

530.0412

ป. 1910

7.3

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน
โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย
และตามคู่มือครูของ สสวท.

ปริญญานิพนธ์

ของ

ประกายวรรณ มณีแจ่ม

- 7 เม.ย. 2537

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

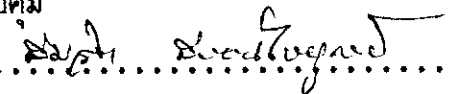
ตุลาคม 2536

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

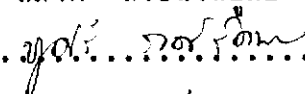
188220

คณะกรรมการควบคุม และคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

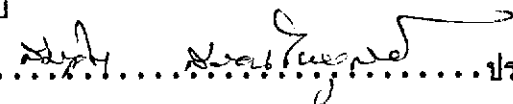
..........ประธาน

(ผศ. สมจิต สวชนไพบลย์)

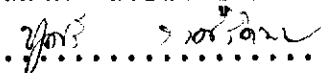
..........กรรมการ

(รศ. ชุตรี วงศ์รัตน์)

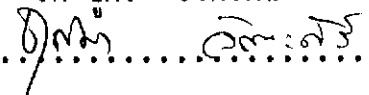
คณะกรรมการสอบ

..........ประธาน

(ผศ. สมจิต สวชนไพบลย์)

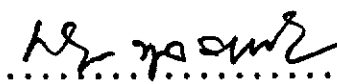
..........กรรมการ

(รศ. ชุตรี วงศ์รัตน์)

..........กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร. ชุติมา วัฒนศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..........คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร. ศิริญา นุลสุวรรณ)

วันที่.....8.....เดือน.....มิถุนายน.....พ.ศ.....๒๕๓๖.....

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยมีความซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์ รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตน์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ และรองศาสตราจารย์ สมจิต สมถพันธ์ ที่กรุณาให้ข้อคิดเห็นช่วยเหลือแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ มากขึ้น ไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ชุมพล พัฒนสุวรรณ อาจารย์อุทัย ทิพเสนา ที่ได้กรุณา ช่วยตรวจสอบความถูกต้องของบทเรียนโปรแกรม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อพละ คุณแม่แจ่ม มณีแจ่ม ที่ให้ทุนและกำลังใจจน ปริญญานิพนธ์สำเร็จ และขอขอบคุณ เด็กหญิงปวีณา มณีแจ่ม อาจารย์อดิศักดิ์ เอี่ยมตาล ที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์

ความดีของปริญญานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บุพการีและผู้มีพระคุณในชีวิตซึ่งได้ ล่วงลับไปแล้วได้แก่ คุณพ่อพละ มณีแจ่ม และอาจารย์อุทัย ทิพเสนา

ประกายวรรณ มณีแจ่ม

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	7
	ความสำคัญของการวิจัย.....	7
	ขอบเขตของการวิจัย.....	7
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
	สมมติฐานในการวิจัย.....	14
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า.....	15
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	15
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	24
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	26
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	32
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์.....	33
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์.....	39
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	39
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	47
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล.....	49
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล.....	52
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มย่อย.....	53
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มย่อย.....	57

3	วิธีการดำเนินการทดลอง.....	59
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	59
	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	60
	กำหนดเนื้อหาและระยะเวลาในการทดลอง.....	65
	แบบแผนการทดลองและดำเนินการทดลอง.....	66
	กำหนดสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
4	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนโดย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครู สสวท.....	70
	การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครู สสวท....	72
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	76
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	76
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	76
	ขอบเขตของการวิจัย.....	77
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	79
	อภิปรายผล.....	79
	ข้อเสนอแนะทั่วไป.....	82
	ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	83

บรรณานุกรม.....	84
ภาคผนวก.....	98
ประวัติผู้วิจัย.....	165

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการวิจัย.....	66
2	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลการเรียนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	71
3	ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	72
4	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	73
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	74
6	ผลการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นรายคู่ โดยใช้ q-statistic.....	75
7	คุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ว.024).....	100
8	แสดงค่า p, r ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ (ว.024).....	101
9	คุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	122
10	แสดงค่า p, r ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์.....	123

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ประเทศไทยกำลังดำเนินการพัฒนาประเทศทุก ๆ ด้าน เพื่อให้ประเทศมีความเจริญและมั่นคงทางด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคม ก้าวไปเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ โดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ที่จะช่วยให้ประเทศไทยพัฒนาเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ เจริญก้าวหน้าทันอารยประเทศ (ชมรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย. 2532 : 1) ซึ่งวิทยาการสาขาวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เป็นวิชาสำคัญที่สุด ทฤษฎีและความรู้จากวิชาฟิสิกส์สามารถประยุกต์ใช้กับวิทยาการสาขาอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง เช่น เคมี ชีววิทยา เกษตร วิศวกรรมศาสตร์ และการแพทย์ ฯลฯ ผลจากวิชาฟิสิกส์ จะเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาความคิดใหม่ และพัฒนาเครื่องมือใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการศึกษาเนื้อหาของวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว (Semat. 1966 : 4) อ้างอิงจากเกรียงวิทย์ ศรีนครินทร์ (2529 : 1) และจากผลการประชุมของ สหภาพฟิสิกส์ระหว่างชาติ (International Union of Physics) ณ กรุงริโอ เดจาไนโร ประเทศบราซิล สรุปรายงานการประชุมเสนอต่อองค์การยูเนสโกว่า "วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาพื้นฐานที่สำคัญที่สุด ของการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ แต่การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ยังไม่กว้างขวางและยังไม่น่าสนใจ ส่วนมากประสบความล้มเหลวในการเสริมสร้างความรู้ การสอนทฤษฎีใหม่ ๆ นำไปสู่ความเข้าใจลังกับทางฟิสิกส์ และการทำให้นักเรียนรู้จักใช้วิธีการของนักฟิสิกส์ที่จำเป็น เพื่อการทำงาน การดำรงชีวิต การดำเนินการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ อย่างมีประสิทธิภาพจะนำไปสู่ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ" (International Union of Physics and Applied Physics P : 14-15) ความจริงวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ครูสามารถสอนได้ดี ปัญหาและอุปสรรคคือ ครูฟิสิกส์มีน้อยจำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์สูง ครูมีความรู้และประสบการณ์ไม่เพียงพอขาดอุปกรณ์ที่ทันสมัย

แหล่งจัดหาอุปกรณ์มีน้อย อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองซับซ้อน และราคาแพง ห้องทดลองไม่เพียงพอ ไม่เหมาะสม ขาดหนังสือประกอบการค้นคว้าการเรียนการสอน และเนื้อหาบางเรื่องไม่สามารถทดลองและสาธิตให้เห็นจริงได้ (โสมณ ชัยรัตน์อุดมกุล. 2513 : 132-139) หลักการของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นการสอนแบบที่มีการทดลองเป็นรากฐานการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะและมุ่งปลูกฝังให้มีความรู้ความเข้าใจ ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นแก่การดำรงชีวิตในสังคมให้เกิดทักษะที่จำเป็นในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2524 : ไม่มีเลขหน้า) แต่ครูฟิลิกส์ส่วนใหญ่ยังไม่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างจริงจัง แต่มักจะเน้นทักษะในด้านการคำนวณ ครูฟิลิกส์ส่วนมากไม่มีเวลาในการตรวจแบบฝึกหัด ทำการสอบย่อยได้น้อย เพราะเวลาไม่เพียงพอ เนื่องจากเนื้อหาที่เรียนมีมาก นักเรียนส่วนใหญ่มักจะได้ระดับคะแนนไม่ดีเท่าวิชาอื่น นักเรียนไม่บรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ครูสอนไม่ทัน นักเรียนไม่มีพื้นฐานทางฟิลิกส์และคณิตศาสตร์ (เกรียงวิทย์ ศรีนรดิษฐ์เลิศ. 2527 : 44) เนื้อหาวิชาฟิลิกส์ส่วนใหญ่เป็นนามธรรมเข้าใจยาก (คู่มือครูวิชาฟิลิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของ สสวท. : ไม่มีเลขหน้า) และการที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สร้างหลักสูตรฟิลิกส์ โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียนโรงเรียนก็มีปัญหาอยู่เช่นกัน (สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย. 2525 : 83) และความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน แตกต่างกันมาก ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่สะดวก (สมจิต สวชนไพบุลย์. 2526 : 41) สภาพการเรียนเป็นที่น่าเบื่อหน่าย นักเรียนที่เก่งจะรู้สึกเบื่อเมื่อครูสอนช้า ในทางตรงกันข้ามนักเรียนที่เรียนอ่อนจะรู้สึกว่าวุ่นใจถ้าครูสอนเร็ว (สุกานดา มโนนาถ. 2531 : 2) ประเด็นดังกล่าวเป็นสาเหตุของความล้มเหลวในการเรียนการสอนฟิลิกส์ การใช้คอมพิวเตอร์จัดการสอนจะช่วยให้ครูผู้สอน สามารถแก้ปัญหาในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ โดยจัดโปรแกรมการเรียนให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียน เรียนรู้ตามความสามารถ และความถนัดของตน (กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 167) สถานศึกษาไม่ว่า

จะเป็นของรัฐหรือของราษฎร์ ต่างมีแนวโน้มที่จะพยายามมีบทบาททางไมโครคอมพิวเตอร์ การที่เทคโนโลยีไมโครคอมพิวเตอร์ ได้รุดหน้าไปมาก และไหลเข้าประเทศเช่นเดียวกับ น้ำป่าไหลเข้าเมือง ไมโครคอมพิวเตอร์จะอยู่รอบ ๆ โรงเรียน นักเรียนบางคนอาจมี ไมโครคอมพิวเตอร์แล้ว ผู้ปกครองบางคนอยากจะให้ลูกของตนได้เรียนรู้ไมโครคอมพิวเตอร์ บ้าง วงการค้าธุรกิจ คำนิยมในสังคมรอบด้านของโรงเรียน เห็นว่าไมโครคอมพิวเตอร์นั้น น่าจะเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตในอนาคต ซึ่งลูกหลานของตนควรจะได้เตรียมพร้อมที่จะอยู่กับมัน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ยังเป็นทั้งศาสตร์ สื่อ อุปกรณ์และเครื่องมือในการจัดการเรียน การสอนโรงเรียนกับไมโครคอมพิวเตอร์จะเป็นของคู่กันเช่นเดียวกับเงาคู่กับเจ้าของเงา (ไพโรจน์ ตีรณนากุล. 2531 : 66)

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนจะช่วยให้เป็นการเตรียมตัวผู้ เรียนให้พร้อมที่จะออกไปมีชีวิตอยู่ในสังคมแห่งคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการศึกษาหาความ รู้ต่อไป (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 3) โดยนักการศึกษา ได้พยายามใช้ประโยชน์ จากคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่สามารถใช้ บทเรียน เป็นแบบฝึกเล่นเกม หรือสถานการณ์จำลอง (สุกานดา ปันนาค. 2531 : 3 ; อ้างอิงมาจาก Walker. 1983) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของจิระศักดิ์ สุนทรวิภาต (2530 : 55) พบว่านักเรียนที่เรียนเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาฟิสิกส์ดีกว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนเสริมจากครู และสอดคล้องกับผลการวิจัย ของ เดนส์ (Dence. 1980 : 50-54) พบว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เหมาะสม ที่จะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน แยกได้ 3 ประเภท การนำ คอมพิวเตอร์เข้ามาสอน นำคอมพิวเตอร์มาจัดการเรียนการสอน และนำคอมพิวเตอร์ มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2531 : 4)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) ซึ่งเรียกย่อ ๆ ว่า C.A.I. หมายถึง วิธีการสอนที่กำหนดให้ชุดคำสั่งของคอมพิวเตอร์โต้ตอบกับผู้เรียน

คำสั่ง หรือโปรแกรมบทเรียนมีหลายประเภท เช่น การสอนเนื้อหาและส่งคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น หรือคำตอบ การฝึก และการปฏิบัติให้นักเรียนเกิดความชำนาญในทักษะ โดยอาศัยการซ้ำ และย้ำความในเนื้อหา การแก้ปัญหาให้นักเรียนวิเคราะห์ ผิดคิด ตัดสินใจ ตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน โดยมีเหตุการณ์สมมติต่าง ๆ อยู่ในชุดคำสั่ง หรือโปรแกรมบทเรียนนั้นๆ (สมาคมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย. 2530 : 60-69) บทเรียนทางคอมพิวเตอร์จะมีลักษณะคล้ายแบบเรียนสำเร็จรูป (Programmed Instruction) (ไพโรจน์ ติรณานกุล. 2531 : 2) แต่ได้เปรียบบทเรียนสำเร็จรูปคือ ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกคำตอบที่ถูกต้องได้ก่อนจึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้จริง ๆ เสียก่อน จึงจะผ่านบทเรียนนั้น ๆ ไปได้ (นิตยา กาญจนวรรณ. 2526 : 80) คอมพิวเตอร์เก็บเนื้อหาข่าวสารไว้ได้มากและเรียกใช้ได้ทันที (วารินทร์ รัศมิพรหม. 2524 : 6) และสามารถตอบสนอง (Feed back) ได้รวดเร็วที่สุด (นิพนธ์ ศุภปรีดี. 2526 : 41) ระบบคอมพิวเตอร์จะทำให้ผู้เรียนไปพบความสามารถของตนเอง ตามอัตราความเร็วในการรับรู้โดยไม่ต้องรอหรือเร่งให้ไปพร้อม ๆ กับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน (กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 174) นักเรียนที่เก่งอาจจะเลือกบทเรียนสูง ๆ ขึ้นไปโดยไม่จำเป็นต้องมาซ้ำซากอยู่กับบทเรียนที่ตนเองเข้าใจอย่างตืออยู่แล้วส่วนนักเรียนก็จะทบทวนซ้ำแล้วซ้ำอีกและทดลองโดยใช้เวลานอกชั่วโมงเรียน จนสามารถเรียนรู้ได้ทันคนอื่น (คณิต ไช่มุกข์. 2527 : 23) การฝึกและปฏิบัติซ้ำ ๆ นั้นว่าเหมาะสมมากเพราะคอมพิวเตอร์มีความสามารถทำงานด้วยความสม่ำเสมอไม่รู้จักเบื่อไม่รู้จักเหนื่อยและให้ผลสูงสุด นักเรียนจะโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ได้โดยปราศจากความกลัว หรือปราศจากการประหม่นค่าจากครู (วิระ ไทยพานิช. 2526 : 10) มีความสบายใจที่ไม่ต้องเผชิญกับสีหน้าและแสดงอารมณ์ต่าง ๆ ของบุคคลรอบด้าน และยังมี ความมั่นใจด้วยว่าจะได้รับความยุติธรรมอย่างเต็มที่จากคอมพิวเตอร์ (วารินทร์ รัศมิพรหม. 2524 : 9) คอมพิวเตอร์สามารถทำเสียง สี รูปภาพ หรือ กราฟ สถานการณ์จำลอง ตลอดจนมีเกมคอมพิวเตอร์ จึงทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจทางการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ (สมชัย ชินะตระกูล. 2528 : 79) นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีการเสริมแรงที่เป็นระบบ

เป็นการช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น (Forman. 1983 : 132) และยังเป็น การช่วยแสวงหาแนวทางที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยการนำเอาเทคโนโลยีใหม่เข้ามาใช้ในวงการศึกษา ซึ่งจะช่วยให้งานด้านการศึกษาก้าวหน้าทัดเทียมงานในสาขาอื่น ๆ (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 8)

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสภาพปัจจุบันนี้ ส่วนใหญ่แล้ว จะมุ่งพิจารณากันในลักษณะของการเรียนแบบรายบุคคล เพราะการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีธรรมชาติที่จะส่งผลให้ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างนักเรียนกับครูและกับเพื่อนนักเรียนด้วยกันลดลง ดังนั้นส่วนใหญ่จึงมีความคิดกันว่า การเรียนกับคอมพิวเตอร์จะมีผลดีที่สุด เมื่อนักเรียนหนึ่งคนเรียนคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่องยังไม่มีใครสงสัยเป็นอย่างอื่น ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้เป็น การสร้างนิสัยการเป็นตัวของตัวเองมากเกินไป (Individualism) กล่าวคือนักเรียนที่เรียนกับคอมพิวเตอร์ จะใช้เวลาส่วนใหญ่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ตามลำพัง โดยขาดการติดต่อกับสังคม ทำให้ขาดการพัฒนาทางด้านสังคมของนักเรียน (Social Development) ซึ่งจะมีผลให้นักเรียนไม่รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม (กมล สดประเสริฐ. 2527 : 229) และในการเรียนปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากมีข้อจำกัดเกี่ยวกับอุปกรณ์ เวลา และสถานที่ นักเรียนจึงทำงานเป็นกลุ่มและช่วยกันรับผิดชอบในการทำปฏิบัติการ (ไพโรจน์ ผลชู. 2529 : 3) การแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ อาจทำได้โดยพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้มีลักษณะเอื้อต่อการจัดกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มหรืออาจให้จัดกลุ่มเรียนร่วมกันในบทเรียนชุดเดียวกัน (กมล สดประเสริฐ. 2527 : 229)

สำหรับการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษาของไทยนั้น ภายหลังจากการที่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปีการศึกษา 2528 แล้วนั้น จากการวิเคราะห์สภาพการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา พบว่ามีโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่ ที่เปิดการสอนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั่วประเทศ จำนวน 124 โรงเรียน ที่มีคอมพิวเตอร์ใช้ในการบริหารโรงเรียน และการจัดการเรียนการสอน ในจำนวนนี้มี 65 โรงเรียน ที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน โดยที่โรงเรียนส่วนใหญ่ คือ 42 โรงเรียน จะให้

นักเรียนปฏิบัติกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในอัตราส่วนนักเรียน 1-2 คน และ 3-4 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2530 : 17-21) จากสภาพดังกล่าว ย่อมเห็นได้ชัดเจนว่าปริมาณของเครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นการเรียนการสอน เรื่องเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์หรือเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สถานการณ์การเรียนจึงเป็นไปได้ 2 ลักษณะ คือ สถานการณ์การเรียนแบบรายบุคคล และ สถานการณ์การเรียนแบบกลุ่ม

ในสถานการณ์การเรียนแบบรายบุคคล การบรรลุจุดมุ่งหมายของผู้เรียนแต่ละคนนั้น จะก้าวหน้าช้าหรือเร็วตามอัตราศักยภาพ ความสามารถของผู้เรียนเอง (ชม ภูมิภาค. ม.ป.ป. : 94 ; วิระ ไทยพานิช. 2529 : 124) ส่วนสถานการณ์การเรียนแบบกลุ่มนั้น ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้เนื้อหาและความสัมพันธ์ของสมาชิก ในกลุ่ม มีข้อตกลงทางสติปัญญา (สมิตร คุณานุกร. 2523 : 151) ดังนั้นการเรียนแบบ กลุ่มจึงเป็นวิธีการเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจตนเอง เข้าใจผู้อื่น และสามารถค้นพบสิ่งที่ ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายหลังจากที่ได้ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่ม (เขาวพา เตชะคุปต์. 2522 : 231) การบรรลุจุดมุ่งหมายของผู้เรียนนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียน และ มีความสัมพันธ์กับสมาชิกในกลุ่มด้วย (Webb. 1978 : 7248-A)

จากการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล และแบบกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็น การเปรียบเทียบการเรียนแบบกลุ่ม แบบรายบุคคลด้วยการเรียนแบบปกติ หรือเปรียบเทียบ เมื่อเรียนโดยใช้ชุดการเรียน บทเรียนโมดูล หรือบทเรียนโปรแกรม รวมทั้งบทเรียน โปรแกรมสไลด์เทปประกอบ ปรากฏผลโดยทั่วไปแล้วพบว่า การเรียนแบบกลุ่มมักจะส่งผล ต่อการเรียนรู้ได้ดีกว่าหรืออย่างน้อยที่สุดก็ไม่แตกต่างกับการเรียนแบบรายบุคคล (นิตยา ปานทิพย์. 2527 : 58-62, สุกัน เทียนทอง. 2527 : 77-83, นางลักษณะ น้ำผุด. 2526 : 54-65, เอื้องฟ้า สมบัติพานิช. 2525 : 57-61, เลียง ชูสกุล. 2525 : 44-47, เชื้อน เสือคำ. 2521 : 72-75, วรรณา ดวงชัยปิติ. 2520 : 65-67) ดังนั้นอาจคาดหวังได้ว่า การเรียนแบบกลุ่มกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน น่าจะส่งผล ต่อการเรียนรู้ได้สูงกว่าหรือไม่แตกต่างกับการเรียนแบบรายบุคคล

ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสิ่งสำคัญที่นำศึกษาอย่างยิ่ง โดยศึกษาว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการเรียนทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย กับที่เรียนตามคู่มือครูของ สสวท. มีความแตกต่างกันหรือไม่

ความมุ่งหมายของการวิจัย -

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครู สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครู สสวท.

ความสำคัญของการวิจัย

ทำให้ทราบผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และเรียนตามคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งจะเป็นแนวทางให้ครู และผู้ที่เกี่ยวข้อง นำไปพัฒนาปรับปรุงการเรียนการสอน และเลือกผลผลิตสื่อที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับเนื้อหา และนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ อำเภอนครศรีอยุธยา จังหวัดนครศรีอยุธยา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 150 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์

อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 โดยสุ่มอย่างง่ายมา 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน แล้วใช้วิธีจับฉลาก แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

2.1 กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 16 คน เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล

2.2 กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 18 คน เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน 6 กลุ่ม

2.3 กลุ่มควบคุม จำนวน 16 คน เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

3. ตัวแปรที่ทำการศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน ซึ่งแบ่งเป็น

3.1.1 การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล

3.1.2 การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย

3.1.3 การเรียนตามคู่มือครูของ สสวท.

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

3.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเป็นเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (ว.024) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องที่นำมาทดลอง คือ

4.1 ประจุไฟฟ้า

4.2 แรงระหว่างประจุ และกฎของคูลอมบ์

4.3 สนามไฟฟ้า

5. เวลาที่ใช้ในการทดลอง ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 โดยใช้เวลาในการเรียนกลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หมายถึง บทเรียนที่ใช้เรียนกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยปรับปรุงการสร้างตามขั้นตอนการสร้างบทเรียนไมโครคอมพิวเตอร์ของ ไพโรจน์ ตีรณนากุล (ไพโรจน์ ตีรณนากุล. 2528 : 73-82) บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนตาม หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์, สนามไฟฟ้า ใช้คำสั่งภาษาปาสคาล (pascal) ในลักษณะบทเรียนโปรแกรมแบบกิ่ง (Branching Bsoqialn) ซึ่งประกอบด้วยกรอบขึ้น (Home Pages) และกรอบสาขา กรอบขึ้นจะนำเสนอกิจกรรมหลัก คำถามคำตอบ เฉลยสรุป กรอบสาขาจะนำเสนอข้อมูลย้อนกลับ (Feed Back) มีทั้งตัวอักษรตัวเลข ภาพกราฟเคลื่อนไหว โดยแสดงผลเป็นภาษาไทยทางจอภาพ

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เสมือนครู เพื่อเป็นสื่อในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ขึ้นเสนอจุดประสงค์

2.2 ให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2.2.1 ภาพเหตุการณ์เกี่ยวกับปัญหา

2.2.2 ให้ข้อมูลที่เกี่ยวของกับปัญหา

2.2.3 คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง

2.2.3.1 คำถาม

2.2.3.2 ตอบคำถาม

2.2.3.3 ให้ข้อมูลย้อนกลับ

2.3 ขึ้นออกแบบการทดลอง

2.3.1 ให้ข้อมูลเกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลอง

2.3.1.1 เสนอสถานการณ์การทดลองตัวอย่างที่ใกล้เคียง

2.3.2 นักเรียนออกแบบการทดลองโดยป้อนข้อมูลในคอมพิวเตอร์

2.4 ขั้นปฏิบัติการทดลอง

โดยการปฏิบัติในเครื่องคอมพิวเตอร์ และปฏิบัติการทดลองจริงจากอุปกรณ์

2.4.1 ดำเนินการทดลอง

2.4.2 บันทึกผลการทดลอง

2.5 ขั้นเปรียบเทียบกระบวนการทดลอง

ให้ศึกษาสถานการณ์ทดลองตามแนวคู่มือครู จากคอมพิวเตอร์เพื่อเปรียบเทียบกระบวนการทดลอง ของนักเรียนเองกับของคู่มือครู

2.6 ขั้นสรุปผลการทดลอง

2.6.1 เสนอคำถามเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

2.6.2 ตอบคำถาม

2.6.3 ให้ข้อมูลย้อนกลับ

2.6.4 นักเรียนสรุปผลการทดลอง

2.7 ขั้นสรุปบทเรียน

นำเสนอบทสรุปเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ของบทเรียน

2.8 ขั้นประเมินผลการเรียนรู้

2.8.1 คำถาม (Question) บทเรียนจะใช้คำถามตรวจสอบเกณฑ์การผ่านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของนักเรียน ลักษณะคำถามเป็นแบบให้เลือกตอบและเติมคำ

2.8.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feed back) นักเรียนจะตอบคำถาม โดยกดแป้นพิมพ์อักษรหรือเติมคำตอบ คำตอบจะถูกส่งไปยังหน่วยประมวลผลกลางที่เป็นหน่วยความจำ ผลของคำตอบจะปรากฏบนจอทุกครั้ง

2.8.3 การเสริมแรง (Reinforcement) ถ้านักเรียนตอบถูก จะเสริมแรงด้วยคำชมบนจอภาพ พร้อมกับเสียงดนตรีประกอบสั้น ๆ ทุกครั้ง ถ้าตอบผิดบทเรียนจะให้ไปเรียนกรอบสาขาเพิ่มเติมก่อนกลับมาตอบคำถามใหม่ และถ้าตอบถูกจะได้รับการเสริมแรงเช่นเดิม ถ้าตอบผิดครั้งที่สอง จะให้สถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกัน แต่ง่ายกว่าเดิม ถ้าตอบผิดครั้งที่ 3 บทเรียนเฉลยคำตอบ

ลักษณะการเรียนรู้เป็นการปฏิสัมพันธ์ ระหว่างนักเรียนกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ครูเป็นผู้แนะนำ และควบคุมชั้นเรียน

3. การเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล หมายถึง การเรียน ที่ให้นักเรียน 1 คน เรียนเนื้อหาวิชากับคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ตามลำพัง ในขณะที่เรียน ไม่มีการปรึกษา หรือร่วมมือกับนักเรียนคนอื่น ๆ

4. การเรียนรู้โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย หมายถึง การเรียน ที่ให้นักเรียน 3 คน เรียนเนื้อหาวิชากับคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ในขณะที่นักเรียนสามารถ ปรึกษา ร่วมมือช่วยเหลือกันเฉพาะในกลุ่มของตนได้

5. การเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. หมายถึง การเรียนรู้วิธีที่สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนดขึ้น โดยใช้รูปแบบของการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้ (สมศรี ขจรกุล. 2531 : 5)

5.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ หรือปัญหาที่สอดคล้องกับปัญหาในการทดลอง แล้วครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาตาม แนวคำถามในแบบเรียน และคู่มือครู จุดประสงค์การทดลอง วิธีการทดลอง ข้อควรระวัง ในการทดลอง เพื่อนำไปสู่การทดลอง

5.2 ขั้นทดลอง ทำการทดลองตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียนเพื่อตรวจสอบ สมมติฐานที่ตั้งขึ้น

5.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง นำผลที่ได้จากการทดลองมาร่วมกันอภิปราย ไปตามแนวคำตอบในแบบเรียน เพื่อสรุปผลการทดลองเป็นความรู้ใหม่

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า ของนักเรียน ใน การเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุ และกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ที่วัดได้จากความสามารถในการตอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 50 ข้อ

7. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างคล่องแคล่วชำนาญ ประกอบด้วย 13 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและสรุปข้อมูล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 1-13)

สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พัฒนาทักษะทั้ง 13 ทักษะ ดังนี้

7.1 การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

7.2 การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

7.3 การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือนหรือความแตกต่างเป็นเกณฑ์ได้

7.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งมีรูปร่างเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่ว ๆ ไปแล้วสเปสของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาวและความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างความเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

7.5 การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

7.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ ไดอะแกรม วงจรกราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

7.7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

7.8 การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

7.9 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม อาจถูกหรือผิดก็ได้

7.10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถทำการทดลองหรือทำการวัดได้

7.11 การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งและควบคุมตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

7.12 การทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

7.13 การตีความหมายข้อมูลและสรุปข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ที่ได้จากการทดลอง และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ทักษะทั้ง 13 ทักษะ วัดได้จากแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 65 ข้อ

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน
โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครูของ สสวท.

แตกต่างกัน

1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กับเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เป็นกลุ่มย่อยแตกต่างกัน

1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับเรียนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน

1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย กับเรียนตามคู่มือครูของ สสวท.

แตกต่างกัน

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน
โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กับเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น
กลุ่มย่อยแตกต่างกัน

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กับเรียนตามคู่มือครูของ สสวท.

แตกต่างกัน

2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยกับเรียนตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์
4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล
6. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มย่อย

1. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.1 เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหา หรือตัวความรู้และทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องเน้นให้นักเรียนได้เรียนทั้งเนื้อหา ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

(สมจิต สวชนไพบูลย์. ม.ป.ป. : 11 - 12)

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

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

1.1 การสังเกต (observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะ หรือรายละเอียดของ สิ่งของหรือปรากฏการณ์อย่างหนึ่งอย่างใด ทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ

1.2 การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บ รวบรวมข้อมูล รวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะวัดได้

1.3 การใช้จำนวนเลข (Using Number) หมายถึงการนำตัวเลขมา กำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือ จำนวนของสิ่งของต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ย

1.4 การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือ เหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กันหรือต่างกัน ของสิ่งของ หรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

1.5 การสื่อความหมาย (Communication) หมายถึง การพูดหรือการ แสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่น เข้าใจหรือรับทราบความคิด ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

1.6 การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติและเวลา (Using Space time Relationships) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลามาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้มิติ หมายถึง คุณสมบัติที่เกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง สมมาตร หรือ ตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

1.7 การสรุปอ้างอิง (Infering) หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์หรือ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้ รวมประกอบกับประสบการณ์เดิม

1.8 การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นใน อนาคตโดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

2. ทักษะกระบวนการขั้นสูง (The Integrate Process Skills)

มี 5 ทักษะ ดังนี้

2.1 การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Definining Operational Definition) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในรูปที่สังเกตวัด หรือนำมาปฏิบัติการได้และและบอกด้วยว่าในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีสังเกต หรือวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2.2 การกำหนดและความคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulating Variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุมและการควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

2.3 การสร้างสมมติฐาน (Constructing Hypothesis) หมายถึงการคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกต หรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

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

2.5 การออกแบบการทดลอง (Designing Investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึงนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เครื่องมือ และวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2526 : 1 - 5)

1. การสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

1.2 แสดงสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัด ความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกละเอียด ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกละเอียด ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกละเอียดได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา

(Space/Space Relationship and Space/Time Relationship) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว ได้แก่ .

- 4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.3 บอกชื่อของรูปทรง และรูปทางเรขาคณิตได้
- 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบูป 3 มิติที่เห็น

เนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

- 4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้
- 4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

- 4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
- 4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และ นำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้คิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินได้ว่าสิ่งของแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน หรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินได้ว่าของใดกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากัน หรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไตอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระชับรัด
จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Infering) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบาย หรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้สังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเอง ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้าที่ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) ตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความสามารถและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรตาม หรือสิ่งที่เป็สาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็ผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่ง และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลองโดย

12.3.1.1 กำหนดวิธีทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.3.1.2 ระบุอุปกรณ์/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) หมายถึง การแปลความหมาย หรือการขยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จึงเห็นได้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้น นอกจากจะเน้นทางเนื้อหา หรือผลผลิตทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะต้องให้ความสำคัญแก่ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอยู่ด้วยกันหลายทักษะและแต่ละทักษะมีความสัมพันธ์กัน และจัดเป็นส่วนหนึ่งของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์

1. งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผลงานการวิจัยหลายเรื่อง ที่แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องที่สามารถฝึกกันได้ เช่น บัทโซว์ (Butzow. 1972 : 85) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยทำกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน โดยให้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วัดทักษะก่อนและภายหลังสอน พบว่าคะแนนจากการทดสอบทั้ง 2 ครั้งแตกต่างกัน กล่าวคือ ปรากฏว่านักเรียนมีความสามารถในการสังเกตเปรียบเทียบ จัดจำพวก วิเคราะห์ การวัด การสรุปอ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีสติปัญญาดีจะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีด้วย และปี ค.ศ. 1977 กาเบล และรับบา (Gabel and Rubba. 1977 : 503 - 511) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการสอนและประสบการณ์ฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยศึกษากับนักศึกษาครูแผนกวิชาประถมศึกษา มหาวิทยาลัยอินเดียนา ที่ลงลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ปีการศึกษา 1975 จำนวน 58 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู ซึ่งปรับปรุงโดย AAAS จากผลการวิเคราะห์พบว่านักศึกษาครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2519 เอกสารอันดับ 10) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2503 กับนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร พุทธศักราช 2518 ที่สร้างโดยสถาบันและเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ข้อสอบของ IEA (The Internal Association for the Evaluation of Ed. Achievemend) พบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2518 มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร พุทธศักราช 2503 และจากการวิเคราะห์ตรวจสอบแล้วพบว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร พุทธศักราช 2518 มีความสามารถในการคิด การทดลอง การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาได้ดี

นอกจากนี้แล้วได้มีผลงานการวิจัยของอีกหลายคนที่แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ควิน และจอร์จ (Quin and George. 1975 : 289 - 296) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานสำหรับนักเรียนเกรด 6 พบว่า ความสามารถในการตั้งสมมติฐานมีความสัมพันธ์กับเกรดเฉลี่ยและความสามารถในการอ่านของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กิบส์ (Gibbs. 1968 : 3051 - A)

สำหรับในประเทศไทยก็ได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้หลายคน เช่น น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ (น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์. 2511 : 70 - 71) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 300 คน ผลปรากฏว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถพยากรณ์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

ต่อมาปี พ.ศ. 2524 ผกามาศ วรานุสันติกุล (ผกามาศ วรานุสันติกุล. 2524 : 47- 48) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนรัฐบาล ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน และผลปรากฏว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลงานการวิจัยของ (รุจิ โรจนประศาสตร์. 2525 : 37-38) ที่ได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตการศึกษา 2 จำนวน 640 คน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กมล หลีกภัย (กมล หลีกภัย. 2525 : 78) ที่ได้ทำกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสังกัด กรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 1 จำนวน 192 คน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วิชาวิทยาศาสตร์ ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดทำขึ้นตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 พ.ศ. 2530 - 2534 มีจุดประสงค์มุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน (สุภาณี ลิขะวัฒนากุล. 2531 : 6) จึงนำเอาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการเรียนการสอน

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.

นักศึกษาและนักวิจัยได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้ คือ

คัสแลนด์ และสโตน (Kusland and Stone. 1969 : 138 - 139) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนโดยครูและนักเรียนได้ศึกษาถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการและวิญญานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. ครูและนักเรียนมีนิสัยพฤติกรรมแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ครูให้นักเรียนได้เรียนให้บรรลุในเนื้อหาที่ต้องการโดยไม่กำหนดตายตัว
3. ไม่ควรให้คำตอบหรือผิดแก่นักเรียน เพราะการให้คำตอบผิดหรือถูกไม่ก่อให้เกิดการพัฒนาในตัวนักเรียน แต่ควรแนะนำวิธีการหาคำตอบให้
4. นักเรียนเป็นผู้มีความสนใจอย่างแท้จริงในการหาวิธีการแก้ปัญหา
5. เนื้อหาของการสอนแบบสืบเสาะไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามลำดับ แม้ว่าในหลักสูตรบางหลักสูตรจะกำหนดแนวทางในการเรียนไว้ก็ตาม
6. การเรียนการสอนเริ่มต้นด้วยความสงสัย คำถามจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการสอนแบบนี้

7. พยายามทำให้ปัญหามีประเด็นเด่นชัดและแคบพอที่จะเห็นแนวทางแก้ปัญหาในชั้นเรียนได้

8. การตั้งสมมติฐาน เป็นแนวทางของการสืบเสาะหาความรู้

9. นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติทดลอง การสังเกต การอ่านและการค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

10. การประเมินผลจะต้องสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของการสอน และความสามารถของนักเรียน

11. นักเรียนมีการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่ม ชั้น และเป็นรายบุคคล เพื่อรวบรวมข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน

12. นักเรียนเป็นผู้รวบรวมข้อมูลและสรุปตามสมมติฐานต้องพยายามหาคำตอบ คำอธิบายที่มีเหตุผล ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

13. การลงข้อสรุปและคำอธิบายต้องมีความสัมพันธ์กัน และมีวิธีการนำไปสู่ วิทยาศาสตร์มากที่สุด

กูด (Good. 1973 : 303) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่มีลักษณะสำคัญ 2 ประการคือ นักเรียนเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนั้น

วิระยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 11) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการแสวงหาความจริง เพื่อนำไปสู่การค้นพบธรรมชาติ และนำกฎเกณฑ์ที่ค้นพบนั้นมาประยุกต์ใช้

ไชศรี อภรรัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2524 : 5 - 7) ได้กล่าวถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. ว่าเป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิด และปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมที่สำคัญ คือ การทดลองและการใช้คำถาม

วิระ ไทยพานิช (2529 : 149) ได้กล่าวถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนสำรวจ สืบสวนค้นหาข้อมูล สิ่งที่ค้นพบและหาทางแก้ปัญหาใน

สิ่งแวดล้อม การเรียนรู้แบบเปิด (Open Classroom) โดยครูให้คำแนะนำเพียงเล็กน้อย จุดมุ่งหมายสำคัญ เพื่อสอนนักเรียนถึงกระบวนการของการสืบเสาะและค้นหาคำตอบที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหาซึ่งเขากำลังประสบอยู่ หรือจะพบในอนาคต

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูมีบทบาทสำคัญในการจัดสภาพการเรียนการสอน ให้เอื้อต่อกระบวนการสืบสวนและค้นหาคำตอบที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหาที่เขากำลังประสบอยู่หรือจะพบในอนาคต เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้แบ่งการสอนออกเป็น 2 ประเภทคือ (สมจิต สวชนไพบูลย์. ม.ป.ป. : 104 ; อ้างอิงมาจาก สสวท. : 2523)

1. การสอนแบบบอกหมด (Expository Oriented) เป็นการป้อนความรู้จากครูโดยใช้คำพูดเป็นส่วนใหญ่ นักเรียนเป็นฝ่ายฟัง วิธีนี้เป็นการสกัดกั้นความคิดของนักเรียนทำให้เกิดความเบื่อหน่ายได้ง่าย

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เอง (Discovery Oriented) ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบ บทบาทของครูมี 2 แบบ คือ

2.1 เมื่อครูกำหนดปัญหาให้แล้วจะปล่อยให้ให้นักเรียนหาวิธีการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาเองโดยไม่ให้คำแนะนำ

2.2 เมื่อครูกำหนดปัญหาให้แล้วครูจะบอกเกณฑ์และวิธีการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา คือ กำหนดแบบการทดลองให้นักเรียนเป็นผู้ทำการทดลองค้นหาความรู้เอง

ดังนั้น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไม่ว่าจะเป็นแบบใดก็ตามต้องการให้นักเรียนได้ค้นหาคำรู้ได้ด้วยตนเอง

หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่สนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

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

ขั้นที่ 1 การดูดซึม (Assimilation) หมายถึง การเข้าให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในชั้นเรียน แล้วใช้ความรู้เดิมเป็นแนวในการคิดให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ และเมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายปัญหาได้ จะเป็นการนำไปสู่ขั้นที่ 2

ขั้นที่ 2 การปรับปรุง (Accommodation) หมายถึง การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงขยายโครงสร้างเดิม เพื่อการเรียนรู้สิ่งใหม่โดยการนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างใหม่ เกิดขึ้นเมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายความรู้ใหม่ได้ ถ้าไม่ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเดิม

หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มี 3 ข้อ ดังนี้ (สฤตศักดิ์ นิยมคำ. 2517 : 125 - 126) .

1. ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาความรู้ นั้น ๆ มากกว่าการบอกให้รู้
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้นักเรียนอยากเรียนไม่ใช่บังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว
3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียน คิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงหรือมีความคิดเห็นของตนได้มากที่สุด

จากหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ดังกล่าวเชื่อว่า ถ้านักเรียนมีโอกาสเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุดเท่าที่ความสามารถของเขาจะทำได้ ซึ่งได้แก่ การอภิปรายปัญหา การทำการทดลอง และการอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นต้น จะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดหลักต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อันจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

ความมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

นิตยา กิจโร (2530 : 18) กล่าวว่า ความมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็คือ การแสดงให้เห็นว่าความคิดรวบยอด และข้อสรุปต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร การสืบเสาะหาความรู้จะแสวงหาแนวทางการพัฒนาตนเองให้เป็นที่รู้จักตัดสินใจ

อย่างฉลาดและเป็นอิสระ สามารถใช้วิธีการที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ด้วยการให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือการตั้งคำถาม เพื่อให้เกิดการพัฒนาความคิด

จึงกล่าวได้ว่า ความมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือ การสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้วิธีการที่เป็นระบบในการค้นหาสาเหตุของปัญหา และในการแก้ปัญหานั้น ๆ เพื่อพัฒนาสมรรถภาพในด้านการคิดของตน

สมจิต สวชนไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 105 - 110) ได้เขียนถึงขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่ามี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจข้อมูล (Exploration Phase). เป็นขั้นตอนการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อนำไปสร้างความคิดรวบยอด หรือแนวความคิดหลักต่อไปข้อมูลอาจหาได้จาก 3 แหล่ง

แหล่งแรก ได้จากการสังเกตวัตถุจริง หรือปรากฏการณ์โดยตรง

แหล่งที่สอง ได้จากการทดลอง

และแหล่งที่สาม ได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น เช่น จากเอกสารหรือจากบุคคล

การจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูลอาจทำได้ 4 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหา แต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า และให้นักเรียนทำ

กิจกรรมตามที่ครูกำหนด

วิธีที่ 3 ครูสาธิตให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปเป็นความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 วิธีได้รับข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ

2. ขั้นสรุปความรู้ใหม่ (Invention) หลังจากสำรวจข้อมูล นักเรียนจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ คุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงปริมาณ และอื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจยังไม่มี ความหมายอะไรมากนัก จะต้องมีการนำไปคำนวณ และ/หรือจัดกระทำใหม่ จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความหรือลงข้อสรุปต่อไป และผลสรุปที่ได้ส่วนมากจะอยู่ในรูปของโมเดลหรือหลักการ

3. **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Discovery)** เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสนำความรู้ที่ได้ค้นพบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้พิจารณากิจกรรมสำคัญในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ จึงแบ่งขั้นตอนการเรียนการสอนออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้ (พรรณี ภวภูตานนท์. 2528 : 33 - 34)

1. **การอภิปรายก่อนการทดลอง** เป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนดปัญหาหรือแนวทางให้นักเรียนคิดออกแบบการทดลองหรือตั้งสมมติฐาน และหาวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานแล้วแต่กรณี ผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้เป็นการช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดของคนอื่น

2. **การทดลอง** เป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในการที่จะไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้รู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น ถึงแม้ว่าการทดลองจะเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ก็ตามในบางครั้งครูอาจดำเนินการสอนไปตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยไม่มีการทดลองก็ได้ แต่ทั้งนี้กิจกรรมที่นำมาแทนในส่วนนี้ ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่มีอยู่ก่อนมาอภิปรายสรุปหรือการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปรายสรุปผล ดังนั้นในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเกิดขึ้นโดยไม่มีการทดลองเลยก็ได้

3. **การอภิปรายหลังการทดลอง** ครูต้องพยายามตั้งคำถาม เพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปหรือแนวคิด หรือหลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น ๆ และแม้ว่าผลการทดลองของนักเรียนจะต่างไปจากของเพื่อน ๆ นักเรียนก็จะหาเหตุผล ซึ่งได้จากการสังเกตอย่างละเอียดในระหว่างทำการทดลองนั้นมาอธิบายว่าเป็นเพราะเหตุใด

สรุปได้ว่าขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการเรียนการสอน จะเป็นแนวเดียวกัน คือ การนำเข้าสู่ปัญหา การอภิปรายปัญหา การตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และสรุปผลการทดลอง การเรียนการสอน นักเรียนจะเป็นผู้รวบรวมข้อมูล หาทางแก้ปัญหาเองโดยครูเป็นผู้กระตุ้นหรือให้แนวทางในการคิดค้นเท่านั้น

บทบาทของนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วีระ ไทยพานิช (2529 : 149 - 150) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พอสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนอิสระในการเรียนและการแสดงความคิด
2. นักเรียนคิดในการถามตัวเองและหาคำตอบด้วยตนเอง
3. ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวมถึงทักษะการถาม การอธิบายการเปรียบเทียบและการทดสอบในการแสวงหาความรู้

4. พุด ชักถาม หรือโต้แย้ง ในสิ่งที่นักเรียนเชื่ออย่างมีเหตุผล

ดังนั้นบทบาทของนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ นักเรียนสามารถคิดและแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระแต่มีเหตุผล โดยไม่ต้องเลียนแบบครูผู้สอนตลอดเวลาและนักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวมถึงทักษะการถาม การอธิบาย การเปรียบเทียบ และการทดสอบในการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

(2519 : รายงานอันดับที่ 10) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2503 กับนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2518 ที่สร้างโดยสถาบันและเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบของ IEA (The International Association for the Valuation of Education Achivement) จากการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อทดสอบแล้วพบว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร ปี พ.ศ. 2518 มีความสามารถในการคิด การทดลอง การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาได้ดี

โคลีเบส (Kolebas. 1972 : 4443) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบเดิม

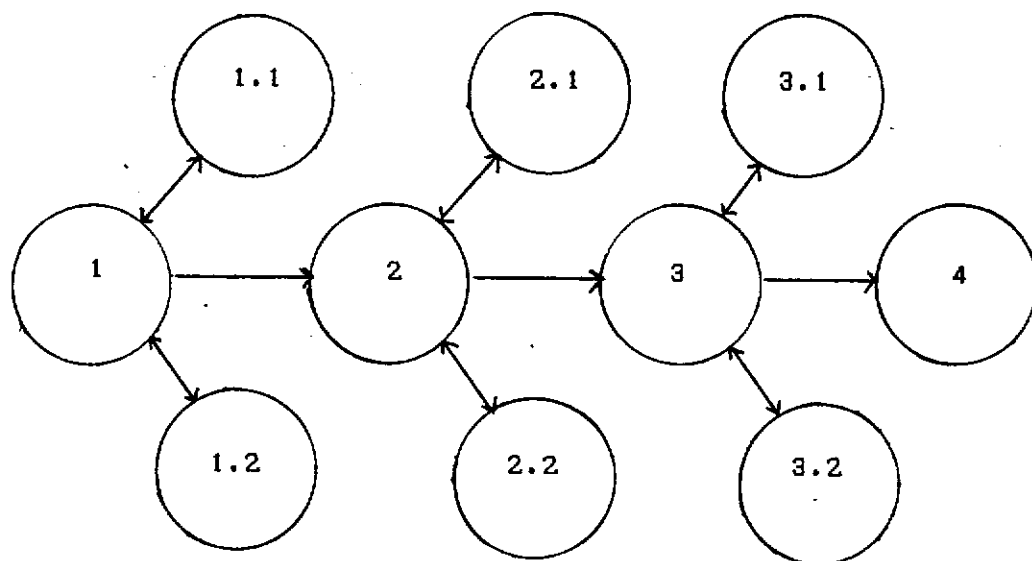
กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถทำให้นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถภาพด้านการคิดและสามารถที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและสอนโดยครู

3. เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์

บทเรียนสำเร็จรูป ใช้หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ของกัททรี คือหลักแห่งการเร้าและตอบสนอง "S-R Theory" (ชม ภูมิภาค. 2521 : 72) บทเรียนจะเร้าโดยให้ความรู้ คำถาม การตอบสนอง และมีการเสริมแรงทันที ตามหลักการการเรียนรู้ของสกินเนอร์ (Skinner) โดยการเฉลยคำตอบ หรือคำชมเชย

3.1 บทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขา (Branching Programme) เป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างเพื่อคำนึงถึงความแตกต่างของบุคคลเป็นหลัก (ไพโรจน์ ตีรณานกุล. 2528 : 75) โดยการแบ่งการเรียนรู้เป็นหน่วยย่อยและจะมีหน่วยที่เป็นกรอบหลัก หรือ กรอบอื่น (Home Pages) ซึ่งทุกคนจะต้องเรียน นอกจากนี้จะมีหน่วยแตกแขนงแล้วจะกลับมายังหน่วยหลักอีกและจะเรียนต่อไปตามผลของการตอบสนอง เรียนแบบ intrinsic นี้จะควบคุมลำดับให้สามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ตลอด โครงสร้างของบทเรียนแบบนี้จะสลับซับซ้อนและยุ่งยากกว่าแบบเรียงลำดับเป็นเส้นตรง



โครงสร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขา

3.2 ลักษณะโครงสร้างบทเรียนสำเร็จรูป ลักษณะโครงสร้างของบทเรียน

สำเร็จรูปสามารถกำหนดจากหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่สำคัญ ๆ เป็น 9 ประเด็น ดังนี้
(ไพโรจน์ ตีรณากุล. 2528 : 76 - 77)

1. เนื้อหาวิชาที่จะสอนจะแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ เรียกว่ากรอบ (Frame) โดยในแต่ละกรอบจะมีข้อความมากน้อย ขึ้นกับความจำเป็นของข้อความที่จะต้องการสื่อความใดความหนึ่งได้สมบูรณ์ แต่ต้องย่อและกระชับที่สุดและสามารถสื่อความได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดด้วย
2. แต่ละกรอบ (Frame) จะต้องกำหนดให้มีการสนองตอบจากผู้เรียนในรูปแบบใดรูปหนึ่งอาจเป็นคำถาม หรือการให้เติมคำ หรือการตอบสนองด้วยการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งก่อนจะต่อไปยังกรอบถัดไป
3. บทเรียนสำเร็จรูปทุกบทจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ชัดเจน และสามารถตรวจสอบและประเมินผลจากผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง ซึ่งหมายความว่ารายละเอียดข้อความในแต่ละกรอบ ควรจะเขียนขึ้นตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

4. การย้อนกลับต่อผู้เรียนหลังจากได้ทำแบบฝึกหัดหรือตอบคำถามใด ๆ จะต้องกระทำทันทีที่จะทำได้ ซึ่งเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) ที่สำคัญมาก เป็นจุดเด่นของบทเรียนสำเร็จรูป โดยเฉพาะบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์

5. การจัดเรียงกรอบต่าง ๆ จะเรียงกันอย่างถูกต้องตามตรรกศาสตร์จากง่ายไปหายาก จากสิ่งที่รู้ไปสู่สิ่งที่ไม่รู้ จากของเก่าไปสู่ของใหม่โดยยึดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก ปรับการเรียนรู้เพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ แต่ไม่ละเลยการเสริมแรงสามารถทำได้คงทนและแม่นยำด้วย

6. บทเรียนสำเร็จรูปควรมีการทดลองสอบปรับแต่งอยู่เสมอ โดยอาศัยผลการใช้กับบุคคลกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งความแตกต่างของบุคคลและกลุ่มคนอาจจำเป็นต้องใช้บทเรียนสำเร็จรูปที่มีรายละเอียดบางอย่างที่แตกต่างไปบ้าง บทเรียนสำเร็จรูปควรมีความสามารถที่จะยืดหยุ่นในการปรับปรุงได้สะดวก

7. ข้อความในบทเรียนสำเร็จรูป จะต้องเป็นคำสอนที่สมบูรณ์ในตัวเองโดยไม่จำเป็นต้องขยายความเพิ่มจากการบรรยายหรือการอธิบาย

8. บทเรียนสำเร็จรูป เป็นการเรียนที่ไม่ผูกกับเวลา จะเรียนเร็วหรือเรียนช้า ขึ้นกับความสามารถของแต่ละบุคคล หรือความพอใจและความต้องการของแต่ละบุคคลด้วย

9. การใช้บทเรียนสำเร็จรูป จะไม่อยู่ภายใต้การดูแลของครู-อาจารย์ หรือในสถานที่ที่กำหนดไว้ จะเป็นการเรียนที่อิสระจากการดูแลหรือควบคุมของบุคคลอื่น และเรียนในสถานที่ใด ๆ ที่ผู้เรียนพอใจหรือต้องการก็ได้

3.3 ขั้นตอนการเสริมบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ การสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นกระบวนการที่เป็นระบบสมบูรณ์เป็นภาระที่สำคัญที่ต้องการความละเอียดรอบครอบ และจิตสำนึกของวิธีการระบบ (System Approach) ผู้เขียนจะต้องระลึกอยู่เสมอว่า บทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นนี้จะทำการสอนโดยไม่มีครู-อาจารย์ ปรากฏต่อหน้าผู้เรียน ไม่มีการกำกับการเรียนรู้ที่ละขั้น ไม่มีใครกำชับให้สนใจเรียนหรือจดงาน นอกจากบทเรียนที่ได้เขียนโดยการวางแผนไว้อย่างดีแล้วเท่านั้น การสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังรายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ ต่อไปนี้ (ไพโรจน์ ตีรณานกุล. 2528 : 77 - 80)

1. ศึกษาหลักสูตรและผู้เรียนเป้าหมาย เพื่อทราบถึงรายละเอียดวิชาที่กำหนดตามหลักสูตรว่าเนื้อหาทั้งหมดเป็นอย่างไร ระดับใดควรใช้เวลาสอนปกติเท่าใด ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ขนาดใดความพร้อมทางด้านอื่นของผู้เรียนมีอะไรบ้าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นการศึกษาประสบการณ์การสอนวิชาที่กำหนดนี้ของตนเองและของผู้สอนคนอื่น ๆ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการจัดวางแผนต่อไป

2. การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของวิชาที่กำหนดเป็นสิ่งที่สำคัญและจะต้องจัดเขียนขึ้นเอง ทั้งนี้ตามหลักสูตรส่วนมากจะไม่ได้กำหนดไว้ หรืออาจมีเฉพาะวัตถุประสงค์ทั่วไปการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้จะต้องเขียนให้ถี่ถ้วนทุกๆ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการหรือที่จะได้จากการเรียนวิชานี้ .

3. เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่อง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดขึ้นทั้งหมดนี้ แต่ละวัตถุประสงค์จะมีความต่อเนื่องและเสริมซึ่งกันและกัน การจัดเรียบเรียงวัตถุประสงค์เหล่านี้ให้อยู่ในระบบที่ดี และกำหนดคำถามไว้ให้เหมาะสม จะเป็นการนำร่องในการสร้างบทเรียนได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. วิเคราะห์เนื้อหาจัดทำเป็นแผนภูมิข่ายงานโดยอาศัยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และคำถามนำร่องที่ได้จัดทำไว้ นำมาประกอบในการวิเคราะห์จัดเรียบเรียงเนื้อหาวิชาให้อยู่ในระบบความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันและเสริมซึ่งกันและกัน โดยจัดเขียนหัวเรื่องเหล่านั้นในรูปแบบแผนภูมิข่ายงานที่สมบูรณ์ แสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่าง ๆ พร้อมทั้งลำดับทางตรรกของเนื้อหาที่สมบูรณ์ด้วย

5. จัดซอยเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย เนื่องจากการสอนทางไมโครคอมพิวเตอร์จะเป็นการสอนที่ปราศจากครู-อาจารย์ การเสนอเนื้อหาครั้งละมาก ๆ อาจมีปัญหาในการเรียนได้ ดังนั้น จำเป็นจะต้องซอยเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่มีความสมบูรณ์ในแต่ละหน่วยย่อยพอสมควรและผู้เรียนสามารถจะติดตามเนื้อเรื่องต่อไปโดยไม่สับสน หรือขาดตอน

6. การสร้างข้อความในแต่ละกรอบตามเนื้อหาที่กำหนด ข้อความเหล่านี้จะต้องกระชับรัดเป็นประโยคง่ายต่อความเข้าใจของผู้เรียน ข้อความในกรอบต่าง ๆ ต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบด้วย โดยทั่วไปในแต่ละหน่วยย่อยของเนื้อหาจะประกอบด้วยกรอบข้อความต่าง ๆ 4 ชนิดคือ

ก. กรอบหลัก (Set frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูลโดยผู้เรียนสามารถจะเรียนรู้ ในเรื่องต่าง ๆ ที่ไม่เคยรู้มาก่อน

ข. กรอบฝึกหัด (Practice frame) เป็นกรอบที่จะให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดข้อมูล ที่ได้จากกรอบหลัก

ค. กรอบส่งท้าย (Terminal frame) เป็นกรอบทดสอบ โดยผู้เรียนจะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

ง. กรอบรองสุดท้าย (Sub-terminal frame) เป็นกรอบเขียนต่อจากกรอบส่งท้าย แต่เป็นข้อมูลที่จะแก้ไขความเข้าใจผิดหรือตอบผิดจากกรอบส่งท้าย เป็นกรอบที่จะเสริมความเข้าใจในกรอบส่งท้ายให้เข้าใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น แต่อาจจะเป็นกรอบที่ข้ามไปได้

7. เข้ารหัสตามโปรแกรมที่กำหนด การเข้ารหัสในที่นี้หมายความว่าโครงสร้างโปรแกรมที่สร้างขึ้นจำเป็นจะต้องแปลงข้อมูลเป็นรหัส เช่นแบบ (Generative หรือแบบ Artificial Intelligence) ก็จัดทำตามที่กำหนด แต่ถ้าโปรแกรมสร้างบทเรียนได้ง่าย ๆ การป้อนบทเรียนโดยไม่ต้องเข้ารหัสก็สามารถป้อนเข้าไปได้ง่าย ขั้นตอนนี้ก็คงเป็นทั้งเตรียมตัวป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย

8. ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ในการป้อนบทเรียนเข้าไปนี้จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้น ๆ โดยไม่ต้องกังวลว่าจะไม่เป็นไปตามที่ตนคิด เพราะการจัดลำดับการแสดงบทเรียนจะถูกควบคุม โดยโปรแกรมในส่วนอื่น ๆ ต่อไป

9. ทำการตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนจากไมโครคอมพิวเตอร์เมื่อป้อนบทเรียนเข้าไปหมด ทดลองเรียกบทเรียนตามลำดับที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติ ทำการตรวจเช็คความเรียบร้อยแก้ไขปรับปรุง ถ้าจำเป็น

10. ทดสอบบทเรียนกับผู้เรียนเป้าหมาย กล่าวคือการสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์เท่าที่กระทำมาจนถึงขั้นนี้ ได้กระทำไปตามหลักทฤษฎีและความคาดหวังของผู้สร้างเท่านั้น เมื่อสร้างเสร็จแล้วจำเป็นจะต้องทำการทดสอบ เพื่อตรวจสอบผลว่าจะได้ตามที่คาดหมายไว้หรือไม่เพียงใด หากจำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงก็ควรจะมีการแก้ไขเสียก่อน นำออกไปใช้จริง

11. เมื่อผ่านการทดสอบแล้ว จึงนำไปใช้กับผู้เรียนเป้าหมายต่อไป

12. การติดตามผลการเรียน ของผู้เรียนเป้าหมายนี้ เป็นปัจจัยที่จำเป็นมากเมื่อการเรียนโดยบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ให้ผลของการเรียนจากกลุ่มเป้าหมายต่าง ๆ เป็นไปตามที่คาดหวังไว้อย่างไร มีจุดอ่อน ข้อบกพร่อง หรือประเด็นที่ควรจะต้องแก้ไขอย่างไร ควรจะติดตามรวบรวมไว้เป็นข้อมูลในการพัฒนาบทเรียน ทางไมโครคอมพิวเตอร์นี้ให้ดีขึ้นต่อไป รวมทั้งเป็นข้อมูลประกอบการสร้างทางไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับวิชาอื่น ๆ ต่อไปด้วย

3.4 เทคนิคบางประการในการสร้างกรอบบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์

ทฤษฎีการเรียนรู้สำคัญของการเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ คือทฤษฎีของการเชื่อมโยง (Association theory) ซึ่งเป็นวัฏจักรระหว่างสิ่งเร้า (stimulus) กับการตอบสนอง (Response) โดยมีการเสริมแรง (Reinforcement) ด้วยวิธีการป้อนกลับ (Feedback) ใช้เป็นการรับรองเพื่อเน้นให้เกิดการเรียนรู้ที่คงทนขึ้น แต่สัดส่วนของการเร้าและการสนองตอบในแต่ละกรอบของบทเรียนอาจจะไม่เท่ากันโดยในกรอบแรกอาจจะต้องมีการเร้ามากกว่ากรอบหลัง ๆ และการตอบสนองในกรอบหลัง ๆ อาจจะมากกว่าในกรอบแรก ๆ ก็ได้ ในการเขียนบทเรียนแต่ละกรอบควรคำนึงถึงข้อควรปฏิบัติ ดังนี้ (ไพโรจน์ ตีรธนากุล. 2528 : 81)

1. ให้ศึกษาทำความเข้าใจแผนภูมิข่ายงานเนื้อหาให้ละเอียด
2. ให้คำนึงถึงพฤติกรรมก่อนเรียนของผู้เรียนและพฤติกรรมพึงปรารถนาภายหลังเรียนแล้ว
3. ใช้แผ่นกระดาษแต่ละแผ่นแทนกรอบแต่ละกรอบ โดยให้เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละกรอบกำกับไว้ด้วย
4. ควรเขียนจากกรอบคำตอบย้อนมาหากรอบข้อมูลหรือสิ่งเร้า
5. ในแต่ละกรอบจะต้องมีความคิดรวบยอด (Concept) เพียงความคิดเดียว

6. อาจมีการชี้แนะ (Cuing) หรือการป้อน (Prompts) ประกอบเมื่อมีความจำเป็น
7. หลีกเลี่ยงการใช้คำ สำหรับการตอบสนองซ้ำ ๆ โดยไม่จำเป็น
8. การจัดเว้นช่องไฟ และเว้นบรรทัดให้เหมาะสม สะดวกต่อการอ่านและการตอบสนอง

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์

4.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมา มีลักษณะเป็นเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ ทำงานแบบอัตโนมัติ ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งที่เป็นการคำนวณ และการเก็บข้อมูล ในหน่วยความจำ การเปรียบเทียบทางตรรกกรรมทั้งแก้ปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อน โดยจะทำงานตามขั้นตอนของโปรแกรมที่เตรียมไว้ด้วยความเร็วสูง (อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 12)

คอมพิวเตอร์เป็นระบบที่สมบูรณ์มีองค์ประกอบสองส่วนดังนี้ (ไพโรจน์ ตีรณานกุล. 2528 : 36)

4.1.1.1 ฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์

ฮาร์ดแวร์ คือส่วนที่เป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ของคอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. หน่วยรับข้อมูล หรือคำสั่ง ทำหน้าที่รับข้อมูลหรือกลุ่มคำสั่ง (โปรแกรม) แล้วส่งไปยังหน่วยประมวลผลกลางในส่วนที่เป็นหน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูลที่มีหลายแบบ เช่น แป้นพิมพ์ (Keyboard) เครื่องอ่านแผ่นบันทึกแม่เหล็ก (Diskdrive) เครื่องอ่านเทปแม่เหล็ก (Tape Recorder) หรือเครื่องอ่านบัตร (Card Reader) เป็นต้น

2. หน่วยประมวลผลกลาง เรียกสั้น ๆ ว่า C.P.U จะเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด คือการทำงานส่วนรับข้อมูล ส่วนแสดงผล และการทำงานภายใน C.P.U เอง โดยแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

2.1 ส่วนควบคุม เป็นส่วนควบคุมประสิทธิภาพการทำงานของคอมพิวเตอร์ทั้งระบบรวมทั้งการควบคุมอุปกรณ์พ่วง (Peripheral) ทุกประเภทที่นำมาต่อกับซีพียูนี้ด้วย

2.2 ส่วนคำนวณและตรรก บางครั้งเรียกว่าส่วน ALU ทำหน้าที่คำนวณเปรียบเทียบ และโยกย้ายข้อมูล แล้วทำการตัดสินใจสรุปผลที่ประมวลได้ออกมา

2.3 ส่วนความจำ เป็นความจำหลัก หรือส่วนความจำภายใน ทำหน้าที่เก็บข้อมูล หรือกลุ่มคำสั่งที่จะให้เก็บหรือจ่ายข้อมูลเป็นส่วนที่อยู่กับส่วน C.P.U ถ้าหน่วยความจำภายนอกตัว C.P.U เรียกว่าหน่วยความจำสำรองส่วนความจำหลักแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.3.1 ความจำรวม เป็นหน่วยความจำถาวรคือ ข้อมูลในหน่วยความจำรวมนี้จะไม่ลบไปและถูกเรียกออกมาใช้ได้ตลอด แต่จะไม่ยอมรับข้อมูลใหม่เข้าไป ข้อมูลและคำสั่งในรวมจะเป็นส่วนที่กำหนดมาโดยผู้ผลิตเท่านั้น

2.3.2 ความจำแรม เป็นหน่วยความจำชั่วคราว สามารถรับข้อมูลใด ๆ และข้อมูลออกโดยผู้ให้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ข้อมูล และคำสั่งใด ๆ ในแรมจะลบหายไปหมดเมื่อปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ หมายความว่าทุกครั้งที่เปิดใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ความจำแรมจะว่างอยู่เสมอ

การเก็บข้อมูลของหน่วยความจำ 1 หน่วย หรือ 1 ตัวอักษร (Character) เรียกว่า 1 ไบต์ 1 ไบต์ (Byte) นี้ประกอบด้วยกลุ่มของเลขฐานสองโดยถ้ามี 4 ตัว เรียก 4 บิต (bit) 8 ตัว เรียก 8 บิต เป็นต้น

3. หน่วยแสดงผล เป็นส่วนที่คอมพิวเตอร์แสดงผลการตัดสินใจ และสรุปจาก C.P.U ออกไปในรูปทางจอภาพ เครื่องพิมพ์ เทปแม่เหล็ก เครื่องเจาะบัตร หรือ เทปกระดาษ เป็นต้น

4.1.1.2 ซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์

ซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์ คือคำสั่ง ซึ่งเรียกว่า โปรแกรม (Programme) เพื่อใช้บังคับให้อาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์ทำงานตามความประสงค์ของผู้เขียนโปรแกรม โปรแกรมที่ใช้แบ่งได้ 3 ประเภทคือ ประเภทแรกโปรแกรมการควบคุมระบบการทำงานของอุปกรณ์ทำหน้าที่ให้ทุกส่วนทำงานประสานกัน เช่นโปรแกรม DOS หรือ MSDOS ประเภทที่สองโปรแกรมแปลภาษา ทำหน้าที่แปลภาษาโปรแกรมต่าง ๆ ให้เป็นภาษาเครื่อง เช่น FORTRAN COMPILER, COBOL COMPILER, RASCAL COMPILER และ BASIC COMPILER เป็นต้น ประเภทที่สาม โปรแกรมใช้งานเป็นโปรแกรมที่เขียนตามความประสงค์ของผู้ใช้งาน เช่นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้กับคอมพิวเตอร์

4.1.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction : CAI)

คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนตามปกติ นอกจากนี้ คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ในทันทีซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน ดังนั้นในขณะนี้จึงมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างกว้างขวางและแพร่หลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอนในรูปแบบต่าง ๆ กัน ซึ่งการสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นได้อาศัยแนวความคิดจากทฤษฎีเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการออกแบบโปรแกรมจะเริ่มต้นจากการให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียน ประเมินการตอบสนองของผู้เรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการเสริมแรง และให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าแก่ผู้เรียน ประเมินการตอบสนองของผู้เรียนให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการเสริมแรง และให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าลำดับต่อไป (กิตานันท์ มะลิตอง, 2531 : 168)

4.1.3 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ปัจจุบันนักวิชาการ นักการศึกษา แบ่งลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ซึ่งสามารถสรุปเป็นประเภทได้ดังนี้ (Stolurrow. 1971 : 394 - 396, วารินทร์ รัศมีพรหม. 2525 : 73, ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 42 - 47, เรืองเดช วงศ์หล้า. 2529 : 101-102, อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2528 : 6 - 7, ณรงค์ ภูมิ. 2529 : 7 - 8, ยืน กุ้ววรารณ และประภาส จงสถิตย์วัฒนา. 2529 : 564 - 565, ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 216 - 220, กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 169 -73)

1. ใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เป็นโปรแกรมที่สร้างในลักษณะบทเรียน โปรแกรมเลียนแบบการสอนของครู กล่าวคือ จะมีบทนำ (Introduction) คำอธิบาย (Explanation) ซึ่งประกอบด้วยตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบายและแนวคิดที่จะสอนหลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถาม (Question) เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนมีการแสดงผลย้อนกลับ (feedback) ตลอดจนการเสริมแรง (Reinforcement) สามารถให้นักเรียนย้อนกลับไปบทเรียนเดิม หรือข้ามบทเรียนที่นักเรียนรู้แล้ว นอกจากนี้ยังสามารถบันทึก (Records) การกระทำของนักเรียนว่าทำได้เพียงไร และอย่างไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับนักเรียนบางคนได้

2. การฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) ส่วนใหญ่ครูผู้สอนจะใช้เสริมเมื่อได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์เพื่อวัดระดับ หรือให้นักเรียนมาฝึกจะถึงระดับที่ยอมรับได้ บทเรียนประเภทนี้จึงประกอบด้วยคำถามคำตอบที่จะให้นักเรียนทำการฝึกและปฏิบัติ อาจต้องใช้หลักจิตวิทยาให้ผู้เรียนอยากทำ และตื่นเต้นกับการทำแบบฝึกหัดนั้น เช่นแทรกรูปภาพเคลื่อนไหว หรือคำพูดโต้ตอบ รวมทั้งอาจมีการแข่งขัน จับเวลา หรือสร้างรูปแบบให้ตื่นเต้นจากการมีเสียง เป็นต้น

3. การแก้ปัญหา (Problem Solving) ประเภทนี้จะเน้นให้ฝึกการคิดการตัดสินใจโดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ เช่นในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะ

ต้องเข้าใจ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหา ผู้เรียนอาจต้องทดลองในกระดาษคำตอบ ก่อนที่จะเลือกข้อที่ถูกได้ ซึ่งการทำเช่นนั้น ผู้สอนอาจไม่ได้ต้องการเพียงคำตอบที่ถูกเพียงอย่างเดียว ยังต้องการขั้นตอนที่ผู้เรียนทำ เช่น ถ้าเลือกข้อ ข แปลว่า ให้สูตรผิด ถ้าเลือกข้อ ค แปลว่า คำนวนผิด ถ้าเลือกข้อ ง แปลว่า ไม่เข้าใจเลย เป็นต้น การแก้ปัญหาลักษณะนี้ กว่าที่ผู้เรียนจะตอบได้จะต้องใช้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยแก้ปัญหาลักษณะนี้เพราะเป็นการคำนวณที่สลับซับซ้อน ก็เท่ากับเป็นการวัดด้วยว่า ผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงไร

4. การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นโปรแกรมที่จำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน โดยมีเหตุการณ์สมมติต่าง ๆ อยู่ในโปรแกรมและนักเรียนสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงหรือจัดกระทำ (Manipulate) ได้ สามารถมีการโต้ตอบ และมีตัวแปรหรือทางเลือกหลาย ๆ ทาง เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกได้อย่างลุ่มเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากทางเลือกเหล่านั้น นอกจากนี้ในบางบทเรียนการสร้างภาพพจน์เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นการทดลองทางห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญแต่หลายวิชาไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ เช่นการเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสงและการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือปรากฏการณ์ทางเคมี รวมทั้งชีววิทยาที่ต้องใช้เวลานานหลายวันจึงปรากฏผล ปัญหาเหล่านี้สามารถใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบให้ผู้เรียนได้เห็นจริงและเข้าใจได้ง่าย

5. การเล่นเกม (Gaming) เกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนนั้นเป็นสิ่งที่ใช้เพื่อเร้าใจผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โปรแกรมประเภทนี้นับเป็นแบบพิเศษของแบบจำลองสถานการณ์ โดยมีเหตุการณ์ที่มีการแข่งขัน ซึ่งสามารถที่จะเล่นได้โดยนักเรียนเพียงคนเดียวหรือหลายคนมีการให้คะแนนแพ้ชนะ อย่างไรก็ตามการเขียนโปรแกรมประเภทนี้ต้องระวังให้มีคุณค่าทางการศึกษา โดยต้องมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และขอบเขตที่เหมาะสมกับหลักสูตร

6. บทสนทนา (Dialogue) เป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน กล่าวคือพยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะใช้เสียง ก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็น

การแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาเคมี อาจถามหาสารเคมีบางชนิด ผู้เรียนอาจโต้ตอบด้วยการใส่ชื่อสารเคมีให้คำตอบ หรือบทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์ อาจเป็นการสมมติสภาพของคนไข้ ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีการรักษาให้ก็ได้

7. การสาธิต (Demonstration) การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่า เพราะนำมาใช้เพื่อสาธิตให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงามตลอดทั้ง สี และเสียงด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ได้หลายแขนง เช่น สาธิตเกี่ยวกับโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ การหมุนเวียนของโลหิต การสมดุลของสมการ เป็นต้น

8. การทดสอบ (Testing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักจะต้องรวมการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ คือการสร้างข้อสอบ การจัดการสอบการตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอนลุ่มเลือกข้อสอบเองได้

9. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริงความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการ ด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เพียงแต่กดหมายเลข หรือใส่รหัส หรือตัวย่อ ของแหล่งข้อมูลนั้น ๆ การใส่รหัสหรือหมายเลขของผู้เรียนนี้จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

10. แบบรวมวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination) คอมพิวเตอร์สามารถสร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ ตามธรรมชาติของการเรียนการสอนยังมีความต้องการวิธีการสอนหลาย ๆ แบบ ความต้องการนี้จะมาจาก การกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียนและองค์ประกอบหรือ ภาระกิจต่าง ๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหนึ่งอาจมีทั้งลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เกม (Gaming) การไต่ถามให้ข้อมูล (Inquiry) รวมทั้งประสบการณ์การแก้ปัญหา (Problem Solving)

4.1.4 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนตามเอกัตภาพ (วารินทร์ รัศมิพรหม. 2525 : 75, นิพนธ์ ศุภปรีดี. 2526 : 42, คณิต ไช่มกข์. 2527 : 23 - 24, ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 215, กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 174, อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2521 : 8, สุกธิพงศ์ หกสุวรรณ และศุภรัตน์ จิตต์จำนง. 2532 : 1 - 7)

2. มีการป้อนกลับ (Feed Back) ทันทีทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้นไม่เบื่อหน่าย (นิพนธ์ ศุภปรีดี. 2526 : 41, ศิริพร ลาเกษง. 2527 : 22, อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2531 : 7, สุกธิพงศ์ หกสุวรรณ และศุภรัตน์ จิตต์จำนง. 2532 : 1 - 7) เรืองเดช วงศ์หลัง. 2529 : 103, กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 174)

3. ผู้เรียนไม่สามารถหลีกเลี่ยงคำตอบได้ก่อนจึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้จริง ๆ ก่อนที่จะผ่านบทเรียนนั้นไป (นิตยา กาญจนวรรณ. 2526 : 80, สุกธิพงศ์ หกสุวรรณและศุภรัตน์ จิตต์จำนง. 2532 : 1 - 7)

4. ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่เคยเรียนมาแล้ว (สุกธิพงศ์ หกสุวรรณ และศุภรัตน์ จิตต์จำนง. 2532 : 1 - 8)

5. นักเรียนจะเรียนได้ดีกว่า และเร็วกว่าการสอนตามปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียนลง (ยีน ภู่วรรณ และประภาส จงสถิตย์วัฒนา. 2529 : 565, อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2531 : 8, สุกธิพงศ์ หกสุวรรณและศุภรัตน์ จิตต์จำนง. 2532 : 1 - 8)

6. สามารถประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนโดยอัตโนมัติ (นิพนธ์ ศุภปรีดี. 2526 : 42, สุกธิพงศ์ หกสุวรรณและศุภรัตน์ จิตต์จำนง. 2532 : 1 - 8)

7. ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา (สุกธิพงศ์ หกสุวรรณและศุภรัตน์ จิตต์จำนง. 2532 : 1 - 8)

8. ผู้เรียนสามารถเรียนตามลำพังด้วยตนเองได้
(อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2531 : 3, สุกธิพงศ์ หกสุวรรณและศุภรัตน์ จิตต์จำนง. 2532 : 1 - 8)
9. ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อน (สุกธิพงศ์ หกสุวรรณ และศุภรัตน์ จิตต์จำนง. 2532 : 1 - 8)
10. ช่วยให้ผู้เรียนคงไว้ซึ่งพฤติกรรมการเรียนได้นาน
(นิพนธ์ คุปปรีดี. 2526 : 42)
11. เป็นการสร้างนิสัยรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนแต่เป็นการให้การเสริมสร้างเหมาะสม (นิพนธ์ คุปปรีดี. 2526 : 42)
12. เป็นการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ (Student Center)
(ณรงค์ บุญมี. 2529 : 8)
13. ผู้เรียนจะเรียนเป็นขั้นตอนที่ละน้อย จากง่ายไปหายาก
(สุกธิพงศ์ หกสุวรรณและศุภรัตน์ จิตต์จำนง. 2532 : 1 - 8)
14. ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน (สุกธิพงศ์ หกสุวรรณ และศุภรัตน์ จิตต์จำนง. 2532 : 1 - 8)
15. สามารถทำเสียง สี่ รูปภาพ เป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน
(สมชัย ชินะตระกูล. 2528 : 667, กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 173)
16. เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่ (กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 137)
17. หน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์จะช่วยบันทึกพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้ (กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 173)
18. ช่วยขยายขีดความสามารถของครูในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด (กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 173)

19. ช่วยผ่อนแรงครูผู้สอน (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2531 : 8)
20. ช่วยลดความเครียดในการที่จะปะทะอารมณ์ ของผู้สอน (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2531 " 8)

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วีรศักดิ์ สุนทรวิภาต (2530 : 55) ได้ทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนของครู ในวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนเสริมจากครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุวัฒน์ นิยมไทย (2531 : 59) ได้ทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดของกลุ่มแตกต่างกัน วิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลปรากฏว่าผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน มีผลการเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะกลุ่มย่อย 3 คน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะกลุ่มย่อย 4 คนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะกลุ่มย่อย 3 คน มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะกลุ่มย่อย 4 คนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เลี้ยว (Liu. 1975 : 1411 - A - 1412 - A) ยังชี้ให้เห็นข้อดีของการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน โดยได้ทดลองกับนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ พบข้อสรุปที่สำคัญคือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถช่วยผู้เรียนได้ดังนี้คือ

1.1 ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาขึ้นด้วยวิธีการปฏิบัติ

1.2 ช่วยให้ผู้สามารถทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนในห้องเรียนไปแล้ว

1.3 ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อน โดยปรับปรุงวิธีการเรียน

1.4 ผู้เรียนสามารถสร้างความสำเร็จได้ด้วยตัวเอง

1.5 ทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

2. คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ →

เบค (Beck. 1970 : 3006 - A) ได้ทำการวิเคราะห์ทัศนคติที่มีต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษาจำนวน 29 แห่ง พบว่า

1. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากจะใช้กับวิชาคอมพิวเตอร์ศาสตร์ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่มีผลในทางลบต่อทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือวิชาที่เรียน

3. นักเรียนหญิงมีทัศนคติในทางบวกต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่านักเรียนชาย เทอร์เนอร์ (Turner. 1983 : 1750 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของครูผู้สอน โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในด้านทัศนคติพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทัศนคติที่ดีต่อการสอนมากกว่ากลุ่มที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมซึ่งมีลักษณะเป็นหนังสือ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในด้านความสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น

ซัมเมอร์ (Summerville. 1985 : 603 - A) ได้ศึกษาผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนวิชาเคมี พบว่าคะแนนของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มสูงขึ้นกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาวิชาเดียวกัน

จะเห็นได้ว่า การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยการเรียนการสอน ในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีคุณค่าและเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมาก ทั้งในแง่ที่ทำให้ผู้เรียนมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงหรืออย่างน้อยก็ไม่แตกต่างจากวิธีการสอนแบบอื่น ๆ และในด้านทัศนคติที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กล่าวคือทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน และต่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็น "สื่อสำเร็จรูป" ที่ประกอบขึ้นด้วยกระบวนการเรียนการสอนและเนื้อหา รวมกันเบ็ดเสร็จอยู่ในตัวที่จะเอื้อให้นักเรียนรู้อะไรต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

(เปเรื่อง กุมท. 2517 : 3)

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

5.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

แนวคิดทางการศึกษาแนวใหม่ที่กล่าวถึงการจัดการศึกษาว่า จะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) ซึ่งความแตกต่างนี้มีสาเหตุมาจาก กรรมพันธุ์ สิ่งแวดล้อมทั้งทางธรรมชาติ และทางวัฒนธรรม รวมทั้งประสบการณ์และความสามารถที่ไม่เท่าเทียมกัน หรือไม่เหมือนกัน เมื่อเป็นดังนี้ ย่อมก่อให้เกิดการเรียนรู้ต่างกันด้วย เหตุนี้จึงได้มีผู้คิดวิธีการเรียนการสอนตามความสามารถของแต่ละบุคคล อันจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถและความสนใจของตน ซึ่งเรียกวิธีการเรียนการสอนแบบนี้ว่า การเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล หรือแบบรายบุคคล (Individualized Learning or Instruction)

ความหมายของการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

การเรียนการสอนแบบรายบุคคลหมายถึง วิธีการเรียนชนิดหนึ่งที่มีโครงสร้าง มีระบบที่สามารถสนองความต้องการของผู้เรียนได้ การเรียนแบบนี้ผู้เรียนมีอิสระที่จะเลือกรับรู้ตามเวลาสถานที่ ระยะเวลาในการเรียนแต่ละบทแต่ก็ต้องจำกัดอยู่ภายใต้โครงสร้างของบทเรียนนั้น ๆ เพราะในแต่ละบทเรียนจะมีวิธีเรียนชี้แนะไว้ในคู่มือ (Study Guide) ด้วย (พัชรี พลาวงศ์. 2526 : 83)

โดยทั่วไปแล้วการเรียนการสอนแบบรายบุคคล เป็นการประยุกต์ใช้ร่วมกันระหว่างเทคนิค และสื่อการสอนให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ตัวอย่างสำคัญของการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล เช่นการเรียนการสอนแบบโปรแกรม ชุดการเรียนการสอนการจัดตารางเรียนแบบยืดหยุ่น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมประสิทธิภาพของการดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนได้อย่างดี

จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

กาเย่ และบริกส์ (Gagne and Briggs, 1974 : 185 - 187) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนแบบรายบุคคลว่า เป็นหนทางทำให้การสอนบรรลุจุดมุ่งหมายตามความต้องการ (Need) และบุคลิก (Characteristic) ของผู้เรียนแต่ละคน โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญอยู่ 5 ประการคือ

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

ลักษณะของการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

การเรียนการสอนแบบรายบุคคลนั้น ย่อมประกอบด้วยประสบการณ์ในการเรียนที่ออกแบบเฉพาะสำหรับนักเรียนแต่ละคน โดยมีรากฐานมาจากการวิเคราะห์ความสนใจและความต้องการของแต่ละคน และเมื่อได้กำหนดแล้วประสบการณ์ในการเรียนรู้นั้นจะถูกควบคุม

โดยนักเรียนเอง นักเรียนจะจัดการควบคุมเวลาเองตามความสนใจและความสะดวกของนักเรียนซึ่งในเรื่องนี้ ชม ภูมิภาค (ม.ป.ป. : 94) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการสอนเป็นรายบุคคลไว้ว่า

1. ครูจัดการเกี่ยวกับเหตุการณ์ของการสอนน้อยอย่างลง
2. วัสดุเองจะเป็นผู้จัดการให้เหตุการณ์ในการสอนเอง
3. ครูจะใช้เวลาส่วนใหญ่ ทำงานเป็นส่วนตัวกับนักเรียนมากขึ้น เพื่อจะดูว่านักเรียนจะเรียนอะไรและเรียนอย่างไร ครูจะตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียนอย่างใกล้ชิดด้วยการวินิจฉัยมากขึ้น
4. ผู้เรียนจะมีโอกาสต่าง ๆ มากขึ้น ในเรื่องที่เรียน วิธีการเรียน ตลอดจนวัสดุในการเรียน
5. เวลาเรียนสำหรับแต่ละคนนั้นย่อมต่างกันไป ไม่จำเป็นที่ทุกคนจะต้องไปในเวลาเดียวกัน

ประเภทของการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

การเรียนการสอนแบบรายบุคคล แบ่งออกได้หลายประเภท ตามทัศนะของผู้จัดแบ่ง ดังเช่น กาเย่ และบริกส์ (Gagne and Briggs. 1974 : 187) ได้แบ่งประเภทการเรียนการสอนแบบรายบุคคลออกเป็น 5 ประเภทคือ

1. แผนการเรียนแบบอิสระ (Independent Study Plans) เป็นการสอนที่ครูกับผู้เรียนตกลงกันในเรื่องของจุดมุ่งหมายของการเรียน แล้วผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าให้บรรลุจุดมุ่งหมายด้วยตนเอง
2. ศึกษาด้วยการควบคุมตนเอง (Self-Directed Study) จะมีการตกลงในจุดมุ่งหมายเฉพาะกำหนดเอาไว้ แต่วิธีการศึกษานั้นเป็นเรื่องของนักเรียนเอง ครูอาจแนะนำการอ่านและวัสดุศึกษาให้แล้วแต่ นักเรียนจะใช้หรือไม่ใช้ก็ได้ หากเขาผ่านการทดสอบก็ถือว่าใช้ได้

3. โปรแกรมผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner-Center Programs) เป็นโปรแกรมการเรียนที่จัดขึ้นกว้าง ๆ แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนโดยมี วิชาแกน วิชาเสริมและวิชาเลือก

4. เรียนตามความเร็วของตนเอง (Self-Pacing) เป็นการเรียนที่ผู้เรียนเรียนตามอัตราความเร็วหรือความสามารถของตนเอง มีการกำหนดจุดมุ่งหมายไว้ตลอดจนเกณฑ์ต่าง ๆ เอาไว้ ทุกคนเหมือนกัน ต่างกันที่เวลาที่ใช้ในการเรียน

5. การเรียนการสอนที่ผู้เรียนกำหนดเอง (Student-Determined Instruction) นักเรียนเลือกจุดมุ่งหมาย วัสดุศึกษา กำหนดเวลาเอง ทดสอบเอง และมีเสรีที่จะทิ้งจุดมุ่งหมายใดก็ได้

ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

การจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคล มีประโยชน์หลายประการ ซึ่ง ธีระ ไทพานิช (2529 : 126) ได้กล่าวถึงประโยชน์ หรือลักษณะข้อดีของการเรียนการสอนแบบรายบุคคลไว้ดังนี้

1. นักเรียนสามารถเรียนรู้ตามอัตราศักยภาพความสามารถของเขา
2. เป็นการคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
3. นักเรียนมีอิสระมากกว่าการสอนแบบปกติ
4. เป็นการจูงใจนักเรียนและเด็กจะชอบบรรยากาศในโรงเรียนมากขึ้น
5. ครูมีเวลาที่จะทำงานกับนักเรียนเป็นรายบุคคลเมื่อนักเรียนต้องการ

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล ได้มีผู้สนใจทำการวิจัยกันอย่างแพร่หลายโดยทำการวิจัยในแง่มุมต่าง ๆ เกี่ยวกับ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนแบบรายบุคคลกับเรียนตามปกติ หรือเปรียบเทียบการเรียนแบบรายบุคคลกับสื่อต่าง ๆ กับการเรียนตามปกติ เช่น เปรียบเทียบการเรียนแบบรายบุคคล

ที่เรียนกับบทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูปบ้าง กับชุดการเรียนบ้าง กับบทเรียนโมดูลบ้าง รวมทั้งศึกษาตัวแปรด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะคิด ทักษะการฟัง การอ่าน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนแบบรายบุคคล โดยเปรียบเทียบการเรียนแบบรายบุคคลที่เรียนกับบทเรียนโปรแกรมกับชุดการเรียน กับบทเรียนโมดูล กับการเรียนด้วยวิธีตามปกติ ซึ่งการวิจัยในลักษณะนี้พบว่า มีทั้งงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่า การเรียนแบบรายบุคคลกับบทเรียน โปรแกรม กับชุดการเรียนด้วยตนเอง และกับบทเรียนโมดูล ได้ผลดีกว่าการเรียนกับการสอนแบบปกติ (ประทวน อ่อนไสว 2527 : 65 - 68, สมพร ยิ้มสกุล 2527 : 67 - 71, อดุลย์ เพียรเสมอ 2522 : 41 - 46, ประสาร ไชยณรงค์ 2520 : 33 - 36, อัศวิน พรหมโสภ 2519 : 44 - 50) รวมทั้งการวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างจากการเรียนแบบรายบุคคล ด้วยสื่อตัวกล่าวเมื่อเปรียบเทียบกับ การเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ (พจนา ลังวรกิจ 2529 : 77 - 78, เชาววิณี อะยะวงศ์ 2526 : 57 - 60, มนเทียร พรหมประพันธ์ 2522 : 77 - 84, นิลศรี โคตรบุตร 2521 : 61 - 67, เป็ญจา โสตรโยม 2520 : 31 - 35, ศิริพงษ์ พยอมแย้ม 2519 : 17 - 39)

จากงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนแบบรายบุคคลนั้น จะเห็นได้ว่าการเรียนแบบรายบุคคล เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนแบบปกติแล้วพบว่า โดยทั่วไปแล้วการเรียนแบบรายบุคคลจะได้ผลดีกว่าหรืออย่างน้อยที่สุดก็ให้ผลไม่แตกต่างจากการเรียนการสอนแบบปกติในแง่ทัศนคติพบว่า ผู้เรียนที่เรียนแบบรายบุคคลมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนดีกว่าผู้เรียนที่เรียนกับการสอนแบบปกติ นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดเวลาในการเรียนรู้ รวมทั้งพัฒนาการในการเรียนรู้ดีกว่าเดิมด้วย

6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มย่อย

6.1 เอกสารที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มย่อย

ในสภาพความเป็นจริงของชีวิตคนเรานั้น มีน้อยมากที่เราจะทำอะไรสำเร็จเบ็ดเสร็จด้วยตนเองโดยไม่ต้องพึ่งพาอาศัยคนอื่น งานที่จะประสบผลสำเร็จได้โดยเฉพาะ

งานสำคัญ ๆ นั้นจะต้องอาศัยความคิด ความร่วมมือ การสนับสนุนไม่ว่าจะเป็นด้านกำลังกาย กำลังใจ ดังนั้น การฝึกคนให้รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเป็นทีม จึงเป็นเรื่องสำคัญที่เราจะย้ำ เน้นให้อยู่ในกระบวนการเรียนการสอน และการทำงาน (ทวีป อภิลิทธิ. 2528 : 46) จนฝังลึกลงเป็นอุปนิสัยเหมือนว่าสิ่งเหล่านี้เป็นวิถีชีวิต (Way of life) ของคนรุ่นใหม่ เพิ่มคุณภาพของคนและประสิทธิภาพของงานก็จะสูงขึ้นเป็นเงาตามตัว

ความหมายของกลุ่ม

กลุ่ม (Group) หมายถึง บุคคลสองคนหรือมากกว่านั้นมารวมกัน โดยมีลักษณะเหล่านี้คือ

1. มีจุดมุ่งหมายร่วมกัน (Common goal)
2. มีการกระทำร่วมกัน (Interaction)
3. มีการปฏิบัติในบทบาทอันเดียวกัน (Common role)

หลักการของการเรียนการสอนแบบกลุ่ม

กิจกรรมการเรียนการสอน มิใช่เพียงแต่จะเปิดโอกาสให้นักเรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้เท่านั้น แต่ควรจะเปิดโอกาสให้นักเรียน รู้จักเป็นอกเห็นใจผู้อื่น รู้จักเคารพในสิทธิของผู้อื่น รู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีเหตุผล เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ ทศนา แคมมณี และคนอื่น ๆ (2522 : 7) ได้อ้างคำกล่าวของ แบรดฟอร์ด (Bradford) ซึ่งได้กล่าวถึงที่มาของการนำเอาพลังกลุ่มมาใช้ในการเรียนการสอนว่าเกิดจากหลักการ 2 ประการ คือ

1. จุดมุ่งหมายที่สำคัญทางการศึกษา คือ การให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง และพัฒนาพฤติกรรม จุดมุ่งหมายนี้มีความหมายลึกซึ้งและกว้างกว่าการให้ความรู้แต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้นการใช้พลังกลุ่มในการเรียนการสอนจะเน้นการให้การพัฒนาพฤติกรรมของผู้เรียน ในแง่การลงมือปฏิบัติเพื่อการแก้ปัญหา มากกว่าการสอนเนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียว ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถนำไปถ่ายโอน เพื่อการแก้ปัญหาได้ในชีวิตจริง

2. วิธีที่ดีที่สุดในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ คือการสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความรู้สึกนึกคิดของตนเองในกลุ่ม ได้รับรู้และเปิดเผยตนเอง ได้มากที่สุดซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นอย่างมาก

ประสบการณ์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นนั้น ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้เนื้อหาวิชาจากการมีส่วนร่วมกระทำกิจกรรมที่ส่งเสริมการวิเคราะห์ความรู้สึก ความต้องการ ตลอดจนพฤติกรรมและความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งการฝึกเช่นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาบุคลิกภาพของตนได้เป็นอย่างดี

ประเภทของกลุ่ม

ในการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มนั้น การแบ่งกลุ่มอาจแบ่งโดยมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างออกไป โดยการจัดแบ่งกลุ่มแบบใดแบบหนึ่งดังต่อไปนี้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมาธิราช. 2525 : 25 - 27)

1. กลุ่มปฏิบัติงาน (Task Group) กลุ่มนี้มีจุดเน้นอยู่ที่ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานร่วมกัน โดยอาจเป็นในรูปของการช่วยกันแก้ปัญหาหรือการเสาะแสวงหาความรู้เพิ่มเติมหรือปฏิบัติการกิจอื่น ๆ ที่ผู้สอนได้มอบหมายให้แก่กลุ่ม ขนาดของกลุ่มประมาณ 6 - 12 คน

2. กลุ่มช่วยการเรียนรู้ (Tutorial Group) เป็นการให้ผู้เรียนที่ยังไม่เข้าใจวิชาใดวิชาหนึ่งมารวมกันเพื่อช่วยกันทบทวนหรือขยายเนื้อหาวิชาที่ยังไม่เข้าใจ ขนาดของกลุ่มประมาณ 2 - 6 คน

3. กลุ่มวิเคราะห์ปัญหา (Socratic Analysis Group) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รวมอภิปรายถึงปัญหาที่ผู้สอนยกขึ้นมาหรือที่กลุ่มสนใจ ขนาดของกลุ่ม ประมาณ 6 - 12 คน

4. การจัดกลุ่มระดมความคิด (Brain Storming Group) เป็นการเน้นเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้คิด และแสดงความคิดเห็นของตนเองอิสระ เพื่อหาทางแก้ปัญหาและในขณะเดียวกันจะได้มีโอกาสฟังความคิดในการแก้ปัญหาจากเพื่อนภายในกลุ่มด้วย ขนาดของกลุ่มประมาณ 6 - 12 คน

5. การรวมกลุ่มแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ (Heuristic Group) การเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีแก้ปัญหาแบบวิทยาศาสตร์ โดยรู้วิธีการหาข้อมูล การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนสรุปผลที่ได้ด้วยตนเอง ขนาดของกลุ่มประมาณ 6 - 12 คน

6. การรวมกลุ่มอภิปรายแบบเปิด (The Open Discussion Group) มีจุดเน้นอยู่ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนทักษะในการพูด-ฟัง และในขณะเดียวกันให้มีความเข้าใจในเนื้อหาสาระและปรับเจตคติของตน ให้เป็นไปตามความรู้ หรือข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายภายในกลุ่มของตนขนาดของกลุ่มประมาณ 6 - 12 คน

7. การรวมกลุ่มแบบซินดิเคต (Syndicate Group) โดยการแบ่งนักเรียนกลุ่มใหญ่ออกเป็นกลุ่มย่อย และแต่ละกลุ่มจะได้รับมอบปัญหาไปกลุ่มละ 1 ปัญหา เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาก็แต่ละกลุ่มได้รับอาจเหมือนกันหรือไม่ก็ได้ แต่ควรเป็นปัญหาที่มีความต่อเนื่องเกี่ยวข้องกันนอกจากปัญหาแล้วกลุ่มอาจได้รับสื่อหรือเอกสารอื่น ๆ ที่จะต้องใช้ประกอบการแก้ปัญหาที่ได้รับเมื่อกลุ่มทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด จะต้องนำผลงานมาเสนอต่อที่ประชุม เพื่ออภิปรายและสรุปผล ขนาดของกลุ่มประมาณ 5 - 6 คน

8. การรวมกลุ่มพิจารณาประเด็นย่อย (Buzz Group) โดยการแบ่งกลุ่มจากผู้เรียนที่มีจำนวนมาก แล้วแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ กลุ่มละประมาณ 2 - 6 คน แล้วให้แต่ละกลุ่มแก้ปัญหาาร่วมกันในระยะเวลาสั้น ๆ ประมาณ 2 - 10 นาที การดำเนินการนี้จะทำหลังจากกลุ่มใหญ่ได้รับฟังการบรรยายไประยะหนึ่งแล้ว ผู้สอนจะเสนอปัญหาให้กลุ่มพิจารณา โดยที่ทุกกลุ่มจะร่วมกันพิจารณาปัญหาเดียวกัน หรือแต่ละกลุ่มพิจารณาแต่ละปัญหาก็ได้

9. การจัดกลุ่มสัมมนา (Seminar) คล้ายกับการจัดกลุ่มการสอนเพื่อทบทวนวิชา (Tutorial Group) แต่สิ่งที่เพิ่มขึ้นมาคือ สมาชิกคนหนึ่ง หรือคณะหนึ่งของกลุ่มเสนอผลงานซึ่งอาจเป็นผลงานวิจัย หรือการศึกษาค้นคว้า แล้วสมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลงานหรือการวิจัยนั้นขนาดของกลุ่มประมาณ 5 - 15 คน

ปัทมา เทพอัศวพงศ์ (ปัทมา เทพอัศวพงศ์. 2517 : 16 - 17) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบกลุ่มดังต่อไปนี้

1. นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม
2. กิจกรรมนั้นมีความหมายต่อนักเรียน เพราะนักเรียนเลือกเรียนด้วยตนเอง
3. ครูเป็นผู้ทำหน้าที่ประสานงานให้กระบวนการกลุ่มเป็นไปด้วยดีเท่านั้น
4. นักเรียนพยายามค้นพบในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนด้วยตนเอง
5. นักเรียนให้ความช่วยเหลือกันและกันในหมู่เรียนและทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล
6. นักเรียนมีความรับผิดชอบมากขึ้น

นอกจากนี้ สุมิตร คุณานุกร (2523 : 151) ยังได้กล่าวสนับสนุนการเรียนการสอนแบบกลุ่มว่า การเรียนในกลุ่มย่อยจะส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการทำงานด้วยกันเป็นกลุ่มฝึกทักษะในการทำงานร่วมกันการแสดงความคิดเห็นและการอภิปราย การหาข้อยุติ และข้อตกลงทางสติปัญญา ร่วมกันอีกด้วย

6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มย่อย

การวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มนี้ ได้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยกันอย่างแพร่หลายในลักษณะการเปรียบเทียบกันกับการสอนแบบปกติบ้าง กับการเรียนแบบรายบุคคลบ้าง รวมทั้งตัวแปรด้านอื่น ๆ ด้วย ดังเช่นการวิจัยของ สุกัน เทียนทอง (2527 : 67 - 72) ยังได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยครู กลุ่มเพื่อน และศึกษาด้วยตนเอง พบว่า การสอนโดยกลุ่มเพื่อนได้ผลไม่แตกต่างจากการสอนโดยครู และการเรียนด้วยตนเอง เมื่อเปรียบเทียบการอ่านโดยการให้แบบฝึกเป็นรายบุคคลกับเป็นกลุ่ม ซึ่งนิตยา ปานทิพย์ (2527 : 58 - 62) ได้ทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านภาษาไทย และความตั้งใจเรียนวิชาภาษาของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ 1 โดยใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคล เป็นกลุ่ม และไม่ใช้แบบฝึก พบว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้แบบฝึกเป็นกลุ่มมีความสามารถในการอ่านภาษาไทย และความตั้งใจในการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ใช้

แบบฝึกเป็นรายบุคคล และกลุ่มที่ไม่ได้ใช้แบบฝึกหัด แต่เมื่อเปรียบเทียบการใช้เกมการแข่งขันเป็นกลุ่ม และรายบุคคลในการเตรียมความพร้อมทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นเด็กเล็ก ผลการวิจัยกลับพบว่า ความพร้อมทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้เกมการแข่งขันเป็นกลุ่ม และเป็นรายบุคคลไม่แตกต่างกัน (เอื้องฟ้า สมบัติพานิช. 2525 : 57 - 61)

การวิจัยเปรียบเทียบการเรียนแบบกลุ่มกับแบบรายบุคคลที่น่าสนใจ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วนั้น เป็นการวิจัยที่มีการนำเอาบทเรียนโมดูล และโปรแกรมสไลด์เทปเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังเช่นการวิจัยของเสียง ชูสกุล (2525 : 44 - 47) ที่ได้ทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการเรียนเป็นกลุ่ม และเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้บทเรียนโมดูล และการเรียนตามแผนการสอนของ สสวท. ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งพบว่าการเรียนเป็นกลุ่มและการเรียนเป็นรายบุคคลโดยใช้บทเรียนโมดูล กับการเรียนตามแผนการสอนของสสวท. มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสนใจไม่แตกต่างกันซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นางลักษณ์ น้ำฝน (2526 : 54 - 65) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง "ความรู้เรื่องของอาณาจักรสุโขทัย" ระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสไลด์เทปเป็นกลุ่ม กับเป็นรายบุคคลผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนที่เรียนกับบทเรียนแบบโปรแกรมสไลด์เทป เป็นกลุ่มกับเป็นรายบุคคลไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มกับแบบรายบุคคล ไม่ว่าจะพิจารณาที่ตัวแปร การซ่อมเสริม เกมการแข่งขัน การใช้แบบฝึก บทเรียนโมดูล การบรรยายสาธิต บทเรียนโปรแกรมสไลด์เทป ชี้ให้เห็นว่าการเรียนเป็นกลุ่มให้ผลดีกว่าหรืออย่างน้อยที่สุดก็ไม่แตกต่างจากการเรียนแบบรายบุคคล

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
3. กำหนดเนื้อหาและระยะเวลาในการทดลอง
4. กำหนดแบบแผนการทดลองและดำเนินการทดลอง
5. กำหนดสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ อำเภอยะนิงครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 150 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ อำเภอยะนิงครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 โดยสุ่มอย่างง่ายมา 1 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 50 คน แล้วใช้วิธีจับฉลากแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 16 คน เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล
2. กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 18 คน เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 3 คน 6 กลุ่ม
3. กลุ่มควบคุม จำนวน 16 คน เรียนตามคู่มือครูของ สสวท.

สร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. แผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ต่อไปนี้
 - 1.1 ศึกษาหลักสูตรรวมทั้งเนื้อหา และจุดมุ่งหมายรายวิชาฟิสิกส์ จากหนังสือแบบเรียนและคู่มือครูการสอนฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์ เนื้อหา วิธีการสอน และการวัดผล ประเมินผล
 - 1.2 กำหนดจุดประสงค์ทั่วไป
 - 1.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
 - 1.4 วางเค้าโครงเรื่องเพื่อลำดับบทเรียนก่อนหลัง
 - 1.5 ศึกษารายละเอียดการเขียนบทเรียนโปรแกรม จากหนังสือเทคนิคการเขียนบทเรียนโปรแกรมของ เปรี๊ยะ กุมท (2519 : 12-38) และขั้นตอนการสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ จากหนังสือไมโครคอมพิวเตอร์ ประยุกต์ทางการศึกษาของ ไพโรจน์ ตีรณานกุล. (2528 : 73-82) และหนังสือคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนของ อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2531 : 143-146)
 - 1.6 สร้างบทเรียนโปรแกรมแบบแตกกิ่งเรื่องประจุไฟฟ้า, แรงระหว่างประจุของคูลอมบ์และสนามไฟฟ้า โดยให้มีภาพ เสียง เราความสนใจให้นักเรียนตามเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 12 คาบ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการ

เขียนบทเรียนโปรแกรมตรวจสอบ เพื่อความถูกต้องของเนื้อหา คำอธิบาย ตัวอย่าง คำถาม การใช้ภาษา และการจัดลำดับความต่อเนื่องของบทเรียน

1.7 นำบทเรียนโปรแกรมที่ปรับปรุงแก้ไข จากข้อ 1.6 ไปให้

อาจารย์สุธี บรรณหาญ อาจารย์โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสาคร อาจารย์พัชรินทร์ ศุภสมบัติ โรงเรียนสตรีศรีเศรษฐบุตรบำเพ็ญ กรุงเทพฯ ครูผู้สอนวิชา ฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ท่านและอาจารย์ชุมพล พัฒนสุวรรณ อาจารย์อุทัย ทิพเสนา ช่วยพิจารณาตรวจสอบ ความถูกต้องด้านเนื้อหาของบทเรียนแล้ว นำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

1.8 นำบทเรียนโปรแกรมจากข้อ 1.7 มาเขียนเป็นบทเรียนโปรแกรม คอมพิวเตอร์ด้วยคำสั่งภาษาปาสคาล (Pascal) เพื่อติดต่อกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยให้แสดงผลออกมาเป็นภาษาไทยทางจอภาพ ตามลำดับเนื้อหาเหมือนบทเรียนโปรแกรมสำเร็จรูปที่สร้างไว้แล้วนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ชุมพล พัฒนสุวรรณ อาจารย์อุทัย ทิพเสนา ผู้เชี่ยวชาญการเขียนโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม และแก้ไข ปรับปรุง ถ้ามีข้อบกพร่อง

1.9 นำบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากข้อ 1.8 ไปทดลองใช้เป็นรายบุคคลกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ ที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่าง และไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชานี้มาก่อนจำนวน 5 คน โดยผู้วิจัยสังเกตอย่าง ใกล้ชิดเพื่อบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคนที่เกิดขึ้น ขณะเรียนจากบทเรียนโปรแกรม และซักถามปัญหาเพื่อปรับปรุง เนื้อหา ภาษาที่ใช้ข้อความคำถามและการใช้เวลาที่เหมาะสมกับ นักเรียน

1.10 นำบทเรียนที่แก้ไขแล้วในข้อ 1.9 ไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษา ปีที่ 5/3 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และไม่ใช่ นักเรียนในข้อ 1.9 จำนวน 10 คน และปรับปรุงเนื้อหาภาษาที่ใช้ คำถาม ตัวเลือก เพิ่มสถานการณ์การเรียนรู้ ตัวอย่าง รูป กรอบที่นักเรียนทำผิดเกิน ร้อยละ 50

1.11 นำบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ทดลอง จริงต่อไป

2. แผนการสอนของกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นการสอนวิชาฟิสิกส์ ตามคู่มือของ สสวท. ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ต่อไปนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ พร้อมทั้งเนื้อหา และจุดมุ่งหมายชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากหนังสือแบบเรียน และคู่มือการสอนฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 สร้างแผนการสอนเรื่อง ประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุ กฎของคูลอมบ์ และสนามไฟฟ้า ทั้งหมด 12 คาบ โดยยึดคู่มือครูของ สสวท. เป็นหลักในการสร้างทั้งเนื้อหา กิจกรรม และวิธีดำเนินการสอน โดยสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาของบทเรียน ประกอบด้วยความคิดรวบยอด จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

2.2.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์หรือปัญหาที่สอดคล้องกับการทดลองแล้ว ครู และนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาตามแนวคำถามในแบบเรียนและคู่มือครู เพื่อนำไปสู่การทดลอง

2.2.2 ขั้นทดลองนักเรียนทำการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียนเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

2.2.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง ครู และนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองตรวจสอบสมมติฐานสรุปเป็นความรู้ใหม่ และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน

2.3 นำแผนการสอนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไปให้ครูผู้สอนฟิสิกส์ซึ่งมีประสบการณ์การสอนฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างน้อย 5 ปี และผ่านการอบรม และฝึกงานจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแผนการสอนในข้อ 2.3 ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองสอนกับนักเรียน จำนวน 20 คน เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรมการสื่อความหมาย สื่อการสอนและปริมาณเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรม

2.5 นำแผนการสอนมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1, 5/3 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ อำเภอยะนิงครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และไม่ใช่ นักเรียนในข้อ 2.4 โดยทดลองสอนกับนักเรียน จำนวน 40 คน เพื่อหาข้อบกพร่องตามข้อ 2.4 อีกครั้ง แล้วปรับปรุง แก้ไขให้เป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้ทดลองจริง

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการวัดผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ (ธงชัย ชิวปรีชา. 2521 : 1-11, ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : อัดสำเนา)

3.2 ศึกษา และวิเคราะห์เนื้อหา พฤติกรรมการสอนฟิสิกส์ จากหนังสือแบบเรียน คู่มือครูของ สสวท. เรื่อง ประจุไฟฟ้า, แรงระหว่างประจุ, กฎของคูลอมป์ ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญการสอนฟิสิกส์ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามพฤติกรรมแบ่งเป็น 6 ด้าน คือ

3.2.1 ด้านความรู้ ความจำ

3.2.2 ด้านความเข้าใจ

3.2.3 ด้านการนำไปใช้

3.2.4 วิเคราะห์

3.2.5 สังเคราะห์

3.2.6 ประเมินค่า

3.3 นำผลการวิเคราะห์มาสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบจำนวน 5 ตัวเลือก ตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรม โดยสร้างตามพฤติกรรมทั้ง 6 ด้าน เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง จำนวน 100 ข้อ

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ อาจารย์สุธี บรรณหาญ โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสาคร อาจารย์พัชรินทร์ ศุภสมบัติ โรงเรียนสตรีศรีสุราษฎร์ธานี กรุงเทพมหานคร อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 2 ท่าน และอาจารย์อดิศักดิ์ เอี่ยมตาล อาจารย์ทางด้านการวัดผลการศึกษา จำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบความ

เหมาะสมของเนื้อหา การใช้ภาษา และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เพื่อปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบทดสอบจากข้อ 3.4 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 100 คน เพื่อหาคุณภาพแบบทดสอบ

3.6 นำผลการสอบมาวิเคราะห์รายชื่อโดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน (Chung-Teh Fah) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 186-187) เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกโดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .20-.80 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ได้จำนวน 50 ข้อ

3.7 รวบรวมข้อสอบที่ได้จัดเข้าฉบับแล้วนำไปหา ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 100 คน นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168-170) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .61

4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.1 ศึกษาความหมาย ขอบเขตและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของทักษะทั้ง 13 ทักษะ คือ การสังเกต การวัด การจัดจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การคำนวณ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง การออกแบบและควบคุมตัวแปร การตีความหมายจากข้อมูล และการลงข้อสรุปจากเอกสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526 : 59)

4.2 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบเลือกตอนชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 130 ข้อ โดยสร้างแบบทดสอบวัดทักษะทั้ง 13 ทักษะ ทักษะละ 10 ข้อ

4.3 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงแก้ไข

4.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากข้อ 4.3 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 2 ห้องเรียน จำนวน 100 คน

4.5 นำแบบทดสอบที่นักเรียนทำแล้วมาตรวจให้คะแนนแต่ละข้อ ถ้านักเรียนตอบถูกจะได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือเว้นไว้ไม่ตอบจะได้ 0 คะแนน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และหาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ จุง เต ฟาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 186-187) แล้วเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ คือ มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป ทักละละ 5 ข้อ ไว้จำนวน 65 ข้อ

4.6 รวบรวมข้อสอบที่ได้จัดเข้าฉบับแล้วนำไปหาค่าความเชื่อมั่น แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ โดยนำไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 100 คน นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร $KR - 20$ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168 - 170) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .65

การกำหนดเนื้อหาและระยะเวลาในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (ว.024) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องที่นำมาทดลองคือ

1. ประจุไฟฟ้า
2. แรงระหว่างประจุ และกฎของคูลอมบ์
3. สนามไฟฟ้า

เวลาที่ใช้ในการทดลอง ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 โดยใช้เวลาในการเรียน กลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์

กำหนดแบบแผนการทดลองและดำเนินการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Multigroup Pretest-Posttest Design (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2530 : 362)

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
RE ₁	T ₁	X ₁	T ₂
RE ₂	T ₁	X ₂	T ₂
RC	T ₁	—	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- X₁ แทน การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล
- X₂ แทน การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย
- T₁ แทน การสอบก่อนที่จะจัดกระทำการทดลอง (Pretest)
- T₂ แทน การสอบหลังจากที่จัดกระทำการทดลอง (Posttest)
- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random assignment)
- C แทน กลุ่มควบคุม (Control group)
- E₁ แทน กลุ่มทดลองที่ 1 (Experimental group 1)
- E₂ แทน กลุ่มทดลองที่ 2 (Experimental group 2)

วิธีดำเนินการทดลอง

หลังจากที่ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. กลุ่มทดลองที่ 1 16 คน เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล นักเรียน 1 คนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง กลุ่มทดลองที่ 2 18 คน แบ่งเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน 1 กลุ่มต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลำดับ ทีละตอนจนจบบทเรียนใช้เวลาตามความสามารถของตนเอง และกลุ่ม ส่วนกลุ่มควบคุม 16 คนเรียนตามคู่มือครู สสวท. โดยใช้แผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมและสอนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยบทเรียนแต่ละตอนใช้เวลา 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 12 คาบ รวมเวลาที่ใช้ทดลองทั้งหมด 4 สัปดาห์

3. ทดสอบหลังเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับที่ใช้สอนก่อนเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความแปรปรวน (S^2)

2. การหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คำนวณจากสูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน ($KR - 20$). (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 170)

$$r_{kr} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_c^2} \right]$$

เมื่อ r_{cu} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

$$= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ $= 1 - p$

S_c^2 แทน คำนวณความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

2.2 หาความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เตห์ ฟาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 186-187)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 179-184)

$$F = \frac{S_b^2}{S_w^2}$$

เมื่อ S_b^2 แทน ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม

S_w^2 แทน ความแปรปรวนภายในกลุ่ม

3.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีนิวแมนคูลส์ (Newman Kuels method) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 231-233)

$$q = \frac{\bar{X}_{max} - \bar{X}_{min}}{\sqrt{\frac{MS_w}{n}}}$$

เมื่อ	q	แทน q-statistic ที่ได้จากรายการ
•	$\bar{X}_{max}$	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่มีค่าสูง
	$\bar{X}_{min}$	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่มีค่าต่ำ
	MS_w	แทน ค่า Mean Square ภายในกลุ่ม
	n	แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครูของ สสวท.

เพื่อให้การแปลความหมายและการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นที่เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลขึ้น

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน จำนวนนักเรียน
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ย
S	แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
S^2	แทน ค่าความแปรปรวน
SS	แทน ผลบวกกำลังสองของคะแนน
MS	แทน ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน
df	แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ
F	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณา F-distribution
q	แทน ค่าสถิติในการทดสอบความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยของเป็นรายคู่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือครู สสวท.

ผู้วิจัยนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังผลการวิเคราะห์ที่แสดงไว้ในตาราง 2-3

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลการเรียนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ				
กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	S
กลุ่มทดลอง 1	16	19.19	4.96	2.23
กลุ่มทดลอง 2	18	20.67	3.41	1.85
กลุ่มควบคุม	16	19.88	3.72	1.93

จากตาราง 2 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง 1 ตามลำดับ แต่ยังไม่ทราบว่าค่าความต่างนั้นจะแตกต่างกันทางสถิติหรือไม่ ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) ทำการทดสอบ ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	18.63	2	9.32	2.33
ภายในกลุ่ม	188.19	47	4.00	
รวมทั้งหมด	206.82	49		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และเรียนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นั่นคือ นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและเรียนตามคู่มือครู สสวท. มีผลการเรียนรู้ ไกล่เคียงกัน

การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครู สสวท.

ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม ปรากฏดังตาราง 4-5

ตาราง 4 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครู สสวท.

ค่าสถิติ กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	S
กลุ่มทดลอง 1	16	27.44	11.60	3.41
กลุ่มทดลอง 2	18	25.83	16.97	4.12
กลุ่มควบคุม	16	29.56	16.80	4.10

จากตาราง 4 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม สูงกว่ากลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 ตามลำดับ แต่ยังไม่ทราบว่าค่าความแตกต่างนั้นจะแตกต่างกันทางสถิติหรือไม่ ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์แปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) ทำการทดสอบผลการวิเคราะห์ปรากฏดังแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครู สสวท.

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	118.04	2	59.02	3.88*
ภายในกลุ่ม	714.38	47	15.20	
รวมทั้งหมด	832.42	49		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 5 แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เพื่อที่จะทดสอบว่ามีคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงใช้วิธีของ Newman Kuels ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่ ซึ่งปรากฏผลดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการทดสอบความแตกต่าง ค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เป็นรายคู่ โดยใช้ q-statistic

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	กลุ่มทดลอง 2	กลุ่มทดลอง 1	กลุ่มควบคุม
		25.83	27.44	29.56
กลุ่มทดลอง 2	25.83	-	1.61	3.73 *
กลุ่มทดลอง 1	27.44		-	2.12
กลุ่มควบคุม	29.56			-

$$\sqrt{MS_w/n} \cdot q_{.95}(r, 47) \quad r=2 \quad n=3$$

$$2.86 \quad 3.44$$

$$2.62 \quad 3.15$$

จากตาราง 6 แสดงว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู สสวท. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับกลุ่มย่อย และเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับเรียนตามคู่มือครู สสวท. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครูของ สสวท.

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และเรียนตามคู่มือครู สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และเรียนตามคู่มือครู สสวท.

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และเรียนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน
 - 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กับเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยแตกต่างกัน
 - 1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยกับเรียนตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน
 - 1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย กับเรียนตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่าง

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และเรียนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกัน

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยแตกต่างกัน

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับเรียนตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน

2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยกับเรียนตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 150 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 โดยสุ่มอย่างง่ายมา 1 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 50 คน แล้วใช้วิธีการจับฉลาก แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

2.1 กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 16 คน เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล

2.2 กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 18 คน เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน 6 กลุ่ม

2.3 กลุ่มควบคุม จำนวน 16 คน เรียนตามคู่มือครูของ สสวท.

3. ตัวแปรที่ทำการศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1. การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล
2. การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย
3. การเรียนตามคู่มือครูของ สสวท.

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
- 3.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (ว.024) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องที่นำมาทดลอง คือ

- 4.1 ประจุไฟฟ้า
- 4.2 แรงระหว่างประจุ และกฎของคูลอมป์
- 4.3 สนามไฟฟ้า

5. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

- 5.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุ กฎของคูลอมป์ และสนามไฟฟ้า
- 5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 50 ข้อ
- 5.3 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 65 ข้อ

6. เวลาที่ใช้ในการทดลอง ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 โดยใช้เวลาในการเรียนกลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าสถิติพื้นฐาน แล้วทดสอบสมมติฐานโดยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่มโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน

แบบทางเดียว (One-Way ANOVA) และเนื่องจากพบว่ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นรายคู่โดยใช้ วิธีของ Newman Kuels

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และเรียนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กับกลุ่มย่อย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับเรียนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยกับเรียนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และเรียนตามคู่มือครู สสวท. ได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. จากการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครู สลวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1 เพราะอาจมีสาเหตุจากปัจจัยต่อไปนี้

เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลองเปรียบเทียบในครั้งนี้ มีกฎเกณฑ์ที่ไม่ซับซ้อน และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมต่างได้รับประสบการณ์จากกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ที่มุ่งให้นักเรียนใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบ ได้คิดค้นหาคำตอบด้วยตนเองโดยมีกิจกรรมที่สำคัญเหมือนกันทั้งสามกลุ่ม จึงทำให้ผู้เรียนกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุมสามารถสร้างความคิดรวบยอด และเรียนรู้กฎเกณฑ์ เหล่านั้นได้เท่าเทียมกัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ จึงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของพิทยา ไชยมงคล (พิทยา ไชยมงคล. 2533 : 60) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ใกล้เคียงกับงานวิจัย เทอร์เนอร์ (Turnes. 1987 : 1751-A) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของครูฝึกสอนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนจากบทเรียนโปรแกรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ กิลสัน (Gilson. 1987 : 3045) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. จากการทดลองพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นรายบุคคลกับกลุ่มย่อย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2.1 เพราะอาจมีสาเหตุมาจากปัจจัยต่อไปนี้

บทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยวิธีวิเคราะห์ระบบมีขั้นตอนการทดลองละเอียด สามารถปฏิบัติตามเป็นขั้นตอนได้โดยไม่ยุ่งยาก และปรับ

ปรุ้งแก้ไขจนมีคุณภาพดี ทำให้ผู้เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลและกลุ่มย่อยสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้เท่าเทียมกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเอื้องฟ้า สมบัติพานิช (เอื้องฟ้า สมบัติพานิช. 2525 : 57-61) พบว่าความพร้อมทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้เกมการแข่งขันเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. จากการทดลองพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับเรียนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไม่ไปตามสมมติฐานข้อ 2.2 อาจเนื่องมาจากปัจจัยต่อไปนี้

ในสถานการณ์การเรียนแบบรายบุคคล การบรรลุจุดมุ่งหมายของผู้เรียนแต่ละคนจะก้าวหน้าช้าหรือเร็วตามอัตราศักยภาพ ความสามารถของผู้เรียนเอง (ชม ภูมิภาค. ม.ป.ป. : 94, วิระ ไทยพานิช. 2529 : 124) และจากความไม่คุ้นเคยกับการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน อาจทำให้นักเรียนปรับตัวยังไม่ได้ ในแนวโน้มถ้าระยะเวลาในการทดลองมากกว่านี้ นักเรียนจะสามารถปรับตัวสร้างความคุ้นเคยค้นหาเทคนิคเฉพาะตนกับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดีขึ้น ก็จะทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลดีขึ้น

4. จากการทดลองพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยกับเรียนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2.3 เพราะอาจมีสาเหตุมาจากปัจจัยต่อไปนี้

สถานการณ์การเรียนแบบกลุ่มนั้น ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ และความสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่ม มีข้อตกลงทางสติปัญญาโดยอภิปรายแสดงความคิดเห็น ความรู้ และสรุปร่วมกัน (สุมิตร คุณานุกร. 2529 : 515) การบรรลุจุดมุ่งหมายของผู้เรียนนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียน และมีความสัมพันธ์กับสมาชิกในกลุ่ม (Webb. 1978 : 7248 - A) ดังนั้นการเรียนแบบกลุ่ม จึงเป็นวิธี

การเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นพบสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายหลังจากที่ได้ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่ม (เขาวา เดชะคุปต์. 2522 : 231) แต่จากการสังเกตของผู้วิจัย นักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยไม่ได้ใช้กระบวนการกลุ่ม แต่เป็นการแบ่งหน้าที่กันทำ เป็นผู้ปฏิบัติการกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและผู้ปฏิบัติการทดลองจริง ไม่มีการอภิปรายร่วมกัน ทำให้นักเรียนในกลุ่มได้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่เหมือนกันและไม่ครบทุกทักษะ ขณะที่เรียนตามคู่มือครู สสวท. นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่ม ทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู สสวท. สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยและผู้วิจัยเห็นว่าถ้าควบคุมให้นักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย ใช้กระบวนการกลุ่มอย่างแท้จริง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีมากขึ้น

ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะอันอาจจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจดังนี้

1. ผลการวิจัยครั้งนี้แม้จะไม่ปรากฏความแตกต่างในด้านผลการเรียนรู้ แต่จากการสังเกตของผู้วิจัย ได้สังเกตและสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างชอบและต้องการที่จะเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มากกว่าการสอนแบบบรรยาย นอกจากนั้นบรรยากาศในการเรียนของนักเรียนที่เรียนเป็นกลุ่ม ส่วนใหญ่จะมีความกระตือรือร้น และมั่นใจในการเรียน ซึ่งอาจเป็นเพราะอิทธิพลของกลุ่มช่วยให้เกิดการแข่งขัน และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ขณะเดียวกันนักเรียนที่เรียนเป็นรายบุคคลในตอนเริ่มเรียนจะแสดงอาการ ความรู้สึกไม่มั่นใจในการเรียน อาจเป็นเพราะไม่เคยชินกับวิธีการเรียน และยังไม่ชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์ เมื่อเรียนไประยะหนึ่ง จะมั่นใจและเพลิดเพลินกับการเรียนมากขึ้นและเวลาที่ใช้เรียนน้อยกว่าการเรียนตามคู่มือครู จะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ เหมาะอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน แม้ว่าจะไม่สามารถสอนแทนครูได้โดยสิ้นเชิงแต่ก็จะช่วยแบ่งเบาภาระทำให้ครูผู้สอนมีเวลาในการพัฒนาทักษะด้านอื่น ๆ ให้กับนักเรียนมากขึ้น ดังนั้นโรงเรียนต่าง ๆ จึงควรสนับสนุน

ให้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลหรือแบบกลุ่มก็ขึ้นอยู่กับความพร้อมของโรงเรียน

2. ก่อนทำการทดลอง ครูควรอธิบายการเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่มให้นักเรียน ที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย และควรมอบหมายทดลองให้เกิดการเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่มอย่างแท้จริง

3. ถ้าทดลองกับนักเรียนที่ไม่ชำนาญการใช้คอมพิวเตอร์ ควรมีการวัดผลสัมฤทธิ์ 2 ครั้ง

4. หน่วยงานต่าง ๆ ที่มีหน้าที่ในการจัดการศึกษา ควรส่งเสริมให้มีการผลิต โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาต่าง ๆ ตามหลักสูตร จะทำให้มีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแพร่หลายมากขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาเคมี ชีววิทยา วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ และวิทยาศาสตร์

2. ควรมีการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ากับกลุ่มประชากรอื่น ๆ ทั้งเพศชายและหญิง โดยมีการเพิ่มขอบเขตของการวิจัยให้กว้างขวางขึ้นทั้งด้านกลุ่มตัวอย่าง และเนื้อหาที่ใช้

3. ศึกษาเจตคติของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับเรียนตามคู่มือครู สลวท.

•

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล สดประเสริฐ. "คอมพิวเตอร์กับการศึกษาในอนาคต," การสัมมนาคอมพิวเตอร์กับการศึกษา คณะนิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา 2526. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- กมล หลีกภัย. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เขตการศึกษา 1. วิทยานิพนธ์. ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อัดสำเนา.
- กรมการฝึกหัดครู, กระทรวงศึกษาธิการ. การสังเคราะห์รายงานการวิจัยที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการสอนด้วยตนเองกับการสอนตามปกติในประเทศไทย โดยวิธีวิเคราะห์แบบต้า. กรุงเทพฯ : วารสารการวิจัยเพื่อการศึกษา. ฉบับที่ 29, 2532.
- ✓ กำพล ดำรงค์วงศ์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 วิธี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- ✓ เกรียงวิทย์ ศรีนครินทร์เลิศ. การศึกษาปัญหาของครูฟิสิกส์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ 021 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- เชือน เลือดคำ. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเรียนภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างวิธีแนะนำให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามลำพัง วิธีแนะนำให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง เป็นกลุ่มย่อย และวิธีสอนแบบเดิม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อัดสำเนา.

คณิตา ไช่มุกข์. "คอมพิวเตอร์กับการศึกษา," สื่อ. กรุงเทพฯ : 3 : 21-30 ;

เมษายน-มิถุนายน, 2527.

ครรชิต มาลัยวงศ์. คอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภาพยนตร์และโทรทัศน์, 2517.

จันทิภา ลิ้มปิเจริญ. กระบวนการกลุ่มในการเรียนการสอน. ภูเก็ต : ภาควิชาจิตวิทยา
แนวโน้ว วิทยาลัยครูภูเก็ต, 2522.

จิตติรัตน์ ทัดเทียมรัมย์. ความคิดเห็นของผู้เข้ารับการอบรมคอมพิวเตอร์ศาสตร์ในการใช้
คอมพิวเตอร์ในระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2514. อัดสำเนา.

เจษฎา ชนะโรค. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับวิธีการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์
ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530. อัดสำเนา.

ชม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช,
2523.

ชมรมเทคโนโลยีการศึกษาศมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย. เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับ
การเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : วารสารเทคโนโลยีการศึกษา ฉบับปฐมฤกษ์
ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เมษายน-มิถุนายน, 2532.

ชวลิต วัฒนวงศ์. การศึกษาสถานภาพและปัญหาเกี่ยวกับการเรียนและการสอนวิชาฟิสิกส์
ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูงของสถานฝึกหัดครู ปีการศึกษา 2516.
ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2517. อัดสำเนา.

ชวาล แพรัตกุล. เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษร, 2520.

✓ ชาวนิตย์ อะยะวงศ์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4.
ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2526.

- ณรงค์ ภูมิ "การใช้คอมพิวเตอร์ในกระทรวงศึกษาธิการ : Mis/CE/CAI," ใน รายงานการประชุมวิชาการ เรื่องการนำคอมพิวเตอร์ไปช่วยในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ วันที่ 11-12 กันยายน 2529. กรุงเทพฯ : สสวท. 2529.
- ถวัลย์ มาสจรัส. "คอมพิวเตอร์เทคโนโลยีใหม่ที่ก้าวเข้ามาในวงการศึกษา." ประชาศึกษา. 35(7) : 16 - 19 ; 2528.
- ทักษิณา สนวนานนท์ "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," คอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : องค์การค้าคุรุสภา, 2529.
- _____. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : องค์การค้าคุรุสภา, 2530.
- นงลักษณ์ น้ำฟู. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง "ความรุ่งเรืองของอาณาจักรสุโขทัย" ระหว่างการสอนโดยให้บทเรียนโปรแกรมสไลด์เป็นกลุ่มกับเป็นรายบุคคล. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526. อุดลำนเา.
- นราพิณฑ์ อนันตรศิริชัย. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อุดลำนเา.
- นิตยา กาญจนวรรณ. "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," วารสารรามคำแหงฉบับมนุษยศาสตร์. 1 เล่ม. 1 : 77 - 85 ; 2526.
- นิตยา ปานทิพย์. การทดลองอ่านภาษาไทยโดยการใช้แบบฝึกหัดเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่มของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาวิทยาเขตบึงนาราง มหาเมฆ. ปรินญาพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อุดลำนเา.
- นิพนธ์ คุชปริดี. "ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา," วารสารคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาฯ สหประชาชาติ. 15 (5) : 40-47 ; กันยายน-ตุลาคม, 2526.

- นางนุช จิตติโกคา. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัดสำเนา.
- นักจิต ฌ ลำพูน. "การใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการเรียนการสอนฟิสิกส์," วารสารวิทยาศาสตร์. 38 : 689 - 694; พฤศจิกายน, 2527.
- บริษัท เอ.อาร์.อินเฟอร์แอนด์ พับติเคชั่น จำกัด. การใช้คอมพิวเตอร์ระยะไกล. 32 - 162 หน้า. ซีเนสคอมพิวเตอร์แมกะซิ่น, 10 ธันวาคม, 2533.
- ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แบบใหม่. กรุงเทพฯ : เอกสารนิเทศการศึกษา หน่วยศึกษานิเทศก์. ฉบับที่ 238.
- ประสิทธิ์ สารภี. ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน. วิทยาศาสตร์ วท.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- ปรีชา ธรรมฤทธิ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากการสอนแบบสาธิต ส่องเสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือของ สสวท. วิทยานิพนธ์ กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ปรีชา วงศ์ชูศิริ. "องค์ประกอบของวิทยาศาสตร์," ใน อนุสรณ์ในงานพระราชทานเพลิงศพ ดร.ปรีชา วงศ์ชูศิริ. กรุงเทพฯ : 2531.
- ✓เป็รื่อง กุมท. เทคนิคการเขียนบทเรียนโปรแกรม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อัดสำเนา.
- _____. สื่อสำเร็จรูปเพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

ผกาทิพ ศุภวัฒน์. ผลของบุคลิกภาพต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ เรื่องคำนำหน้านามจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์

ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัดสำเนา.

ผดุง อารยะวิบูลย์. ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2527.

ผกทิพย์ อมาตยกุล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.

ปริญญาโท กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

พรณี ภวภูตานนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. ปริญญาโท กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

พินยา ไชยมงคล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเวลาเรียนเฉลี่ย ในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

ไพโรจน์ ผลชู. การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยกำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิก ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

ไพโรจน์ ตีรธนากุล. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพฯ, 2528.

มหาวิทยาลัยของรัฐ, ทบวง. รายงานผลการสัมมนาการพัฒนการสอนวิทยาศาสตร์. รุ่งเรืองการพิมพ์, 2520.

- มานะ ออพานิชกิจ. ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จาก
การเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่ม โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.
ปริญญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2530. อัดสำเนา.
- ยีน ภูสุวรรณ. "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน," ใน รายงานการสัมมนา
บทบาทของเทคโนโลยีขั้นสูงต่อการพัฒนาการศึกษาไทยในอนาคต. นิสิตปริญญา
โท โสตกคณศึกษา 2528 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.
- ยีน ภูสุวรรณ และประภาส จงสกลิตนัยวัฒนา. "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียน
การสอนฟิสิกส์," วิทยาศาสตร์. 40 (11) : 563-569 ; พฤศจิกายน,
2529.
- ยุพา วีระไวทยะ. เอกสารอ่านประกอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ภาควิชา
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2517. อัดสำเนา.
- เยาวพา เดชะคุปต์. "ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์สำหรับการสอน," ใน กลุ่มสัมพันธ์
ทฤษฎีและแนวปฏิบัติเล่ม 1. บุรพาศิลป์การพิมพ์, 2522.
- รัชศิลป์ แผ่นตระกูล. เปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้บริหารโรงเรียน ครูและนักเรียน
วิชาการคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา
กรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3
กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2528.
- วรรณา ดวงชัยปิติ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยวิธีเรียน
เป็นคณะกับเรียนเป็นชั้นปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์
ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2520 อัดสำเนา.
- วารินทร์ รัศมีพรหม. "คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน," จันทร์เกษม. 159 : 4-11 ;
มีนาคม-เมษายน, 2524.

- วารินทร์ รัศมีพรหม. "คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน," วิทยบริการ. 4(1) : 69-76 ;
กันยายน, 2525.
- วัฒนพงษ์ รัชวิเชียร. "ฟิลิกส์กับคอมพิวเตอร์," วารสารวิทยาศาสตร์ 8. 660 - 661 ;
พฤศจิกายน, 2527.
- วิเชียร เกตุสิงห์. หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ : บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2530.
- วิระ ไทยพานิช. "บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," ใน รวบรวมบทความทางเทคโนโลยีทางการศึกษา. หน้า 7-17 ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษากรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ, 2526.
- _____. 57 วิธีสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529. อัดสำเนา.
- วิระศักดิ์ สุนทรวิภาค. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครู กับกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530. อัดสำเนา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย
2524. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2523.
- _____. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์คุรุสภา, 2524.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3.
กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2526.
- _____. เอกสารทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ม.ป.ท., 2526.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบัน.
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ม.ป.ป. 13 หน้า, อัดสำเนา.

สมชัย ชินะตระกูล. "การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์," ข่าวสาร
วิจัยการศึกษา. 8(5) : 4-7; มิถุนายน - กรกฎาคม, 2528.

สมร ตันเลติย์. "การสอนแบบ Team Learning - การเรียนเป็นทีม," วารสาร
สามัญศึกษา. 11 : 19 - 24 ; มิถุนายน, 2527.

สมศรี เพชรขจร. การศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาพนธ์ กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

สมาคมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย. "งานบัญญัติศัพท์คอมพิวเตอร์," ในคอมพิวเตอร์.

71 : 66-69; กันยายน, 2530.

สาขาวิชาครูและหน่วยทดสอบและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี. รายงานการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2518 , 67 หน้า

อัดสำเนา.

สามัญศึกษา, กรม. เอกสารวิเคราะห์สภาพการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์โรงเรียนมัธยมศึกษา
สังกัดกรมสามัญศึกษา. กรุงเทพฯ : กรมสามัญศึกษา, มกราคม, 2530.

อัดสำเนา.

สุกัน เทียนทอง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยม
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยครู กลุ่มเพื่อน และศึกษาด้วยตนเอง.

ปรินญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2527. อัดสำเนา.

สุกานดา ปันนาค. การศึกษาความเข้าใจของเจตคติในการอ่านภาษาอังกฤษของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการสอนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.

ปรินญาพนธ์ กศ.ม กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2531. อัดสำเนา.

สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาการสอน.

(Instructional Science) หน่วยที่ 8-15. กรุงเทพฯ : บริษัทรุ่งศิลป์การพิมพ์ (1977) จำกัด, 2525.

สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ, ศุภรัตน์ จิตต์จำนง. คอมพิวเตอร์ทรานฟังก์ส์สำหรับครู. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2532.

สุเทพ อุดาหะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม สหพันธ์, 2526.

สมิตร คุณานุกร. หลักสูตรและการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : บริษัทกษิตสยาม จำกัด, 2523.

สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.

อนันต์ ศรีโสภ. การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2524.

_____. หลักการวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2521.

✓อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. การจัดการศึกษาในยุคเทคโนโลยี. หน้า 54 - 58. จันทรเกษม พฤศจิกายน-ธันวาคม, 2524.

_____. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : บริษัทกราฟแมนเพรส จำกัด, 2530.

_____. พื้นฐานเทคโนโลยีและการศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน, 2528.

เอื้อฟ้า สมบัติพานิช. ผลของการใช้เกมการแข่งขันเป็นกลุ่มและรายบุคคลที่มีต่อความพร้อมทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นเด็กเล็ก. ปรินญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.

- Al-Faleh, Nasser Abdurahman. "Effects of Lecture-Demonstration and Small Group Experimentation Teaching Methods on Saudi Arabian Students' Chemistry Achievement and Attitudes Toward Science Learning," Dissertation Abstracts International. 42(3) : 1083-A-1084-A ; September, 1981. .
- Beck, John James. "An Analysis of Student Attitude Toward Computer Assisted Instruction in Nebraska Public High Schools," Dissertation Abstracts International. 40(6) : 3006-A ; December, 1979.
- Bellows, Barbara plotkin. "Group Size, Group Structure and Student Interaction in Children's Computer Learning," "Dissertation Abstracts International. 48(02) : 292-A ; August, 1987.
- Biehler and Snowman. Psychology Applied to Teaching. 4 edition. U.S. : Houghton Mifflin company, 1982.
- Carnes, Ernest R. "Microcomputer Tutorial physics Program with Advanced Organizers used In Various Size Groups," Dissertation Abstracts International. 46(5) : 1241-A ; November, 1985.
- Durnin, Robin Geoffrey. "Computer Based Education : A Study of Student Interactions and Achievement in Small Group and Individual Settings," Dissertation Abstracts Internationals. 45(12) : 3530-A ; June, 1985.
- Elias, Kristins maria. "A Comparison Between Teacher-Centered and Peer-Centered Methods for Creating Voice in Writing," Dissertation Abstracts Inyernational. 48(8) : 3537-A ; February, 1982.
- Forman, Denyse. "Search of the Literature," in D. Harpre and J. Stewart (Eds.) Run : Computer Education. California : Brooks/Cole Publishing Company, 1983 : 128 - 140.

- Friedman, Lucille T. "Programmed Lessons in RPG Computer Programming for New York City School Seniors. (Volumes I and II)," Dissertation Abstracts International. 35(2) : 799-A ; August, 1974.
- Gagne, R.M. The Psychological Basic of Science-A Crocess Approach. AAAS Miscellaneous Puyslication, 1965.
- Hall, Keith A. "Computer-Based Education," in Encyclopedia of Educational Research. 5th ed. Vol. 1 : 353-367, ed. by H.E. Mitzel, J.H. Best, and W. Rabinowitz. Now York, Free Press, 1982.
- Heinich, Robert. Molenda, Michael and Russell, Jame D. Instructional Media : and the New Teachnologies of Instruction. New York : John Wiley & Sons, Inc, 1982.
- Insko, Chester A. and John Schopler. Experimental Social Psychology : Text with Illustrative Readings. New York. Academic Press, 1973.
- Johnson, Roger t., Johnson, David W. and Stanne, Marry Beth," Effects of Cooperative, Competitive and Individualistic Goal Structures on Computer-Assisted Instruction," Journal of Educational Psychology. 77(6) : 668-667 ; December, 1985.
- Kemp, Jerold E. Planning and Producing instructional Media. 5th ed. Now York : Harper & Row Publisher Inc, 1985.
- Kuder, G.F. and M.W. Richardson. "The Calculation of Test Reliability Coefficients Based upon the Method of Rational Equivalence," Journal of Educational Psychology. 30 : 681 - 687 ; 1939.
- Kulik, James A. "Synthesis of Research on Computer Based Instruction," Educational Leadership. 41(1) : 19 - 22 ; September, 1983.

- Liu, Hsi-Chiu. "Computer-Assisted Instruction in Teaching College Physics," Dissertation Abstracts International. 36(3) : 1411-A - 1412-A ; September, 1975.
- Maddison, Alan. Microcomputers in the Classroom. 3 edition. London : Hodder and Stoughton Ltd, 1984.
- Mc Lallen, Millard Daniel. "Analysis of the Need and Economic Feasibility for Computer-Assisted Instruction in High Volume Junior College Courses," Dissertation Abstracts International. 36(2) : 646-A ; August, 1975.
- Moris, John M. "Computer-Aided instruction : Toward a New Direction," Educational Technology. 13(5) : 12 - 15 ; May, 1983.
- Prielipp, Ronald Walter. "Partner Learning in Secondary School Mathematics," Dissertation Abstracts International. 36(9) : 5898-A - 5899-A ; March, 1976.
- Schuyler, James. A. "Programing Languages for Microprocessor Courseware," Educational Technology. 19(10) : 29 - 35 ; 1979.
- Simith, Roger M. "Effect of Group Size on Computer Learning in Second Grade Students," Dissertation Abstracts International. 32 : 72-A ; July, 1984.
- Spaulding, Raymond Roger. "An Evaluation of Computer Programing in a Junion High School Relating Student Grouping to the Quslity of Learning," Dissertation Abstracts International. 45(7) : 1949-A - 1950-A ; January, 1984.
- Splittgerber, Fred. L. "Computer-Based Instruction : A Revolution in the Making," Educational Technology. 19(1) : 20 - 26 ; January, 1979.
- Stolurów, Lawrence. M. "Computer-Aided Instruction," in The Encyclopedia of Education. 2 : 390 - 400 ; ed. by Lee C. Deighton. New Yourk, Macmillan & Free Press, 1971.

- Summerville, Lorelei Janet. "The Relationship Between Computer-Assisted Instruction and Achievement Levels and Learning Rates of Secondary School Students in First Year Chemistry," Dissertation Abstracts International. 46(3) : 603-A ; September, 1985.
- 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.
- 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.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คำสถิติของการวิเคราะห์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ (ว.024)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุ
กฎของคูลอมบ์ และสนามไฟฟ้า

ตาราง 7: คุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ว.024)

N	K	$\bar{X}$	S^2	r^{tt}	p	r
100	50	33.29	24.58	.61	0.23-0.77	0.23-0.57

ตาราง 8 แสดงค่า p, r ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ (ว.024)

ข้อที่	P_L	P_H	P	r
1	0.45	0.74	0.60	0.30
2	0.38	0.64	0.51	0.26
3	0.55	0.83	0.70	0.32
4	0.51	0.90	0.72	0.47
5	0.62	0.89	0.77	0.36
6	0.58	0.79	0.68	0.23
7	0.67	0.85	0.76	0.27
8	0.46	0.76	0.61	0.32
9	0.47	0.82	0.65	0.38
10	0.56	0.78	0.67	0.25
11	0.44	0.71	0.58	0.28
12	0.36	0.73	0.55	0.38
13	0.65	0.83	0.74	0.32
14	0.38	0.66	0.52	0.28
15	0.34	0.66	0.50	0.32
16	0.61	0.88	0.76	0.35
17	0.48	0.76	0.62	0.30
18	0.59	0.79	0.69	0.23
19	0.42	0.77	0.60	0.36
20	0.63	0.82	0.73	0.23

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	P_L	P_H	P	r
21	0.31	0.77	0.54	0.46
22	0.34	0.81	0.58	0.48
23	0.21	0.49	0.34	0.31
24	0.26	0.48	0.37	0.24
25	0.17	0.35	0.26	0.23
26	0.12	0.57	0.33	0.50
27	0.32	0.69	0.51	0.37
28	0.26	0.52	0.39	0.28
29	0.27	0.74	0.51	0.47
30	0.16	0.67	0.40	0.52
31	0.22	0.56	0.38	0.36
32	0.19	0.45	0.31	0.30
33	0.33	0.72	0.53	0.39
34	0.28	0.64	0.46	0.36
35	0.34	0.61	0.47	0.27
36	0.28	0.50	0.39	0.23
37	0.23	0.50	0.36	0.29
38	0.09	0.46	0.26	0.46
39	0.30	0.64	0.47	0.34
40	0.21	0.51	0.35	0.33

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	P_L	P_H	P	r
41	0.15	0.46	0.30	0.36
42	0.05	0.49	0.24	0.57
43	0.14	0.34	0.23	0.27
44	0.33	0.57	0.45	0.25
45	0.08	0.53	0.28	0.53
46	0.24	0.48	0.36	0.26
47	0.17	0.65	0.40	0.50
48	0.29	0.82	0.56	0.53
49	0.40	0.69	0.55	0.30
50	0.09	0.41	0.23	0.42

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ว.024)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุ
กฎของคูลอมบ์ และสนามไฟฟ้า

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชา ฟิสิกส์ (ว.024)

คำชี้แจง ข้อสอบฉบับนี้มี 1 ตอน จำนวน 7 หน้า

เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ของคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อละคำตอบ
เดียวในกระดาษคำตอบ

1. (1) ตัวการที่ทำให้วัตถุมีอำนาจไฟฟ้าเกิดขึ้น คือ

ก. โพรตอน	ข. นิวตรอน
ค. ประจุไฟฟ้า	ด. อิเล็กตรอน
จ. อำนาจไฟฟ้า	
2. (1) วัสดุที่มีสถานะเป็นกลางทางไฟฟ้า เพราะอะไร

ก. วัสดุนั้น ๆ มีประจุโปรตอน และอิเล็กตรอนเท่ากัน	
ข. วัสดุนั้น ๆ มีโปรตอนมากกว่าอิเล็กตรอน	
ค. วัสดุนั้นมีจำนวนนิวตรอน เท่ากับอิเล็กตรอน	
ง. วัสดุนั้นไม่มีประจุอิเล็กตรอนเป็นองค์ประกอบ	
จ. วัสดุนั้นไม่มีประจุโปรตรอนเป็นองค์ประกอบ	
3. (2) แท่งแก้วถูด้วยแพรแล้วเกิดประจุไฟฟ้าได้เพราะ

ก. การทำให้มีประจุชนิดหนึ่งเกิดขึ้นมา	
ข. ประจุถ่ายเทจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่ง	
ค. ประจุเกิดจากแรงเสียดทาน	
ง. ประจุเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างมวล	
จ. แรงที่ถู	
4. (2) วัตถุที่เป็นสื่อไฟฟ้าเมื่อนำมาถูกันแล้วไม่เกิดประจุไฟฟ้านักเรียนจะสรุปว่าอย่างไร

ก. วัสดุนั้นไม่นำไฟฟ้า	ข. วัสดุนั้นไม่มีประจุไฟฟ้า
ค. ประจุไฟฟ้าบนวัตถุไหลไปที่อื่นหมด	ง. ผิดทุกข้อ
จ. ถูกทุกข้อ	

5. (3) ในวันที่อากาศแห้งแล้ง เมื่อนักเรียนใช้หัวหวีผมที่แห้งแล้วนำหัวที่หวีไว้ใกล้ผม แล้วหัวพบว่าเส้นผมจะตั้งขึ้นแต่เมื่อเอาหัวออก เส้นผมกลับเรียบเหมือนเดิม เป็นเพราะอะไร

- ก. ความร้อนที่เกิดจากการหวีผมดึงดูดเส้นผม
- ข. เกิดการเหนียวน้ำประจุเกิดขึ้นบนหัวที่หวีผม
- ค. เกิดประจุชนิดเดียวกับบนเส้นผมและหัวดึงดูดกัน
- ง. เกิดประจุต่างชนิดกันบนเส้นผมและหัวดึงดูดกัน
- จ. ข้อ ข และ ค ถูกต้อง

6. (3) ข้อความใดถูกต้อง

- ก. ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันผลักกัน ส่วนประจุต่างชนิดกันดูดกัน
- ข. ประจุไฟฟ้าบนวัตถุจะมีการไหลเวียนกลับมาตลอดเวลา
- ค. การขัดสีวัตถุต่างชนิดกันจะทำให้เกิดการสูญเสียอิเล็กตรอน
- ง. การขัดสีวัตถุต่างชนิดกันจะทำให้มีอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น
- จ. ข้อ ก และ ค ถูกต้อง

7. (3) ข้อความใดถูกต้อง

- ก. ขนสัตว์ถูกัน เอโบไนต์ ขนสัตว์เกิดประจุบวก เอโบไนต์ เกิดประจุลบ
- ข. ผ้าฝ้ายถูกับไม้ ผ้าฝ้ายเกิดประจุบวก ไม้เกิดประจุ
- ค. ยางสนถูกับเหล็ก ยางสนเกิดประจุลบ เซลลูโลสยู่เกิดประจุบวก
- ง. กระจกถูกับเซลลูโลสยู่ กระจกเกิดประจุลบ เซลลูโลสยู่เกิดประจุบวก
- จ. แก้วผิวเรียบถูกับแก้วผิวดรหระ แก้วผิวเรียบเกิดประจุลบ แก้วผิวดรหระเกิดประจุบวก

8. (4) ในการตรวจสอบประจุไฟฟ้าของวัตถุ โดยใช้อิเล็กโตรสโคปลูนิช มีขั้นตอนอย่างไร

1. นำวัตถุไปล่อใกล้ ๆ ลูนิช
2. นำวัตถุไปแตะลูนิช
3. ให้ประจุไฟฟ้าแก่ลูนิช
4. เอิร์ธลูนิชก่อนทดสอบ

ก. 4, 1

ข. 4, 2

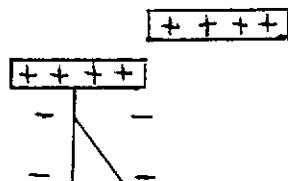
ค. 4, 3

ง. 2, 1

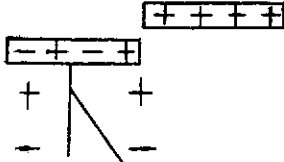
จ. 3, 1

9. (4) ในการตรวจสอบประจุของวัตถุด้วย อิเล็กโตรสโคปแผ่นทองคำเปลวรูปโด แสดงการเปลี่ยนแปลงใดถูกต้อง

ก.



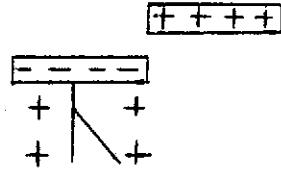
ค.



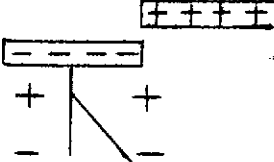
จ.



ข.

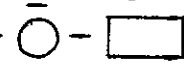


ง.

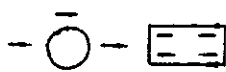


10. (4) ในการจะตรวจสอบว่าวัตถุใดมีประจุไฟฟ้า หรือไม่โดยใช้ลูกฟิธ ขั้นตอนแรกที่จะต้องปฏิบัติคือข้อใด

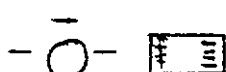
- ก. นำลูกฟิธไปตรวจสอบประจุไฟฟ้าก่อน
 ข. ประจุไฟฟ้าให้กับลูกฟิธก่อน ก่อนตรวจสอบ
 ค. เหนี่ยวนำลูกฟิธให้เกิดประจุก่อน
 ง. ใช้นิ้วแตะที่ผิวของลูกฟิธก่อนการทดสอบ
 จ. ข้อ ข และ ค ถูกต้อง

11. (5) ในการนำวัตถุที่มีประจุที่เป็นกลางโดยให้ทรงกลม เป็นวัตถุมีประจุ และรูปสี่เหลี่ยมเป็นกลางดังรูป เกิดการเหนี่ยวนำประจุตามข้อใด - 

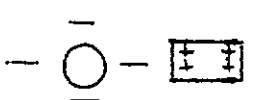
ก.



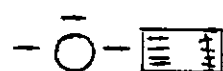
ค.



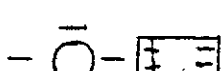
จ.



ข.



ง.



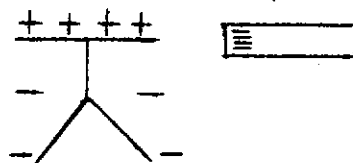
12. (5) เมื่อนำทรงกระบอกตันที่มีประจุไฟฟ้าบวกที่ผิว จากนั้นนำทรงกระบอกอีกอันที่สวมทรงกระบอกแรกได้พอดีแต่ทรงกระบอกนี้ไม่มีประจุ ดังรูป



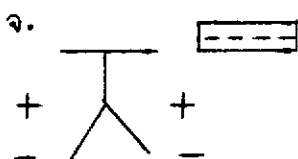
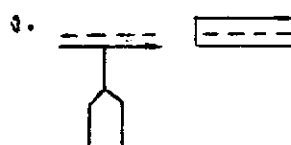
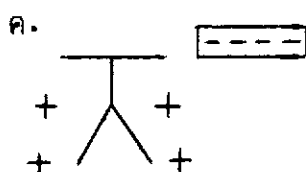
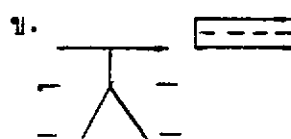
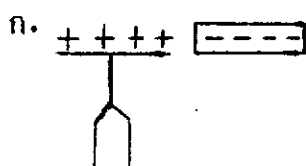
หลังจากสวม B ไปบน A แล้วดึงออกนำ A และ B ไปตรวจสอบผลจะเป็นอย่างไร

- ก. พบประจุบน A เหมือนเดิมในปริมาณเดิม
 - ข. พบประจุบน ผิว B และ A ในปริมาณเท่ากัน และเป็นประจุชนิดเดียวกัน
 - ค. พบประจุบนผิวของ B ในปริมาณเท่าประจุบน A เป็นประจุลบ
 - ง. พบประจุบนผิวนอกของ A ในปริมาณเดิมแต่เป็นประจุลบ
 - จ. พบประจุบนผิวนอกของ B เป็นชนิดเดียวกับ A ปริมาณเท่าประจุเดิมที่มีอยู่
13. (6) เมื่อประจุไฟฟ้าบวกให้กับลูกฟิด แล้วนำวัตถุ A เข้าใกล้ลูกฟิดปรากฏว่าลูกฟิดถูกผลักเบนไป จะสรุปว่าอย่างไร
- ก. วัตถุ A ไม่มีประจุไฟฟ้า
 - ข. วัตถุ A และลูกฟิด มีประจุเหมือนกัน
 - ค. วัตถุ A และลูกฟิดมีประจุต่างกัน
 - ง. วัตถุ A มีประจุมากกว่าประจุบนลูกฟิด
 - จ. วัตถุ A มีประจุน้อยกว่าประจุบนลูกฟิด
14. (6) เมื่อใช้มือแตะจานโลหะของอิเล็กโตรสโคป ผ่านทองคำเปลวที่กางอยู่ผลจะเป็นอย่างไร
- ก. ผ่านทองคำเปลวหุบ เพราะเกิดการถ่ายเทประจุ
 - ข. ผ่านทองคำเปลวยังกางเหมือนเดิม
 - ค. ผ่านทองคำเปลวกางกว้างขึ้น เพราะมีประจุไฟฟ้าเพิ่ม
 - ง. ผ่านทองคำเปลวหุบ เมื่อยกมือออกจะกางออก
 - จ. ผ่านทองคำเปลวหุบเพราะมีประจุเพิ่มขึ้น

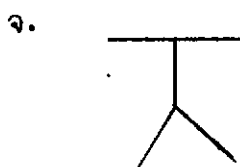
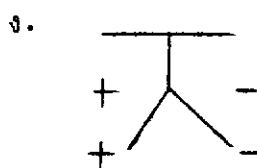
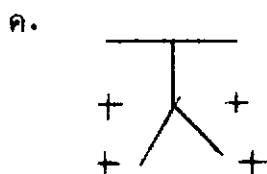
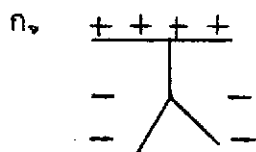
15. (6) ในการนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าลบมาล่อนบริเวณ จานโลหะของอิเล็กโตรสโคป จะเกิดการเหนี่ยวนำทำให้เกิดประจุบนจานโลหะ ดังรูป



เมื่อใช้มือแตะที่จานโลหะ ขณะที่วัตถุที่นำมาล่อใกล้ยังอยู่ การเปลี่ยนแปลงของอิเล็กโตรสโคปจะเป็นไปตามรูปข้อใด



16. (6) จากข้อ 15 เมื่อนำเอาวัตถุที่นำมาล่อออกไปการเปลี่ยนแปลงจะเป็นไปตามรูปใด



17. (6) เมื่อทำให้ปลายทั้งสองของแท่งโลหะมีความต่างศักย์ไฟฟ้าจะมี
- ก. การถ่ายเทประจุไฟฟ้าผ่านพื้นที่หน้าตัดของแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 - ข. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 - ค. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 - ง. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบวกไปยังขั้วลบ และประจุไฟฟ้าลบไปยังขั้วบวก
 - จ. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแท่งโลหะจากปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังปลายที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง
18. (7) วิธีการใดที่ ไม่ ก่อให้เกิดประจุไฟฟ้าอิสระบนวัตถุ
- ก. การเสียดสี
 - ข. การถูกันของวัตถุ
 - ค. การทำให้ก่อเกิดไฟฟ้าสถิต
 - ง. การต่อสายดิน
 - จ. การนำวัตถุมีประจุแตะวัตถุที่เป็นกลาง
19. (7) วิธีที่ทำให้ฉนวนกลายเป็นตัวนำคือ
- ก. ใช้โลหะหุ้ม
 - ข. คลุกกับผงถ่าน
 - ค. คลุกกับผงโลหะ
 - ง. ข้อ ก และ ค ถูกต้อง
 - จ. ถูกทุกข้อ
20. (7) A มีประจุบวก B เป็นกลาง โยง A และ B ด้วยลวดตัวนำดังนั้น
- ก. ประจุบวกจาก A เคลื่อนไปที่ B
 - ข. หลังจากการถ่ายเทประจุ A และ B มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน
 - ค. หลังจากการถ่ายเทประจุ A และ B มีประจุไฟฟ้าเท่ากัน
 - ง. หลังการถ่ายเทประจุ A และ B มีประจุไฟฟ้าเท่ากัน
 - จ. หลังการถ่ายเทประจุ A และ B มีประจุต่างกัน

21. (8) ประจุ 100×10^{-9} คูลอมป์และ -100×10^{-9} คูลอมป์วางห่างกันเป็นระยะ 9 เซนติเมตรจะเกิดแรงดูดหรือผลักกันระหว่างประจุเท่าใด
- ก. แรงดูด 1×10^{-3} นิวตัน ข. แรงผลัก 1×10^{-3} นิวตัน
 ค. แรงผลัก 1×10^{-2} นิวตัน ง. แรงดูด 1.1×10^{-2} นิวตัน
 จ. แรงผลัก 1.1×10^{-2} นิวตัน
22. (8) เส้นตรง AB ยาว 1 เมตร มีประจุ 5 ไมโครคูลอมป์วางที่ A ประจุ -10 ไมโครคูลอมป์วางที่ B และมีประจุ 25 ไมโครคูลอมป์ วางระหว่าง AB โดยห่างจาก A เป็นระยะ 25 เซนติเมตร จะมีแรงเนื่องจากประจุดังกล่าวกระทำต่อประจุ 25 ไมโครคูลอมป์เท่าใด
- ก. 38.0 นิวตัน ข. 3.8 นิวตัน
 ค. 0.0224 นิวตัน ง. 0.224 นิวตัน
 จ. 224 นิวตัน
23. (8) ABC เป็นสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวด้านละ 10 เซนติเมตร จุดยอดแต่ละจุดมีประจุ 9 คูลอมป์วางอยู่ จงหาแรงที่เกิดขึ้นบนจุด A มีค่าเท่าใด
- ก. 7.29×10^9 นิวตัน ข. 2.187×10^{10} นิวตัน
 ค. 1.46×10^{10} นิวตัน ง. 1.26×10^{14} นิวตัน
 จ. 12.6×10^{14} นิวตัน
24. (8) ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉากมีด้าน AB และ AC เป็นด้านประกอบมุมฉากยาวด้านละ 1 เมตร เมื่อนำประจุ 20 ไมโครคูลอมป์ วางไว้ที่ A ประจุ 30 ไมโครคูลอมป์วางที่ B และประจุ -10 ไมโครคูลอมป์วางไว้ที่ C จงหาขนาดของแรงที่กระทำต่อประจุที่จุด C
- ก. 1.8 นิวตัน ข. 2.9 นิวตัน
 ค. 3.24 นิวตัน ง. 5.04 นิวตัน
 จ. 7.28 นิวตัน

25. (8) จากข้อ 24 ขนาดของแรงมีทิศไปทางใด
- ก. ทำมุมกับแนวราบ = $\tan^{-1} 0.05$
 - ข. ทำมุมกับแนวราบ = $\tan^{-1} 0.10$
 - ค. ทำมุมกับแนวราบ = $\tan^{-1} 0.20$
 - ง. ทำมุมกับแนวราบ = $\tan^{-1} 0.35$
 - จ. ทำมุมกับแนวราบ = $\tan^{-1} 0.48$
26. (8) ทรงกลม A และ B ขนาดเท่ากันมีมวล 0.1 กรัม ผูกไว้กับเส้นไหมยาว 1 เมตร เมื่อจับจุดกึ่งกลางของเส้นไหมแล้วแขวนไว้บนเพดานจากนั้นประจุไฟฟ้าให้กับทรงกลมทั้งสองเท่า ๆ กัน ประจุไฟฟ้าแต่ละลูกมีปริมาณเท่าใด จึงจะทำให้เส้นไหมเอียงทำมุม 60 องศาต่อกัน
- ก. 5.77×10^{-10} คูลอมป์
 - ข. 3.25×10^{-6} คูลอมป์
 - ค. 2.27×10^{-6} คูลอมป์
 - ง. 1.27×10^{-10} คูลอมป์
 - จ. 1.27×10^{-7} คูลอมป์
27. (8) ABCD เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 1 เมตร เมื่อนำประจุ 2 ไมโครคูลอมป์ วางที่จุด B, D และนำประจุ -5 ไมโครคูลอมป์ วางไว้ที่จุด A, C จะเกิดแรงลัพธ์มีค่าเท่าใด การกระทำต่อประจุ 2 ไมโครคูลอมป์ที่จุด B
- ก. 10.93×10^{-2} นิวตัน
 - ข. 18.99×10^{-2} นิวตัน
 - ค. 12.95×10^{-2} นิวตัน
 - ง. 18.09×10^{-2} นิวตัน
 - จ. 20.07×10^{-2} นิวตัน
28. (8) ทรงกลม A และ B แต่ละลูกผูกไว้กับเส้นไหมยาวเส้นละ 1 เมตร เมื่อมีประจุไฟฟ้ากับทรงกลมทั้งสองจำนวน 3 ไมโครคูลอมป์ เท่ากัน เมื่อปล่อยทรงกลมทั้งสองจะผลักกันโดย แต่ละทรงกลมจะเอียงทำมุมกับแนวดิ่งเท่าใด เมื่อทรงกลมทั้งสองผลักกันห่างเป็นระยะ 40 ซม.
- ก. $\sin^{-1} 0.1$
 - ข. $\sin^{-1} 0.2$
 - ค. $\sin^{-1} 0.3$
 - ง. $\sin^{-1} 0.4$
 - จ. $\sin^{-1} 0.5$

29. (9) แรงแม่เหล็กตามกฎของคูลอมบ์ กล่าวไว้ว่าอย่างไร

- ก. ขนาดของแรงแปรผันตรงกับผลคูณของระยะทางระหว่างประจุกับปริมาณประจุ
- ข. ขนาดของแรงแปรผันตรงกับผลคูณของระยะทางระหว่างประจุยกกำลังสอง และแปรผกผันกับปริมาณประจุ
- ค. ขนาดของแรงแปรผันตรงกับปริมาณประจุตัวใดตัวหนึ่งคูณกับกำลังสองของระยะทางระหว่างประจุทั้งสอง
- ง. ขนาดของแรงแม่เหล็กแปรผันตรงกับปริมาณผลคูณของประจุและแปรผกผันกับระยะห่างระหว่างประจุยกกำลังสอง
- จ. ขนาดของแรงแม่เหล็กแปรผันตรงกับระยะห่างระหว่างประจุยกกำลังสองและแปรผกผันกับปริมาณผลคูณของประจุ

30. (10) เมื่อนำประจุไฟฟ้าหนึ่งไปวาง ณ ตำแหน่ง A ตรวจพบว่าไม่มีแรงกระทำต่อประจุนี้ ณ บริเวณที่ว่างประจุนักเรียนจะสรุปว่าอย่างไร

- ก. ที่จุด A มีสนามไฟฟ้าผ่าน
- ข. ที่จุด A มีศักย์ไฟฟ้าอยู่
- ค. ที่จุด A เป็นจุดที่เป็นตัวนำไฟฟ้า
- ง. ที่จุด A มีประจุบวก
- จ. ที่จุด A มีประจุไฟฟ้าหลายชนิดวางอยู่

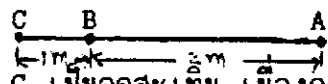
31. (10) ทิศของสนามไฟฟ้ากำหนดขึ้นโดยให้ข้อตกลงในข้อใด

- ก. ทิศของสนามไฟฟ้าจะมีทิศตรงข้ามกับแรงที่กระทำต่อประจุ
- ข. ทิศของสนามไฟฟ้าจะมีทิศทางไปทางเดียวกับแรงเสมอ
- ค. ทิศของสนามไฟฟ้าจะอยู่ทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุบวก
- ง. ทิศของสนามไฟฟ้าจะอยู่ในทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุลบ
- จ. ทิศของสนามไฟฟ้าจะอยู่ในทิศทางตรงข้ามกับแรงที่กระทำต่อประจุบวก

- 32.(11) ณ จุด ๆ หนึ่งเมื่อนำประจุไปวางไว้ พบว่าเกิดแรงกระทำต่อประจุให้เคลื่อนที่ไป จะสรุปว่าอย่างไร
- ประจุเคลื่อนที่เนื่องจากแรงของตัวเอง
 - ประจุเคลื่อนที่แสดงว่าจุดนั้นมีสนามไฟฟ้า
 - ประจุเคลื่อนที่เนื่องจากพลังงานในประจุ
 - ประจุเคลื่อนที่แสดงว่าจุดนั้นมีศักย์ไฟฟ้า
 - ประจุเคลื่อนที่แสดงว่าจุดนั้นมีความต่างศักย์ไฟฟ้า
- 33.(11) อิเล็กตรอนมวล 9×10^{-31} กิโลกรัม มีประจุ -1.6×10^{-19} คูลอมป์ เคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า 6×10^{-4} นิวตัน/คูลอมป์ ขนาดของแรงที่กระทำต่อประจุอิเล็กตรอนมีค่าเท่าใด
- 0.2×10^{-5} นิวตัน
 - 1.0×10^{-15} นิวตัน
 - 2.2×10^{-15} นิวตัน
 - 2.2×10^{-23} นิวตัน
 - 9.6×10^{-23} นิวตัน
- 34.(11) จากข้อ 33 ความเร่งของอิเล็กตรอนเนื่องจากแรงจากสนามไฟฟ้ามีค่าเท่าใด
- 2.2×10^6 เมตร/(วินาที)²
 - 2.4×10^7 เมตร/(วินาที)²
 - 1.07×10^9 เมตร/(วินาที)²
 - 1.7×10^9 เมตร/(วินาที)²
 - 2.5×10^9 เมตร/(วินาที)²
- 35.(11) ประจุไฟฟ้าขนาด 16 ไมโครคูลอมป์และ 64 ไมโครคูลอมป์วางห่างกันเป็นระยะ 1 เมตร จะทำให้เกิดจุดสะเทินที่ใด
- ห่างจากประจุ 16 ไมโครคูลอมป์ในแนวเดียวกันระหว่างประจุทั้งสองเท่ากับ 0.3 เมตร
 - ห่างจากประจุ 64 ไมโครคูลอมป์ ในแนวเดียวกันเป็นระยะ 0.3 เมตร
 - ห่างจากประจุ 16 ไมโครคูลอมป์ในแนวเดียวกันเป็นระยะ 0.7 เมตร
 - ห่างจากประจุ 64 ไมโครคูลอมป์ออกไปด้านนอกเป็นระยะ 0.3 เมตร
 - ห่างจากประจุ 16 ไมโครคูลอมป์ออกไปด้านนอกเป็นระยะ 0.7 เมตร

36.(11) เมื่อนำประจุไฟฟ้า Q_1 และ Q_2 ไปวางที่เส้นตรงดังรูป

Q_1 Q_2



เมื่อ C เป็นจุดสะเทิน เนื่องจากประจุ $Q_1 = 4$ ไมโครคูลอมบ์ อยากทราบว่า Q_2 มีประจุเท่าใดและเป็นประจุชนิดใด

ก. $Q_2 = -6$ ไมโครคูลอมบ์

ข. $Q_2 = -8$ ไมโครคูลอมบ์

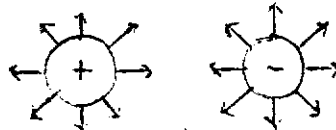
ค. $Q_2 = -36$ ไมโครคูลอมบ์

ง. $Q_2 = +36$ ไมโครคูลอมบ์

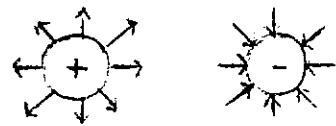
จ. $Q_2 = -42$ ไมโครคูลอมบ์

37.(12) สนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุตามข้อใดถูกต้อง

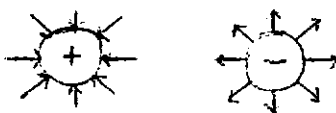
ก.



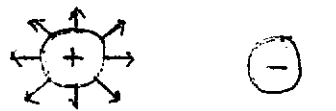
ข.



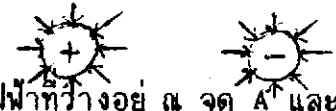
ค.



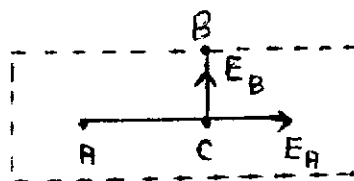
ง.



จ.



38.(12) ประจุไฟฟ้าที่วางอยู่ ณ จุด A และ B ก่อให้เกิดสนามไฟฟ้าที่จุด C มีลักษณะดังรูป



สนามไฟฟ้ามีจุด C หาได้จากสมการลัมพันธ์ใด

ก. $E = E_A - E_B$

ข. $E = E_B - E_A$

ค. $E = E_B + E_A$

ง. $E = \sqrt{E_A^2 - E_B^2}$

จ. $E = \sqrt{E_A^2 + E_B^2}$

39. (12) จากข้อ 38 ณ. บริเวณจุด A, B, C มีประจุชนิดใดวางอยู่

ก. ที่ A มีประจุบวก, ที่ B มีประจุบวก และที่ C มีประจุบวก

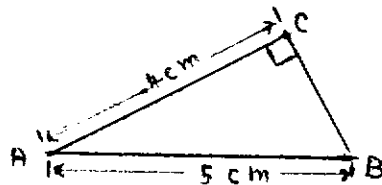
ข. ที่ A มีประจุลบ, ที่ B มีประจุบวก และที่ C มีประจุบวก

ค. ที่ A มีประจุบวก, ที่ B มีประจุลบ และที่ C มีประจุบวก

ง. ที่ A มีประจุบวก, ที่ B มีประจุลบ และที่ C มีประจุลบ

จ. ที่ A มีประจุลบ, ที่ B มีประจุลบ และที่ C มีประจุบวก

40. (12) ประจุไฟฟ้าขนาด 4 คูลอมป์ วางไว้ที่จุด A และประจุ 9 คูลอมป์ วางไว้ที่จุด B เมื่อประจุ A และ B วางห่างกัน 5 เซนติเมตร จุด C เป็นมุมฉาก ห่างจากจุด A = 4 เซนติเมตร ดังรูป ขนาดของสนามไฟฟ้าที่ C มีค่าเท่าใด



ก. 9.0×10^{13} นิวตัน/คูลอมป์

ข. 9.3×10^{13} นิวตัน/คูลอมป์

ค. 11.25×10^{13} นิวตัน/คูลอมป์

ง. 12.0×10^{13} นิวตัน/คูลอมป์

จ. 13.45×10^{13} นิวตัน/คูลอมป์

41. (12) ABCD เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีประจุ +10, -20, +30, -40 คูลอมป์วางอยู่ที่ A, B, C และ D ตามลำดับ ถ้าจุด O ที่กึ่งกลางมุมตัดกัน จงหาทิศความเข้มไฟฟ้าที่จุด O ว่ามีทิศอยู่ระหว่างมุมใด

ก. มุม AOD

ข. มุม AOB

ค. มุม COD

ง. มุม BOD

จ. นอกไม่ได้

42. (12) ทรงกลมโลหะ 2 ใน A และ B ต่างผูกไว้ด้วยเส้นไหมยาวด้านละ 10 เซนติเมตร บนจุดร่วม C ถ้าทรงกลมทั้งสองลูก ประจุด้วยอิเล็กตรอนอิสระ 25×10^{-10} อนุภาคและแยกห่างออกจากกัน 10 เซนติเมตร จงหาความเข้มสนามไฟฟ้าที่จุด C

ก. 2.5 นิวตัน/คูลอมป์

ข. 3.24 นิวตัน/คูลอมป์

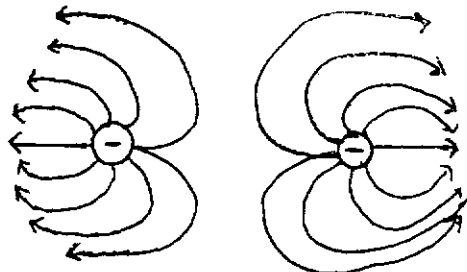
ค. 5.38 นิวตัน/คูลอมป์

ง. 6.24 นิวตัน/คูลอมป์

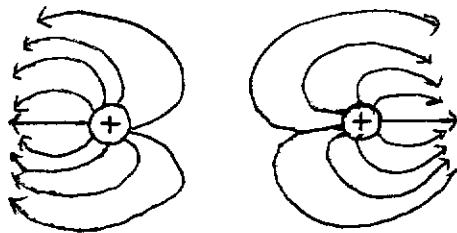
จ. 7.54 นิวตัน/คูลอมป์

43. (13) รูปใดแสดงทิศทางของเส้นแรงทางไฟฟ้าเมื่อมีประจุ 2 ตัววางไว้ใกล้กันได้ถูกต้อง

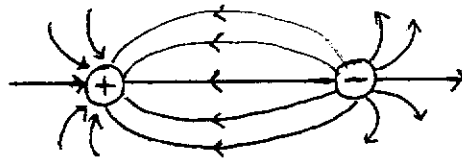
ก.



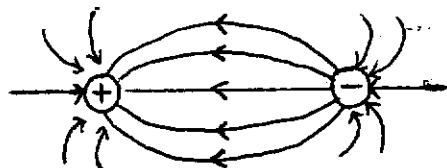
ข.



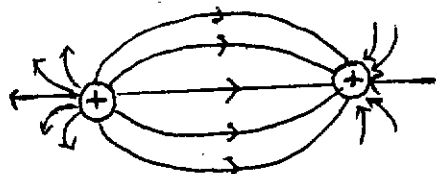
ค.



ง.



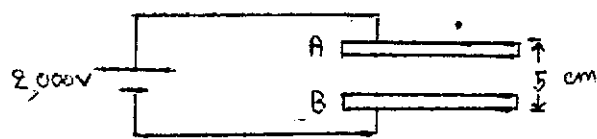
จ.



44. (13) ข้อความใดถูกต้อง

- ก. เส้นแรงไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำมีลักษณะโค้งกระจายไม่สม่ำเสมอ
- ข. สนามไฟฟ้าที่ผิวและในทรงกลมมีขนาดเท่ากัน
- ค. ขนาดสนามไฟฟ้าที่จุดศูนย์กลางทรงกลมมีขนาดมากที่สุด
- ง. เส้นแรงไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่เป็นเส้นขนานมีความหนาแน่นไม่สม่ำเสมอ
- จ. เส้นแรงไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่เป็นเส้นขนานมีความหนาแน่นเท่ากัน

45. (13) แผ่นโลหะคู่ตัวนำ มีระยะห่างกัน 5 เซนติเมตร เมื่อนำไปต่อเข้ากับกระแสไฟฟ้าตรงแรงสูงขนาด 2,000 โวลต์ ดังนี้



สนามไฟฟ้าระหว่างโลหะคู่นี้มีขนาดเท่าใด

- ก. 1×10^4 โวลต์/เมตร
- ข. 2.5×10^4 โวลต์/เมตร
- ค. 4×10^4 โวลต์/เมตร
- ง. 7×10^4 โวลต์/เมตร
- จ. 8×10^4 โวลต์/เมตร

46. (13) จากข้อ 45 เมื่อนำประจุอิเล็กตรอนมวล 9×10^{-31} กิโลกรัม มีระจุ -1.6×10^{-19} คูอมบ์ไปวางระหว่างแผ่นโลหะคู่ ประจุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าใดและไปทางใด

- ก. 7×10^{15} เมตร/วินาที² ที่พุ่งเข้าหาแผ่นโลหะ A
- ข. 7×10^{15} เมตร/วินาที² ที่ขนานกับแผ่นโลหะคู่
- ค. 4×10^{15} เมตร/วินาที² ที่พุ่งเข้าหาแผ่นโลหะ B
- ง. 3.6×10^{15} เมตร/วินาที² ที่พุ่งเข้าขนานกับแผ่นโลหะ
- จ. 2.5×10^{15} เมตร/วินาที² ที่พุ่งขนานกับแผ่นโลหะ

47. (14) ในการเคลื่อนประจุ $+1$ หน่วยเข้าไปยังจุดศูนย์กลางทรงกลมที่มีประจุ $+Q$ อยู่ผลจะเป็นอย่างไร

- ก. จะเกิดแรงผลักมากขึ้นเรื่อย ๆ และมากที่สุดเมื่อประจุอยู่ที่จุดศูนย์กลาง
- ข. จะเกิดแรงผลักที่ผิวมากที่สุดและน้อยลงเรื่อย ๆ จนถึงศูนย์กลางทรงกลม จึงเป็นศูนย์
- ค. จะเกิดแรงผลักสูงสุดที่ศูนย์กลางทรงกลมและลดน้อยลงเมื่อห่างจากผิวทรงกลมออกไป
- ง. จะเกิดแรงผลักมากที่สุดที่ผิวของทรงกลมและมีค่านั้นเป็นศูนย์ภายในผิวทรงกลม

จ. จะเกิดแรงผลักสูงสุดที่ศูนย์กลางทรงกลมและมีค่าเป็นศูนย์ที่ผิวของทรงกลม

48. (14) ในตัวนำทรงกลมตันใด ๆ สนามไฟฟ้าภายในตัวนำนับจากผิวเข้าไปจะเป็นศูนย์เนื่องจากอะไร

- ก. ประจุไฟฟ้าภายในทรงกลมเป็นศูนย์
- ข. ประจุไฟฟ้าหยุดนิ่งบนผิวของทรงกลม
- ค. ทรงกลมเนื้อแข็งสนามไฟฟ้าแผ่เข้าไปไม่ถึง
- ง. เกิดแรงผลักประจุไฟฟ้าภายในทรงกลม
- จ. ข้อ ก และ ข ถูกต้อง

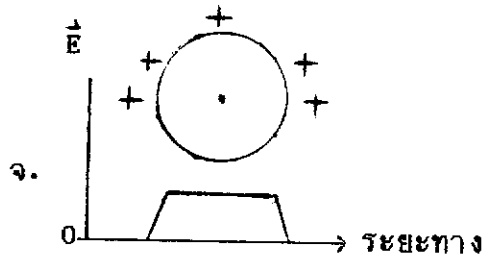
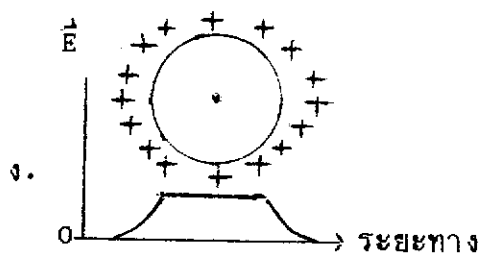
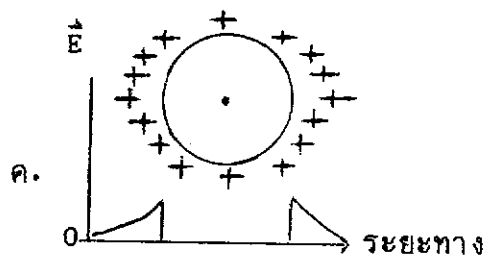
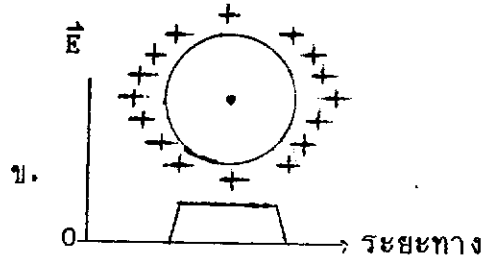
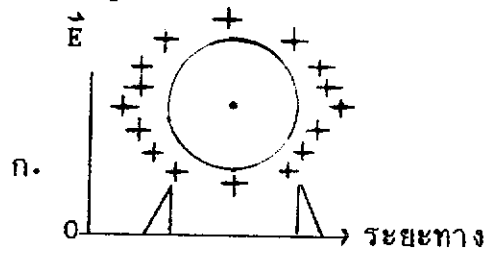
49. (15) ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

1. ความจุไฟฟ้าของทรงกลมตัวนำใหญ่จะมากกว่าของทรงกลมตัวนำเล็ก
2. ความจุไฟฟ้าของทรงกลมตัวนำแปรผันตามรัศมี
3. ความจุไฟฟ้าของวัตถุนานหนึ่ง ๆ เปลี่ยนแปลงไม่ได้
4. ทรงกลมตัวนำมีความจุมากจะมีศักย์ไฟฟ้ามากกว่าทรงกลมตัวนำที่มีความน้อยเสมอ

คำตอบที่ถูกต้องคือ

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

50. (15) รูปแสดงสนามไฟฟ้าของทรงกลมตัวนำเทียบระยะทางต่อไปนี้ ข้อใดที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้อง



ภาคผนวก ค

คำสถิติของการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 9 คุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

N	K	$\bar{X}$	S^2	rtt	p	r
100	65	44.13	30.52	.65	0.22-0.76	0.23-0.66

ตาราง 10 แสดงค่า p, r ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	P_L	P_H	P	r
1	0.64	0.86	0.76	0.29
2	0.51	0.86	0.70	0.40
3	0.54	0.91	0.74	0.46
4	0.42	0.68	0.55	0.27
5	0.36	0.68	0.52	0.32
6	0.45	0.69	0.54	0.24
7	0.61	0.81	0.71	0.24
8	0.34	0.77	0.56	0.44
9	0.26	0.48	0.37	0.24
10	0.52	0.78	0.65	0.29
11	0.08	0.65	0.34	0.62
12	0.15	0.66	0.39	0.53
13	0.65	0.87	0.76	0.30
14	0.09	0.66	0.35	0.61
15	0.48	0.75	0.62	0.29
16	0.31	0.78	0.55	0.47
17	0.44	0.75	0.60	0.32
18	0.42	0.66	0.54	0.225
19	0.10	0.51	0.29	0.48
20	0.39	0.70	0.54	0.33

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	P_L	P_H	P	r
21	0.15	0.36	0.25	0.27
22	0.23	0.81	0.52	0.57
23	0.36	0.60	0.48	0.24
24	0.17	0.38	0.27	0.26
25	0.51	0.87	0.70	0.42
26	0.22	0.43	0.32	0.24
27	0.23	0.55	0.38	0.34
28	0.26	0.63	0.44	0.38
29	0.18	0.38	0.28	0.24
30	0.25	0.79	0.52	0.54
31	0.09	0.45	0.25	0.46
32	0.49	0.73	0.61	0.25
33	0.55	0.78	0.67	0.26
34	0.21	0.69	0.44	0.48
35	0.38	0.63	0.51	0.25
36	0.19	0.48	0.33	0.32
37	0.52	0.81	0.67	0.32
38	0.30	0.64	0.47	0.34
39	0.08	0.40	0.22	0.43
40	0.20	0.50	0.34	0.33

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	P_L	P_H	P	r
41	0.40	0.74	0.57	0.35
42	0.45	0.71	0.58	0.27
43	0.10	0.75	0.40	0.66
44	0.36	0.84	0.63	0.54
45	0.23	0.86	0.56	0.63
46	0.59	0.79	0.69	0.23
47	0.19	0.40	0.29	0.25
48	0.32	0.55	0.43	0.23
49	0.40	0.69	0.55	0.30
50	0.14	0.40	0.26	0.32
51	0.27	0.74	0.51	0.47
52	0.39	0.79	0.60	0.41
53	0.59	0.79	0.69	0.23
54	0.18	0.88	0.54	0.68
55	0.37	0.66	0.52	0.29
56	0.36	0.60	0.48	0.24
57	0.08	0.53	0.28	0.53
58	0.09	0.62	0.33	0.58
59	0.14	0.34	0.23	0.27
60	0.22	0.53	0.37	0.33

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	P_L	P_H	P	r
61	0.15	0.35	0.24	0.26
62	0.38	0.70	0.54	0.33
63	0.13	0.35	0.23	0.29
64	0.27	0.74	0.51	0.47
65	0.17	0.51	0.33	0.38

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ข้อสอบฉบับนี้มี 1 ตอน จำนวน 9 หน้า

เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 65 ข้อ

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย x ลงในช่อง ☐ ของคำตอบที่ถูกต้องที่สุด
เพียงข้อละคำตอบเดียวในกระดาษคำตอบ

1. ข้อความใดเป็นการสังเกต

- ก. ช้างเชือกนี้มีใบหูใหญ่ เป็นช้างแอฟริกา
- ข. ตูโบมีกระจก 3 บาน สูงประมาณ 2 เมตร
- ค. เมื่อน้ำของเหลว A ผสมลงไปในของเหลว B ได้ตะกอนเป็นสีเขียวใบเตย
- ง. เมื่อใช้ไม้บรรทัดเคาะโต๊ะเกิดเสียงดังเหมือนเสียงคนตีกอง
- จ. นักเรียนผู้ชายแต่งกายขมุกขมอมเหมือนไปคลุกฝุ่น

2. ข้อใดเป็นการบันทึกการสังเกตที่ดี

- ก. เมฆครีမ်ฝนตกแน่ ๆ
- ข. ถ้าเปิดพัดลมเป่าเย็นจะดับ
- ค. น้ำมันเบากว่าน้ำจึงลอยน้ำได้
- ง. นานีกาปลุกเรือนสวยเดินดังตึก ๆ น่าฟัง
- จ. เลือตัวนี้เนื้อบาง

3. ข้อใดไม่ใช่การสังเกต

- ก. ส้มมีรสหวาน
- ข. ปากกายาวประมาณ 14 เซนติเมตร
- ค. นิตราผิวหยาบมากเหมือนกระดาษทราย
- ง. ทุเรียนลูกนี้หนักประมาณ 2.5 กิโลกรัม
- จ. ที่ดินแปลงนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยม

4. ข้อใดเป็นข้อมูลจากการสังเกตลูกโป่ง
 - ก. ลูกโป่งมีสีแดง เนื้อนุ่ม ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร
 - ข. ลูกโป่งนี้ทำที่บริษัท EMK อุตสาหกรรม
 - ค. ลูกโป่งนี้ ไม่ควรเก็บในที่ร้อน จะทำให้ลูกโป่งเสียง่าย
 - ง. ลูกโป่งเมื่อออกแรงดึงบริเวณปลายทั้งสองจะยึดเหมือนยางรัด
 - จ. ลูกโป่งมีสีสวยราคาแพง
5. ข้อใดเป็นการสังเกตเชิงปริมาณ
 - ก. ดินสอแท่งนี้มีสีเหลือง
 - ข. น้ำหอมขวดนี้มีกลิ่นหอม
 - ค. ที่เปิดเทปเสียงดัง
 - ง. ข้าวสารถุงนี้หนักประมาณ 5 กิโลกรัม
 - จ. ขนุนต้นนี้ให้ผลมีรสหวาน
6. ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
 - ก. ต่างกับทีมละลายน้ำแล้วเห็นเป็นสีม่วง
 - ข. ดิกรเรียนนี้สูง 8 ชั้น
 - ค. ชายแต่งกายขะมุขะมอมมีอาชีพขายถ่าน
 - ง. ประภาลัยร้องเท้าแตะมาโรงเรียน
 - จ. ตึกดนตรีไบไม้เกาะอยู่บนต้นจำปี
7. ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
 - ก. สบู่ที่ทำในต่างประเทศจึงมีราคาแพง
 - ข. สบู่ก้อนนี้มีปริมาตรประมาณ $3 \times 2 \times 5$ เซนติเมตร
 - ค. สบู่ก้อนนี้กลิ่นหอมคล้ายดอกคาเนชั่น
 - ง. สบู่ก้อนนี้หนักประมาณ 35 กรัม
 - จ. สบู่ก้อนนี้สีขาว

8. ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- ก. มะพร้าวต้นนี้สูงประมาณ 15 เมตร
 - ข. ฟองก๊าซที่ผุดขึ้นในขวดน้ำอัดลมคือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - ค. ในคลองมีผักตบชวาและจอกแหนมาก
 - ง. กาฝากเกาะอยู่บนต้นมะม่วง 2 ต้น
 - จ. ในนาข้าวมีนกกระยางประมาณ 20 ตัว
9. ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูลข้อใด



- ก. นกคาบปลาไว้ในปาก
 - ข. นกกินปลาคาบปลาไว้ในปาก
 - ค. นกคาบปลากระตี่ไว้ในปาก
 - ง. นกกินปลาเป็นอาหาร
 - จ. ข้อ ข. และ ค. ถูกต้อง
10. ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล



- ก. มะม่วงตกลงสู่พื้นดินเนื่องจากมีแรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุ
- ข. มะม่วงต้นนี้มีผลตกมาก
- ค. มะม่วงสุกงอมหล่นจากต้น
- ง. มีนกมาจิกกินมะม่วงจึงหล่นจากต้น
- จ. มะม่วงต้นนี้มีรสหวานมาก

15. ถ้าแบ่ง กา หนู ช้าง ไก่ งู ควาย สุนัข ห่าน โดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งเป็น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและสัตว์ที่ไม่ได้เลี้ยงลูกด้วยนม ข้อใดแบ่งได้ถูกต้อง
- กา หนู ช้าง ควาย สุนัข กับ กา ไก่ งู ห่าน
 - งู ช้าง ควาย สุนัข กับ กา ไก่ หนู ห่าน
 - กา ควาย สุนัข กับ ไก่ ห่าน หนู ช้าง
 - กา ช้าง ควาย สุนัข กับ ไก่ งู หนู ห่าน
 - กา ไก่ งู ห่าน กับ หนู ช้าง ควาย สุนัข
16. ข้อใดที่สามารถใช้เครื่องมือชนิดเดียวกันโดยไม่ต้องคำนวณ
- ปริมาตรน้ำตาลทรายในขวดและมวลของน้ำส้มในขวด
 - ความหนาของรอบอกและความกว้างของประตูฟุตบอล
 - อุณหภูมิร่างกายของเด็กหญิงแมวและอุณหภูมิของน้ำในบ่อปลา
 - ความชื้นในอากาศและอุณหภูมิของอากาศ
 - ความกว้างของประตูฟุตบอล และความลึกของบ่อปลา
17. ถ้าต้องการวัดความกว้างของสมุด ควรใช้เครื่องมืออะไรวัด
- ตลับเมตร
 - ไม้เมตร
 - ไม้บรรทัด
 - สายวัด
 - ไม้โปรแทรกเตอร์
18. วิธีการที่เหมาะสมและง่ายที่สุดที่จะทดสอบว่า "วัตถุ 2 ก้อนมีปริมาตรเท่ากันหรือไม่" จะทำอย่างไร
- นำวัตถุทั้งสองก้อนไปแทนที่น้ำ นำน้ำที่ไหลออกมาเปรียบเทียบกัน
 - วัดขนาดของวัตถุทั้ง 2 ก้อน แล้วนำมาเปรียบเทียบ
 - นำวัตถุทั้งสองก้อนมาคำนวณปริมาตรเปรียบเทียบกัน
 - นำวัตถุทั้งสองก้อนไปชั่งบนตาชั่งซึ่งมีจาน 2 จาน ถ้ามีปริมาตรเท่ากัน จานจะอยู่ในลักษณะสมดุลย์
 - นำวัตถุทั้งสองก้อนไปชั่ง แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

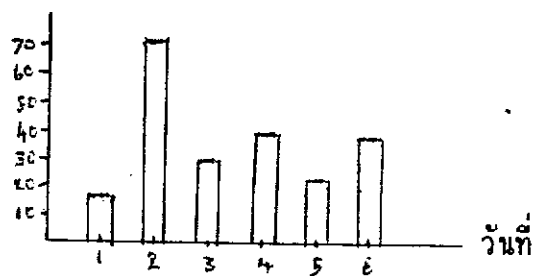
19. ชุดเครื่องมือในข้อใดที่เหมาะสมสำหรับวัดความยาวของเส้นรอบวงวัตถุทรงกลมคือ
ก. เชือก ไม้บรรทัด ข. เชือก ไม้เมตร
ค. สายวัด ดินสอ ง. สายวัด เทปใส
จ. ตลับเมตร แผ่นกระดาษ
20. ควรใช้เครื่องมือชนิดใดวัดปริมาตรของน้ำในแก้ว
ก. หลอดฉีดยา ข. กระบอกตวง
ค. เครื่องชั่ง 2 แขน ง. เครื่องชั่งสปริง
จ. บีกเกอร์
21. วศินใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดไข้ วัดอุณหภูมิของร่างกาย 4 ครั้ง ติดต่อกันได้ดังนี้
 22.8°C 28.1°C 27.9°C 27.6°C ตามลำดับ อุณหภูมิเฉลี่ยของวศินควรเป็นกี่องศาเซลเซียส
ก. 27.8 องศาเซลเซียส
ข. 27.85 องศาเซลเซียส
ค. 27.845 องศาเซลเซียส
ง. 27.9 องศาเซลเซียส
จ. 27.95 องศาเซลเซียส
22. สวนทุเรียนในจังหวัดปราจีนบุรี มีทุเรียน 1,536 ต้น เป็นทุกเรียน หมอนทอง ก้านยาว ชะนี ในอัตรา ส่วน 6:7:3 อยากทราบว่ามีทุเรียนอย่างละกี่ต้น
ก. ทุเรียนหมอนทอง 483 ต้น ก้านยาว 705 ต้น ชะนี 348 ต้น
ข. หมอนทอง 520 ต้น ก้านยาว 670 ต้น ชะนี 346 ต้น
ค. หมอนทอง 585 ต้น ก้านยาว 673 ต้น ชะนี 278 ต้น
ง. หมอนทอง 496 ต้น ก้านยาว 672 ต้น ชะนี 386 ต้น
จ. หมอนทอง 576 ก้านยาว 672 ต้น ชะนี 288 ต้น

27. นิดาสอบกลางภาคเรียน 5 วิชา ทุกวิชาคะแนนเต็ม 100 คะแนน ได้คะแนนวิชา
คณิตศาสตร์ 68 คะแนน ฟิสิกส์ 65 คะแนน เคมี 75 คะแนน ชีววิทยา 87 คะแนน
ภาษาอังกฤษ 80 คะแนน รูปแบบในการนำเสนอข้อมูลกล่าวที่เหมาะสมคือ
- ก. แผนสถิติแบบเส้น ข. แผนสถิติแบบวง
- ค. แผนสถิติแบบตาราง ง. แผนสถิติแบบกราฟแท่ง
- จ. ข้อ ข ค และ ง ถูกต้อง
28. ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้
- ในการชั่งน้ำหนักของ นักเรียน 3 คน ที่พื้นราบเชิงเขาได้ดังนี้ คือ 40 45 38
กิโลกรัม ตามลำดับ และชั่งน้ำหนักของของนักเรียน 3 คน นี้ใหม่บนยอดเขาได้
39.5 44 37.8 ตามลำดับ เพื่อให้เห็นความแตกต่างของน้ำหนักของคนคนเดียวกัน
แต่ต่างสถานที่ ควรใช้รูปแบบ ของการสื่อความหมายข้อมูลใดจึงจะเหมาะสมที่สุด
- ก. แผนสถิติแบบแท่ง ข. แผนสถิติแบบเส้น
- ค. แผนสถิติแบบตาราง ง. แผนสถิติแบบวง
- จ. แผนภูมิ
29. คน และสัตว์ใช้ก๊าซออกซิเจนในการหายใจ แล้วคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
พืชสีเขียวใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง แล้ว คายก๊าซออกซิเจน
ออกมา จากข้อมูลดังกล่าว ควรสื่อความหมายในรูปแบบใดจึงเหมาะสมที่สุด
- ก. แผนภาพ ข. ไดอะแกรม
- ค. แบบวัฏจักร ง. สมการ จ. แผนผัง
30. ในการวัดปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละวัน ตั้งแต่วันที่ 5 ถึง 10 พฤศจิกายน 2534
ณ สถานีตรวจอากาศแห่งหนึ่งปรากฏดังนี้

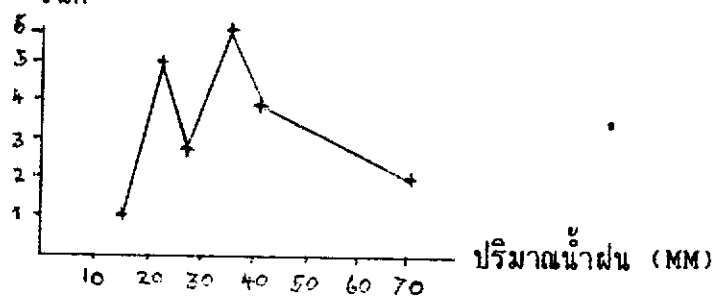
วันที่	5	6	7	8	9	10
ปริมาณน้ำฝน (MM)	15	70	28	40	25	36

กราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดนี้ ข้อใดเหมาะสมที่สุด

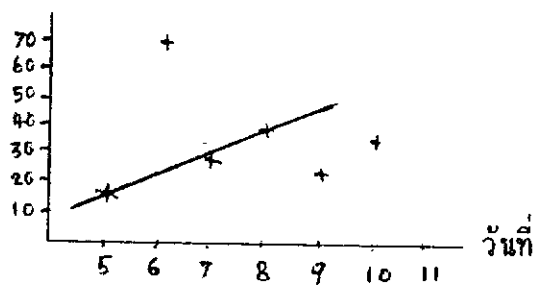
ก. ปริมาณน้ำฝน (MM)



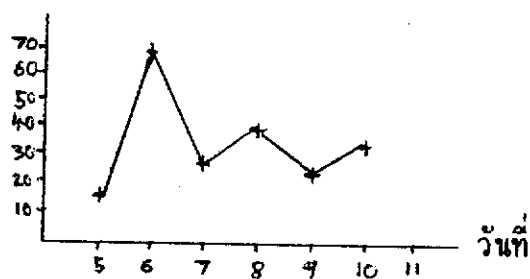
ข. วันที่



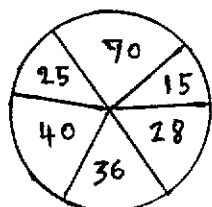
ค. ปริมาณน้ำฝน (MM)



ง. ปริมาณน้ำฝน (MM)



จ.

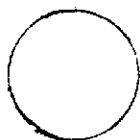


31. วัตถุในข้อใดที่มีสเปสต่างจากพวก

- ก. ภาพคนในแผ่นฟิล์ม
- ข. ตัวหนังสือที่ทำจากแผ่นโฟม
- ค. ผ้าสำหรับตัดเสื้อ
- ง. กระจกเงา
- จ. ภาพเขียนในแผ่นกระดาษ

32. ถ้าฉายไฟไปบนวัตถุรูปทรงกระบอก เงาที่ปรากฏจะมีรูปร่างอย่างไร

ก.



ข.



ค.



ง.



จ.



33. วัตถุที่มีรูปทรง 3 มิติทั้งหมดได้แก่ข้อใด

- ก. แผ่นทองแดง แท่งเหล็ก ลูกปิงปอง
- ข. แผ่นอลูมิเนียมฟรอยด์ แผ่นกรองแสง ลูกกลมเหล็ก
- ค. เส้นลวดทองแดง แม่เหล็กรูปปริซึม ดินสอ
- ง. แท่งไม้รูปทรงกระบอก แท่งเหล็ก ถ้วยไฟฉาย
- จ. ฟิล์มถ่ายรูป แลนกระดาด เครื่องเคาะสัญญาณเวลา กรวยกลม

34. บ้านของปวีณาอยู่ห่างโรงเรียน 500 เมตร ส่วนบ้านของเพชรลดาห่างโรงเรียน 1,000 เมตร ถ้าปวีณาและเพชรลดาใช้เวลา 25 นาที ไปถึงโรงเรียน นักเรียนคิดว่าใครถึงจักรยานได้เร็วกว่ากัน
- เพชรลดาเร็วกว่า 5 เมตรต่อนาที
 - เพชรดาเร็วกว่า 500 เมตรต่อนาที
 - ปวีณาเร็วกว่า 5 เมตรต่อนาที
 - ปวีณาเร็วกว่า 500 เมตรต่อนาที
 - เพชรลดาและปวีณา ถึงจักรยานด้วยความเร็วเท่ากัน
35. พายเรือตามน้ำและทวนน้ำในระยะทาง 1 ไมล์ ใช้เวลา 20 และ 30 นาที ตามลำดับ จงหาว่าพายเรือในน้ำนิ่งด้วยความเร็วชั่วโมงละกี่ไมล์
- 1 ไมล์/ชั่วโมง
 - 2.5 ไมล์/ชั่วโมง
 - 5 ไมล์/ชั่วโมง
 - 7 ไมล์/ชั่วโมง
 - 8.5 ไมล์/ชั่วโมง
36. ในการวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจรหนึ่ง ที่เปลี่ยนค่าความต้านทานต่าง ๆ โดยมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากับ 6 โวลต์ ปรากฏดังนี้

ความต้านทาน (R) 	100	150	200	250	300	350	400	450
กระแสไฟฟ้า (I) (mA)	60	40	30	24	20	17	15	13

เมื่อต่อความต้านทาน 500 โอห์ม ในวงจรที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 6 โวลต์นี้ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรกี่มิลลิแอมแปร์

- 9 มิลลิแอมแปร์
- 10 มิลลิแอมแปร์
- 11 มิลลิแอมแปร์
- 12 มิลลิแอมแปร์
- 13 มิลลิแอมแปร์

37. จากข้อมูลข้อ 36 ถ้าต้องการให้มีกระแสไฟฟ้าในวงจร 25 มิลลิแอมแปร์จะต้องใช้ความต้านทานเท่าใดมาต่อ

ก. 220 โอห์ม

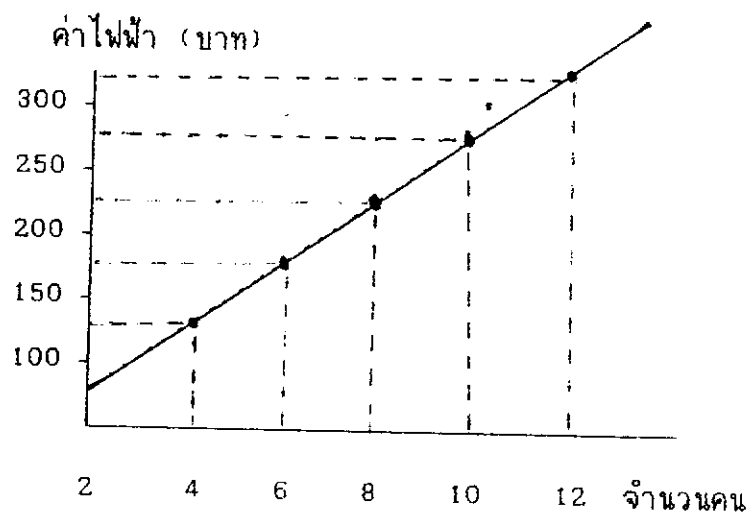
ข. 240 โอห์ม

ค. 260 โอห์ม

ง. 280 โอห์ม

จ. 300 โอห์ม

38. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนคนที่อาศัยอยู่ในบ้านและค่าไฟฟ้าให้นักเรียนพยากรณ์ว่า คน 7 คน เสียค่าไฟฟ้าเท่าไร



ก. 170 บาท

ข. 180 บาท

ค. 190 บาท

ง. 200 บาท

จ. 210 บาท

41. แม่เหล็กไฟฟ้าจะดูดจำนวนตะปูได้มากขึ้นหรือไม่ถ้าแม่เหล็กไฟฟ้านั้นมีจำนวน
แปดเตอร์เพิ่มขึ้น จากข้อความนี้ตัวแปรอิสระคือ
- ก. จำนวนตะปูที่ถูกดูด ข. ชนิดของแม่เหล็กไฟฟ้า
ค. ชนิดของแปดเตอร์ ง. จำนวนแปดเตอร์
จ. ชนิดของตะปูที่ถูกดูด
42. จากข้อ 41. ตัวแปรควบคุมคือ
- ก. ข้อ ก,ข ข. ข้อ บ,ค
ค. ข้อ ค,ง ง. ข้อ ง,จ
จ. ข้อ ก,จ .
43. งานที่ทำจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแรงที่กระทำและระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้
จากข้อความนี้ตัวแปรตามคือ
- ก. แรงที่กระทำ ข. ระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ได้
ค. ค่าของงาน ง. ข้อ ก และ ข ถูก
จ. ข้อ ก และ ค ถูก
44. เพื่อศึกษาว่าปริมาณแคลเซียมที่หนูได้รับมีผลต่อน้ำหนักของหนูหรือไม่ นักวิทยาศาสตร์
ได้ทำการทดลองเลี้ยงหนู โดยแบ่งหนูออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้รับอาหารเหมือน
กันแต่รับปริมาณของแคลเซียมที่ต่างกันหลังจากเลี้ยงหนูได้ 4 สัปดาห์ก็ชั่งน้ำหนักของ
หนูแต่ละตัว ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามคือ
- ก. อาหารที่ใช้เลี้ยงหนู, ชนิดและขนาดของหนู
ข. อาหารที่ใช้เลี้ยงหนู, น้ำหนักของหนู
ค. น้ำหนักของหนู, อาหารที่ใช้เลี้ยงหนู
ง. น้ำหนักของหนู, ปริมาณของแคลเซียม
จ. ปริมาณของแคลเซียม, น้ำหนักของหนู

45. จากข้อ 44 ตัวแปรควบคุมคือ
- อาหารที่ใช้เลี้ยงหนู, ชนิดและขนาดของหนูของหนู
 - อาหารที่ใช้เลี้ยงหนู, น้ำหนักของหนู
 - น้ำหนักของหนู, ชนิดและขนาดของหนู
 - ปริมาณของแคลเซียม, อาหารที่ใช้เลี้ยงหนู
 - ชนิดและขนาดของหนู, ปริมาณแคลเซียม
46. บ้านกรุงศรีเสียค่าไฟฟ้า เดือนธันวาคม 200 บาท เดือนมกราคมเสียค่าไฟฟ้า 580 บาท ข้อใดเป็นการตั้งสมมติฐาน
- เดือนมกราคมเสียค่าไฟฟ้าแพงมาก
 - มีไฟฟ้ารั่ววงจรในบ้าน
 - เครื่องใช้ไฟฟ้ามีไฟรั่ว
 - ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น
 - ข้อ ข และ ค ถูก
47. ชนเชววิทย์เลี้ยงไก่ไว้หลายตัว เขาสังเกตเห็นว่าจำนวนของลูกเจี๊ยบที่ฟักออกจากไข่ มีปริมาณต่าง ๆ กันในช่วงที่ต่างกัน เขาสงสัยว่าปริมาณอาหารที่หาได้อาจมีผลต่ออัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่ ข้อใดคือสมมติฐานของตัวแปรนี้
- รังของไก่ที่อุณหภูมิพอเหมาะจะมีผลทำให้อัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่มากกว่าในรังไก่ ที่อุณหภูมิไม่พอเหมาะ
 - รังไก่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์พอเหมาะจะมีผลทำให้อัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกมาจากไข่มากกว่าในรังไก่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ไม่พอเหมาะ
 - รังไก่ที่มีปริมาณอาหารมากจะมีผลทำให้อัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่มากกว่าในรังไก่ที่มีปริมาณอาหารน้อย
 - รังไก่ที่มีไก่อายุน้อย จะมีผลทำให้อัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่ มากกว่าในรังไก่ที่มีไก่อายุมาก
 - รังไก่ที่มีไก่อายุมากจะมีผลทำให้อัตราที่ลูกเจี๊ยบฟักออกจากไข่ มากกว่าในรังไก่ที่มีไก่อายุน้อย

48. ข้อความใดเป็นการตั้งสมมติฐาน
- ก. อิเล็กโตรสโคปถูกผลิตจากโฟมฉาบโลหะ
 - ข. วัตถุทุกชนิดมีประจุ
 - ค. ชาติที่มีโปรตรอนและอิเล็กตรอนเท่ากันจะเป็นของเหลว
 - ง. นิวเคลียสเป็นแกนกลางของอะตอม
 - จ. อิเล็กโตรสโคปแบบทองคำเปลวให้ตรวจประจุไฟฟ้า
49. หนึ่งวิธีนำวัตถุที่มีประจุบวกเข้าใกล้ลูกนิธ ซึ่งแขวนไว้กับเส้นด้ายสมมติฐานคือ
- ก. ตรวจสอบประจุไฟฟ้าของวัตถุโดยใช้อิเล็กโตรสโคปลูกนิธ
 - ข. ตรวจสอบวัตถุที่มีประจุบวก โดยใช้อิเล็กโตรสโคปลูกนิธ
 - ค. อิเล็กโตรสโคปลูกนิธมีลักษณะเป็นกลาง
 - ง. ลูกนิธทำจากโฟมฉาบโลหะมีรูปทรงกลม
 - จ. ลูกนิธจะเบนเข้าหาวัตถุที่นำมาล่อ
50. ปัญหาทดลองเอาเอโบไนต์ถูกับขนสัตว์ สมมติฐานคือ
- ก. เอโบไนต์เกิดจากประจุบวก
 - ข. ขนสัตว์เกิดประจุบวก
 - ค. เอโบไนต์เกิดประจุลบ
 - ง. ขนสัตว์เกิดประจุลบ
 - จ. ถูกทุกข้อ
51. ข้อใดเป็นการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของ "การตรวจประจุไฟฟ้า" ซึ่งสามารถสังเกตและทดลองได้ตรงกัน
- ก. ตรวจสอบผิววัตถุว่ามีประจุหรือไม่
 - ข. ตรวจสอบผิววัตถุ โดยใช้มือแตะวัตถุ
 - ค. ตรวจสอบบนผิววัตถุว่ามีประจุหรือไม่ โดยใช้อิเล็กโตรสโคปลูกนิธ
 - ง. ตรวจสอบบนผิววัตถุว่ามีประจุหรือไม่โดยใช้อิเล็กโตรสโคปทองคำเปลว
 - จ. ข้อ ค และ ง ถูกต้อง

52. ข้อใดเป็นการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของ "ตัวนำไฟฟ้า" ซึ่งสามารถทดลองได้ตรงกัน
- วัตถุที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปได้ ทำจากเงินหรือแดง
 - วัตถุที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านไปได้
 - วัตถุที่เป็นสื่อไฟฟ้า
 - วัตถุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่าน
 - ตัวนำไฟฟ้าที่เป็นสื่อไฟฟ้า
53. นิยามข้อใดเป็นนิยามปฏิบัติการ
- ก๊าซ ออกซิเจนแต่ละโมเลกุลประกอบด้วยธาตุออกซิเจน 2 อะตอม
 - คาลอรี คือหน่วยวัดปริมาณความร้อน
 - ความหนาแน่น คือ ผลที่ได้จากการหาค่ามวลวัตถุซึ่งมีหน่วยเป็นกรัมต่อปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - แรงเสียดทาน คือแรงที่กระทำในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานจะมีค่ามาก ถ้าน้ำหนักที่กดมีค่ามาก
 - แรงคืออำนาจที่ทำให้สภาวะการอยู่นิ่งหรือการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ของวัตถุเปลี่ยนไป
54. ข้อใดเป็นการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของ "เส้นแรงไฟฟ้า" เพื่อให้สังเกตและทดลองได้ตรงกัน
- เส้นที่เขียนขึ้นเพื่อแสดงทิศของแรงลัพท์ที่กระทำต่อประจุบวก
 - เส้นที่เขียนขึ้นเพื่อทิศของแรงลัพท์ที่กระทำต่อประจุบวก ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า
 - เส้นแรงไฟฟ้าจะตั้งฉากกับผิวของวัตถุเสมอ และยอมไม่ตัดกัน
 - วัตถุที่เป็นตัวนำไฟฟ้า เส้นแรงไฟฟ้าจะมีอยู่แต่ผิวนอกของวัตถุ
 - เส้นที่เขียนขึ้นเพื่อแสดงทิศของแรงลัพท์ที่กระทำต่อประจุบวกในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า มีทิศพุ่งออกจากประจุบวก และพุ่งเข้าสู่ประจุลบ

55. ข้อใดเป็นการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของ "จุดสะท้อน" เพื่อให้สังเกตและทดลองได้ตรงกัน
- จุดสะท้อนจะอยู่ระหว่างประจุทั้งสอง
 - จุดสะท้อนจะอยู่ภายนอกเส้นต่อระหว่างประจุทั้งสอง
 - จุดสะท้อนจะอยู่ใกล้กับจุดที่มีประจุน้อย
 - จุดสะท้อนคือจุดที่ไม่มีเส้นแรงไฟฟ้าพาดผ่าน มีความเข้มสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์
 - จุดสะท้อนคือจุดที่ไม่มีเส้นแรงไฟฟ้าพาดผ่าน อยู่ใกล้กับจุดที่มีประจุน้อย
56. ท่านจะเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ตามข้อใด สำหรับทดลองสมมติฐานที่ว่า "เมื่อนำวัตถุ 2 ชนิดมาถูกัน จะเกิดประจุไฟฟ้า"
- สำลี แวนชยาย
 - ขนสัตว์ เซลลูบอยด์
 - กรวยพลาสติก แก้วพลาสติก
 - ขนแกะ ผ้าสักหลาด
57. ถ้าการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่าเมื่อนำวัตถุ 2 ชนิดในบัญชีมาถูกัน วัตถุที่มีเลขต่ำกว่า จะเกิดประจุไฟฟ้าบวกวัตถุที่มีเลขสูง จะเกิดประจุไฟฟ้านลบจะต้องทำอย่างไร
- ไม่ถูกับผ้าแพรอามัลกามาต
 - เหล็กถูกับทอง
 - เอปไนต์ถูกับยาง
 - ครึ่งถูกับแก้วผิวเรียบ
 - เซลลูล์ถูกับยางสน
58. ถ้าต้องการตรวจสอบว่า ขนผิววัตถุมีประจุหรือไม่ นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร
- ใช้มือแตะวัตถุเพื่อตรวจสอบประจุ
 - ใช้อิเล็กโตรสโคปลูกฟิดตรวจสอบประจุ สังเกตการดูดและผลัก
 - ใช้อิเล็กโตรสโคปแบบทองคำเปลวตรวจสอบประจุสังเกตการดูดและผลัก
 - ใช้อิเล็กโตรสโคปแบบแผ่นโลหะตรวจสอบประจุสังเกตการดูดและผลัก
 - ถูกทุกข้อ

59. ถ้าต้องการหาอัตราเร็วของเสียง จะออกแบบการทดลองอย่างไร
- เปิดเสียงไซเรนของเรือด้วยความถี่ 500 เฮิรตซ์
 - ให้เรืออยู่ในทะเลลึก 870 เมตร ส่งคลื่นเสียง และรับสัญญาณสะท้อนกลับในเวลา 1-2 วินาที
 - ปล่อยก้อนหินลงไปในบ่อลึก 45 เมตร จับเวลาที่ได้ยินหินกระทบพื้น
- ง. ข้อ ก และ ข ถูก
จ. ข้อ ข และ ค ถูก
60. ถ้าต้องการแสดงให้เห็นว่า แม้มันตัวกลางเดียวกัน ถ้าอุณหภูมิ ต่างกัน อัตราเร็วของเสียงจะเปลี่ยนไปเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร
- ให้เสียงผ่านอากาศ และน้ำ ที่อุณหภูมิ 10°C
 - ให้เสียงผ่านเหล็กด้วยอัตราเร็ว 5,100 เมตร/วินาที
 - ให้เสียงผ่านแก้วที่อุณหภูมิ 0°C และ 25°C
 - ให้เสียงผ่านไฮโดรเจนที่อุณหภูมิ 5°C ผ่านคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 10°C
 - ให้เสียงผ่านไม้ด้วยอัตราเร็ว 3,250 เมตร/วินาที
61. จากตารางบอกค่าของแรงที่ใช้ในการเลื่อนกล่องให้ไกลไปบนพื้นผิวชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ความเร็วคงที่ ถ้าต้องเลื่อนกล่องไปบนผิวที่เป็นกระดาษทรายต้องออกแรงเท่าไร

ชนิดของพื้นผิว	แรงที่ใช้ (นิวตัน)
ผิวลื่น	30
ผิวที่เป็นไม้	120
ผิวที่เป็นกระดาษทราย	150
ผิวที่เป็นเหล็ก	110
ผิวที่เป็นแก้ว	60

65. จากตารางแสดงความต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 45 °C มีความต้านทานไฟฟ้า เท่าไร

อุณหภูมิ (°C)	ความต้านทานไฟฟ้า (Ω)
30	110
35	112
40	114
45	116
50	118
55	120
60	122

ก. 112 โอห์ม

ข. 114 โอห์ม

ค. 118 โอห์ม

ง. 116 โอห์ม

ภาพผนวก จ

ตัวอย่างแผนการสอนตามคู่มือครูวิชาชีพส์ (ว.024)

แผนการสอนเรื่องอุปกรณ์ตรวจประจุไฟฟ้า

1. สาระสำคัญ (Concept)

อิเล็กโตรสโคปลูกพิช และอิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะ เป็นอุปกรณ์ใช้ตรวจประจุไฟฟ้า

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

อธิบายวิธีการใช้ และใช้อิเล็กโตรสโคปลูกพิช อิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะ ตรวจสอบว่าวัตถุใดมีประจุไฟฟ้าได้ .

3. เนื้อหา (โดยย่อ)

ถ้านำวัตถุที่สภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าเข้าไปใกล้ลูกพิช หรือจานโลหะของอิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะ ลูกพิช และแผ่นโลหะบางจะอยู่ในสภาพเดิม

ถ้านำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าไปใกล้ลูกพิช หรือจานโลหะของอิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะลูกพิชจะเบนเข้าหาวัตถุนั้น หรือแผ่นโลหะบางจะกางออก

4. กิจกรรมการเรียนการสอน

อุปกรณ์ตรวจประจุไฟฟ้า

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนศึกษาสถานการณ์การตรวจประจุไฟฟ้าของวัตถุในบทเรียน
2. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายในการตรวจดูว่าวัตถุใดมีประจุไฟฟ้าหรือไม่
ทำได้โดยนำกระดาษชิ้นเล็ก ๆ เข้าไปใกล้ ๆ ถ้าวัตถุนั้นดูดกระดาษติดแสดงว่าวัตถุนั้นมีประจุไฟฟ้า
3. ครูนำเข้าสู่การทดลองโดยใช้อุปกรณ์ตรวจประจุไฟฟ้าอิเล็กโตรสโคปลูกพิช และอิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะ

ขั้นทดลอง

นักเรียนทดลองตรวจสอบประจุไฟฟ้า โดยใช้อิเล็กโตรสโคปลูกนิช อิเล็กโตรสโคปโลหะ ตามสถานการณ์ที่กำหนดไว้ในหนังสือแบบเรียน เพื่อตรวจสอบ สมมติฐาน

ขั้นอภิปราย สรุปหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการใช้และผลของการตรวจประจุไฟฟ้า โดยใช้อิเล็กโตรสโคปลูกนิช อิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะ
2. ครูสรุปการใช้อิเล็กโตรสโคป ตรวจสอบประจุไฟฟ้า
3. ครูถามให้นักเรียนตอบทีละคน เกี่ยวกับการตรวจประจุไฟฟ้าโดยใช้ อิเล็กโตรสโคป
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่องอุปกรณ์ประจุไฟฟ้า 10 ข้อ

5. สื่อการเรียนการสอน

1. อิเล็กโตรสโคปลูกนิช
2. อิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะ

6. การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถามขณะเรียน และสรุป
2. สังเกตการร่วมอภิปราย
3. สังเกตการปฏิบัติการทดลอง และผลการทดลอง
4. แบบฝึกหัด

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ (ว.024)

ประกายวรรณ มณีแจ่ม
บทเรียนโปรแกรมสำเร็จรูป

สุนัน เจริญสุขโพนร
โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผศ.สมจิต สวชนโมบลัย
อาจารย์ที่ปรึกษา

คำชี้แจง

1. ใส่รหัส (เลขประจำตัวนักเรียน) พร้อมนาม-นามสกุล

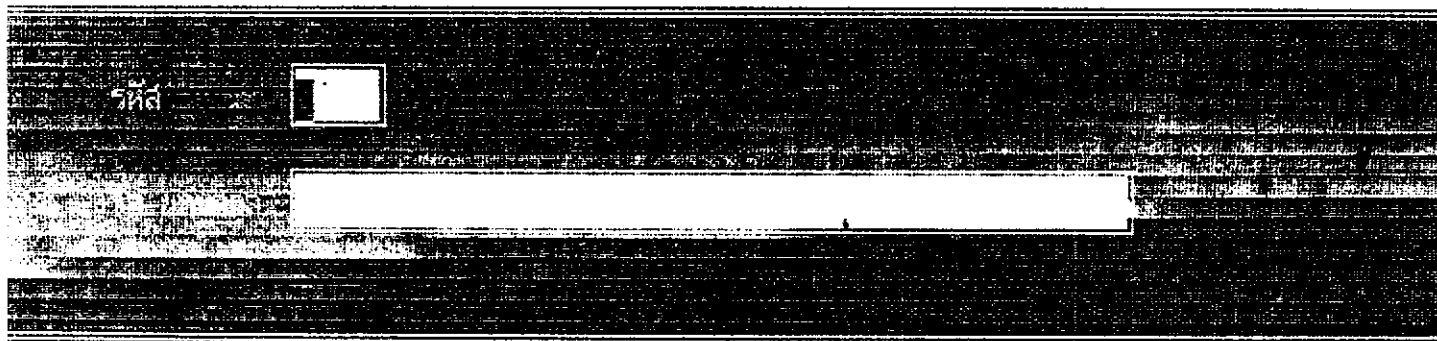
2. โปรดอ่านและปฏิบัติตามกิจกรรม ตามคำแนะนำในบทเรียนก็จะสามารถเรียนรู้ได้อย่างง่ายและรวดเร็ว

3. ถ้านักเรียนตอบถูกต้อง จะได้เรียนเนื้อหาใหม่ ถ้าตอบผิด จะเสนอบทเรียนสาขาให้เรียน

ก่อนที่จะกลับมาตอบคำถามเดิมอีกครั้ง

4. หลังจากทำบทเรียน เรียนเสร็จในแต่ละครั้ง ได้พิมพ์เก็บไว้ศึกษา

เมื่อพร้อมให้กดปุ่มพิมพ์





ไฟฟ้าสถิต (4)

หน้าที่ 1

แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

คูลอมบ์พบว่า

1. แรงระหว่างประจุที่เกิดขึ้น จะแปรผกผันกับระยะห่าง
ระหว่างประจุยกกำลังสอง

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

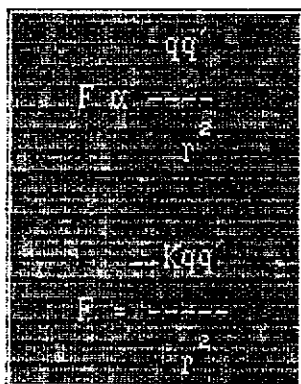


ทดสอบเป็นแบบทดสอบต่อไปจะ

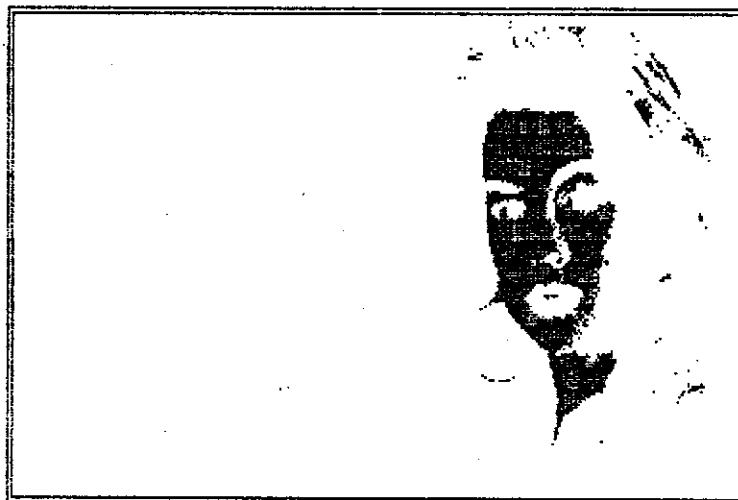
ไฟฟ้าสถิต (4)

หน้าที่ 2

3. แรงที่เกิดขึ้น จะอยู่ในแนวเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางมวลของลูกนิชทั้งสอง



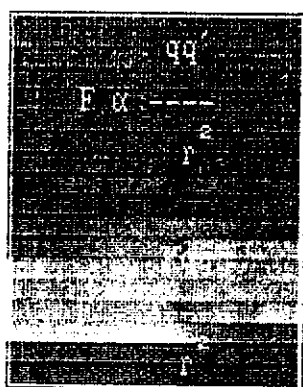
สมการนี้เรียก กฎของคูลอมป์ ใช้กรณีจุดประจุ



ไฟฟ้าสถิต (4)

หน้าที่ 2

3. แรงที่เกิดขึ้น จะอยู่ในแนวเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางมวลของลูกนิลทั้งสอง



สมการนี้เรียก กฎของคูลอมบ์ ใช้กรณีจุดประจุ

เมื่อ r คือ ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลาง
ของประจุ q , q'

q, q' คือ ขนาดของประจุที่ 1 และ 2 ตามลำดับ
มีหน่วยเป็น คูลอมบ์

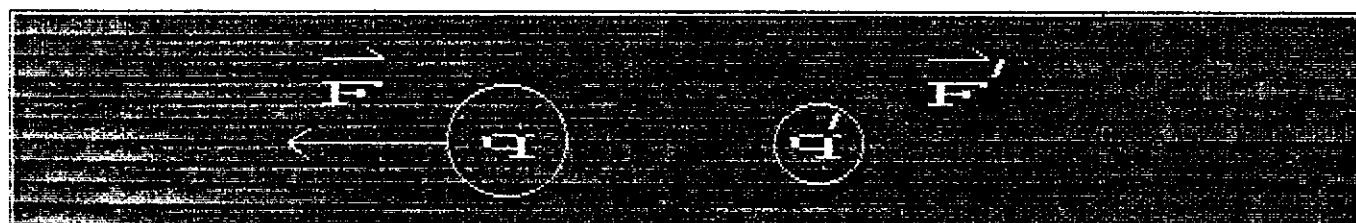
K คือ ค่าคงที่ซึ่งเท่ากับ $9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$

F คือ แรงที่เกิดขึ้น มีหน่วยเป็น นิวตัน

ไฟฟ้าสถิต (4)

หน้าที่ 3

แรงระหว่างประจุเป็นแรงคู่กิริยา ตามกฎข้อ 3 ของนิวตัน



นั่นคือ $F = F'$ ถึงแม้ว่า q และ q' จะมีขนาดไม่เท่ากัน
ก็ตาม

กดแป้นพิมพ์เพื่อตอบคำถาม

คำถาม



จากรูป ถ้า $q > q'$ แรงผลักที่กระทำต่อกัน ระหว่าง
ประจุทั้ง 2 จะมีค่าอย่างไร

1. $F > F'$
2. $F' > F$
3. $F = F'$

กดปุ่มพิมพ์ (1-3) เลือกคำตอบจะ ☐

ไฟฟ้าสถิต (4)

หน้า 3



ยังไม่ถูกนะจะ

$$3. F = F'$$

กดแป้นพิมพ์ (1-3) เลือกคำตอบจะ

ไฟฟ้าสถิต (4)

หน้าที่ 3



นักเรียนเลือกคำตอบใหม่จะ

$$3. F = F'$$

กดปุ่มนิมน์ (1-3) เลือกคำตอบจะ

ไฟฟ้าสถิต (43)

หน้าที่ 3

3. $F = F'$

กดปุ่มนิมน์ (1-3) เลือกคำตอบจะ

เพราะ

แรงที่เกิดขึ้นเป็นแรงต่างร่วม
ตามกฎข้อ 3 ของนิวตันที่ว่า

แรงกระทำ = แรงปฏิกิริยา

$$3. F = F'$$

กดแป้นพิมพ์ (1-3) เลือกคำตอบจะ

เพราะ

เป็นไปตามกฎข้อ 3 ของนิวตันที่ว่า

แรงกระทำ = แรงปฏิกิริยา

$$3. F = F'$$

คิดแบบเพิ่ม (1-3) เรือยกค่าตอบจะ

ไฟฟ้าสถิต (4)

หน้าที่ 4



$$F = F' \quad (\text{กฎของ 3 ของนิวตัน})$$

$$\text{จาก } F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$= F'$$

$$\text{แทนค่า} \quad F = (9 \times 10^9 \text{ N/m}^2 \cdot \text{C}^2) \frac{(1 \text{ C})(0.5 \text{ C})}{(1 \text{ m})^2}$$

$$= 4.5 \times 10^9 \text{ นิวตัน} \quad \therefore \text{เกิดแรงผลัก มีขนาด } 4.5 \times 10^9 \text{ นิวตัน}$$

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางประกายวรรณ ชื่อสกุล มณีแจ่ม

เกิด วันที่ 12 เมษายน 2502

บุตร คุณพ่อพละ คุณแม่แจ่ม มณีแจ่ม

ที่อยู่ปัจจุบัน 116/15 หมู่ที่ 4 บ้านปวีณา หมู่บ้านศรีกรุงวิลล่า

อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ อ.พระนครศรีอยุธยา

จ.พระนครศรีอยุธยา

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2515 ประถมศึกษา โรงเรียนประตูลี้ อ.พระนครศรีอยุธยา

จ.พระนครศรีอยุธยา

พ.ศ. 2518 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์

อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา

พ.ศ. 2520 ป.กศ.ต้น วิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา อ.พระนครศรีอยุธยา

จ.พระนครศรีอยุธยา

พ.ศ. 2524 กศ.บ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน กรุงเทพฯ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครูของ สสวท.

บทคัดย่อ
ของ
ประกาศวรรณ มณีแจ่ม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
กันยายน 2536

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครู สลวท.

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 50 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1 16 คน เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มทดลองที่ 2 มี 18 คน แบ่งเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มควบคุมมี 16 คน เรียนตามคู่มือครู สลวท. สถิติที่ใช้ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์แปรปรวนแบบทางเดียว

(One-way ANOVA)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครู สลวท. ไม่แตกต่างกัน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือครู แตกต่างกัน
 - 2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นรายบุคคลกับกลุ่มย่อย ไม่แตกต่างกัน
 - 2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลกับตามคู่มือครู สลวท. ไม่แตกต่างกัน
 - 2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อยกับตามคู่มือครู สลวท. แตกต่างกัน

A COMPARISON PHYSICS ACHIEVEMENT SCORES AND SCIENCE PROCESS
SKILLS OF MATHAYOM SUKSA V STUDENTS WHO LEARNED BY
INDIVIDUAL COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION (CAI),
SMALL GROUP CAI, AND IPST TEACHERS' MANUAL.

AN ABSTRACT

BY

PRAKAIWAN MANEEJAM

Presented in partial fulfilment of the requirements for the
master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

September 1993

The purposes of the study were to compare Physics achievement scores and Science Process Skills of Mathayom Suksa V Students who learned by Individual Computer Assisted Instruction (CAI), small group CAI, and IPST Teachers' manual

Simple random sampling was used to select fifty students from Chomsurang Upatham School, Amphur Phranakornsriyutthaya, Ayutthaya Province. The subjects were divided into three groups, two experimental groups and one control group. The first experimental group consisted of sixteen students, learning by Individual CAI, whereas the second experimental group consisted of eighteen students, learning by small group CAI and the third group, the control group, consisted of sixteen students. One-way Analysis of Variance was used to test the hypotheses.

The results were as follow :

1. No statistical difference was found in Physics achievements among the three groups of students.
2. Science Process skills of the subjects were different.
 - 2.1 Science Process Skills between Individual CAI group and small group CAI were not statistical difference.
 - 2.2 Science Process skills between Individual CAI group and the control group were not statistical difference.
 - 2.3 Science Process skills between small group CAI and the control group were statistical difference.