

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยเรื่องฟิสิกส์อะตอม สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
เรื่องฟิสิกส์อะตอม ดังนี้

1. เพื่อสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องฟิสิกส์อะตอม
2. เพื่อศึกษาสาเหตุของข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องฟิสิกส์อะตอมของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดปัตตานี
3. เพื่อพัฒนากลุ่มมือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษาจังหวัดปัตตานี จำนวน 706 คน จากจำนวนโรงเรียน 17 โรงเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยเรื่อง ฟิสิกส์อะตอม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
จำนวน 4 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 การค้นพบอิเล็กตรอน

ฉบับที่ 2 แบบจำลองอะตอม

ฉบับที่ 3 ทวิภาพของคลื่นและอนุภาค

ฉบับที่ 4 กลศาสตร์ควอนตัม

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยติดต่อโรงเรียน กำหนดวันเวลา เพื่อนำแบบทดสอบไปสอบ ซึ่งจะทำการทดสอบ 4 ครั้ง ดังนี้
 - 1.1 แบบทดสอบเพื่อสำรวจ ทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด จำนวนนักเรียน 100 คน
 - 1.2 แบบทดสอบวินิจฉัย ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ จำนวนนักเรียน 100 คน
 - 1.3 แบบทดสอบวินิจฉัย ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อคัดเลือก ปรับปรุงข้อสอบ และเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบด้านต่างๆ เช่น ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจำนวนนักเรียน 100 คน
 - 1.4 แบบทดสอบวินิจฉัย ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบด้านต่างๆ เช่น ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และพิจารณาสาเหตุของข้อบกพร่องต่างๆ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 406 คน
2. ขออนุญาตแนะนำตัวผู้วิจัยจากคณะศึกษาศาสตร์ถึงผู้อำนวยการโรงเรียน
3. จัดเตรียมอุปกรณ์การสอบ เช่น แบบทดสอบ กระดาษคำตอบ กระดาษทด รวมทั้งคำแนะนำในการตอบแบบทดสอบแนบไว้เป็นแผ่นหน้าของฉบับข้อสอบ นับบรรจุแบบทดสอบใส่ซองตามจำนวนนักเรียนในแต่ละห้องเรียน
4. หลังจากนำแบบทดสอบไปดำเนินการสอบแล้ว นำกระดาษคำตอบที่ได้มาทำการตรวจสอบความเรียบร้อย
5. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์และหาค่าสถิติต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)
 - 1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
 - 1.2 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบวินิจฉัย
2. ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของข้อสอบจาก แบบทดสอบวินิจฉัย วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ทั้งสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่หนึ่ง
3. ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของข้อสอบจากแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ทั้งสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สอง
4. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ทั้งสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สอง
5. ค่าความเชื่อมั่นและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ วินิจฉัยวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ทั้งสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สอง
6. ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของข้อสอบจากแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ทั้งสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม
7. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ทั้งสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม
8. ค่าความเชื่อมั่นและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ วินิจฉัยวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ทั้งสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม
9. สาเหตุของความบกพร่องที่นักเรียนตอบข้อสอบผิดในแต่ละข้อของแบบทดสอบ วินิจฉัยวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ทั้งสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม

สรุปผลการวิจัย

1. ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ซึ่งได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านเนื้อหาวิชา จำนวน 5 ท่าน ได้ผลดังนี้
 - 1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีค่าเท่ากับ 1.00
 - 1.2 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ เพื่อสำรวจมีค่าเท่ากับ 1.00

2. ค่าความยากของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับจากการวิเคราะห์ผลการทดสอบทั้งสามครั้ง ได้ค่าความยากสรุปผลได้ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าความยากตั้งแต่	.12	-.56
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าความยากตั้งแต่	.16	-.56
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าความยากตั้งแต่	.16	-.68
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าความยากตั้งแต่	.12	-.60
การทดสอบครั้งที่ 2	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าความยากตั้งแต่	.40	.60
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าความยากตั้งแต่	.16	-.68
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าความยากตั้งแต่	.36	-.60
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าความยากตั้งแต่	.40	-.68
การทดสอบครั้งที่ 3	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าความยากตั้งแต่	.35	-.74
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าความยากตั้งแต่	.43	-.71
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าความยากตั้งแต่	.43	-.75
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าความยากตั้งแต่	.48	-.69

3. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับ จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบทั้งสามครั้ง ได้ค่าอำนาจจำแนกสรุปผลได้ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.12	-.58
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.12	-.60
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.10	-.69
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.27	-.62
การทดสอบครั้งที่ 2	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.19	-.62
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.11	-.75
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.33	-.73
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	(-.04)	-.69
การทดสอบครั้งที่ 3	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.27	-.70
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.30	-.75
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.38	-.75
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	.31	-.72

4. คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจัยทั้งสี่ฉบับ ซึ่งหาโดยวิธีกำหนดคะแนนจุดตัดถาวรตามแนวคิดของซีเฮนและเดวิส (Sheehan and Davis) ผลปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งสี่ฉบับมีคะแนนเกณฑ์เรียงลำดับดังนี้ 8, 9, 7 และ 7 คะแนน

5. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจัยทั้งสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สองและครั้งที่สาม มีค่าคะแนนเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลปรากฏดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 2	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	6.5600
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	8.8800
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	4.9200
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	6.2000
การทดสอบครั้งที่ 2	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ	2.6627
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ	3.8979
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ	3.2904
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ	2.7689
การทดสอบครั้งที่ 3	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	6.4950
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	8.7255
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	5.5980
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	5.5545
การทดสอบครั้งที่ 3	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ	3.4165
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ	4.1866
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ	3.5579
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ	2.9983

6. ค่าความเชื่อมั่นและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดของแบบทดสอบวินิจัยสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สองและครั้งที่สาม ผลปรากฏว่า

การทดสอบครั้งที่ 2	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ	0.6674
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ	0.7953
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ	0.8674
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ	0.7887

การทดสอบครั้งที่ 2	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ	1.5356
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ	1.7636
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ	1.1982
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ	1.2729
การทดสอบครั้งที่ 3	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ	0.8149
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ	0.8236
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ	0.8779
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ	0.8403
การทดสอบครั้งที่ 3	แบบทดสอบฉบับที่ 1	มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ	1.4697
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ	1.7583
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ	1.2433
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ	1.1980

7. สาเหตุของความบกพร่องที่นักเรียนตอบข้อสอบผิดในแต่ละข้อ จากการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สาม ผลปรากฏว่าแบบทดสอบแต่ละฉบับนักเรียนมีความบกพร่องดังนี้

- 7.1 แบบทดสอบฉบับที่ 1 การค้นพบอิเล็กทรอนิกส์ นักเรียนมีความบกพร่องดังนี้
- 1) ไม่สามารถจำแนกสมบัติความแตกต่างระหว่างรังสีที่มีประจุและไม่มีประจุได้
 - 2) สับสนกับคุณสมบัติของรังสีเอกซ์
 - 3) ไม่เข้าใจว่าการเบี่ยงเบนของรังสีแคโทดเกิดขึ้นจากการที่รังสีนั้นเป็นอนุภาคที่มีประจุ
 - 4) มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเรื่องการเรืองแสงของรังสีกับการมีประจุของรังสี
 - 5) จำนวนเลขยกกำลังผิด
 - 6) จำสูตรผิด
 - 7) ขาดทักษะในการแปลงหน่วยในระบบ เอส ไอ
 - 8) สับสนในการแทนค่าระหว่างปริมาณของความต่างศักย์ (V) กับความเร็ว (v) ลงในสมการ
 - 9) สับสนระหว่างความหมายของมวลกับน้ำหนัก

- 10) ไม่ได้นำค่าประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน ($e = 1.6 \times 10^{-19}$ คูลอมบ์) มาหารเพื่อหาจำนวนอิเล็กตรอน
- 11) ขาดทักษะในการคำนวณทางคณิตศาสตร์
- 12) ไม่ได้แทนค่าประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน ($e = 1.6 \times 10^{-19}$ คูลอมบ์) ลงในสูตรที่ใช้ในการคำนวณ
- 13) แทนค่าปริมาณต่าง ๆ ลงในสูตรไม่ถูกต้อง

สำหรับสาเหตุข้อบกพร่องที่นักเรียนบอกพร่องในแบบทดสอบฉบับที่ 1 (การค้นพบอิเล็กตรอน) มีข้อบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบเกินร้อยละ 20 คือ

- 1) ไม่เข้าใจว่าการเบี่ยงเบนของรังสีแคโทดเกิดขึ้นจากการที่รังสีนั้นเป็นอนุภาคที่มีประจุ
- 2) คำนวณเลขยกกำลังผิด
- 3) ขาดทักษะในการแปลงหน่วยในระบบ เอส ไอ
- 4) สับสนระหว่างความหมายของมวลกับน้ำหนัก
- 5) ขาดทักษะในการคำนวณทางคณิตศาสตร์

7.2 แบบทดสอบฉบับที่ 2 แบบจำลองอะตอม นักเรียนมีความบกพร่องดังนี้

- 1) สับสนกับแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
- 2) สับสนกับทฤษฎีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกเวลล์
- 3) ไม่เข้าใจโครงสร้างตามแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
- 4) สับสนกับแบบจำลองอะตอมของทอมสัน
- 5) ไม่เข้าใจการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดเกี่ยวกับการกระเจิงของอนุภาคแอลฟาเมื่อยิงเข้าชนแผ่นทองคำ
- 6) จำสูตรผิด
- 7) ขาดทักษะในการคำนวณทางคณิตศาสตร์
- 8) ไม่เข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีอะตอมของโบร์
- 9) สับสนกับสมมติฐานของเดอบรอยล์
- 10) สับสนระหว่างสมการของอนุกรมโลมานและสมการของอนุกรมบัลเมอร์
- 11) แทนค่าปริมาณต่าง ๆ ลงในสูตรไม่ถูกต้อง
- 12) ไม่เข้าใจผลการทดลองของฟรังค์และเฮิร์ตซ์
- 13) สับสนกับผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด

- 14) ไม่เข้าใจในความหมายของสถานะพื้นและสถานะกระตุ้น
- 15) ไม่เข้าใจในความหมายของการปลดปล่อยและดูดกลืนพลังงาน
- 16) สับสนสถานการณ์การดูดและคายพลังงานเมื่ออิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับชั้นพลังงาน
- 17) ขาดทักษะในการลบจำนวนเต็มลบ
- 18) ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและความถี่
- 19) ขาดความเข้าใจในสมบัติการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์
- 20) สับสนระหว่างสมบัติของรังสีเอกซ์กับแสง
- 21) คำนวณเลขยกกำลังผิด
- 22) ไม่ได้แทนค่าประจุของอิเล็กตรอน ($e = 1.6 \times 10^{-19}$ คูลอมบ์) ลงในสมการ
- 23) ไม่ได้แทนค่าคงตัวของพลังค์ ($h = 6.63 \times 10^{-34}$ คูลอมบ์) ลงในสมการ
- 24) ขาดทักษะในการเปลี่ยนหน่วยในระบบ เอส ไอ
- 25) ไม่ใช่หน่วยเอส ไอ ในการคำนวณ

สำหรับสาเหตุข้อบกพร่องที่นักเรียนบกพร่องในแบบทดสอบฉบับที่ 2 (แบบจำลองอะตอม) มีข้อบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบเกินร้อยละ 20 คือ

- 1) สับสนกับทฤษฎีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแม็กเวลล์
- 2) จำสูตรผิด
- 3) ไม่เข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีอะตอมของโบร์
- 4) แทนค่าปริมาณต่าง ๆ ลงในสูตรไม่ถูกต้อง
- 5) ไม่เข้าใจผลการทดลองของฟรังค์และเฮิร์ตซ์
- 6) ไม่เข้าใจในความหมายของสถานะพื้นและสถานะกระตุ้น
- 7) ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและความถี่
- 8) คำนวณเลขยกกำลังผิด
- 9) ไม่ได้แทนค่าประจุของอิเล็กตรอน ($e = 1.6 \times 10^{-19}$ คูลอมบ์) ลงในสมการ
- 10) ไม่ใช่หน่วยเอส ไอ ในการคำนวณ

ดังนี้

7.3 แบบทดสอบฉบับที่ 3 ทวิภาพของคลื่นและอนุภาค นักเรียนมีความบกพร่อง

- 1) จำนวนเลขยกกำลังผิด
- 2) จำสูตรผิด
- 3) ไม่ได้แทนค่าประจุของอิเล็กตรอน ($e = 1.6 \times 10^{-19}$ คูลอมป์) ในการคำนวณ
- 4) ขาดทักษะในการคำนวณทางคณิตศาสตร์
- 5) เข้าใจว่าความถี่ของแสงเท่ากับส่วนกลับของความยาวคลื่นแสง
($f = \frac{1}{\lambda}$)
- 6) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเส้นรอบวงโคจรกับจำนวนเต็มครึ่งของอิเล็กตรอนตามสมมติฐานของเดอบรอยล์ไม่ถูกต้อง
- 7) ขาดทักษะในการเปลี่ยนหน่วยในระบบ เอส ไอ
- 8) ไม่ใช่หน่วย เอส ไอ ในการคำนวณ
- 9) ไม่ได้คำนวณค่ารากที่สองของสมการ
- 10) ใช้ค่าอุปสรรคแทนเลขยกกำลังไม่ถูกต้อง
- 11) ไม่ใช่ตัวพหุคูณแทนค่าอุปสรรค
- 12) สับสนกับผลการทดลองของฟรังค์และเฮิร์ตซ์
- 13) สับสนกับสมมติฐานของเดอบรอยล์
- 14) สับสนกับทฤษฎีอะตอมของโบร์

สำหรับสาเหตุข้อบกพร่องที่นักเรียนบกพร่องในแบบทดสอบฉบับที่ 3 (ทวิภาพของคลื่นและอนุภาค) มีข้อบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบเกินร้อยละ 20 คือ

- 1) จำนวนเลขยกกำลังผิด
- 2) จำสูตรผิด
- 3) ไม่ได้แทนค่าประจุของอิเล็กตรอน ($e = 1.6 \times 10^{-19}$ คูลอมป์) ในการคำนวณ
- 4) ขาดทักษะในการคำนวณทางคณิตศาสตร์
- 5) เข้าใจว่าความถี่ของแสงเท่ากับส่วนกลับของความยาวคลื่นแสง
($f = \frac{1}{\lambda}$)
- 6) ไม่ใช่หน่วย เอส ไอ ในการคำนวณ

- 7) ไม่ได้คำนวณค่ารากที่สองของสมการ
- 8) ใช้ค่าอุปสรรคแทนเลขยกกำลังไม่ถูกต้อง
- 9) สับสนกับสมมติฐานของเดอบรอยล์

7.4 แบบทดสอบฉบับที่ 4 กลศาสตร์ควอนตัม นักเรียนมีความบกพร่องดังนี้

- 1) เขียนสมการความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ตามหลักของไฮเซนเบิร์กไม่ถูกต้อง
- 2) สับสนระหว่างค่าคงตัวของพลังค์ (h) กับค่าคงตัวในรูปเอชบาร์ (\hbar)
- 3) ไม่ใช่ตัวพหุคูณแทนค่าอุปสรรค
- 4) ใช้ค่าอุปสรรคแทนเลขยกกำลังไม่ถูกต้อง
- 5) ขาดทักษะในการเปลี่ยนหน่วยในระบบ เอส ไอ
- 6) ไม่ใช่หน่วยในระบบเอส ไอ ในการคำนวณ
- 7) สับสนระหว่างค่าของความไม่แน่นอนของการวัดความเร็วกับความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุในการแทนค่าลงในสูตร
- 8) เข้าใจว่าหลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์กกับทวิภาพของคลื่นและอนุภาคสามารถใช้แทนกันได้
- 9) เข้าใจว่าหลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์ก สามารถวัดได้โดยการใช้เครื่องมือทางฟิสิกส์ซึ่งจะมองเห็นวัตถุบางอย่างที่มีขนาดเล็กมากได้ถูกต้องแม่นยำ
- 10) เข้าใจว่าหลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์ก คือความไม่แน่นอนเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการวัดด้วยอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
- 11) สับสนระหว่างผลต่างของความเร็ว (Δv) กับความเร็วเฉลี่ย (\bar{v}) ในการคำนวณ
- 12) สับสนกับแบบจำลองอะตอมของทอมสัน
- 13) สับสนกับแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
- 14) สับสนกับทฤษฎีอะตอมของโบร์
- 15) ใช้ค่าที่โจทย์ลวงมาคำนวณ
- 16) คำนวณเลขยกกำลังผิด

สำหรับสาเหตุข้อบกพร่องที่นักเรียนบกพร่องในแบบทดสอบฉบับที่ 4 (กลศาสตร์ควอนตัม) มีข้อบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบเกินร้อยละ 20 คือ

- 1) สัมพันธ์ระหว่างค่าคงตัวของพลังค์ (h) กับค่าคงตัวในรูปเอชบาร์ (\hbar)
- 2) ไม่ใช่ตัวพหุคูณแทนค่าอุปสรรค
- 3) ขาดทักษะในการเปลี่ยนหน่วยในระบบ เอส ไอ
- 4) ไม่ใช่หน่วยในระบบเอส ไอ ในการคำนวณ
- 5) เข้าใจว่าหลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์ก คือความไม่แน่นอนเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการวัดด้วยอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
- 6) ใช้ค่าที่โจทย์ลวงมาคำนวณ

อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยเรื่องฟิสิกส์อะตอม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลของการวิจัย ได้ดังนี้

1. จากการทดสอบเพื่อสำรวจ

จากการนำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อสำรวจคำตอบและรวบรวมคำตอบผิดรวมทั้งค้นหาสาเหตุของความบกพร่อง ลักษณะของแบบทดสอบเพื่อสำรวจเป็นข้อสอบประเภทอัตนัยให้นักเรียนเขียนตอบและแสดงวิธีทำพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในแต่ละขั้นตอน ผู้วิจัยนำแบบทดสอบมาตรวจ และนำคำตอบของนักเรียนทุกคนมาบันทึกความถี่เพื่อมาวิเคราะห์สาเหตุของการตอบผิดในแต่ละคำตอบ โดยพิจารณาจากเหตุผลการตอบของนักเรียนที่เขียนตอบและขั้นตอนการแสดงผล วิธีทำ คัดเลือกคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดไว้ 3 อันดับ มาสร้างเป็นตัวลวงเพื่อตัดแปลงเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยซึ่งเป็นข้อสอบประเภทปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกซึ่งคำตอบที่คัดเลือกไว้เป็นตัวลวงนั้นสามารถชี้สาเหตุของความบกพร่องในการตอบของนักเรียนได้ ในการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจของนักเรียนนั้น นักเรียนบางคนไม่บอกเหตุผลหรือไม่แสดงวิธีทำในการตอบ ผู้วิจัยจะต้องนำเอาคำตอบนั้นมาพิจารณาร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนฟิสิกส์ว่านักเรียนตอบลักษณะนี้จะบกพร่องในเรื่องอะไรและถ้าพิจารณาไม่ได้ว่าบกพร่องเรื่องอะไร ผู้วิจัยจะต้องไปสัมภาษณ์นักเรียนว่าทำไมนักเรียนถึงตอบลักษณะนี้ซึ่งทำให้ได้ทราบถึงข้อบกพร่องต่างๆ นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาจากการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจของนักเรียนในเรื่องฟิสิกส์อะตอม ทำให้ทราบว่านักเรียน

จำนวนมากไม่มีความรู้ในเรื่องฟิสิกส์อะตอม จึงทำให้คำตอบที่นักเรียนตอบมานั้นไม่สามารถบอกถึงสาเหตุของความบกพร่องได้ โดยภาพรวมแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่สร้างมานั้น สามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมตามจุดประสงค์ และจากการตรวจแบบทดสอบเพื่อสำรวจของนักเรียนนั้น ผู้วิจัยสามารถนำคำตอบผิดมารวบรวมเพื่อสร้างเป็นตัวลวงของแบบทดสอบวินิจฉัยประเภทปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกได้ตามต้องการ

2. การทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ได้คุณภาพของ แบบทดสอบ ดังนี้

2.1 ค่าความยากของข้อสอบในแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่หนึ่ง ปรากฏว่าค่าความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .12 - .68 ซึ่งข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าความยากถึงเกณฑ์ที่ต้องการ คือ มีค่าความยากตั้งแต่ .20 - .80 แต่มีข้อสอบบางข้อมีค่าความยากไม่ถึงเกณฑ์ที่ต้องการคือ มีค่าความยากต่ำกว่า .20 นอกจากนี้ข้อสอบส่วนใหญ่จากแบบทดสอบทั้งสี่ฉบับ มีค่าความยากต่ำกว่า .50 แสดงให้เห็นว่านักเรียนโดยส่วนมากตอบข้อสอบในแต่ละข้อได้ถูกต้องค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจจะเป็นการทดสอบครั้งนี้เป็นการทดสอบครั้งแรกที่นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับไปทดสอบข้อสอบนั้นไม่ได้วิเคราะห์มาก่อนย่อมจะมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง เช่น อาจจะมีการพิมพ์ที่ผิดพลาดในบางข้อ นอกจากนี้อาจเป็นเพราะความยากในเนื้อหาวิชาที่สอบด้วย เมื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบแล้ว นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับไปทดสอบครั้งที่สอง ปรากฏว่าค่าความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .16 - .68 ข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าความยากถึงเกณฑ์ที่ต้องการ แสดงว่านักเรียนโดยส่วนมากตอบข้อสอบในแต่ละข้อได้ถูกต้องมากขึ้น เพราะข้อสอบได้วิเคราะห์และปรับปรุงให้ดีขึ้น จึงทำให้มีนักเรียนตอบข้อสอบถูกแต่ละข้อมากขึ้น เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .20 - .80 ได้ครบตามที่ต้องการแล้ว นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับไปทดสอบครั้งที่สาม ซึ่งเป็นการทดสอบครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้ ปรากฏว่าค่าความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .35 - .75 ซึ่งเป็นค่าความยากที่อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการทุกข้อ คือ มีค่าความยากตั้งแต่ .20 - .80 แสดงว่าข้อสอบส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลางจนถึงค่อนข้างง่าย เพราะข้อสอบได้วิเคราะห์และปรับปรุงจนมีคุณภาพตามต้องการ นอกจากนี้ค่าความยากของข้อสอบที่ได้สอดคล้องกับค่าความยากของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง

การเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่ ดังที่ กัลยา กลิ่นเกษร สร้างไว้ ซึ่งได้ค่าความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .55 - .99 (กัลยา กลิ่นเกษร, 2527:87) และยังคงคล้องกับความยากของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่ สุพจน์ เกิดสุวรรณ ได้สร้างไว้ ซึ่งค่าความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .50 - .88 (สุพจน์ เกิดสุวรรณ, 2537 : บทคัดย่อ) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความยากเหมาะสมกับลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย ตรงกับที่ อัดัมส์และเทอร์เกอร์สัน (Adams and Torgerson, 1964 :472) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าข้อสอบแต่ละข้อควรเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

2.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่หนึ่ง ปรากฏว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .10 - .69 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีสัดส่วนของนักเรียนกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ตอบถูกมากกว่าสัดส่วนของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ แล้วนำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับไปทดสอบครั้งที่สอง ปรากฏว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ (-.04) - .75 ซึ่งข้อสอบบางข้อยังไม่ถึงเกณฑ์ตามที่กำหนด จึงปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ .00 ขึ้นไป แล้วจึงนำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับไปทดสอบครั้งที่สาม ซึ่งเป็นการทดสอบครั้งสุดท้ายของการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้ ปรากฏว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .27 - .75 สอดคล้องกับเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนของนักเรียนกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ตอบถูกมากกว่าสัดส่วนของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ และถึงแม้ว่าจะมีข้อสอบบางข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำ แต่ก็มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 ขึ้นไปก็ใช้ได้ เพราะ สิงห์ (Singha.) กล่าวไว้ว่า จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อค้นหาจุดบกพร่องแต่ละสาเหตุมากกว่าจะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน (Singha, 1974 : 200 — 204) และค่าอำนาจจำแนกที่สอดคล้องกับค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล ที่เอื้อ จานทอง ได้สร้างไว้ซึ่งค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .11 - .61 (เอื้อ จานทอง, 2527 : 96) และยังคงคล้องกับค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ และกฎการเคลื่อนที่ ที่กัลยา กลิ่นเกษร ได้สร้างไว้ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .02 - .67 (กัลยา กลิ่นเกษร, 2527 : 88) จึงกล่าวได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมและตามเกณฑ์ที่ต้องการทุกข้อ ตรงกับที่ อัดัมส์ และเทอร์เกอร์สัน (Adams and Torgerson, 1964 :472) ได้กล่าวไว้ว่า จุดมุ่งหมายที่สำคัญของ

แบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนของนักเรียนมากกว่าการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อจำแนกนักเรียน

2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผลจากการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่สอง ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณโดยใช้สูตรไบโนเมียล(Binomial) ของ โลเวทท์ (Lovett) มีค่าตั้งแต่ .6674 - .8674 และจากการทดสอบครั้งที่สาม ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณโดยใช้สูตรไบโนเมียล(Binomial) ของ โลเวทท์ (Lovett) มีค่าตั้งแต่ .8149 - .8779 ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่าความเชื่อมั่นที่ สุพจน์ เกิดสุวรรณ ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ .60 - .83 (สุพจน์ เกิดสุวรรณ , 2537 :106) และยังสอดคล้องกับ กัลยา กลิ่นเกษร ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่ ได้ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .652 - .807 (กัลยา กลิ่นเกษร , 2527:88) ดังนั้นแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูงและเป็นที่น่าเชื่อถือ

2.4 ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เป็นผู้พิจารณาว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับ มีความตรงเชิงเนื้อหาหรือไม่ โดยใช้แบบตรวจสอบรายการตามวิธีของ โรวินेलลีและแฮมเบิลตัน การตรวจสอบกระทำ 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหาหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบว่าข้อสอบที่เขียนนั้น วัดได้ตรงและครอบคลุมตามจุดประสงค์หรือไม่

ผลการพิจารณาทั้งสองขั้นตอนจากผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาในหลักสูตรและข้อสอบทุกข้อเขียนได้ตรงและครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดจริง แสดงว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ มีความตรงตามเนื้อหาซึ่งสอดคล้องกับอาห์แมนน์และกล็อก (Ahmann and Glock, 1967:364 - 365) และพรชัย หนูแก้ว (2532 :11) ที่กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเน้นความตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ

2.5 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจัย ทั้ง 4 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

จากผลการวิเคราะห์พบว่าในแบบทดสอบแต่ละฉบับ มีจุดบกพร่องต่างกัน ทั้งนี้เพราะแบบทดสอบแต่ละฉบับวัดเนื้อหา และจุดประสงค์ต่างกัน แต่ก็ยังมีจุดบกพร่องที่เหมือนกันในบางฉบับ ซึ่งเป็นจุดบกพร่องเกี่ยวกับการคำนวณเลขยกกำลังผิด การขาดทักษะในการเปลี่ยนหน่วยในระบบ เอส ไอ ขาดทักษะในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการสับสนระหว่างความหมายของมวลกับน้ำหนัก เป็นต้น จึงกล่าวได้ว่า ในการวิเคราะห์จุดบกพร่องของแบบทดสอบวินิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตัวลวงที่นักเรียนเลือกตอบสามารถบอกถึงความบกพร่องในการเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สุเทพ สันติวานนท์ (2532 :70-71) และกรอนลันด์ (Gronlund, 1981 :139) กล่าวไว้ในทำนองเดียวกันว่าจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวินิจัย เพื่อค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนและข้อสอบแต่ละข้อสามารถบอกถึงสาเหตุของการตอบผิดได้ ดังนั้นแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับมีคุณภาพเป็นที่น่าเชื่อถือ คือ สามารถวัดความรู้เรื่องฟิสิกส์อะตอมและวินิจัยความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเรื่องฟิสิกส์อะตอมได้จริง

ข้อเสนอแนะ

จากการสร้างแบบทดสอบวินิจัยวิชาฟิสิกส์ เรื่องฟิสิกส์อะตอมในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่า กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดปัตตานี ส่วนใหญ่มีความบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องฟิสิกส์อะตอมหลายประเด็น ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ให้ดีขึ้น โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1.1 ในด้านหลักสูตร ควรมีการปรับปรุงเนื้อหาในแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ให้มีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน และมีความต่อเนื่องของเนื้อหา รวมทั้งควรสร้างแบบเรียนที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

1.2 ในด้านการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรจะมีการปรับปรุงการเรียนการสอน เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องและสาเหตุของข้อบกพร่องในด้านต่างๆ ที่พบจากการวิจัยดังต่อไปนี้

ฉบับที่ 1 การค้นพบอิเล็กทรอนิกส์ ตัวลวงที่มีเปอร์เซ็นต์ของการเลือกตอบมากที่สุด มีข้อบกพร่องคือ นักเรียนคำนวณเลขยกกำลังผิด สับสนระหว่างความหมายของมวลกับน้ำหนัก

และขาดทักษะในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทั้งสามจุดบกพร่องนี้มีนักเรียนเลือกตอบในจำนวนมากเท่ากัน คือ 41 คน คิดเป็นร้อยละ 40.59

ฉบับที่ 2 แบบจำลองอะตอม ตัวเลือกที่มีเปอร์เซ็นต์ของการเลือกตอบมากที่สุด มีข้อบกพร่องคือ นักเรียนจำสูตรผิด มีนักเรียนเลือกตอบจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 32.35

ฉบับที่ 3 ทวิภาพของคลื่นและอนุภาค ตัวเลือกที่มีเปอร์เซ็นต์ของการเลือกตอบมากที่สุด มีข้อบกพร่องคือ นักเรียนคำนวณเลขยกกำลังผิด มีนักเรียนเลือกตอบจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 27.45

ฉบับที่ 4 กลศาสตร์ควอนตัม ตัวเลือกที่มีเปอร์เซ็นต์ของการเลือกตอบมากที่สุด มีข้อบกพร่องคือ นักเรียนสับสนระหว่างค่าคงตัวของพลังค์ (h) กับค่าคงตัวในรูปเลขบาร (η) และไม่ใช่ตัวพหุคูณแทนค่าอุปสรรค ซึ่งทั้งสองข้อบกพร่องมีนักเรียนเลือกตอบมากจำนวนเท่ากัน คือ 28 คน คิดเป็นร้อยละ 27.72

นอกจากครูผู้สอนจะปรับปรุงการเรียนการสอน เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องและสาเหตุของข้อบกพร่องในด้านต่าง ๆ ที่พบจากการวิจัยครั้งนี้แล้วผู้วิจัยเห็นว่าครูผู้สอนควรพิจารณาว่า ถ้านักเรียนจะเรียนรู้ในเรื่องใดก็ตาม ควรมีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อน และหาวิธีการซ่อมเสริมข้อบกพร่องก่อนที่จะดำเนินการสอนในขั้นตอนต่อไป ซึ่งถ้าทำได้ดังนี้แล้ว จะเป็นการแก้ไขจุดบกพร่องหลาย ๆ จุดของนักเรียนซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ในด้านการประเมินผล ครูผู้สอนฟิสิกส์ควรมีการนำแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ไปใช้ เพื่อทำการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนที่เป็นปัญหาและอุปสรรคทางการเรียนของนักเรียนเพื่อหาทางแก้ไขและช่วยเหลือนักเรียนอีกต่อไป ขณะเดียวกันควรใช้แบบทดสอบวินิจฉัยเมื่อจบการสอนเนื้อหาในแต่ละเรื่องโดยทันที เพื่อจะได้ นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงการเรียนการสอนได้

2. ด้านการนำแบบทดสอบไปใช้

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำแบบทดสอบไปใช้ ดังนี้

2.1 ควรนำไปใช้ทดสอบนักเรียนหลังจากที่ทำการสอนเนื้อหาตอนหนึ่ง ๆ สิ้นสุดลง

2.2 ดำเนินการสอบตามคู่มืออย่างเคร่งครัด

2.3 หลังการทดสอบควรแจ้งผลให้นักเรียนทราบโดยเร็ว เพื่อที่จะได้ทราบ

ความบกพร่องของตนเองและหาทางปรับปรุงแก้ไข และผู้สอนควรสอนซ่อมเสริมให้ตรงจุดทันที

3. ด้านการทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

3.1 ควรขยายขอบเขตของการวิจัยให้กว้างขึ้น เป็นระดับเขตพื้นที่การศึกษา หรือระดับประเทศ เพื่อให้ผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง

3.2 ควรมีการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาฟิสิกส์ในเนื้อหาอื่น ๆ หรือในรายวิชาอื่น ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการเรียนการสอนและในการจัดการสอน
ซ่อมเสริมให้มีคุณภาพขึ้น

หมายเหตุ : แบบทดสอบและคู่มือการใช้แบบทดสอบอยู่ที่ภาควิชาประเมินผลและ
วิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี