บทที่ 4

ผลการศึกษาค้นคว้า และอภิปรายผล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าประสงค์ที่จะสร้างบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมเตอร์ เรื่องพันธะโควาเลนต์ ให้มีประสิทธิภาพ และดัชนีประสิทธิผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสามารถสรุปผลการค้นคว้าได้ดังนี้

4.1 ผลในการสร้างบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่องพันธะโควาเลนต์

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา แล้วนำมาวิเคราะห์ขอบข่ายเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม ได้ดำเนินการสร้างบทเรียนไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่องพันธะโควาเลนต์ได้ 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เรื่อง พันธะเคมี

ตอนที่ 2 เรื่อง พลังงานพันธะ และความยาวพันธะ

ตอนที่ 3 เรื่อง โครงสร้างของโมเลกุลโควาเลนต์

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์

ในการนำบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่องพันธะโควาเลนต์ ไปทดลองประสิทธิภาพตามเกณฑ์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมแพศึกษา อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โดยทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one Testing) กับนักเรียนจำนวน 3 คน ทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) กับนักเรียนจำนวน 9 คน และทดลองภาคสนาม (Field Testing) ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนจำนวน 18 คน รวมทั้งสิ้น 30 คน ซึ่งปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์

การทดลอง	จำนวนคน	ร้อยละของคะแนนกระบวนการ(E_1)	ร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียน(E_2)	ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I)
หนึ่งต่อหนึ่ง	3	57.77	60.00	0.346
กลุ่มเล็ก	9	60.74	70.74	0.506
ภาคสนาม	18	75.37	76.66	0.63

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่อง พันธะโควาเลนต์ แบบหนึ่งต่อหนึ่ง

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน (30)	คะแนนแบบฝึกหัด				คะแนนทดสอบหลังเรียน (30)
		ตอนที่ 1 (10)	ตอนที่ 2 (10)	ตอนที่ 3 (10)	รวม (30)	
1	18	9	10	8	27	29
2	11	5	5	4	14	12
3	9	5	5	5	15	13
รวม	38	19	20	17	56	54

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X_1}{N}}{A} \times 100 \qquad \frac{\frac{56}{3}}{30} \times 100 = 57.77$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X_2}{N}}{B} \times 100 \qquad \frac{\frac{54}{3}}{30} \times 100 = 60.00$$

$$E.I. = \frac{56 - 38}{90 - 38} = 0.347$$

จากการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ แบบหนึ่งต่อหนึ่ง ผู้ศึกษาค้นคว้าได้พบข้อบกพร่องบางประการ และได้ทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น ดังนี้

1) ได้แจกกระดาษสำหรับให้นักเรียนได้บันทึก

2) เพิ่มการหน่วงเวลาในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละข้อ

3) เปลี่ยนข้อความบางข้อความให้ถูกต้อง และให้สื่อความหมายชัดเจน

4) เพิ่มเสียงในข้อความที่ต้องการเน้นบางจุด

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่อง พันธะโควาเลนต์ แบบกลุ่มเล็ก

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน (30)	คะแนนแบบฝึกหัด				คะแนนทดสอบหลังเรียน (30)
		ตอนที่ 1 (10)	ตอนที่ 2 (10)	ตอนที่ 3 (10)	รวม (30)	
1	17	7	8	8	23	25
2	13	7	8	3	18	29
3	11	9	9	6	24	23
4	10	5	5	8	18	20
5	5	4	5	6	15	20
6	11	6	6	4	16	16
7	17	4	6	4	14	14
8	14	8	7	6	21	22
9	12	6	4	5	15	22
รวม	110	51	58	47	164	191

$$E_1 = \frac{\frac{\Sigma X_1}{N}}{A} \times 100 \qquad \frac{\frac{164}{9}}{30} \times 100 = 60.74$$

$$E_2 = \frac{\frac{\Sigma X_2}{N}}{B} \times 100 \qquad \frac{\frac{191}{9}}{30} \times 100 = 70.74$$

$$E.I. = \frac{191 - 110}{270 - 110} = 0.506$$

จากการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ แบบกลุ่มเล็ก ผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำเอาข้อบกพร่องที่พบ มาทำการปรับปรุงแก้ไข ดังต่อไปนี้

1) เพิ่มตัวอย่างโจทย์การคำนวณพลังงานพันธะ รูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์ พร้อมทั้งเฉลยคำตอบ

2) หน่วงเวลาในการร่างรูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์ และทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้

ตารางที่ 6 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่อง พันธะโควาเลนต์ แบบภาคสนาม

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน (30)	คะแนนแบบฝึกหัด				คะแนนทดสอบหลังเรียน (30)
		ตอนที่ 1 (10)	ตอนที่ 2 (10)	ตอนที่ 3 (10)	รวม (30)	
1	14	10	9	9	28	28
2	8	10	8	8	26	26
3	8	9	8	8	25	25
4	11	8	8	8	24	26
5	12	10	9	7	26	26
6	9	9	9	7	25	25
7	7	8	8	7	23	24
8	9	7	8	7	22	22
9	12	6	7	7	20	20
10	12	7	8	8	23	25
11	18	8	8	7	23	26
12	15	9	7	8	24	26
13	12	8	6	8	22	18
14	12	6	8	7	21	18
15	12	7	6	6	19	20

ตารางที่ 6 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่อง พันธะโควาเลนต์ แบบภาคสนาม (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน (30)	คะแนนแบบฝึกหัด				คะแนนทดสอบหลังเรียน (30)
		ตอนที่ 1 (10)	ตอนที่ 2 (10)	ตอนที่ 3 (10)	รวม (30)	
16	8	6	7	6	19	18
17	11	6	6	5	17	21
18	7	8	7	6	21	20
รวม	197	131	118	112	407	414

$$E_1 = \frac{\frac{\Sigma X_1}{N}}{A} \times 100 \qquad \frac{\frac{407}{18}}{30} \times 100 = 75.37$$

$$E_2 = \frac{\frac{\Sigma X_2}{N}}{B} \times 100 \qquad \frac{\frac{414}{18}}{30} \times 100 = 76.66$$

$$E.I. = \frac{414 - 197}{540 - 197} = 0.63$$

4.3 อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

จากการสร้างบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่องพันธะโควาเลนต์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรากฏว่าสามารถสร้างบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่องพันธะโควาเลนต์ ได้ 3 ตอน ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตร เนื่องจากผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโปรแกรม และการสร้างบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ตลอดจนศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และค้นคว้าเนื้อหาเกี่ยวกับพันธะโควาเลนต์ จากเอกสารและแหล่งความรู้ต่าง ๆ ทำให้ได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการสร้าง จากนั้นจึงได้กำหนดเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ พร้อมทั้งเค้าโครงเรื่อง แล้วนำไปปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เพื่อตรวจความถูกต้อง ความเหมาะสม จากนั้นได้ปรับปรุงและทำการสร้างบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่องพันธะโควาเลนต์ เมื่อเสร็จแล้วได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ได้ตรวจสอบอีกครั้ง พร้องทั้งปรับปรุง จากการสร้างอย่างมีระบบจึงทำให้ได้บทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่องพันธะโควาเลนต์ ที่มีความครอบคลุมเนื้อหา และเหมาะสมตรงตามหลักสูตร

จากผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่องพันธะโควาเลนต์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 75.37 / 76.66 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 75 / 75 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.63 ซึ่งไม่ต่ำกว่า 0.50 เนื่องจากผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพตามกระบวนการอย่างสมบูรณ์ คือทำการทดลองหนึ่งต่อหนึ่ง การทดลองกลุ่มเล็ก และการทดลองภาคสนาม ได้ปรับปรุงข้อบกพร่องตามกระบวนการในแต่ละขั้นตอน จึงได้บทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่องพันธะโควาเลนต์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ในการปรับปรุงข้อบกพร่องตามกระบวนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เรื่องพันธะโควาเลนต์ สำหรับการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ปรากฏผลว่าได้ค่า E_1 / E_2 = 57.77 / 60.00 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.346 ซึ่งได้ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ แต่ค่าดัชนีประสิทธิผลต่ำกว่า 0.50 อาจเนื่องจากว่า นักเรียนขณะที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ ไม่ได้จดบันทึกไว้ และเวลาในการทำแบบฝึกหัดตามกระบวนการกำหนดเวลาน้อยไป ผู้ศึกษาค้นคว้าจึงได้ปรับกระบวนการในการทดลองกลุ่มเล็กโดยแจกกระดาษ

เพื่อจดบันทึก และกำหนดเวลาในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละข้อให้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ของ ชำนาญ วิไลรัตนากูล (2536) จากการทดลองกลุ่มเล็ก ได้ E_1 / E_2 = 60.74 / 70.74 และค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.506 พบว่าE_1 / E_2 สูงกว่าเกณฑ์ แต่ผู้ศึกษาค้นคว้าประสงค์ให้ค่า E_1 / E_2 สูงมากกว่านี้ จึงได้ปรับกระบวนการในการทดลองภาคสนาม โดยเพิ่มตัวอย่างการคำนวณเกี่ยวกับการหาค่าพลังงานพันธะพร้อมเฉลยคำตอบ และยังได้เพิ่มรูปร่างไมเลกุลโดวาเลนต์ ทำภาพให้เกิดความเคลื่อนไหว ขีดเส้นใต้ และทำตัวกระพริบในส่วนที่เป็นสาระสำคัญ ซึ่ง สายทิพย์ ชลธาร (2530) ได้วิจัยเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างเทคนิคการชี้นำในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า การขีดเส้นใต้เฉพาะส่วนสาระสำคัญ แบบตัวกระพริบในส่วนสาระสำคัญ และการกลับสีพื้น และตัวอักษรเฉพาะสาระสำคัญ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ปรากฏผลในการทดลองได้ค่า E_1 / E_2 = 75.37 / 76.66 และดัชนีประสิทธิผล = 0.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งเอาไว้