกัน

พาเซก (Pasek. 1992) ทำการศึกษาวิจัยผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบวีดิทัศน์ปฏิสัมพันธ์ (Interactive Video Disk) ในการสอนความคิดรวบยอด เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนฟิสิกส์จำนวน 7 ห้องเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบวีดิทัศน์ปฏิสัมพันธ์กับการเรียนตามปกติ พบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนช่วยลดเวลาในการเรียนได้ 2) ผู้เรียนมีความสนใจต่อการเรียนมากขึ้น 3) ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเรียนในทางบวก 4) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบวีดิทัศน์ปฏิสัมพันธ์มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้

โรสเนอร์ (Rosner. 1989) ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน เพื่อพิจารณาการประเมินการใช้คอมพิวเตอร์แบบสถานการณ์จำลอง กับการใช้อุปกรณ์จริง พบว่าระดับชั้นมีผลต่อการเรียนรู้ ยกเว้นระดับ 6 และ 7 พบว่า การใช้โปรแกรมสถานการณ์จำลองให้ทำงานเป็นกลุ่ม 2-3 คนง่ายต่อการทำการทดลองจริง

ไวเซอร์ (Wiser. 1988 : 124) ได้ศึกษาผลของการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนักเรียนที่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องความแตกต่างของความร้อนและอุณหภูมิ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในแนวคิดเรื่องความร้อนและความแตกต่างระหว่างความร้อนและอุณหภูมิ นักเรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนจะใช้เวลา

ในการทำความเข้าใจงานในทัศนนี้เกี่ยวกับความรื่อนน้อยกว่านักเรียนที่ไม่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

จากเอกสารและงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามปกติ หรืออย่างน้อยก็พอ ๆ กัน นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนยังมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนอีกหลายประการ เช่น การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่จำกัดเพศ เวลา นักเรียนได้เรียนแบบ Active Learning ตลอดจนการเรียนรู้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากกว่าการสอนตามปกติและสามารถประเมินผลความก้าวหน้าของนักเรียนได้ และนอกจากนี้ยังพบว่าคอมพิวเตอร์จะแสดงสถานการณ์จำลอง นอกจากนี้ยังสามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในลักษณะอื่น ๆ อีก เช่น ใช้เพื่อสอนเป็นกลุ่ม เป็นรายบุคคล ซึ่งจะสอนในรูปแบบนี้เป็นแบบการส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน เน้นรูปแบบให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางเพื่อการเรียนที่สูงต่อไป

6. งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล

งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบกลุ่ม และแบบรายบุคคลได้มีการศึกษาวิจัยกันอย่างแพร่หลายในหลายสาขาวิชา มีลักษณะการใช้ในหลายลักษณะ เช่น การเปรียบเทียบกับการสอนแบบต่าง ๆ ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามีหลายด้าน งานวิจัยที่ได้ศึกษา ปรากฏดังต่อไปนี้

เอื้อฟ้า สมบัติพานิช (2525 : 37-61) ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้เกมการแข่งขันเป็นกลุ่ม และรายบุคคลในการเตรียมความพร้อมทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นเด็กเล็ก ผลการวิจัยกลับ พบว่าความพร้อมทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เกมการแข่งขันเป็นกลุ่ม และเป็นรายบุคคลไม่แตกต่างกัน

นงลักษณ์ น้าผุด (2526 : 54 - 65) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง "ความรุ่งเรืองของอาณาจักรสุโขทัย" ระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสไลด์เทปเป็นกลุ่ม กับเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนที่เรียนกับบทเรียนแบบโปรแกรมสไลด์เทปเป็นกลุ่มกับเป็นรายบุคคลไม่แตกต่างกัน

สุกัญ เทียนทอง (2527 : 67-72) ยังได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยครู กลุ่มเพื่อน และศึกษาด้วยตนเอง พบว่า การสอนโดยกลุ่มเพื่อนได้ผลไม่แตกต่างจากการสอนโดยครูและการเรียนด้วยตนเอง เมื่อเปรียบเทียบการอ่านโดยการอ่านแบบฝึกเป็นรายบุคคลกับเป็นกลุ่ม

นิตยา บานทิพย์ (2527 : 58-62) ได้ทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านภาษาไทย และความตั้งใจเรียนวิชาภาษาของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 โดยใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคล เป็นกลุ่ม และไม่ใช้แบบฝึก พบว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้แบบฝึกเป็นกลุ่มมีความสามารถในการอ่านภาษาไทยและความตั้งใจในการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคล และกลุ่มที่ไม่ได้ใช้แบบฝึกหัด

ลาวัณย์ มหาทุมะรัตน์ (2529 : 52) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมกลุ่มในการพัฒนามนุษยสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีศักดิ์สุวรณวิทยา จังหวัดสิงห์บุรี โดยกลุ่มทดลองได้รับการฝึกกิจกรรมกลุ่ม ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการให้ข้อสังเกต พบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกกิจกรรมกลุ่ม มีการพัฒนามนุษยสัมพันธ์สูงขึ้นกว่าเดิม และสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการให้ข้อสังเกต และในปีเดียวกัน กรองแก้ว สาธุสนธิ์ (2529 : 44 - 46) ก็ได้ทำการศึกษาถึงผลของการใช้กิจกรรมกลุ่มในการพัฒนาความเสียสละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวมกพลวิทยา จังหวัดสระบุรี โดยแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกโดยใช้โปรแกรมกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มควบคุมได้รับข้อสังเกตเกี่ยวกับการเสียสละ ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความเสียสละสูงกว่าก่อนการฝึกและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

นภาพร พุ่มพุกษ์ (2529 : 74) ได้ทำการศึกษาผลของกิจกรรมกลุ่มที่มีต่อการพัฒนาความภาคภูมิใจในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระนารายณ์ จังหวัดลพบุรี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับการฝึกกิจกรรมกลุ่มโดยใช้โปรแกรมการฝึกกิจกรรมกลุ่ม และกลุ่มควบคุมได้รับข้อสังเกตเนื้อหาเกี่ยวกับความภาคภูมิใจในตนเองจากการศึกษาพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีความภาคภูมิใจในตนเองสูงขึ้นก่อนการฝึกกิจกรรมกลุ่ม และนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความภาคภูมิใจในตนเองแตกต่างจากนักเรียนในกลุ่มควบคุม

ศรโกร รุ่งรอด (2533 : 60) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ การให้ความร่วมมือต่อกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการ เรียนแบบสแตท (STAD) เป็นหนึ่งในกิจกรรมการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ) กับได้รับการสอนโดยใช้ กิจกรรมการเรียนตามคู่มือครูของ สสวท. พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียน ตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรม การเรียนตามคู่มือครู

ในส่วนของการเรียนแบบกลุ่ม ที่นำมาศึกษาวิจัยในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้มีการนำมาใช้ ศึกษาในหลายลักษณะดังรายละเอียดต่อไปนี้

สุชิน วรณฉวี (2528 : 65) ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และความคงทน ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2528 โรงเรียนป่าโมกษวิทยานุกูล อำเภอบางมอญ จังหวัดอ่างทอง ระหว่างการเรียนที่ แบ่งกลุ่ม 4 แบบ คือ แบบครูแบ่งกลุ่มให้แต่ละกลุ่มประกอบด้วย เพศชาย หรือเพศหญิงเพียงเพศ เดียว แบบครูจัดแบ่งกลุ่มให้แต่ละกลุ่มประกอบด้วยเพศชายและหญิงละกึ่งกันในจำนวนเท่ากัน แบบ นักเรียนจัดกลุ่มหาผู้ร่วมงานกันเองโดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยเพศชายและเพศหญิงเท่ากัน แบบ นักเรียนจัดกลุ่มหาผู้ร่วมงานกันเองตามใจชอบ ผลปรากฏว่า กลุ่มแบบที่นักเรียนจัดกันเอง แต่มี เพศชายและหญิงเท่ากันในกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด และแตกต่างกับกลุ่มที่จัดกันเอง ตามใจชอบโดยไม่ควบคุมให้จำนวนทั้งสองเท่ากัน

อดิศักดิ์ ฤาชา (2530) ศึกษาผลการจัดกลุ่มนักเรียนทำปฏิบัติการแบบกลุ่มอิสระคือ นักเรียนจัดกันเอง กลุ่มละ คือ มีเด็กเก่ง ปานกลาง อ่อน มีอัตราส่วนเท่ากันในกลุ่ม และกลุ่ม เหมือนกัน คือมีเด็กที่ปานกลางเท่ากันในกลุ่ม ว่ามีผลต่อการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ เจคติเชิงวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 36 คน จากโรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม อำเภอกะนวน จังหวัดขอนแก่น ในภาคเรียนที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2529 ใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม ปรากฏว่าการจัดกลุ่มละมีผลทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง กว่าการจัดแบบอื่น

พวงแก้ว เนตรโอภารักษ์ (2532 : 66-70) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมกลุ่มที่มีต่อความร่วมมือในการอภิปรายกลุ่ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านลานแหลม จังหวัดนครปฐม ความมุ่งหมายของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมกลุ่มที่มีต่อความร่วมมือในการอภิปรายกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 14 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 7 คน กลุ่มควบคุม 7 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกโดยใช้โปรแกรมกิจกรรมกลุ่มและกลุ่มควบคุมได้รับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความร่วมมือในการอภิปรายกลุ่ม จากการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความร่วมมือในการอภิปรายกลุ่มสูงขึ้นกว่าก่อนทดลอง และหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีความร่วมมือในการอภิปรายกลุ่มสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม

นอกจากนี้หากพิจารณาถึง รูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มและการเรียนแบบรายบุคคล ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบกลุ่ม จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องปรากฏผล ดังนี้

สุวัฒน์ นิยมไทย (2530 : 45 - 46) ได้ศึกษาขนาดของกลุ่มย่อยที่เหมาะสมกับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งขนาดของกลุ่มออกเป็นสามกลุ่มย่อย คือขนาดกลุ่มละ 2, 3 และ 4 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลองคือ วิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแส แต่ละกลุ่มเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 1 เครื่องต่อ 1 กลุ่ม ผลการวิจัยสรุปได้ว่าการจัดกลุ่มขนาด 2 และ 3 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มขนาด 4 คน

มานะ ออพานิชกิจ (2530 : 38) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนรายบุคคลและเรียนแบบกลุ่มย่อยขนาด 3 คน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ จากการเรียนแบบกลุ่มย่อยขนาด 3 คน และการเรียนแบบรายบุคคลไม่แตกต่างกัน

เจษฎา ชนะโรค (2530 : 41) ที่ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพแบบเก็บตัวและบุคลิกภาพแบบแสดงตัวกับวิธีการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตปริญญาตรี โดยมีตัวแปรด้านวิธีการเรียนคือการเรียนรายบุคคลกับการเรียนแบบกลุ่มย่อย

ขนาด 3 คน ผลการวิจัยส่วนหนึ่งพบว่า ผู้เรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยวิธีการเรียนเป็นกลุ่มย่อย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบรายบุคคล

ศักดิ์ สุวรรณฉาย (2535 : 1) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและกลุ่มแข่งขันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีวิธีการเรียนที่แตกต่างกัน กลุ่มแข่งขันได้รับผลตอบแทนเป็นรายบุคคล กลุ่มร่วมมือได้รับผลตอบแทนระหว่างเรียนเป็นกลุ่มย่อย และทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนแบบกลุ่มแข่งขันสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบกลุ่มร่วมมือ

ประกายวรรณ มณีแจ่ม (2536 : 20) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือครูของ สสวท. กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มทดลองที่ 2 แบ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 3 คน เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเป็นกลุ่มย่อย และกลุ่มควบคุมเรียนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือครูของ สสวท. ไม่แตกต่างกัน แต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันคือเรียนตามคู่มือครูของ สสวท. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย ส่วนนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับเป็นกลุ่มย่อย และที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับที่เรียนตามคู่มือครูของ สสวท. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนแบบกลุ่มและแบบรายบุคคล ผลการศึกษาปรากฏดังนี้

เคย์ (Kay. 1984 : 2048-A) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการฝึกผู้ให้คำปรึกษาระหว่างกลุ่มเพื่อน (Peer Counselor Training) และความภาคภูมิใจในตนเอง

สัมพันธภาพระหว่างบุคคล ทักษะติดต่อโรงเรียนของผู้ได้รับการฝึกวิยรุ่น โดยใช้นักเรียน 248 คน จากโรงเรียนมัธยมทางตะวันตกจำนวน 8 โรงเรียน ผลปรากฏว่าการฝึกครั้งนี้ ไม่มีผลต่อความภาคภูมิใจในตนเอง และทักษะติดต่อโรงเรียนของผู้ฝึก แต่มีการเปลี่ยนแปลงด้านสัมพันธภาพภายในกลุ่มที่ได้รับการฝึก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเพศของผู้ฝึกด้วย ผู้ที่ได้รับการฝึกที่เป็นชายจะเปลี่ยนแปลงมากกว่าผู้ที่ได้รับการฝึกที่เป็นเพศหญิง

อีเลียส (Elias. 1982 : 3537-A) วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบกลุ่มย่อยระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยให้เพื่อนช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนกับครูตามปกติ ในวิชาภาษาอังกฤษ การเขียนเรียงความ ผลปรากฏว่ากลุ่มที่เรียนโดยให้เพื่อนช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนกับครูตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คาร์เนส (Carnes. 1985 : 1241-A) ศึกษาผลการใช้ Advanced Organizers กับขนาดของกลุ่ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ความคงทนในการเรียนและอัตราการเรียนรู้ จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละกลุ่มมีขนาด 1 - 4 คน ปรากฏว่า ไม่พบความแตกต่างจากการใช้ Advanced Organizers ขนาดของกลุ่มไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนแตกต่างกันแต่อัตราการเรียนรู้ต่างกัน

เดอร์นิน (Durnin. 1985 : 3530-A) ศึกษาผลกระทบจากขนาดของกลุ่มที่มีต่อบุคลิกสัมพันธ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขนาดของกลุ่มที่ใช้คือ 1 คน 2 คน 3 คน และ 4 คน โดยใช้ในการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน แบบทดสอบและตอบคำถาม 2 ข้อ พบว่า การเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยมีผลต่อพฤติกรรมของผู้เรียน ส่วนขนาดของกลุ่มไม่มีผลต่อพฤติกรรมของผู้เรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่มีข้อเสนอแนะว่าการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มขนาด 4 คน มีขนาดใหญ่เกินไป

สมิธ (Smith. 1985 : 72-A) วิจัยวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 แบบคือ กลุ่มที่เรียนแบบคนเดียวและแบบกลุ่มย่อย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 2 จาก 6 ห้องเรียน เป็นกลุ่มควบคุม 3 ห้อง เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบคนเดียว กลุ่มทดลองอีก 3 ห้อง เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกลุ่มย่อย พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนแบบคนเดียวและเรียนแบบกลุ่มย่อยไม่แตกต่างกัน

เบอร์เก (Berge. 198) ศึกษาผลจากขนาดของกลุ่ม 1 คน 2 คน และ 4 คน ต่อกลุ่มเพศ ความสามารถในการทำงานร่วมกัน ว่ามีผลต่อการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์อย่างไร พบว่าขนาดของกลุ่ม 2 คน และ 4 คน สามารถเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ได้ไม่แตกต่างจากการเรียนคนเดียว

วิลเลียมส์ (Williams. 1988 : 3611) ได้ศึกษาถึงผลของการเรียนแบบร่วมมือกัน โดยใช้การผสมผสานระหว่างเทคนิค STAD กับเทคนิค TGT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ในรัฐอลาบามา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การผสมผสานเทคนิค STAD กับเทคนิค TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ไวท์ (Whyte. 1991) วิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนแบบคนเดียวกับแบบจับคู่ร่วมมือและความสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับสติปัญญาของนักเรียน กลุ่มที่เรียนแบบจับคู่ร่วมมือแบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ กลุ่มที่ 1 เป็นนักเรียนที่เป็นตัวของตัวเองทั้งคู่ กลุ่มที่ 2 เป็นนักเรียนที่ต้องพึ่งคนอื่นทั้งคู่ และกลุ่มที่ 3 เป็นนักเรียนที่เป็นตัวของตัวเอง 1 คน และต้องพึ่งคนอื่น 1 คน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนแบบคนเดียวกับกลุ่มที่เรียนแบบจับคู่ร่วมมือไม่แตกต่างกัน แต่ระหว่างกลุ่มที่เรียนแบบจับคู่ร่วมมือด้วยกันจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน คือกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ 2 แต่กลุ่มที่ 2 สนุกสนานและพึงพอใจกับการเรียนมากกว่าอีก 2 กลุ่ม

จากงานวิจัยข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนแบบกลุ่มมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ทั้งนี้ขนาดของกลุ่มที่มีความเหมาะสม จะมีจำนวนสมาชิกในกลุ่มระหว่าง 2 - 3 คน และยิ่งพบว่ากลุ่มที่จัดให้ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันมาอยู่ร่วมกัน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการจัดแบบอื่น โดยการจัดกลุ่มดังกล่าวนี้พิเศษของผู้เรียน ไม่มีผลต่อระบบกลุ่มงานการนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษารูปแบบการจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ ที่มีการจัดผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ในอัตราส่วนเก่ง : ปานกลาง : อ่อน เท่ากับ 1 : 1 : 1 ให้อยู่ร่วมกันร่วมมือกันในการเรียน โดยคาดหวังให้กลุ่มร่วมมือดังกล่าวมีพฤติกรรมที่ดีในการเรียน และเกิดค่านิยมทางวิทยาศาสตร์จากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

สมมติฐานในการวิจัย

1. นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80/80

*2. นักเรียนที่ได้รับการเรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน *เปรียบเทียบกับได้ ๑๗/๑*

3. นักเรียนของโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วย นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ มีคะแนนเฉลี่ย หลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

4. นักเรียนของโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

5. นักเรียนของโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบการเรียนแบบ รายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

6. นักเรียนของโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ มีคะแนน เฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

7. นักเรียนของโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่ เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีคะแนนเฉลี่ย

สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

8. นักเรียนของโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธิดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ในครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้แบ่งการดำเนินการเป็น 2 ตอน แต่ละขั้นตอนมีรูปแบบการวิจัยดังนี้ คือ ตอนที่ 1 เป็นรูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ตอนที่ 2 เป็นการทดลองสอน มีวัตถุประสงค์เพื่อนำนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดมาใช้ในการต้องการศึกษาถึงการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และรูปแบบการเรียนเป็นรายบุคคล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ในการดำเนินการวิจัยได้เลือกกระทำกับโรงเรียนที่มีลักษณะแตกต่างกัน คือ โรงเรียนที่มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป นักเรียนในระดับชั้นที่ศึกษามีลักษณะแตกต่างกัน อีกโรงเรียนหนึ่งเป็นโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างการเรียนทางวิทยาศาสตร์ การคัดเลือกนักเรียนพิจารณาจากผลการเรียนด้านวิทยาศาสตร์ที่มีระดับสูงผู้เรียนจัดอยู่ในกลุ่มผู้มีความรู้ทางการเรียนด้านวิทยาศาสตร์สูง ในแต่ละขั้นตอนหลัก ผู้วิจัยได้ดำเนินการ โดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 รูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียซึ่งถือเป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R & D) โดยมีเป้าหมายหลักในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา (Education Product) คือ นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพิจารณา

ใช้ขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนาตามขั้นตอนของ บอร์ก และกอลล์ (Borg and Gall. 1979 : 623) มีขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดลักษณะทั่วไป และรายละเอียดของการใช้นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน โดยคำนึงถึงความต้องการของครู - อาจารย์ผู้สอนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียน ในที่นี้ดำเนินการโดย ออกแบบสำรวจความคิดเห็น ครู-อาจารย์ ที่สอนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั่วประเทศในการประชุมวิชาการ เรื่อง การสอนฟิสิกส์กับเทคโนโลยี ณ โรงแรมแกรนด์ จอมเทียน พัทยา จำนวน 300 คน จัดโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) แบบสำรวจดังกล่าวถามถึงเนื้อหาที่ควรนำมาจัดสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน พบว่า ร้อยละ 70 ของผู้ตอบแบบสำรวจเสนอให้นำเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์คลื่นในรายวิชาฟิสิกส์ ว 421 มาจัดสร้าง ทั้งนี้เพราะเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมสูง นักเรียนไม่เกิดทักษะการเรียนรู้ ประกอบกับเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อนต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน ทำให้เกิดความคิดรวบยอดผิดพลาด (Misconception) ควรนำมาสร้างให้ปรากฏเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาถึงความก้าวหน้าของโปรแกรมสำเร็จรูปที่จะนำมาใช้ประกอบการสร้างนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน โดยผู้สร้างโปรแกรมและผู้ใช้โปรแกรมไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคอมพิวเตอร์มาก (ในระดับนักเรียนโปรแกรม) สามารถสร้างบทเรียนได้โดยอาศัยทักษะประกอบขั้นพื้นฐาน ทั้งนี้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ศึกษา ได้แก่ Authorware, Toolbook, Thaishow และ Thaitas เป็นต้น

2. การรวบรวมข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 ศึกษาเอกสาร บทความ และผลงานวิจัยเพื่อศึกษาหลักการ ทฤษฎีของการสร้างนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย วิเคราะห์ปัญหา ข้อดี และข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน และศึกษาคัญภาพของ Authoring System ที่ได้รับการพัฒนาเพื่อนำมาใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

- 2.2 ศึกษาวิธีการใช้โปรแกรมสร้างบทเรียน (Authorware) (เป็นผลจากการพิจารณาเลือกในขั้นตอนที่ 1) เพื่อให้เข้าใจองค์ประกอบและความสามารถในการทำงานของโปรแกรมเข้ารับการฝึกอบรมในโครงการต่าง ๆ ได้แก่ การประชุมเชิงปฏิบัติการ การสร้าง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ๗ ศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับโปรแกรมการสร้างภาพ เป็นต้น

2.3 ศึกษาทฤษฎีและหลักการเขียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน เพื่อทราบถึงหลักการเขียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น (Linear Program) และบทเรียนโปรแกรมแบบแตกกิ่ง (Branching Program) รวมถึงแนวทางการสร้างนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย โดยการศึกษาเอกสาร ผลงานวิจัย และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้มีประสบการณ์ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ ลิกขานันท์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุณชาติ ทักษิกรณ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์ชัย พึงประยูร และอาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) อาจารย์วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม ได้รับรางวัลรองชนะเลิศการประกวดสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของคุรุสภา

3. การวางแผนการวิจัยและพัฒนา

3.1 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และจุดประสงค์การทดลอง คำอธิบายรายวิชา เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ตามหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ว 421 เพื่อวิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดต่อเนื่อง และความคิดรวบยอด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

3.2 วิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น จากหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 421 และจากเอกสาร ตำรา อื่น ๆ ประกอบ ทั้งนี้หลังจากการวิเคราะห์เนื้อหาแล้ว จึงดำเนินการจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ประกอบด้วย คลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการสะท้อนของคลื่น

ตอนที่ 2 ประกอบด้วย เนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของคลื่น ได้แก่ การสะท้อนของคลื่น การหักเหของคลื่น การเลี้ยวเบนของคลื่น และการแทรกสอดของคลื่น

เนื้อหาในแต่ละตอนจัดเป็นความคิดรวบยอดย่อย ๆ หลายความคิดรวบยอดต่อเนื่องกัน ให้เป็นระบบโครงสร้างความคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ และคนอื่น ๆ (Bruner and

other. 1957) ใช้รูปแบบการสอนความคิดรวบยอด โดยใช้ตัวอย่างเป็นสื่อประกอบ ได้แก่ รูปภาพ ถ้อยคำ ตาราง แผนภูมิ เป็นต้น

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบสอบถามความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญในส่วนของรายละเอียดของเนื้อหาที่น่าสนใจ รวมถึงเนื้อหาเพิ่มเติมที่ควรนำมาประกอบ เพื่อจัดทำเป็นฐานข้อมูลบรรจุลงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโชค อาจารย์ชุมพล พัฒนสุวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์บัญชา สุกุลสุข ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราโมทย์ จุลกุลป์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์นิรมล ปิตะโนละผลิน ภาควิชา ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร อาจารย์รังสรรค์ เพ็งพิศ สถาบันราชภัฏ เพชรบูรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์ชัย หึงษ์ประยูร ดร.ประมวล ศิริวัฒน์แก้ว และอาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) อาจารย์อดิศร มณีศิริ โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม อาจารย์วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม โรงเรียน ัญญูรี และอาจารย์นันทรี สามารถ โรงเรียนสายน้ำผึ้ง อาจารย์จิต นวนแก้ว โรงเรียน กัลยาณีศรีธรรมราช อาจารย์วิชาญ เลิศลพ โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี ผลสรุปที่ได้จากแบบสอบถาม ปรากฏดังตาราง 1

ตาราง 1: แสดงผลสรุปความคิดเห็นผู้ชำนาญการจากการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

ชื่อหัวข้อ	เนื้อหาที่น่าสนใจ	เนื้อหาเพิ่มเติม
ตอนที่ 1 : คลื่นกล	- การเกิดคลื่นกล - นำเสนอภาพการเคลื่อนที่ของคลื่นจากการสั่นเชิงกล - ลักษณะคลื่นตามขวาง - ลักษณะคลื่นตามยาว	- ลักษณะทั่วไปของคลื่น - การจำแนกคลื่น
คลื่นผิวหน้า	- การเกิดคลื่นผิวหน้า - นำเสนอการเกิดคลื่นน้ำในลักษณะภาพเคลื่อนไหว - ความหมายของ สันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น อัตราเร็วคลื่น ความถี่ คาบ และเฟส - ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น ความถี่ และอัตราเร็วคลื่น ($v = f\lambda$) - การแก้ปัญหาโจทย์ ที่อาศัยความสัมพันธ์ จากสมการ $v = f\lambda$	- ตัวอย่างเฟสของคลื่นในกรณีเฟสตรงกัน และเฟสตรงกันข้าม (ภาพประกอบ)

ตาราง 1: (ต่อ)

ชื่อหัวข้อ	เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาเพิ่มเติม
การซ้อนทับของ คลื่น	- การเกิดคลื่นดล - ความหมายของหน้าคลื่นและลักษณะที่ปรากฏให้เห็น - การเกิดคลื่นดล - ความหมายของหน้าคลื่นและลักษณะที่ปรากฏให้เห็น - การซ้อนทับของคลื่น นำเสนอภาพเคลื่อนไหว แสดงการเคลื่อนที่ของคลื่นและการซ้อนทับของคลื่นดล 1. เมื่อคลื่นทั้งสองมีการกระจัดไปทางทิศเดียวกัน 2. เมื่อคลื่นทั้งสองมีการกระจัดไปทางทิศตรงกันข้าม - การซ้อนทับของคลื่นผิวน้ำ นำเสนอภาพเคลื่อนไหว ภาพอธิบายประกอบกรณีหน้าคลื่นเป็นรูปวงกลม และเกิดการซ้อนทับกัน	- หลักการซ้อนทับของคลื่น การรวมกันของคลื่นแบบเสริมกัน การรวมกันของคลื่นแบบหักล้าง - คลื่นนิ่ง หลักการเกิด และภาพประกอบ แสดงการเกิดจากหลักการซ้อนทับของคลื่น - การกระจัด และการบอกการกระจัดในทิศเดียวกันและทิศตรงกันข้าม

ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อหัวข้อ	เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาเพิ่มเติม
<u>ตอนที่ 2 :</u> สมบัติของคลื่น 1	- การสะท้อนของคลื่น - ความหมายและหลักการเกิด - การศึกษาปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับการสะท้อนของคลื่นน้ำ - กฎการสะท้อนของคลื่น - โจทย์ปัญหา/สถานการณ์ที่ใช้กฎการสะท้อนของคลื่นในการแก้ปัญหา	- ตัวอย่างการสะท้อนของคลื่น - การสะท้อนของคลื่นในเส้นเชือกปลายตรึง และปลายอิสระ - การสะท้อนของคลื่นต่อเนื่อง - วงกลม - แผ่นสะท้อนผิวเรียบตรง - แผ่นสะท้อนผิวโค้งพาราโบลา
สมบัติของคลื่น 2	- การหักเหของคลื่น - ความหมายและลักษณะการเกิด - กิจกรรมการศึกษากการหักเหของคลื่น - เมื่อเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลาง 2 ชนิด - ความสัมพันธ์ระหว่างการหักเหของคลื่น กับสมการ $v = f\lambda$	- ตัวอย่างการหักเหของคลื่น - ดัชนีหักเหของคลื่นในตัวกลางต่าง ๆ

ตาราง 1 (ต่อ)

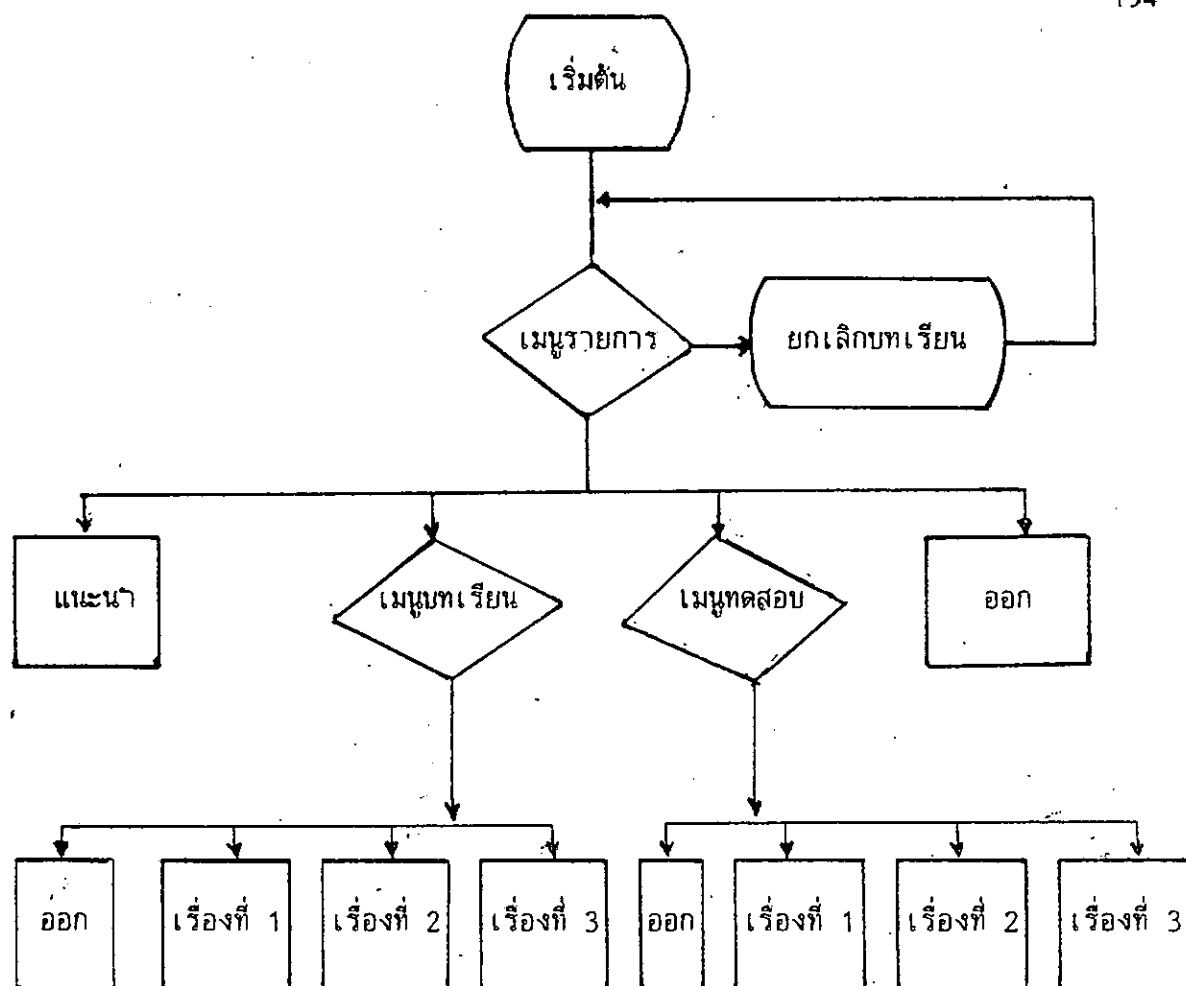
ชื่อหัวข้อ	เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาเพิ่มเติม
สมบัติของคลื่น 3	และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมการ $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$ - โจทย์ปัญหา/สถานการณ์ที่ใช้ความรู้การหักเหของคลื่นในการแก้ปัญหา - การเลี้ยวเบนของคลื่น	- ตัวอย่างการเลี้ยวเบนของคลื่น
สมบัติของคลื่น 4	ความหมายและลักษณะการเกิด - กิจกรรมศึกษาการเลี้ยวเบนของคลื่นผ่านสิ่งกีดขวาง เมื่อผ่านช่องเปิด 1 และ 2 ช่อง - หลักการของฮอยเกนส์ - โจทย์ปัญหา/สถานการณ์ ที่ใช้ความรู้การเลี้ยวเบนของคลื่นในการแก้ปัญหา	- ตัวอย่างการแทรกสอดของคลื่น - การแทรกสอดผ่านสลิตเดี่ยว, คู่ - การเกิดคลื่นนิ่งในเส้นเชือก

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อหัวข้อ	เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาเพิ่มเติม
	- แหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ ความหมายและตัวอย่าง - คลื่นนิ่ง บัพ เส้นบัพ ปฏิบัพ เส้นปฏิบัพ ภาพประกอบแสดงลักษณะ การเกิด และคำอธิบาย - ความสัมพันธ์ของระยะภาพระหว่าง แหล่งกำเนิดอาพันธ์ทั้งสองกับตำแหน่ง บัพ ปฏิบัพ ในภาพแทรกสอดของคลื่น - โจทย์ปัญหา/สถานการณ์ที่ใช้ความรู้ การแทรกสอดของคลื่นในการแก้ปัญหา	

4. พัฒนารูปแบบขั้นตอนของบทเรียน

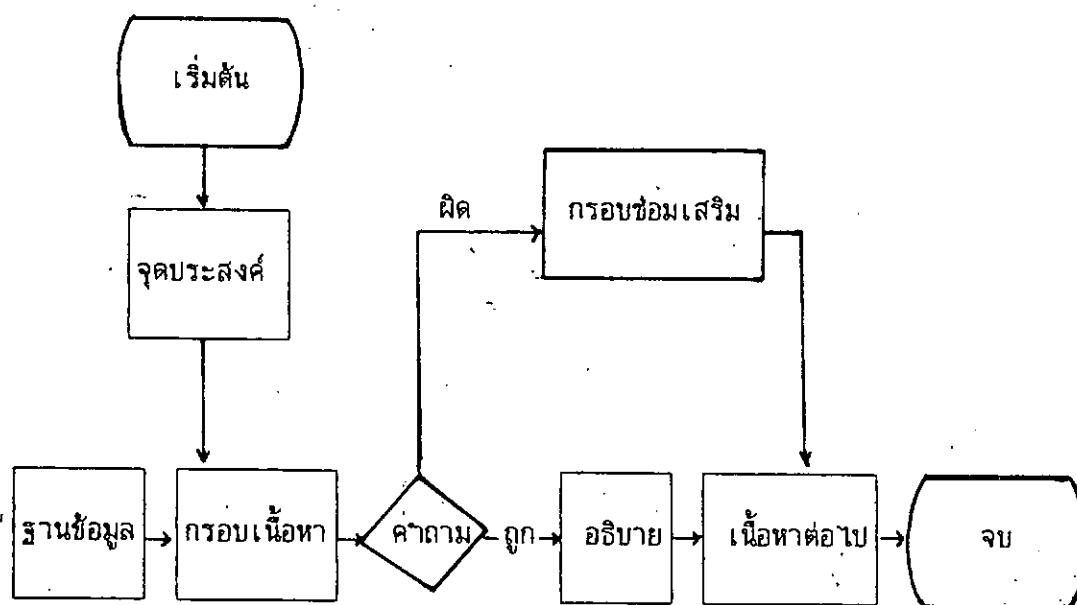
4.1 กำหนดรูปแบบนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน โดยศึกษาถึง การผสมผสานสื่อ และรูปแบบของกิจกรรมที่เหมาะสม เพื่อนำมาสร้างแผนเรื่องราวบทเรียน ซึ่ง ประกอบด้วย คำอธิบายเนื้อหา คำถามประกอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ฐานข้อมูล การกำหนด โครงสร้างไฟล์บทเรียน และโครงสร้างไฟล์ทดสอบของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ปรากฏ ดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 โครงสร้างนวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

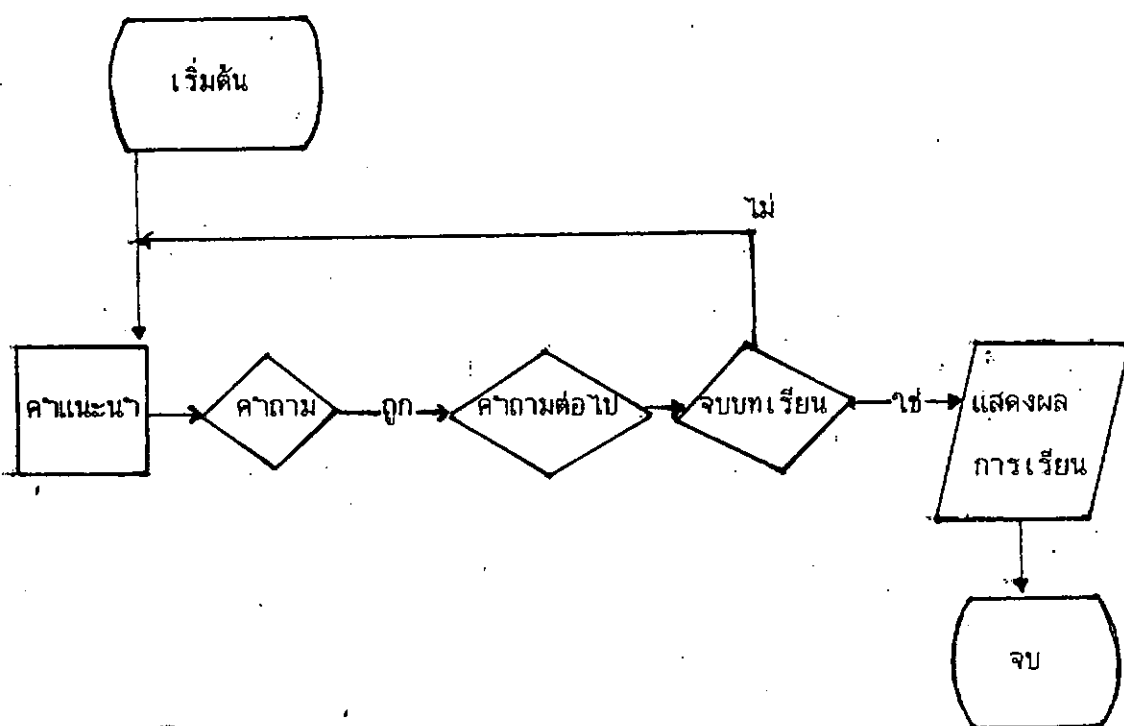
นอกจากนี้ยังได้มีการกำหนดโครงสร้างบทเรียน ให้ไฟล์ของเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน เป็นแบบกรอบคุณสมบัติเดี่ยว ประกอบด้วยฐานข้อมูล ซึ่งจัดสร้างในรูปแบบไฮเปอร์เท็กซ์ โดยการเชื่อมโยงระหว่างคำหรือข้อความ (Point) กับกลุ่มข้อมูล (Node) ในลักษณะ Point-to-Node (วันเพ็ญ เขียนเยี่ยม. 2539 : 7)

จากรูปแบบกรอบคุณสมบัติเดี่ยว (Single Remedial Branch) เพื่อปรากฏกรอบเนื้อหา ตามด้วยกรอบคำถาม ถ้าผู้เรียนตอบถูก จะได้ข้อมูลย้อนกลับในทางบวก และเรียนเนื้อหาในรอบต่อไป หากตอบผิดผู้เรียนก็จะได้รับการซ่อมเสริมก่อนไป เนื้อหากรอบต่อไป (บุบผชาติ ทักษิกรณ์. 2535 : 53 - 61) และโครงสร้างไฟล์เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบคุณสมบัติเดี่ยว ประกอบด้วยฐานข้อมูลปรากฏดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 โครงสร้างไฟล์เนื้อหา นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดียวประกอบฐานข้อมูล

การกำหนดโครงสร้างไฟล์ทดสอบนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียเป็นแบบเส้นทางเดียว (Linear Program) การสร้างเป็นลักษณะกรอบที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่อง ในที่นี้เป็นกรอบคำถาม เรียงต่อกันไปในทิศทางเส้นทางเดียว และเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ จะแสดงผลการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนรับรู้ โครงสร้างไฟล์ทดสอบ นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย ปรากฏ ดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 โครงสร้างไฟล์ทดสอบ นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบ
มัลติมีเดีย

4.2 ออกแบบนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน การออกแบบ

จัดทำให้นักเรียนได้มีโอกาสเลือกศึกษาตามความสนใจ ทั้งในลักษณะการเรียนรู้เป็นรายบุคคล และการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ ดังนั้น การออกแบบพิจารณาเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการออกแบบเกี่ยวกับบทเรียน ส่วนที่ 2 การออกแบบเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

ส่วนที่ 1 เกี่ยวกับบทเรียน ลักษณะบทเรียนสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการเรียนแบบรายบุคคล และการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ แนวทางของบทเรียน ยึดรูปแบบ การสอนตามแนวคิดของบรูเนอร์ และอซูเบล ตลอดจนรูปแบบการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญ ประกอบด้วย การทบทวนความรู้เดิม สอนเนื้อหาใหม่ ฝึกทักษะ

ส่วนที่ 2 เป็นการออกแบบเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

การทบทวนความรู้เดิม ดำเนินการโดยการสร้างฐานข้อมูลในระบบไฮเปอร์มีเดีย กล่าวคือ การนำเอาเทคโนโลยีทางด้านมัลติมีเดีย รวมกับแนวความคิดทางไฮเปอร์เท็กซ์ นั่นคือ การเชื่อมคำ หรือข้อความ (Point) กับกลุ่มข้อมูล (Node) ที่เป็นอักขระ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ซึ่งเชื่อมโยงในลักษณะ "Point - to - Node" (วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม. 2539 : 7) การสร้างฐานข้อมูลนี้เป็นรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ที่ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาตามความสนใจ เส้นทางของฐานข้อมูลมีลักษณะเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดที่ปรากฏในกรอบเนื้อหาแต่ละกรอบ ดังนั้น ผู้เรียนจึงสามารถเลือกศึกษาได้ตลอดเวลา เป็นไปตามแนวคิดของ ออซูเบล ในเรื่องการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) (บุญสืบ พันธุ์ดี. 2537 : 22)

การสอนเนื้อหาใหม่ ดำเนินการโดยนำเสนอ กรอบเนื้อหาที่มาจากการวัดองค์ประกอบ ความคิดรวบยอดออกเป็นส่วยย่อยอย่างต่อเนื่อง การนำเสนอใช้ลักษณะอักขระ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมถึงการจัดสถานการณ์จำลอง เพื่อสร้างองค์ความรู้จากนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น

การฝึกทักษะ ดำเนินการโดยใช้รูปแบบของการให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ที่ได้รับทั้งในลักษณะของการฝึกฝน และการฝึกหัด รวมถึงการทดสอบ ประกอบกับการเสริมแรงให้กับผู้เรียนในลักษณะ ข้อความ ภาพกราฟิก และการแสดงผลให้กับผู้เรียนในส่วนของคะแนนและเวลาที่ ใช้เพื่อตรวจสอบอัตราความก้าวหน้าของตนเองในการเรียนรู้แต่ละครั้ง

ส่วนที่ 2 เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ การออกแบบในส่วนเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษา เอกสาร แนวคิด ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

1. การนำเสนอ ความคิดรวบยอดควรปรากฏในแต่ละกรอบอย่างต่อเนื่อง
2. การสร้างทางเลือกให้กับผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับการกลับสู่เมนูหลัก การออกจากบทเรียน ตลอดจนการเปิดกรอบย้อนกลับและเปิดกรอบต่อไป ควรกระทำได้ตามความต้องการ
3. การใช้เทคนิค กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง ภาพวีดิทัศน์ ขนาดและสีของตัวอักขระ เพื่อสร้างความสนใจ

4. ให้มีการดำเนินบทเรียนอย่างรวดเร็ว จัดเวลาเรียนที่เหมาะสม เพื่อให้เวลาเรียนอย่างเพียงพอ โดยผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมเองโดยการเคาะผ่านปุ่มที่กำหนดเพื่อต้องการเรียนกรอบต่อไป

5. การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ควรเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

6. การกำหนดให้ผู้เรียนที่มีรูปแบบการจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ ได้มีกิจกรรมร่วมกัน เช่น การร่วมกันอภิปราย และสรุป หรือปรึกษาหารือกัน รวมถึงการผลิตเปลี่ยนหน้าที่กันในการเรียนแต่ละครั้ง

7. การมีกรอบสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาทุกครั้งก่อนจะจบบทเรียนหรือก่อนทดสอบ

8. การให้ข้อมูลย้อนกลับภายหลังการฝึกหัดและการทดสอบ

9. การแสดงผลภายหลังการทดสอบ เพื่อประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนได้ทันที

10. นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น เพื่อใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ดังนั้นควรให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ ในลักษณะการกดแป้นพิมพ์ตามสัญลักษณ์ที่กำหนด กำหนดให้นักเรียนได้พิมพ์ ชื่อ-สกุล หรือการโต้ตอบ โดยการพิมพ์ข้อความ การเติมตัวเลข เพื่อเสริมสร้างทักษะให้กับนักเรียน

4.3 ดำเนินการเขียนบทเรียน ตามแผนเรื่องราวบทเรียน (ตามสคริป) ลงบนแผ่นกระดาษ โดยมีข้อความดังนี้

1. กำหนดข้อสนเทศที่ต้องการ ให้ปรากฏในแต่ละกรอบ

2. กำหนดตำแหน่งและสัดส่วนของข้อความลงบนกระดาษ

3. กำหนดเทคนิคทางคอมพิวเตอร์ในการเน้นค่าสำคัญ (สร้างฐานข้อมูลในระบบไฮเปอร์มีเดีย)

4. กำหนดช่วงเวลาการแสดงผลแต่ละกรอบ รูปแบบการลบหน้าจอ และการนำเสนอกรอบความคิดใหม่ โดยใช้รูปแบบการนำ (Effect) ของโปรแกรม

5. การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

6. การทำให้การทบทวน หรือสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา ก่อนทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบ

7. เงื่อนไขการให้ข้อมูลย้อนกลับ
8. ลำดับความสัมพันธ์ระหว่างกรอบบทเรียนต่าง ๆ
9. การเก็บบันทึกผลการเรียน

4.4 นำแผนเรื่องราวของบทเรียนที่เขียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา
 ปรินญาณินท์ และผู้เชี่ยวชาญ ด้านคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน และด้านเนื้อหา ประกอบด้วย
 รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโคก อาจารย์ชุมพล พัฒนสุวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์บัญชา
 สกลสุข ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราโมทย์ จุลกัลป์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์นิรมล ปิตะนิละสิน
 ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ ลิกขาบัณฑิต
 ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร รองศาสตราจารย์
 ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว และอาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
 และเทคโนโลยี (สสวท.) พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของบทเรียนและความเหมาะสม
 การสร้างนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย

4.5 ปรับปรุงแก้ไขบทเรียน ตามข้อเสนอของคณะกรรมการที่ปรึกษาปรินญาณินท์ และ
 ผู้เชี่ยวชาญ

4.6 นำแผนเรื่องราวบทเรียน ที่ปรับปรุงแล้วมาสร้างเป็นนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์
 ช่วยการสอน ด้วยโปรแกรม Authorware Professional 2.1

4.7 นำนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอคณะกรรมการ
 ที่ปรึกษาปรินญาณินท์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและนำมาปรับปรุงแก้ไขตาม
 ข้อเสนอแนะ

5. การทดลองเพื่อทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 1

การทดลองเพื่อทดสอบนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย ครั้งที่ 1
 มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย
 ในส่วนความถูกต้องด้านเนื้อหา ความชัดเจนของการเสนอเนื้อหา คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์
 ความชัดเจนของภาพและเสียง การให้ข้อมูลย้อนกลับ ฐานข้อมูล รวมถึงกราฟิกประกอบต่าง ๆ โดย
 มีขั้นตอนดังนี้

5.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยการเลือกอย่างเจาะจงจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม จำนวน 3 คน ที่มีผลการเรียนในลักษณะ เก่ง:ปานกลาง:อ่อน (พิจารณาจากผลคะแนนการสอบกลางภาค รายวิชา ฟิสิกส์ ว 021 ปีการศึกษา 2540)

5.2 จัดให้นักเรียนได้เรียนกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 โดยผู้เรียน 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ในขณะที่ให้นักเรียนกำลังเรียน ผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยเฉพาะส่วนที่มีความสงสัยและไม่เข้าใจ ทำการบันทึกข้อบกพร่อง และภายหลังการสิ้นสุดการเรียนในแต่ละตอน ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ และสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียน ภาษาที่ใช้ เวลาที่ใช้ แล้วนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน ครั้งที่ 1

5.3 การวิเคราะห์ผล เนื่องจากเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยใช้วิธีการตัดสินโดยรวบรวมข้อมูลที่ได้มาพิจารณาเชิงเหตุผล ประกอบกับนำข้อมูลดังกล่าวเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโชค และรองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ ลิกขานันท์ เพื่อพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ดังกล่าว

6. ปรับปรุงแก้ไขบทเรียน ครั้งที่ 1

การปรับปรุงแก้ไข ครั้งที่ 1 ส่วนที่ปรับปรุงแก้ไข คือ สีของตัวอักษร ลักษณะของตัวอักษรที่ใช้ ความละเอียดของภาพประกอบ ช่วงเวลาการนำเสนอ โดยเฉพาะส่วนที่เป็นกรอบเนื้อหาที่มีความต่อเนื่องกัน ควรใช้วิธีการควบคุมโดยตัวของผู้เรียนเองในลักษณะการเคาะแป้นเมื่อพร้อมจะเรียนต่อไป ไม่ควรใช้วิธีการหน่วงเวลา

7. การทดลองเพื่อทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 2

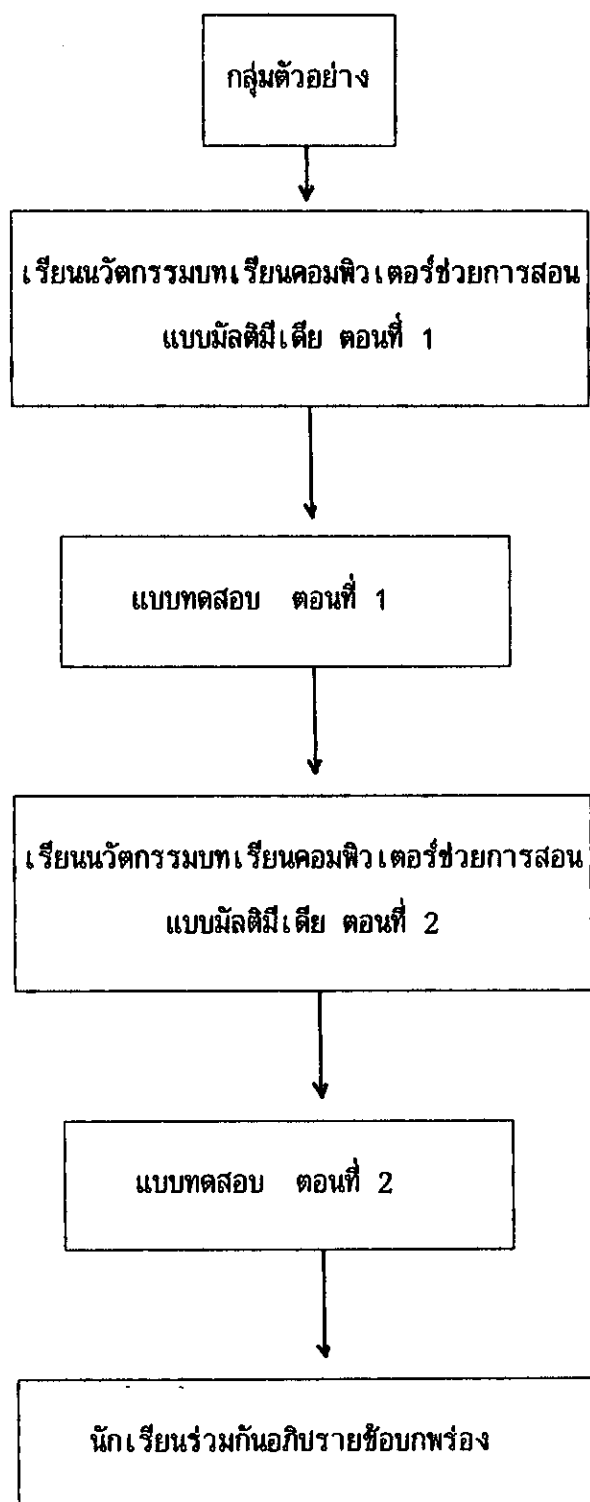
การทดลองหรือทดสอบนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ครั้งที่ 2 มีจุดมุ่งหมายในด้านต่าง ๆ เช่นเดียวกับการทดลองใช้ครั้งที่ 1 แต่มีการขยายกลุ่มตัวอย่างให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ทั้งนี้เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 ตามแนวคิดของ เอสพิช และวิลเลียมส์ (Espich and Williams, 1967 : 75 - 79) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

7.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยการเลือกอย่างเจาะจงจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม จำนวน 9 คน เพื่อเป็นตัวแทนกลุ่มประชากรเป้าหมาย ทั้งนี้ นักเรียน 9 คนจัดแบ่งเป็นผู้มีผลการเรียนระดับต่ำ 3 คน ผู้มีผลการเรียนระดับปานกลาง 3 คน และผู้มีผลการเรียนระดับสูง จำนวน 3 คน ผลการเรียน พิจารณาจากระดับคะแนนการสอบกลางภาคเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 021 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540

7.2 จัดให้นักเรียนได้เรียนกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 โดยจัดผู้เรียน เรียนแบบกลุ่มร่วมมือ จำนวน 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วย ผู้เรียนที่มีผลการเรียนสูง : ปานกลาง : ต่ำ ในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 แนะนำรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือให้กับนักเรียนแล้วจัดให้นักเรียนได้เรียน โดย 1 กลุ่มต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

7.3 นักเรียนทำแบบทดสอบภายหลังการเรียนสิ้นสุดในแต่ละตอน โดยตอนที่ 1 มีจำนวนแบบทดสอบ 15 ข้อ คะแนนเต็ม 15 คะแนน ตอนที่ 2 มีจำนวนแบบทดสอบ 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

7.4 ผู้วิจัยจัดให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อบกพร่องที่ควรนำมาปรับปรุงนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ทั้งตอนที่ 1 และตอนที่ 2 กรอความคิดในการทดลองหรือทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 2 แสดงดังภาพประกอบ 21.



ภาพประกอบ 2.1⁵ แสดงขั้นตอนการทดลองเพื่อทดสอบนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
ครั้งที่ 2

7.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 ประยุกต์จากแนวคิดของ เอสพิช และวิลเลียมส์ (Espich and Williams. 1967 : 75 - 79)

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด เมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ 80 หรือสูงกว่า คำนวณจากสูตร

$$E = \frac{\sum X}{N \times A} \times 100$$

เมื่อ E	หมายถึง	คุณภาพของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
$\sum X$	หมายถึง	คะแนนรวมของกลุ่มตัวอย่างทุกคน
N	หมายถึง	จำนวนคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
A	หมายถึง	คะแนนเต็มของกลุ่มตัวอย่าง

80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละ 80 ของกลุ่มตัวอย่างที่ทำข้อสอบข้อหนึ่ง ๆ (คิดเป็นรายข้อ) ได้ถูกต้อง หรือข้อสอบข้อหนึ่ง ๆ มีผู้ทำถูกร้อยละ 80 หรือสูงกว่าขึ้นไป การคำนวณใช้สูตร ค่าร้อยละ คือ

$$E = \frac{n \times 100}{N}$$

เมื่อ E	หมายถึง	คุณภาพของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
n	หมายถึง	จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้น ๆ ได้ถูก
N	หมายถึง	จำนวนคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

8. การปรับปรุงแก้ไขบทเรียน ครั้งที่ 2

การปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2 ภายหลังจากที่จัดให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย

ข้อบกพร่อง พบว่า ช่วงเวลาที่จัดให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ภายหลังจากการกำหนดสถานการณ์การเข้ามาให้ รวมถึงการฝึกหัดแก้ปัญหาโจทย์ ควรให้นักเรียนได้ควบคุมการเรียนรู้ โดยใช้การเคาะแป้นพิมพ์ หรือ ปุ่มที่กำหนด เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้แล้ว เนื่องจากการกำหนดค่าเวลาให้เป็นการสร้างเงื่อนไข ส่วน การทดสอบ นักเรียนเห็นด้วยกับการที่มีการกำหนดเวลา ในส่วนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน แสดงผลในบทที่ 4

9. การทดลองเพื่อทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 3

การทดลองเพื่อทดสอบนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ครั้งที่ 3 มี จุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน และเพื่อตรวจสอบ หาข้อบกพร่องเพื่อการปรับปรุงแก้ไข โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

9.1 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย จากกลุ่มประชากรเป้าหมาย จำนวน 97 คน ที่ไม่เคย เรียนเนื้อหาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นมาก่อน การจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลอง กระทำการ ดังนี้

นำคะแนนผลการสอบกลางภาคเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 ของนักเรียน มาแบ่งออกเป็นกลุ่มตามระดับความสามารถ สูง ปานกลาง ต่ำ โดยใช้เทคนิค 33% ของ เคอร์ตัน (Marry and Yem. 1979 : 12) แยก 3 ระดับ คือ

ระดับความสามารถต่ำ	หมายถึง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 33 ลงมา
ระดับความสามารถปานกลาง	หมายถึง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 34 ถึง 66
ระดับความสามารถสูง	หมายถึง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 67 ขึ้นไป

9.2 นำนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถที่มีผลคะแนนเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน จับกันเป็นคู่ ระดับความสามารถสูง 6 คู่ ระดับความสามารถปานกลาง 6 คู่ และระดับความสามารถ ต่ำ 6 คู่

9.3 จับฉลากแยกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 18 คน เรียนกับ
 นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฯ ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เป็น
 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน อัตราส่วน สูง : ปานกลาง : ต่ำ เท่ากับ 1 : 1 : 1 : จำนวน 6 กลุ่ม
 โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุมจำนวน 18 คน เรียนกับนวัตกรรม
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฯ ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบรายบุคคล โดยใช้เครื่อง
 คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 คน

9.4 การทดลองใช้นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน เพื่อหา
 ประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน
 บทเรียนนั้น

ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
 เมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ 80 หรือสูงกว่า

80 ตัวหลัง หมายถึง ข้อสอบข้อหนึ่ง ๆ มีกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 80 หรือสูงกว่า
 ทำถูกต้อง

ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด หลังจาก
 การเรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน แล้วสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ
 ทางสถิติ

9.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียน (Post-test) กับคะแนน
 80/80

$$E = \frac{\sum X \times 100}{N \times A}$$

เมื่อ E	หมายถึง	คุณภาพของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
ΣX	หมายถึง	ผลรวมของคะแนน
N	หมายถึง	จำนวนคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
A	หมายถึง	คะแนนเต็ม

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนร้อยละ 80 ของผลการสอบที่คิดเป็นรายชื่อจากข้อที่ตอบถูกต้อง ซึ่งหมายถึง ข้อสอบข้อนั้น ๆ มีผู้ตอบถูกร้อยละ 80 หรือสูงกว่า การคำนวณใช้สูตรค่าร้อยละ คือ

$$E = \frac{n \times 100}{N}$$

เมื่อ E	หมายถึง	คุณภาพของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
n	หมายถึง	จำนวนผู้เรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้น ๆ ได้ถูก
N	หมายถึง	จำนวนคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

การทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 176) ใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{D}}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}}$$

หรือ

$$t = \frac{\bar{D}}{S_D}$$

- เมื่อ $\bar{x}_D$ หมายถึง ผลรวมของค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบ
ก่อนเรียนและหลังเรียน
- $\bar{x}_D^2$ หมายถึง ผลรวมความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียน
และหลังเรียนยกกำลังสอง
- N หมายถึง จำนวนคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

10. การปรับปรุงแก้ไขบทเรียน ครั้งที่ 3

การปรับปรุงแก้ไข ครั้งที่ 3 ภายหลังจากที่ทดลองหรือทดสอบนวัตกรรมบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ และผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
ตามแนวคิดของเมเยอร์ (Mayer) ด้วยเหตุผลตามหลักจิตวิทยา ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้บทเรียนนั้น ย่อมเกิดขึ้นภายหลังการเรียนจนจบบทเรียน. (บุญสืบ พันธุ์ดี.
2537 : 102)

11. การนำนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ที่ได้รับการแก้ไขปรับปรุง ครั้งที่ 3
ไปดำเนินการใช้ในตอนที่ 2 ซึ่งเป็นการทดลองสอน

ตอนที่ 2 เป็นการทดลองสอน

การวิจัยในตอนี่ 2 นี้เป็นการทดลองสอน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทาง
วิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ จากการใช้
นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ที่ผ่านการพัฒนามาแล้ว โดยเปรียบเทียบกันระหว่างรูปแบบ
การจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ กับรูปแบบการเรียนรายบุคคล ดังนั้นรูปแบบการวิจัยจึงเป็นแบบ
Randomized Pretest-Posttest Control Group Design (Campbell. 1966 :
13) ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยดังนี้

ตาราง 2 แสดงแบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T ₁	X	T ₂
CR	T ₁	-	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- C แทน กลุ่มควบคุม (เรียนด้วยนวัตกรรมเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนรูปแบบการเรียนรายบุคคล)
- E แทน กลุ่มทดลอง (เรียนด้วยนวัตกรรมเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ)
- T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน
- T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน
- X แทน การเรียนตามรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ จัดให้นักเรียน 1 กลุ่ม (3 คน) ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
- แทน การเรียนตามรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล จัดให้นักเรียน 1 คน ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

อนึ่ง รูปแบบการทดลองสอนที่กระทำในตอนี่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 โรงเรียน คือ โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม กรุงเทพฯ เป็นตัวแทนของโรงเรียนที่มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป มีโครงสร้างหลักสูตรการเรียนครอบคลุม

ทุกแผนการเรียน สภาพทั่วไปของโรงเรียนให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนและกิจกรรมภายในและภายนอกหลักสูตรครอบคลุมทุกเนื้อหาวิชา อุปกรณ์และสื่อประกอบต่าง ๆ เทียบเท่ากับโรงเรียนมัธยมทั่วไป โรงเรียนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนที่สอง คือ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี จังหวัดลพบุรี เป็นตัวแทนโรงเรียนที่มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการฝึกทักษะ ความรู้ความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีให้แก่นักเรียน เพื่อเป็นการเตรียมกำลังคนไว้รองรับโครงการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมของประเทศ รวมถึงการจัดสภาพบรรยากาศภายในโรงเรียนให้เหมาะสมกับการเป็นโรงเรียนประจำ การจัดบริการด้านความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ อุปกรณ์และสื่อประกอบโดยเฉพาะอุปกรณ์ด้านวิทยาศาสตร์ จะมีความพร้อมมากกว่าโรงเรียนโดยทั่วไป นักเรียนที่เข้ามาผ่านการเลือกสรร โดยพิจารณาจากคะแนนผลการเรียนด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่ต้องอยู่ในเกณฑ์ เกเรด 3 และ 4 (ต่างจากโรงเรียนทั่วไป) ดังนั้นโครงสร้างหลักสูตรการเรียนการสอนจึงกำหนดเพียงแผนการเรียนเดียวคือ วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

การนำเสนอรายละเอียดการดำเนินการเพื่อให้ได้ข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบผลการวิจัยในตอนต้นที่ 2 ผู้วิจัย ขอนำเสนอในลักษณะภาพรวมกล่าวคือ ในขั้นตอนใดหากมีการดำเนินการด้วยขั้นตอนวิธีการเดียวกันของโรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม กับโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยลพบุรี ขอนำเสนอในภาพรวม

การดำเนินการเพื่อให้ได้ข้อมูลต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มประชากร และการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากการดำเนินการทดลองในครั้งนี้แยกกระทำเป็น 2 ช่วงเวลา และจัดกลุ่มประชากร กลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 2 กลุ่ม แยกตามช่วงเวลาดังนี้

ช่วงที่ 1 การทดลองที่โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม กลุ่มประชากรที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม กรุงเทพฯ จำนวน 97 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจากกลุ่มประชากร 97 คน การจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีขั้นตอนดังนี้

1. นำคะแนนผลการสอบกลางภาคเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 ของนักเรียนมาแบ่งออกเป็นกลุ่มตามระดับความสามารถสูง ปานกลาง ต่ำ โดยใช้เทคนิค 33% ของเคอร์ตัน (Marry and Yem. 1979 : 12) แยก 3 ระดับ คือ

ระดับความสามารถต่ำ หมายถึง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 33 ลงมา

ระดับความสามารถปานกลาง หมายถึง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 34 ถึง 66

ระดับความสามารถสูง หมายถึง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 67 ขึ้นไป

2. นำนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถที่มีผลคะแนนเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน จับกันเป็นคู่ ระดับความสามารถสูง 6 คู่ ระดับความสามารถปานกลาง 6 คู่ และระดับความสามารถต่ำ 6 คู่

3. จับฉลากแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเรียนกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน อัตราส่วน ความสามารถสูง ความสามารถปานกลาง ความสามารถต่ำ เท่ากับ 1 : 1 : 1 จำนวน 6 กลุ่ม เรียนโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ต่อ 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม เรียนกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบรายบุคคล โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 คน

ช่วงที่ 2 การทดลองที่โรงเรียนจุฬารัตนาธิปัตย์ ลพบุรี กลุ่มประชากรที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนจุฬารัตนาธิปัตย์ ลพบุรี จำนวน 67 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจากกลุ่มประชากร 67 คน การจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีขั้นตอนดังนี้

1. นำคะแนนผลการสอบกลางภาคเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 ของนักเรียนมาแบ่งออกเป็นกลุ่มตามระดับความสามารถสูง ปานกลาง ต่ำ โดยใช้เทคนิค 33% ของเคอร์ตัน (Marry and Yem. 1979 : 12) แยก 3 ระดับคือ
 - ระดับความสามารถต่ำ หมายถึง ตำแหน่งเบอร์เซนต์ไทล์ที่ 33 ลงมา
 - ระดับความสามารถปานกลาง หมายถึง ตำแหน่งเบอร์เซนต์ไทล์ที่ 34 ถึง 66
 - ระดับความสามารถสูง หมายถึง ตำแหน่งเบอร์เซนต์ไทล์ที่ 67 ขึ้นไป
2. นำนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถที่มีผลคะแนนเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน จับกันเป็นคู่ ระดับความสามารถสูง 10 คู่ ระดับความสามารถปานกลาง 10 คู่ และระดับความสามารถต่ำ 10 คู่

3. จับฉลากแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเรียนกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน อัตราส่วน ความสามารถสูง ความสามารถปานกลาง ความสามารถต่ำ เท่ากับ 1 : 1 : 1 จำนวน 10 กลุ่ม เรียนโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม เรียนกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบรายบุคคล โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 คน

2) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ที่มีประสิทธิภาพ 80/80
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. แบบสำรวจค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

5. แบบสอบถามความคิดเห็นนักเรียนเกี่ยวกับการใช้นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฯ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

ในการนี้เครื่องมือที่เป็นนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ที่มีประสิทธิภาพ 80/80 ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบการสร้างและพัฒนาไว้ในตอนที่ 1 ดังกล่าวข้างต้นแล้ว

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ช้แนวทางแผนการสร้างข้อสอบ ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู และแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 421 บทเรียนที่ 4 เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น และเพื่อให้ข้อสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ทำการกำหนดตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Table of Specification) ขึ้นตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ โดยวิเคราะห์ทางด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เป็นด้านต่าง ๆ 3 ด้านคือ ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกประเภทความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และความคิดรวบยอดเกี่ยวกับทฤษฎี ดังตาราง 4

ตาราง 3 จาแนกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านความคิดรวบยอดทาง
วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ว 421

เนื้อหา	ความคิดรวบยอดทาง วิทยาศาสตร์	จาแนก ประเภท	ความสัมพันธ์	ทฤษฎี	รวม	ลำดับความ สำคัญ
	จุดประสงค์					
บทที่ 4						
4.1	1. บอกความหมายคำว่า คลื่นกลได้					
คลื่นกล	1.1 อธิบายพร้อมยกตัวอย่างการเกิด คลื่นกลได้	-	-	-	-	-
	1.2 อธิบายความสำคัญของตัวกลาง ที่มีผลต่อคลื่นกลได้	-	-	-	-	-
	1.3 อธิบายลักษณะของคลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาวได้	-	-	-	-	-
	ภาพรวมของ 1.1,1.2 และ 1.3	2	3	1	6	6
4.2						
คลื่นผิว	2. บอกความหมาย และยกตัวอย่างการ เกิดคลื่นผิวน้ำได้					
น้ำ	2.1 บอกความหมาย สันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาว คลื่น อัตราเร็วคลื่น ความถี่ คาบ และเฟส	-	-	-	-	-

ตาราง 3. (ต่อ)

เนื้อหา	ความคิดรวบยอดทาง วิทยาศาสตร์	จำแนก ประเภท	ความสัมพันธ์	ทฤษฎี	รวม	ลำดับความ สำคัญ
	จุดประสงค์					
	2.2 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาว คลื่น อัตราเร็วคลื่น ได้ 2.3 เมื่อให้สถานการณ์เกี่ยวกับความ สัมพันธ์ของความยาวคลื่น อัตราเร็วคลื่น และความถี่คลื่น สามารถแก้ปัญหาโจทย์จาก สถานการณ์นั้นได้					
	ภาพรวมของ 2.1, 2.2 และ 2.3	3	7	3	13	1
4.3 การ ซ้อนทับ ของ คลื่น	3. อธิบายการซ้อนทับของคลื่นได้ 3.1 เมื่อกำหนดข้อมูลของคลื่น 2 คลื่นให้สามารถเขียนภาพของ คลื่นใหม่ได้		3	2	5	7

ตาราง 3 (ต่อ)

เนื้อหา	ความคิดรวบยอดทาง วิทยาศาสตร์ จุดประสงค์	จำแนก ประเภท	ความสัมพันธ์	ทฤษฎี	รวม	ลำดับความ สำคัญ (
4.4 สมบัติ ของ คลื่น 4.4.1 การ สะท้อน ของ คลื่น	4. บอกความหมายการสะท้อนของคลื่น ได้ 4.1 เมื่อให้สถานการณ์เกี่ยวกับการ สะท้อนกรณีปลายตรึงกับปลาย อิสระให้ สามารถเปรียบเทียบ เฟสของคลื่นสะท้อนกับเฟสของ คลื่นตกกระทบได้ 4.2 เมื่อให้สถานการณ์เกี่ยวกับการ ทดลองเรื่องการสะท้อนของคลื่น และบอกข้อมูล จากการทดลอง ให้ สามารถสรุปเป็นกฎการ สะท้อนได้	-	-	-	-	-
	ภาพรวมของ 4.1 และ 4.2	1	4	1	2	5

ตาราง 3. (ต่อ)

เนื้อหา	ความคิดรวบยอดทาง วิทยาศาสตร์	จำแนก ประเภท	ความสัมพันธ์	ทฤษฎี	รวม	ลำดับความ สำคัญ
	จุดประสงค์					
4.4.2						
การ	5. บอกความหมายการหักเหของคลื่นได้					
หักเห	5.1 เมื่อให้สถานการณ์เกี่ยวกับการ					
ของ	หักเหของน้ำในภาตคลื่น					
คลื่น	สามารถบอกความสัมพันธ์	-	-	-	-	-
	ไซนของมุมตกกระทบ ไซนของ					
	มุมหักเห ความยาวคลื่นตก					
	กระทบ และความยาวคลื่น					
	หักเหได้					
	5.2 จากสถานการณ์ 5.1 สามารถ					
	ใช้ความสัมพันธ์แก้ปัญหามาจาก	-	-	-	-	-
	สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้					
	5.3 จากสถานการณ์ 5.1 สามารถ					
	บอกความสัมพันธ์ระหว่าง					
	ความยาวคลื่นตกกระทบ	-	-	-	-	-
	ความยาวคลื่นหักเห ความเร็ว					
	คลื่นตกกระทบ ความเร็วคลื่น					
	หักเหได้					

ตาราง 3 (ต่อ)

เนื้อหา	ความคิดรวบยอดทาง วิทยาศาสตร์ จุดประสงค์	จำแนก ประเภท	ความสัมพันธ์	ทฤษฎี	รวม	ลำดับความ สำคัญ
	5.4 จากสถานการณ์ 5.1 สามารถ ใช้ความสัมพันธ์แก้ปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้					
	ภาพรวมของ 5.1,5.2,5.3 และ 5.4	4	6	3	13	1
4.4.3 การ แทรก สอด ของ คลื่น	6. บอกความหมาย การแทรกสอดของ คลื่นการแทรกสอดแบบเสริม การ แทรกสอดแบบหักล้าง และแหล่ง กำเนิดอาพันธ์ได้ 6.1 เมื่อให้สถานการณ์เกี่ยวกับการ แทรกสอดของคลื่น สามารถ อธิบายลักษณะ บัพ เส้นบัพ ปฏิบัพ เส้นปฏิบัพได้ 6.2 จากสถานการณ์ 6.1 สามารถ บอกความสัมพันธ์ของระยะภาพ ระหว่างแหล่งกำเนิดอาพันธ์ทั้ง 2 กับตำแหน่งบัพและปฏิบัพได้					
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-

ตาราง 3 (ต่อ)

เนื้อหา	ความคิดรวบยอดทาง วิทยาศาสตร์ จุดประสงค์	จำแนก ประเภท	ความสัมพันธ์	ทฤษฎี	รวม	ลำดับความ สำคัญ
	6.3 จากสถานการณ์ 6.1 สามารถ ใช้ความสัมพันธ์คำนวณหา ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้	-	-	-	-	-
	ภาพรวมของ 6.1, 6.2 และ 6.3	4	4	2	10	3
4.4.4 การ เลี้ยว เบน ของ คลื่น	7. สามารถอธิบายหลักการเลี้ยวเบน ของคลื่น 7.1 เมื่อให้สถานการณ์เกี่ยวกับการ เลี้ยวเบนของคลื่นกรณีผ่านช่องแคบ ที่แคบกว่าหรือเท่ากับความยาวคลื่น กับช่องเปิดที่กว้างกว่าความยาวคลื่น สามารถบอกความแตกต่างของภาพ ที่เกิดได้	3	5	2	10	3

ตาราง 3: (ต่อ)

เนื้อหา	ความคิดรวบยอดทาง วิทยาศาสตร์ จุดประสงค์	จำแนก ประเภท	ความสัมพันธ์	ทฤษฎี	รวม	ลำดับความ สำคัญ
	7.2 เมื่อให้สถานการณ์เกี่ยวกับการ เลี้ยวเบนของคลื่น กราฟผ่านช่องเปิด ที่มีความกว้างน้อยกว่าความยาวคลื่น 2 ช่องสามารถอธิบายลักษณะภาพที่ เกิดได้	-	-	-	-	-
	7.3 สามารถใช้หลักการของฮอย เกนส์ อธิบายปรากฏการณ์เลี้ยวเบน ของคลื่นได้	-	-	-	-	-
	ภาพรวมของ 7.1, 7.2 และ 7.3	3	5	2	10	3

2. ชั้นร่างแบบทดสอบ ในขั้นนี้เป็นการเขียนข้อสอบรายข้อ ตามแผนการสร้างข้อสอบ
ในข้อ 4.2.1 โดยสร้างแบบทดสอบชนิดแบบปรนัย 5 ตัวเลือก (Multiple Choices)
ประกอบด้วย คลื่นกล จำนวน 6 ข้อ คลื่นผิวน้ำ จำนวน 13 ข้อ การซ้อนทับของคลื่น จำนวน
5 ข้อ สมบัติของคลื่น แยกเป็น การสะท้อนของคลื่น 6 ข้อ การหักเหของคลื่น 13 ข้อ การแทรกสอด
ของคลื่น 10 ข้อ และการเลี้ยวเบนของคลื่น 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 76 ข้อ

3. ชั้นหาคุณภาพของแบบทดสอบ การหาคุณภาพของแบบทดสอบดำเนินการหาความเที่ยงตรง
ตามเนื้อหา (Content Validity) โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านฟิสิกส์ จำนวน 5 ท่าน

ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ฉสรวงศ์ ผลโชค และผู้ช่วยศาสตราจารย์ปารามathy จุลกุลป์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร อาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) อาจารย์ยอติศร มณีศิริ โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม จังหวัดนนทบุรี และอาจารย์วันเพ็ญ เทียนเอี่ยม โรงเรียนธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ผู้วิจัยเป็นผู้พิจารณาความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมที่ต้องการ เลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.50 - 1.00 (บุญเชิด ภาณุอนันตพงษ์. 2526 : 89 - 91) ได้ข้อสอบจำนวน 53 ข้อ

นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม จำนวน 50 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อหาค่าความยากง่าย (Item Difficulty:P) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Item Discrimination:r) โดยการวิเคราะห์เป็นรายข้อ (Item Analysis) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 185 - 186) พิจารณาเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.23 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21 - 0.62 ขึ้นไป จนที่ได้คัดเลือกข้อสอบได้ทั้งสิ้น 40 ข้อ และทำการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.85

4. การตรวจให้คะแนน การให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กำหนดคะแนนรายข้อ ๆ ละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 40 คะแนน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ขึ้นวางแผนการสร้างข้อสอบ ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2526 : 59)

ดำเนินการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ 5 ท่าน ได้แก่
 รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโภค คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร อาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร และ ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว สถาบันส่งเสริม
 การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) อาจารย์ยอติศร มณีศิริ โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม
 จังหวัดนนทบุรี และอาจารย์ลัดดา สายพานทอง โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ สมุทรปราการ
 เพื่อขอความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สมควรสอนวัดภายหลังที่นักเรียน
 ได้เรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น พบว่า
 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ควรทำการสอบวัดประกอบทักษะ 7 ประการ ได้แก่ ทักษะ
 การสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะ
 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
 เพื่อให้ข้อสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ได้ทำการกำหนดตาราง
 วิเคราะห์หลักสูตรเพื่อจำแนกเนื้อหาและทักษะด้านต่าง ๆ ที่ต้องการสอบวัด ดังตาราง 4.

ตาราง 4 จำนวนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์

ว 421 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทักษะ เนื้อหา	สังเกต	วัด	จำแนก	คำนวณ	พยากรณ์	สืบเสาะ	ลงข้อสรุป	รวม	ลำดับ
1. คลื่นกล	1	-	1	-	-	-	1	3	4
2. คลื่นผิวน้ำ	1	1	1	2	-	2	1	8	1
3. การซ้อนทับของคลื่น	1	1	-	-	1	1	1	5	2
4. สมบัติของคลื่น									
4.1 การสะท้อน ของคลื่น	1	-	-	-	-	1	1	3	4
4.2 การหักเหของ คลื่น	1	-	-	2	-	1	1	5	2
4.3 การแทรกสอด	-	-	1	1	-	-	1	3	4
4.4 การเลี้ยวเบน	1	-	1	-	1	-	-	3	4
รวม	6	2	4	5	2	5	1	30	

2. ขั้นร่างแบบทดสอบ ในขั้นนี้เป็นการเขียนข้อสอบรายข้อ ตามแผนการสร้างข้อสอบ
ในข้อ 1 โดยสร้างแบบทดสอบชนิดแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวนทั้งสิ้น 30 ข้อ

3. ขั้นหาคุณภาพของแบบทดสอบ การหาคุณภาพของแบบทดสอบดำเนินการหาความเที่ยงตรง
ตามเนื้อหา โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (กลุ่มเดียวกับที่ทำการสัมภาษณ์) เป็นผู้ตรวจสอบ

ความเที่ยงตรง ผู้วิจัยเป็นผู้พิจารณาความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทุกท่านร่วมกับการใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมที่ต้องการ เลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ได้ข้อสอบจำนวน 25 ข้อ

นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยการวิเคราะห์เป็นรายข้อ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 185 - 186) พิจารณาเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.28 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 0.52 ได้ข้อสอบจำนวน 25 ข้อ

นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หาค่าความเชื่อมั่นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 50 คน ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.83

4. การตรวจให้คะแนน การให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กำหนดคะแนนรายข้อ ๆ ละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 25 คะแนน

การสร้างแบบสำรวจค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบสำรวจค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ชั่งวางแผนการสร้างแบบสำรวจ ศึกษาความหมาย ทฤษฎี ผลการวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างนิยามค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย และรวบรวมพฤติกรรมที่แสดงถึงการเกิดค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นที่รูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ และการเรียนเป็นรายบุคคล

นิยาม และพฤติกรรมของค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น ไปเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ดร.ปรีชา เดชศรี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) และอาจารย์ลัดดา สายพานทอง

โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ สมุทรปราการ เพื่อสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการสร้างแบบสำรวจพบว่า ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ประกอบกับการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ และการเรียนเป็นรายบุคคล ประกอบด้วย ค่านิยมด้านความอยากรู้อยากเห็น ค่านิยมด้านความใจกว้างยอมรับความคิดเห็นผู้อื่น ค่านิยมด้านความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม และค่านิยมด้านความมีเหตุผล เพื่อให้แบบสำรวจค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ได้ทำการกำหนดตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อจำแนกค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ กับลักษณะปัจจัยที่ต้องการสำรวจ ปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5. จำแนกข้อสอบวัดค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นวิชาฟิสิกส์ ว 421 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์	ลักษณะปัจจัย (ด้าน)	จำนวนข้อ	หมายเหตุ
1. ค่านิยมความอยากรู้อยากเห็น	3	6	ข้อสอบจะสร้างตาม ลักษณะปัจจัย/พฤติกรรม ที่ปรากฏในค่านิยมแต่ละ ด้านลักษณะเป็นข้อสอบ เลือกตอบจากสถานการณ์ ที่กำหนดมาให้
2. ค่านิยมความใจกว้างยอมรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น	4	8	
3. ค่านิยมความรับผิดชอบ และความเพียร พยายาม	5	10	
4. ค่านิยมความมีเหตุผล	4	8	
รวม	16	32	

2. ขั้นร่างแบบสำรวจ ในขั้นนี้เป็นการเขียนแบบสำรวจที่มีข้อความถามเป็นสถานการณ์สมมติให้นักเรียนอ่าน และพิจารณาว่าถ้าเป็นบุคคลในสถานการณ์นั้น หรือมีส่วนในเรื่องรานั้น นักเรียนจะตัดสินใจอย่างไร โดยพิจารณาจากความรู้สึก ความคิด และสิ่งที่นักเรียนจะทำได้ ดังนั้น ผู้วิจัยศึกษาเอกสารเกี่ยวกับรูปแบบการเขียนข้อสอบสถานการณ์แบบเลือกตอบจากเอกสารการวัดประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)

ดำเนินการสร้างแบบสำรวจ ชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ ที่มีข้อความถามเป็นสถานการณ์สมมติที่สมมติว่า ถ้าผู้ตอบอยู่ในสถานการณ์นั้น จะปฏิบัติอย่างไร คุณลักษณะที่ปรากฏ 4 ด้านของแบบสำรวจค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ คือ ค่านิยมด้านความอยากรู้อยากเห็น ค่านิยมด้านความใจกว้าง ยอมรับความคิดเห็นผู้อื่น ค่านิยมด้านความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม และค่านิยมด้านความมีเหตุผล จำนวน 32 ข้อ

3. ขั้นหาคุณภาพแบบสำรวจ การหาคุณภาพแบบสำรวจ ดำเนินการหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (กลุ่มเดียวกับที่ทำการสอบถามความคิดเห็น) เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรง ผู้วิจัยเป็นผู้พิจารณาความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ร่วมกับการใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างค่านิยมด้านต่าง ๆ กับลักษณะปัจจัยด้านพฤติกรรมที่ต้องการสำรวจ คัดเลือกแบบสำรวจในข้อที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา มีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความถามกับลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมมีค่าระหว่าง 0.60 - 1.00 ได้ข้อสำรวจ จำนวน 32 ข้อ

นำแบบสำรวจที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ สมุทรปราการ จำนวน 40 คน เพื่อหาอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนคะแนนสูงออกมา 50% เป็นกลุ่มสูง และกลุ่มที่ได้คะแนนคะแนนต่ำออกมา 50% เป็นกลุ่มต่ำ แล้วใช้สถิติ t-test แบบหางเดียว (One-Tailed Test) เป็นวิธีการในการคัดเลือกข้อความถามของแบบสำรวจที่มีอำนาจจำแนก มีค่า t ตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป (ค่า t นี้ เป็นค่าสถิติที่บ่งชี้ว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนสูง มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ได้คะแนนต่ำอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ในการวิจัย) ครั้งนี้ ข้อความถามที่คัดเลือกไว้มีจำนวน 20 ข้อ มีค่า t อยู่ระหว่าง 1.80 - 5.04 ไว้

นำแบบสำรวจที่ผ่านเกณฑ์ข้างต้น ไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟา (Coefficient Alpha) (อนันต์ ศรีโสภณ. 2534 : 39) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม จำนวน 60 คน ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.81

4. การตรวจให้คะแนน การให้คะแนนแบบสำรวจวัดค่านิยมทางวิทยาศาสตร์
เกณฑ์การให้คะแนน มีดังนี้

คำตอบที่ถูกต้อง แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์	2	คะแนน
คำตอบถูกต้องลงมา แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ไม่ครบถ้วน	1	คะแนน
คำตอบไม่แสดงลักษณะพึงประสงค์	0	คะแนน

การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น มีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า แยกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ/รายบุคคล

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่ใช้นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย จำนวน 17 ข้อ

2. นำแบบสอบถามความคิดเห็นเสนอคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโภค และ รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต พิจารณาตรวจ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขด้านภาษา หรือข้อความที่ไม่ชัดเจน

3. นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปใช้จริงภายหลังสิ้นสุดการเรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฯ

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยจัดแบ่งช่วงเวลาของการทดลองวิจัยออกเป็น 2 ช่วงคือ

ช่วงที่ 1 นำนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ที่ผ่านการพัฒนาและปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ไปทดลองเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม กรุงเทพฯ โดยเริ่มทดลองในระหว่างเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม 2540 ใช้เวลาทั้งสิ้น 5 สัปดาห์ ดำเนินการสอนกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในช่วงวัน และเวลาเดียวกัน คือ ทุกวันจันทร์ คาบที่ 8-9 ช่วงเวลา 15.00 - 16.40 น. รวม 4 สัปดาห์ ส่วนในสัปดาห์ที่ 5 ใช้เป็นสัปดาห์การสอนเพื่อวัดผลและประเมินผล

ช่วงที่ 2 นำนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ที่ผ่านการพัฒนาและปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ไปทดลองเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ลพบุรี โดยเริ่มทดลองในช่วงเดือนกันยายน 2540 ใช้เวลาทั้งสิ้น 2 สัปดาห์ ดำเนินการสอนกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในช่วงเวลาเดียวกัน คือ กลุ่มทดลอง คาบที่ 1-2 เวลา 8.30 - 10.10 น. ในวันอังคาร คาบที่ 3 เวลา 10.10 - 11.00 น. ในวันพฤหัสบดี และช่วงเวลาตอนเย็น 19.00 - 20.30 น. ในวันพฤหัสบดี กลุ่มควบคุม คาบที่ 1-2 เวลา 8.30 - 10.10 น. ในวันจันทร์ คาบที่ 3 เวลา 10.10 - 11.00 น. ในวันพุธ และช่วงเวลาตอนเย็น 19.00-20.30 น. ในวันพุธ

ในการใช้นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้งสองกลุ่ม ทั้งนี้ได้ประสานกับอาจารย์ประจำวิชาฟิสิกส์ ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และอาจารย์ผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์ของโรงเรียน จำนวน 2 ท่าน ให้เข้าร่วมเป็นผู้ร่วมสังเกตการณ์การสอน และทำแบบประเมินผลความคิดเห็นเมื่อสิ้นสุดการวิจัย รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการ ทั้งในช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 ใช้วิธีการดำเนินการด้วยขั้นตอนเดียวกัน รายละเอียดปรากฏดังนี้

1. ติดต่อประสานงานกับอาจารย์ประจำวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์การวิจัย และขอผลคะแนนระหว่างภาควิชาฟิสิกส์ ว 421 ของนักเรียนเพื่อนำมาจัดเรียงลำดับ พร้อมดำเนินการสุ่ม เพื่อกำหนดเป็นกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงไว้ข้างต้น
2. จัดประชุมชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ทราบถึงวิธีการเรียนด้วยรูปแบบที่กำหนด พร้อมซักซ้อมความเข้าใจในเรื่องความรู้เบื้องต้นการใช้เครื่องฟิวเตอร์
3. ทำการทดสอบก่อนการทดลอง ด้วยข้อสอบ 3 ชุด ประกอบด้วย ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนทำข้อสอบพร้อมกัน
4. เตรียมห้องเรียนและทำการบรรจุโปรแกรมจากหน่วยซีดี ลงในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง ตรวจสอบการทำงานของระบบ ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ จัดที่นั่งสำหรับผู้เรียนทั้งในกรณี การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และการเรียนแบบรายบุคคล
5. จัดนักเรียนเข้าเรียนตามตารางเวลาที่กำหนด โดยผู้วิจัย อาจารย์ประจำวิชาฟิสิกส์ อาจารย์คอมพิวเตอร์ ร่วมกันสังเกตการวิจัยทุกครั้ง และสำหรับกลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ จะกำหนดให้ผู้เรียนสลับกันกดแป้นพิมพ์ ร่วมกันกำหนดหน้าที่ในการเรียนแต่ละครั้ง โดยมีการสลับเปลี่ยนกันทุกครั้ง และเมื่อมีรอบหยุดชั่วคราว เพื่อให้ร่วมกันอภิปราย ให้ผู้เรียนปรึกษาหารือกันตามคำแนะนำที่ปรากฏขึ้นบนหน้าจอ
6. เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนแล้วในกรอบเนื้อหา ผู้เรียนจะทบทวนทดสอบ เมื่อทำเสร็จจะทำการบันทึกผลคะแนน และรายงานผลให้ผู้เรียนได้ทราบทันที
7. ให้นักเรียนทำข้อทดสอบหลังเรียน เป็นข้อทดสอบ 3 ชุด ดังรายละเอียดในข้อที่ 3
8. ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย
9. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ กำหนดรูปแบบการวิจัยออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นรูปแบบการวิจัยพัฒนา และส่วนที่เป็นการทดลองสอน ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของ การวิจัยและพัฒนาไว้ในตอนที่ 1 ในที่นี้จึงขอนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนที่สอง ที่เป็นรูปแบบการทดลองสอน รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยอาศัย t -test แบบ Independent Group กล่าวคือ เมื่อความแปรปรวนในประชากรเท่ากับ ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) จะใช้การทดสอบแบบ Pooled Variance และกรณีที่ไม่ค่าความแปรปรวนในประชากรไม่เท่ากัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) จะใช้การทดสอบแบบ Separate Variance โดยที่ใช้โปรแกรม SPSS for Windows Release 6.0 ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้เรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นในรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ โดยอาศัย t -test แบบ Dependent โดยที่ใช้โปรแกรม SPSS for Windows Release 6.0 ในการวิเคราะห์ข้อมูล
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้เรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นในรูปแบบการเรียนรู้แบบรายบุคคล โดยอาศัย t -test แบบ Dependent Group และใช้โปรแกรม SPSS for Windows Release 6.0 ในการวิเคราะห์ข้อมูล
4. ประเมินความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยนำคะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย ด้วยการคิดเป็นค่าร้อยละ

5. การใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ และค่าความแปรปรวนของคะแนน (S^2) และใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานในส่วนของการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows Release 6.0 ในการวิเคราะห์ผล

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ทาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์มีสูตรดังนี้ (บุญเชิด ภูมโนนันทพงษ์, 2526 : 89 - 91)

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

เมื่อ IoC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา

2.2 ทาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27% ของจุ่ง เตห์ ฟาน (Chung Teh Fan)

2.3 ทาค่าอำนาจจำแนกของแบบสำรวจวัดค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการทดสอบค่า (t -test) แบบทางเดียว (One-Tailed Test) ที่ระดับ .05 จากสูตรดังนี้ (อนันต์ ศรีโสภณ, 2534 : 12 - 17)

$$t = \frac{\overline{X}_H - \overline{X}_L}{\sqrt{\frac{s^2_{HH}}{n_H} + \frac{s^2_{LL}}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบที (t-distributions)
	$\overline{X}_H$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	$\overline{X}_L$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	s^2_{HH}	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มสูง
	s^2_L	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 (ส่วน ส่ายยศ และอังคณา ส่ายยศ. 2528 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n - 1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2_t} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกแต่ละข้อคำนวณจาก จำนวนคนที่ทำถูก จำนวนคนทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดแต่ละข้อ
	s^2_t	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสำรวจวัดค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธี
สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ตามสูตรของครอนบัค (อนันต์ ศรีโสภณ.
2534 : 39)

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

เมื่อ	α	แทน ค่าความเชื่อมั่น
	n	แทน จำนวนข้อของแบบสำรวจ
	$\sum S_i^2$	แทน ผลรวมของค่าความแปรปรวนรายข้อ
	S_t^2	แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ แบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ตอนคือ ตอนที่ 1 เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วน โดยนำไปทดลองวิจัยและพัฒนาบทเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม กรุงเทพฯ เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 สำหรับบทเรียนแต่ละตอน และทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อให้บรรลุผลดังกล่าว ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ รวม 11 ขั้นตอน ดังรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ตอนที่ 2 เป็นการทดลองสอนเพื่อศึกษารูปแบบและวิธีจัดการเรียนการสอนที่มีคอมพิวเตอร์เป็นสื่อประกอบ ต่อพัฒนาการด้านการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาพร้อมกับรูปแบบการจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล ในการวิจัยนี้ได้เลือกกระทำกับโรงเรียนที่มีลักษณะแตกต่างกัน 2 ลักษณะคือ

ลักษณะที่หนึ่ง เป็นโรงเรียนที่มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป นักเรียนในระดับชั้นที่ศึกษามีความแตกต่างกัน กรณีนี้ผู้วิจัยเลือกนักเรียนของโรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม กรุงเทพฯ เป็นกลุ่มตัวอย่าง อีกลักษณะหนึ่งเป็นโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างการเรียนทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจัดอยู่ในกลุ่มผู้มีศักยภาพทางการเรียนด้านวิทยาศาสตร์สูง กรณีนี้ผู้วิจัยเลือกนักเรียนของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ต่อไปนี้เป็นนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในตอนที่ 1 ที่เป็นการวิจัยและพัฒนา เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย ตามเกณฑ์ 80/80 และทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย ในขั้นตอนการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง การทดลองแบบกลุ่มเล็ก 9 คน และการทดลองแบบกลุ่มใหญ่ 36 คน

ในช่วงการทดลองเพื่อทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 โดยมีสมมติฐานการวิจัย 2 ข้อ ดังนี้

สมมติฐานการวิจัย 1 นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ได้รับการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80/80

สมมติฐานการวิจัย 2 นักเรียนที่ได้รับการเรียนนวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสมมติฐานการวิจัยข้อ 1 และข้อ 2 แสดงได้ดังต่อไปนี้

ผลการทดลองเพื่อทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 1

การทดลองเพื่อทดสอบนวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย ครั้งที่ 1 มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบ หาข้อบกพร่องของนวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียในส่วนความถูกต้องด้านเนื้อหา ความชัดเจนของการเสนอเนื้อหา ความชัดเจนของภาพ การให้ข้อมูลย้อนกลับ ฐานข้อมูล กราฟิกส์ ประกอบต่าง ๆ โดยอาศัยกลุ่มตัวอย่าง 3 คน ที่มีผลการเรียนในลักษณะ เก่ง : ปานกลาง : อ่อน ผลปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่างได้ให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมในส่วนสีของตัวอักษร ลักษณะของตัวอักษร ความละเอียดของภาพกราฟิกส์ประกอบ และช่วงเวลาการนำเสนอแต่ละหน้าจอ

การปรับปรุงแก้ไข ในส่วนของสีตัวอักษร ปรับจากสีที่มีความกลมกลืนกับพื้นให้มีความเด่นชัดขึ้น โดยเฉพาะสีของตัวอักษรที่เป็นฐานข้อมูล ลักษณะของตัวอักษรใช้ตัวหนาเฉพาะส่วนที่เป็นหัวข้อ ความละเอียดของภาพกราฟิกส์จากเดิม ๖๔ K ปรับลดให้เหลือ 256 สี ความละเอียดหน้าจอบริเวณ 800 x 600 เป็น 640 x 480 ช่วงเวลาการนำเสนอแต่ละหน้าจอ เดิมใช้การทวนวงเวลา ปรับแก้ไขโดยแสดงปุ่มให้ผู้เรียน คลิกที่ปุ่มกรณีต้องการเรียนกรอต่อไป ในกรณีที่มีการนำเสนอเนื้อหาขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ผลการทดลองเพื่อทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 2

การทดลองครั้งที่ 2 นี้ มีจุดมุ่งหมาย เพื่อดูผลที่ปรากฏภายหลังจากได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่าง เมื่อมีการทดลองผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 1 และเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80

ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย

จากการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียน โดยวิธีการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลัง

การเรียนบทเรียน แต่ละตอน แล้วนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ 80/80

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ตามเกณฑ์ 80

ตัวแรก ปรากฏว่า แต่ละตอนมีค่าคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนประจำแต่ละตอน คิดเป็นร้อยละ
แล้วได้ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากคะแนนทดสอบหลังเรียน นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น 2 ตอน (การทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 2)

ตอนที่	ชื่อตอน	ร้อยละ
1	ปรากฏการณ์คลื่น	91.85
2	สมบัติของคลื่น	90.00

จากตาราง 6 จะเห็นได้ว่านวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ทั้ง 2 ตอน
มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากคะแนนทดสอบหลังเรียนมีค่าร้อยละ 80 หรือสูงกว่าทุกตอน

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ตามเกณฑ์
80 ตัวหลัง ตอนที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ปรากฏผลดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ทำข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง ของเนื้อหาย่อย
ในตอนที่ 1 (การทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 2)

ชื่อตอน	ชื่อหัวข้อ	ข้อสอบข้อที่	ร้อยละ
1. ปรากฏการณ์คลื่น	คลื่นกล	1	100.00
		2	88.89
		3	88.89
		4	100.00
		5	100.00
	คลื่นผิวน้ำ	6	100.00
		7	77.78
		8	77.78
		9	88.89
		10	88.89
	การซ้อนทับของคลื่น	11	77.78
		12	88.89
		13	100.00
		14	100.00
		15	100.00

จากตาราง 7 จะเห็นได้ว่านวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการ ตอนที่ 1 ในหัวข้อคลื่นกล คลื่นผิวน้ำ และการซ้อนทับของคลื่น เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพ โดยเฉลี่ยส่วนรวม (80 ตัวแรก) ได้ร้อยละ 91.85 แต่ในหัวข้อย่อยบางหัวข้อ เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพ

80 ตัวหลังแล้ว ยังมีประสิทธิภาพ  ไปถึงเกณฑ์ ได้แก่ หัวข้อ คลื่นผิวน้ำ (ข้อสอบข้อที่ 7, 8 และ 11) ซึ่งเมื่อตรวจสอบ โดยการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง พบว่า เป็นผลมาจาก สีของตัวอักษร และภาพประกอบที่ไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงปรับแก้ โดยใช้สีของตัวอักษรเป็นสีเข้ม ภาพประกอบใช้ เส้นหนาประกอบ พร้อมใส่สีพื้นเพื่อให้ภาพปรากฏชัดเจน

ตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ตอนที่ 2 เรื่อง สมบัติของคลื่น ในหัวข้อการสะท้อนของคลื่น การหักเหของคลื่น การแทรกสอดของคลื่น และการเลี้ยวเบนของคลื่น ตามเกณฑ์ 80/80 ในการทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 2 ปรากฏผลดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ทำข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของเนื้อหาย่อยใน
ตอนที่ 2 (การทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 2)

ชื่อตอน	ชื่อหัวข้อ	ข้อสอบข้อที่	ร้อยละ
2. สมบัติของคลื่น	การสะท้อนของคลื่น	1	100.00
		2	77.79
		3	88.89
		4	100.00
		5	100.00
	การหักเหของคลื่น	6	77.79
		7	77.79
		8	88.89
		9	100.00
		10	100.00

ตาราง 8 (ต่อ)

ชื่อตอน	ชื่อหัวข้อ	ข้อสอบข้อที่	ร้อยละ
	การเลี้ยงเบนของคลิ่น	11	77.79
		12	100.00
		13	77.79
		14	88.89
		15	88.89
	การแทรกสอดของคลิ่น	16	100.00
		17	88.89
		18	77.79
		19	88.89
		20	100.00

จากตาราง 8 จะเห็นได้ว่า นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ตอนที่ 2 เรื่อง สมบัติของคลิ่น เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยส่วนรวม (80 ตัวแรก) ได้ร้อยละ 90.00 แต่ในหัวข้อย่อยบางหัวข้อ เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพ 80 ตัวหลังยังมีประสิทธิภาพไม่ถึงเกณฑ์ ได้แก่ หัวข้อ การสะท้อนของคลิ่น (ข้อสอบข้อที่ 2) การหักเหของคลิ่น (ข้อสอบข้อที่ 6 และ 7) การเลี้ยงเบนของคลิ่น (ข้อสอบข้อที่ 11 และ 13) และการแทรกสอดของคลิ่นข้อสอบข้อที่ 18) ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไข โดยใช้ตัวอักษรเป็นสีเข้ม ภาพประกอบใช้เส้นหนา พร้อมใส่สีพื้น เพื่อภาพปรากฏชัดเจน รวมถึง การให้ผู้เรียนได้ควบคุมการเรียนรู้โดยใช้การเคาะแป้นพิมพ์หรือปุ่มที่กำหนด เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ เพื่อให้มีประสิทธิภาพเข้าเกณฑ์ 80 ตัวหลัง

เมื่อแยกวิเคราะห์ที่เปรียบเทียบคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเรียนจากบทเรียนทั้ง 2 ตอน ปรากฏผลดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบหลังเรียนบทเรียนทั้ง 2 ตอน คิดเป็นร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง (การทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 2)

คนที่	ตอนที่ 1 คะแนนร้อยละ	ตอนที่ 2 คะแนนร้อยละ	รวม	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ
1	86.67	80.00	166.67	83.34
2	93.33	90.00	183.33	91.67
3	100.00	95.00	195.00	97.50
4	93.33	85.00	178.33	89.17
5	100.00	90.00	190.00	95.00
6	93.33	90.00	183.33	91.67
7	86.67	100.00	186.67	93.34
8	80.00	85.00	165.00	82.50
9	93.33	95.00	188.33	94.17
รวม	826.66	810.00	1636.00	818.36/9
ค่าเฉลี่ยร้อยละ	91.85	90.00		90.93

จากตาราง 9 จะพบว่า นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีช่วยการสื่อนานตอนที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น และตอนที่ 2 เรื่อง สมบัติของคลื่น พิจารณาตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า

80 ตัวแรก ได้ตามเกณฑ์ทั้ง 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ได้ 91.85 และ ตอนที่ 2 ได้ 90.00

80 ตัวหลัง ค่าเฉลี่ยโดยรวมได้ตามเกณฑ์มาตรฐานคือ 90.93

ผลการทดลองเพื่อทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 3

การทดลองใช้ครั้งที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน และเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องเพื่อการปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปทดลองสอน

ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน โดยให้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จากกลุ่มประชากร เป้าหมายทำแบบทดสอบหลังการเรียนบทเรียนแต่ละตอน แล้วนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ 80/80 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ 80 ตัวแรก ปรากฏว่า แต่ละตอนมีคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนประจำแต่ละตอน คิดเป็นร้อยละแล้วได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ปรากฏผลดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากคะแนนทดสอบหลังเรียน นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ตอนที่	ชื่อตอน	ร้อยละ
1	ปรากฏการณ์คลื่น	92.22
2	สมบัติของคลื่น	91.80

จากตาราง 10 จะเห็นได้ว่านวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ทั้ง 2 ตอน มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากคะแนนทดสอบหลังเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 แสดงว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ตามเกณฑ์
80 ตัวหลัง ตอนที่ 1 ปรากฏผลดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ทำข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง ของเนื้อหาย่อย
ในตอนที่ 1 (การทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 3)

ข้อตอน	ชื่อหัวข้อ	ข้อสอบข้อที่	ร้อยละ
1. ปรากฏการณ์คลื่น	คลื่นกล	1	100.00
		2	94.44
		3	97.22
		4	94.44
		5	100.00
	คลื่นผิวน้ำ	6	100.00
		7	91.67
		8	97.22
		9	94.22
		10	100.00
	การซ้อนทับของคลื่น	11	97.44
		12	91.67
		13	100.00
		14	100.00
		15	100.00

จากตาราง 11 จะเห็นได้ว่านวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ตอนที่ 1 ในหัวข้อคลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการซ้อนทับของคลื่น เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพ 80 ตัวหลัง พบว่า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน เรื่อง สมบัติของคลื่น ตามเกณฑ์ 80/80 ในการทดสอบบทเรียนครั้งที่ 3 ปรากฏผลดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ทำข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของเนื้อหาย่อย ในตอนที่ 2 (การทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 2)

ข้อตอน	ชื่อหัวข้อ	ข้อสอบข้อที่	ร้อยละ
2. สมบัติของคลื่น	การสะท้อนของคลื่น	1	100.00
		2	94.44
		3	86.11
		4	94.44
		5	100.00
	การหักเหของคลื่น	6	94.44
		7	86.11
		8	86.11
		9	100.00
		10	100.00
	การเลี้ยวเบนของคลื่น	11	83.33
		12	100.00

ตาราง 12 (ต่อ)

ชื่อตอน	ชื่อหัวข้อ	ข้อสอบข้อที่	ร้อยละ
		13	91.67
		14	83.33
		15	94.44
	การแทรกสอดของคลื่น	16	100.00
		17	86.11
		18	88.89
		19	86.11
		20	100.00

จากตาราง 12 จะเห็นได้ว่า นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ตอนที่ 2 เรื่อง สมบัติของคลื่น ในหัวข้อ การสะท้อนของคลื่น การหักเหของคลื่น การเลี้ยวเบนของคลื่น และการแทรกสอดของคลื่น เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพ 80 ตัวหลัง พบว่า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน
เมื่อนำผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนภายหลังเรียนกับนวัตกรรม
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมาเปรียบเทียบกัน ปรากฏผลดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลการวิเคราะห์ที่เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	36	16.94	3.21		
				12.13*	.000
หลังเรียน	36	23.47	3.19		

จากตาราง 13 เมื่อพิจารณาจากผลการสอบวัดด้านความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ภายหลังการเรียนเนื้อหาแต่ละตอน สรุปได้ว่าผลการทดสอบค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมีความแตกต่างกัน ($p = .000$) และผลการทดสอบ หลังเรียน มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าผลการทดสอบก่อนเรียน แสดงว่า นวัตกรรมบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน มีประสิทธิภาพ

ตอนที่ 2 เป็นการทดลองสอน เพื่อศึกษาผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอด ทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคล โดยทดลอง กับนักเรียนของโรงเรียนที่มีลักษณะแตกต่าง 2 ลักษณะ คือที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพ ทั่วไป กับที่มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ สมมติฐานการวิจัยปรากฏ ดังนี้ (สมมติฐานข้อ 1 และข้อ 2 อยู่ในตอนที่ 1)

สมมติฐานการวิจัย 3 นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียน นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ มีคะแนนเฉลี่ย

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานการวิจัย 4 นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียน
 นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบรายบุคคล มีคะแนนเฉลี่ย
 หลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานการวิจัย 5 นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป
ที่เรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบ
การเรียนรู้แบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

สมมติฐานการวิจัย 6 นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์การช่วยสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานการวิจัย 7 นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบรายบุคคล มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานการวิจัย 8 นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้แบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนสภาพทั่วไป ที่เรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังการทดสอบของตัวแปรตาม que ศึกษาทั้ง 3 ด้าน มา

เปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS for Windows Release 6.0 ปรากฏรายละเอียดของผลการทดสอบดังต่อไปนี้

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ แสดงได้ดังตาราง 14 ถึง 16

ตาราง 14 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

รายการข้อมูล		ค่าสถิติ
$\bar{X}$	ก่อนเรียน	17.167
S.D.	ก่อนเรียน	3.730
$\bar{X}$	หลังเรียน	24.722
S.D.	หลังเรียน	3.545
$\bar{D}$	(ระหว่างหลังเรียน กับก่อนเรียน)	7.556
S.D.	ของ D	3.091
SE	ของ D	0.729
จำนวนคู่		18
ค่า r	ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน	0.640
df		17
t		10.37
p		.000

จากตาราง 14 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ ได้ว่า ภายหลังการเรียน นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ($p = .000$)

ตาราง 15 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการข้อมูล		ค่าสถิติ
$\bar{X}$	ก่อนเรียน	10.611
S.D.	ก่อนเรียน	3.220
$\bar{X}$	หลังเรียน	15.667
S.D.	หลังเรียน	2.849
$\bar{D}$	(ระหว่างหลังเรียน กับก่อนเรียน)	5.056
S.D.	ของ D	2.532
SE	ของ D	0.597
จำนวนคู่		18
ค่า r	ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน	0.658
df		17
t		8.47
p		.000

จากตาราง 15 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ ได้ว่า ภายหลังการเรียน นักเรียนมีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ($p = .000$)

ตาราง 16 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน
โรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

รายการข้อมูล		ค่าสถิติ
$\bar{X}$	ก่อนเรียน	23.444
S.D.	ก่อนเรียน	4.743
$\bar{X}$	หลังเรียน	33.278
S.D.	หลังเรียน	4.309
$\bar{D}$	(ระหว่างหลังเรียน กับก่อนเรียน)	9.833
S.D.	ของ D	3.915
SE	ของ D	0.923
จำนวนคู่		18
ค่า r	ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน	0.630
df		17
t		10.66
p		.000

จากตาราง 16 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียน
การสอนในสภาพทั่วไป โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ ได้ว่า ภายหลังการเรียน
นักเรียนมีคะแนนค่านิยมทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ($p = .000$)

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ตามตัวแปรตามที่ศึกษา
คือ ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนสภาพทั่วไปที่เรียน
นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล ซึ่งผู้วิจัยได้นำ

คะแนนก่อนและหลังการทดสอบของตัวแปรตามที่ศึกษาทั้ง 3 มาเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows Release 6.0 ในการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏรายละเอียดของผลการทดสอบดังต่อไปนี้

ผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล แสดงได้ดังตาราง 17 ถึง 19

ตาราง 17 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

รายการข้อมูล		ค่าสถิติ
$\bar{X}$	ก่อนเรียน	16.722
S.D.	ก่อนเรียน	2.675
$\bar{X}$	หลังเรียน	22.222
S.D.	หลังเรียน	2.264
$\bar{D}$	(ระหว่างหลังเรียน กับก่อนเรียน)	5.500
S.D.	ของ D	3.111
SE	ของ D	0.733
จำนวนคู่		18
ค่า r	ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน	0.215
df		17
t		7.50
p		.000

จากตาราง 17 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล ได้ว่า ภายหลังการเรียน นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ($p = .000$)

ตาราง 18 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการข้อมูล		ค่าสถิติ
$\bar{X}$	ก่อนเรียน	9.278
S.D.	ก่อนเรียน	3.214
$\bar{X}$	หลังเรียน	13.778
S.D.	หลังเรียน	2.184
$\bar{D}$	(ระหว่างหลังเรียน กับก่อนเรียน)	4.500
S.D.	ของ D	1.855
SE	ของ D	0.437
จำนวนคู่		18
ค่า r	ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน	0.830
df		17
t		10.29
p		.000

จากตาราง 18 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล ได้ว่า ภายหลังการเรียน นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ($p = .000$)

ตาราง 19 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน
โรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ตามตัวแปรผลการเรียนค่านิยมทาง
วิทยาศาสตร์

รายการข้อมูล		ค่าสถิติ
$\bar{X}$	ก่อนเรียน	25.722
S.D.	ก่อนเรียน	3.982
$\bar{X}$	หลังเรียน	31.111
S.D.	หลังเรียน	5.246
$\bar{D}$	(ระหว่างหลังเรียน กับก่อนเรียน)	5.389
S.D.	ของ D	2.453
SE	ของ D	0.578
จำนวนคู่		18
ค่า r	ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน	0.894
df		17
t		9.32
p		.000

จากตาราง 19 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียน
การสอนในสภาพทั่วไป โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล ได้ว่า ภายหลังการเรียน
นักเรียนมีคะแนนค่านิยมทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ($p = .000$)

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ตามตัวแปรตามที่ศึกษา คือ ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนสภาพทั่วไป ที่เรียนนวัตกรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล ผู้วิจัยได้นำคะแนนก่อนและหลัง การทดสอบ ของตัวแปรตามที่ศึกษาทั้ง 3 มาเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows Release 6.0 ในการวิเคราะห์ที่ ข้อมูล ปรากฏรายละเอียดการทดสอบดังต่อไปนี้

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียน ที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปรผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทาง วิทยาศาสตร์ ที่เรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่ม ร่วมมือ แสดงได้ดังตาราง 20 ถึง 22

ตาราง 20 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปร
ผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

รายการข้อมูล	ค่าสถิติ
$\bar{X}$ ก่อนเรียน	12.900
S.D. ก่อนเรียน	1.749
$\bar{X}$ หลังเรียน	24.967
S.D. หลังเรียน	6.195
$\bar{D}$ (ระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียน)	12.067
S.D. ของ D	5.942
SE ของ D	1.085
จำนวนคู่	30
ค่า r ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน	0.283
df	29
t	11.12
p	.000

จากตาราง 20 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียน
การสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ ได้ว่า
ภายหลังการเรียนนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า
ก่อนการเรียน ($p = .000$)

ตาราง 21 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปร
ผลการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการข้อมูล	ค่าสถิติ
$\bar{X}$ ก่อนเรียน	10.600
S.D. ก่อนเรียน	2.358
$\bar{X}$ หลังเรียน	15.467
S.D. หลังเรียน	2.063
$\bar{D}$ (ระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียน)	4.867
S.D. ของ D	2.968
SE ของ D	0.542
จำนวนคู่	30
ค่า r ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน	0.103
df	29
t	8.98
p	.000

จากตาราง 21 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียน
การสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ ได้ว่า
ภายหลังการเรียนนักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการเรียน
($p = .000$)

ตาราง 22 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปร
ผลการเรียนค่านิยมทางวิทยาศาสตร์.....

รายการข้อมูล	ค่าสถิติ
$\bar{X}$ ก่อนเรียน	31.400
S.D. ก่อนเรียน	2.621
$\bar{X}$ หลังเรียน	35.067
S.D. หลังเรียน	2.100
$\bar{D}$ (ระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียน)	3.667
S.D. ของ D	2.928
SE ของ D	0.535
จำนวนคู่	30
ค่า r ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน	0.246
df	29
t	6.86
p	.000

จากตาราง 22 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียน
การสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ ได้ว่า
ภายหลังการเรียนนักเรียนมีคะแนนค่านิยมทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการเรียน ($p = .000$)

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ตามตัวแปรตามที่ศึกษา คือ ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ คำนิยมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้าน วิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบ รายบุคคล ซึ่งผู้วิจัยได้นำคะแนนก่อนและหลังการทดสอบ ของตัวแปรตามทั้ง 3 มา เปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows Release 6.0 ในการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏรายละเอียดการทดสอบดังต่อไปนี้

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียน ที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปรผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ คำนิยมทาง วิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบ รายบุคคล แสดงได้ดังตาราง 23 ถึง 25

ตาราง 23 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปร
ผลการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

รายการข้อมูล	ค่าสถิติ
$\bar{X}$ ก่อนเรียน	13.867
S.D. ก่อนเรียน	3.421
$\bar{X}$ หลังเรียน	24.867
S.D. หลังเรียน	3.946
$\bar{D}$ (ระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียน)	11.000
S.D. ของ D	5.285
SE ของ D	0.965
จำนวนคู่	30
ค่า r ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน	-0.024
df	29
t	11.40
p	.000

จากตาราง 23 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียน
การสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล ได้ว่า
ภายหลังการเรียนนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า
ก่อนการเรียน ($p = .000$)

ตาราง 24) แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปร
ผลการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการข้อมูล	ค่าสถิติ
$\bar{X}$ ก่อนเรียน	12.267
S.D. ก่อนเรียน	2.434
$\bar{X}$ หลังเรียน	15.300
S.D. หลังเรียน	1.765
$\bar{D}$ (ระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียน)	3.033
S.D. ของ D	3.113
SE ของ D	0.568
จำนวนคู่	30
ค่า r ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน	-0.075
df	29
t	5.34
p	.000

จากตาราง 24 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียน
การสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล ได้ว่า
ภายหลังการเรียนนักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการเรียน
($p = .000$)

ตาราง 25 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ตามตัวแปรผลการเรียนค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

รายการข้อมูล	ค่าสถิติ
$\bar{X}$ ก่อนเรียน	32.300
S.D. ก่อนเรียน	3.807
$\bar{X}$ หลังเรียน	35.200
S.D. หลังเรียน	2.631
$\bar{D}$ (ระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียน)	2.900
S.D. ของ D	3.305
SE ของ D	0.603
จำนวนคู่	30
ค่า r ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน	0.524
df	29
t	4.81
p	.000

จากตาราง 25 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล ได้ว่า ภายหลังการเรียนนักเรียนมีคะแนนค่านิยมทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการเรียน ($p = .000$)

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ตัวแปรตามที่ศึกษา คือ ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนสภาพทั่วไป ที่เรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล ผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของตัวแปรตามที่ศึกษาทั้ง 3 เฉพาะหลังการทดลองของทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows Release 6.0 ปรวาณรายละเอียดของผลการทดสอบดังต่อไปนี้

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ที่นักเรียนเรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล แสดงได้ดังตาราง 26 ถึง 28

ตาราง 26 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคล*

รายการข้อมูล	ค่าสถิติ
$\bar{X}$ การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ	24.722
S.D.การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ	3.545
$\bar{X}$ การเรียนแบบรายบุคคล	22.222
S.D.การเรียนแบบรายบุคคล	2.264
df	28.89
t	2.52
p	.017

* กรณีนี้ใช้ t-test แบบ Separate Variance เพราะค่าความแปรปรวนในกลุ่มประชากร (ที่เป็นคู่เปรียบเทียบ) แตกต่างกัน

จากตาราง 26 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอน
ในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่ม
ร่วมมือและแบบรายบุคคล ได้ว่าผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของการเรียน
แบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคลแตกต่างกัน ($p = .017$)

ตาราง 27 แสดงการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของ
โรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ที่เรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล*

รายการข้อมูล	ค่าสถิติ
$\bar{X}$ การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ	15.667
S.D. การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ	2.849
$\bar{X}$ การเรียนแบบรายบุคคล	13.778
S.D. การเรียนแบบรายบุคคล	2.184
df	31.85
t	2.23
p	.033

* กรณีนี้ใช้ t-test แบบ Separate Variance เพราะค่าความแปรปรวนใน
กลุ่มประชากร (ที่เป็นคู่เปรียบเทียบ) แตกต่างกัน

จากตาราง 27 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอน
ในสภาพทั่วไป ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบ
กลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคล ได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของการเรียนแบบ
กลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคลแตกต่างกัน ($p = .033$)

ตาราง 28 แสดงการเปรียบเทียบค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ที่เรียนนวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล*

รายการข้อมูล	ค่าสถิติ
$\bar{X}$ การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ	33.278
S.D. การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ	4.309
$\bar{X}$ การเรียนแบบรายบุคคล	31.111
S.D. การเรียนแบบรายบุคคล	5.246
df	32.76
t	1.35
p	.185

* กรณีนี้ใช้ t-test แบบ Separate Variance เพราะค่าความแปรปรวนในกลุ่มประชากร (ที่เป็นคู่เปรียบเทียบ) แตกต่างกัน

จากตาราง 28 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ที่เรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคล ได้ว่า ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคลไม่แตกต่างกัน ($p = .185$)

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ตัวแปรตามที่ศึกษา คือ ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนสภาพทั่วไป ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล ซึ่งผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของตัวแปรตามที่ศึกษาทั้ง 3 เฉพาะหลังการทดลองของทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows Release 6.0 ปรากฏรายละเอียดของผลการทดสอบดังต่อไปนี้

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล แสดงได้ดังตาราง 29 ถึง 31

ตาราง 29 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล*

รายการข้อมูล	ค่าสถิติ
$\bar{X}$ การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ	25.600
S.D. การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ	4.507
$\bar{X}$ การเรียนแบบรายบุคคล	25.200
S.D. การเรียนแบบรายบุคคล	4.197
df	57.71
t	0.36
p	.723

* กรณีนี้ใช้ t-test แบบ Separate Variance เพราะค่าความแปรปรวนในกลุ่มประชากร (ที่เป็นคู่เปรียบเทียบ) แตกต่างกัน

จากตาราง 29 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคล ได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคลไม่แตกต่างกัน ($p = .723$)

ตาราง 30 แสดงผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของของโรงเรียน
ที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล*

รายการข้อมูล	ค่าสถิติ
$\bar{X}$ การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ	15.467
S.D. การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ	2.063
$\bar{X}$ การเรียนแบบรายบุคคล	15.400
S.D. การเรียนแบบรายบุคคล	1.850
df	57.32
t	0.13
p	.896

* กรณีนี้ใช้ t-test แบบ Separate Variance เพราะค่าความแปรปรวนในกลุ่มประชากร (ที่เป็นคู่เปรียบเทียบ) แตกต่างกัน

จากตาราง 30 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคล ได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคลไม่แตกต่างกัน ($p = .896$)

ตาราง 31 แสดงผลการเปรียบเทียบค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคล*

รายการข้อมูล	ค่าสถิติ
X การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ	35.533
S.D. การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ	1.737
X การเรียนแบบรายบุคคล	35.233
S.D. การเรียนแบบรายบุคคล	2.661
df	58
t	0.52
p	.607

* กรณีนี้ใช้ t-test แบบ Pooled Variance เพราะค่าความแปรปรวนในกลุ่มประชากร (ที่เป็นคู่เปรียบเทียบ) ไม่แตกต่างกัน

จากตาราง 31 สรุปผลการทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคล ได้ว่า ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคล ไม่แตกต่างกัน (p = .607)

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้วัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยการสอน

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน
ไปสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนภายหลังจากที่ได้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนจบลง
แบบสอบถามดังกล่าว ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 แบบสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบ
รายบุคคล

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่ใช้วัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนในโรงเรียนที่จัด
การเรียนการสอนในสภาพทั่วไป และโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์
แสดงได้ดังตาราง 32

ตาราง 32 แสดงค่าร้อยละความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคลด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน สำหรับโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป

รายการ	ระดับความคิดเห็น (n = 34 คน)					
	มาก		ปานกลาง		น้อย	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
1. การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	28	82.36	4	11.76	2	5.88
2. การเรียนแบบรายบุคคล เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	18	52.94	14	41.18	2	5.88
3. ขณะเรียนแบบกลุ่มร่วมมือนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนตลอดเวลา	22	64.71	10	29.41	2	5.88
4. นักเรียนชอบศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลำพัง	12	35.29	12	35.29	10	29.42

จากตาราง 32 สรุปได้ว่า ค่าร้อยละความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคลด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน สำหรับโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป พบว่า นักเรียนส่วนมากเห็นว่ารูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ร้อยละ 82.36 เป็นด้วย ปานกลาง

ร้อยละ 11.76 และเห็นด้วยน้อยมาก ร้อยละ 5.88 รูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนส่วนมากเห็นด้วยร้อยละ 52.94 เห็นด้วยระดับปานกลาง ร้อยละ 41.18 และเห็นด้วยน้อยมากร้อยละ 5.88 ขณะเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนตลอดเวลา นักเรียนส่วนมากเห็นด้วยร้อยละ 64.71 เห็นด้วยปานกลางร้อยละ 29.41 และเห็นด้วยน้อยมาก ร้อยละ 5.88 นักเรียนชอบศึกษา นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนตามลำพัง นักเรียนส่วนมากเห็นด้วยมากและปานกลาง คิดเป็นค่าร้อยละ 35.29 เท่ากันและเห็นด้วยน้อยมากร้อยละ 29.42

นอกจากนี้ยังได้ทำการสอบถามนักเรียน ในกรณีหากมีโอกาสเลือกเรียน นักเรียนจะเลือก การเรียนกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยวิธีการใด ระหว่างรูปแบบการเรียนแบบ กลุ่มร่วมมือกับแบบรายบุคคล พบว่า นักเรียนร้อยละ 52.29 เลือกที่จะเรียนด้วยรูปแบบการเรียน แบบกลุ่มร่วมมือ และร้อยละ 47.71 เลือกที่จะเรียนด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล

ตาราง 33 แสดงค่าร้อยละความคิดเห็นของนักเรียนที่ใช้นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย
การสอนสำหรับโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น (n = 34 คน)					
	มาก		ปานกลาง		น้อย	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
<u>ด้านคำสั่ง/คำสั่งชี้แจง</u>						
1. คำสั่ง/คำสั่งชี้แจง ช่วยให้อ่านเข้าใจ	28	82.35	6	17.65	0	0.00
2. การไปส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนไปได้สะดวก	28	82.35	6	17.65	0	0.00
3. เลือกเรียนเรื่องอื่น ๆ ในบทเรียนได้ ตลอดเวลา	26	76.47	8	23.53	0	0.00
4. เข้าและออกจากบทเรียนได้สะดวก	28	82.35	6	17.65	0	0.00
<u>ด้านยุทธวิธีการสอน</u>						
5. เริ่มต้นเข้าสู่บทเรียนน่าสนใจ	32	94.12	2	5.88	0	0.00
6. บทเรียนนี้ใช้แทนการสอนของครูได้	18	52.94	16	47.06	0	0.00
7. สะดวกเมื่อต้องการเรียนเนื้อหาซ้ำ	34	100.00	0	0.00	0	0.00
8. เรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง	28	82.35	6	17.65	0	0.00
9. ขณะที่เรียนสบายใจกว่ามีครูสอน	18	52.94	12	35.29	0	11.77
10. พอใจเมื่อทราบผลการทดสอบและการทำ แบบฝึกหัดได้ทันที	24	70.59	10	29.41	0	0.00
11. กระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	28	82.35	6	17.65	0	0.00

ตาราง 33 (ต่อ)

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น (n = 34 คน)					
	มาก		ปานกลาง		น้อย	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
<u>ด้านกราฟิก</u>						
12.ขนาดตัวอักษรอ่านได้ง่าย	30	88.24	4	11.76	0	0.00
13.สีตัวอักษร สีพื้นจอ สีภาพ ทำให้อ่านเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	28	82.35	6	17.65	0	0.00
<u>ด้านเนื้อหา</u>						
14.ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	24	70.59	10	29.41	0	0.00
15.เนื้อหาบทเรียนอ่านแล้วเข้าใจง่าย	24	70.59	10	29.41	0	0.00
16.เนื้อหาที่เรียนเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	30	88.24	4	11.76	0	0.00
17.ต้องการเรียนบทเรียนลักษณะนี้กับเรื่องอื่นอีก	34	100.00	0	0.00	0	0.00

จากตาราง 33 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป เห็นว่าคำสั่ง/คำชี้แจง มีความเหมาะสมมาก ในด้านยุทธวิธีการสอน มีความเหมาะสมมาก โดยเฉพาะด้านความสะดวกเมื่อต้องการเรียนเนื้อหาซ้ำ ในด้านกราฟิกและด้านเนื้อหาที่มีความเหมาะสมมาก เช่นเดียวกัน

ตาราง 34 แสดงค่าร้อยละความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือและแบบรายบุคคลด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน สำหรับโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์

รายการ	ระดับความคิดเห็น (n = 56 คน)					
	มาก		ปานกลาง		น้อย	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
1. การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	30	53.57	26	46.43	0	0.00
2. การเรียนรู้แบบรายบุคคล เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	28	50.00	26	46.43	2	3.57
3. ขณะเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนตลอดเวลา	42	75.00	14	25.00	0	0.00
4. นักเรียนชอบศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลำพัง	28	50.00	24	42.86	4	7.14

จากตาราง 34 สรุปได้ว่า ค่าร้อยละความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคลด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน สำหรับโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนมากเห็นว่าการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ร้อยละ 53.57 เห็นด้วย ปานกลาง ร้อยละ 46.43 รูปแบบการเรียนรู้แบบรายบุคคลเป็นวิธีการที่

เหมาะสมกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน นักเรียนเห็นด้วยร้อยละ 50.00 เห็นด้วยปานกลาง ร้อยละ 46.43 และเห็นด้วยน้อยมาก ร้อยละ 3.57 ขณะที่เรียนแบบกลุ่มร่วมมือ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนตลอดเวลา นักเรียนส่วนมากเห็นด้วยร้อยละ 75.00 และเห็นด้วยปานกลางร้อยละ 25.00 นักเรียนชอบศึกษานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนตามลำพัง นักเรียนส่วนมากเห็นด้วย ร้อยละ 50.00 เห็นด้วยปานกลางร้อยละ 42.86 และเห็นด้วยน้อยมาก ร้อยละ 7.14

นอกจากนี้ ยังได้ทำการสอบถามนักเรียน ในกรณีหากมีโอกาสเลือกเรียน นักเรียนจะเลือกการเรียนกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยวิธีการใด ระหว่างรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับแบบรายบุคคล พบว่า นักเรียนร้อยละ 42.86 เลือกที่จะเรียนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และร้อยละ 57.14 เลือกที่จะเรียนด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล

ตาราง 35 แสดงค่าร้อยละความคิดเห็นของนักเรียนที่เข้าชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายช่วย
การสอนสำหรับโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น (n = 56 คน)					
	มาก		ปานกลาง		น้อย	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
<u>ด้านคำสั่ง/คำสั่ง</u>						
1. คำสั่ง/คำสั่ง ช่วยทำให้เข้าใจ	36	64.29	20	35.71	0	0.00
2. การไปส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนไปได้สะดวก	42	75.00	14	25.00	0	0.00
3. เลือกเรียนเรื่องอื่น ๆ ในบทเรียนได้ ตลอดเวลา	48	85.71	8	14.29	0	0.00
4. เข้าและออกจากบทเรียนได้สะดวก	48	85.71	8	14.29	0	0.00
<u>ด้านยุทธวิธีการสอน</u>						
5. เริ่มต้นเข้าสู่บทเรียนน่าสนใจ	44	78.57	12	21.43	0	0.00
6. บทเรียนนี้ใช้แทนการสอนของครูได้	42	75.00	14	25.00	0	0.00
7. สะดวกเมื่อต้องการเรียนเนื้อหาซ้ำ	50	89.26	6	10.74	0	0.00
8. เรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง	50	89.26	6	10.74	0	0.00
9. ขณะที่เรียนสบายใจกว่ามีครูสอน	36	64.29	20	35.71	0	0.00
10. พอใจเมื่อทราบผลการทดสอบและการทำ แบบฝึกหัดได้ทันที	38	67.86	18	32.14	0	0.00
11. กระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	48	85.71	8	14.29	0	0.00

ตาราง 35 (ต่อ)

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น (n = 56 คน)					
	มาก		ปานกลาง		น้อย	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
<u>ด้านกราฟิก</u>						
12.ขนาดตัวอักษรอ่านได้ง่าย	46	82.14	10	17.86	0	0.00
13.สีตัวอักษร สีพื้นจอ สีภาพ ทำให้อ่านเนื้อหา ได้ง่ายขึ้น	46	82.14	10	17.86	0	0.00
<u>ด้านเนื้อหา</u>						
14.ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	42	75.00	14	25.00	0	0.00
15.เนื้อหาบทเรียนอ่านแล้วเข้าใจง่าย	40	71.43	16	28.57	0	0.00
16.เนื้อหาที่เรียนเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	48	85.71	8	14.29	0	0.00
17.ต้องการเรียนบทเรียนลักษณะนี้กับเรื่องอื่น อีก	56	100.00	0	0.00	0	0.00

จากตาราง 35 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้าง
ด้านวิทยาศาสตร์ เห็นว่า คำสั่ง/คำชี้แจง มีความเหมาะสมมาก ในด้านยุทธวิธีการสอน มีความ
เหมาะสมมาก ในด้านกราฟิกและด้านเนื้อหาที่มีความเหมาะสมมากเช่นเดียวกัน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในบทที่ 5 นี้ จะเสนอสาระว่าด้วยการสรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ในส่วน การสรุปผลจะกล่าวถึงประเด็นที่สำคัญคือ วัตถุประสงค์การวิจัย (จากบทที่ 1) สมมติฐาน การวิจัย (จากบทที่ 2) วิธีดำเนินการวิจัย (จากบทที่ 3) และสรุปผลการวิจัย (จากบทที่ 4) ในส่วนการอภิปรายผล จะแยกอภิปรายตามผลการวิจัยโดยจะแยกกล่าวเป็น 2 ตอน ตอนแรก เป็นการอภิปรายเกี่ยวกับการพัฒนาวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ ตอนหลังเป็นการอภิปรายเกี่ยวกับผลการทดลองสอน ซึ่งการอภิปรายในตอนนี้จะนำเสนอผลการทดลองในประเด็นเดียวกัน แต่ทำการทดลองต่างโรงเรียนกันมาอภิปรายควบคู่กัน (กล่าวคือ อภิปรายตามสมมติฐานข้อ 3 และ 6 ควบคู่กัน ข้อ 4 และ 7 ควบคู่กัน และข้อ 5 และ 8 ควบคู่กัน) และในส่วนข้อเสนอแนะจะแยกเป็นข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมี วัตถุประสงค์รองในการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. เพื่อพัฒนารูปแบบและวิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีคอมพิวเตอร์เป็นสื่อประกอบการ ส่งเสริมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียที่มี ต่อการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

3. เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และรูปแบบการจัดการเรียนแบบรายบุคคลในสภาพโรงเรียนที่แตกต่างกันที่มีนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนสอนแบบมัลติมีเดียเป็นสื่อประกอบ

สมมติฐานในการวิจัย

1. นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80/80

2. นักเรียนที่ได้รับการเรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

3. นักเรียนของโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

4. นักเรียนของโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

5. นักเรียนของโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

6. นักเรียนของโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ มีคะแนนเฉลี่ย

สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

7. นักเรียนของโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

8. นักเรียนของโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน และตอนที่ 2 เป็นการทดลองสอนในแต่ละตอนมีการดำเนินการโดยสรุปดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขั้นนี้ดำเนินการโดยใช้ขั้นตอนการวิจัยของ บอร์ก และกอลล์ (Borg and Gall) มีขั้นตอนการดำเนินงาน 11 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดลักษณะทั่วไป และรายละเอียดของการใช้นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศึกษาเอกสาร บทความ และผลงานวิจัย

2.2 ศึกษาวิธีการใช้โปรแกรมสร้างบทเรียน (Authorware)

2.3 ศึกษาทฤษฎีและหลักการเขียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นที่ 3 การวางแผนการวิจัยและพัฒนา

3.1 ศึกษาจุดประสงค์

3.2 วิเคราะห์เนื้อหา

ขั้นที่ 4 พัฒนารูปแบบ

4.1 กำหนดรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.2 ออกแบบนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.3 เขียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.4 นำเสนอผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 5 การทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม จำนวน 3 คน ที่มีผลการเรียนลักษณะ เก่ง:ปานกลาง:และอ่อน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยตรวจสอบหาข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุง

ขั้นที่ 6 ปรับปรุงแก้ไขบทเรียน ครั้งที่ 1 ตามข้อเสนอแนะที่ได้รับจากกลุ่มตัวอย่างในขั้นที่ 5

ขั้นที่ 7 การทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม จำนวน 9 คน จัดแบ่งเป็นผู้มีผลการเรียนระดับต่ำ 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับสูง 3 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการเลือกอย่างเจาะจง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 และเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 8 ปรับปรุงแก้ไข ครั้งที่ 2 ตามข้อเสนอแนะและผลที่ปรากฏในขั้นที่ 7

ขั้นที่ 9 การทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย เป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนต่ำ 12 คน ระดับปานกลาง 12 คน และระดับสูง 12 คน หลังจากนั้นแยกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 จำนวน 18 คน เรียนกับบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน อัตราส่วน
ต่ำ : ปานกลาง : สูง เท่ากับ 1:1:1 จำนวน 6 กลุ่ม ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 กลุ่ม ต่อเครื่อง
คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง กลุ่มที่ 2 จำนวน 18 คน เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยรูปแบบ
การเรียนรู้แบบรายบุคคล โดย 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหา
ประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 และทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย
ของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ขั้นที่ 10 ปรับปรุงแก้ไข ครั้งที่ 3 ตามข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง ในขั้นที่ 9

ขั้นที่ 11 การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนไปทดลองสอน

ตอนที่ 2 การทดลองสอน

ในขั้นนี้ได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ไปทดลองสอนกับโรงเรียนที่มีลักษณะ
แตกต่างกัน 2 ลักษณะคือ ลักษณะที่หนึ่งเป็นโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป
โดยเลือกทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม
กรุงเทพ ลักษณะที่สองเป็นโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์
โดยเลือกทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาลงกรณ์
ราชวิทยาลัย ลพบุรี โดยต้องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความศรัทธาทางวิทยาศาสตร์ ด้าน
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยนวัตกรรม
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน สำหรับนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มร่วมมือ และ
การเรียนรู้แบบรายบุคคล

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยในแต่ละตอนสรุปได้ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ผลการวิจัยพบว่า
นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 91.85/90.93 และ 90.00/
90.93 โดยคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

โดยในส่วนคะแนนเฉลี่ยของข้อทดสอบแต่ละข้อมีกลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 80 หรือสูงกว่าตอบถูก การวิจัยครั้งนี้ตอนที่ 1 ได้ค่า 91.85 และในตอนที่ 2 ได้ค่า 90.00

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($p = .000$)

ตอนที่ 2 การทดลองสอน

ผลการทดลองสอนกับโรงเรียนที่มีลักษณะแตกต่างกัน 2 ลักษณะ ปรากฏผลดังนี้

1. นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($p = .000$) ในด้านของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($p = .000$) ในด้านของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์
3. นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ กับรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ($p = .017$ และ $p = .033$) แต่ในด้านค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน ($p = .185$)
4. นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($p = .000$) ในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์
5. นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($p = .000$) ในของผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

6. นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน ($p = .723$, $p = .896$ และ $p = .607$ ตามลำดับ)

อภิปรายผล

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และตอนที่ 2 เป็นการทดลองสอน ในการนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน เช่นกัน ดังนั้น การอภิปรายผลครั้งนี้ผู้วิจัยทำการแยกอภิปรายผลออกเป็น 2 ตอน โดยตอนที่ 1 เป็นการอภิปรายผลตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 1 และสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 เป็นการอภิปรายเกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ตอนที่ 2 เป็นการอภิปรายผลตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 3 ควบคู่กับข้อ 6, สมมติฐานการวิจัยข้อ 4 ควบคู่กับข้อ 7 และสมมติฐานการวิจัยข้อ 5 ควบคู่กับข้อ 8 เป็นการอภิปรายเกี่ยวกับการทดลองสอนในสภาพโรงเรียนที่แตกต่างกัน

ตอนที่ 1 การอภิปรายผลสำหรับพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

สมมติฐานการวิจัยข้อ 1 นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมีลัดมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80/80

ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากรูปแบบการพัฒนาบทเรียนของบอร์กและกอลล์ (Borg and Gall) ที่ประกอบด้วย 11 ขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำมาใช้โดยเฉพาะตั้งแต่ขั้นตอนที่ 5 เป็นการทดสอบผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 1 ผู้วิจัยทำการเก็บผลอย่างละเอียด และดำเนินการปรับปรุงให้ตรงกับสภาพที่ควรเป็น เช่น สีของตัวอักษร ลักษณะ-ขนาดของตัวอักษรที่ใช้

ความละเอียดของภาพประกอบ ช่วงเวลาการนำเสนอโดยเฉพาะส่วนที่เป็นกรอบเนื้อหาที่มีการจัดลำดับความคิดรวบยอดอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยใช้เกณฑ์ 80/80 โดยที่ 80 ตัวแรก หมายถึงคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 และ 80 ตัวหลัง หมายถึงข้อสอบแต่ละข้อมีกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 80 หรือสูงกว่าทำถูก เมื่อพิจารณาจากตาราง 11 ตาราง 12 และตาราง 13 พบว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับข้อคิดเห็นของเอสพิชและวิลเลียมส์ (Espich and Williams. 1967 : 75 - 79) ที่ว่า ผลการวิเคราะห์บทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 หากมีข้อบกพร่องและทำการแก้ไขให้เป็นตามเกณฑ์ บทเรียนจะมีคุณภาพตามต้องการ นอกจากนี้อาจมีสาเหตุประกอบอื่น ๆ หลายประการ ดังนี้

ประการแรก นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคำแนะนำการใช้บทเรียนให้กับผู้เรียนและในตอนต้นของเนื้อหาแต่ละเรื่องจะระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมีแนวทางที่ชัดเจนในการเรียนซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นในการเรียน 9 ขั้นของกาเย ที่กล่าวถึงการบอกจุดประสงค์ของบทเรียนให้กับผู้เรียนได้รู้ว่าจะเรียนอะไรทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสร้างความจำและความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี(นิพนธ์ ศุภปริดี.2531:24) ถือเป็นส่วนหนึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของออสซูเบล(Ausubel. 1968:277) ที่ว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมาย(Meaningful Learning) เป็นการให้รางวัลในตัวเองกับผู้เรียนรวมถึงสร้างความสนใจใฝ่รู้ที่ถือเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้ และทำให้การเรียนรู้มีความคงทนถาวร

ประการที่สอง นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เป็นส่วนช่วยสร้างบรรยากาศให้บทเรียนและสื่อความเข้าใจจากนามธรรมเป็นรูปธรรมได้อย่างดี ผู้เรียนเกิดความเข้าใจสนุกเพลิดเพลินขณะเรียนมีการถาม-ตอบพร้อมให้การเสริมแรงด้วยข้อมูลทั้งภาพกราฟิก หรือเสียงในทันที ลักษณะเช่นนี้ส่งผลโดยตรงต่อผู้เรียน ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ (Skinner) ที่กล่าวว่าบทเรียนควรมีการเสริมแรงด้วยข้อมูลย้อนกลับอย่างทันทีทันใด ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (วิลาวรรณ์ ชำแท่น. 2537 : 4) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของกัทธรี (Guthrie) ที่ว่า

การจัดเสนอสิ่งเข้าให้ผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่นภาพกราฟิกทั้งที่เคลื่อนไหว และไม่เคลื่อนไหว รวมถึงเสียงประกอบจะมีผลโดยตรงต่อผู้เรียน เป็นการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนด้วยตัวของสื่อเอง และตอบสนองด้านจิตสัมผัสและโสตสัมผัสสร้างความสนใจให้ผู้เรียนมากขึ้น (สมปรารถนา วงศ์บุณทัก. 2537 : 163 - 166) และสอดคล้องกับคำกล่าวของเบสท์ (Best. 1977:) ที่ว่า บทเรียนที่สามารถอธิบายรายละเอียดของเนื้อหาด้วยข้อความที่มีภาพประกอบ เสียงและการดำเนินเรื่องที่เหมาะสมน่าสนใจ สร้างความกระตือรือร้นให้ผู้เรียนในการเรียนมากขึ้นทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียน

ประการสุดท้าย การสร้างฐานข้อมูลในเนื้อหาแต่ละเรื่องในทุกตอน โดยเชื่อมโยงเนื้อหาในระบบไฮเปอร์มีเดีย ช่วยผู้เรียนเลือกเรียนตามความสนใจ หรือตามความถนัดของตน ดังนั้น ผู้เรียนจึงมีอิสระในการเรียนสามารถเรียนตามความสามารถจนกว่าเกิดความเข้าใจก่อนไปทำการทดสอบเป็นการลดความวิตกกังวลในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของลิน (Lin. 1992 : 2391 - A) ที่พบว่า การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบสร้างฐานข้อมูลมีส่วนทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้หลายรูปแบบ และการที่ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้และความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่าบทเรียนโดยทั่วไป และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม (2539 : 101) ที่พบว่า การเชื่อมโยงเนื้อหาในระบบไฮเปอร์มีเดีย ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามความถนัดและความสนใจมีผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น และการออกแบบบทเรียนให้ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนจะเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ดังผลการวิจัยของ ปิยวัฒน์ หวังอารี (2533 : 30 - 35) ซึ่งถือเป็นการสร้างประสิทธิภาพให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากสาเหตุที่กล่าวข้างต้นทำให้แนวคิดระบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องปรากฏการณ์คลื่นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

สมมติฐานการวิจัยข้อ 2 นักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($p = .000$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

ประการแรก นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการประเมินคุณภาพโปรแกรมบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ระดับดี และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 จึงเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการนำไปให้ผู้เรียนได้เรียน และบทเรียนที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังงานวิจัยของ บุญสืบ พันธุ์ดี (2537) วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม (2539) ที่พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์จะมีผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ประการที่สอง ในการพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ผู้วิจัยได้อาศัยหลักจิตวิทยาการเรียนรู้หลายประการตามหลักการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ดี ทั้งนี้ได้มีการกำหนดรูปแบบของบทเรียนที่มีการสร้างโดยเน้นการใช้เมนู (Menu Driven) เป็นการสร้างทางเลือกให้กับผู้เรียน การสร้างฐานข้อมูลไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia Database) ให้ผู้เรียนใช้ศึกษาข้อความสำคัญที่ควรรู้ตามความต้องการ การใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) โดยผู้ใช้ได้ตัดสินใจประกอบ ถือเป็นการศึกษาที่สร้างองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรมไปสู่รูปธรรมที่ชัดเจน และการใช้แบบฝึกหัด (Exercise Driven) เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทบทวนและทดสอบตัวเองตามความต้องการ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ บุญสืบ พันธุ์ดี (2537 : 157) ที่พบว่า การพัฒนาบทเรียนที่อาศัยหลักจิตวิทยาตามหลักการสอน ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ และมีผลต่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจึงสูงกว่าก่อนเรียน

ประการสุดท้าย นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่สร้างขึ้นในแต่ละเรื่องซึ่งบรรจุไว้ในแต่ละตอนในส่วนสุดท้ายจะมีการสรุปสาระสำคัญของบทเรียนให้ผู้เรียนได้ศึกษาและทบทวนก่อนจบบทเรียนทุกครั้ง รวมถึงการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสรุปสาระสำคัญด้วยตนเองและกลุ่มเพื่อน ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ แคมป์ และสเมลลี (Kemp and Smellie, 1989 : 25) ที่กล่าวว่า การที่ผู้เรียนได้ร่วมกันสรุปสาระสำคัญด้วยตนเองก่อนแล้วโปรแกรมจึงนำ

เสนอกรอบสรุปสาระสำคัญให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้ทบทวนการสรุปอีกครั้งทำให้การสรุปสาระสำคัญมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้อย่างจริงจัง และจากผลงานวิจัยของวชิระ อินทร์อุดม (2537 : 98) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่มีการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่ไม่มีการสรุปเนื้อหาสาระ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นผลทำให้นักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตอนที่ 2 การทดลองสอน

การอภิปรายผลในตอนนี้เป็นผลจากการนำนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่ผ่านการพัฒนาแล้วไปทดลองสอนในโรงเรียนที่มีลักษณะแตกต่างกัน 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่หนึ่งเป็นโรงเรียนที่มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป กรณีนี้ผู้วิจัยเลือกนักเรียนโรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม กรุงเทพฯ อีกลักษณะหนึ่งเป็นโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ กรณีนี้ผู้วิจัยเลือกนักเรียนของโรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ลพบุรี ในการอภิปรายผล ผู้วิจัยจะอภิปรายตามสมมติฐานการวิจัย โดยอภิปรายผลในลักษณะควบคู่กัน คือ สมมติฐานการวิจัยข้อ 3 อภิปรายผลควบคู่กับสมมติฐานการวิจัยข้อ 6 , สมมติฐานการวิจัยข้อ 4 อภิปรายผลควบคู่กับสมมติฐานการวิจัยข้อ 7 และสมมติฐานการวิจัยข้อ 5 อภิปรายผลควบคู่กับสมมติฐานการวิจัยข้อ 8 ตามลำดับ รายละเอียดต่อไปนี้

สมมติฐานการวิจัยข้อ 3 นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ความรู้ความเข้าใจต่อบทเรียนทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานการวิจัยข้อ 6 นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นสภาพทั่วไป รวมถึงนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ทั้งสองโรงเรียนซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ การที่ผลการวิจัยปรากฏดังกล่าวข้างต้น อาจเนื่องจากสาเหตุต่างๆดังนี้

ประการแรก นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการหาคุณภาพประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 รวมถึงในขั้นของการทดลองใช้เพื่อทดสอบบทเรียน ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 (ในขั้นที่ 7 ถึงขั้นที่ 10) ได้ทำการทดลองใช้กับกลุ่มของนักเรียนที่จัดให้มีการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและปรับปรุงแก้ไขบทเรียนให้มีคุณภาพตามต้องการจึงทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพเพียงพอที่นำไปใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

ประการที่สอง นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ที่พัฒนาขึ้นได้มีการกำหนดรูปแบบของกิจกรรมภายในบทเรียนให้มีความสอดคล้องกับการจัดกลุ่มนักเรียนในการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ โดยจัดให้มีการอภิปรายร่วมกันในแต่ละช่วงตอนมีการทวนเวลาให้นักเรียนได้ร่วมกันพิจารณาตามสถานการณ์เงื่อนไขที่กำหนด กอปรกับการจัดชี้แจงถึงวิธีการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือที่ผู้วิจัยชี้แจงก่อนเริ่มต้นเข้าสู่บทเรียน การจัดให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถต่างกัน คือ เก่ง : ปานกลาง : อ่อน มาทำงานร่วมกันในอัตราส่วน 1:1:1 สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือกันและกันขณะเรียน ผลัดเปลี่ยนหน้าที่กันและเมื่อสมาชิกคนใดคนหนึ่งไม่เข้าใจสมาชิกที่เหลือในกลุ่มจะอธิบายช่วยเหลือให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน โดยที่สมาชิกในกลุ่มจะไม่มีความรู้สึก

ละอาย เพราะเป็นการถามตอบกันในกลุ่มเล็กๆ นักเรียนสามารถเข้าใจภาษาที่เพื่อนอธิบายได้ดีกว่าครู เพราะภาษาที่พูดสื่อสารกันนั้นสื่อความเข้าใจได้ดี และเหมาะสมเนื่องจากมีวัยที่ใกล้เคียงกัน (สมบวรธนา วงศ์บุญหนัก. 2537 : 165) และสอดคล้องกับงานวิจัยของขวัญใจ บุญฤทธิ์ (2535 : 111) ที่พบว่า การให้นักเรียนภายในกลุ่มได้ช่วยเหลือกันในขณะที่ทำกิจกรรมร่วมกัน ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ที่ดีได้ ซึ่งตรงกับคำกล่าวของ ดันน์ (Dunn. 1972 : 154) ที่ว่า การเรียนการสอนที่ดีควรช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเป็นคู่หรือเป็นคณะ การสร้างกลุ่มที่มีความสัมพันธ์ต่อการเรียนจะป้องกันไม่ให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าอยู่คนเดียว การทำงานร่วมกันจะทำให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและสอดคล้องกับงานวิจัยของ วชิระ อินทร์อุดม (2537 : 97) ที่พบว่า การที่เปิดโอกาสให้มีการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันโดยการที่โปรแกรมหยุดให้ผู้เรียนได้ทบทวนและสรุปสาระสำคัญร่วมกัน เป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้อีกทางหนึ่ง

ประการที่สาม นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ที่สร้างและพัฒนาขึ้นมีการกำหนดรูปแบบของการนำเสนอ ในส่วนของวัตถุประสงค์บทเรียน โดยการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบ เป็นการสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น (มธุรส จงชัยกิจ. 2539 : 45) การนำเสนอเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ รูปแบบการตอบสนอง โดยเฉพาะในช่วงการประเมินผล เมื่อมีการตัดสินใจตอบจะมีการตอบสนองโดยทันที ทั้งภาพการเปิดเคลื่อนไหว เสียงดนตรี และคำอธิบาย ผลการให้ข้อมูลย้อนกลับนี้ถือเป็นองค์ประกอบหนึ่ง ที่ทำให้การเรียนการสอนมีคุณภาพ ดังคำกล่าวของบลูม (Bloom. 1976 : 172) ที่ว่า การเรียนการสอนที่ดีจะต้องมีการให้ข้อมูล ย้อนกลับแก่นักเรียนภายหลังจากการทำกิจกรรมของนักเรียน เพื่อประโยชน์ต่อตัวนักเรียน และสอดคล้องกับคำกล่าวของเยาวพา เดชะคุปต์ (2522 : 156 - 167) ที่กล่าวถึงหลักการเรียนรู้ตามทฤษฎี กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ไว้ว่า การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตัวเอง (Active Participation) จากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนในกลุ่มย่อย จะช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถค้นพบสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ และเข้าใจปัญหาต่างๆ ได้อย่างถ่องแท้

นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการจำแนกประเภท เกี่ยวกับความสัมพันธ์ และเกี่ยวกับทฤษฎี โดยความคิดรวบยอดดังกล่าวทั้ง 3 ต้องอาศัยรูปแบบและวิธีการนำเสนอบทเรียนที่มีขั้นตอนต่อเนื่องชัดเจน พร้อมทั้งสามารถเสนอแนวคิดจากนามธรรมมาให้ปรากฏเป็นรูปธรรม กอปรกับการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสร้างนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน นี้ได้จัดลักษณะเป็นบทเรียนโปรแกรมแบบแตกกิ่ง (Branching) โดยเนื้อหาบทเรียนถูกแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยๆ โดยจัดเป็นกรอบ (Frame) ซึ่งปรากฏบนจอภาพทีละกรอบ แต่ละกรอบมีการวางแผนความคิดรวบยอดอย่างต่อเนื่องผสมผสานกับการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านต่างๆ ในขณะที่เรียนรู้ลักษณะดังกล่าวนี้ มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ บรูเนอร์ และคนอื่น ๆ (Bruner and others. 1957) ที่ได้ศึกษารูปแบบ ความคิดรวบยอดโดยใช้ตัวอย่าง สี่ ได้แก่ รูปแบบ ตัวอย่าง เรื่องเล่า ตารางและแผนภูมิความคิดรวบยอด ที่พบว่าผู้เรียนมีการเรียนรู้ดีขึ้น

ประการสุดท้าย การสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนนี้ผู้วิจัยสร้าง โดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป Authorware Professional V.2.1 ที่เป็นโปรแกรมสร้างบทเรียนที่มีคุณลักษณะที่ดีในเรื่องของความเป็นสื่อประสมที่สามารถทำงานร่วมกับสื่อเสียง และภาพเคลื่อนไหว และยังเป็นโปรแกรมช่วยสร้างในระบบมัลติมีเดียที่เหมาะสมกับการสร้างบทเรียนในลักษณะการโต้ตอบ (Interactive learning) เหมาะสมกับการนำมาประยุกต์ใช้งานกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนร่วมกันทำงาน และพัฒนาทางด้านทักษะอย่างมีขั้นตอน นักเรียนจะร่วมกันใช้ความสามารถในการสังเกต การบันทึกข้อมูลการตีความหมายข้อมูล การลงข้อสรุป ด้วยมติของกลุ่ม ด้วยวิธีการดังกล่าวนี้ คือเป็นการสร้างเสริมค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดกับผู้เรียนอีกทางหนึ่ง

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นผลทำให้นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปและนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยหลัง

เรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ทั้งสองโรงเรียน

สมมติฐานการวิจัยข้อ 4 นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอน ในสภาพทั่วไป ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานการวิจัยข้อ 7 นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนรายบุคคลมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป รวมถึงนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ทั้งสองโรงเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ การที่ผลการวิจัยปรากฏดังกล่าวข้างต้น อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

ประการแรก นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างและพัฒนาขึ้นได้ผ่านการทดสอบภาพจนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 รวมทั้งได้มีการทดลองใช้เพื่อทดสอบบทเรียนในครั้งที่ 3 (ในชั้นที่ 9 และ 10) ได้ทำการทดลองใช้กับกลุ่มของนักเรียนที่จัดให้เรียนด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และปรับปรุงแก้ไขบทเรียนให้มีคุณภาพตามต้องการ จึงทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพเพียงพอที่นำไปใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนให้กับผู้เรียน

ประการที่สอง นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นมา จะประกอบด้วยภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ถือเป็นส่วนช่วยสร้างบรรยากาศในห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนสนุกสนานไปเพื่อทบทวน นอกจากนี้ยังมีคำอธิบายประกอบขณะเรียน เพื่อช่วยเหลือผู้เรียน ทำให้

ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง มีแรงจูงใจ และลดความวิตกกังวลในการเรียน (วันเพ็ญ เขียนเยี่ยม. 2539 : 100) นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้จึงถือเป็นสื่อที่เหมาะสมสำหรับนักเรียน ดังคำกล่าวของ นิพนธ์ ศุภปริดี (2528 : 20) ที่ว่า สื่อที่ดีควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สัมผัสหรือลงมือกระทำด้วยตนเองอย่างทั่วถึง เพราะสื่อหรืออุปกรณ์การสอน จะเป็นเครื่องสร้างฐานที่เป็นรูปธรรมแก่ความคิดรวบยอด เพิ่มความสนใจและความรู้สึกที่มีความผูกพันมากขึ้น และพัฒนาความต่อเนื่องของผู้เรียน ทั้งนี้ถือเป็นการสร้างทักษะพื้นฐานที่จำเป็นของบุคคล คือความสามารถในการคิด การศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ความสามารถในการติดต่อสื่อสาร ความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นบุคคลที่ใฝ่รู้ (Learning Person) รวมถึงมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2539 : 41) ซึ่งถือเป็นการสร้างคุณลักษณะด้านค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนในด้านความอยากรู้อยากเห็น ความใจกว้าง ความเป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ประการที่สาม รูปแบบการสร้างบทเรียนที่กำหนดให้มีการเชื่อมโยงเนื้อหาในระบบไฮเปอร์มีเดีย ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามความถนัดและความสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนบางคนอาจจะเลือกดูข้อมูลเพิ่มเติมทุกครั้งที่ปรากฏบนหน้าจอแต่บางคนอาจข้ามคำหรือข้อความที่ตนเองเข้าใจแล้วไปยังเนื้อหาอื่นๆ ได้ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความถนัดหรือความรู้พื้นฐานของตัวเอง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ เสาวชัย ลิกขาทิธิต (2537 : 22 - 23) ที่ว่า การเรียนการสอนรายบุคคลไม่สามารถที่จะบังคับผู้เรียนให้เป็นพิมพ์เดียวกันได้ในเวลาที่เท่ากัน เพราะผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้ตามวิถีทางของตนเอง และใช้เวลาเรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแตกต่างกันไป และการที่ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเองจึงเป็นการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ดังงานวิจัย ของไพฑูรย์ จารุสาร (2536 : 52) ที่วิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดเวลาเรียนได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถเรียนตามความสามารถของตนเองได้เป็นอย่างดี ถือเป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งตรงกับคำกล่าวของ ปิยวัฒน์ หวังอารี (2533 : 30 - 35) ที่ว่า การสร้างบทเรียนควรออกแบบให้ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้เพราะ

ส่วนที่สำคัญที่สุดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ วิธีการที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากบทเรียน และตอบสนองความต้องการของผู้เรียนให้มากที่สุด

อนึ่ง ในรูปแบบการสร้างนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน โดยมีการเชื่อมโยงเนื้อหาในระบบไฮเปอร์มีเดีย ผู้วิจัยได้สอดแทรกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เข้าไว้ในแต่ละช่วงตอน เพื่อมุ่งหวังสร้างเสริมทักษะที่จำเป็น และ มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาในบทเรียนให้กับผู้เรียน เช่น ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การคำนวณ การพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ด้วยวิธีดังกล่าว ทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพ ในด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ในด้านของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

สมมติฐานการวิจัยข้อ 5 นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน ($p = .017$ และ $p = .033$ ตามลำดับ) แต่ในค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานการวิจัยข้อ 8 นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอด ด้านทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน ($p = .723$, $p = .896$ และ $p = .607$ ตามลำดับ)

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่า สมมติฐานการวิจัย ข้อ 5 และ ข้อ 8 มีผลการวิจัยที่แตกต่างกันในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ มีผลการวิจัยที่เหมือนกันในที่ผู้วิจัยขออภิปรายผลในลักษณะแยกตอนโดยในส่วนของสมมติฐานการวิจัย ข้อ 5 และ ข้อ 8 ที่แตกต่างกัน จะนำเสนอแยกประเด็น เพื่อความสอดคล้องกับผลวิจัย แต่ในส่วนของค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ที่มีผลการวิจัย เหมือนกัน จะนำเสนอเป็นประเด็นรวม ดังการอภิปรายผลต่อไปนี้

นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังนี้

ประการแรก นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป สภาพของผู้เรียนมีความแตกต่างกัน การเสริมสร้างพัฒนาการทางการศึกษาจะจัดสอนตามความสนใจของผู้เรียนการจัดกิจกรรมส่งเสริมเป็นในลักษณะกระจายให้ทั่วถึงและครอบคลุมทุกรายวิชาไม่มีการจัดบรรยากาศที่มุ่งเน้นด้านใดด้านหนึ่งอย่างชัดเจน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบกลุ่มร่วมมือจึงส่งผลต่อการเรียนของผู้เรียน และเป็นการจัดให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน มาทำงานร่วมกัน กำหนดกิจกรรมมาให้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันขณะเรียนโดยเฉพาะในช่วงการอภิปรายผลเพื่อสรุปสาระสำคัญของบทเรียน รวมถึงในช่วงของการประเมินผลซึ่งจัดการประเมินผลทั้งที่เป็นผลของคะแนนความร่วมมือ และผลของคะแนนรายบุคคล ซึ่งพบว่านักเรียนโดยเฉพาะกลุ่มอ่อนค่าของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเป็นส่วนใหญ่ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไดลีย์ (Dailey, 1991 : 2491) ที่ศึกษาเรื่องความสามารถในการเรียนของนักเรียนที่เรียนแบบการทำงานร่วมกันและเรียนแบบรายบุคคล และพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบทำงานร่วมกันมีความสามารถในการเรียนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนแบบรายบุคคล

เป็นเช่นนี้เพราะ การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกัน ร่วมกันปรึกษาหารือหรือการร่วมกันสรุปสาระสำคัญโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจกระตือรือร้นในการเรียนจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น

ประการที่สอง รูปแบบการเรียนที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการสร้างนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน อาศัยการผสมผสาน อักษร เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวเข้าด้วยกัน โดยมุ่งเน้นให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นรูปแบบที่รูปแบบหนึ่งสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิธีดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ มิ่งขวัญ กิตติวรรณ (2534 : 20) ที่ว่า รูปแบบการเรียนที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนจะต้องพยายามศึกษาและเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียนเพื่อหาแนวทางจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เกิดการผสมผสานและตอบสนองความสามารถของนักเรียนอย่างแท้จริง

อนึ่ง ในช่วงการเสนอสาระสำคัญของการเรียนโดยเฉพาะในช่วงก่อนจบบทเรียน ผู้วิจัยจัดให้ผู้เรียนได้ศึกษาข้อสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการเรียน ก่อนที่จะทำการสรุปสาระสำคัญด้วยตนเอง โดยการนำเสนอข้อสรุปเหล่านั้น ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ซึ่งพบว่า ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ ทำให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสรุปสาระสำคัญร่วมกัน หลังจากนั้นโปรแกรมนำเสนอกรอบสรุปสาระสำคัญให้ผู้เรียน จึงทำให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์การเรียนรู้อย่างแท้จริง (Kemp and Smiellie. 1989 : 25) สอดคล้องกับงานวิจัยของ เอสเทป (Estep. 1992 : 1491) ที่ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการเรียน 4 แบบ (คือ เรียนแบบทำงานร่วมกัน และให้มีการสรุปเรียนแบบทำงานร่วมกันอย่างเดี่ยว เรียนแบบให้มีการสรุปอย่างเดี่ยว และเรียนจากฟังบรรยายจากครู) และพบว่า การเรียนแบบให้มีการสรุปด้วยการเรียนร่วมกันได้ผลดีที่สุด สอดคล้องกับหลักการสอนและวิธีสอนการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสตูเบล เสนอแนะวิธีการเรียนรู้ที่มีความหมาย ขั้นสุดท้ายของการสอนได้เสนอแนะให้ผู้สอนสรุปและทบทวนเนื้อหาตั้งแต่ต้น พร้อมกับเน้นใจความสำคัญของสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ เพื่อผู้เรียนเกิดความเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม (สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2536 : 205 - 206)

ประการสุดท้าย ประสพการณ์ของการเรียนแบบร่วมมือ เมื่อเปรียบเทียบกับ การเรียนรู้แบบแข่งขันหรือการเรียนแบบรายบุคคล จะส่งเสริมให้เกิด แรงจูงใจในการเรียนมากกว่า มีความสัมพันธ์ส่วนบุคคลในทางบวก มีเจตคติต่อขอบข่ายของวิชาและต่อครูในทางที่ดี มีทักษะและทักษะทางสังคม และมีความต้องการความสำเร็จและสุขภาพที่ดีกว่าการเรียนแบบอื่น (ชาญชัย อาจีนสมาจาร. 2533 : 20)

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงเป็นผลทำให้นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป ที่เรียนนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ในกรณีนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ประการแรก นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์สภาพของผู้เรียนมีความแตกต่างกันไม่มาก การจัดการภายในโรงเรียนให้ความสำคัญกับการส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนด้านวิทยาศาสตร์ เห็นได้จากการเปิดรับนักเรียนเฉพาะผู้มีความสนใจและผู้มีความสามารถด้านการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ การจัดกิจกรรมส่งเสริมเป็นกิจกรรมด้านการพัฒนาทักษะ ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการกำหนดรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ เช่นเดียวกับที่จัดให้กับนักเรียนในสภาพโรงเรียนทั่วไป จึงไม่ปรากฏผลที่แตกต่างกับที่แตกต่างกับการจัดให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล เพราะความแตกต่างของผู้เรียนไม่ปรากฏอย่างเด่นชัด ทั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของมานะ ออพานิชกิจ (2530 : 38) ที่พบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน มีผลการเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เพราะสภาพของผู้เรียนมีลักษณะใกล้เคียงกัน

ประการที่สอง สภาพของผู้เรียนในโรงเรียนที่จัดการเรียนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ จะมีความพร้อม หรือได้รับการเตรียมความพร้อมในส่วนของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในเรื่องการสืบเสาะหาความรู้ ด้วยขั้นตอนและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจึงได้รับการฝึกหัด และฝึกฝนอย่างต่อเนื่องตลอดมา พฤติกรรมดังกล่าวเป็นข้อยืนยันว่ารูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และแบบรายบุคคลไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแตกต่างกัน และจากการพิจารณาแบบสอบถามความคิดเห็นในกรณีให้นักเรียนเลือกที่จะเรียนใน 2 รูปแบบดังกล่าว พบว่า นักเรียนร้อยละ 42.86 เลือกจะเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และร้อยละ 57.14 เลือกที่จะเรียนแบบรายบุคคล จากความคิดเห็นนี้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนให้ความสำคัญกับรูปแบบการเรียนใกล้เคียงกัน เนื่องจากบรรยากาศในโรงเรียนของผู้เรียนเอื้อให้มีการจัดการเรียนการสอนได้หลายรูปแบบ

ประการสุดท้าย นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่สร้างขึ้น มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยการให้ผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาเพื่อเกิดความคิดรวบยอดไปตามความเร็วช้า และความสามารถของตนเอง ด้วยลักษณะดังกล่าวประกอบประกอบกับพฤติกรรมการเรียน และความสามารถเบื้องต้นของผู้เรียนไม่แตกต่าง จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีค่าใกล้เคียงกัน ดังคำกล่าวของ บุนพชาติ ทัพพิกร (2538 : 11) ที่กล่าวว่า การกำหนดจุดประสงค์การสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพถึงธรรมชาติของสังคม ธรรมชาติผู้เรียน ธรรมชาติของการเรียนรู้ ผ่านกระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะเอื้อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในรูปแบบของการเกิดโครงสร้างทางความคิด ไม่ใช่เพียงการจำเนื้อหาบทเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นผลทำให้นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

ในกรณีของนักเรียนในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไป รวมถึงนักเรียนในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนรูปแบบการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ กับรูปแบบการเรียนรู้แบบรายบุคคล มีค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

ประการที่หนึ่ง ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ จัดเป็นค่านิยมภายใน ซึ่งมีคุณค่าอยู่ในตัวเอง ซึ่งหลักหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ได้มีการระบุไว้ความมุ่งหมายหลักสูตรในด้านของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาเทียบกับแบบสำรวจค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีข้อความถามเป็นสถานการณ์สมมติ ให้ผู้เรียนเลือกตอบ ในการที่อยู่ในสถานการณ์นั้น ๆ จากพื้นฐานผู้เรียนที่ได้รับการปลูกฝังค่านิยมดังกล่าวมาแล้ว จึงทำให้ค่าคะแนนที่ได้ของนักเรียนในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน เพราะรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่จัดให้นักเรียนได้เรียนนี้ใช้เฉพาะในช่วงที่ผู้เรียนให้เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน แต่นอกเหนือจากนี้ ผู้เรียนจะมีรูปแบบการเรียนรู้แบบทั่วไป และมีความเป็นไปได้ที่ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์เกิดอยู่ก่อนแล้วในตัวของผู้เรียนแต่ละคน จึงปรากฏผลให้ค่านิยมที่ได้จากการสำรวจไม่แตกต่างกัน

ประการที่สอง นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีรูปแบบการสร้างในลักษณะการผสมผสาน ภาพ เสียง โดยเฉพาะภาพเคลื่อนไหว จึงทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น สนใจที่จะศึกษา กอปรกับการเน้นรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน โดยการให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจผ่านทางเมนู การสร้างฐานข้อมูลให้ผู้เรียนเลือกศึกษาค่าหรือข้อความตามความสนใจ การให้แบบฝึกหัดและแบบทดสอบที่ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาตามความต้องการ ไม่ว่าจะเป็นการเรียนด้วยรูปแบบใด จึงทำให้คุณลักษณะที่พึงประสงค์ในด้านค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย ความอยากรู้อยากเห็นความใจกว้างยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความมีเหตุผลในตัวของผู้เรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ พิพิษฐ์ ลิทธิศักดิ์ (2534 : 33) ที่พบว่า การที่ผู้เรียนได้รับสิ่งเร้าที่เหมือนกัน การพัฒนาด้านแนวความคิดจึงเกิดขึ้นในลักษณะหรือรูปแบบที่คล้ายกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นผลทำให้นักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนในสภาพทั่วไปและนักเรียนของโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนที่เน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์

ที่เรียนด้วยนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับรูปแบบการเรียนแบบรายบุคคล มีค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ กำหนดการวิจัยออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน และตอนที่ 2 เป็นการทดลองสอน ดังนั้นในการให้ข้อเสนอแนะ การนำผลการวิจัยไปใช้ ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะแยกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้ ประเด็นแรก เกี่ยวกับการจัดการที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนการนำไปใช้ประเด็นสอง เกี่ยวกับการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน

ประเด็นเกี่ยวกับการจัดการที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนการนำไปใช้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างและพัฒนาขึ้นนี้มีลักษณะเป็นแบบมัลติมีเดียที่ประกอบด้วย เสียง และภาพ โดยเฉพาะภาพ ซึ่งเป็นภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และภาพจากวีดิทัศน์ การใช้งานจึงต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่เป็นสำคัญ เครื่องที่เหมาะสมจะเป็นเครื่อง PC ตั้งแต่รุ่น 486 ขึ้นไป มีการ์ดเสียง และการ์ดวีดิทัศน์ และเพื่อความสะดวก หากมี Drive ที่ใช้ซีดี (CD) ได้จะสะดวกที่สุด
2. เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะที่ด้านการเรียน โดยเฉพาะกับนักเรียนที่เพิ่งจะมีประสบการณ์ครั้งแรกในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรแนะนำให้ผู้เรียน ได้ศึกษาคู่มือนักเรียนก่อนการเรียนทุกครั้ง เพื่อทราบขั้นตอน และวิธีการที่ถูกต้องในขณะเรียน

3. หากต้องมีการนำบทเรียนนี้ไปใช้ในการสอนหรือประกอบการสอนภายในชั้นเรียน ครูผู้สอนควรได้ศึกษาบทเรียนดังกล่าวก่อนการนำใช้จริง ทั้งนี้ เพื่อทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาให้กับผู้เรียนในขณะเรียน

ประเด็นเกี่ยวกับการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรนำไปใช้ประกอบการสอนในชั้นเรียนปกติ โดยจัดรูปแบบการเรียนในลักษณะการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ สำหรับโรงเรียนที่มีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์จำกัด โดยจัดผู้เรียน 3 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง แต่หากโรงเรียนใดมีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่พอเพียง อาจจัดให้นักเรียนได้เรียนแบบรายบุคคลได้เช่นกัน และเวลาที่ใช้ในการเรียนจะน้อยกว่าการสอนของครูภายในห้องเรียน โดยผู้เรียนจะเรียนตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละเนื้อหาในแต่ละตอน รูปแบบการจัดดังกล่าวนี้ถือเป็นลักษณะการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีครูเป็นผู้ช่วยเหลือผู้เรียนขณะเรียนเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ทั้งนี้พึงตระหนักว่าในการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในทางเองนี้ไม่ควรนำบทเรียนโดยเปิดเสรี แต่ควรใช้ควบคู่กับการสอนของครูหรือสนับสนุนการสอนของครูหรือใช้ควบคู่กับสื่ออื่น เช่น ตำรา หรือแบบเรียน ตลอดจนอาจใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ควบคู่หรือเสริมกับการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

2. นำไปใช้ในการเรียนซ่อมเสริม ด้วยจัดให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองหรือศึกษาเป็นกลุ่ม โดยครูจัดสถานที่ให้นักเรียนที่สนใจมาศึกษาในช่วงว่าง เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น และเป็นการช่วยนักเรียนที่เรียนช้า หรือขาดเรียนให้สามารถติดตามบทเรียนได้ทันเพื่อน

3. ใช้ในการทดสอบ หรือทบทวนความรู้ของผู้เรียน โดยในการทดสอบ ผู้เรียนสามารถเลือกทดสอบในเรื่องที่สนใจและทราบผลการทดสอบทันที หากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ามีส่วนที่ต้องเพิ่มเติมความรู้ในเนื้อหาใด ผู้เรียนสามารถเลือกเนื้อหาที่นั้นมาทบทวนได้ทันที

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

สืบเนื่องจากในปัจจุบัน ได้มีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามามีใช้ในการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษามากขึ้น แต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ยังมีไม่มากพอ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลุ่มบุคคลที่มีส่วนในการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมีจำนวนน้อย กอปรกับในบางกรณีเป็นบุคคลที่ไม่อยู่ในวงการศึกษา จึงทำให้ในบางครั้งบทเรียนมีประสิทธิภาพไม่ตรงตามความต้องการทางการศึกษา ดังนั้น ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงในที่นี้คือ กลุ่มครู-อาจารย์ในสถานศึกษา ควรเห็นความสำคัญและร่วมกันในการสร้างและพัฒนา รวมถึงการศึกษาวิจัย เพื่อทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมีคุณภาพยิ่งขึ้น ในที่นี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรทำการวิจัยในลักษณะเดิมนี้อีก โดยอาจเพิ่มความถี่ของการทดลองสอนหรือขยายช่วงเวลาของการทดลองสอน เพื่อศึกษาผลการเรียนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเฉพาะผลการเรียนด้านคำนวณทางวิทยาศาสตร์
2. ควรทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนควบคู่กับปัจจัยอื่น เช่น ผู้สอน ตำราเรียน การปฏิบัติการ โดยอาจเป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบ ผลการเรียนด้านต่าง ๆ เมื่อใช้ปัจจัยที่แตกต่างกัน
3. ควรทำวิจัยในตนเองนี้โดยศึกษาตัวแปรด้านผู้เรียนเป็นการเฉพาะ เช่น เพศ วัย ความถนัด ในการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (เช่น ประสาทตา ฯลฯ) เป็นต้น
4. ควรมีการสร้างและพัฒนาบทเรียนในเนื้อหา วิชาฟิสิกส์ เรื่องอื่น ๆ ที่เป็นนามธรรม เช่น ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และฟิสิกส์นิวเคลียร์ เป็นต้น ซึ่งเป็นเรื่องที่ผู้เรียนเข้าใจได้ยาก และมีผลต่อการสร้างความศรัทธาที่ยึดต้อง
5. ควรมีการศึกษาวิจัยถึงรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะกลุ่มร่วมมือ หรือการเรียนเป็นรายบุคคลด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในลักษณะประกอบกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อสร้างบรรยากาศความเป็นนักวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน ร่วมกับการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจากการได้ปฏิบัติกิจกรรม

6. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อศึกษาความเหมาะสมและประสิทธิภาพของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในโรงเรียนที่มีสภาพการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล สุดประเสริฐ. "คอมพิวเตอร์กับการศึกษานอนาถ," การสัมมนาคอมพิวเตอร์กับการศึกษา คณะนิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา 2526. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- กมล หลีกภัย. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เขตการศึกษา 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อัดสำเนา.
- กมลรัตน์ หล้าสว่างษ์. จิตวิทยาการศึกษา (ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดศรีเดชา, 2528.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ✓ กิดานันท์ มะลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- เกรียงวิทย์ ศรีนริชฐ์เลิศ. การศึกษาค้นคว้าของครูฟิสิกส์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ 021 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ก.ศม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- เกียรติศักดิ์ อิชยานันท์. "การสร้างค่านิยมที่ดีในสังคมไทย," ว.วัฒนธรรมไทย. 23(3): 62 - 67 ; มีนาคม 2527.
- ขวัญใจ บุญฤทธิ์. การศึกษามูลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความมีวินัยในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบ TAI กับการสอนตามคู่มือครูของสสวท. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2535. อัดสำเนา.

ชนิษฐา โชคลือชัย. การใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวินิจฉัยและแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรมเรื่องการเคลื่อนที่.

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530. อัดสำเนา.

ชนิษฐา ชานนท์. "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน," วารสารเทคโนโลยีการศึกษา. 1 (เมษายน - มิถุนายน) 2533.

———. "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน," เทคโนโลยีทางการศึกษา. (ฉบับปฐมฤกษ์. 2531).

คณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ, สำนักงาน. วิทยากรกับการปลูกฝังและสร้างเสริมค่านิยม.

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2530.

———. คู่มือค่านิยม. กรุงเทพฯ : กราฟิคอาร์ต, 2526.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. วารสารการศึกษาแห่งชาติ ปี 2525.

ฉบับที่ 6 สิงหาคม - กันยายน, 2534.

———. นโยบาย จุดมุ่งหมาย และมาตรการของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (2533 - 2539). อัดสำเนา.

คณะกรรมการที่ปรึกษาการจัดทำแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ. "แนวทางการพัฒนาการศึกษา,"

ข่าวสารวิจัยการศึกษา. 6 : สิงหาคม - กันยายน 2538.

คณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ, สำนักงาน. คู่มือค่านิยม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กราฟิคอาร์ต, 2526.

คมกริบ เคนบุบผา. นวัตกรรมการศึกษาเรื่องสถานการณ์จำลอง. อุบลราชธานี : ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน.

คมเพชร จัตรศุกกุล. กิจกรรมกลุ่มในโรงเรียน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวและ

จิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.

———. กิจกรรมกลุ่มในโรงเรียน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แสงรุ่งการพิมพ์, 2522.

ครรรชิต มาลัยวงศ์. ไมโครคอมพิวเตอร์กับการศึกษา. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2530.

ครรชิต มาลัยวงศ์. "อนาคตของการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วย," ไมโครคอมพิวเตอร์.

36:142-147; กุมภาพันธ์ 2531.

_____. "สวัสดิ์ศรีควบคุมคอมพิวเตอร์," คอมพิวเตอร์แมกกาซีน. 1(มิถุนายน 2532).

จิรพัฒน์ ชัยพร. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการใช้บทเรียนไฮเปอร์เท็กซ์วิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์เสียงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตึก จังหวัดบุรีรัมย์.

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จาเนียร ช่วงโชติ และคนอื่น ๆ. ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มบุคคล. กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2521.

ฉลอง ภิรมย์รัตน์. กระบวนการกลุ่ม คู่มือประกอบการเรียนวิชาการศึกษา 325 หลักสูตรสภาการศึกษา พุทธศักราช 2519. ม.ป.ท., 2521.

ฉลอง ทับศรี. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการพัฒนา CAI ด้วยมัลติมีเดีย. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, 2536.

ชาญชัย อาจินสมาจาร. การเรียนรู้แบบร่วมมือ. ประชากรศึกษา 40,6 (มีนาคม 2533).

ชม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

_____. เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. กรุงเทพฯ : ประสานมิตร, ม.ป.ป.

ช่วงโชติ พันธุเวช. "การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์," วารสารรามคำแหง. 15(มีนาคม 2535)

ทัญ อภิชาติเสนีย์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 แบบ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัสสาเนา.

✓ ทักษิณา สนวนานนท์. "คอมพิวเตอร์กับวิชาชีพครู," วิทยจารย์. (สิงหาคม 2529).

ทักษิณา สนวนานนท์. "คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา," กรุงเทพฯ : องค์การคำคุณสุภา,
2530.

ทศนา แหมมณี ทองอินทร์ วงศ์โสธร และหลุยส์ จาปาเทศ. "ครูกับกระบวนการกลุ่ม
สัมพันธ์," เอกสารการสอนชุดวิชาประสบการณ์วิชาชีพ ศึกษาศาสตร์. เล่ม 1
หน่วยที่ 3. ครั้งที่ 3. นนทบุรี : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช, 2527.

ทศนา แหมมณี น้อมศรี เคท และวรสุตา บุญไวยโรจน์. "การพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะ
การทำงานกลุ่มสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา," ประชากรศึกษา. 3(15) :
11 - 15 ; ธันวาคม 2522.

———. การพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะการทำงานกลุ่มสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา
เล่ม 1. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

ทศนา แหมมณี และคนอื่น ๆ. กลุ่มสัมพันธ์ : ทฤษฎีและแนวปฏิบัติ เล่ม 1. กรุงเทพฯ :
บูรพาศิลป์การพิมพ์, 2522.

———. คู่มือครู รูปแบบการฝึกทักษะการทำงานกลุ่มสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 5 ชุดกิจกรรมการสอนและการฝึกทักษะกระบวนการกลุ่ม. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ : กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ,
2534.

ทศนา แหมมณี และเยาวพา เตชะคุปต์. "ประวัติความเป็นมาและทฤษฎีเกี่ยวกับกลุ่มสัมพันธ์,"
กลุ่มสัมพันธ์ : ทฤษฎีและแนวปฏิบัติ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : บูรพาศิลป์การพิมพ์,
2522.

ธาราธร ห่วงน้ำ. ปัญหาและความต้องการในการเรียนการสอนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 12.
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533. อัดสำเนา.

นงมล วรณกุล. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องหนังสืออ้างอิงของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมกลุ่ม กับสไลด์เทป. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

นภาพิษฐ์ อนันตรศิริชัย. "แนวทางในการสร้างโปรแกรมสอนซ่อมเสริม," วารสาร สสวท.
15(มกราคม - มีนาคม) 2530.

_____. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์. วิทยานิพนธ์
ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.

นงนุช ฐิติโกศา. ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.

นงนุช วรธนวาทะ. "CAI อนาคตสดใสของระบบการศึกษาไทย," ไมโครคอมพิวเตอร์.
36 (กุมภาพันธ์ 2531).

_____. "คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน," วารสารรามคำแหง 15(มีนาคม
2535).

_____. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการระดับชาติเรื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียน
การสอน. มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 2535 ข.

นภาพร พุ่มพฤษ์. ผลของกิจกรรมกลุ่มที่มีต่อการพัฒนาความภาคภูมิใจในตนเองของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระนารายณ์ ลพบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

นิตยา กาญจนวรรณ. "การใช้คอมพิวเตอร์," วารสารรามคำแหง. 9 (ฉบับมนุษยศาสตร์ 1).

นิตยา เชียงทอง. ผลการทดลองใช้กิจกรรมกลุ่มเพื่อพัฒนาการยอมรับตนเองของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทพมงคลรังษี จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

นิตยา เชียงทอง. วิจัยเพื่อพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, สภาวิจัยแห่งชาติ, 2529.

_____. "วิจัยเพื่อพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์," คอมพิวเตอร์. 79(สิงหาคม 2531)

นิพนธ์ สุขปรัดดี. "วิจัยเพื่อพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์," ศรีนครินทร์วิจัยและพัฒนา. 1(สิงหาคม 2531).

นิตยา บิลันธนาณนท์. เอกสารการสอนชุดวิชาวิจัยศึกษาหน่วยที่ 6-10. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2528.

น้ำทิพย์ ฤกษ์หว่าย. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนความคิดรวบยอดเรื่อง พันธะเคมี ตามแนวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อัดสำเนา.

บุญสืบ พันธุ์. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรียุฎานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

บุบผชาติ ทัพพิกรณ์. "พัฒนาการเรียนการสอนเคมีด้วย CAI," เอกสารประกอบการประชุมเรื่องเคมีพื้นฐานกับเคมีพัฒนาประเทศ 2 - 4 พฤษภาคม 2538. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538 ก.

_____. "มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์," วารสาร สสวท. 90(กรกฎาคม - กันยายน) 2538 ข.

_____. "มัลติมีเดียช่วยในการสอน," เอกสารประกอบการอบรมมัลติมีเดีย CAI. สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2539.

_____. "การให้นักเรียนสร้างความรู้โดยการทำโครงงานวิทยาศาสตร์," เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องการสอนนักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์การประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาไทย, 2540.

- ประวิทย์ บึงสว่าง. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์
สรุปผลการทดลอง เรื่องปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.
- ปรีชา กล้าวิเศษ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้
รูปภาพและแผนภูมิกับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง. ปริญญาโท กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- ปรีชา วงศ์ชูศิริ. "องค์ประกอบของวิทยาศาสตร์," ใน อนุสรณ์ในงานพระราชทาน
เพลิงศพ ดร.ปรีชา วงศ์ชูศิริ. กรุงเทพฯ : 2531.
- ปราณี สุขรัตน์ไชยกุล. ค่านิยมของนักศึกษาวิทยาลัยครูส่วนกลางเกี่ยวกับการอนุรักษ์
ทรัพยากรป่าไม้. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2528.
อัดสำเนา.
- ปองจิต แจ่มจำรัส. ศึกษาค่านิยมของนักท่องเที่ยวนและประชาชนในท้องถิ่นที่มีต่อการอนุรักษ์
สภาพแวดล้อม บริเวณสถานตากอากาศชะอำ จำนวน 260 รายการ. วิทยานิพนธ์
วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2528. อัดสำเนา.
- เบรื่อง กุมุท. เทคนิคการเขียนบทเรียนโปรแกรม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยี
การศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อัดสำเนา.
- . สื่อสำเร็จรูปเพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทาง
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
อัดสำเนา.
- ผ่องพรรณ เกิดพิทักษ์. การศึกษาค่านิยมในการทำงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

ผดุง อารยะวิญญู. ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : เอช-เอน การพิมพ์, 2527.

พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์. "การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา," ใน รวมบทความที่เกี่ยวกับการวิจัยทางการศึกษา (เล่ม 2). 11(4) : 21 - 25 ; เมษายน - พฤษภาคม 2531.

พนัส หันนาคินทร์. บริหารบุคลากรในโรงเรียน พิษณุโลก. โครงการตำรามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2526.

_____. การสอนค่านิยมและจริยธรรม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : พิมพ์เศ, 2526.

พนม ล้อมอารีย์. กลุ่มสัมพันธ์. มหาสารคาม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2522.

พิทยา สายหู. โลกสมมุติ. กรุงเทพฯ : ศึกษิตสยาม, 2516.

_____. โลกสมมุติ. กรุงเทพฯ : ศึกษิตสยาม, 2526.

พวงแก้ว เนตรโอภารักษ์. ผลการใช้กิจกรรมกลุ่มที่มีต่อความร่วมมือในการอภิปรายกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านลานเหลม จังหวัดนครปฐม. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532.
อัสสาเนา.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.

พิทักษ์ ศีลรัตน์. "CAI เบื้องหลังการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," คอมพิวเตอร์. 15(สิงหาคม) 2531.

_____. "คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน," วารสาร สสวท. 4(ตุลาคม-ธันวาคม) 2529.

พิพิษฐ์ สิทธิศักดิ์. ผลของลักษณะกรอบภาพและทิศทางการลบจอภาพในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อความสนใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัสสาเนา.

- พิมล กลิ่นขจร. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนเสริมและทบทวน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเคมีระหว่างการเรียนเป็นรายบุคคลและเป็นผู้แบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538.
- พิมพ์พันธุ์ เดชะคุปต์. กระบวนการวิทยาศาสตร์และกระบวนการกลุ่ม. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.
- ไพโรจน์ ตีรธนากุล. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริม กรุงเทพฯ, 2528.
- ไพฑูรย์ จารุสาร. ผลการเรียนรู้ที่เกิดจากการกำหนดอัตราความก้าวหน้าสองแบบและโอกาสในการเลือกอัตราความก้าวหน้าของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536. อัดสำเนา.
- ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. "ปรัชญาการศึกษากับการพัฒนา หลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษา," วารสารวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอน. 2(1) : 1 - 7 ; มกราคม - มิถุนายน, 2530.
- _____. คำนิยามของวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์. เอกสารประกอบการเรียน ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2534.
- _____. "คำนิยามทางวิทยาศาสตร์," วารสารวิทยาศาสตร์. 2(7) : 2534.
- มธุรส จงชัยกิจ. ซีเอไอ/ซีเอแอล กับ Authorware Professional. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2539.
- _____. "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน : แนวคิดใหม่," วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 12(กันยายน - ธันวาคม) 2539.
- มณฑล อนันตรศิริวิชัย. การใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. : กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534.

มาลิน อินทิส. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530. อัดสำเนา.

มานะ ออพานิชกิจ. ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จาก
การเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่ม โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.

ปริญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2530. อัดสำเนา.

มิ่งขวัญ กิตติวรรณกร. รูปแบบการเรียนรู้. วารสารการศึกษา กรุงเทพฯ : 14(21):2;
กันยายน 2534.

ยีน ภู่วรรณ. "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน," จันทร์เกษม. (มีนาคม-
เมษายน) 2529.

———. "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน," ไมโครคอมพิวเตอร์.
36(กุมภาพันธ์) 2531 ก.

———. "อนาคตของการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วย," ไมโครคอมพิวเตอร์. 36(กุมภาพันธ์)
2531 ข.

———. "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สมัยใหม่จะช่วยการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
อย่างไร," เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการระดับชาติเรื่องการพัฒนาโปรแกรม
ช่วยการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน. กรุงเทพฯ : 2536.
อัดสำเนา.

———. "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน," ใน รายงานการสัมมนา
บทบาทของเทคโนโลยีขั้นสูงต่อการพัฒนาการศึกษาไทยในอนาคต. นิสิตปริญญาโท
สถิตศศึกษา 2528 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.

ยีน ภู่วรรณ และประภาส จงสถิตย์วัฒนา. "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียน
การสอนฟิสิกส์," วิทยาศาสตร์. 40(11) : 563 - 569 ; พฤศจิกายน 2529.

ยุพา วีระไวทยะ. เอกสารอ่านประกอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ภาควิชา
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2517. อัดสำเนา.

เยาวพา เตชะคุปต์. "ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์สำหรับการสอน," ใน กลุ่มสัมพันธ์ ทฤษฎีและแนวปฏิบัติเล่ม 1. บุรพาศิลป์การพิมพ์, 2522.

รัฐการ ศุภรติ. ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.
อัสสาเนา.

รุ่งโรจน์ แก้วอุไร. การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบกับไม่มีเสียงสัญญาณประกอบ.
ปริญญาณิพนธ์ ศศ.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2532. อัสสาเนา.

เรืองเดช วงศ์หล้า. "คอมพิวเตอร์กับการแก้ปัญหาการสอนคณิตศาสตร์," บัณฑิตทำอีสุ.
1(4-5) : 97 - 104 ; ตุลาคม 2528 - มีนาคม 2529.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :
ศึกษาพร, 2536.

วชิระ อินทร์อุดม. ผลการสรุปเนื้อหาใน CAI และวิธีการจัดการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน. ปริญญาณิพนธ์ ศศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2537. อัสสาเนา.

วงศ์เดือน กองแก้ว. การศึกษาปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ในระดับชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 6. วิทยานิพนธ์
ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536. อัสสาเนา.

วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มีเดีย ในการสอนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
2539. อัสสาเนา.

วารินทร์ รัชมีพรหม. "คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน," วิทยบริการ. 1(กันยายน 2525).

วิชัย วงษ์ใหญ่. กระบวนการทัศน์ใหม่ในวัดกรรมหลักสูตร. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวัน

สถาปนา ปีที่ 2 ฉบับ 2 กันยายน 2539.

วิลาวรรณ ชำแท่น. ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวน เรื่อง กลไกมนุษย์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537. อัดสำเนา.

วีระ ไทยพานิช. "บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," ใน รวบรวมบทความทางเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษา นอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ, 2526.

วีระพงษ์ แสง-ชูโต. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนซ่อมเสริมวิชาเคมี โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัดสำเนา.

วีระศักดิ์ สุนทรวิภาต. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครู กับกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530. อัดสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย 2524. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2523.

———. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2524.

———. แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ.2535 - 2539). กรุงเทพฯ : องค์การคุรุสภา, 2535.

———. รายงานการประเมินการใช้หลักสูตร ปีการศึกษา 2533 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ : องค์การคุรุสภา, 2536.

ศึกษาธิการ, กระทรวง หน่วยงานพิเศษ. ชุดการสอนการปลูกฝังและสร้างเสริมค่านิยมพื้นฐานเรื่องความรักชาติ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2529.

ศรีศักดิ์ จามรมาน. "คอมพิวเตอร์กับการศึกษา," การสัมมนาคอมพิวเตอร์กับการศึกษา
คณะนิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา 2526. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

———. "การพัฒนาการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน," วารสารรวมคำแหง.
15(14) : มีนาคม 2535.

ศักดิ์ สุวรรณฉาย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ จากการเรียนแบบกลุ่ม
ร่วมมือและแบบกลุ่มแข่งขันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้คอมพิวเตอร์
ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535.
อัสสาเนา.

ศิริรัตน์ ไตรอด. ลักษณะที่เหมาะสมของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
สำหรับครูระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537. อัสสาเนา.

ศิริพงษ์ ทีชะ. ความคิดเห็นของผู้บริหารและครูฟิสิกส์เกี่ยวกับปัญหาการใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ในเขตการศึกษา 12. วิทยานิพนธ์
ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527. อัสสาเนา.

สงบ ลักษณะ. "การศึกษาและพัฒนาจริยธรรมไทย," การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์พิมพ์มณฑลราชวิทยาลัย, 2524.

สาโรช บัวศรี. สรุปคำบรรยายเรื่องค่านิยม. กรุงเทพฯ : 2524.

———. จริยธรรมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2526.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3. กระทรวง
ศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2526.

———. เอกสารทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. 2526.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบัน. ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์. ม.ป.ป., อัสสาเนา.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3.
2536.

สมจิต สวธนโพลย์. การศึกษาผลของการจัดการชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการสังเกตงานวิจัย ปีการศึกษา 2518 - 2534. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

———. วิทยาศาสตร์เพื่อปวงชน. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

สมชัย ชินะตระกูล. "การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์," ข่าวสารวิจัยการศึกษา. 8(5) : 4 - 7 ; มิถุนายน - กรกฎาคม 2528.

———. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2531.

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนคู่มือครู. ปรินทิฟอนส์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

สมยศ นาวีการ. การบริหารตามสภาพการณ์. กรุงเทพฯ : บรรณกิจ, 2523.

สันติ ม่วงปาน. การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530. อัดสำเนา.

สาขาวิจัยและประเมินผล, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

รายงานผลการใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ พ.ศ.2524 ว 021. ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2525 รายงานอันดับที่ 17/2525 เล่ม 2. กรุงเทพฯ :

สาขาวิชาฟิสิกส์, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารแนะนำการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533). อัดสำเนา.

สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ม.ป.ป., อัดสำเนา

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. ปัญหาการใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์.

อัสสาเนา.

สมาคมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย. "งานบัญญัติศัพท์คอมพิวเตอร์, ในคอมพิวเตอร์.

71 : 66 - 69 ; กันยายน 2530.

✓ สุกี รอดโพธิ์ทอง. "เทคนิคการออกแบบเรียนแบบ Tutorial โดยอาศัยคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน," วารสารครูศาสตร์. 16 : 75-89 ; มกราคม - มีนาคม 2531.

————. สู่เส้นทางใหม่ทางการศึกษา : คอมพิวเตอร์กับการศึกษา. โครงการตำรา
และเอกสารทางวิชาการ คณะครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. เอกสารการสอนรายวิชาคอมพิวเตอร์สำหรับครูหน่วยที่

1-8. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช,

2525.

สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาการสอน.

(Instructional science) หน่วยที่ 8-15 กรุงเทพฯ : บริษัทรุ่งศิลป์

การพิมพ์ (1977) จำกัด, 2525.

สุชิน วรณฉวี. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และความคงทน

ในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ออกแบบสืบเสาะหา

ความรู้โดยการจับกลุ่มย่อยแบบต่าง ๆ. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัสสาเนา.

สุรางค์ ไคว์ตระกูล. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย, 2536.

สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช,

2517.

สุนทร โคมิน, สนิท สมักรการ. รายงานการวิจัยค่านิยมและระบบค่านิยมไทย : เครื่องมือ

ในการสำรวจวัด. 2523.

สุทธิชล สว่างอารมณ์. โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดบทเรียนแบบเบ็ดเสร็จ.

วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัสสาเนา.

- สนธยา งามอุดม. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการประชาสัมพันธ์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินทิพพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.
- เสนห์ สีลา. องค์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536. อัดสำเนา.
- เสาวณีย์ ลิกขาบัตติต. "การเรียนการสอนรายบุคคลแก้ปัญหาการศึกษาอย่างไร," รวมบทความเทคโนโลยีทางการศึกษา. ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา : กรมการศึกษานอกโรงเรียน, 2536.
- อดิศักดิ์ ภาชา. การศึกษาผลการจัดกลุ่มนักเรียนตามปฏิบัติการแบบกลุ่มอิสระ กลุ่มคละ และกลุ่มเหมือน ที่มีต่อการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529. ปรินทิพพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2530. อัดสำเนา.
- อมร สุขจรัส. ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหาร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2533. อัดสำเนา.
- อรพินธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. การจัดการศึกษาในยุคเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : จันทรเกษม : พุทธศักราช - ธันวาคม, 2524.
- อรพินธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : บริษัทกราฟแมนเพรส จำกัด, 2530.
- _____. พื้นฐานเทคโนโลยีและการศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน, 2528.
- อนันต์ ศรีโสภ. การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2524.
- _____. หลักการวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2521.

อานาจ เจริญศิลป์. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

วังบูรพา. 2526.

เอื้องฟ้า สมบัติพานิช. ผลของการใช้เกมการแข่งขันเป็นกลุ่ม และรายบุคคลที่มีต่อความพร้อม
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นเด็กเล็ก. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.

Andersen, H.D. Readings in Science Education for the Secondary School.

New York : Macmillan Company, 1969.

Anderson, John R. "An Investigation of the Effect of Group Social
Skill Training on the Appropriate Social Behavior of Mentally
Retarded Adult," Dissertation Abstracts International. 36 :
3460 - A, December, 1978.

Ausubel, David P. Educational Psychology : A Cognitive View. New York :

Holt Rinehart and Winston, Inc., 1968.

Berge, Z.L. "Effect of Group size, Gender, and Ability Grouping on
Learning Science Process Skill Using Microcomputer,"
Journal of Research in Science Teaching. 27(No. 8) March,
1988.

Bernard, Harold W. and Huckins, Wesley C. Dynamics of Personal
Adjustment. Boston : Holbrook Press, Inc., Boston, 1974.

Bloom, Benjamin S. Human Characteristics and School Learning.

New York : McGraw-Hill Book Company, 1976.

———. Taxonomy of Educational Objectives. New York : Longman and Co., 1954.

———. Taxonomy of Education Objectives Handbook 1: Cognitive Domain. New York : Longman Inc., 1956.

Borg, Walter R. and Merrit D. Gall. Educational Research. New York : Longman and Co., 1979.

Bronoski, J. Science and Human Values. New York : Harper and Row : 55 : 60 - 68 ; 1965.

Bruner, Jerome Seymour, and others. A Study of Thinking. New York : John Wiley & Sons, 1957.

Bruner, Jerome S. The Process of Education. New York : Alfred A, Knopf, Inc., 1960.

Button, Leslic. Developmental Group Work With Adolescent. London : University of London Press, Ltd., 1974.

Campbell, D.T. and Stanley, J.C. Experimental and Quasi Experimental Designs for Research. Chicago : Rand McNally, 1963.

Cartwright, Dorwin and Alvin Zandar. Group Dynamics. 3rd ed., New York : Harper and Row Publishers, 1968.

Critensen, Harold. The Individaul Sex and Society. Baltimore : The Johns Hopkins Press, 1969.

Cronbach, L.J. Educational Psychology. (3d ed.). New York : Harcourt, Brace Jovanovich, Inc., 1977.

Daily, Evelyn M. "The Relative Efficacy of Cooperative Learning Versus Individualized Learning on the Written Performance of Adolescent Students with Writing Problem," Dissertation Abstracts International, 52/07 : 141 ; 1991.

Davis, Keith. Human Relations at Work. New York : McGraw-Hill Company, 1962.

De Cecco, J.P. The Psychology of Learning and Instruction. New Jersey : Englewood Cliffs, Practice Hall, Inc., 1968.

Dunn, Rita. "Team Learning and Circles of Knowledge," Practical Approaches to Individualizing. Boston : Packer Publishing Company Inc., 1972.

Elliot, W.E. "Relationships Between High School Physics Teacher Characteristics and Teacher-Student Attitudes Toward Physics," Dissertation Abstracts International. 32 : 6236-A ; 1972.

Estep, David F. "An Investigation of the Effects of Direct Instruction and Cooperative Learning Group on the Performance of Fourth Grade Reader in Social Study," Dissertation Abstract International. 53/05-A; 1461 : 1992.

Estep, Jame E. and Bill Williams. Developing Programmed Instructional Materials. New York : Lear Siegler, Inc., 1967.

Fan, Chung-teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey : Education Testing Service, 1952.

Feather, Norman T. Values in Education and Society. New York : Collier Macmillan, 1976.

Fraenkel, Jack R. Helping Students Think and Value ; Strategies for Teaching the Social Studies. 2nd ed. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall, Co., 1980.

- Forman, Denyse. "Search of the Literature," in D. Harpre and J. Steward (Eds.) Run : Computer Education. California : Brooks/Cole Publishing Company, 1983.
- Gagne, R.M. The Psychological Basic of Science-A Crocess Approach. AAAS Miscellaneous Publication, 1965.
- Gagne, Robert M. and Leslie J. Briggs. Principles of Instructional Design. 3rd ed. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1974.
- . Principles of Instructional Design. 2nd ed New York : Holt, Rinehart and Winston, 1979.
- Garrett, Henry E. General Psychology. New York : American Book Co., 1961.
- Good C.V. Dictionary of Education. New York : McGraw-Hall Book Company, 1959.
- Hannafin, Michael J. and Kyle L. Peck. The Design, Development and Evaluation of Instructional Software. New York : MacMillan Publishing Company, 1988.
- Herron, J.D. "Implicit Curriculum. Where Values Are Really Taught," The Science Teacher. 44(3) : 30 - 37 ; 1977.

Hoehn, Lerry Paul. "An Experimental Study of Teaching and Mathematic Concept via Positive Instances," Dissertation Abstracts. 34(2) : 1974.

Johnson, Roger T., Johnson, David W. and Stanne, Marry Beth. "Effect of Cooperative, Competitive and Individualistic Goal Structures on Computer-Assisted Instruction," Journal of Educational Psychology. 77(6) : 668 - 667 ; December, 1985.

Kemp, Jerold E. and Don C. Smellie. Planning , Producing and Using Instructional Media. 6th ed. New York : Harper-Row Publisher, 1989.

Kilpatrick, W.H. Philosophy of Education. New York : The Macmillan Company, 1954.

Liu, H.C. "Company - Assisted Instruction in Teaching College Physics," Dissertation Abstracts International. 42(March 1975).

Loeser, L.H. "Some Aspects of Group Dynamics," International Journal of Group Psychotherapy. 1 : 5 - 9 ; 1957.

Lovell, K. The Growth of Basic Mathematical and Scientific Concepts in Children. London : University of London Press, 1966.

Mc Curry, E.N. "The Effects of Microcomputer Drill and Practice on Achievement and Attitude in General Physics Class at a Two Year Libral Arts College," Dissertation Abstracts International. 49(November 1988).

Mc Donald, Federic J. Educational Psychology. Belmont, Calif : Wardsworth Publishing Co., 1965.

McCain, G. and E.M. Segal. The Game of Science. California : Brooks Cole Publishing, * 1969.

Mohr, R. Lecture of Structure and Significance of Science. New York : Springer-Verlar, 1977.

Neal, J.S. "A Comparison of Differently Size Coopertive-Competitive Groups, Using a Microcomputer Simulation to Teach Integrated Science Process Skills," Dissertation Abstracts International. 49 (No.9) March, 1989.

Ohlsen, Merle M. Group Counseling. New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1970.

Ottaway, A.K.G. Learning Through Group Experience. London : Routhledge and Kegan Paul, 1966.

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

Podell, H.A. "Two Processes of Concept Formation," Psychology Monography. 72 : 1 - 20 ; 1958.

Rokeach, Milton, "A Study of Organization and Change Within Values-Attitude System," Journal of Social Issue. June, 1976.

Rosner, E. "An Evaluation of a Computer Assisted Instructional Unit in Basic Electrical Awareness for Sixth Through Ninth Grade Science Students," Dissertation Abstracts International. 50(September 1989).

Roger and others. "Conceptual Pre-Structure for Detailed Verbal Progress," in The Journal of Educational Research. 64(1) : 25-43 ; 1970.-

Rogers, Carl R. and Rossaind F. Diamon. Psychology and Personality Change. University of Chicago Press, 1970.

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

Russel, H. David. Children Learn to Read. Boston : Ginn and Company, 1961.

Slavin, R.E. "Coopertive Learning and Student Achievement," Educational Leadership. Vol.46, No.2. 1987.

———. Student Learning Team Techniques : Narrowing the Achievement Gap Between the Race. Center for Social Organization of School, The Johns Hopkins University, Report, 1977.

Smith, Roger M. "Effect of Group Size on Computer Learning in Second Grade Students," Dissertation Abstracts International. 32: 72-A ; July, 1985.

Super, Donald E. Mannual Work Values Inventory. Boston : Houghton Miffin Co. 1970.

Sund, Robert B. and Heslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry. Ohio : Charles E. Merrill Publishing, 1967.

Taylor, Sandra and other. "The Effectiveness of CAI," in A Paper Presented at the Annual Convention of the Association for Educational Data System. 8 : May, 1974.

Taylor, Robert. The Computer in the School Tutor, Tool Tutee. New York : Teachers College Press, 1980.

Turner, Gwendolyn Yvonne. "A Comparison of Computer-Assisted Instruction and a Programmed Instructional Booklet in Teaching Selected Phonics Skills to Preservice Teachers," Dissertation Abstracts International. 44(6) : 1750-A; December, 1983

Walter, Otis M. and L. Scott. Thinking and Speaking. New York : Alfred and Nopf Publishing ; 1962.

Webb, Noreen Marie. "Learning in Individual and Small Group Settings," Dissertation Abstracts International. 38(12) : 7248-A ; June, 1978.

Williams, Paul David. "Discovery Learning : The Differential Effects of Small-Group Work and Individual Work on Mathematics Achievement and Attitudes of College Students in Remedial Mathematics," Dissertation Abstracts International. 41(2) : 578-A ; August, 1980.

Wiser, M. "The Differentiation of Heat and Temperature : Evaluation of the Effect of Microcomputer Teaching on Student' Misconception," Resource in Education. July, 1988.

Woodruff A.D. "The Role of Values in Human Behavior," Journal of Social Psychology. 32(No.12), June, 1972.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ



332

ที่ ทม 1007/ 1007

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ กรกฎาคม 2540

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬารัตน์วิทยาลัย ลพบุรี

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรัชญาการณคติน

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมของ

รศ.ดร.ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย

ประธาน

รศ.ดร.ฉัตรศักดิ์ ผลุภ

กรรมการ

รศ.ดร.สุรัชย์ ลิกขานันท์

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ อ.ไพฑูรย์ จารุสาร และ อ.สติ สุขชาติ เป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยและร่วมสังเกตการขณะทำการวิจัย พร้อมทั้ง ขอเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 2 ห้องเรียน พร้อมใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ในระหว่าง เดือนสิงหาคม - กันยายน 2540 เพื่อเป็นข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ ๑๖๖๕



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ สิงหาคม 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รศ.ดร.ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย

ประธาน

รศ.ดร.ณสรณ์ ผลโภาค

กรรมการ

รศ.ดร.สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตฯขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ อ.สุวัฒน์ พลสุพรรณ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย และร่วมสังเกตขณะดำเนินการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริรูกา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว ประสานมิตร โทร. 268
ที่ ทม 1007/ ๕๖15 วันที่ 3 มิถุนายน 2539
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการผลึก

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย

ประธาน

ผศ.ดร.ณสรศักดิ์ พลภาค

กรรมการ

รศ.ดร.สุรัชย์ สีขาวบัณฑิต

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตฯขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ อ.ชุมพล พัฒนสุวรรณ, อ.บัญชา ศิลปสกุลสุข, อ.ปราชญ์ จตุกัลป์ และ อ.นิรมล ปิตะนิละพิน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใดๆ ที่ท่านจะโปรดเห็นแก่นิสิตผู้นี้ด้วย

My name

(นางสาวศิริบุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ทม 1007/ 1555

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

5 มิถุนายน 2539

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสมปรารถนา วงศ์บุญนัก เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการแผ่รังสี

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์

ประธาน

ผศ.ดร.ณสรณ์ ผลโชค

กรรมการ

รศ.ดร.สุรัชย์ สีขาวบัณฑิต

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ ดร.จันทร์ชัย หุญประบุร, อ.รังสรรค์ ศรีสาคร, ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119



ที่ ทม 1007/ ๒๕14

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๗ มิถุนายน 2539

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตน้ำผึ้ง

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย สําหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์

ประธาน

ผศ.ดร.ณสรศักดิ์ ผลโรคน

กรรมการ

รศ.ดร.สุรัชย์ ศึกษบัณฑิต

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตาครขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ อ.นัทธิ สามารถ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119



ที่ ทม 1007/ ๒๕๓๙

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

3 มิถุนายน 2539

เรื่อง ขออนุมัติโครงการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนอรัญญู

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรัชญาการณโคจร

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์

ประธาน

ผศ.ดร.ณสรณ์ ผลภัก

กรรมการ

รศ.ดร.สุรัช สิกขาบัณฑิต

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอขออนุมัติโครงการ คือ ขอเชิญ อ.วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้มีรายนามต่อไปนี้ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจสอบแก้ไขวิจารณ์ และ
แนะนำเกี่ยวกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านค่านิยม
ทางวิทยาศาสตร์ จนได้เครื่องมือในการวิจัยที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ

1. ตรวจสอบแก้ไขวิจารณ์ และแนะนำเกี่ยวกับนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

- 1) รองศาสตราจารย์ ดร.ฉสรวงศ์ ผลโภค มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 2) รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ ลิกขาบัตติต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 3) อาจารย์ชุมพล พัฒนสุวรรณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์บัญชา ศิลป์สกุลสุข มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 5) อาจารย์สุพัฒน์ พลสุธรรม โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม
- 6) อาจารย์ธงชัย วงศ์สนิท โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม
- 7) อาจารย์ไพฑูรย์ จารุสาร โรงเรียนจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย ลพบุรี
- 8) อาจารย์สติ สุขชาติ โรงเรียนจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย ลพบุรี
- 9) อาจารย์วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม โรงเรียนธัญบุรี ปทุมธานี

2. ตรวจสอบแก้ไข และแนะนำเนื้อหาวิชาฟิสิกส์สำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

- 1) รองศาสตราจารย์ ดร.ฉสรวงศ์ ผลโภค มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปราณมทย์ จุลกัลป์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 3) อาจารย์ชุมพล พัฒนสุวรรณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์บัญชา ศิลป์สกุลสุข มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 5) ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิรมล ปิตะนีละผลิน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 6) ดร.จันทร์ชัย หึงษ์ประยูร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)

- 7) อาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)
- 8) ดร.ประมวล คิริผันแก้ว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)
- 9) อาจารย์รังสรรค์ เพ็งพัฒน์ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์
- 10) อาจารย์จิต นวนแก้ว โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช นครศรีธรรมราช
- 11) อาจารย์วิชาญ เลิศหลท โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพฯ
- 12) อาจารย์นิธิ์ สามารถ โรงเรียนสายน้ำผึ้ง กรุงเทพฯ
- 13) อาจารย์อดิศร มณีศิริ โรงเรียนเขมาภิรตาราม นนทบุรี
3. แบบสำรวจค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย
- 1) รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 2) ดร.ปรีชาญ เดชศรี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)
- 3) อาจารย์ลัดดา สายพานทอง โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ สมุทรปราการ
- 4) อาจารย์อดิศร มณีศิริ โรงเรียนเขมาภิรตาราม กรุงเทพฯ
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย
- 1) รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโกล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปราโมทย์ จุลกัลป์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 3) ดร.ประมวล คิริผันแก้ว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)
- 4) อาจารย์รังสรรค์ ศรีสาคร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)
- 5) อาจารย์อดิศร มณีศิริ โรงเรียนเขมาภิรตาราม นนทบุรี
- 6) อาจารย์วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม โรงเรียนธัญบุรี ปทุมธานี
- 7) อาจารย์ลัดดา สายพานทอง โรงเรียนบางแก้วประชาสรรค์ สมุทรปราการ

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบสำรวจค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

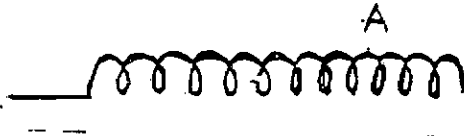
คำชี้แจง

1. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวนทั้งสิ้น 40 ข้อ
รวม 22 หน้า ลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 5 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในแบบทดสอบแต่ละข้อ
การเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
3. เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จ ให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับอาจารย์ผู้ควบคุม
การสอบ
4. เวลาที่ใช้ 60 นาที

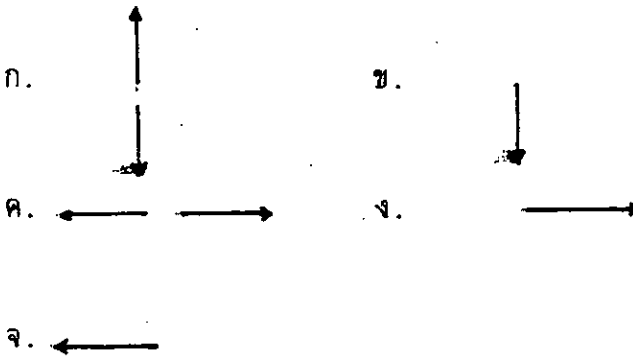
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 4 ปรากฏการณ์คลื่น

1.

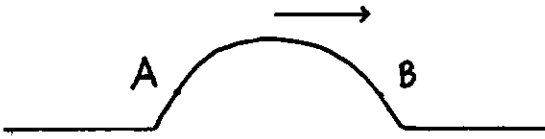


จากรูป จุด A บนสปริงมีแนวการเคลื่อนที่อย่างไร?



2. การศึกษาคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง นักเรียนคิดว่าความแตกต่างระหว่างคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางคืออะไร?

- ก. คลื่นตามยาวเป็นคลื่นชบวนยาวๆ มีหลายความยาวคลื่น
คลื่นตามขวางเป็นคลื่นชบวนสั้นๆ
- ข. คลื่นตามยาวเป็นคลื่นชบวนสั้นๆ มีความยาวคลื่นเพียงความยาวเดียว
คลื่นตามขวางเป็นคลื่นชบวนยาวๆ
- ค. คลื่นตามยาวเป็นคลื่นที่มีความยาวคลื่นมาก คลื่นตามขวางมีความถี่สูง
- ง. คลื่นตามขวางเป็นคลื่นที่มีความยาวคลื่นมาก คลื่นตามยาวมีความถี่สูง
- จ. ตัวกลางของคลื่นตามยาวสั่นในแนวขนานกับการแผ่ของคลื่น
ส่วนตัวกลางของคลื่นตามขวางสั่นในแนวตั้งฉากกับการแผ่ของคลื่น



3. จากรูป เป็นคลื่นคลที่ในเส้นเชือกที่กำลังผ่านไปทางขวา A และ B เป็นจุด 2 จุดบนเชือกนี้ การเคลื่อนที่ของ A และ B ควรเป็นเช่นไร?

- ก. ทั้ง A และ B จะเคลื่อนที่ลง
- ข. ทั้ง A และ B จะเคลื่อนที่ขึ้น
- ค. ทั้ง A และ B ต่างเคลื่อนที่ไปทางขวามือ
- ง. A จะเคลื่อนที่ลง ในขณะที่ B เคลื่อนที่สูงขึ้น
- จ. B จะเคลื่อนที่ลง ในขณะที่ A เคลื่อนที่สูงขึ้น

4. การจำแนกคลื่นดลและคลื่นต่อเนื่อง พิจารณาจากสิ่งใด?

- ก. ลักษณะความยาวคลื่น
- ข. แนวการสั่นของตัวกลาง
- ค. ความต่อเนื่องของการสั่นของต้นกำเนิด
- ง. แหล่งกำเนิดคลื่น และความถี่คลื่น
- จ. ความยาวคลื่น ความเร็วคลื่น และความถี่คลื่น

5. เมื่อคลื่นขบวนหนึ่ง ผ่านจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่งปริมาณที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือข้อใด?

- | | |
|----------------------|-------------------|
| ก. แอมพลิจูด | ข. ความยาวคลื่น |
| ค. ความถี่ | ง. อัตราเร็วคลื่น |
| จ. เวลาการเคลื่อนที่ | |

6. ในการทดลองการเกิดคลื่นน้ำในภาควัสดุคลื่น ถ้านักเรียนต้องการให้ความยาวคลื่นเปลี่ยนแปลงจะกระทำโดยวิธีการใด?

1. เปลี่ยนขนาดของคันกั้นในคลื่นวงกลม
2. เปลี่ยนอัตราเร็วของมอเตอร์
3. เปลี่ยนความลึกของน้ำ

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อใด?

- | | |
|--------------------|----------------|
| ก. ข้อ 1 เท่านั้น | ข. ข้อ 1 และ 3 |
| ค. ข้อ 1 และ 2 | ด. ข้อ 2 และ 3 |
| จ. ข้อ 1 , 2 และ 3 | |

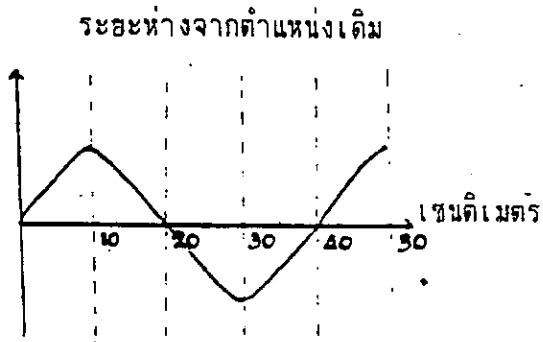
7. ระยะทางที่คลื่นแผ่ไปได้ในช่วงเวลาที่ตัวกลางสั่น 1 รอบ จะมีค่าเท่าใด?

- ก. เท่ากับความยาวคลื่น
- ข. น้อยกว่าความยาวคลื่น 2 เท่า
- ค. มากกว่าความยาวคลื่น 1.5 เท่า
- ง. มากกว่าความยาวคลื่น 2 เท่า
- จ. มากกว่าความยาวคลื่น 4 เท่า

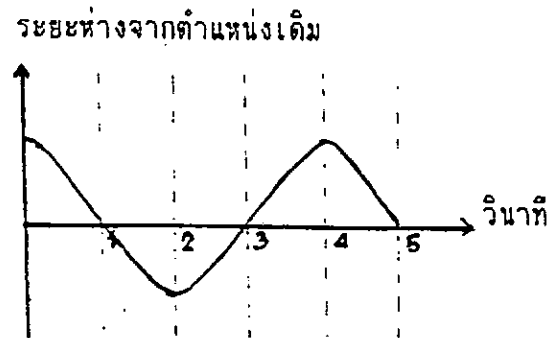
11. จากการศึกษาข้างต้น ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องถึงการเปรียบเทียบความถี่ระหว่างบริเวณ A

และ B

- ก. A สึกกว่า B เนื่องจากความถี่ของคลื่นเท่ากัน
- ข. B สึกกว่า A เนื่องจาก A มีความยาวคลื่นมากกว่า B
- ค. B สึกกว่า A เนื่องจากอัตราเร็วของ A มากกว่า B
- ง. A สึกกว่า B เนื่องจาก A มีความยาวคลื่นมากกว่า B
- จ. A และ B มีความถี่เท่ากัน เนื่องจากเกิดในเวลาเดียวกัน



รูป ก



รูป ข

12. จากรูป ก แสดงคลื่นที่เกิดบนเส้นเชือกที่เวลา $t = 0$

รูป ข แสดงการเคลื่อนที่ของจุดที่ห่างจากปลายซ้ายเป็นระยะ 10 เซนติเมตร
ในทุก ๆ 1 วินาที

นักเรียนคิดว่าอัตราเร็วของคลื่นนี้ควรมีค่ากี่เซนติเมตร/วินาที?

ก. 5

ข. 10

ค. 15

ง. 20

จ. 40

13. จากข้อ 15 เมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที จุดที่อยู่ห่างจากปลายซ้าย
ของเชือกเป็นระยะ 30 เซนติเมตร จะมีเฟสเท่าใด?

ก. 60 องศา

ข. 90 องศา

ค. 180 องศา

ง. 270 องศา

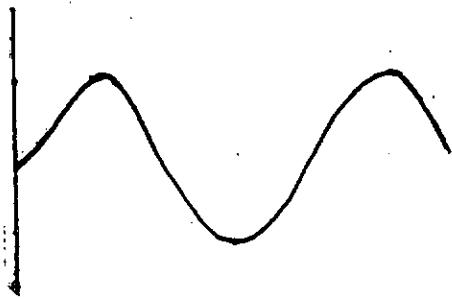
จ. 360 องศา

14. คลื่นคลุกหนึ่งเคลื่อนที่ไปบนเส้นเชือกได้ระยะทาง 10 เมตรในเวลา 0.05 วินาที ถ้าทำให้เกิดคลื่นต่อเนื่องบนเส้นเชือกด้วยความยาวคลื่น 0.8 เมตร คลื่นต่อเนื่องจะมีความถี่เท่าใด ?

- ก. 35 เฮิรตซ์ ข. 70 เฮิรตซ์
ค. 140 เฮิรตซ์ ง. 200 เฮิรตซ์
จ. 250 เฮิรตซ์

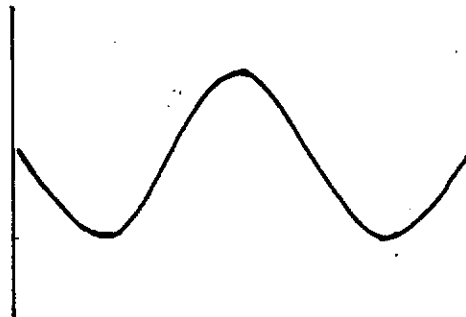
18.

รูป ก



$t = 0$

รูป ข



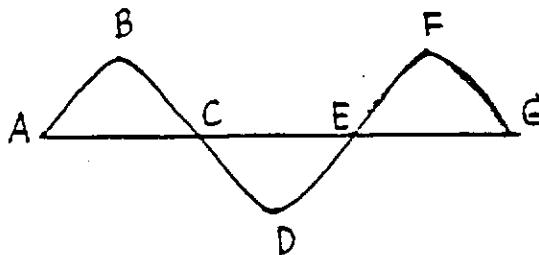
$t = 0.02$

15. รูป ก เป็นลักษณะของคลื่นในเส้นเชือกที่เวลาเริ่มต้น $t = 0$ เมื่อเวลาผ่านไป 0.02 วินาที ลักษณะของคลื่นเป็นดัง รูป ข คาบของการสั่นของคลื่นเป็นเท่าใด?

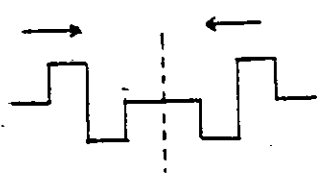
- | | |
|----------------|----------------|
| ก. 0.01 วินาที | ข. 0.02 วินาที |
| ค. 0.03 วินาที | ค. 0.04 วินาที |
| จ. 0.06 วินาที | |

16. จากรูป เป็นคลื่นรวมามระหนึ่ง โดยคลื่นนี้เกิดจากการซ้อนทับของคลื่นในเส้นเชือก 2 คลื่นที่แผ่ด้านกำเนิดอยู่คนละปลายของเชือก คลื่นทั้ง 2 ไม่มีแอมพลิจูด ความถี่ และเฟสเท่ากัน จากจุดต่างๆ ที่แสดงข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด?

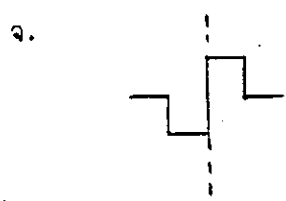
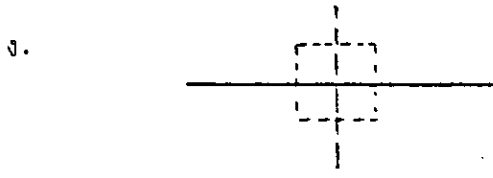
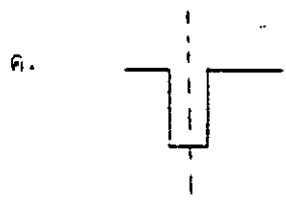
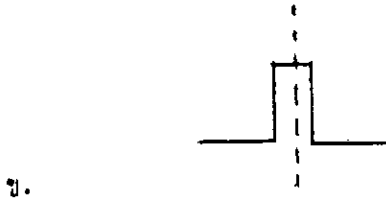
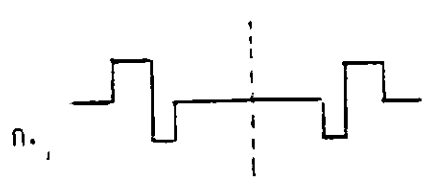
- จุด A B E F กำลังเคลื่อนที่ลง จุด C D G กำลังเคลื่อนที่ขึ้น
- จุด A C D E G กำลังเคลื่อนที่ขึ้น จุด B และ F กำลังเคลื่อนที่ลง
- จุด A และ G ไม่เคลื่อนที่ จุด C และ D กำลังเคลื่อนที่ขึ้น และจุด B E F กำลังเคลื่อนที่ลง
- จุด A C E G ไม่มีการเคลื่อนที่ จุด B และ F กำลังเคลื่อนที่ลง จุด D กำลังเคลื่อนที่ขึ้น
- จุด B F D กำลังเคลื่อนที่ขึ้น จุด A C G กำลังเคลื่อนที่ลง จุด E ไม่เคลื่อนที่



17. จากรูป



การรวมกันของคลื่นสองคลื่นเมื่อเคลื่อน
มาพบกันที่จุดกึ่งกลาง คือข้อใด



18. ในการเฝ้ามอบเลือดตรงกัน (เฟสตรงกันข้าม) การกระจายของคลื่นรวมมีค่าเท่าใด?

- ก. เท่ากับศูนย์
- ข. มีค่ามากขึ้น
- ค. มีค่าลดลง
- ง. มีค่าคงที่
- จ. ทุกข้อที่กล่าว

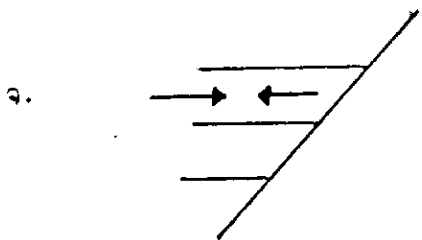
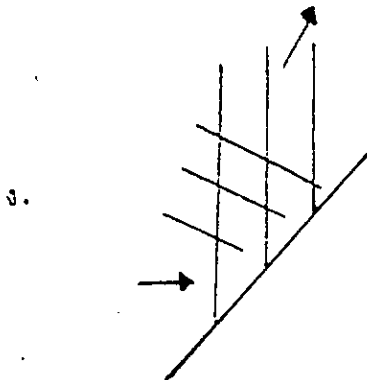
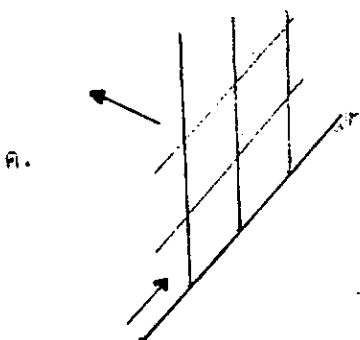
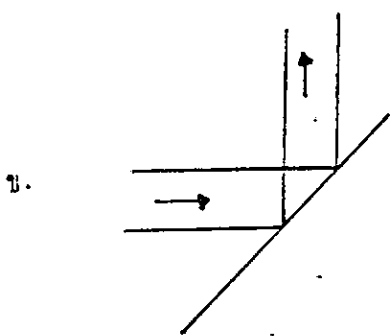
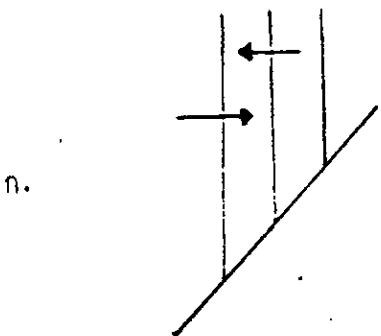
19. เมื่อคลื่นในเส้นเชือกตกกระทบปลายอิสระ คลื่นสะท้อนที่ได้จะมีลักษณะดังข้อใด

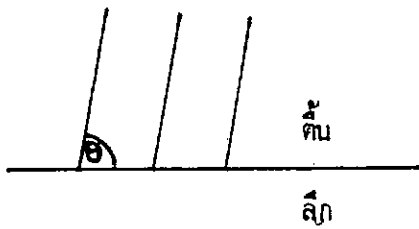
- ก. เฟสของคลื่นคงที่ แต่ความยาวคลื่นลดลง
- ข. เฟสของคลื่นคงที่ แต่ความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น
- ค. เฟสของคลื่น และความยาวคลื่นมีค่าคงที่
- ง. มีเฟสเปลี่ยนไป 90 องศา ความยาวคลื่นลดลง
- จ. มีเฟสเปลี่ยนไป 180 องศา ความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น

20. นายกล่ำ ทำการผูกเชือกเส้นเล็ก A เข้ากับเชือกเส้นใหญ่ B แล้วทำการสับคเชือก A ทำให้เกิดคลื่นคลื่นขึ้น เมื่อถึงจุดที่เชื่อมเชือกทั้ง 2 ข้อสรุปใดถูกต้อง

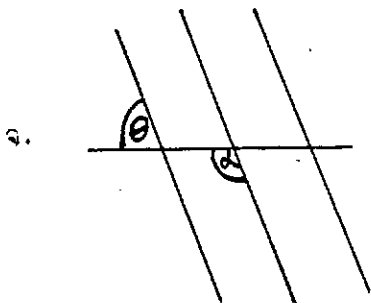
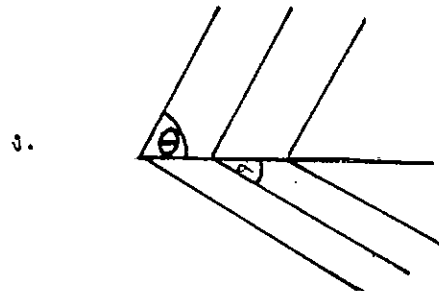
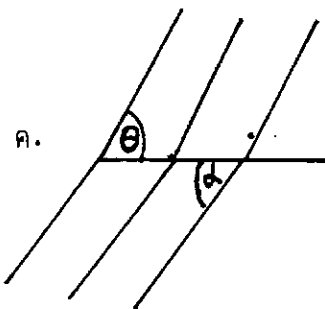
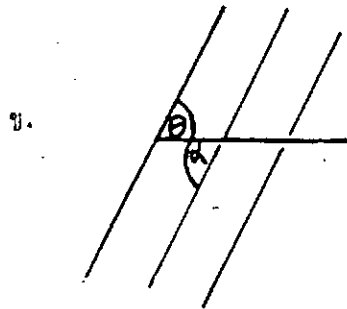
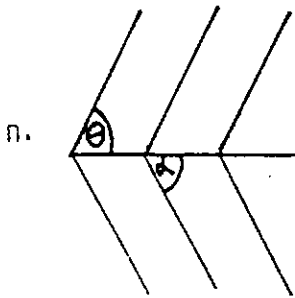
- ก. คลื่นที่แผ่เข้าไปใน B จะมีเฟสเปลี่ยนไป 180 องศา และแอมพลิจูดลดลง
- ข. คลื่นที่แผ่เข้าไปใน B จะมีเฟสเปลี่ยนไป 180 องศา และแอมพลิจูดเท่าเดิม
- ค. คลื่นที่แผ่เข้าไปใน B จะมีเฟสเท่าเดิม แต่แอมพลิจูดลดลง
- ง. คลื่นที่แผ่เข้าไปใน B จะมีเฟสเท่าเดิม แต่แอมพลิจูดเพิ่มขึ้น
- จ. คลื่นที่แผ่เข้าไปใน B จะมีเฟสเท่าเดิม และแอมพลิจูดเท่าเดิม

21. ในการทดลอง การเกิดคลื่นสะท้อนในภาควัคลื่น เมื่อใช้แผ่นอลูมิเนียมหน้าตรงมาทำกันโดยเอียงทำมุม 45 องศา กับหน้าคลื่น คลื่นสะท้อนมีลักษณะดังข้อใด?





22. ถ้าหน้าคลื่นของคลื่นน้ำในบริเวณน้ำตื้นเป็นดังรูปข้างต้น เมื่อคลื่นแผ่ผ่านรอยต่อจากบริเวณน้ำตื้นมาน้ำลึก หน้าคลื่นจะเป็นดังข้อใด?



23. ขณะที่คลื่นต่อเนื่องหน้าตรงเคลื่อนที่จากน้ำลึกสู่น้ำตื้น ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้องมากที่สุด?

- ก. ความถี่คงที่ ความยาวคลื่นและแอมพลิจูดของคลื่นเปลี่ยนแปลง
- ข. ความถี่เปลี่ยนแปลง ความยาวคลื่นและแอมพลิจูดของคลื่นคงที่
- ค. ความถี่เปลี่ยนแปลง ความยาวคลื่นและความเร็วคลื่นคงที่
- ง. ความถี่คงที่ และความเร็วของคลื่น ความยาวคลื่นเปลี่ยนแปลง
- จ. ความถี่และความยาวคลื่นคงที่ ความเร็วของคลื่นเปลี่ยนแปลง

24. เมื่อคลื่นมีการหักเห อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเห เป็นอย่างไร?

- ก. มีค่าน้อยกว่าอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบ กับ อัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห
- ข. มีค่ามากกว่าอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบ กับ อัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห
- ค. มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบ กับ อัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห
- ง. ข้อ ก และ ข
- จ. ทั้ง ก ข และ ค

พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. ถ้าคลื่นตกกระทบตั้งฉากกับรอยต่อระหว่างตัวกลาง คลื่นหักเหจะเปลี่ยนเฉพาะ ความยาวคลื่น แต่ไม่เปลี่ยนทิศทาง
2. ถ้าคลื่นตกกระทบไม่ตั้งฉากกับรอยต่อระหว่างตัวกลาง คลื่นหักเหต้องเปลี่ยนความยาวคลื่นจากเดิม พร้อมกับเปลี่ยนทิศทางด้วย
3. การหักเหจะเกิดขึ้นได้ เมื่อคลื่นมีความถี่เพิ่มขึ้น

25. คากสาวข้อใดถูกต้อง?

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

26. การหักเหของคลื่นน้ำ ที่มีอัตราเร็วในตัวกลางที่ 1 มากกว่าตัวกลางที่ 2 ข้อสรุปใดถูกต้อง?

- ก. หน้าคลื่นจะเบนเข้าหาผิวตัวกลาง
- ข. หน้าคลื่นจะเบนออกจากผิวตัวกลาง
- ค. หน้าคลื่นทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกัน
- ง. หน้าคลื่นทั้งสองมีขนาดเพิ่มขึ้น 2 เท่าของเดิม
- จ. หน้าคลื่นทั้งสองมีขนาดลดลง ครึ่งหนึ่งของเดิม

27. การเทียบอัตราส่วนค่า $\sin \theta_1 / \sin \theta_2$ การเปลี่ยนที่ของคลื่นน้ำจากระดับน้ำตื้นเข้าสู่ น้ำลึก ข้อใดถูกต้อง ? เมื่อ θ_1 และ θ_2 เป็นมุมตกกระทบและมุมหักเห ตามลำดับ

- ก. อัตราเร็วคลื่นในน้ำลึก / อัตราเร็วคลื่นในน้ำตื้น
- ข. อัตราเร็วคลื่นในน้ำตื้น / อัตราเร็วคลื่นในน้ำลึก
- ค. ความถี่คลื่นในน้ำตื้น / ความถี่คลื่นในน้ำลึก
- ง. ความถี่คลื่นในน้ำลึก / ความถี่คลื่นในน้ำตื้น
- จ. ความยาวคลื่นน้ำลึก / ความยาวคลื่นน้ำตื้น

28. คลื่นน้ำเคลื่อนที่บริเวณซึ่งมีระดับน้ำลึก 4 ซม. ไปยังบริเวณที่สองซึ่งมีระดับน้ำลึก 10 ซม. จากนั้นเข้าไปยังบริเวณที่สามซึ่งลึก 16 ซม. และตอนที่ลึกลับ 4 ซม. ตามลำดับ จะมีการเปลี่ยนแปลงความถี่และความยาวคลื่นเป็นอย่างไร ?

- ก. ปกติ - ยาวขึ้น - ยาวขึ้น - ปกติ
- ข. ปกติ - ลั่นลง - ยาวขึ้น - ปกติ
- ค. ปกติ - ลั่นลง - ลั่นลง - ปกติ
- ง. ปกติ - ยาวขึ้น - ลั่นลง - ปกติ
- จ. ปกติ - ลั่นลง - ลั่นลง - ยาวขึ้น

29. ข้อใดแสดงความสัมพันธ์การหักเหของคลื่นได้ถูกต้อง ?

$$\text{ก. } \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\text{ข. } \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\text{ค. } \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

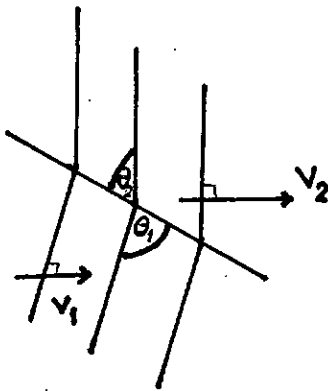
$$\text{ง. } \frac{f_1}{f_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$\text{จ. } \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$$

30. คลื่นน้ำเคลื่อนที่จากตัวกลาง A ไปยังตัวกลาง B ด้วยมุมตกกระทบ 30 องศา ถ้าค่าดัชนีหักเหของตัวกลาง A เทียบกับตัวกลาง B เป็น 3 มุมที่หน้าคลื่นของคลื่นหักเหกระทำกับเส้นปกติมีขนาดเท่าใด ?

- ก. 90 องศา
- ข. 60 องศา
- ค. 45 องศา
- ง. 30 องศา
- จ. 15 องศา

31.



จากรูป มุมคลื่นตกกระทบ θ_1 เท่ากับ 45 องศา
และหักเหเป็นมุม θ_2 เท่ากับ 30 องศา
ถ้าความเร็วคลื่น v_2 เป็น $10\sqrt{2}$ ซม./วินาที
ความเร็วคลื่น v_1 จะเป็นกี่ ซม./วินาที

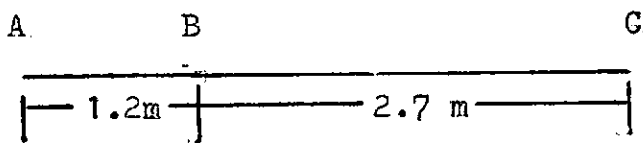
- ก. 40
- ข. $20\sqrt{2}$
- ค. 20
- ง. 10
- จ. $5\sqrt{2}$

32. แหล่งกำเนิดอาพันธ์ คือแหล่งกำเนิดคลื่น 2 แหล่งที่ต่างก็ำหนดคลื่นที่มีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. แอมพลิจูดเท่ากัน 2. ความถี่เท่ากัน 3. เฟสตรงกัน

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อใด

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



33. จากรูป A และ B เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นวงกลมบนผิวน้ำ ซึ่งำหนดคลื่นที่มีเฟสตรงกัน แอมพลิจูดเท่ากัน และความยาวคลื่นเท่ากับ 0.8 เมตร ลักษณะการแทรกสอดของคลื่นน้ำที่ C ควรเป็นเช่นไร?

- ก. แบบเสริมและหักล้างสลับกัน
 ข. แบบเสริม 1 แนว หักล้าง 2 แนว
 ค. แบบเสริม
 ง. แบบหักล้าง
 จ. ลักษณะไม่แน่นอน

34. คลื่นนิ่งเกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุใด ?

- ก. การสะท้อนของคลื่นในตัวกลางต่างชนิดกัน
- ข. การหักเหของคลื่นในตัวกลางชนิดเดียวกัน
- ค. การหักเหของคลื่น และการสะท้อนของคลื่นในเวลาเดียวกัน
- ง. การแทรกสอดของคลื่น 2 ชุดที่ผ่านตัวกลางเดียวกันในทิศทางตรงกันข้าม
- จ. การเลี้ยวเบนของคลื่น 2 ชุด ที่ผ่านตัวกลางเดียวกันในทิศทางตรงกันข้าม

35. คำนวณข้อใดถูกต้องที่สุด? เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์สองแหล่ง ส่งคลื่นมาแทรกสอดกัน

- ก. ความแตกต่างของระยะทางเป็นจำนวนเท่าของความยาวคลื่น จะเกิดการรวมกันแบบเสริม
- ข. ความแตกต่างของระยะทางเป็นจำนวนเท่าของความยาวคลื่น จะเกิดการรวมกันแบบหักล้าง
- ค. ความแตกต่างของระยะทางเป็นจำนวนครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น จะเกิดการรวมกันแบบเสริม
- ง. การแทรกสอดจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราเร็วของแหล่งกำเนิดมีขนาดเท่ากัน
- จ. การแทรกสอดของคลื่น ไม่ขึ้นกับระยะทางที่แตกต่าง

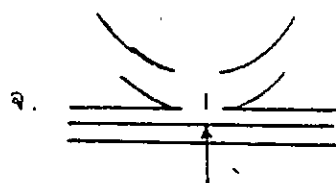
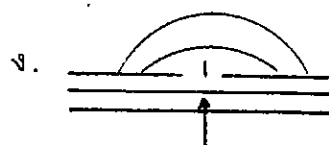
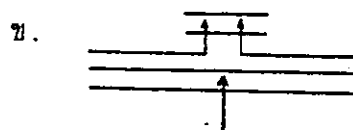
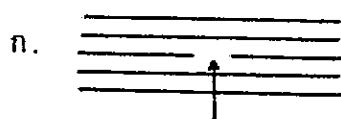
36. แหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ที่ทำให้เฟสตรงกัน สองแหล่งอยู่ห่างกัน 7 เซนติเมตร ให้คลื่นมีความยาวคลื่น 2 เซนติเมตร จะเกิดแนวบัพที่แนวระหว่างแหล่งกำเนิด?

- ก. 2
- ข. 4
- ค. 5
- ง. 6
- จ. 7

37. เมื่อคลื่น 2 คลื่น แผลออกจากแหล่งกำเนิด 2 จุด ถ้าจุดกึ่งกลางระหว่างแหล่งกำเนิดมีการเคลื่อนที่ ข้อใดถูกต้อง ?

- ก. บริเวณดังกล่าวเกิดการแทรกสอด
- ข. แอมพลิจูดของคลื่นทั้งสองเท่ากัน
- ค. มีความถี่และความยาวคลื่นเท่ากัน
- ง. คลื่นทั้งสองมีเฟสต่างกัน 180 องศา
- จ. ทุกข้อดังกล่าวข้างต้น

38. คลื่นหน้าตรง เคลื่อนที่ผ่านสลิตแคบ ข้อใดแสดงรูปร่างของหน้าคลื่นได้ถูกต้อง?



39. ข้อใดเกี่ยวข้องกับหลักการของฮอยเกนส์

- ก. แสงรังสีทุกแนวเป็นเส้นตั้งฉากกับหน้าคลื่นนั้น
- ข. การรวมกันของคลื่นให้ค่าไปถึงทิศทาง
- ค. $\sin \theta_1$ ต้องเท่ากับ 90 องศา
- ง. $\sin \theta_1 / \sin \theta_2 = n$
- จ. ทุก ๆ จุดบนหน้าคลื่นสามารถทำหน้าที่เป็นต้นกำเนิดคลื่นอันใหม่ได้

40. การเลี้ยวเบนของคลื่นเมื่อผ่านสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องเล็ก ๆ มีขนาดเท่ากับความยาวคลื่น ข้อใดถูกต้อง ?

- ก. ไม่สามารถเห็นการเลี้ยวเบน
- ข. จะไม่มีแนวบัพ
- ค. มีแนวบัพเกิดขึ้นมากมาย
- ง. มีแนวบัพเป็น 2 เท่าของแนวปฏิบัพ
- จ. มีแนวปฏิบัพเป็น 2 เท่าของแนวบัพ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทั้งสิ้น 25 ข้อ
รวม 13 หน้า ลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 5 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในแบบทดสอบแต่ละข้อ
แล้วกาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
3. เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จ ให้คืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับอาจารย์ผู้ควบคุม
การสอบ
4. เวลาที่ใช้ในการสอบ 40 นาที

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น

1. งานการจำแนกคลื่นโดยพิจารณาตามความต่อเนื่องของการสั่นของต้นกำเนิด สามารถจำแนกได้ตามข้อใด ?

- ก. คลื่นตล และคลื่นต่อเนื่อง
- ข. คลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาว
- ค. คลื่นตล และคลื่นตามยาว
- ง. คลื่นต่อเนื่อง และคลื่นตามขวาง
- จ. คลื่นตล และคลื่นตามขวาง

2. ข้อใดเกี่ยวข้องกับการเกิดคลื่นในสปริง?

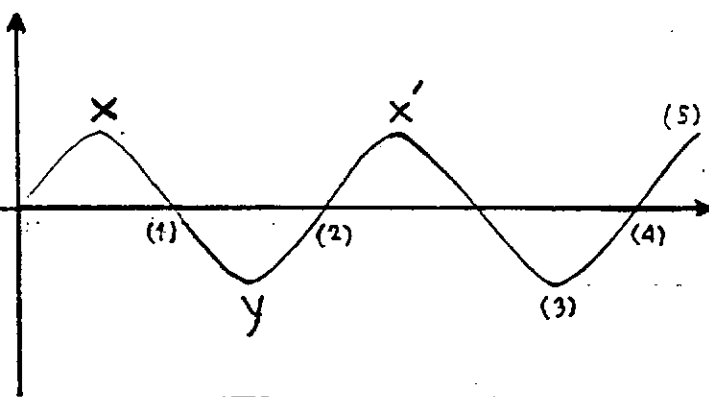
- ก. คลื่นที่เกิดจากการอัดตัวของสปริง เป็นคลื่นตามขวาง
- ข. การเกิดคลื่นในสปริง เป็นผลมาจากการสั่นของสปริง
- ค. คลื่นในสปริงมีความยาว 1 ช่วงคลื่นตลอดเวลา
- ง. คลื่นในสปริงมีการแผ่อกทุกทิศทาง
- จ. ความสูงคลื่นในสปริงมีค่าคงที่

3. เมื่อสมศรีใช้เท้ากระทุ้งน้ำเป็นจังหวะสม่ำเสมอ จะสังเกตเห็นสิ่งใด ?

- ก. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ออกจากบริเวณที่กระทุ้งตลอดเวลา
- ข. หน้าคลื่นที่เกิดมีความยาว 1.2 เมตร
- ค. เวลาที่คลื่นใช้ในการเคลื่อนที่ 0.5 วินาที
- ง. ระยะทางที่คลื่นแผ่อกไปทุก ๆ วินาที เท่ากับ 2.0 เมตร
- จ. อัตราเร็วที่คลื่นแผ่อกไป เท่ากับ 10 เมตร/วินาที

4. การวัดเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ครบรอบ วิธีการใดเหมาะสมที่สุด ?

- ก. วัดระยะทางที่คลื่นที่ได้เหียบกับเวลา
- ข. จับเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใด ๆ
- ค. วัดอัตราเร็วของคลื่นเหียบกับจำนวนการเกิดคลื่น
- ง. จับเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ทุก ๆ ระยะ 1 เมตร
- จ. ทุกข้อดังกล่าวข้างต้น



5. จุด X ในรูปเป็นจุดที่มีเฟสตรงกันกับจุด X

เพราะ อยู่เหล่านั่นอยู่ ณ ตำแหน่งเดียวกันของแต่ละคลื่น
จุด Y ควรอยู่ ณ ตำแหน่งใด ?

- ก. (1)
- ข. (2)
- ค. (3)
- ง. (4)
- จ. (5)

6. จำนวนรอบต่อวินาที คือ ความถี่ของคลื่น ถ้ามีคลื่น 12 รอบเกิดขึ้นใน 3.0 วินาที ความถี่ของคลื่นมีค่ากี่รอบ/วินาที

ก. 2.0

ข. 4.0

ค. 6.0

ง. 12.0

จ. 36.0

7. จากการทดลอง ถ้าคลื่นหนึ่งมีความถี่ 20 รอบ/วินาที เคลื่อนที่ในตัวกลางด้วยอัตราเร็ว 80 เมตร/วินาที ความยาวคลื่นควรมีค่าเท่าใด ?

ก. 1.0 เมตร

ข. 2.0 เมตร

ค. 3.0 เมตร

ง. 4.0 เมตร

จ. 5.0 เมตร

8. จากรูป 1 แสดงคลื่นเคลื่อนที่

ออกจากแหล่งกำเนิด S

รูป 2 แสดงคลื่นเมื่อเวลาผ่านไป

ไปครบหนึ่งรอบ

ระยะเวลาระหว่าง รูป 1 และ รูป 2

มีค่าเท่ากับเท่าใด ?

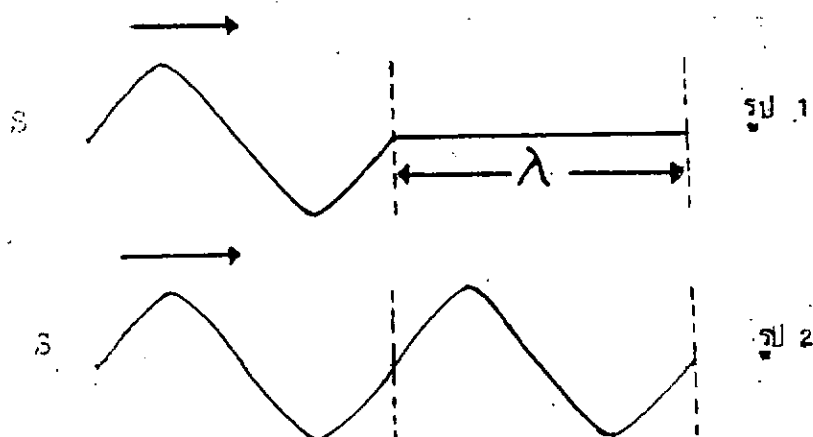
ก. $1/4$ คาบ

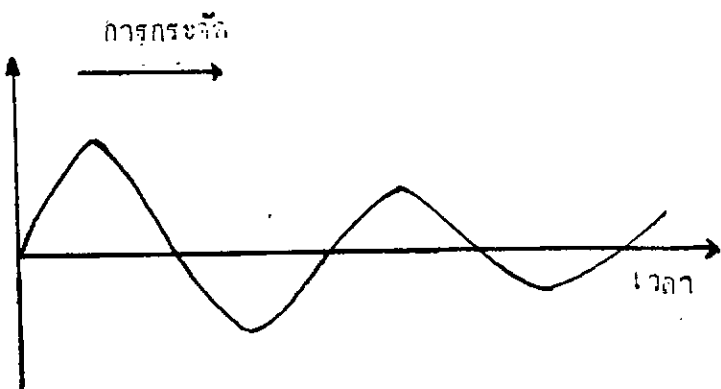
ข. $1/2$ คาบ

ค. 1 คาบ

ง. 2 คาบ

จ. 4 คาบ





9. จากรูป เป็นจังหวะการเคลื่อนที่คลื่นต่อเนื่อง ปริมาณอะไรที่เปลี่ยนแปลง ?

- ก. แอมพลิจูด.
- ข. ความถี่
- ค. ความยาวคลื่น
- ง. อัตราเร็วคลื่น
- จ. คาบการเคลื่อนที่

จากการศึกษาลักษณะคลื่นจากแหล่งกำเนิด 4 แหล่ง ปรากฏผลดังตาราง

แหล่งกำเนิด	ลักษณะคลื่น		หมายเหตุ
	วงกลม	หน้าตรง	
1. ลูกกอล์ฟตกน้ำ	/		เกิดชั่วขณะ
2. บลายดินสอจุ่มน้ำ	/		เกิดชั่วขณะ
3. ขอบไม้บรรทัดกระทบผิวน้ำ		/	เกิดชั่วขณะ
4. มอเตอร์เรือบังคับ	/		เกิดชั่วขณะ

10. จากตาราง ข้อสรุปใดถูกต้อง ?

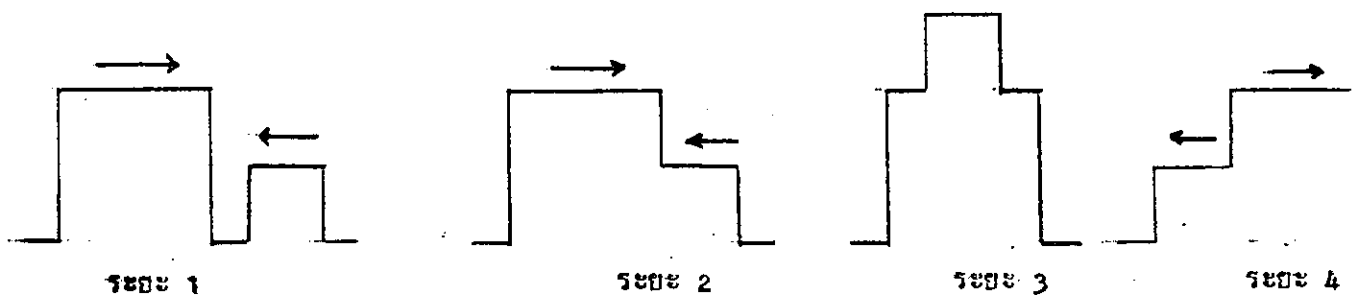
- ก. แหล่งกำเนิด 1 และ 2 ทำให้เกิดคลื่นต่อเนื่อง
- ข. แหล่งกำเนิด 3 เกิดคลื่นตามยาว
- ค. แหล่งกำเนิด 1 ,2 และ 4 มีลักษณะเหมือนกัน
- ง. การเกิดคลื่นจากแหล่งกำเนิด 1,2,3 และ 4 เกิดเวลาเดียวกัน
- จ. การเกิดคลื่นจากแหล่งกำเนิด 1,2,3 และ 4 เกิดในที่เดียวกัน

11. ทดลองสะบัดปลายลวดสปริงไปทางเดียวกัน ในทิศตั้งฉากกับความยาวของลวดข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ?

- ก. เห็นการรวมกันของคลื่นในลวดสปริง
- ข. เห็นความยาวคลื่นลวดสปริงเพิ่มขึ้นจากเดิม 2 เท่า
- ค. เห็นความสูงคลื่นในลวดสปริงเพิ่มขึ้นจากเดิม 2 เท่า
- ง. เห็นคลื่นลวดสปริงเคลื่อนที่กลับไปกลับมาอย่างต่อเนื่อง
- จ. เห็นคลื่นลวดสปริงขยับขึ้นลง ด้วยอัตราเร็ว 2 เมตร/วินาที

12. เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นตรงกลม 2 แหล่ง มาพบกันในลักษณะที่องค์คลื่นพบที่องค์คลื่น และสันคลื่น พบสันคลื่น ผลที่ได้ควรเป็นตามข้อใด ?

- ก. คลื่นรวมมีส่วนสันคลื่นสูงกว่าเดิม และท้องคลื่นต่ำกว่าเดิม
- ข. คลื่นรวมมีส่วนสันคลื่นน้อยกว่าเดิม และท้องคลื่นเท่าเดิม
- ค. คลื่นรวมมีส่วนสันคลื่นและท้องคลื่นเท่าเดิม
- ง. เกิดคลื่นนิ่ง ลักษณะหน้าคลื่นเป็นเส้นตรง
- จ. สรุปแน่นอนไม่ได้



13. จากรูป แสดงการสั่นกันของคลื่นทั้งสองเป็นจังหวะอย่างต่อเนื่อง รูปร่างของคลื่นแต่ละลูกเปลี่ยนแปลงอย่างไร ?

- ก. ไม่เปลี่ยนแปลง
- ข. เปลี่ยนแปลง คลื่นลูกแรกความสูงลดลง
- ค. เปลี่ยนแปลง คลื่นลูกแรกความสูงเพิ่มขึ้น
- ง. เปลี่ยนแปลง คลื่นลูกแรกและลูกที่สองมีความสูงลดลง
- จ. เปลี่ยนแปลง ความเร็วคลื่นลูกแรกเพิ่มขึ้นกว่าลูกที่สอง

การศึกษาคาบการเคลื่อนที่ และความถี่ของการเคลื่อนที่ ผลการศึกษปรากฏดังตาราง

คาบการเคลื่อนที่ T (วินาที/รอบ)	ความถี่การเคลื่อนที่ f (รอบ/วินาที)
1	1
$1/2$	2
$1/3$	3
	x

14. จากตาราง ความถี่การเคลื่อนที่ x รอบ/วินาที คาบการเคลื่อนที่ มีค่าเท่าใด ?

- ก. x
- ข. $2x$
- ค. $x/2$
- ง. $x/4$
- จ. $1/x$

15. เมื่อนาลวดสปริงถูกยืดไว้ที่ปลายด้านหนึ่ง แล้วทำการสลับปลายอีกด้านหนึ่งที่เหลือในแนวขนานกับพื้น ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง ?

- ก. ลักษณะเหมือนเดิมทุกประการ
- ข. คลื่นที่เคลื่อนที่กลับ มีความถี่เพิ่มขึ้น
- ค. คลื่นมีทิศทางแผ่ออกโดยรอบ และความเร็วลดลง
- ง. แอมพลิจูดของคลื่นที่เคลื่อนที่กลับมามีเฟสเดียวกับแอมพลิจูดของคลื่นเดิม
- จ. แอมพลิจูดของคลื่นที่เคลื่อนที่กลับมา อยู่ในทิศตรงข้ามกับแอมพลิจูดของคลื่นเดิม

จากการทดลองศึกษาสมบัติการสะท้อนของคลื่น จำนวน 4 ครั้ง ปรากฏผลการทดลองดังนี้

ครั้งที่	มุมที่หน้าคลื่นตกกระทบ	มุมที่หน้าคลื่นสะท้อน
1	20 องศา	20 องศา
2	30 องศา	30 องศา
3	50 องศา	50 องศา
4	60 องศา	60 องศา

16. จากตาราง เมื่อมุมที่หน้าคลื่นตกกระทบขนาด 80 องศา มุมที่หน้าคลื่นสะท้อน ควรมีค่าเท่าใด ?

- ก. 30 องศา
- ข. 40 องศา
- ค. 50 องศา
- ง. 80 องศา
- จ. 90 องศา

17. จากข้อ 16 ข้อใดสรุปได้ถูกต้องที่สุด ?

- ก. การทดลองครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 เกิดในบริเวณเดียวกัน
- ข. มุมที่หน้าคลื่นตกกระทบ เท่ากับ มุมที่หน้าคลื่นสะท้อนเสมอ
- ค. ในการทดลองการสะท้อนของคลื่น ควรกระทำมากกว่า 3 ครั้ง
- ง. มุมที่เกิดที่หน้าคลื่นตกกระทบมีขนาดโตขึ้นเมื่อทำการทดลองมากขึ้น
- จ. มุมที่เกิดที่หน้าคลื่นสะท้อน มีขนาดโตมากที่สุด เมื่อทดลอง 4 ครั้ง

18. จากการศึกษาคลื่นผิวน้ำในถาดคลื่น เมื่อคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่มายังรอยต่อระหว่างเขตน้ำลึกกับเขตน้ำตื้น ข้อใดเป็นผลจากการสังเกต ?

- ก. คลื่นจะมีการสะท้อนกลับเข้าไปในบริเวณน้ำลึก
- ข. คลื่นในบริเวณน้ำตื้นเป็นคลื่นวงกลม ความเร็วคงที่
- ค. คลื่นบริเวณน้ำตื้นมีความสูงเพิ่มขึ้น
- ง. ถูกทั้ง ก และ ค
- จ. ถูกทั้ง ก ข และ ค

คลื่นน้ำชบวนหนึ่งแผ่จากบริเวณน้ำลึกไปน้ำตื้น หน้าคลื่นบริเวณน้ำลึกทำมุม 60 องศากับแนวฉาก ถ้าอัตราเร็วของคลื่นในบริเวณน้ำลึกเป็น 2 เท่าของน้ำตื้น

19. มุมตกกระทบ มีขนาดกี่องศา ?

- ก. 90
- ข. 60
- ค. 45
- ง. 30
- จ. 15

20. จากข้อ 19 มุมที่แนวการแผ่ของคลื่นในบริเวณน้ำตื้นเท่ากับเส้นปกติ มีขนาดกี่องศา ?

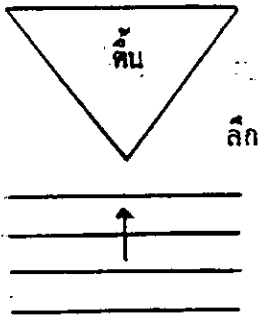
ก. $\sin^{-1} 1/2$

ข. $\sin^{-1} 1/4$

ค. $\sin 30$ องศา

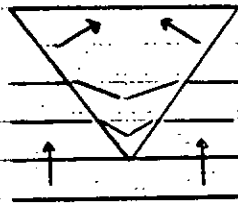
ง. $\sin 45$ องศา

จ. $\sin 60$ องศา

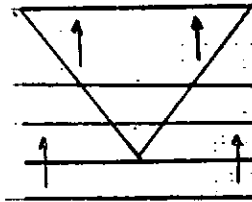


21. ข้อใดแสดงหน้าคลื่นของคลื่นต่อเนื่องเส้นตรง
ที่เคลื่อนที่จากเขตน้ำลึก สู่บริเวณน้ำตื้นได้ถูกต้อง

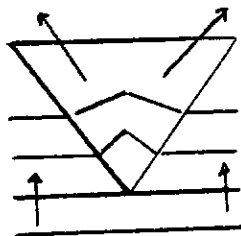
ก.



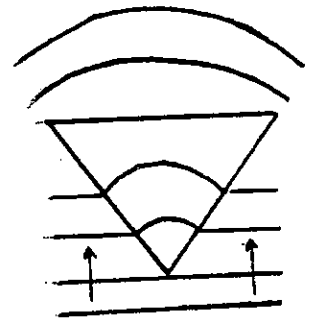
ข.



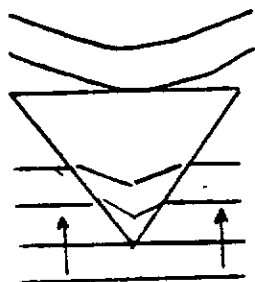
ค.



ง.



จ.



22. เมื่อคลื่นต่อเนื่องเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งเข้าไปในตัวกลางหนึ่ง ปริมาณใดคงเดิม ?

- ก. แอมพลิจูด
- ข. ความถี่
- ค. ความยาวคลื่น
- ง. อัตราเร็วคลื่น
- จ. การกระจัดของคลื่น

23. การแทรกสอดของคลื่นสามารถจัดแบ่งได้ตามข้อใด ?

- ก. การรวมกันของความยาวคลื่น และความถี่ และการกระจัด
- ข. การรวมกันแบบเสริม และการรวมกันแบบหักล้าง
- ค. การรวมกันแบบลดลง และการรวมกันแบบหักล้าง
- ง. การรวมกันแบบเสริม และการรวมกันแบบหักล้าง
- จ. การรวมกันแบบหักล้าง และการรวมกันแบบลดลง

จากการศึกษาลักษณะแหล่งกำเนิดของคลื่น A B และ C ปรากฏผลดังต่อไปนี้

แหล่งกำเนิด	แอมพลิจูด (เมตร)	ความถี่ (รอบ/วินาที)
A	2×10^2	110
B	2×10^2	110
C	4×10^2	110

24. จากตารางข้อใดถูกต้อง ?

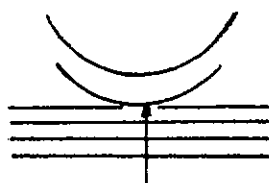
- ก. อัตราเร็วของคลื่นแสงกำเนิด C มีค่ามากที่สุด
- ข. ความยาวคลื่นแสงกำเนิด C มีค่าน้อยที่สุด
- ค. ความถี่คลื่นของแสงกำเนิด A B และ C มีค่าเท่ากัน
- ง. แสงกำเนิด A B และ C เป็นแสงกำเนิดคลื่นในเส้นเชือก
- จ. คาบการเคลื่อนที่ของ A B ไม่เท่ากับ C

25. การเลี้ยวเบนของคลื่นในข้อใด ? แสดงให้เห็นว่าขนาดของคลื่นที่ผ่านช่องเปิดมีขนาดกว้างกว่าความยาวคลื่น

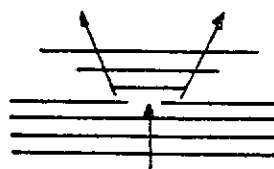
ก.



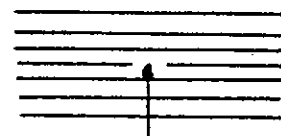
ข.



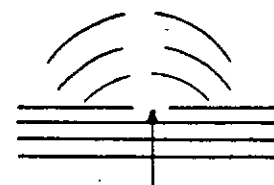
ค.



ง.



จ.



แบบสำรวจคำนิยามทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

- 1.แบบสำรวจฉบับนี้ทั้งหมด 20 ข้อ เวลา 30 นาที
- 2.คำถามทุกคำถามเป็นสถานการณ์สมมติที่นักเรียนอาจประสบในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนอ่านอย่างรอบคอบ แล้วคิดว่าถ้านักเรียนเป็นบุคคลในสถานการณ์นั้น นักเรียนจะตัดสินใจทำอะไร ? โดยเลือกคำตอบที่ตรงกับความรู้สึก ความคิดและสิ่งที่นักเรียนคิดจะทําจริงๆ

คำตอบเหล่านี้ไม่มีคำตอบถูกหรือผิด เพราะแต่ละคนย่อมมีลักษณะนิสัย ความรู้สึก และการกระทำที่แตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้ผลคำตอบของนักเรียนเป็นเครื่องแนะแนวที่ดีสำหรับตัวนักเรียน นักเรียนควรจะต้องตอบให้ตรงกับสภาพความจริงของตัวเเองให้มากที่สุด

- 3.ในแต่ละสถานการณ์ มีคำตอบอยู่ 3 คำตอบ โปรดเลือกคำตอบที่นักเรียนต้องการเพียงคำตอบเดียวจากข้อ ก , ข และ ค โดยกากบาท (x) ลงในช่อง () ให้ตัวอักษรที่นักเรียนเลือกในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง

(0) เมื่อสมชายมีข้อสงสัยในการปลูกต้นไม้ประเภทไม้ตัด ซึ่งเขาพยายามปลูกเท่าใดก็ไม่งาม ถ้านักเรียนเป็นสมชาย นักเรียนจะทําอย่างไร ?

- ก. เลิกปลูก เพราะปลูกแล้วก็ได้ไม่ตามต้องการ
- ข. ขอร้องให้พี่ชายช่วยอธิบายให้ฟัง ถึงขั้นตอนการปลูก
- ค. ขอคำอธิบายจากผู้เชี่ยวชาญ และพยายามทดลองปลูกต่อไป

คำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค
0			X

แบบสำรวจค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ศักดิ์ทำการทดลองการเลี้ยงเบนของคลิ่นในถาดคลิ่น ปรากฏว่า ผลการทดลองที่ได้ต่างไปจากกลุ่มเพื่อน จึงทำการทดลองใหม่ผลที่ได้คงเหมือนเดิมและยังคงต่างไปจากกลุ่มเพื่อน ถ้านักเรียนเป็นศักดิ์ นักเรียนจะทำอย่างไร ?

- ก. ล้มเลิกการทดลอง ใช้ข้อมูลของเพื่อน
- ข. ศึกษาหาสาเหตุที่ผลการทดลองต่างจากกลุ่มเพื่อน และทำการทดลองใหม่
- ค. นำผลการทดลองของเพื่อนและของตนเองมาเทียบกันเพื่อหาข้อแตกต่าง

2. ในการจัดแสดงนิทรรศการการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ศิริเข้าไปดูการทดลองสาธิตการเกิดคลิ่นตามยาว ปรากฏว่าเป็นช่วงสุดท้ายการสาธิต จึงไม่ทราบถึงหลักการทั่วไปของการเกิด เมื่อการสาธิตจบทุกคนแยกไปดูการทดลองอื่น ถ้านักเรียนเป็นศิรินักเรียนจะทำอย่างไร ?

- ก. เดินดูการทดลองต่อไปเหมือนคนอื่น ๆ
- ข. สอบถามคนสาธิตทันทีถึงหลักการทั่วไปของการเกิด
- ค. ยืนอ่านรายละเอียดต่างๆ จากบอร์ดที่จัดแสดงไว้

3. ครูแจ้งให้นักนาโชคและเพื่อนๆ ทราบว่า ต้องการอาสาสมัครไปช่วยดูแลอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่ต้องเรียนซ่อมเสริม เรื่องการใช้อุปกรณ์ในตอนพักกลางวัน ซึ่งในช่วงนั้นนาโชคมักเล่นบาสเก็ตบอลกับเพื่อนๆ เป็นประจำ ถ้านักเรียนเป็นนาโชคนักเรียนจะทำเช่นไร ?

- ก. รับอาสาทันทีเพื่อจะได้ทบทวนและเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ
- ข. บอกครูว่าขอเป็นผู้สังเกตการณ์ถ้าสนใจแล้วจะช่วยทำ
- ค. เล่นบาสเก็ตบอลตามปกติกับเพื่อน เพราะครูไม่ได้บังคับ

4. เมื่อสมเดชอ่านหนังสือเรื่อง การเกิดคลื่นในธรรมชาติ พบว่ามีบางหัวข้อที่ไม่เข้าใจเกิดความสงสัย
ถ้านักเรียนเป็นสมเดช นักเรียนจะทำอย่างไร ?

- ก. เลิกคิดและสนใจ เพราะไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียน
- ข. ซักถามข้อสงสัยกับครูผู้มีความรู้ เพื่อเกิดความเข้าใจและหายสงสัย
- ค. เก็บข้อสงสัยไว้ เมื่อมีเวลาว่างก็ไปค้นคว้าที่ห้องสมุดเพิ่มเติม

5. กีเศกประดิษฐ์เครื่องมือวัดความถี่ของคลื่น ต่อมาได้ออกแสดงในงานนิทรรศการแห่งหนึ่ง
มีผู้ให้ความสนใจ พร้อมแนะนำข้อบกพร่องในสิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวมากมาย ถ้านักเรียนเป็นกีเศก
นักเรียนจะทำเช่นไร ?

- ก. นั่งเฉยรับฟังไว้ แต่ไม่ต้องสนใจ
- ข. รับฟังพร้อมจดบันทึกไว้ หากมีโอกาสค่อยนำมาพิจารณา
- ค. รับฟังพร้อมขอคำแนะนำเพิ่มเติม และทำการปรับปรุงแก้ไขในเวลาต่อมา

6. ถ้านักเรียนอยู่ในกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์ชั้นนำของประเทศ ซึ่งไม่ยอมรับทฤษฎีที่เกิดขึ้น
ใหม่ๆ โดยผู้คิดทฤษฎีนั้นเข้าไปบุคคลในวงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนเห็นด้วยกับแนวคิดนี้หรือไม่ ?

- ก. เห็นด้วย เพราะไม่มีความน่าเชื่อถือเพียงพอ
- ข. ไม่เห็นด้วย เพราะความรู้เกิดได้ทุกที่กับบุคคลที่ไม่รู้และสนใจ
- ค. ไม่เห็นด้วย เพราะทฤษฎีเกิดใหม่ นำมาขึ้นตอนและวิธีการที่ยอมรับได้

หากนำมาทำการตรวจสอบก่อนตัดสินใจ

7. เมื่อสุธาและเพื่อนมีความเห็นไม่เหมือนกันในเรื่องการถ่ายพันธุ์ (โคลนนิ่ง) สิ่งมีชีวิต นักเรียนคิดว่าสุธาควรทำอย่างไร ?

- ก. รับฟังแนวคิดของเพื่อน แล้วพยายามจะเชื่อตามถ้ามีเหตุผลที่ดี
- ข. นับฟังแนวคิดของเพื่อน และพยายามหาข้อมูลประกอบ เพื่อนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจยอมรับ
- ค. นิ่งเฉยเสีย เพราะเชื่อว่าทุกคนมีความคิดเป็นของตนเองไม่ต้องรับฟังเหตุผลกัน

8. มีนาบอกกับกัลยาว่า เครื่องสูบน้ำที่บ้านเป็นเครื่องยนต์ดีเซลใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเท่านั้น กัลยาแย้งว่า น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดของต้นสับปะรดใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลได้เหมือนกัน ถ้านักเรียนเป็นมีนา นักเรียนจะทำอย่างไร ?

- ก. รับฟังความเห็นของกัลยา แล้วหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อดูความเป็นไปได้จากเอกสารและผู้เชี่ยวชาญ
- ข. รับฟังความเห็นของกัลยา และหาทางทำการทดลองเพื่อให้เห็นจริง
- ค. บอกกัลยาว่า เป็นไปไม่ได้ เพราะสับปะรดเป็นเพียงพืชยืนต้นเท่านั้น

9. ธิดาบรรจุกาชียี่เสียมลงในลูกโป่งสองลูกปริมาณเท่ากัน ลูกหนึ่งสีดํา อีกลูกหนึ่งสีขาว วางลูกโป่งทั้งคู่ไว้กลางแดดนาน 5 นาที เพราะธิดาเชื่อว่าลูกโป่งทั้งสองจะลอยพร้อมกันและลอยอยู่สูงเท่ากัน แต่บุรุษบอกว่า ลูกสีดําลอยเร็วและลอยสูงกว่าลูกสีขาว เพราะสีดําคูดความร้อนดีกว่าทำให้กาชียี่เสียมขยายตัวเร็วกว่าลูกสีขาว ถ้านักเรียนเป็นธิดา นักเรียนจะรับฟังความคิดเห็นของบุรุษหรือไม่ ?

เพราะเหตุใด

- ก. ไม่รับฟัง เพราะบุรุษอาศัยความเชื่อของตนเองในการทำให้เหตุผล
- ข. รับฟัง เพราะบุรุษมีเหตุผล พร้อมทำการทดลองให้เห็นจริง
- ค. รับฟัง พร้อมหาข้อมูลเพิ่มเติม แล้วทำการตรวจสอบให้เห็นจริงจากเอกสารและการสอบถามผู้อื่น

10. ในขณะที่ประเทศไทยกำลังใช้กระแสไฟฟ้าแยกน้ำเป็นก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซออกซิเจน แล้วนำก๊าซไฮโดรเจนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันเบนซินและดีเซล เป็นการลดมลภาวะ เพราะไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนมีความคิดเห็นเช่นไร ?

- ก. เป็นแนวคิดที่ดี ควรหาการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมถึงความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ในประเทศ
- ข. เป็นแนวคิดที่ดี แต่ไม่ควรกระทำ เพราะประเทศไทยมีทรัพยากรพอเพียงแล้ว
- ค. เป็นแนวคิดที่ดี หากนำมาใช้ในประเทศต้องดูความพร้อมก่อนลงมือทำ

11. หัทย วัดจำนวนความถี่ของคลื่นที่เกิดขึ้นจากการทดลอง แต่ชนกหักท้วงว่าหัตถ์วัดจำนวนผิด ถ้านักเรียนเป็นหัตถ์ นักเรียนจะทำอย่างไร ?

- ก. ขอร้องขอให้ชนกวัดให้
- ข. ทำการวัดจำนวนความถี่ของคลื่นนั้นใหม่
- ค. ยืนยันว่าตนเองวัดได้ถูกต้องแล้ว

12. เมื่อนักเรียนได้รับมอบหมายให้ดูแลสาหร่ายในตู้ปลา ต่อมาสาหร่ายส่วนหนึ่งตายไป นักเรียนจะทำอย่างไร ?

- ก. แจ้งให้ครูทราบ และหาสาหร่ายมาเปลี่ยนแทนส่วนที่ตาย
- ข. ปรึกษาคูว่าควรทำอย่างไรกับสาหร่ายที่ตาย
- ค. ดูแลสาหร่ายส่วนที่เหลืออยู่ต่อไป

13. ครูผากยอดรักซื้อหลอดแก้วทนไฟอย่างดีมาใช้ในการทดลอง แต่ยอดรักซื้อแบบธรรมดาไม่ทนไฟ เพราะราคาถูกจะได้เงินที่เหลือไปใช้ เมื่อทำการทดลองหลอดแก้วแตกมีเพื่อนบางคนได้รับอันตราย ถ้านักเรียนเป็นยอดรัก นักเรียนจะทําอย่างไร ?

- ก. บอกครูว่าตนเสียใจที่ซื้อของที่มีคุณภาพไม่ดีมา
- ข. เจยไว้ เพราะการที่หลอดแตกเป็นเพราะเพื่อนไม่ระวังเอง
- ค. สำนึกความจริงทั้งหมดกับครู และยอมรับโทษ

14. เมื่อแบ่งกลุ่มให้นักเรียนร่วมกันแก้โจทย์ปัญหา ถ้านักเรียนมีเพื่อนที่ไม่ยอมร่วมมือคอยแต่จะขอลอกคำตอบจากกลุ่ม นักเรียนจะทําอย่างไร ?

- ก. แจ้งให้ครูทราบ และให้ย้ายเพื่อนคนนี้ไปอยู่กลุ่มอื่น
- ข. ตกลงกันในกลุ่ม ว่าให้เพื่อนคนนี้ยอมรับข้อตกลงของกลุ่มในการร่วมกันแก้ปัญหา
- ค. บังคับให้เพื่อนช่วยแก้ปัญหา เพราะทุกคนต้องช่วยกัน

15. เมื่อครูจัดกิจกรรมสิ่งแวดล้อม โดยให้นักเรียนทุกคนดื่มน้ำจากแหล่งน้ำในบริเวณบ้านมาคนละ 50 ซีซี และต้องทำการดื่มน้ำเวลา 05.00 - 05.30 น. สุดดี เป็นคนนอนตื่นสาย (หลังเวลา 07.00 น.) ถ้านักเรียนเป็นสุดดี นักเรียนจะทําอย่างไร ?

- ก. รีบไปโรงเรียน และขอแบ่งน้ำจากเพื่อนร่วมชั้น
- ข. วานาให้พี่ช่วยดื่มน้ำ โดยระบุจำนวนที่ต้องการ
- ค. ลุกขึ้นดื่มน้ำด้วยตนเอง แล้วค่อยกลับมานอนต่อ หากมีเวลาเหลือ

16. เมื่อชาตรีแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน เพื่อนๆ วิจารณ์ความคิดของชาตรีว่าไม่ถูกต้อง (ที่จริงเป็นสิ่งที่ถูกต้องแล้ว) ถ้านักเรียนเป็นชาตรี นักเรียนจะทําอย่างไร ?

- ก. นั่งเฉย เพราะเชื่อมั่นว่าความคิดตัวเองถูกที่สุด
- ข. พยายามอธิบายให้กลุ่มเพื่อนเข้าใจในความคิด พร้อมให้เหตุผลประกอบที่ชัดเจน
- ค. นำข้อมูลของเพื่อนและของตนเองมาเปรียบเทียบ เพื่อดูเหตุผลของการไม่ยอมรับ

17. นักเรียนมีความคิดเห็นเช่นไร ? กับคำกล่าวที่ว่า "เมื่อเห็นรังนกนางแอ่นมาใช้น้ำขี้ เพราะน้ำจะด่วน "

- ก. เห็นด้วย เพราะเป็นเรื่องเล่าสืบกันมานาน่าเชื่อถือ
- ข. ไม่เห็นด้วย เพราะยังไม่มีมีการพิสูจน์หรือทดลองให้เห็นจริง
- ค. ไม่เห็นด้วย เพราะเป็นเพียงปรากฏการณ์ธรรมชาติเท่านั้น

18. ถ้านักเรียนเลี้ยงปลาในบ่อข้างบ้าน ต่อมา 1 เดือนปลาดังกล่าวตายหมด เพื่อนบ้านบอกว่าเป็นเพราะไม่ได้บูชาบ่อก่อนเลี้ยง นักเรียนจะทำอย่างไร ?

- ก. ทำการบูชาบ่อก่อนตามคำแนะนำของเพื่อนบ้าน
- ข. นำปลาที่ตายมาทำการศึกษา โดยให้ผู้รู้เป็นผู้ตรวจสอบ
- ค. ทำการเลี้ยงปลารุ่นใหม่ต่อไป และเอาใจใส่ดูแลมากกว่าเดิม

19. สุขใจบอกกับพรรคว่า ทุกครั้งที่รับประทาน ปูทะเลท้องจะเสียทุกครั้ง จึงสรุปว่าตัวเองแพ้อาหารทะเล ถ้านักเรียนเป็นพรรค นักเรียนจะบอกกับสุขใจว่าอย่างไร ?

- ก. ความคิดของสุขใจถูกต้องแล้ว
- ข. ความคิดของสุขใจอาจไม่ถูกต้อง ควรทำการพิสูจน์ให้เห็นมาก่อน
- ค. ความคิดของสุขใจอาจไม่ถูกต้อง เพราะปูทะเลไม่ได้เป็นตัวแทนของอาหารทะเลทั้งหมด

20. ชาวบ้านจำนวนมากในเขตเมืองได้แจ้งว่า พบตัวร้อยขาอยู่หน้าปะปาที่ใช้ตามบ้านเรือน นักเรียนมีความคิดเห็นเช่นไร ? กับข่าวดังกล่าวนี้

- ก. เป็นเรื่องน่าเชื่อถือ เพราะมีชาวบ้านให้การยืนยัน
- ข. ยังไม่น่าเชื่อ จนกว่าจะมีการยืนยันจากหน่วยงานที่ดูแล
- ค. ยังไม่น่าเชื่อ ต้องทำการเก็บข้อมูล ติดตามข่าว แล้วนำมาพิจารณา ก่อนตัดสินใจ

#####

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

แบบสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ/รายบุคคล

กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ลงท้ายข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
<u>คำสั่ง/คำชี้แจง</u> 1.คำสั่ง/คำชี้แจงช่วยเกิดความเข้าใจ 2.การไปส่วนต่างๆของบทเรียน กระทำได้สะดวก 3.เลือกเรียนเรื่องอื่นๆในบทเรียนได้ตลอดเวลา 4.สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตามต้องการ			
<u>ด้านยุทธวิธีการสอน</u> 5.เริ่มต้นเข้าสู่บทเรียนน่าสนใจ 6.บทเรียนนี้ใช้แทนการสอนของครูได้ 7.สะดวกเมื่อต้องการเรียนเนื้อหาซ้ำ 8.เรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง 9.ขณะที่เรียนสบายใจกว่ามีครูสอน 10.พอใจเมื่อทราบผลการทดสอบ และการทำแบบฝึกหัดทันที 11.กระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น			

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
<u>ด้านกราฟิก</u> 12.ขนาดตัวอักษร อ่านได้ง่าย 13.สีตัวอักษร สีสันแจ่ม สีสภาพทำให้อ่านเนื้อหา ได้ง่าย <u>ด้านเนื้อหา</u> 14.ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย 15.เนื้อหาบทเรียนอ่านเข้าใจง่าย 16.เนื้อหาที่เรียนเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน 17.ต้องการเรียนบทเรียนลักษณะนี้กับเรื่อง อื่นอีก			

แบบสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ/รายบุคคล
กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ตอนที่ 1

รายการ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
	มาก	ปานกลาง	น้อย	
1.การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือเป็นวิธีการที่ เหมาะสมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน				
2.การเรียนแบบรายบุคคลเป็นวิธีการที่ เหมาะสมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน				
3. ขณะเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ นักเรียนได้แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกับเพื่อนตลอดเวลา				
4. นักเรียนชอบศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนตามลำพัง				

ตอนที่ 2

ข้อดีของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

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

ข้อเสียของการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

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

ข้อดีของการเรียนแบบรายบุคคลด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

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

ข้อเสียของการเรียนแบบรายบุคคลด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

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

ถ้านักเรียนมีโอกาสเลือกเรียน นักเรียนจะเลือกการเรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยวิธีใด?

.... แบบกลุ่มร่วมมือ

.... แบบรายบุคคล

ภาคผนวก ง

แบบประเมินโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปრაกฏการณ์คลื่น

แบบประเมินโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อน

ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อโปรแกรม นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอน
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อน
2. ผู้สร้างบทเรียน นางสาวสมปรารถนา วงศ์บุญหนัก
นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
3. โปรแกรมที่ใช้สร้าง Authorware Professional 2.1

การประเมิน โปรดเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับข้อคิดเห็นของท่านมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
<u>1.ด้านเนื้อหา</u> 1.1 ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา 1.3 ความยากง่ายของบทเรียน 1.4 ความเหมาะสมกับเวลาเรียน				
<u>2.ด้านสื่อการเรียนการสอน</u> 2.1 การนำเสนอบทเรียน 2.2 การสร้างความสนใจ 2.3 การจัดวางองค์ประกอบต่างๆ 2.4 การให้สีสรร 2.5 ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน				
<u>3.ด้านการนำไปใช้</u> 3.1 ความสะดวกในการใช้บทเรียน 3.2 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน				
<u>4.พิจารณาโดยภาพรวม</u> ขอประเมินให้บทเรียนมี คุณภาพอยู่ในระดับ				

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (สำหรับครู)

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (สำหรับนักเรียน)

คู่มือการใช้งานนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น
(สำหรับครู)

1. องค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์

1.1 โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ได้เก็บบันทึกลงแผ่นดิสก์ และแผ่นซีดี การเก็บลงแผ่นดิสก์ใช้โปรแกรม Zip แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่1 จำนวน 8 แผ่น ประมาณ 35 เมกกะไบต์ ตอนที่2 จำนวน 12 แผ่น ประมาณ 50 เมกกะไบต์

1.2 คุณสมบัติของฮาร์ดแวร์ ที่ใช้กับบทเรียนควรมีคุณสมบัติดังนี้

1.2.1 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่น 486 SX หรือสูงกว่า

1.2.2 หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4 MB

1.2.3 จอภาพ VGA 256 สี หรือสูงกว่า และสามารถเข้ากับโปรแกรมวินโดวส์

1.2.4 มีเนื้อที่ว่างในฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 85 เมกกะไบต์

1.2.5 ติดตั้งการ์ดเสียง 16 บิต

1.2.6 อุปกรณ์ที่ต้องใช้คือ เมาส์ (Mouse)

1.3 ระบบปฏิบัติการ

ควรเป็นระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์ 3.1 ขึ้นไป

2. การติดตั้งโปรแกรมบทเรียน

2.1 การติดตั้งโปรแกรมบทเรียนลงในเครื่อง

โปรแกรมนี้จะใช้ได้บน Windows ซึ่งมีวิธีการติดตั้ง ดังนี้

2.1.1 เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อเครื่องพร้อมทำงานจะปรากฏ C:/>

2.1.2 นานแผ่นโปรแกรมแผ่นที่ 8(ตอนที่1)ใส่ลงในช่อง a หรือ b

- 2.1.3 เปลี่ยนช่องเก็บข้อมูล(drive)จาก C เป็น a หรือ b โดยพิมพ์ a หรือ หลัง C:/>
- 2.1.4 เมื่อช่องเก็บข้อมูลถูกเปลี่ยนเป็น a หรือ b เครื่องหมายพร้อมที่จะทำงานปรากฏ
เป็น a:/> หรือ b:/>
- 2.1.5 พิมพ์คำสั่ง install ไว้หลัง a:/> หรือ b:/> เช่น a:/> install
- 2.1.6 เครื่องจะถามหาแผ่นที่ 1 โดยปรากฏข้อความ insert disk # 1 press a key
when ready ให้ใส่แผ่นที่ 1 แล้วกด enter
- 2.1.7 เครื่องจะถามหาทุกแผ่น ตั้งแต่ 1-8 ให้หาแผ่น 1-8 ใส่ใน drive a หรือ drive b
เรียงตามลำดับจนครบ 8 แผ่น (สำหรับตอนที่ 1)
- 2.1.8 สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่เคยแสดงผล AVI มาก่อนให้ใส่แผ่นที่ 9 ใส่ที่ drive a
หรือ drive b
- 2.1.9 พิมพ์คำสั่ง C:/> a:
- 2.1.10 พิมพ์คำสั่ง a:/>cd runtime แล้วกด enter
- 2.1.11 a:/> runtime >setup แล้วกด enter

หมายเหตุ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ตอนที่ 2 ใช้วิธีการเช่นเดียวกัน

2.2 การสร้างโปรแกรมก๊อปปี้

- 2.2.1 เปิด Program Manager ที่เมนู File เลือก New
- 2.2.2 เมื่อปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ New Program Object ให้เลือก Program Group
แล้วเลือกคลิก OK จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ New Properties ให้พิมพ์คำว่า
WAVE ที่บรรทัด Description แล้วเลือกคลิก OK
- 2.2.3 เปิด Program Manager ที่เมนู File เลือก New
- 2.2.4 เมื่อปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ New Program Object ให้เลือก Program Item
แล้วเลือกคลิก OK
- 2.2.5 เมื่อปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ Program Item Properties ที่บรรทัด Description
ให้พิมพ์คำว่า WAVE แล้วเลือกคลิก OK

2.2.6 ที่บรรทัด Command Line ให้พิมพ์คำว่า C:\WAVE\title.exe หรือเลือกคลิกที่ Browse แล้วเลือกไฟล์ title.exe จากไดเรกทอรี C:\WAVE แล้วเลือกคลิก OK

3. การเข้าสู่โปรแกรมบทเรียน

3.1 เข้าสู่โปรแกรม Windows โดยพิมพ์ C:\WIN

3.2 ที่ Program Manager ให้คลิกขวา (2 ครั้ง) ที่ไอคอน WAVE

3.3 ให้คลิกขวา (2 ครั้ง) ที่ไอคอน WAVE

4. ส่วนประกอบของบทเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนชุดนี้ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

4.1 คำแนะนำการใช้บทเรียนให้นักเรียนเลือกศึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ

การใช้คอมพิวเตอร์ การใช้บทเรียน การเข้าสู่บทเรียน

4.2 เนื้อหาหลัก กรณีตอนที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์คลื่น 3 เรื่อง คือ คลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการสะท้อนกลับของคลื่น

กรณีตอนที่ 2 ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องสมบัติของคลื่น 4 เรื่อง คือ การสะท้อนของคลื่น การหักเหของคลื่น การแทรกสอดของคลื่น และการเลี้ยวเบนของคลื่น

4.3 แบบทดสอบ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตอนที่ 1 จำนวน 15 ข้อ

ตอนที่ 2 จำนวน 20 ข้อ โปรแกรมจะตรวจคำตอบและแจ้งผลการเรียนให้ผู้เรียน เมื่อผู้เรียนต้องการ การทำแบบทดสอบผู้เรียนสามารถเลือกทำเรื่องใดก่อนหลังได้

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

วิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น

(สำหรับนักเรียน)

1. การเข้าสู่บทเรียน

1.1 ที่ C:\> เข้าสู่โปรแกรมวินโดวส์โดยพิมพ์คำว่า C:\WIN

1.2 ที่ Program Manager ให้คลิกขวบที่กลุ่มไอคอน WAVE

1.3 คลิกขวบ (2 ครั้ง) ที่ไอคอน WAVE

2. การใช้บทเรียน

2.1 เมื่อเข้าสู่บทเรียน ให้นักเรียนเลือกเมนูคำแนะนำ สำหรับผู้ที่ไม่เคยใช้บทเรียนมาก่อน และเมื่อต้องการเรียนเนื้อหาให้คลิกที่สารบัญ

2.2 นักเรียนจะพบสารบัญหลัก ซึ่งประกอบด้วย คำแนะนำ เนื้อหาบทเรียน และแบบทดสอบ นักเรียนสามารถเลือกศึกษาหัวข้อใดก่อนได้ตามต้องการ

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 36 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น

ก. ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก :

ข้อที่	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.79	.57	21	.65	.36
2	.80	.28	22	.80	.28
3	.62	.42	23	.69	.22
4	.48	.52	24	.68	.62
5	.46	.48	25	.62	.50
6	.78	.21	26	.78	.21
7	.48	.30	27	.52	.58
8	.78	.59	28	.80	.28
9	.50	.48	29	.69	.29
10	.50	.48	30	.42	.34
11	.23	.35	31	.80	.28
12	.42	.34	32	.54	.34
13	.73	.39	33	.42	.34
14	.80	.28	34	.48	.52
15	.50	.55	35	.77	.49
16	.32	.81	36	.68	.62
17	.64	.32	37	.69	.29
18	.54	.47	38	.43	.21
19	.50	.48	39	.69	.29
20	.50	.48	40	.42	.34

ข. ค่าความเชื่อมั่น : แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น .85 (คำนวณรวบยอดด้วยคอมพิวเตอร์)

ตาราง 37 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น

ก. ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก :

ข้อที่	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.54	.24	2	.58	.20
3	.74	.36	4	.60	.32
5	.76	.32	6	.80	.40
7	.74	.44	8	.40	.48
9	.50	.52	10	.70	.28
11	.40	.48	12	.46	.36
13	.50	.28	14	.60	.32
15	.66	.28	16	.78	.44
17	.78	.36	18	.52	.40
19	.66	.28	20	.28	.48
21	.48	.24	22	.40	.24
23	.52	.40	24	.64	.24
25	.28	.48			

ข. ค่าความเชื่อมั่น : แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น .83 (คำนวณหาค่าด้วยคอมพิวเตอร์)

ตาราง 38 แสดงค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบสำรวจค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

ก. ค่าอำนาจจำแนก :

ข้อที่	กลุ่มคะแนนสูง		กลุ่มคะแนนต่ำ		t
	$\bar{X}_H$	SD_H	$\bar{X}_L$	SD_L	
1	1.90	0.09	1.40	0.25	3.85
2	1.80	0.17	1.30	0.43	2.94
3	1.95	0.01	1.50	0.47	2.65
4	2.00	0.00	1.75	0.20	2.50
5	2.00	0.00	1.80	0.17	2.22
6	1.80	0.25	1.11	0.62	3.33
7	1.95	0.05	1.45	0.47	3.13
8	1.60	0.25	1.20	0.48	2.11
9	1.75	0.20	1.35	0.45	2.22
10	1.90	0.20	1.60	0.25	2.00
11	1.90	0.20	1.50	0.58	2.00
12	1.70	0.33	1.20	0.69	2.17
13	2.00	0.00	1.75	0.14	1.80
14	2.00	0.00	1.55	0.15	3.00
15	1.95	0.09	1.45	0.47	2.50
16	1.90	0.09	1.50	0.68	2.00
17	1.65	0.24	0.95	0.47	3.68
18	2.00	0.20	1.50	0.47	2.78
19	1.65	0.24	1.05	0.37	3.53
20	1.45	0.58	0.90	0.83	5.04

ข. ค่าความเชื่อมั่น : แบบสำรวจมีค่าความเชื่อมั่น .81 (คำนวณรวบยอดด้วยคอมพิวเตอร์)

ภาคผนวก ข

โปรแกรม Authorware Professional

เอกสารเกี่ยวกับโปรแกรม Authorware Professional

Authorware Professional เป็นโปรแกรมระบบนิพจน์ (Authoring tools) ในระบบมัลติมีเดียสำหรับการสร้างบทเรียนได้ตอบ (Interactive Learning) ด้วยคอมพิวเตอร์ เพราะเป็นระบบที่มีความสมบูรณ์ ทั้งภาพ ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิทัศน์ เสียง ตัวอักษร และเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อครูผู้สอนที่ในมีความรู้ทางด้านภาษาคอมพิวเตอร์ สามารถนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ (วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม. 2539 : 57)

คุณสมบัติที่สำคัญของโปรแกรม Authorware Professional

จากเอกสารแนะนำโปรแกรม Authorware Professional ของบริษัทเอเซีย ซีดี (2537) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติที่สำคัญของโปรแกรม Authorware Professional ไว้ดังนี้

1. ระบบการจัดสื่อ (Media Manager) เป็นคุณสมบัติเฉพาะของโปรแกรม Authorware ที่มีระบบจัดการสื่อในการจัดเก็บข้อมูล รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว (Animation) รวมทั้งสื่อดิจิทัลอื่น ๆ ไว้ในไฟล์บันทึกแยกออกจากโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งจะมีผลทำให้ขนาดไฟล์ของโปรแกรมประยุกต์ลดลง และไปเพิ่มความเร็วในการพัฒนาโปรแกรม นอกจากนี้การแก้ไขข้อมูลใด ๆ ในไฟล์บันทึกจะมีผลกับโปรแกรมประยุกต์ทันที
2. สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม Macromedia Director ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างหรือนำเข้าข้อมูลที่สร้างด้วยโปรแกรม Macromedia Director มาใช้งาน โปรแกรม Macromedia Director เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างข้อมูลที่เป็นมัลติมีเดีย และบันทึกไว้เป็นไฟล์ MMM ซึ่งสามารถเรียกใช้ได้โดยตรงโดยผ่าน Movie icon
3. ข้อมูลและตัวอย่างในแพ็คเกจของ Authorware ประกอบด้วยข้อมูลภาพเคลื่อนไหว (Animation) รูปภาพ และเสียง นอกจากนี้ยังประกอบด้วยตัวอย่างโปรแกรมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้โดยอิสระ เช่นตัวอย่างโปรแกรมในการใช้งานไฟล์ข้อมูล pull-down menu สมุดโน้ตแบบสอบถาม การบันทึกผลการใช้งาน การออกแบบโปรแกรมให้ทำงานตามลำดับ เทคนิค แบบทดสอบและของระบบ

4. ตัวแปรและฟังก์ชันประกอบด้วยตัวแปรระบบและฟังก์ชันกว่า 200 ตัว ทำให้สามารถจัดการเกี่ยวกับการเก็บ ประเมินผล รวมทั้งแสดงข้อมูล และควบคุมการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. จัดทำเอกสารอัตโนมัติ โดยมีความสามารถในการจัดการดัชนีเอกสารที่เห็นแสดงหรือไม่แสดงรูปสัญลักษณ์ รวมทั้งพิมพ์โครงสร้างโปรแกรมที่ได้ออกแบบ หน้าตาของจอภาพ และจัดทำตารางอ้างอิงการใช้ตัวแปรให้โดยอัตโนมัติ

6. ข้อความ มีความสามารถในการแสดงข้อมูลตัวอักษรผสมกันระหว่างชนิดตัวอักษร รูปแบบ ขนาด วิธีการแสดงผลและสี สามารถแสดงตัวอักษรในหน้าต่างที่เลื่อนดูบรรทัดได้ (Scrolling windows) สามารถใช้ตัวอักษรที่มากับโปรแกรม Windows 3.1 รวมทั้งตัวอักษรประเภท True Type รวมทั้งการใช้ชุดของตัวอักษรตามมาตรฐานสากล

7. รูปภาพ ประกอบด้วยเครื่องมือในการวาด ได้แก่ การวาดรูปหลายเหลี่ยม วงรี สี่เหลี่ยม สี่เหลี่ยมมุมป้าน และเส้นโดยมีวิธีการใช้งานที่สะดวกเข้าใจง่าย สนับสนุนการทำงานกับข้อมูลที่เป็น BMP, DIB, PCX, TLF, EPS และ RLE, Macintosh PICT and Paint รวมทั้ง Windows Metafile

8. เสียง ควบคุมการเล่น (Play) ซ้ำ การเริ่มต้นและหยุด เรียกใช้ไฟล์ที่เป็น PCM และ WAV สนับสนุนการใช้ไฟล์ MIDI และควบคุมการเล่น CD-Audio โดยผ่าน Microsoft's Multimedia extensions และเรียกใช้ไฟล์เสียงที่สร้างจาก Macromedia's MacRecorder Sound System Pro

9. ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ควบคุมทิศทาง เวลา และความเร็วในการทำ Animation รวมทั้งควบคุมไฟล์ movie ได้แก่ เฟรมเริ่มต้น เฟรมสุดท้าย ความเร็วในการ Playback และจำนวนครั้ง การควบคุมการทำงานเป็นหลายระดับชั้น (Layer) ทำให้สามารถสร้าง animation ของวัตถุให้ซ้อนกันได้ นอกจากนี้ยังสามารถเรียกใช้ไฟล์ FLI, FLC, CEL และ Playback Macromedia Director (MMM)

10. Digital video สามารถเล่นวิดีโอที่เป็นภาพนิ่ง หรือภาพเคลื่อนไหวโดยการควบคุมจาก icon เพียงตัวเดียว รวมทั้งสามารถที่จะเปลี่ยนขนาดหรือย้ายตำแหน่งของหน้าต่าง

ของวีดิทัศน์ได้ Authorware สามารถที่จะใช้งานไฟล์วีดิทัศน์ของ Microsoft Video for Windows Apple QuickTime for Windows และ Indeo (DVI) โดยสามารถที่จะควบคุมให้เริ่มต้น จบ หยุดภาพ ความเร็ว และจำนวนครั้งในการเล่น

11. Analog video สามารถทำงานกับ overlay video ควบคุมให้เริ่มต้น จบ หยุดภาพความเร็ว และจำนวนครั้งของการเล่นวีดิทัศน์ โดยมีช่องสัญญาณเสียงให้สองช่องแยกออกจากช่องสัญญาณวีดิทัศน์

12. สภาพแวดล้อมที่เปิดกว้าง ขยายความสามารถของโปรแกรมโดยเรียกผ่าน DLLs และ UCDs ทำให้สามารถออกไปเรียกใช้โปรแกรมประยุกต์หรือไฟล์อื่น ๆ เพื่อใช้ข้อมูลกัน การจัดส่งโปรแกรมประยุกต์อาจทำได้โดยผ่านฟลอปปีดิสก์ ฮาร์ดดิสก์ CD-ROMs และไฟล์เชื่อมโยง (Network File Server)

จุดเด่นของโปรแกรม Authorware

บุบผชาติ ทักษิกรณ์ (2537 : 1 - 3) ได้กล่าวว่า โปรแกรม Authorware มีจุดเด่นหลายประการสรุปได้ดังนี้

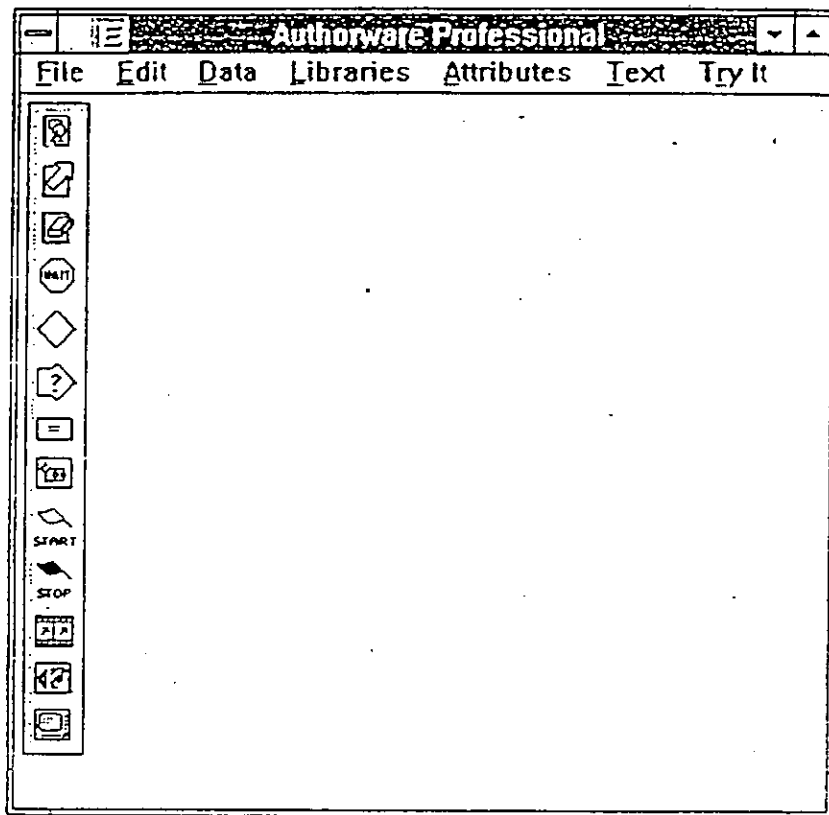
1. มีความเป็นวัตถุ (Object Authoring)
2. สามารถแก้ไขได้โดยตรง (Direct editability)
3. แสดงภาพกราฟิกได้ดี (Great graphics)
4. แสดงภาพเคลื่อนไหวได้ตามข้อมูลที่กำหนด (Data-driven animation)
5. มีกล่องเครื่องมือสร้างภาพที่สะดวกในการใช้ (Versatile text tools)
6. สามารถวิเคราะห์การตอบสนองได้ (Advanced response analysis)
7. สามารถแสดงเหตุการณ์ต่าง ๆ ไปพร้อมกันได้ (Concurrency)
8. สามารถแตกกิ่งเนื้อหาได้โดยลำพัง (Individualized Branching)
9. มีรูปแบบโครงสร้างของบทเรียน (Models)
10. มีตัวแปร (Variables)
11. ทัพหน้าจัดการการเรียนการสอน (Computer-managed instruction)

12. สร้างไฟล์ข้อมูลนอกโปรแกรมได้ (External interface)
13. พัฒนาและนำไปใช้ต่างระบบได้ (Multiplatform development and delivery)
14. ใช้ภาษาท้องถิ่น (Local languages) ได้
15. จัดการเอกสารที่เกี่ยวข้องได้แบบอัตโนมัติ (Automatic documentation)

ส่วนประกอบของโปรแกรม

บุบผชาติ ทัพพิกรณ์ (2537 : 3 - 6) ได้กล่าวว่า ส่วนประกอบของโปรแกรม Authorware Professional ที่สำคัญมี 4 ส่วน คือ

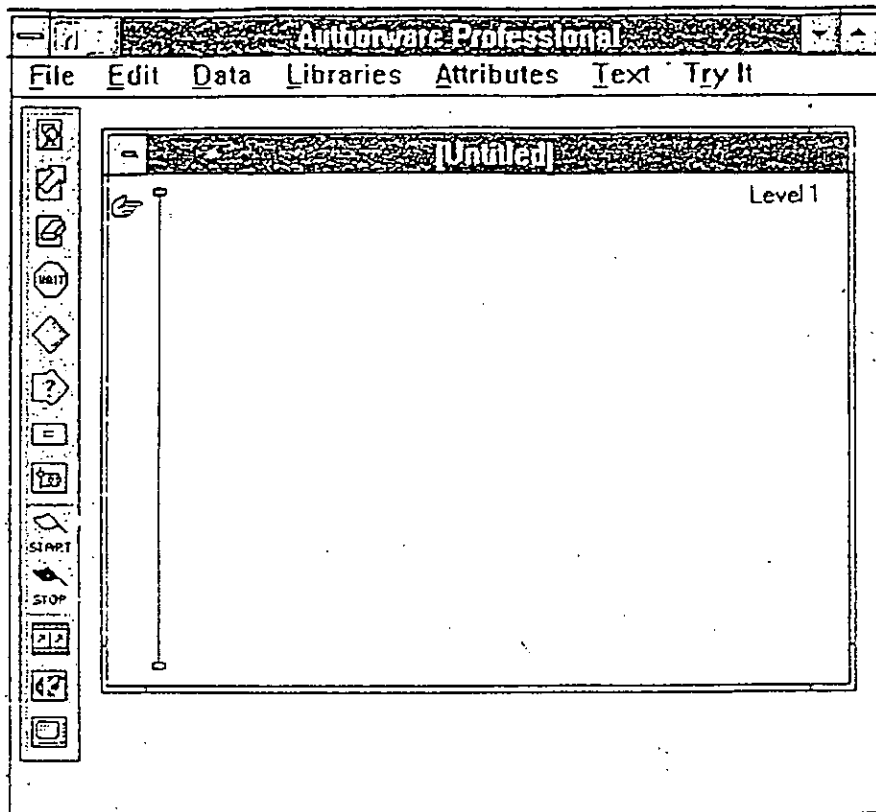
1. ส่วนของหน้าต่างโปรแกรม (Program Window) หน้าต่างของโปรแกรมมีลักษณะคล้ายคลึงกับหน้าต่างอื่น ๆ บนวินโดวส์ คือ มีแถบชื่อโปรแกรม แถบเมนู และมีแถบสัญลักษณ์ภาพ โปรแกรมจะมีแถบชื่อของหน้าต่างว่า Authorware Professional แถบเมนูจะมีรายการเมนูปรากฏอยู่ และแถบสัญลักษณ์ภาพจะมีสัญลักษณ์ภาพต่าง 13 ภาพ



ภาพประกอบ 22 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Authorware Professional

(บุปผชาติ ทักษิกรณ์. 2537 : 4)

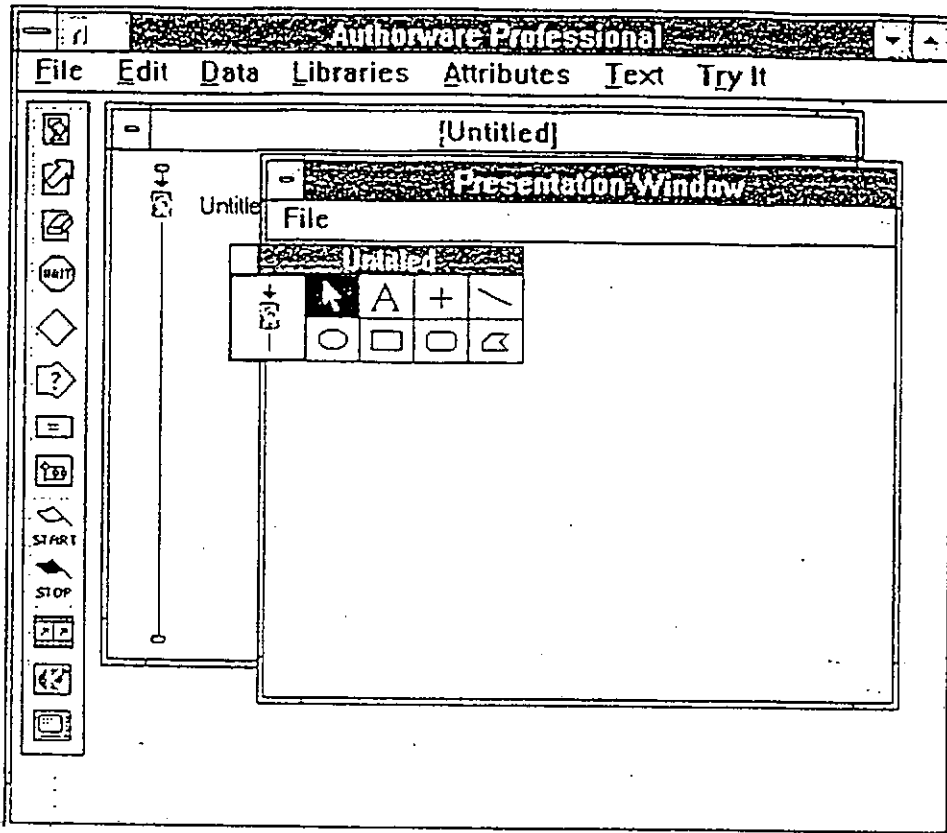
2. ส่วนออกแบบบทเรียน จะมีหน้าต่างออกแบบบทเรียน (Design window) ซึ่งประกอบด้วยแถบชื่อไฟล์ของบทเรียน และเส้นลำดับบทเรียน (Flow line) เป็นหน้าต่างที่ไม่มีแถบเมนู หน้าต่างนี้จะปรากฏเมื่อคลิกเลือกไฟล์ใหม่ หรือเรียกไฟล์ออกมาใช้ เส้นลำดับบทเรียนเป็นเส้นสำหรับนำสัญลักษณ์ภาพมาวางตามลำดับที่ออกแบบให้บทเรียนดำเนินเรื่องราว เส้นนี้จะมีรูปมือชี้แสดงตำแหน่งที่สัญลักษณ์ภาพต่อไปจะวาง หลังจากวางสัญลักษณ์ภาพบนเส้นลำดับบทเรียนแล้วสามารถใช้เมาส์ลากนำไปวางในตำแหน่งต่าง ๆ สลับที่กันไป หรือต้องการนำสัญลักษณ์ภาพทั้งหมดมาแทรกระหว่างสัญลักษณ์ที่วางไว้แล้วก็ได้ เส้นลำดับบทเรียนจะขยายยาวออกตามจำนวนของสัญลักษณ์ภาพที่วางบนเส้น แต่จะไม่นิยมทำ จะใช้วิธีรวมไว้ในสัญลักษณ์ภาพที่มีไว้สำหรับรวมกลุ่มสัญลักษณ์ภาพ ปลายเส้นลำดับบทเรียนจะมีรูปสี่เหลี่ยมใบธงเล็ก ๆ แสดงจุดต้นทาง และปลายทางของบทเรียน หน้าต่างออกแบบบทเรียนจะมีได้หลายระดับ (Level) ขึ้นอยู่กับระดับของการรวมกลุ่มสัญลักษณ์ภาพ



ภาพประกอบ 23 แสดงหน้าต่างออกแบบบทเรียน

(บุบผชาติ ทัพพิกรณ์. 2537 : 5)

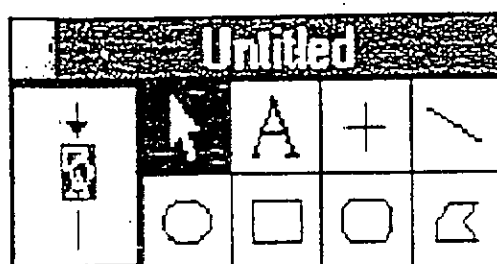
3. ส่วนนำเสนอบทเรียน จะมีหน้าต่างนำเสนอบทเรียน (Presentation Window) หน้าต่างนี้จะปรากฏเมื่อมีการเปิดสัญลักษณ์ภาพที่วางบนเส้นลำดับบทเรียน ซึ่งจะปรากฏพร้อมกล่องเครื่องมือสร้างภาพ (Graphic tool box) หน้าต่างนี้จะทำหน้าที่ในการนำเสนอกรอบบทเรียน และภาพที่นำเสนอในกรอบบทเรียนเป็นภาพที่สร้างลงบนหน้าต่างนี้โดยตรงจากกล่องเครื่องมือสร้างภาพ หรือจากการนำเข้า (Import) มาจากที่อื่น และเมื่อต้องการแก้ไขภาพก็สามารถแก้ไขภาพได้โดยตรง (Editable)



ภาพประกอบ 24 แสดงหน้าต่างนำเสนอบทเรียน

(บุณชาติ ทักษิกรณ์. 2537 : 6)

4. ส่วนเครื่องมือสร้างภาพ จะมีกล่องเครื่องมือสร้างภาพ (Graphic tool box) มีลักษณะเป็นหน้าต่าง ประกอบด้วยแถบชื่อของสัญลักษณ์ภาพที่เปิดนั้น และสัญลักษณ์ภาพนี้จะปรากฏอยู่ในกล่องเครื่องมือ ส่วนที่เหลือแบ่งออกเป็น 8 ช่อง มีเครื่องมือสำหรับเปลี่ยนตัวชี้ของเมาส์ กลับคืนดั้งเดิม มีเครื่องมือสำหรับพิมพ์ตัวอักษร และเครื่องมือสร้างรูปเรขาคณิตต่าง ๆ คือ ไม้ฉาก ไม้บรรทัด วงรี/วงกลม สี่เหลี่ยมผืนผ้า/จัตุรัส สี่เหลี่ยมมุมมน และสายเส้นวาด นอกจากนี้ ยังมีปุ่มปิดกล่องเครื่องมือสร้างภาพอยู่มุมบนซ้ายของหน้าต่างกล่องเครื่องมือ



ภาพประกอบ 25 แสดงกล่องเครื่องมือสร้างภาพ

(บุบผชาติ ทัททิกรณ์. 2537 : 6)

สัญลักษณ์ภาพออกแบบบทเรียน

สัญลักษณ์ภาพออกแบบบทเรียน (Design icon) ประกอบด้วยสัญลักษณ์ภาพ ซึ่งบุบผชาติ ทัททิกรณ์ (2537 : 20 - 21) ได้อธิบาย ไว้ดังนี้

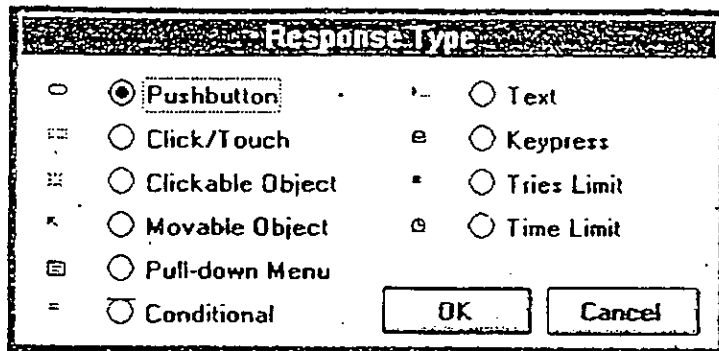
1.  Display icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการสร้างภาพ ภาพที่สร้างอาจสร้างจากเครื่องมือใน Graphic tool box หรือนำเข้ามาจากที่อื่น (Imported) ภาพที่สร้างขึ้นหรือนำเข้ามามีภาวะเป็นวัตถุ (Object) เมื่อวัตถุ Active จะสังเกตเห็นกลุ่มของด้ามจับ (Handle) อยู่ล้อมรอบวัตถุนั้น

2.  Move icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการทำหัตถ์หรือภาพที่สร้างใน Display Icon เคลื่อนที่ ซึ่งมีรูปแบบการเคลื่อนที่ให้เลือก 5 รูปแบบ เช่น เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงจากตำแหน่งเริ่มต้น ไปปลายทาง หรือเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้ด้วยความเร็วหรือเวลาที่กำหนดให้
3.  Erase icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการลบหัตถ์หรือภาพที่สร้างใน Display Icon มีเมนูให้เลือกเอฟเฟ็คของการลบ
4.  Wait icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการกำหนดให้การนำเสนอบทเรียนหยุดคอยจนกว่าจะเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น ใช้เมาส์คลิก กดปุ่มที่กำหนดบนแป้นพิมพ์ หมดเวลาที่กำหนดให้หยุดคอย เป็นต้น
5.  Decision icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการกำหนดทางเลือกว่าจะให้เลือกทางเลือกที่มีนั้นแบบสุ่ม หรือตามลำดับรายการที่มี เป็นต้น
6.  Interaction icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการกำหนดให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบกระตุ้นและการตอบสนอง กล่าวคือ ำให้สิ่งเร้า (Stimulus) คือภาพ/และหรือคำถามแก่ผู้เรียน แล้วให้ผู้เรียนตอบสนอง (Responsé) เมื่อผู้เรียนตอบสนองแล้วก็จะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียน การให้ข้อมูลย้อนกลับอาจเป็นคำชม คะแนน หรือบอกว่าถูกผิดอย่างไร หรือจะต้องทำอะไรต่อไป เป็นต้น

7.  Calculation icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ทำหน้าที่ในการคำนวณ และจัดการกับค่าของตัวแปร อาจารย์รวมสัญลักษณ์ภาพนี้เข้ากับสัญลักษณ์ภาพอื่น การมีสัญลักษณ์ภาพคำนวณช่วยให้บทเรียนมีความสมบูรณ์ขึ้น การนำไปใช้ทั้งด้านการแตกกิ่ง (Branching) ไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียน และการคำนวณคะแนนเพื่อประเมินผล เป็นต้น
8.  Map icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ทำหน้าที่รวมกลุ่มสัญลักษณ์ภาพอื่น ๆ ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ทำให้สะดวกต่อการแก้ไขและสร้างบทเรียน แต่ละส่วนประกอบย่อย ก่อนที่จะนำไปรวมเป็นองค์ประกอบใหญ่ เป็นการลดจำนวนสัญลักษณ์ภาพบนเส้นลำดับบทเรียนเดียวกัน และจากโครงสร้างหลักของบทเรียนบนเส้นลำดับบทเรียน จะมีโครงสร้างบทเรียนย่อยแฝงอยู่
9.  Movie icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำภาพที่แสดงการเคลื่อนไหวแบบภาพยนตร์ เพื่อนำมาประกอบบทเรียน เป็นสื่อสำคัญสื่อหนึ่งในระบบหลายสื่อ
10.  Sound icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการนำเสียงมาประกอบเป็นบทเรียน
11.  Video icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการนำภาพจากวิดีโอมาประกอบในบทเรียนช่วยให้บทเรียนมีสัญลักษณ์หลายสื่อ
12.  Start and Stop flag icon เป็นสัญลักษณ์ภาพเพื่อใช้กำหนดจุดเริ่มต้น และจุดหยุดบนเส้นลำดับบทเรียน เพื่อทดลองบทเรียน เฉพาะในส่วนที่ต้องการ

รูปแบบการตอบสนองการมีปฏิสัมพันธ์

บุบผชาติ ทัพพิกรณ์ (2357 : 22 - 23) ได้กล่าวว่า โปรแกรม Authorware Professional มีรูปแบบของการปฏิสัมพันธ์กำหนดไว้ทั้งหมด 9 รูปแบบ คือ



ภาพประกอบ 26 แสดงรูปแบบการตอบสนองการมีปฏิสัมพันธ์

(บุบผชาติ ทัพพิกรณ์. 2537 : 11)

1. Text response เป็นรูปแบบที่กำหนดให้ตอบสนองสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นโจทย์หรือข้อความด้วยการพิมพ์ตัวอักษร
2. Click/touch area response การตอบสนองแบบคลิกส่วนของภาพ
3. Pulldown menu response การตอบสนองแบบเลือกจากเมนู
4. Move object response การตอบสนองแบบย้ายวัตถุ
5. Keypress response การตอบสนองแบบกดปุ่มจากแป้นพิมพ์
6. Pushbutton response การตอบสนองแบบกดปุ่มจากเมาส์
7. Conditional response การตอบสนองแบบกำหนดเงื่อนไข
8. Time limit response การตอบสนองแบบกำหนดเวลา
9. Tries limit response การตอบสนองแบบกำหนดจำนวนครั้งที่ตอบ

โปรแกรม Authorware Professional จึงเป็นโปรแกรมประพันธ์บทเรียนที่ใช้งานได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ในการเขียนโปรแกรม รวมถึงสามารถนำมาใช้สร้างงานคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและผสมผสานกับสื่อได้หลายชนิด และมีความสะดวกในการนำบทเรียนไปใช้ในสภาพโดยทั่วไป

โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

โปรแกรม Authorware Professional 2.0

โปรแกรม Authorware เป็นโปรแกรมประเภท Authoring System ที่จะเป็นเครื่องมือช่วยในการสร้างโปรแกรมเขียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิธีการสร้างโปรแกรมด้วย Authorware นั้น ไม่ต้องมีขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมเหมือนโปรแกรมภาษา แต่จะเป็นการทำงานโดยการใช้สัญลักษณ์ หรือไอคอน โดยการนำไอคอนไปเรียงไว้บนเส้นลำดับบทเรียน หรือเส้นไพล์ชาร์ตที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอการทำงานเพื่อกำหนดการทำงาน หรือการแสดงผลทำการดับเบิลคลิกที่ไอคอนที่ต้องการ เมื่อจะใส่เนื้อหาข้อความหรือกำหนดคุณสมบัติอื่น ๆ ของไอคอนนั้น ๆ โปรแกรม Authorware มีคำสั่งเป็นรูปสัญลักษณ์ หรือไอคอน 11 คำสั่ง (รายละเอียดปรากฏในหัวข้อเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ Authorware)

ฮาร์ดแวร์ที่ Authorware ต้องการ

1. ไมโครคอมพิวเตอร์ตั้งแต่รุ่น 80386 ขึ้นไป และมีความเร็ว 20 MHZ ขึ้นไป
2. หน่วยความจำ (RAM) 4 MB ขึ้นไป
3. ขนาดหน่วยความจำ (Hard Disk) ที่โปรแกรมต้องการ 40 MB
4. จอสี VGA และ VGA ไม่นิโครม
5. ใช้งานร่วมกับเมาส์
6. ทำงานภายใต้ Windows Version 3.0 หรือสูงกว่า

การใช้โปรแกรมบทเรียนที่สร้างด้วย Authorware

1. ต้องรันโปรแกรมบทเรียนภายใต้ Windows
2. โปรแกรมบทเรียนที่สร้างขึ้น เวลามาใช้งานบทเรียนไม่จำเป็นต้องผ่าน

โปรแกรม Authorware

3. โปรแกรมบทเรียนที่สร้างขึ้นใช้หน่วยความจำค่อนข้างมาก

โปรแกรม Multimedia Toolbook 1.5

โปรแกรมนี้มักได้รับการกล่าวถึงอยู่เสมอว่า เป็นโปรแกรม Hyper Card สำหรับ Windows (HyperCard) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่มีชื่อเสียงมานานแล้ว แต่ทำงานโดยเฉพาะกับเครื่องแมคอินทอช) โปรแกรม Multimedia Toolbook เป็นโปรแกรมที่ใช้กระบวนการสร้างงานอีกหลากหลายวิธี ทั้งการใช้เครื่องมือที่มีอยู่บนจอ และการใช้ภาษาสคริปต์

แนวคิดของ ToolBook นั้นจะออกแบบมาเหมือนการทำงานกับสมุด หรือหนังสือมากกว่าที่จะเป็นลักษณะไฟล์ชาร์ตตามลำดับขั้นเหมือนกับโปรแกรม Authorware หนังสือหนึ่งเล่มจะถูกแบ่งออกเป็นหน้า ๆ ส่วนจะอยู่ที่หน้า ก็ขึ้นอยู่กับโปรแกรมบทเรียนที่จะสร้างขึ้น โดยหนึ่งหน้าแทนด้วยข้อมูลหนึ่งหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในแต่ละหน้าอาจจะประกอบด้วย รูปภาพ ข้อความ และที่พิเศษกว่าหนังสือธรรมดา คือ การมีปุ่ม (Button) ที่จะเป็นตัวบอกให้ผู้ใช้ทราบว่า ถ้าใช้เมาส์คลิกที่ปุ่มนั้นจะมีอะไรเกิดขึ้น

ข้อความแต่ละข้อความ ภาพแต่ละภาพ หรือปุ่มแต่ละปุ่ม จะมีลักษณะเป็น Object-Oriented คือ แต่ละส่วนจะเป็นอิสระแก่กัน หมายความว่า แต่ละส่วนของงานที่สร้างขึ้น (Object) เช่น ข้อความแต่ละข้อความ หรือภาพแต่ละภาพ เราสามารถแยกออกจากกัน เพื่อความสะดวกในการที่จะกำหนดคุณลักษณะให้แก่ส่วนต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นได้ เช่น เราอาจจะขยายภาพบางภาพบนหน้านั้น หรือเปลี่ยนแบบตัวอักษรในข้อความบางข้อความ โดยที่ข้อความอื่น ๆ ไม่เปลี่ยน โดยที่เราสามารถแยกกระทำกับแต่ละส่วนที่ได้สร้างขึ้นเป็นส่วน ๆ ไป จากนั้นผู้ใช้จะต้องเขียนสคริปต์เพื่อกำหนดการทำงานของแต่ละส่วน (Object) ด้วยภาษาโปรแกรมของ Toolbook เอง เรียกว่า "Open Script" เมื่อมีการตอบโต้จากผู้ใช้ เช่น การคลิกเมาส์ หรือป้อนคำตอบเข้ามา ส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ในที่นี้จะเริ่มทำงานตามสคริปต์คำสั่งที่เขียนขึ้นนั้น

ใน Tool Book สามารถจะแสดงใน 2 รูปแบบคือ Reader Level และ Author Level โดยที่ Reader Level หมายถึง การนำเสนอในรูปแบบของผู้ได้ ส่วน Author Level นั้นหมายถึง ความสามารถในการสร้างงานต่าง ๆ ด้วยตัวผู้ใช้เอง การใช้งานระดับ Author เมื่อสร้างผลงานแล้ว ผู้ใช้สามารถที่จะล็อก เพื่อไม่ให้มีการแก้ไขงานที่ได้สร้างไว้แล้วก็ได้

ลักษณะของ ToolBook จะคล้ายคลึงกับหนังสือ คือ จะแบ่งงานออกเป็นหน้า (Page) แต่ที่แตกต่างจากหน้าในหนังสือโดยทั่วไป ก็คือ หน้าใน Tool Book จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนหน้า (Foreground) และส่วนพื้น (Background)

Background หมายถึง Template ที่จะรองรับหน้าต่าง ๆ ของหนังสือ

Foreground หมายถึง ส่วนที่วางอยู่บน Background แต่ละหน้าจะมี Foreground ที่แตกต่างกันไป (Foreground จะแยกกันเป็นส่วน ๆ เป็นอิสระเรียกว่า Object เราสามารถทำงานกับ Object ใด ๆ ก็ได้ โดยไม่กระทบกับ Object อื่น ๆ ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า Object Oriented)

นอกจากนี้ Multimedia Tool Book ยังมีคุณสมบัติที่เป็น Hyper text กล่าวคือ มี "Hotword" ที่ช่วยให้สามารถเขียนสคริปต์เชื่อมโยง Hotword นี้ ไปยังคำหรือข้อความใด ๆ ในหน้าอื่น ๆ ก็ได้ ทำให้การสร้างคำอธิบายศัพท์แบบ Pop-up หรือการกระโดดข้ามไปยังหน้าอื่น ๆ ในหนังสือทำได้ง่ายดาย

ฮาร์ดแวร์ที่ ToolBook ต้องการ

1. ไมโครคอมพิวเตอร์ตั้งแต่รุ่น 80386 SX ความเร็ว 16 MHz
2. หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 2 MB
3. ขนาดหน่วยความจำ (Hard Disk) ที่โปรแกรมต้องการ 4 - 8 MB
(4 MB สำหรับการติดตั้งโปรแกรมพื้นฐานของ ToolBook 8 MB สำหรับการติดตั้งที่รวมเอาตัวอย่างโปรแกรมเพิ่มเติมเข้าไป)
4. จอสี VGA, EGA และ VGA ไม่นิโครม
5. ใช้งานร่วมกับเมาส์
6. ทำงานภายใต้ Windows Version 3.0 หรือสูงกว่า
7. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีช่องสำหรับอ่าน Disk Drive แบบ High Density

ขนาด 3.5 นิ้ว

การใช้โปรแกรมบทเรียนที่สร้างด้วย ToolBook

1. ใช้งานโปรแกรมบทเรียน ภายใต้ Windows
2. โปรแกรมบทเรียนที่สร้างขึ้น เมื่อใช้งานต้องรันโปรแกรมผ่าน Toolbook

โปรแกรม Thaishow 3.0

โปรแกรม Thaishow เป็นโปรแกรมในลักษณะ Authoring Language คือ โปรแกรมที่อยู่ในพื้นฐานของการเขียนคำสั่ง แต่ลักษณะของการเขียนจะ ไม่มีความซับซ้อนมากนัก โปรแกรมนี้ได้พัฒนาขึ้นจากความคิดหลักที่ว่า 1) ต้องการให้โปรแกรมใช้คำสั่งเป็นภาษาไทย ทั้งหมด เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจกับคำสั่งเหล่านั้น 2) เพื่อให้สามารถใช้งานได้กับทุกจอภาพ เช่น สามารถแสดงผลบนจอโมโนโครม จอวีจีเอโมโนโครม หรือจอสีก็ได้ 3) โปรแกรมที่สร้างสามารถใส่แอมป์บนพื้นที่ขนาด 360 KB ได้ ซึ่งส่วนมากโปรแกรมต่างประเทศมักจะทำไม่ได้ 4) สำหรับการติดต่อเพื่อขอแก้ไข หรือ UP Grade โปรแกรมโดยตรงกับผู้พัฒนาต่างประเทศจะทำได้ยาก

จากแนวคิดต่าง ๆ เหล่านี้ ทำให้ผู้สร้างลงมือพัฒนาโปรแกรม Thaishow ขึ้นมา

ไฟล์ที่สำคัญของ Thaishow

1. Thaishow.exe ไฟล์สำหรับอ่านเนื้อเรื่องที่เขียนไว้ มาแสดงผลบนจอภาพตามที่ผู้เขียนได้กำหนดเนื้อเรื่องไว้

2. Tshow 1.sha ฟอนต์อักขระแบบเวกเตอร์แบบที่หนึ่ง

3. Tshow2.sha ฟอนต์อักขระแบบเวกเตอร์แบบที่สอง

4. Symbol. fon ไฟล์เก็บอักขระพิเศษ

5. Thaishow.pic ไฟล์ภาพขนาด 88 บ 52 จุด มีอยู่ 111 ภาพ ซึ่งเราเรียกภาพเหล่านี้มาแสดงได้ด้วยคำสั่งของ Thaishow เอง ถ้าใช้คำสั่ง "ลงภาพ" ที่เรียกใช้ไฟล์นี้ในเนื้อเรื่อง จะต้องใส่เลขไปรษณีย์ด้วย

6. Hidtext.exe ไฟล์สำหรับซ่อนรหัสของเนื้อเรื่อง เพื่อไม่ให้ผู้อื่นอ่านและแก้ไขได้

7. Savescn.exe เบลิตแมสไฟล์เพื่อทำการจับภาพ ที่รันด้วยไฟล์กราฟิกอื่น ๆ มาใช้งาน โดยจะเก็บรหัสของภาพเข้ามาด้วย ใช้ได้กับจอวีจีเอเท่านั้น

8. Savescn2.exe เรลิเตนต์ไฟล์เพื่อจับภาพที่รันด้วยไฟล์กราฟอื่น ๆ โดยจะเก็บเฉพาะรหัสของภาพเท่านั้น ใช้ได้ทั้งจอสีและจอโมโนโครม

9. Cutp16.ede ไฟล์สำหรับเรียกภาพที่ได้จากการเก็บหน้าจอ ด้วยไฟล์ในข้อ 7 มาปรากฏบนจอภาพ เพื่อกำหนดขอบเขตของกรอบภาพที่ต้องการ แล้วเก็บลงในไฟล์ใหม่ เพื่อลดขนาดของไฟล์ภาพ

10. Cutp 02.exe ไฟล์ทำงานในลักษณะเดียวกันกับข้อ 9 แต่ใช้กับภาพที่ได้จากการเก็บหน้าจอด้วยไฟล์ในข้อ 8

11. Printscn.exe เรลิเตนต์ไฟล์เพื่อลอกภาพหน้าจอ ลงบนเครื่องพิมพ์แบบหัวเข็ม

12. Song.exe ไฟล์สำหรับทดสอบคำสั่งการสร้างเสียงที่เขียนขึ้น ใช้ประกอบในโปรแกรม Thaishow

ฮาร์ดแวร์ที่ Thaishow ใช้

โปรแกรม Thaishow ได้พัฒนาขึ้นมาด้วยภาษาปาสคาลบน PC DOS ดังนั้นฮาร์ดแวร์ที่ใช้กับโปรแกรม ควรเป็นดังนี้

1. เป็นเครื่อง PC/XT หรือ PC/AT ขนาดหน่วยความจำ 640 KB ขึ้นไป ซึ่งทำให้รันกับเครื่องรุ่น 80286, 80386 หรือ 80486 ก็ได้

2. มีเครื่องอ่านแผ่นบันทึก (Disk Drive) อย่างน้อยหนึ่งเครื่อง

3. จอภาพใช้ได้ทั้งจอภาพโมโนโครม วีจีเอโมโนโครม และจอวีจีเอ

ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานมี 2 แผ่นคือ

1. แผ่นโปรแกรมพิมพ์เอกสาร สำหรับใช้เขียนเนื้อเรื่อง

2. แผ่นโปรแกรม Thaishow เพื่อนำเนื้อเรื่องมาแสดงผลกราฟิกบนจอภาพ

การสร้างบทเรียนจากโปรแกรม Thaishow จะใช้คำสั่งเป็นภาษาไทยทั้งหมด โดยโปรแกรมนี้ไม่มีส่วนการเขียนโปรแกรมเป็นของตนเอง แต่ใช้ส่นนี้จากโปรแกรมพิมพ์เอกสาร มาช่วยงาน สำหรับการเขียนโปรแกรมแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของโปรแกรมย่อยกับส่วนของโปรแกรมหลัก โดยต้องเขียนโปรแกรมย่อยก่อน แล้วเขียนโปรแกรมหลักปิดท้าย โปรแกรมหลักนั้นเป็นส่วนของการเรียกใช้โปรแกรมย่อยเท่านั้น (โดยการใช้ชื่อโปรแกรมย่อย)

การใช้โปรแกรมที่สร้างแล้ว

1. ใช้งานโปรแกรมบทเรียน ภายใต้อายุ DOS
2. ต้องสำเนาไฟล์หลัก 4 ไฟล์ ของโปรแกรม Thaishow ลงไปในแผ่นที่ใช้งานคือ Thaishow.exe, tshow1.sha, tshow2.sha, symbol.fon เพราะเป็นไฟล์ที่จำเป็นต่อการนำเสนอภาพกราฟิก บนจอภาพทุกไฟล์

3. โปรแกรมบทเรียนสามารถใช้ได้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ที่ไม่มีฮาร์ดดิสก์
4. โปรแกรมบทเรียนสามารถบรรจุในแผ่นบันทึกขนาด 360 KB เพียง 1 แผ่น
5. นอกจากการใช้คีย์บอร์ด สามารถใช้เมาส์เลือกเมนู หรือเลือกข้อสอบได้

โปรแกรมไทยทัศน์ 2.0

โปรแกรมไทยทัศน์ (Thai Authoring System) เป็นส่วนหนึ่งของโครงการที่ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติได้ให้ความสนับสนุน เนื่องด้วยได้เล็งเห็นความสำคัญ และประโยชน์ของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ เป็นสื่อเพื่อการศึกษา รวมทั้งได้ตระหนักถึงปัญหา การขาดแคลน ระบบช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Authoring System) ที่เป็นภาษาไทย โปรแกรมไทยทัศน์เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถขั้นพื้นฐาน โดยมุ่งเน้นการใช้งานง่าย เพื่อให้ผู้ใช้โดยเฉพาะผู้ที่มีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ไม่มากนัก สามารถใช้สร้างบทเรียนตามที่ต้องการได้ รูปแบบโปรแกรมได้เน้นความสะดวกในการใช้งาน เพราะคำสั่งต่าง ๆ ได้รับการออกแบบให้เป็นแบบเมนู หรือรายการเลือกบนหน้าจอ โดยผู้ใช้สามารถปฏิบัติการจัดข้อความ และกราฟิกผ่านจอภาพ โดยไม่จำเป็นต้องพะวงต่อการจำคำสั่ง โปรแกรมไทยทัศน์นี้เน้นการทำงานที่ใช้หน่วยความจำน้อย เพราะโปรแกรมสามารถบรรจุและทำงานได้ด้วยแผ่นบันทึกที่มีความจุ 360 KB และเช่นเดียวกับการเก็บโปรแกรมบทเรียนของโปรแกรมระบบนี้ เน้นการใช้หน่วยความจำให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ และคำนึงถึงข้อจำกัดของผู้ใช้ที่มีจอภาพไมโครและจอสี

โปรแกรมไทยทัศน์ 2.0 ประกอบด้วยโครงสร้างต่อไปนี้

1. Tas_I.EXD เป็นโปรแกรมช่วยสร้างภาพ ซึ่งสามารถเก็บได้ 2 ลักษณะ คือ
 - ก) ภาพหลายสี สกูล .FIG
 - 2) ภาพสีเดียว สกูล .TAS

นอกจากนี้ยังสามารถอ่านฟอร์แมตของภาพอีก 4 สกุล คือ .FIG .TAS .PIC จับ (Capture) มาจากหน้าจอภาพ รวมทั้งยังสามารถอ่านภาพจากโปรแกรม Print Master ได้อีกด้วย และเมื่ออ่านเข้ามาในเอดิเตอร์ของโปรแกรม TAS_I.EXE แล้วจะเก็บบันทึกภาพในฟอร์แมตของ TAS_I.EXE ได้ทันที

เครื่องมือที่ช่วยสร้างภาพในเอดิเตอร์ของ TAS_I.EXE ได้แก่ การลงข้อความ ซึ่งสามารถทำได้สองขนาดคือ ตัวอักษรขนาดปกติและตัวอักษรขนาดใหญ่ รวมทั้งสามารถลงข้อความบนพื้นสีต่าง ๆ และลวดลายต่าง ๆ ได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถลงจุดลากเส้นตรง สร้างวงกลม สร้างวงรี สร้างรูปสี่เหลี่ยม สำหรับการสร้างวงกลม วงรี หรือสี่เหลี่ยม สามารถแรเงาเป็นลวดลายที่แตกต่างกันได้ 11 แบบ

ภาพที่สร้างไว้แล้วสามารถจัดให้มีลักษณะที่แตกต่างกันได้อีก 5 ลักษณะคือ กลับภาพบน-ล่าง กลับภาพซ้าย-ขวา กลับสีของภาพ จัดให้ภาพเบ้ซ้าย และจัดให้ภาพเบ้ขวา

2. TAS _II.EXE มีหน้าที่หลักดังนี้

2.1 สร้างเนื้อเรื่องที่จะนำไว้บนระบบของไทยทัศน์ ซึ่งสามารถแยกสร้างเป็นส่วน ๆ ได้ โดยใช้คำสั่งได้สูงสุด 2,000 คำสั่งต่อหนึ่งไฟล์เนื้อเรื่อง

2.2 แก้ไขและแทรกเนื้อเรื่องที่ได้เขียนไว้เดิม

2.3 นำเนื้อเรื่องที่เขียนไว้เป็นส่วนย่อย ๆ นั้นมารวมกันเป็นเนื้อเรื่องเดียวกัน ไฟล์ที่ใช้ประกอบกับการทำงานของโปรแกรม TAS_II.EXE ได้แก่

2.1 แฟ้มภาพที่ได้เขียนไว้จากโปรแกรม TAS_I.EXE

2.2 แฟ้มเอกสารที่ได้กำหนดเนื้อเรื่องย่อย เช่น ข้อสอบหนึ่งข้อคำอธิบายสั้น ๆ

โดยแต่ละแฟ้มเอกสารที่จะใช้งานรวมนี้จะมีได้ไม่เกิน 10 บรรทัด (ตั้งแต่บรรทัดที่ 11 เป็นต้นไป โปรแกรมจะไม่นำอ่าน)

2.3 ไฟล์เนื้อเรื่องที่เขียนไว้เดิม (ในการที่ต้องการนำมาแก้ไขหรือเพิ่มเติม)

โดยทุก ๆ ไฟล์ที่กล่าวถึงนี้จะต้องอยู่ในแผ่นหรือ Path เดียวกันทั้งหมดเท่านั้น ทั้งนี้เพราะว่าไฟล์ทำงานในการอ่านเขียนไฟล์ใน Path เดียวเท่านั้น

3. TAS _III.EXE มีหน้าที่หลักดังนี้

3.1 สร้างตารางไฟล์ *.TSF เพื่อใช้ในการลงลำดับไฟล์ที่ต้องการให้แสดง

3.2 นำไฟล์ *.TSF ที่เขียนไว้แล้วมาเปลี่ยนเป็นไฟล์ *.TS เพื่อใช้งานในโปรแกรม TAS.EXE

โปรแกรมที่ต้องใช้งานร่วมด้วย คือ โปรแกรมพิมพ์เอกสาร เช่น ราชวิถีเวิร์ดพีซี RW หรือเวิร์ดจุฬา CW เพื่อใช้ลงลำดับไฟล์ที่ต้องการให้รัน

4. TAS.EXE เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการแสดงผลเนื้อเรื่องที่มีทั้งข้อความและรูปภาพให้ปรากฏบนจอภาพ ตามลำดับเนื้อเรื่องที่กำหนดไว้ โดยจะแสดงผลเฉพาะแฟ้มที่ผ่านการทำงานในระบบไทยทัศน์เท่านั้น

ตารางเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมทั้ง 4 โปรแกรม ในด้านต่าง ๆ

รายการ	Authorware	ToolBook	Thaishow	Thaitas
<u>ความสามารถทางด้านตัวอักษร</u>				
1. ขนาดของตัวอักษร (Size)	มีให้เลือกหลายขนาด	มีให้เลือกหลายขนาด	สามารถทำได้ประมาณ 5 ขนาด	มีให้เลือก 2 ขนาด
2. รูปแบบตัวอักษร (Font)	มีให้เลือกหลายแบบ	มีให้เลือกแบบ	มีให้เลือก 2 แบบ	ไม่มีให้เลือก
3. รูปแบบตัวอักษร (Pattern)				
- ทำตัวหนา/บาง	/	/	/	X
- ทำตัวขีดเส้นใต้	/	/	/	/
- ทำตัวเอียง	/	/	/	/
- ทำตัวแนวเฉียง	X	X	/	X
- ทำตัวแนวตั้ง	X	X	X	/

รายการ	Authorware	ToolBook	Thaishow	Thaitas
- สร้างเงาตัวอักษร	X	X	X	X
- ทำตัวเลขเศษส่วน	X	X	/	X
- ทำเลขยกกำลัง	X	X	/	X
- ทำตัวเลขท้อยท้าย	X	X	/	X
- ทำตัวเลขไทย	/	/	/	X
4. การเติม/เปลี่ยนสีตัวอักษร	/	/	/	/
5. การจัดวางตำแหน่งของตัวอักษร	ใช้เมาส์ลากไปวางตรงตำแหน่งที่ต้องการ	ใช้เมาส์ลากไปวางตรงตำแหน่งที่ต้องการ	ใช้เขียนคำสั่งกำหนดจุดบนหน้าจอ	ใช้การเลื่อนแป้นลูกศรไปตำแหน่งที่ต้องการ
6. มีตารางกำหนดตำแหน่งบนจอภาพ (Grid)	/	/	X	X
<u>ความสามารถทางด้านกราฟิก</u>				
1. การมีเครื่องมือช่วยสร้างภาพกราฟิกบนจอภาพ	/	/	X	/
2. ความสามารถในการทำงานกราฟิกผ่านจอภาพ	/	/	X	/
3. เส้นกรอบ (Outline)				
- ความหนาของเส้นกรอบ	มี 4 ขนาดให้เลือก มีเส้นทึบและเส้นจุด	มี 6 ขนาดให้เลือก มีเส้นจุด เส้นประ และเส้นทึบ	X	มี 2 ขนาดให้เลือกและมี 3 แบบ คือ เส้นจุด เส้นประ และเส้นทึบ

รายการ	Authorware	ToolBook	Thaishow	Thaitas
- เปลี่ยนสีเส้นกรอบ	/	/	/	/
4. การเลือกสีเพื่อระบาย กราฟิก	มีตารางสี ปรากฏให้เลือก บนจอภาพเลือก โดยใช้เมาส์ มี 16 สี	มีตารางสี ปรากฏให้ เลือกบนจอ ภาพเลือก โดยใช้เมาส์ มี 16 สี	ใช้การพิมพ์ คำสั่ง มีสีให้ เลือก 16 สี	มีตารางสี ปรากฏบนจอ ให้เลือก โดยการใส่ แป้นลูกศร
รูปแบบของสี สีทึบ สีจาง	/	/	X	X
5. การปรับขนาดกราฟิก	ปรับโดยใช้เมาส์	ปรับโดยใช้	X	X
6. ภาพสะสมในโปรแกรม	/	/	/	X
7. การเรียกภาพสะสม มาใช้งาน	เลือกจากเมนู Import ภาพ บนหน้าจอ	ใช้หลักการ Copy และ Paste เช่น เดียวกับการ ทำงานบนวินโดว	ใช้การเขียน คำสั่ง	X
8. ความสามารถในการ เปลี่ยนแปลง เพิ่มเติม สีให้แก่ภาพสะสมที่นำมา ใช้งาน	เปลี่ยนแปลงสีได้ กับรูปที่มีสีขาวดำ ได้เท่านั้น	/	/	X

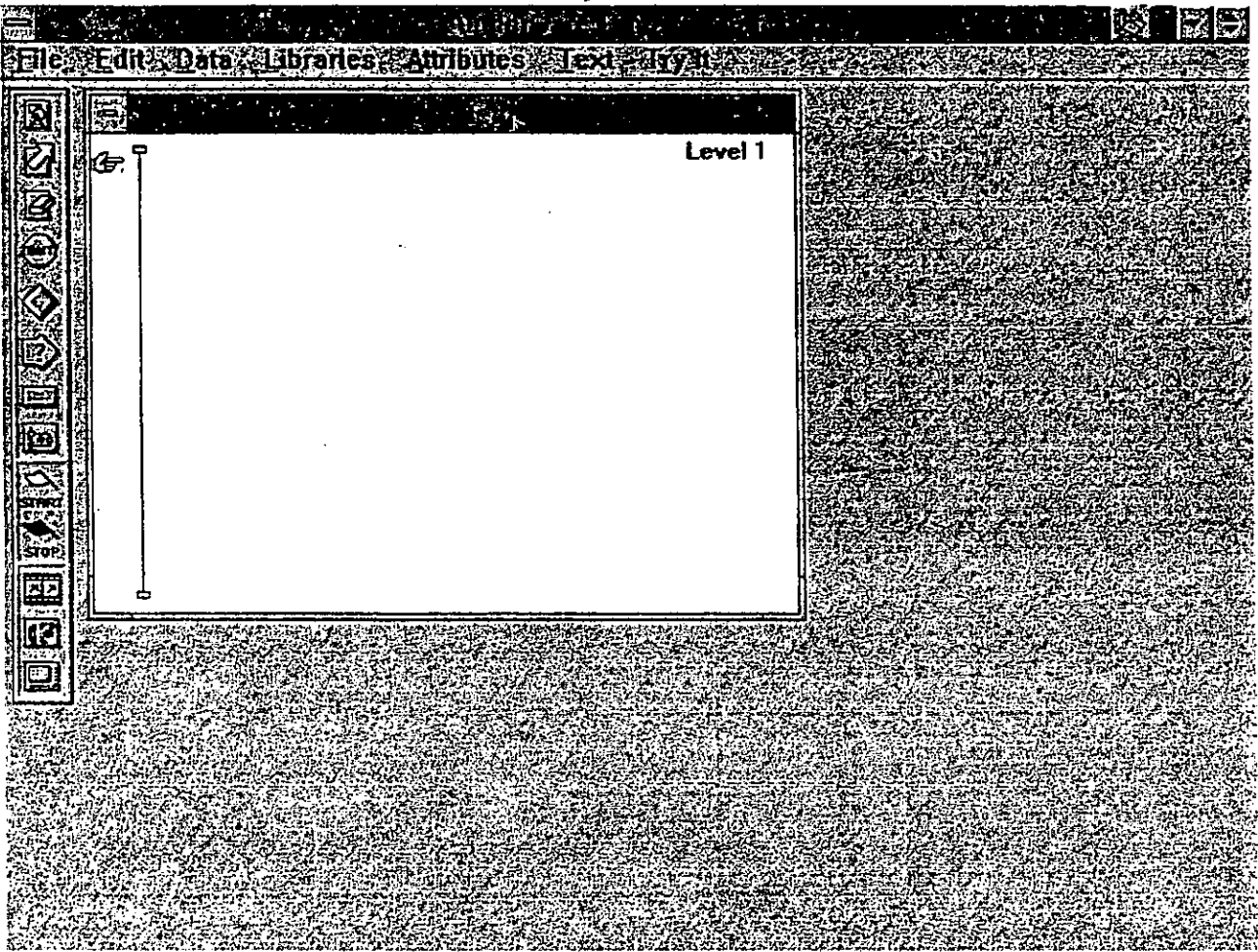
รายการ	Authorware	ToolBook	Thaishow	Thaitas
9. ความสามารถในการปรับ ขนาดและสัดส่วนของภาพ สะสมที่นำมาใช้งาน	/	/	ปรับได้ 1 ขนาดคือ ภาพที่ขยายทั้งด้าน กว้างและด้านยาว	X
10. การรับภาพจากการสแกน	/	/	/	/
<u>Animation</u>				
1. การเคลื่อนที่ของตัวอักษร และภาพกราฟิก	สามารถทำได้ โดยการลากเมาส์ เพื่อกำหนดทิศทาง หรือทำตาม Path ที่กำหนดไว้ใน โปรแกรม	สามารถทำได้ โดยใช้เมาส์ กำหนดทิศทาง และใช้การ เขียนคำสั่ง เพิ่มเติม	ใช้การเขียน คำสั่งกำหนดจุด	เลือกรายการ จากเมนูและ ปุ่มการทำงาน ต่าง ๆ
2. ทิศทางของการเคลื่อนที่	ได้ทุกทิศทาง	ได้ทุกทิศทาง	เฉพาะแนวตั้ง และแนวนอน	เฉพาะแนวตั้ง และแนวนอน
3. การกะพริบของตัวอักษร และภาพกราฟิก	X	/	/	/
4. มีตัวอย่างภาพเคลื่อนไหว	/	/	X	X
<u>ความสามารถด้านเสียง</u>				
1. สามารถบันทึกเสียงดนตรี หรือคำบรรยายได้	/	/	X	X
2. มีเสียงหลัก ๆ ที่สามารถนำ มาใช้ในโปรแกรมบทเรียนได้	X	X	/	X

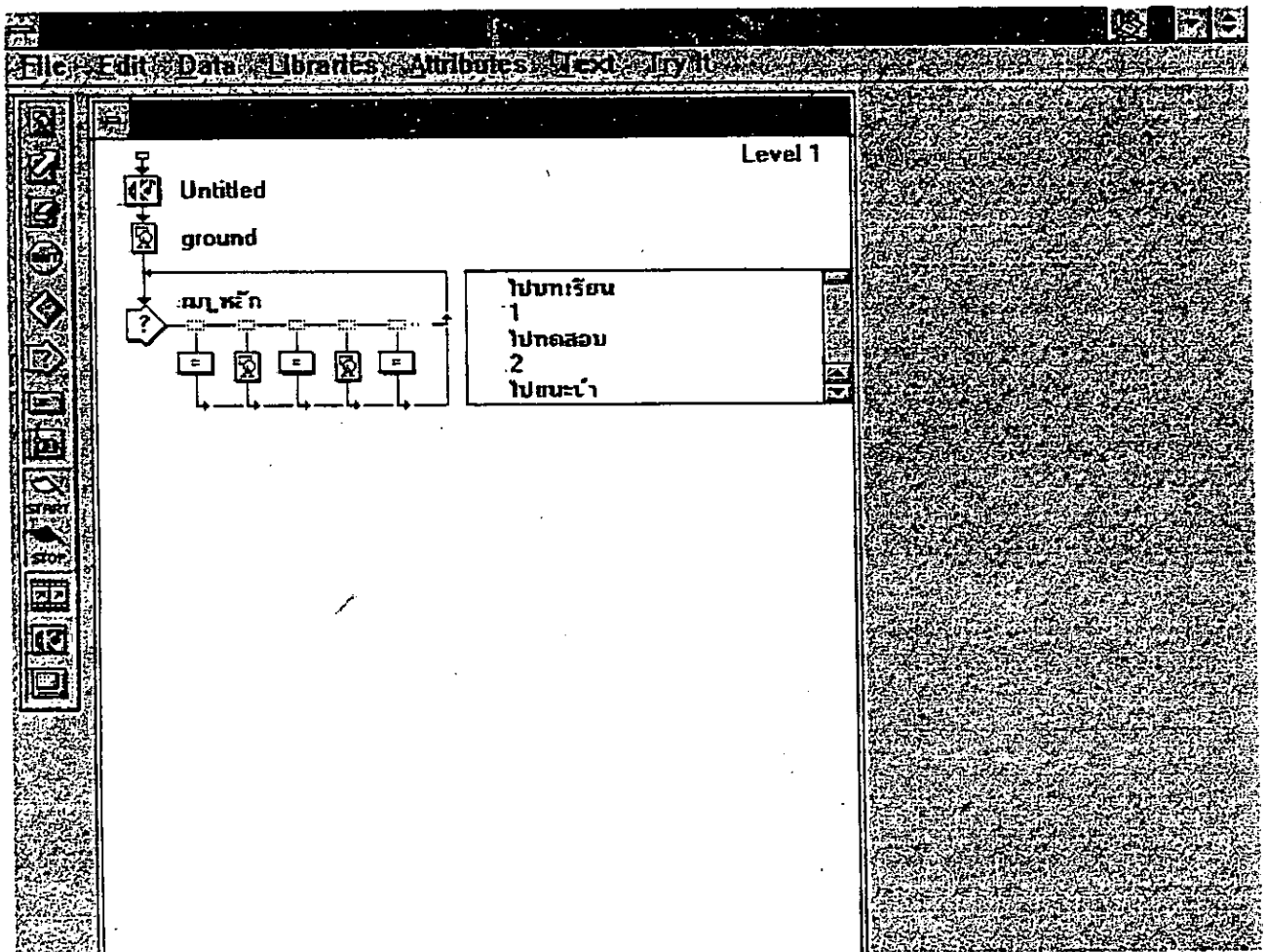
รายการ	Authorware	ToolBook	Thaishow	Thaitas
3. สามารถสร้างเสียงจากการกำหนดตัวโต้ตอบในโปรแกรม	X	X	/	X
<u>ความสามารถด้านองค์ประกอบทั่วไปของโปรแกรม</u>				
1. การมี Special Effect ในการปรากฏภาพ และการลบภาพหน้าจอ	มีให้เลือกหลายแบบ เลือกโดยใช้เมาส์ จากเมนูบนหน้าจอ	มี Special effect ให้ใช้ ทำโดยการเขียนคำสั่ง		
2. ความสามารถในการทำงานเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก	วีดิทัศน์ CD-ROM		X	X
3. การมีขนาดต่าง ๆ ของการแสดงผลบนหน้าจอให้	/	X	X	X
4. การซ่อนคำสั่งเพื่อป้องกันการแก้ไข	X	X	/	X
5. ความสามารถในการสร้างตัว Hotword	X	/	X	X
6. การกำหนดสีพื้นหลังของจอภาพ	โดยการเลือกจากเมนู	โดยการเลือกจากเมนู	โดยการเขียนคำสั่ง	โดยการเลือกจากรายการ
7. การรันเพื่อทดสอบโปรแกรมที่สร้างขึ้น	ทำโดยใช้สัญลักษณ์ธงดำ และธงขาวเพื่อกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการรันโปรแกรมเพื่อทดสอบ	X	X	X

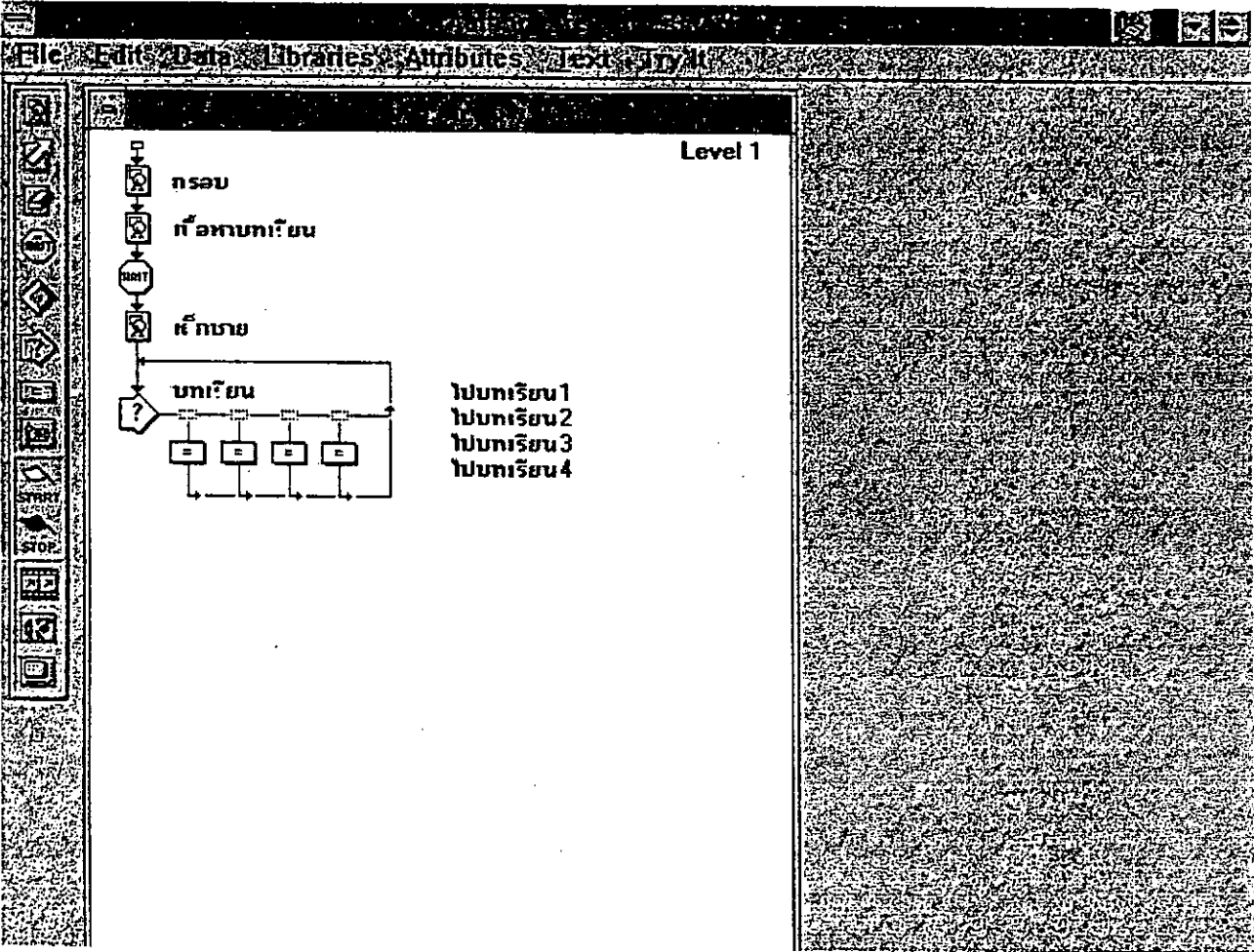
รายการ	Authorware	ToolBook	Thaishow	Thaitas
8. ความสามารถในการทำงานร่วมกับระบบ				
Net-Work	/	X	X	X
ลักษณะการใช้งานโปรแกรม	ใช้ไอคอนต่าง ๆ วางบนเส้นโฟลว์ชาร์ต แล้วเปิดไอคอนเพื่อทำงาน สามารถทำงานบนหน้าจอ โดยมีเมนู ให้เลือกใช้	ทำงานต่าง ๆ โดยการเลือกทำงานจากเมนูบนหน้าจอ และ ToolBox ที่มีให้และต้องเขียนคำสั่งเพิ่มเติมสำหรับงานที่ต้องการความซับซ้อนมากขึ้น	ต้องใช้ 2 โปรแกรม คือ 1.โปรแกรม พิมพ์เอกสาร 1.โปรแกรม พิมพ์เอกสาร สำหรับเขียนเนื้อเรื่อง 2.โปรแกรม สำหรับเขียนคำสั่ง (ภาษาไทย) สร้างงานกราฟิก 2.โปรแกรม จัดงานข้อความ Thaishow สำหรับนำเนื้อเรื่องที่เขียนไว้แล้ว มาเรียงกันการทำงานเพื่อแสดงผลบนจอภาพ	ใช้ 2 โปรแกรม คือ 1.โปรแกรม พิมพ์เอกสาร สำหรับเขียนเนื้อเรื่อง 2.โปรแกรม ไทยทัศน์ สำหรับสร้างงานกราฟิก จัดงานข้อความ และกราฟิก เรียงลำดับเนื้อเรื่องและเรียงการทำงาน เพื่อแสดงผลบนจอภาพ

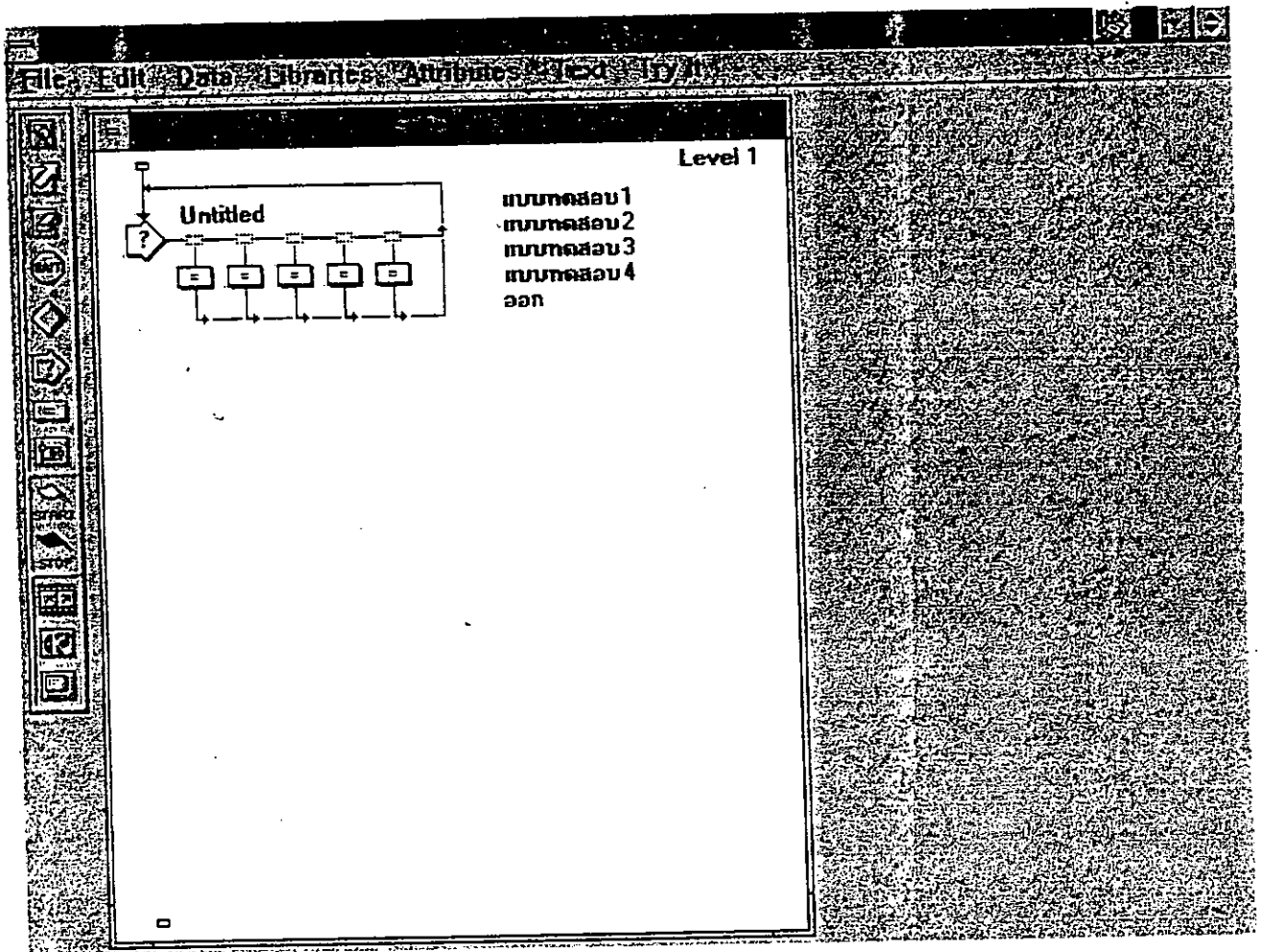
ภาคผนวก ข

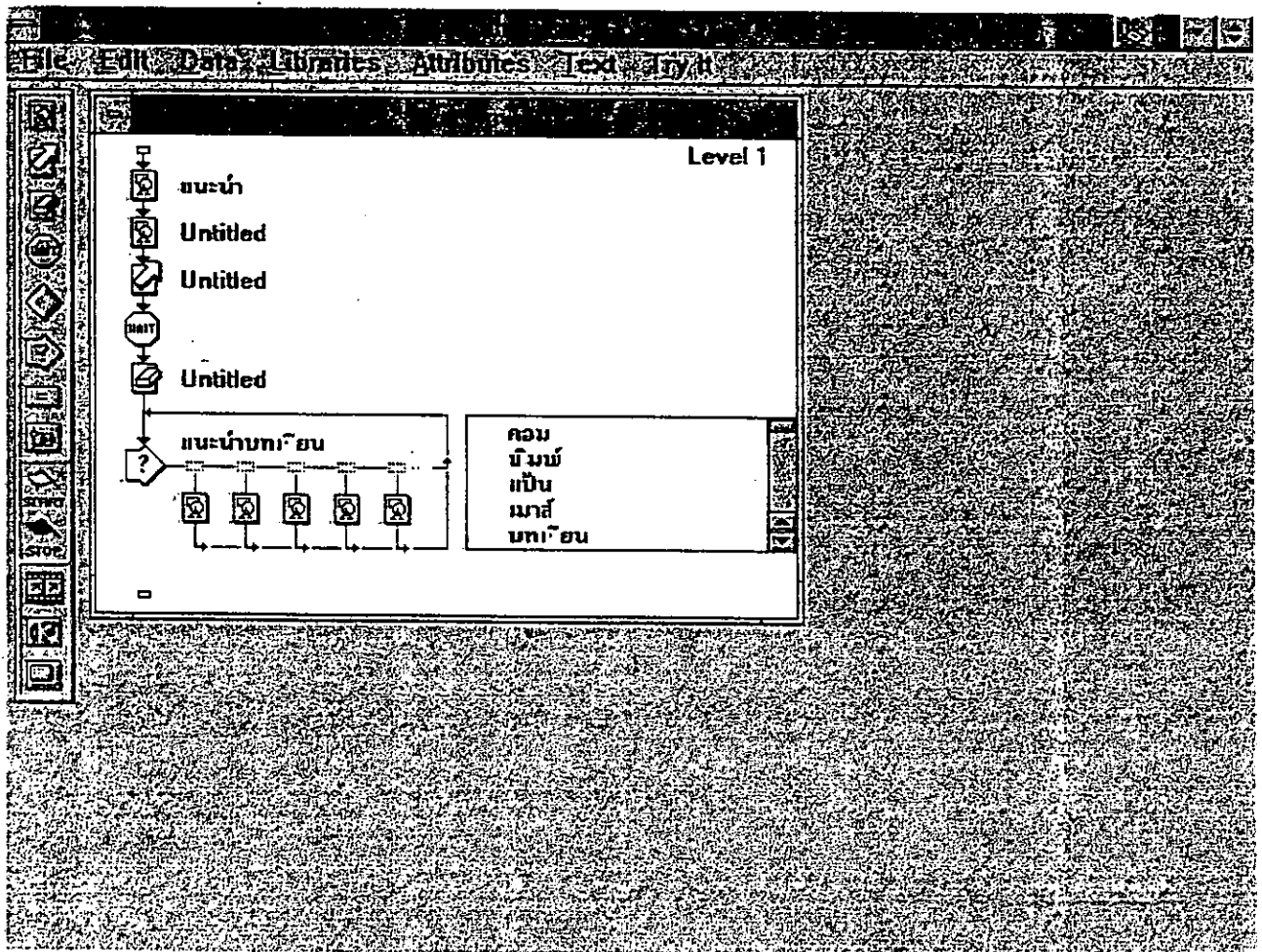
ตัวอย่างนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมีัดมีเดีย
สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น

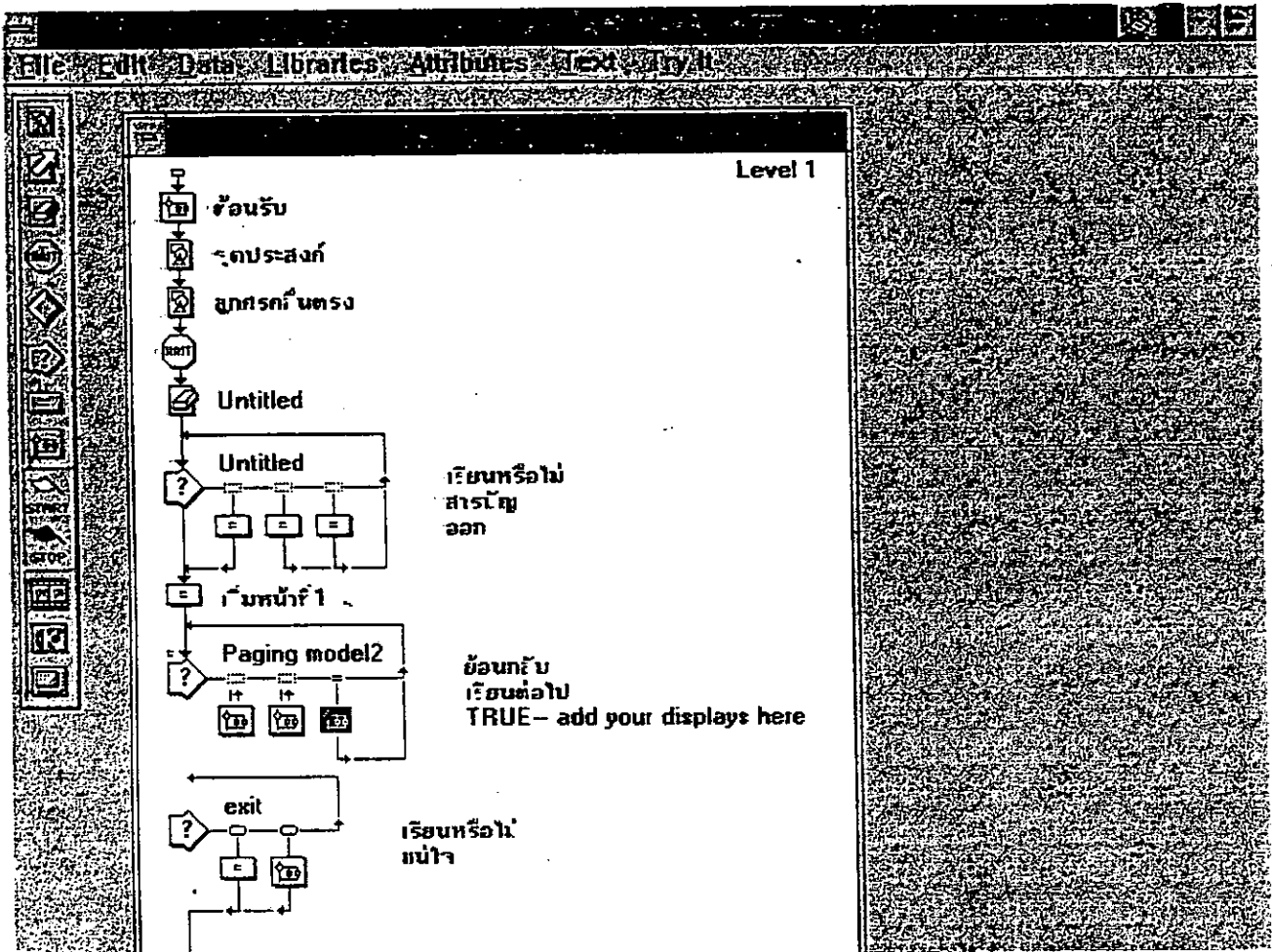


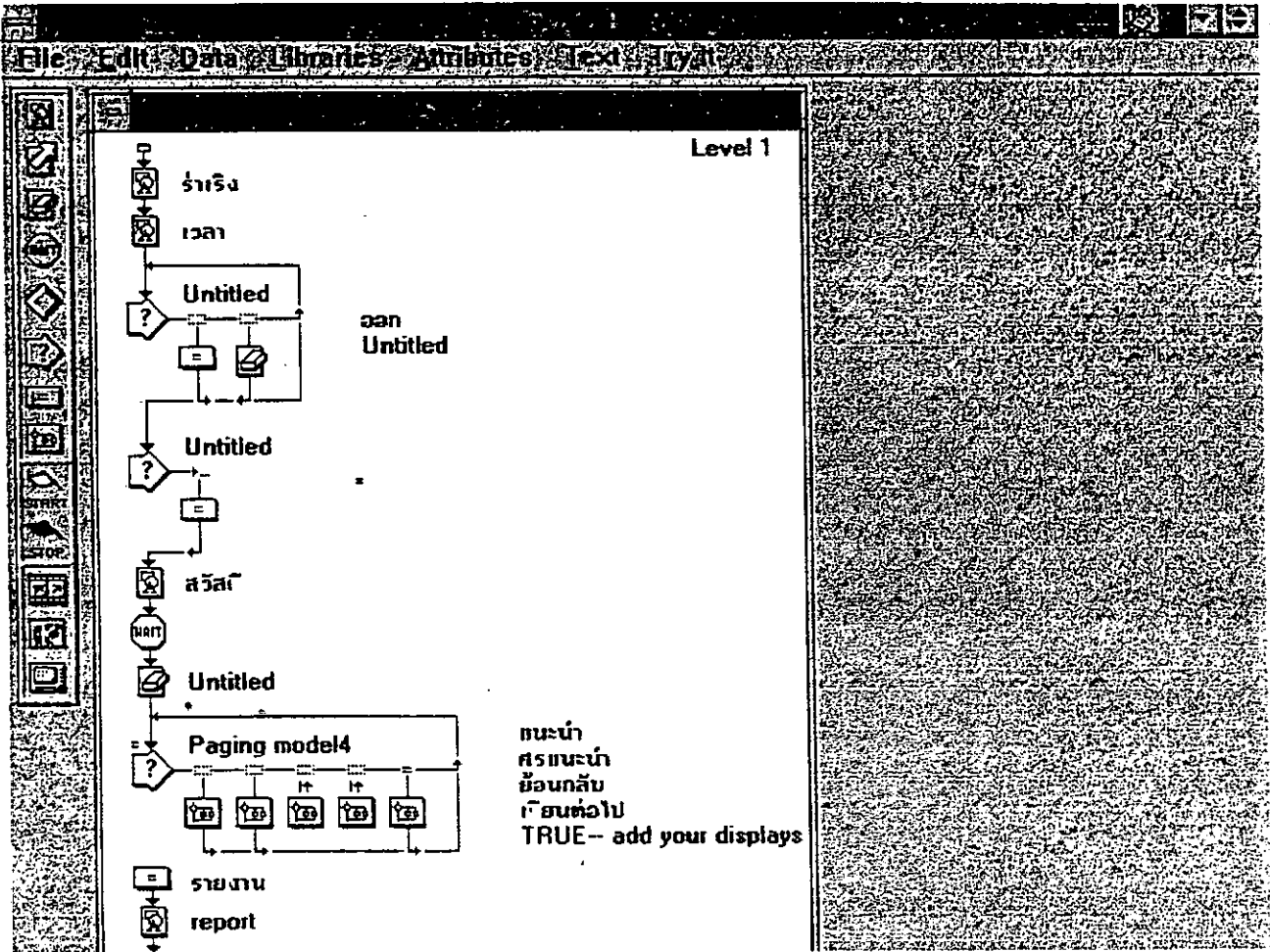


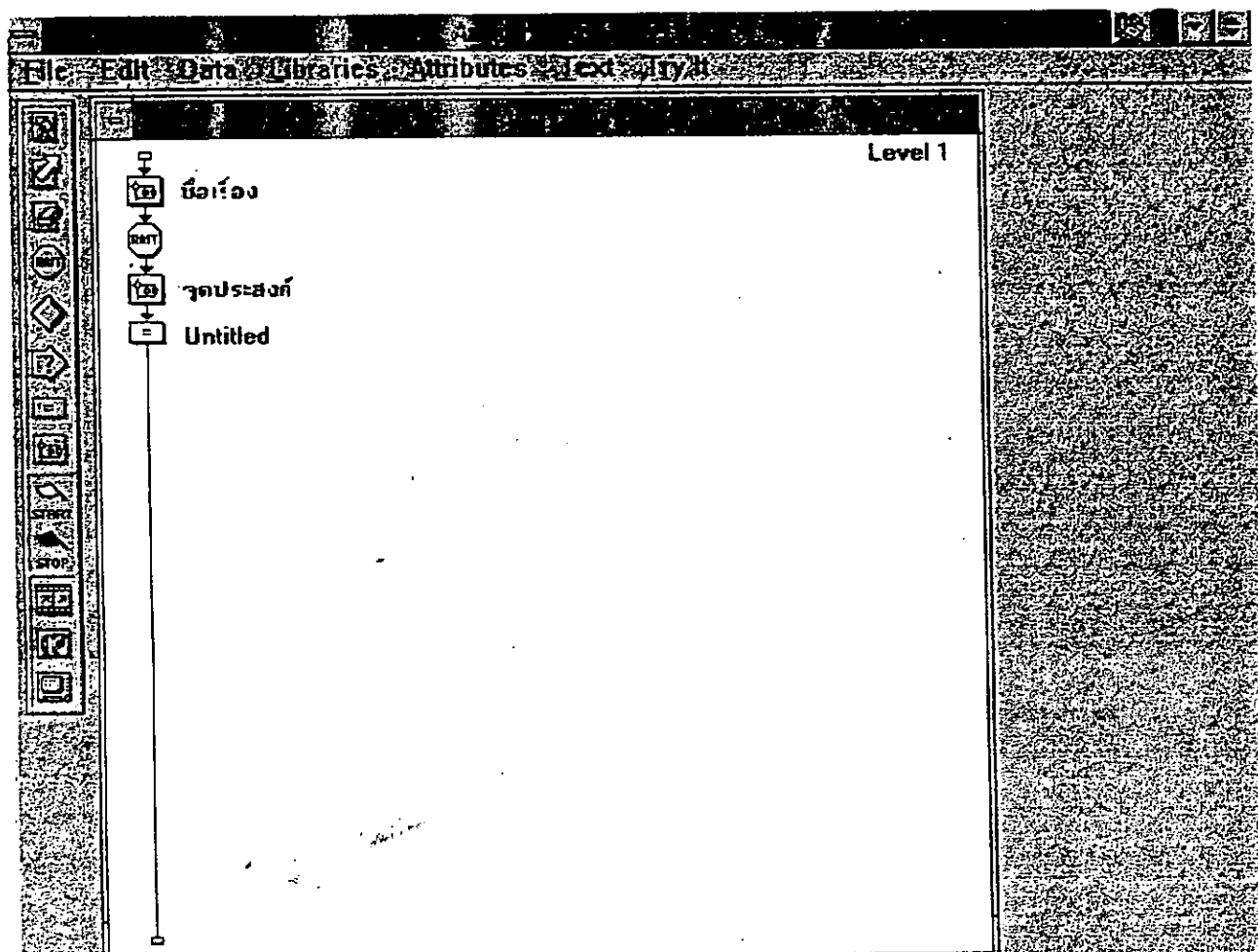












บทละครคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบมีลำดับเดียว

เรื่อง

ปรากฏการณ์คลื่น

จัดทำโดย

ดร. สิริพร วรรณานา วงศ์บุญ

คลังความรู้

ปกิณยานุ

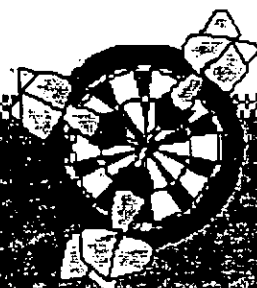
ดร. อนุพงษ์ เจริญพิทย

ดร. ณสรณ์ ผลโกศ

ดร. สรชัย

ลิขิต

พิมพ์ที่



1. อธิบายการเคลื่อนที่ ประเภทเคลื่อนที่ตามขวาง และเคลื่อนที่ตามยาว

2. บอกความหมายของเส้นเคลื่อนที่ ทิศเคลื่อนที่ แอมพลิจูด

ความยาวเคลื่อนที่ อัตราเร็วเคลื่อนที่ ความถี่ คาบ เฟส เหน้เคลื่อนที่

3. อธิบายความแตกต่างระหว่างคลื่นกล และคลื่นต่อเนื่อง

4. อธิบายการซ้อนทับของคลื่น และผลที่เกิดขึ้นเมื่อคลื่นเกิดการซ้อนทับ

ทลิกต่อไป

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบจำลองมีเดีย

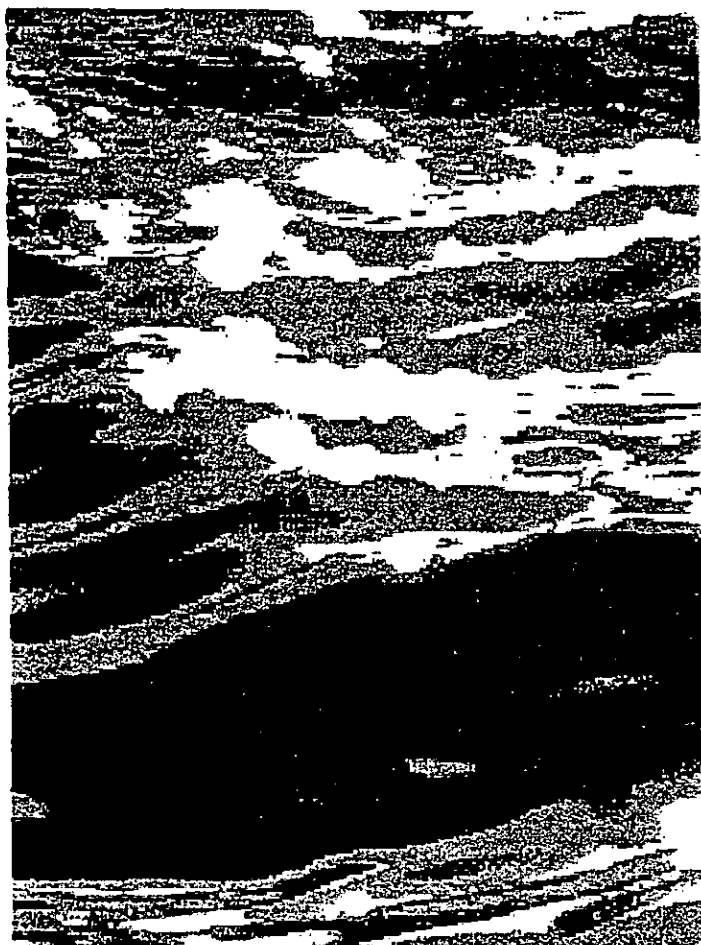
เรื่อง

ปรากฏการณ์คลื่น : สมบัติของคลื่น

จัดทำโดย

นางสาวสมปรารถนา วงศ์บุญหนัก

กลิตต่อไป

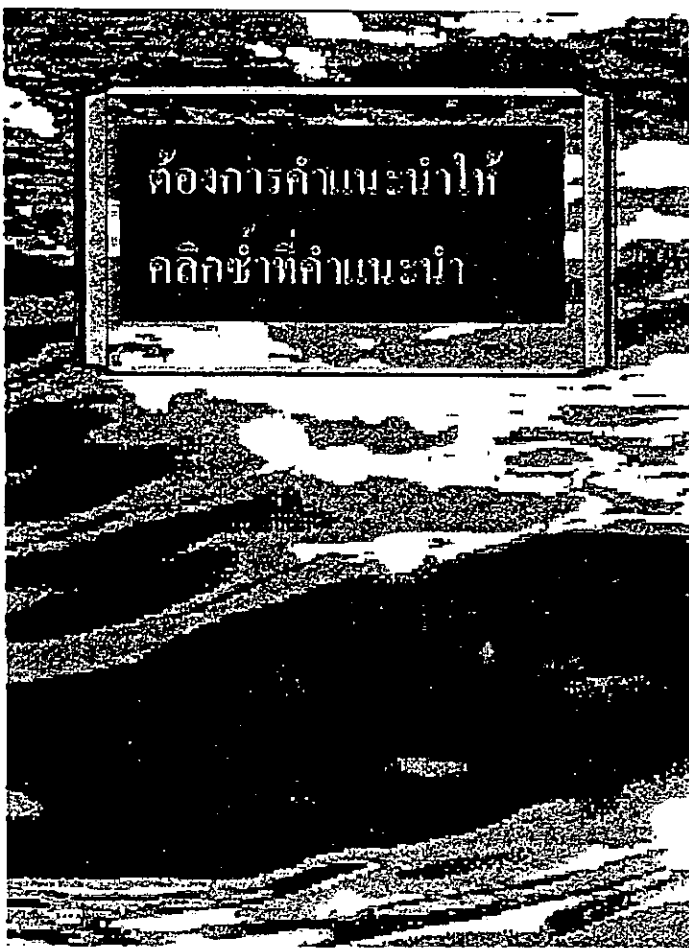


คำแนะนำ

เนื้อหาบทเรียน

แบบทดสอบ

ฉลาก



ต้องการคำแนะนำให้
คลิกซ้ำที่คำแนะนำ

คำแนะนำ

เนื้อหาบทเรียน

แบบทดสอบ

ออก



คำแนะนำ

เนื้อหาบทเรียน

แบบทดสอบ

ออก



คำแนะนำ

เนื้อหาบทเรียน

แบบทดสอบ

ออก



คำแนะนำ

เนื้อหาบทเรียน

แบบทดสอบ

ออก

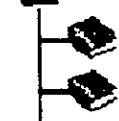
การใช้คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์

เมาส์

แป้นพิมพ์

การใช้บทเรียน



เลือกบทเรียน

ศึกษาจุดประสงค์



การพลิกหน้า



เริ่มต้น สารบัญ



การพิมพ์ข้อความ



ออก

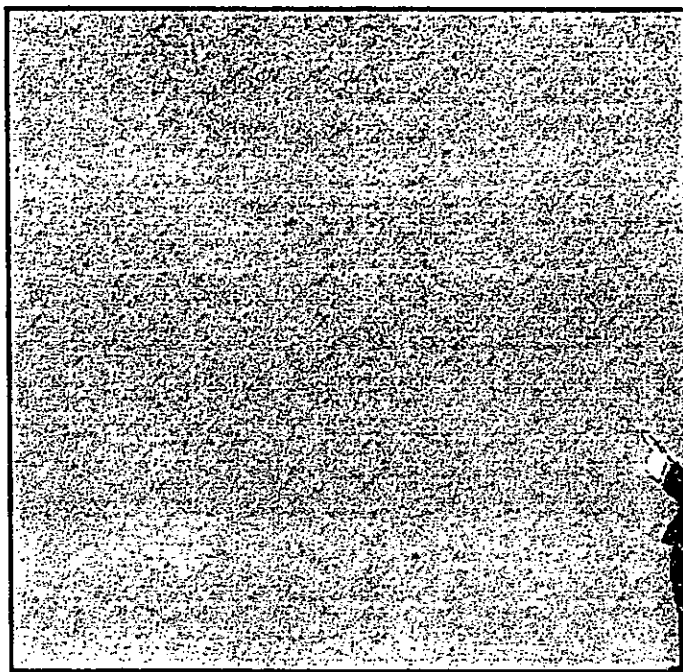


ทดสอบ



การเข้าสู่บทเรียน

คำแนะนำ



สารบัญ

การใช้คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์

เมาส์

แป้นพิมพ์

การใช้บทเรียน



เลือกบทเรียน

ศึกษาจุดประสงค์



การพลิกหน้า

เริ่มต้น สารบัญ

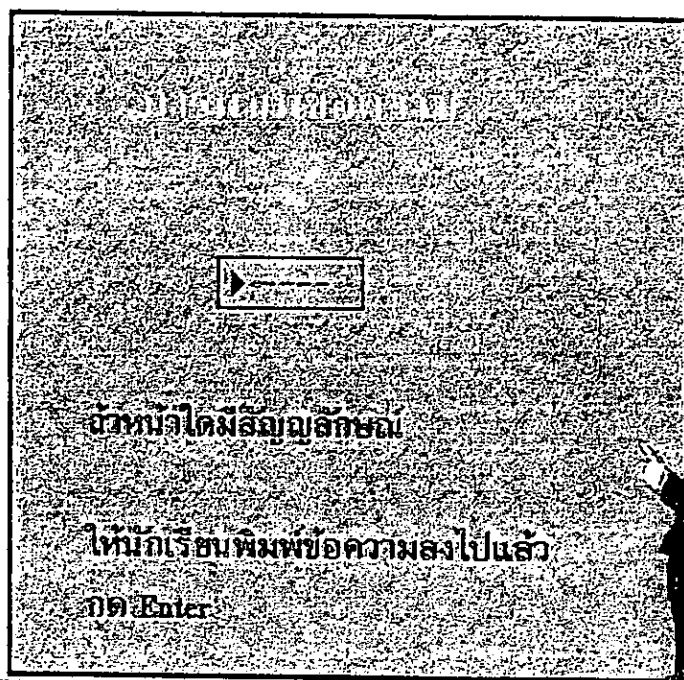
การพิมพ์ข้อความ

ออก

ทดสอบ

การเข้าสู่บทเรียน

คำแนะนำ



เมื่อพร้อมที่จะเรียนให้คลิกที่



สารบัญ

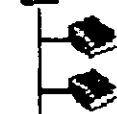
การใช้คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์

เมาส์

แป้นพิมพ์

การใช้บทเรียน



เลือกบทเรียน

ศึกษาจุดประสงค์



การพลิกหน้า

เริ่มต้น สารบัญ

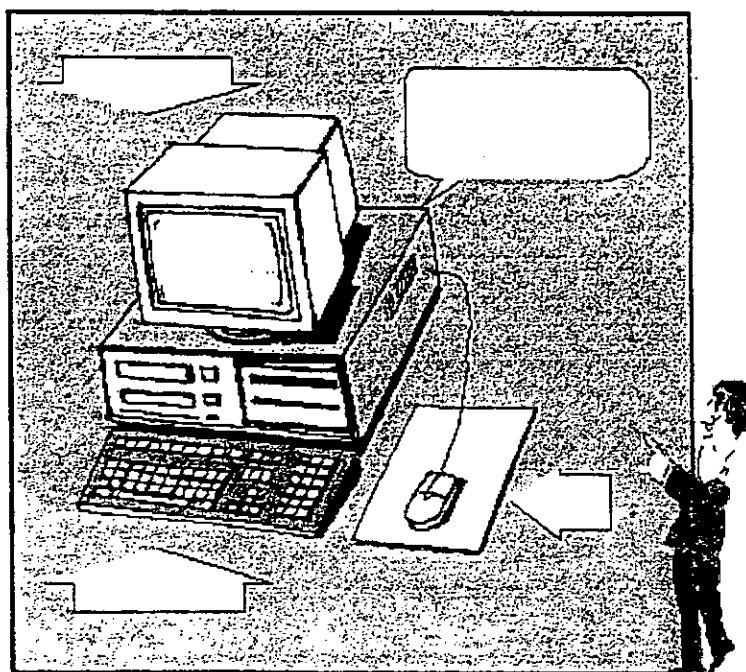
การพิมพ์ข้อความ

ออก

ทดสอบ

การเข้าสู่บทเรียน

คำแนะนำ



สารบัญ

การใช้คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์

เมาส์

แป้นพิมพ์

📖 การใช้บทเรียน



เลือกบทเรียน

ศึกษาจุดประสงค์



การพลิกหน้า

เริ่มต้น สารบัญ

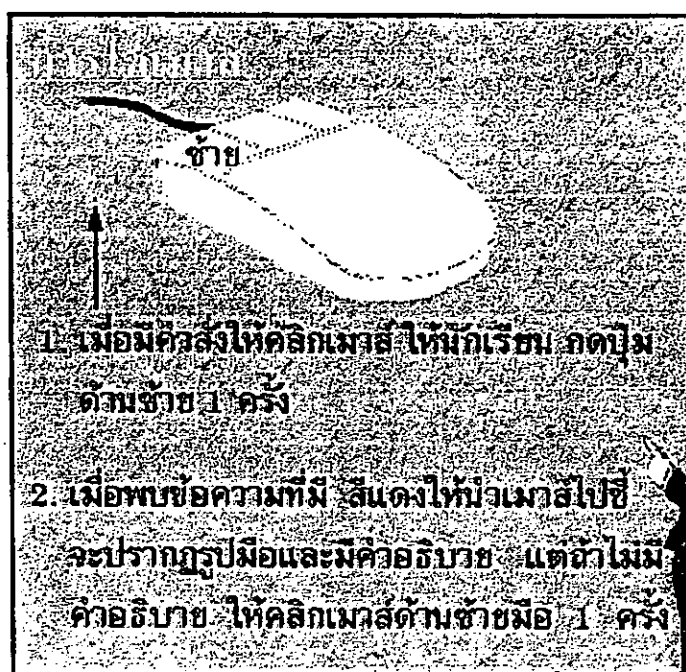
การพิมพ์ข้อความ

ออก

ทดสอบ

การเข้าสู่บทเรียน

คำแนะนำ



สารบัญ

การใช้คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์

เมาส์

แป้นพิมพ์

การใช้บทเรียน



เลือกบทเรียน

ศึกษาจุดประสงค์



การพลิกหน้า

เริ่มต้น สารบัญ

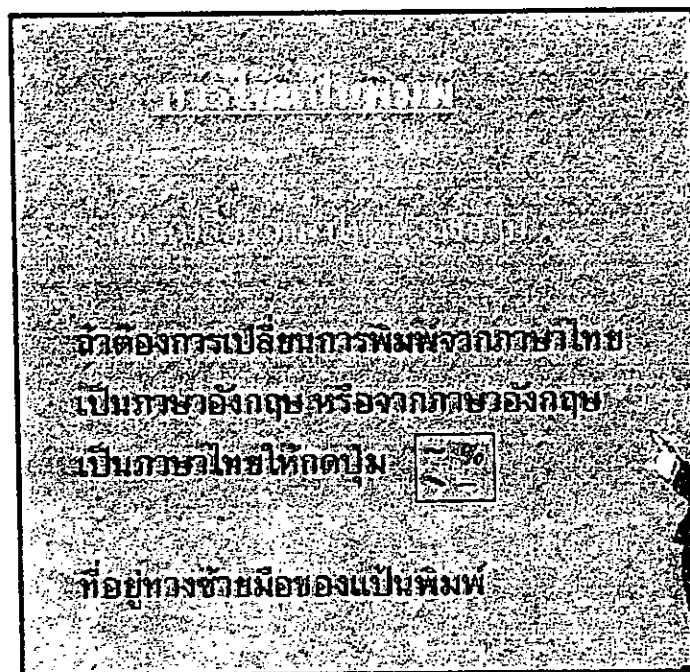
การพิมพ์ข้อความ

ออก

ทดสอบ

การเข้าสู่บทเรียน

คำแนะนำ



สารบัญ

การใช้คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์

เมาส์

แป้นพิมพ์

การใช้บทเรียน

เลือกบทเรียน

ศึกษาจุดประสงค์

การพลิกหน้า

เริ่มต้น สารบัญ

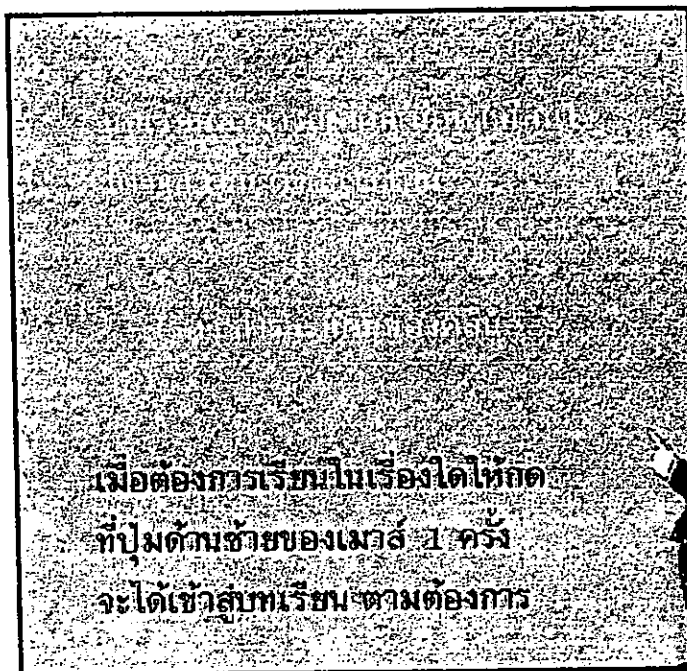
การพิมพ์ข้อความ

ออก

ทดสอบ

การเข้าสู่บทเรียน

คำแนะนำ



สารบัญ

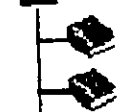
การใช้คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์

เมาส์

แป้นพิมพ์

การใช้บทเรียน



เลือกบทเรียน

ศึกษาจุดประสงค์



การพลิกหน้า

เริ่มต้น สารบัญ

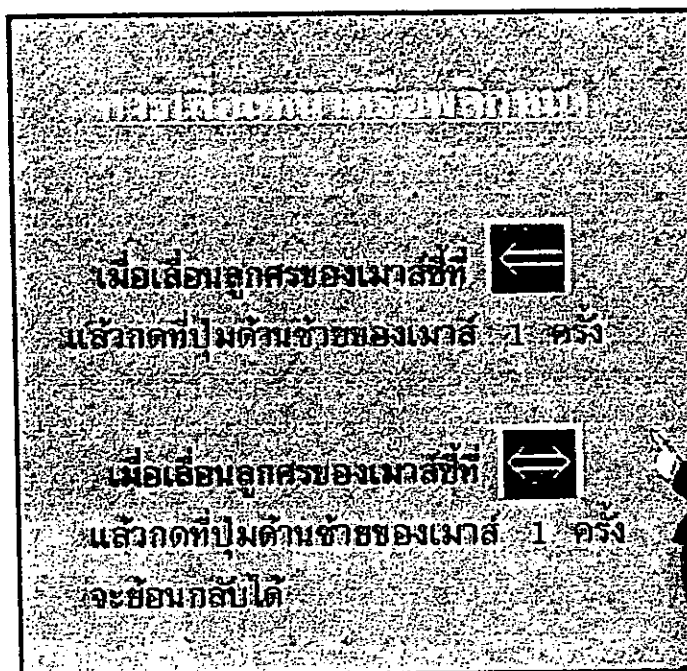
การพิมพ์ข้อความ

ออก

ทดสอบ

การเข้าสู่บทเรียน

คำแนะนำ



สารบัญ

การใช้คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์

เมาส์

แป้นพิมพ์

การใช้บทเรียน



เลือกบทเรียน



ศึกษาจุดประสงค์



การพลิกหน้า



เริ่มต้น สารบัญ



การพิมพ์ข้อความ



ออก



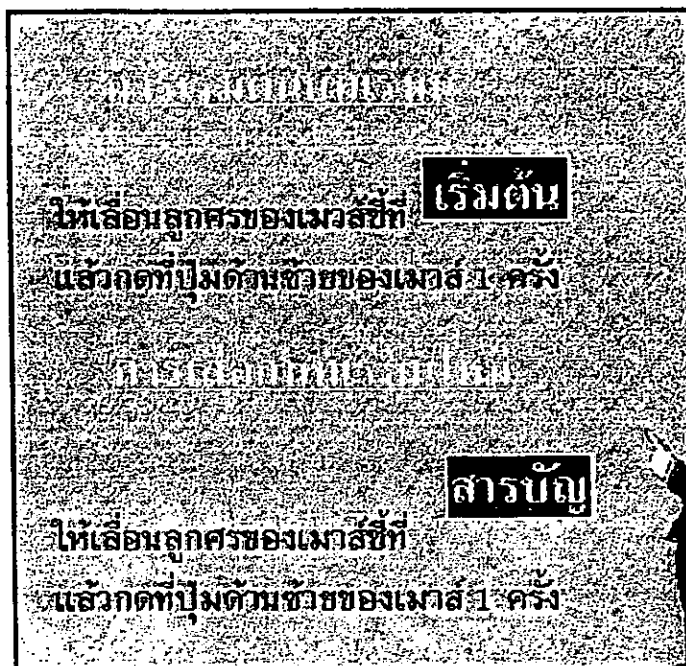
ทดสอบ



การเข้าสู่บทเรียน



คำแนะนำ



สารบัญ

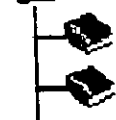
การใช้คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์

เมาส์

แป้นพิมพ์

การใช้บทเรียน



เลือกบทเรียน

ศึกษาจุดประสงค์



การพลิกหน้า

เริ่มต้น สารบัญ

การพิมพ์ข้อความ

ออก

ทดสอบ

การเข้าสู่บทเรียน

คำแนะนำ

การออกจากบทเรียน

โดยเลือกเมนูของเมาส์ที่

ออก

แล้วกดที่ปุ่มด้านซ้ายของเมาส์อีกครั้ง

สารบัญ

การใช้คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์

เมาส์

แป้นพิมพ์

๑๐ การใช้บทเรียน



เลือกบทเรียน

ศึกษาจุดประสงค์



การพลิกหน้า

เริ่มต้น สารบัญ

การพิมพ์ข้อความ

ออก

ทดสอบ

การเข้าสู่บทเรียน

คำแนะนำ

แบบทดสอบ

เมื่อเรียนบทเรียนเสร็จแล้ว ให้คลิกปุ่ม
ทดสอบเพื่อตรวจสอบความรู้ที่ได้รับ

แบบทดสอบ

โดยเลื่อนลูกศรเมาส์ไปยังเมนูแบบทดสอบ

แล้วกดที่ปุ่มต้นหัวขของเมาส์ ๑ ครั้ง

นักเรียนก็จะได้ทำแบบทดสอบ

สารบัญ

การใช้คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์

เมาส์

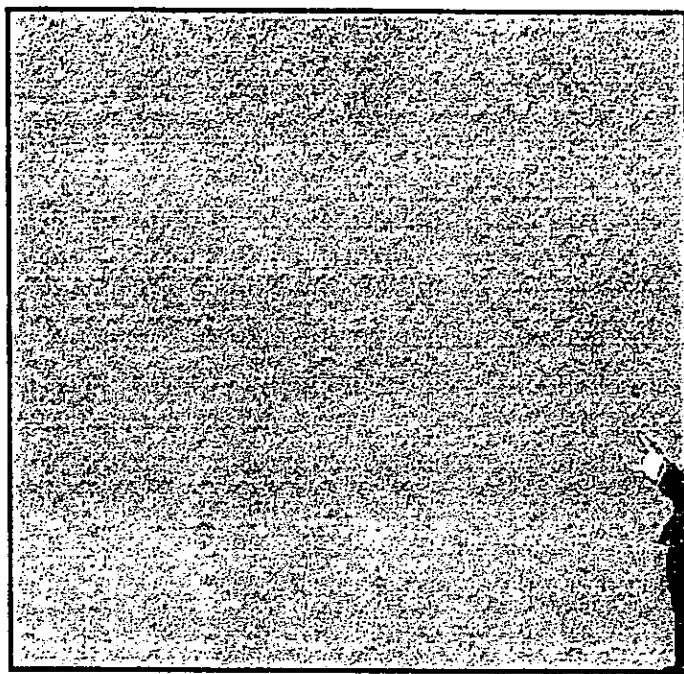
แป้นพิมพ์

การใช้บทเรียน

 เลือกบทเรียน
 ศึกษาจุดประสงค์

  การพลิกหน้า
 เริ่มต้น สารบัญ
 การพิมพ์ข้อความ
 ออก
 ทดสอบ
 การเข้าสู่บทเรียน

คำแนะนำ



เมื่อพร้อมที่จะเรียนให้คลิกที่



สารบัญ



เนื้อหาบทเรียน



บทเรียน 1 การสะท้อนของคลื่น



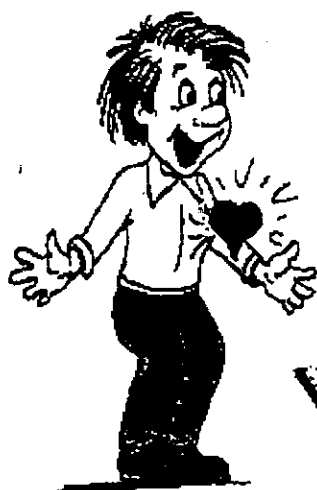
บทเรียน 2 การหักเหของคลื่น



บทเรียน 3 การแทรกสอดของคลื่น



บทเรียน 4 การเลี้ยวเบนของคลื่น



ขอชื่นชมร้านไม้เรียนเจ้าอยู่...

บทเรียน 4 การเลี้ยวเบนของคลื่น

จุดประสงค์ของบทเรียน : เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายการเลี้ยวเบนของคลื่นนิ่งผ่านสิ่งกีดขวาง เมื่อผ่านช่องเปิด 1 ช่อง
ที่มีความกว้างต่างๆ กัน และเมื่อผ่านช่องเปิด 2 ช่อง



2. บอกความแตกต่างของภาพที่เกิดจากการเลี้ยวเบนผ่านช่องเปิดที่แคบกว่า
ความยาวคลื่น เท่ากับความยาวคลื่น และกว้างกว่าความยาวคลื่นได้

3. อธิบายภาพที่เกิดจากการที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิด 2 ช่อง ที่มีความ
กว้างน้อยกว่าความยาวคลื่น

4. อธิบายปรากฏการณ์เลี้ยวเบนของคลื่น โดยใช้หลักของฮอยเกนส์ได้

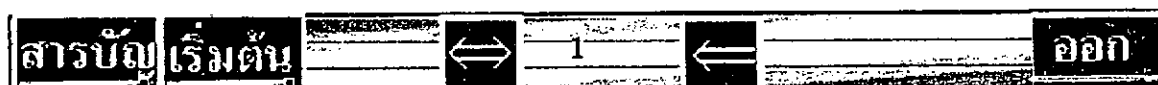


Continue

สถานการณ์

นักเรียนและเพื่อนเดินทางไปตามลำธารแห่งหนึ่ง พบว่า น้ำไหลเชี่ยวมาก และสังเกตเห็นมีท่อนไม้กีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำอยู่บางส่วน

ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย กรณีสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ ไม้เพียงบางส่วน คลื่นจะเคลื่อนที่อย่างไร ? และเมื่อเคลื่อนผ่านสิ่งกีดขวางไปแล้วคลื่นจะมีลักษณะอย่างไร ?



เมื่อมีสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ของคลื่นบางส่วน พบว่า มีคลื่นส่วนหนึ่งแผ่จากขอบของสิ่งกีดขวางไปทางด้านหลังของสิ่งกีดขวางนั้น

การที่มีคลื่นปรากฏอยู่ทางด้านหลังของแผ่นกั้นคลื่น ในบริเวณนอกทิศทางเดิมของคลื่น เรียกว่า การเลี้ยวเบนของคลื่น

การเลี้ยวเบนของคลื่น : Diffraction

การเลี้ยวเบน เป็นปรากฏการณ์ของคลื่นที่สามารถแผ่ผ่านช่องระหว่างแนวกันไปได้ ทำให้ผู้อยู่ด้านหลังแนวกันได้รับสัญญาณคลื่น

สารบัญ

เริ่มต้น

↔

2

←

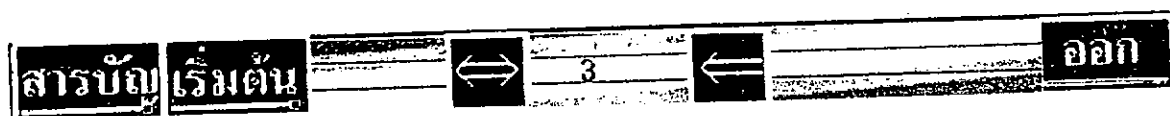
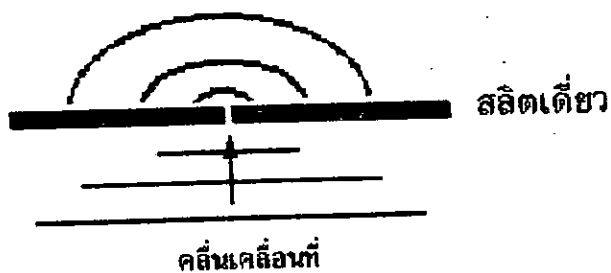
ออก

สลิต

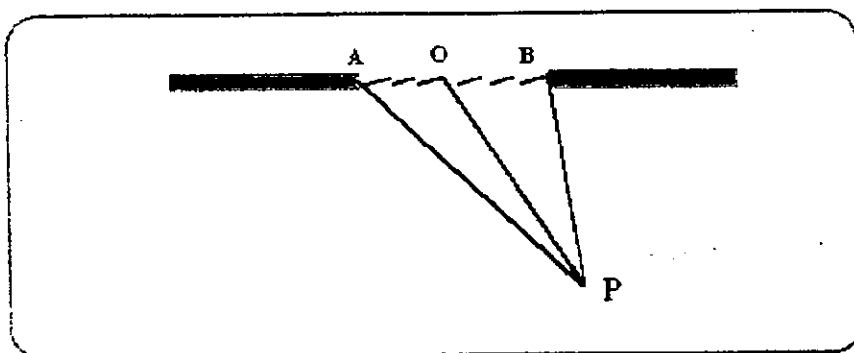
ความยาวคลื่น

คลื่นวงกลม

จะเกิดมากถ้าสลิตมีความกว้าง เท่ากับหรือน้อยกว่า



ในกรณีคลื่นเคลื่อนที่ผ่านสลิต ที่มีความกว้างมากกว่าความยาวคลื่น พบว่า คลื่นที่เกิดจากการเลี้ยวเบนมี แนวบัพ เกิดขึ้น อธิบายโดยใช้หลัก **ฮอยเกนส์** และการซ้อนทับของคลื่น ดังนี้





คริสเตียน ฮอยเกนส์

Christian Huygens (1629 -1695)

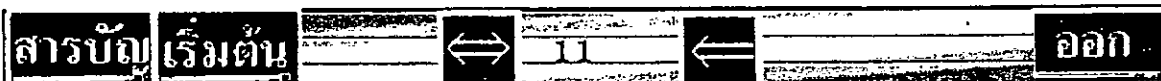
นักวิทยาศาสตร์ชาวเนเธอร์แลนด์ ผู้ตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับคลื่นและทฤษฎีที่กล่าวว่าแสงเป็นคลื่น ได้ประดิษฐ์และปรับปรุงกล้องโทรทรรศน์ให้ดีขึ้น จนสามารถค้นพบดวงจันทร์ของดาวเสาร์ และมองเห็นวงแหวนของดาวเสาร์อย่างชัดเจน เป็นคนแรกที่เข้าใจเรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง และเป็นผู้ประดิษฐ์นาฬิกาแบบลูกตุ้มที่สามารถควบคุมได้

สถานการณ์

การเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำที่เกิดขึ้นเมื่อคลื่นน้ำเลี้ยวเบนผ่านช่องเดี่ยวที่มีความกว้างของช่องน้อยกว่า ความยาวคลื่นของคลื่นน้ำ มีแนวบัพเกิดกี่แนว?

1. 2 แนว
2. ไม่เกิดแนวบัพ
3. เกิดแนวบัพ 1 แนว และปฏิบัพ 5 แนว

ต้องการศึกษาขั้นตอนการแก้ปัญหา



● กลับตอบคำถามใหม่คลิกที่นี่ ○ ขั้นตอนการแก้ปัญหา

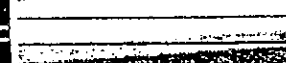
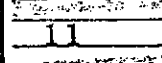


แนวพัฟแรกที่เกิดจาก การเลี้ยวเบนคลื่นผ่านช่องแคบเดี่ยว

1. การเลี้ยวเบนผ่านช่องเดี่ยว มีทั้งการเสริมและการหักล้างกัน
สมการในการคำนวณ $n\lambda = d \sin \theta$ $n = 1, 2, 3, \dots$
2. สมการ การหักล้าง แนวพัฟแนวแรก $n = 1$
3. กรณีที่ λ มากกว่า d ดังนั้น $\sin \theta = \lambda/d$
จึงเป็นตัวเลขที่มากกว่า 1

แต่ค่า $\sin$ ของมุมใด ๆ มีค่าเกิน 1 ไม่ได้
ดังนั้น ไม่เกิดแนวพัฟขึ้น

สารบัญ เริ่มต้น



ออก

ข้อใดเป็นหลักการของฮอยเกนส์ ?

1. แต่ละจุดบนหน้าคลื่นถือได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่
2. เมื่อคลื่นเกิดการสะท้อนจะได้มุมตกกระทบเท่ากับ มุมสะท้อน
3. เมื่อคลื่นแผ่ในตัวกลางใดความถี่ แอมพลิจูด และความยาวคลื่น เท่ากันเสมอ

สารบัญ

เริ่มต้น

↔

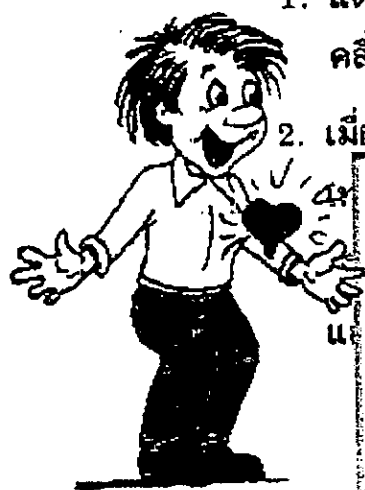
12

←

ออก

ข้อใดเป็นหลักการของฮอยเกนส์ ?

1. แต่ละจุดบนหน้าคลื่นถือได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่
2. เมื่อคลื่นเกิดการสะท้อนจะได้มุมตกกระทบ



เก่งมาก ตอบได้ถูกต้อง
เพราะ แต่ละจุดบนหน้าคลื่นสามารถถือได้
ว่าเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่ ที่ให้กำเนิดคลื่น
แผ่ออกทุกทิศทุกทาง

สารบัญ

เริ่มต้น

↔

12

←

ออก

ข้อมูลเพิ่มเติม



1. หลักของฮอยเกนส์
2. การเลี้ยวเบนผ่านช่องเดี่ยว
3. กลับตอบคำถามใหม่

สารบัญ

เริ่มต้น

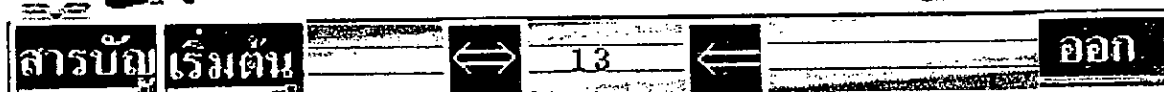
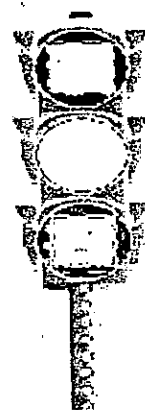


12



ออก

การเลี้ยวเบนของคลื่น





หน้า

หรือหน้า

ਜੇ ਕੰ ਜੇ ਸਿ

แบบเบ็ดเสร็จ

บททดสอบ 1 การสะท้อนของคลื่น

บททดสอบ 2 การหักเหของคลื่น

บททดสอบ 3 การแทรกสอดของคลื่น

บททดสอบ 4 การเลี้ยวเบนของคลื่น



Wednesday, December 03,
1997

10:24:23 AM

แบบทดสอบ

เรื่อง

การสะท้อนของคลื่น



● เมื่อพร้อมที่จะทำแบบทดสอบ ให้คลิกเมาส์บนภาพ

สารบัญ

Wednesday, December 03,
1997

10:30:17 PM

แบบทดสอบ

เรื่อง

การหักเหของคลื่น

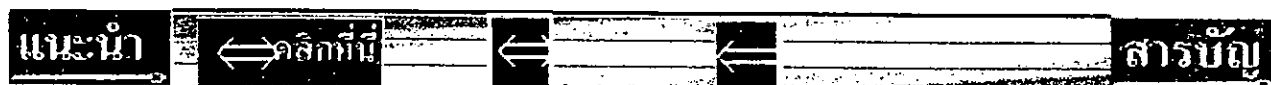


- เมื่อพร้อมที่จะทำแบบทดสอบ ให้คลิกเมาส์บนภาพ

สารบัญ

Thursday, December 04,
1997

10:26:51 PM



Wednesday, December 03,
1997

10:29:15 AM

คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ



- ข้อสอบมีจำนวน 5 ข้อ
- ให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้องโดยนำเมาส์ไปคลิกที่ตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด
- ทำแบบทดสอบให้คลิกที่ 
- ต้องการแก้ไขคำตอบในข้อที่ผ่านมาแล้วให้คลิกที่ 



แนะนำ



สารบัญ

Wednesday, December 03,
1997

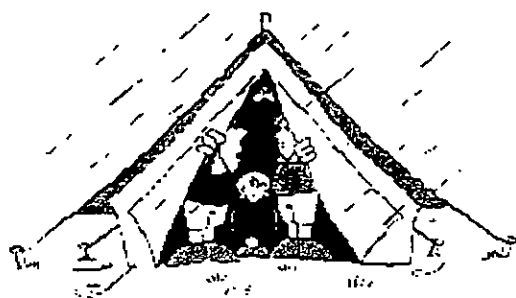
10:26:19 AM

ให้นักเรียนพิมพ์ ชื่อ-นามสกุล
แล้วกด enter



Thursday, December 04,
1997

10:23:36 PM



สวัสดี สปรารณา วงศ์บุญหนัก



Wednesday, December 03,
1997

10:31:24 AM

1. สารสะท้อนของคลื่นกลในเขตลดสปริงที่เป็นปลายอิสระ ข้อใดสรุปถูกต้อง ?

- ก. คลื่นที่เคลื่อนที่ออกจากปลายอิสระ คือคลื่นตกกระทบ
- ข. คลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนมีแอมพลิจูดในทิศทางตรงกันข้าม
- ค. คลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนมีเฟสเหมือนกัน
- ง. คลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนมีอัตราเร็วต่างกัน



Thursday, December 04,
1997

10:27:58 PM

2. ข้อความต่อไปข้อใดถูกต้อง ?

- ก. คลื่นวงกลมตกกระทบแผ่นสะท้อนตรง คลื่นสะท้อนเป็นวงกลม
- ข. คลื่นหน้าตรงกระทบแผ่นสะท้อนพาราโบลา คลื่นสะท้อนความถี่ลดลง
- ค. มุมสะท้อนคือมุมที่รังสีตกทำกับแนวเส้นฉาก
- ง. มีคำตอบถูกมากกว่า 1 ข้อ



Thursday, December 04,
1997

10:29:53 PM

3. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ คลื่นสะท้อน?

- ก. มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ
- ข. มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ
- ค. มุมสะท้อนเล็กกว่ามุมตกกระทบ
- ง. มุมสะท้อนโตกว่ามุมตกกระทบ



Thursday, December 04,
1997

10:32:44 PM

4. คลื่นสะท้อนมีหน้าคลื่นเป็นวงกลมในกรณีใด?

- ก. คลื่นหน้าตรงตกกระทบแผ่นสะท้อนพาราโบลา
- ข. คลื่นวงกลมตกกระทบแผ่นสะท้อนผิวเรียบตรง
- ค. คลื่นวงกลมตกกระทบแผ่นสะท้อนวงกลม และจุดกำเนิดคลื่นอยู่ที่จุดศูนย์กลางของแผ่นสะท้อน
- ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ



Thursday, December 04,
1997

10:35:42 PM

5. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง เกี่ยวกับคลื่นสะท้อน?

1. ถ้าคลื่นตกกระทบที่ปลายสุดของตัวกลางที่เป็นอิสระ คลื่นสะท้อนกลับจะมีเฟส
เดียวกับคลื่นตกกระทบ
2. เมื่อคลื่นเกิดการสะท้อน คลื่นที่เคลื่อนที่กลับมาในตัวกลางเดิมเรียกว่า
คลื่นตกกระทบ
3. มุมตกกระทบ และมุมสะท้อนวัดจากมุมที่กระทำกับเส้นแนวฉาก

ก. 1 และ 3

ข. 2 และ 3

ค. 2 เท่านั้น

ง. 3 เท่านั้น



แนะนำ

5

สารบัญ

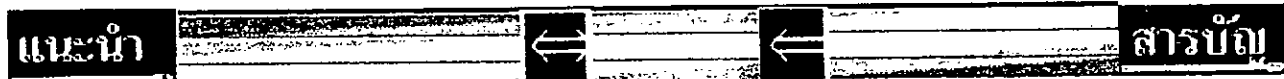
Wednesday, December 03,
1997

10:36:41 PM

ถ้านักเรียนต้องการแก้ไขคำตอบให้พลิกหน้าย้อนกลับ

ถ้านักเรียนต้องการทราบผล

ให้คลิกที่ ผลการทดสอบ



Thursday, December 04,
1997

10:37:27 PM

คุณสมบัติปรารถนา วงศ์บุญหนัก

ได้คะแนน

4

คะแนน



คลิกที่นี่

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวสมปรารถนา วงศ์บุญหนัก
 เกิดวันที่ 29 ธันวาคม พุทธศักราช 2506
 สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 201/182 ซอย 4 ถนนพุทธรักษา ตำบลท้ายบ้านใหม่
 อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2525 มัธยมศึกษาปีที่ 5 (แผนกวิทยาศาสตร์)
 จากโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ
 พ.ศ. 2529 ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป
 จากวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ
 พ.ศ. 2537 การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา สาขการสอนวิทยาศาสตร์
 จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 พ.ศ. 2541 การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
 จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดีย
สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น

บทคัดย่อ

ของ

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

มกราคม 2541

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเบื้องต้น มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาวัตรกรรมบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งการดำเนินการเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่หนึ่ง เป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ตอนที่สอง เป็นการนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมี 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์คลื่นเบื้องต้น ประกอบด้วย 3 บท คือ คลื่นกล คลื่นผิวหน้า และการสะท้อนของคลื่น ส่วนที่สองเป็นเรื่องสมบัติของคลื่น ประกอบด้วย 4 บท คือ การสะท้อนของคลื่น การหักเหของคลื่น การแทรกสอดของคลื่น และการเลี้ยวเบนของคลื่น บทเรียนทั้ง 2 ส่วนใช้เวลาในการเรียนรวม 10 คาบๆ ละ 50 นาที โครงสร้างของบทเรียนแต่ละบทประกอบด้วย คำแนะนำการใช้บทเรียน เนื้อหาบทเรียน และแบบทดสอบ ซึ่งจัดเป็นเมนูให้เลือกตามความสนใจ บทเรียนที่สร้างขึ้นใช้สื่อประสม (ประกอบด้วย ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง) และการวางรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ (โดยอาศัยการใช้เมนู) การสร้างฐานข้อมูลระบบไฮเปอร์มีเดีย การใช้สถานการณ์จำลอง และการใช้แบบฝึกหัด แบบทดสอบ (ให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลและทราบผลการเรียนได้ทันที) บทเรียนดังกล่าวใช้กับเครื่อง PC 486 SX หรือสูงกว่า ที่มีโปรแกรมวินโดวส์ 3.1 บรรจุอยู่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนดังกล่าวได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีประสิทธิภาพ รวมทั้งเมื่อนำไปทดลองเบื้องต้นกับผู้เรียน บทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ในตอนที่สองได้ทดลองสอนกับนักเรียนของโรงเรียนที่มีสภาพทั่วไป และโรงเรียนที่มีสภาพเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับโรงเรียนที่มีสภาพทั่วไปใช้นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดคุลีธาราม จำนวน 36 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียน 3 ด้าน คือ ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับแบบรายบุคคลทำการทดลองรวม 13 คาบ ๆ ละ 50 นาที ผลการทดลองปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกด้าน แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเมื่อสิ้นสุดการทดลองสอนพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าการเรียนแบบ

รายบุคคลในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนในคำนิยามทางวิทยาศาสตร์นั้นแตกต่างกัน ส่วนการทดลองกับโรงเรียนซึ่งเน้นโครงสร้างด้านวิทยาศาสตร์ ใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี จำนวน 60 คนเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีจุดประสงค์และระยะเวลาในการทดลองสอนเช่นเดียวกับการทดลองสอนในช่วงแรก ผลการทดลองสอนปรากฏว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกด้าน แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองสอน พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือมีคะแนนไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนแบบรายบุคคลในทุกด้าน.

DEVELOPMENT OF INNOVATIVE MULTIMEDIA COMPUTER ASSISTED
INSTRUCTION FOR PHYSICS LESSONS ON WAVE PHENOMENA

AN ABSTRACT

BY

SOMPRATANA WONGBOONNUK

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

January 1998

This study was a simplified Research and Development type attempting to develop an innovative multimedia computer assisted instruction for Physics lessons on Wave Phenomena. The research was achieved through two phases; developing the multimedia computer assisted instruction lessons as the first phase, and conducting experimental teaching as the second one.

The Physics lessons were divided into two parts. The first part comprised three units; the Mechanical Wave, the Surface Water Wave and the Superposition of Wave. The second part dealt with four units on the Properties of Wave, the Reflection of Wave, the Interference of Wave and the Diffraction of Wave. Both parts consumed ten-fifty minute-periods of teaching. Each unit was structured in a menu-manner with the following choices; Introduction, Contents, and Testings. The lessons developed having its multimedia-based feature with pictures; movement pictures; and sound effect, held-menu interactions, hypermedia data bases, simulation, drills and testings (with prompt feedbacks). The CAI lessons were utilizable with PC 486 Model for Windows 3.1 program.

The developed lessons were both evaluatively accepted by CAI experts and achieved the 80/80 criteria upon the try-out.

Regarding the experimental teaching; the CAI lessons were experimented with students of schools having different goals, the common stream and the science-oriented. In the case of the common stream school, thirty six students from Watdusittaram school were the sample. The objective of this experimentation were to compare three learning outcomes; Concept

Achievement in Science, Science Process Skills, and Science Values, between the cooperative group approach and the single learner approach. This thirteen-fifty minutes period experimental teaching revealed that posttest average scores were significantly higher than the pretest ones on the three measures. When the cooperative group approach was compared to the single learner approach. The comparison was positive for the science oriented case, sixty students from Princess Chulabhorn Royal Academy at Lopburi province were the sample. This experimentation, having the same objective and experimental duration as the previous one, revealed that posttest scores were also significantly higher when compared to the pretest ones. The cooperative group approach; however, did not have higher scores than the single learner approach on the three measures.