

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าและแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคค่านวม ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูฟิสิกส์ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 68 คน และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบตารางและความเรียง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์สถานภาพของครูฟิสิกส์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคค่านวม

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคค่านวม

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์สถานภาพของครูฟิสิกส์

ตารางที่ 4 จำนวนและค่าร้อยละของครูฟิสิกส์จำแนกตามสถานภาพ

ลำดับที่	สถานภาพ	จำนวน	ร้อยละ
1	เพศ		
	ชาย	39	57.35
	หญิง	29	42.65

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับที่	สถานภาพ	จำนวน	ร้อยละ
2	อายุ		
	น้อยกว่า 26 ปี	3	4.41
	26 - 30 ปี	2	2.94
	31 - 35 ปี	10	14.71
	36 - 40 ปี	19	27.94
	มากกว่า 40 ปี	34	50.00
3	วุฒิ		
	ต่ำกว่าปริญญาตรี	-	-
	ปริญญาตรี	54	79.41
	ปริญญาโท	14	20.59
	สูงกว่าปริญญาโท	-	-
4	วิชาเอกที่จบการศึกษาระดับสูงสุด		
	<u>วิชาเอกเดี่ยว</u>		
	ศิลปศาสตร์	51	75.00
	การสอนศิลปศาสตร์	5	7.36
	วิทยาศาสตร์ทั่วไป	4	5.88
	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	1	1.47
	รวม	61	89.71
	<u>วิชาเอกคู่</u>		
	วิทยาศาสตร์-ศิลปศาสตร์	4	5.88
	วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์	1	1.47
	คณิตศาสตร์-ศิลปศาสตร์	2	2.94
	รวม	7	10.29

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับที่	สถานภาพ	จำนวน	ร้อยละ
5	วิชาโทที่จบการศึกษาระดับสูงสุด		
	คณิตศาสตร์	41	60.29
	เคมี	1	1.47
	ไม่มีวิชาโท	26	38.24
6	ประสบการณ์การสอนวิชาฟิสิกส์		
	น้อยกว่า 3 ปี	3	4.41
	3 - 5 ปี	1	1.47
	6 - 10 ปี	11	16.18
	11 - 15 ปี	14	20.59
	มากกว่า 15 ปี	39	57.35

ผลจากการวิเคราะห์สถานภาพของครูฟิสิกส์ พบว่า ครูฟิสิกส์ เป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง โดยเป็นเพศชาย ร้อยละ 57.35 เป็นเพศหญิงร้อยละ 42.65 มีอายุมากกว่า 40 ปี มากที่สุด คือ ร้อยละ 50.00 และมีอายุในช่วง 26-30 ปี น้อยที่สุด คือร้อยละ 2.94

ครูฟิสิกส์จบการศึกษาระดับปริญญาตรี มากที่สุด คือร้อยละ 79.41 และไม่มีผู้จบการศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญาตรีและสูงกว่าปริญญาโท โดยจบการศึกษาระดับสูงสุดในวิชาเอกฟิสิกส์มากที่สุด คือ ร้อยละ 75.00 และจบการศึกษาระดับสูงสุดในวิชาโทคณิตศาสตร์ มากที่สุด คือ ร้อยละ 60.29 มีประสบการณ์การสอนวิชาฟิสิกส์มากกว่า 15 ปี มากที่สุด คือร้อยละ 57.35 และมีประสบการณ์การสอนวิชาฟิสิกส์ระหว่าง 3-5 ปี น้อยที่สุด คือร้อยละ 1.47

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ

1. ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาการคำนวณ

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณและคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ พบว่าเนื้อหาวิชาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณที่ไม่สอดคล้องกัน มีดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เนื้อหาวิชาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณที่ไม่สอดคล้องกัน

รายวิชา ฟิสิกส์	บทที่	หัวข้อเนื้อหา วิชาฟิสิกส์	ช่วงเวลาที่เรียน เนื้อหาวิชา ฟิสิกส์	หัวข้อเนื้อหา คณิตศาสตร์ที่ใช้ใน การเรียนวิชาฟิสิกส์	ช่วงเวลาที่เรียน ในวิชา คณิตศาสตร์
ว 421	2	2.2 การแปลความ หมายข้อมูล	ม.4 (ภาคต้น)	ความชัน	ม.4 (ภาคต้น)
ว 021	6	6.2 อัตราเร็วของวัตถุ 6.7 ความเร็ว 6.8 ความเร่ง	ม.4 (ภาคปลาย)	ลิมิตของฟังก์ชัน	ม.6 (ภาคต้น)
ว 021	6	6.5 การกระจัด 6.6 การรวมเวกเตอร์ 6.7 ความเร็ว 6.8 ความเร่ง 6.10 สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว	ม.4 (ภาคปลาย)	เวกเตอร์	ม.5 (ภาคปลาย)

ตารางที่ 5 (ต่อ)

รายวิชา ศิลปะ	บทที่	หัวข้อ เนื้อหา วิชาศิลปะ	เวลาที่เรียน เนื้อหาวิชา ศิลปะ	หัวข้อ เนื้อหา คณิตศาสตร์ที่เข้า การเรียนวิชาศิลปะ	เวลาที่เรียน ในวิชา คณิตศาสตร์
ว 021	7	7.1 แรง 7.4 กฎการเคลื่อนที่ (ภาคปลาย) ข้อที่สองของนิวตัน 7.7 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน 7.8 การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	ม.4	เวกเตอร์	ม.5 (ภาคปลาย)
ว 022	8	8.3 การหาแรงลัพธ์ และการรวมเวกเตอร์ (ภาคต้น) โดยวิธีสร้างรูป 8.5 แรงเสียดทาน 8.6 ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางถ่วง 8.7 สมดุลต่อการหมุน 8.8 สมดุลสัมบูรณ์ 10.2 แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุ 10.3 การคลและแรงคล 10.4 การชน 10.5 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	ม.5	เวกเตอร์	ม.5 (ภาคปลาย)
ว 022	9	9.1 งาน	ม.5 (ภาคต้น)	เวกเตอร์ (การคูณเวกเตอร์)	ม.5 (ภาคปลาย)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูฝึกสอน เกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ มีดังนี้

1. ความไม่สอดคล้องของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องความชัน กับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่องการแปลความหมายข้อมูล ครูฝึกสอนที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 21 คน (ร้อยละ 30.88) และมีปัญหา จำนวน 47 (ร้อยละ 69.12)

ครูฝึกสอนที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 21 คน ได้ให้เหตุผลดังนี้

1) นักเรียนเคยเรียนเรื่องทฤษฎีอนุภาคอสและตรีโกณมิติ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เมื่อครูอธิบายการหาความชันโดยใช้ตรีโกณมิติ ($\tan \theta$) และ $\Delta y / \Delta x$ นักเรียนก็สามารถเข้าใจได้ (จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67)

2) ทางหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ประสานงานกับหมวดวิชาคณิตศาสตร์ ให้จัดสอนเรื่องความชันและสมการเส้นตรง ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นพื้นฐานที่จะนำมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 19.04)

3) เน้นการสอนให้นักเรียนรู้และเข้าใจกระบวนการแสวงหาความรู้ทางฟิสิกส์มากกว่าเน้นให้นักเรียนหาความชันได้ (จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 14.29)

ครูฝึกสอนที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 47 คน ได้ให้เหตุผลที่ครูจำเป็นต้องสอนคณิตศาสตร์เรื่องความชันให้นักเรียนก่อนสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่องการแปลความหมายข้อมูล ดังนี้

1) นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องสมการเส้นตรง คือ $y = mx+c$ กับความรู้เรื่องตรีโกณมิติ คือ $\tan \theta = \Delta y / \Delta x$ ที่เคยเรียนมาในคณิตศาสตร์ได้ โดยไม่รู้วาค่าความชัน m ในสมการเส้นตรงสามารถหาได้จากค่า $\tan \theta$ และนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงเรื่องความชันกับเรื่องการแปรผันได้ (จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 48.94)

2) นักเรียนบางคนในชั้นเรียนยังมีความเข้าใจไม่ถูกต้องทั้งนิยามของความชันวิธีการหาค่าความชัน ตลอดจนตัวแทนแกนของกราฟ (จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 34.04)

3) นักเรียนไม่รู้และไม่เข้าใจความหมายของกราฟ ซึ่งไม่ได้กำหนดไว้ในหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ (จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 12.77)

4) นักเรียนไม่สามารถเขียนกราฟของตัวแปรที่ต่อเนื่องได้ถูกต้อง เนื่องจาก การเขียนกราฟที่นักเรียนเคยเรียนมาในวิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่เขียนกราฟเป็นเส้นหัก (Broken Line) (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4.25)

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น ครูฝึกสังเกตได้เสนอไว้ ดังนี้

- 1) ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับ ทฤษฎีพีทาโกรัส ครีโกณมิติและนิยามของความชันให้เป็นพื้นฐานก่อน แล้วจึงสอนเรื่องวิธีการหาค่าความชัน (จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 72.34)
- 2) เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องความชัน ครูจึงสอนเพิ่มเติมจากที่กำหนดไว้ในหนังสือแบบเรียนในเรื่องต่อไปนี ได้แก่ สมการเส้นตรง วิธีการหาค่าความชัน การเขียนกราฟในทางทริกส์ การวิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนแกนของกราฟ พื้นที่ใต้กราฟ จุดตัดบนแกน x และแกน y ของกราฟ ความหมายของกราฟที่ผ่านจุดกำเนิด (จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 27.66)

2. ความไม่สอดคล้องของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องลิมิตของฟังก์ชัน กับเนื้อหาวิชาทริกส์เรื่องอัตราเร็ว ความเร็ว และความเร่ง ครูฝึกสังเกตที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 58 คน (ร้อยละ 85.29) และมีปัญหา จำนวน 10 คน (ร้อยละ 14.71)

ครูฝึกสังเกตที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 58 คน ได้ให้เหตุผลดังนี้

- 1) ครูไม่จำเป็นต้องสอนให้นักเรียนใช้คณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน เช่น ไม่ต้องกล่าวถึงลิมิตของฟังก์ชัน เพียงแต่อธิบายว่า อัตราเร็วขณะหนึ่ง ความเร็วขณะหนึ่ง และความเร่งขณะหนึ่ง เป็นอัตราเร็ว ความเร็ว และความเร่ง ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ (Δt) ก็เพียงพอ (จำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 87.93)
- 2) ครูสอนเรื่องอัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็วเฉลี่ย และความเร่งเฉลี่ยก็เพียงพอ เนื่องจากในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนมาก ไม่พบโจทย์ที่ต้องใช้ลิมิตของฟังก์ชันในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็วขณะหนึ่ง ความเร็วขณะหนึ่ง และความเร่งขณะหนึ่ง (จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 8.62)
- 3) ครูใช้แถบกระดาษจากเครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่ได้จากการทดลองช่วยในการอธิบายเรื่องดังกล่าว นักเรียนก็เข้าใจได้ (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.45)

ครูฝึกที่มีความคิดเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 10 คน ได้ให้เหตุผลที่ครูต้องสอนคณิตศาสตร์ เรื่องลิมิตของฟังก์ชันสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่องดังกล่าว คือ นักเรียนจะเข้าใจเรื่องอัตราเร็ว ขณะหนึ่ง ความเร็วขณะหนึ่งและความเร่งขณะหนึ่ง ได้ดีขึ้นถ้านักเรียนมีความรู้เรื่องลิมิตของฟังก์ชัน เกี่ยวกับช่วงเวลาสั้น ๆ ที่ Δt เข้าใกล้ศูนย์ แต่ $\Delta t \neq 0$

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ ครูฝึกได้เสนอไว้คือ ครูสอนเรื่องลิมิตของฟังก์ชัน เมื่อ Δt เข้าใกล้ศูนย์ก่อนสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง อัตราเร็วขณะหนึ่ง ความเร็วขณะหนึ่ง และความเร่งขณะหนึ่ง

3. ความไม่สอดคล้องของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเวกเตอร์ กับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง การกระจัด การรวมเวกเตอร์ ความเร็ว ความเร่ง สมการสำหรับความหนาแน่นต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว แรง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ครูฝึกที่มีความคิดเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 16 คน (ร้อยละ 23.53) และมีปัญหา จำนวน 52 คน (ร้อยละ 76.47)

ครูฝึกที่มีความคิดเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 16 คน ได้ให้เหตุผลดังนี้

1) คณิตศาสตร์เรื่องเวกเตอร์ที่ใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง และเรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ ในรายวิชา ว 021 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นเวกเตอร์ใน 1 มิติ ครูสอนการรวมเวกเตอร์โดยใช้การเขียนรูปและใช้เส้นจำนวน นักเรียนก็เข้าใจได้ (จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50)

2) ครูสอนเรื่องเวกเตอร์ตามที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนก็เพียงพอ (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25)

3) ทางโรงเรียนได้จัดสอนความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ที่ใช้ในวิชาฟิสิกส์ในเรื่องเวกเตอร์ไว้ในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนเปิดภาคเรียน (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25)

ครูฝึกที่มีความคิดเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 52 คน ได้ให้เหตุผลที่ครูจำเป็นต้องสอนคณิตศาสตร์เรื่องเวกเตอร์ก่อนสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่องดังกล่าว ดังนี้

1) นักเรียนไม่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณเวกเตอร์และปริมาณสเกลาร์ ครูจึง

จำเป็นต้องสอนเรื่องเวกเตอร์ให้ก่อน เพื่อให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจได้ถูกต้องและชัดเจนและนำมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ถูกต้อง (จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 86.54)

2) นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องในเรื่องเวกเตอร์ เช่น นักเรียนไม่คำนึงถึงทิศทางของปริมาณเวกเตอร์ในการคิดคำนวณ (จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 7.69)

3) เรื่องเวกเตอร์ เป็นเรื่องใหม่สำหรับนักเรียน ปัญหาที่พบคือ นักเรียนส่วนใหญ่เขียนเวกเตอร์โดยไม่มีหัวลูกศร และรวมเวกเตอร์โดยไม่คำนึงถึงทิศทาง จึงจำเป็นต้องสอนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐาน เรื่องนี้ให้ดีก่อนเรียนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 5.77)

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ ครูฟิสิกส์ได้เสนอไว้ดังนี้

1) ตรวจสอบความรู้พื้นฐานเรื่องเวกเตอร์ให้นักเรียนก่อนสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่องดังกล่าว โดยสอนความหมายของเวกเตอร์ การรวมเวกเตอร์และการแตกเวกเตอร์ ตลอดจนการหาเวกเตอร์ลัพธ์โดยการเขียนรูปและการคำนวณโดยใช้สูตร ทั้งใน 1 มิติ และ 2 มิติ (จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 44.23)

2) ครูควรจัดทำเอกสารประกอบการสอนเรื่องเวกเตอร์แจกให้นักเรียน เพื่อสามารถสอนได้เร็วขึ้น (จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 44.23)

3) ครูควรใช้เวลาออกชั่วโมงเรียนเพื่อสอนความรู้พื้นฐานเรื่องเวกเตอร์ ก่อนสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่องดังกล่าว (จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 9.62)

4) ครูควรสอนเรื่องเวกเตอร์เฉพาะที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียน และควรยกตัวอย่างเกี่ยวกับการรวมเวกเตอร์ แล้วสรุปเป็นหลักการ (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.92)

4. ความไม่สอดคล้องของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเวกเตอร์ กับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง การหาแรงลัพธ์และการรวมเวกเตอร์โดยวิธีสร้างรูป แรงเสียดทาน ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง สมดุลต่อการหมุน สมดุลสัมบูรณ์ แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุ การคลและแรงคล การชน กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ครูฟิสิกส์ที่มีความเห็นว่ามีปัญหา จำนวน 19 คน (ร้อยละ 27.94) และมีปัญหา จำนวน 49 คน (ร้อยละ 72.06)

ครูฟิสิกส์ที่มีความเห็นว่ามีปัญหา จำนวน 19 คน ได้ให้เหตุผลดังนี้

- 1) คุรุสอนความรู้พื้นฐานเรื่องเวกเตอร์ ทั้งใน 1 มิติและ 2 มิติไว้ในส่วนการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ในรายวิชา ว 021 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 89.48)
- 2) สอนเรื่องเวกเตอร์ตามที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนกัมเบียงพอ (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26)
- 3) ทางโรงเรียนได้จัดสอนความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ที่จะใช้ในวิชาฟิสิกส์ในเรื่องเวกเตอร์ในชั่วโมง 2 สัปดาห์ก่อนเปิดภาคเรียน (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26)

คุรุฟิสิกส์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 49 คน ได้ให้เหตุผลที่ครูจำเป็นต้องสอนคณิตศาสตร์เรื่องเวกเตอร์ ก่อนสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่องดังกล่าว ดังนี้

- 1) เวกเตอร์ที่เข้าเรียนเรื่องสมมูล งาน และโมเมนตัม ในรายวิชา ว 022 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นเวกเตอร์ใน 2 มิติ ดังนั้นครูจำเป็นต้องสอนเกี่ยวกับวิธีการรวมเวกเตอร์ การหาเวกเตอร์ลัพธ์ การแตกเวกเตอร์ เพิ่มเติมจากที่มีนักเรียนเคยเรียนมา และเพิ่มเติมจากที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียน (จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 93.88)
- 2) ครูจำเป็นต้องสอนเรื่องระนาบ ก่อนจึงสอนเวกเตอร์ใน 2 มิติ (จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6.12)

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ คุรุฟิสิกส์ได้เสนอไว้ดังนี้

- 1) คุรุควรสอนเรื่องระนาบก่อน แล้วจึงสอนเวกเตอร์ใน 2 มิติ ในเรื่องต่อไปนี (จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 83.67)
 - 1.1) สอนวิธีรวมเวกเตอร์ และการหาเวกเตอร์ลัพธ์ ทั้งโดยวิธีการเขียนรูปและการคำนวณ
 - 1.2) สอนวิธีการแตกเวกเตอร์ในระบบแกนมุมฉาก
- 2) คุรุควรจัดทำเอกสารประกอบการสอนเรื่องเวกเตอร์แก่กาฬินักเรียน เพื่อสามารถสอนได้เร็วขึ้น (จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 12.25)
- 3) คุรุควรรู้เวลาว่างนอกชั่วโมงเรียนสอนความรู้พื้นฐาน เรื่องเวกเตอร์ นี้ก่อนสอนเนื้อหาฟิสิกส์เรื่องดังกล่าว (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4.08)

5. ความไม่สอดคล้องของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเวกเตอร์(การคูณเวกเตอร์)
กับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่องงาน ครูฟิสิกส์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 42 คน (ร้อยละ 61.76) และมีปัญหา จำนวน 26 คน (ร้อยละ 38.24)

ครูฟิสิกส์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 42 คน ได้ให้เหตุผลคือนักเรียนเคยเรียนเรื่องงาน ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครูสอนโดยเน้นนิยามของงานก็เพียงพอ ส่วนในกรณีที่โจทย์ปัญหากำหนดค่าให้แรงไม่อยู่ในแนวเดียวกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่นั้น ครูอธิบายโดยใช้การแตกเวกเตอร์ ครูจึงไม่จำเป็นต้องสอนการคูณเวกเตอร์

ครูฟิสิกส์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา มีจำนวน 26 คน ได้ให้เหตุผลที่ครูจำเป็นต้องสอนคณิตศาสตร์เรื่องเวกเตอร์ (การคูณเวกเตอร์) ให้นักเรียนก่อนสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องงาน คือ การสอนเรื่องงานตามที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนยังไม่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจนิยามของงานทางฟิสิกส์จริง ๆ ได้ ดังนั้นนักเรียนควรได้เรียนรู้ให้เข้าใจว่างานเป็นปริมาณสเกลาร์คือได้จากปริมาณเวกเตอร์คูณกับปริมาณสเกลาร์ และครูควรสอนการคำนวณเกี่ยวกับงานที่เกิดขึ้นในกรณีที่โจทย์กำหนดค่าให้แรงไม่ได้อยู่ในแนวเดียวกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วย เพื่อให้นักเรียนสามารถพิจารณาได้ว่า การออกแรงลักษณะใดจะเกิดงานและลักษณะใดจะไม่เกิดงาน

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ ครูฟิสิกส์ได้เสนอไว้ ดังนี้

1) ครูควรสอนเกี่ยวกับการคูณเวกเตอร์ เฉพาะส่วนที่นำมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทั้งการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ ที่ใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องงาน และการคูณเวกเตอร์ด้วยเวกเตอร์ที่ใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีการหาทิศทางของแรงลัพธ์ที่เกิดจากการคูณด้วย (จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 76.92)

2) ครูควรสอนโดยจำแนกการออกแรงในลักษณะที่เกิดงานและลักษณะที่ไม่เกิดงาน ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างชัดเจนในแต่ละกรณี เช่น แรงตั้งฉากกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ แรงทำมุม θ กับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ และแรงขนานกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ เป็นต้น (จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 23.08)

จากผลการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาค คำนวณ เกี่ยวกับเนื้อหาการคำนวณ อันเนื่องมาจากความไม่สอดคล้องของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ภาค คำนวณและคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ พบว่า ประเด็น ปัญหาที่ครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา ได้แก่

1. เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ในรายวิชา ว 021 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ต้องใช้คณิตศาสตร์เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน
2. เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องงาน ในรายวิชา ว 022 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ต้องใช้คณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ เกี่ยวกับการคูณเวกเตอร์

ประเด็นปัญหาที่ครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่า มีปัญหา ได้แก่

1. เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การแปลความหมายข้อมูล ในรายวิชา ว 421 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ต้องใช้คณิตศาสตร์เรื่อง ความชัน
2. เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง และเรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ในรายวิชา ว 021 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นเรื่องของเวกเตอร์ใน 1 มิติ ที่ต้องใช้คณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์
3. เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมดุล และเรื่อง โมเมนต์ ในรายวิชา ว 022 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นเวกเตอร์ใน 2 มิติ ที่ต้องใช้คณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น ครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่ได้เสนอไว้ สรุปได้ดังนี้

1. ครูควรทบทวนคณิตศาสตร์เรื่องที่น่าจะยากเคยเรียนมาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อน แล้วจึงสอนคณิตศาสตร์เรื่องที่ต้องใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ในเรื่องที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมา เพื่อเป็นการเตรียมความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนที่จะเรียนวิชาฟิสิกส์
2. เนื่องจากมีเวลาจำกัด และครูจำเป็นต้องสอนความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐานเพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อนเรียนวิชาฟิสิกส์ ครูฟิสิกส์จึงควรปฏิบัติดังนี้
 - 2.1 ครูควรจัดทำเอกสารประกอบการสอนเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์แจกให้นักเรียน เพื่อสามารถสอนได้เร็วขึ้น
 - 2.2 ครูควรใช้เวลาในช่วงว่างเรียนสอนคณิตศาสตร์พื้นฐานให้นักเรียนก่อนเรียนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ในช่วงว่างเรียน

2. ปัญหาในการเรียนการสอน

2.1 ปัญหาการสอนของครูฟิสิกส์

1. ประเด็นปัญหาที่ครูต้องสอนคณิตศาสตร์หรือทบทวนคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ ในขณะที่มีเวลาจำกัด ครูฟิสิกส์ที่มีความเห็นว่าเป็นปัญหา จำนวน 9 คน (ร้อยละ 13.24) และมีปัญหา จำนวน 59 คน (ร้อยละ 86.76)

ครูฟิสิกส์ที่มีความเห็นว่าเป็นปัญหา จำนวน 9 คน ได้ให้เหตุผลดังนี้

- 1) ครูทบทวนคณิตศาสตร์บางเรื่องที่ต้องใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยครูสอนสอดแทรกไปพร้อมกับการสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ โดยไม่ต้องใช้เวลามาก (จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67)
- 2) ครูต้องสอนและทบทวนความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์เฉพาะส่วนที่นำมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ จึงไม่ต้องใช้เวลามาก (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22)
- 3) นักเรียนมีพื้นฐานดีทั้งคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นนักเรียนที่ได้รับคัดเลือกเข้ามาเรียนในแผนการเรียนนี้ (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11)

ครูฟิสิกส์ที่มีความเห็นว่ามีปัญหา มีจำนวน 59 คน โดยให้เหตุผลที่ครูต้องสอนหรือทบทวนคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ดังนี้

- 1) คณิตศาสตร์บางเรื่องที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว นักเรียนอาจลืมหรือไม่เข้าใจ จึงนำมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ไม่ได้ ครูต้องสอนทบทวนคณิตศาสตร์เรื่องนั้นให้ก่อนสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 83.05)
- 2) เนื่องจากการจัดลำดับเนื้อหาในหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์และวิชาฟิสิกส์ไม่สอดคล้องกัน ครูจึงต้องใช้เวลาในการสอนความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ให้นักเรียนก่อนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ (จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 16.95)

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ ครูฟิสิกส์ได้เสนอไว้ ดังนี้

- 1) ครูควรจัดทำเอกสารประกอบการสอนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยมีทั้งเนื้อหา ตัวอย่าง และแบบฝึกหัดแจกให้นักเรียน เพื่อสามารถสอนได้เร็วขึ้น (จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 23.79)

- 2) ครูควารสอนและทบทวนคณิตศาสตร์สอดแทรกไปพร้อมกับการสอน เนื้อหาวิชา ฟิสิกส์ เพื่อให้นักเรียนนำคณิตศาสตร์เรื่องนั้นมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ดี (จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 22.03)
- 3) ครูควารให้นักเรียนทบทวนคณิตศาสตร์เรื่องที่ต้องใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ มาก่อนแล้ว ครูจึงกล่าวเพียงถึงเล็กน้อยในชั้นเรียน เพื่อจะไม่ต้องใช้เวลา มาก (จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 18.65)
- 4) ครูควารใช้เวลาออกช่วงโงเรียนสอนและทบทวนคณิตศาสตร์ให้นักเรียน (จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 18.65)
- 5) ครูใช้เวลา 3-4 สัปดาห์ สอนและทบทวนคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานให้นักเรียนก่อน แล้วจึงสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ที่ดีและ เรียนรู้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ได้เร็วขึ้น (จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 8.47)
- 6) ทางโรงเรียนควารจัดสอนความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการเรียนวิชา ฟิสิกส์ให้นักเรียนในช่วงปิดภาคเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อนเรียนวิชาฟิสิกส์ (จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 5.08)
- 7) ครูใช้เวลาเพื่อสอนและทบทวนความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์แทนการปฏิบัติ การทดลองตามที่แบบเรียนกำหนด (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.39)

2. ประเด็นปัญหาที่ครูสอนไม่จบตามเนื้อหาในหลักสูตร ภายในเวลาที่กำหนด ครู ฟิสิกส์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 22 คน (ร้อยละ 32.35) และมีปัญหา จำนวน 46 คน (ร้อยละ 67.65)

ครูฟิสิกส์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 22 คน ได้ให้เหตุผลดังนี้

- 1) ครูวางแผนการสอนและสอนจบเนื้อหาตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากครูรู้ว่า เนื้อหาส่วนใดต้องเน้น และเนื้อหาส่วนใดต้องเร่งหรือรวบรัด (จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 40.90)
- 2) ในการสอนเรื่องบทนำ และการวัดและการแปลความหมายข้อมูล ในภาค เรียนที่ 1 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นการบรรยายโดยไม่มีการคำนวณ จึงทำให้นักเรียนไม่ต้องใช้เวลา มาก (จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 36.36)

3) ครูจัดทำเอกสารประกอบการสอนแจกให้กับนักเรียน นักเรียนไม่ต้องเสียเวลาบันทึก ครูจึงสอนได้เร็วขึ้น (จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 13.65)

4) เนื่องจากนักเรียนมีความพร้อมและเรียนรู้ได้เร็ว เพราะเป็นนักเรียนที่ได้รับคัดเลือกเข้ามาเรียนในแผนการเรียนนี้ ดังนั้นครูจึงสอนได้เร็ว (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 9.09)

ครูฝึกสังเกตที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 46 คน ให้นำเหตุผลที่ครูสอนไม่จบตามเนื้อหาภายในเวลาที่กำหนด ดังนี้

1) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีเนื้อหามากและเนื้อหาบางเรื่องในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต้องสอนความรู้พื้นฐานเรื่องนั้นจากระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนจะสอนเรื่องใหม่ จึงต้องใช้เวลามากกว่ากำหนด (จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 78.26)

2) ครูต้องใช้เวลามากในการสอนและทบทวนคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานก่อนสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 8.70)

3) สำหรับเนื้อหาบางเรื่องที่เข้าใจได้ยาก เช่น กลศาสตร์ ครูต้องใช้เวลามากในการสอน ให้อธิบายอย่าง เจลยแบบฝึกหัด ตลอดจนใช้เวลาในการสอนและเจลยแบบทดสอบ (จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6.52)

4) โรงเรียนมีการจัดกิจกรรมพิเศษ ทำให้นักเรียนไม่ได้เรียนวิชาฟิสิกส์ตามเวลาที่กำหนดไว้ (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4.35)

5) นักเรียนไม่มีความพร้อมและเรียนรู้ได้ช้า เพราะเป็นนักเรียนที่ไม่ได้คัดเลือกเข้ามาเรียนในแผนการเรียนนี้ ครูจึงต้องใช้เวลาสอนมากกว่าปกติ (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.17)

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ ครูฝึกสังเกตได้เสนอไว้ ดังนี้

1) ครูควรใช้เวลาในช่วงชั่วโมงเรียน เพื่อสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ให้จบตามเนื้อหาที่หลักสูตรกำหนด (จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 39.13)

2) ครูควรจัดทำเอกสารประกอบการสอน ซึ่งมีทั้งเนื้อหา ตัวอย่างการคำนวณคำถามและโจทย์แบบฝึกหัดแจกให้นักเรียน เพื่อสามารถสอนได้เร็วขึ้น (จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 19.75)

- 3) ครูควรวางให้นักเรียนอ่านเนื้อหาบางเรื่องในหนังสือแบบเรียนมาก่อน เพื่อครูจะไม่ต้องใช้เวลามากในการสอนเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ (จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 15.22)
- 4) ครูควรวางให้นักเรียนอ่านเนื้อหาบางเรื่องที่ย่าง และไม่ต้องใช้การคำนวณด้วยตัวของนักเรียนเอง (จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 13.04)
- 5) ครูควรวางแผนใบเรียงใส่ที่เขียนสรุปมโนทัศน์ ตัวอย่างโจทย์ที่ใช้ ตลอดจนแบบฝึกหัดช่วยในการสอน เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการเขียนลงบนกระดาน อันจะทำให้สอนได้เร็วขึ้น (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4.35)
- 6) โรงเรียนจัดเพิ่มเวลาในการเรียนวิชาฟิสิกส์จาก 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน เป็น 5-6 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4.35)
- 7) ครูควรจัดทำเอกสารประกอบการสอน เฉพาะที่เป็นตัวอย่างการคำนวณ คำถามและโจทย์แบบฝึกหัดแจกให้นักเรียน โดยให้นักเรียนได้จับบันทึกเนื้อหาเอง เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดี (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.17)
- 8) ในภาคเรียนที่ 1 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการปรับตัวเข้ากับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ แต่ในภาคเรียนที่ 2 นักเรียนปรับตัวเข้ากับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ได้แล้ว นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เร็วขึ้น ครูจึงนำเนื้อหาในภาคเรียนที่ 1 ที่ยังสอนไม่จบตามเนื้อหาในหลักสูตรมาสอนต่อในภาคเรียนที่ 2 (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.17)

3. ประเด็นปัญหาที่ครูต้องสอน เนื้อหาการคำนวณเพิ่มเติมจากในบทเรียน เพื่อช่วยนักเรียนในการสอบเข้ามหาวิทยาลัย ครูฟิสิกส์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 4 คน (ร้อยละ 5.88) และมีปัญหา จำนวน 64 คน (ร้อยละ 94.12)

ครูฟิสิกส์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 4 คน ได้ให้เหตุผลดังนี้

- 1) ครูสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์คำนวณเท่าที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียน ก็เพียงพอ (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00)
- 2) ครูจัดทำเอกสารประกอบการสอนแจกให้นักเรียน แทนการให้นักเรียนจับบันทึก ครูจึงสามารถอธิบายและแสดงตัวอย่างการคำนวณเพิ่มเติมจากเนื้อหาที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนได้มาก (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00)

3) ครูไม่ต้องสอนเนื้อหาการคำนวณเพิ่มเติมจากที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนในชั่วโมงเรียน เนื่องจากทางโรงเรียนจัดสอนเนื้อหาการคำนวณเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสนใจเป็นพิเศษโดยใช้เวลานอกชั่วโมงเรียน (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00)

ครูฝึกสังเกตที่มีความเห็นว่า มีปัญหา มีจำนวน 64 คน ได้ให้เหตุผลที่ต้องสอนเนื้อหาการคำนวณเพิ่มเติมจากในบทเรียน ดังนี้

1) ครูจำเป็นต้องสอนเนื้อหาการคำนวณเพิ่มเติมจากที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนในบางเรื่อง เพื่อให้ให้นักเรียนนำไปใช้ในการสอบคัดเลือกเข้าเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา (จำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 96.88)

2) นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ความเนื้อหาการคำนวณเท่าที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนไปใช้ทำแบบฝึกหัดท้ายบทบางข้อได้ (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.12)

เนื้อหาการคำนวณที่ครูฝึกสังเกตต้องสอนเพิ่มเติมจากที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียน รวมทั้งเหตุผลที่ต้องสอนเพิ่มเติม ได้แก่ การคำนวณในเรื่องต่อไปนี้

1) การวัดและการคำนวณเกี่ยวกับเลขนิยมสำคัญ เนื่องจากเนื้อหาที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนไม่ได้กล่าวถึงเลขนิยมสำคัญที่เกิดจากการ บวก ลบ คูณ หารจำนวน (จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 4.69)

2) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับเวลา เนื่องจากเนื้อหาที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนมีเพียงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาเท่านั้น (จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 67.19)

3) การหักเหของแสงผ่านเลนส์และทัศนอุปกรณ์ (จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 67.19) เนื่องจาก

ก) การเขียนทางเดินของแสงแสดงภาพที่เกิดจากการหักเหของแสงเมื่อผ่านเลนส์ ถ้านักเรียนวาดรูปเลนส์ให้มีความโค้งมากเกินไป ภาพที่ได้จะผิดพลาดมาก

ข) กรณีที่ต้องใช้เลนส์มากกว่า 1 ตัว ในกรณีของทัศนอุปกรณ์ เช่น กล้องจุลทรรศน์ กล้องโทรทรรศน์ เป็นต้น การเขียนทางเดินของแสงแสดงภาพที่เกิดจากการหักเหของแสงมีความยุ่งยาก ซับซ้อนและเกิดการผิดพลาดได้ง่าย ครูจึงต้องสอนการหาขนาดและลักษณะของภาพที่เกิดจากการหักเหของแสงเมื่อผ่านเลนส์โดยการคำนวณ ซึ่งมีส่วนช่วยในการพิจารณาตำแหน่งที่เกิดภาพและลักษณะการเกิดภาพ

ค) ค่าถามในแบบฝึกหัดท้ายบทบางข้อเกี่ยวกับทัศนูปกรณ์ เช่น ลักษณะการเกิดภาพในกล้องจุลทรรศน์ จำเป็นต้องใช้การคำนวณช่วยในการตอบคำถาม

4) ความลึกปรากฏและดัชนีหักเห เนื่องจากไม่มีเนื้อหาการคำนวณเรื่องนี้ปรากฏในหนังสือแบบเรียน (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.56)

5) เวกเตอร์ของเสียง เนื่องจากเนื้อหาการคำนวณเรื่องนี้ต่อเนื่องจากความรู้ที่นักเรียนได้รับจากการปฏิบัติการทดลอง (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.56)

6) ระดับความเข้มของเสียง เนื่องจากนักเรียนต้องนำไปใช้สอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา โดยครูแก้ปัญหาที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ลอการิทึมมาก่อน ด้วยการสอนเรื่องลอการิทึม ที่เป็น \log ฐาน 10 ได้แก่ คุณสมบัติของ \log การหาค่า \log ค่าของ \log ที่ควรจำและการเปิดตารางหาค่า \log ที่ใช้ในการเรียนเรื่องระดับความเข้มของเสียงที่นักเรียนก่อนแล้วจึงสอนเนื้อหาการคำนวณเรื่องระดับความเข้มของเสียง (จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 64.06)

7) ปรากฏการณ์คอปเพลอร์และคลื่นกระแทก โดยครูอธิบายลักษณะของการเกิดปรากฏการณ์คอปเพลอร์ แล้วให้สูตรและตัวอย่างการคำนวณง่าย ๆ ที่ไม่ซับซ้อน ส่วนเรื่องคลื่นกระแทกครูสอนการคำนวณเกี่ยวกับเลขมีค เท่าที่ใช้อธิบายการเกิดปรากฏการณ์ (จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 60.94)

8) การหาแรงลัพธ์ เนื่องจากถ้านักเรียนหาแรงลัพธ์โดยการใช้อนุกรม $R^2 = \sqrt{x^2 + y^2 + 2xy\cos\theta}$ ประกอบกับการวาดรูป จะทำให้หาขนาดของแรงลัพธ์ได้ถูกต้องมากขึ้น (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.13)

9) งาน เนื่องจากครูต้องสอนเนื้อหาการคำนวณเพิ่มเติมเกี่ยวกับการหางานในกรณีที่แรงไม่อยู่ในแนวเดียวกันระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.13)

10) ไฟฟ้ากระแส เนื่องจากครูต้องสอนเทคนิคการคำนวณเกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสในวงจร เช่น กฎของเคอร์ชอฟ และวงจรวีจสโตนบรีดจ์ เพื่อให้เด็กเรียนเข้าใจเรื่องนี้ได้ชัดเจนขึ้น (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.13)

11) การเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็ก เนื่องจากนักเรียนต้องนำไปใช้ในการอธิบายการเกิดการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.56)

12) การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็ก เนื่องจากนักเรียนยังไม่ได้เรียนเรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลมมาก่อน ครูจำเป็นต้องอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลม

รวมทั้งสูตรการคำนวณ เรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลม แล้วจึงกล่าวถึงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็กที่เคลื่อนที่เป็นส่วนโค้งของวงกลม ตามสมการ $qvB = mv^2/R$ พร้อมกับให้ตัวอย่างการคำนวณ (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.13)

13) ปรากฏการณ์คอมป์ตัน ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและรังสีเอกซ์ เพราะทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องนี้ได้ดียิ่งขึ้น (จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 40.63)

14) การจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอน เนื่องจากนักเรียนต้องนำไปใช้ในการเรียนเรื่องอิเล็กตรอนและโครงสร้างอะตอมในบทต่อไป โดยครูสอนเพิ่มเติมจากความรู้พื้นฐานที่นักเรียนเคยเรียนมาในวิชาเคมี (จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 45.31)

15) การหาอายุวัตถุโบราณ เนื่องจากการอธิบายเท่าที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนยังไม่ชัดเจนพอ ครูจึงสอนโดยให้นักเรียนศึกษากราฟของการสลายตัว แล้วอธิบายสูตรการหาอายุวัตถุโบราณและพร้อมทั้งแสดงตัวอย่างการคำนวณ (จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 43.75)

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ ครูพิสิทธ์ได้เสนอไว้ ดังนี้

1) ครูควรสอนเนื้อหาการคำนวณเพิ่มเติมในช่วงเรียน โดยครูจัดทำเอกสารประกอบการสอนเกี่ยวกับเนื้อหาการคำนวณที่เพิ่มเติมจากที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนแจกให้นักเรียน และครูสอนโดยใช้แผ่นโปสเตอร์ เพื่อสามารถสอนเนื้อหาการคำนวณได้เร็วขึ้น (จำนวน 59 คน คิดเป็นร้อยละ 92.19)

2) ครูสอนเนื้อหาการคำนวณเพิ่มเติม โดยอธิบายสูตรการคำนวณในช่วงเรียน แล้วจึงใช้เวลาออกช่วงเรียนสอนตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์ให้นักเรียนที่มีความสนใจเป็นพิเศษ (จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 7.81)

4. ประเด็นปัญหาที่ครูแสดงวิธีอธิบาย หลักการ กฎ และทฤษฎี ในการแก้ปัญหาโจทย์ และตัวอย่างการคำนวณในแต่ละเรื่องให้นักเรียนดูได้ไม่เพียงพอ เนื่องจากมีเวลาจำกัด ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นปัญหา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 11.76) และมีปัญหา จำนวน 60 คน (ร้อยละ 88.24)

ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นปัญหา จำนวน 8 คน ได้ให้เหตุผลดังนี้

1) นักเรียนมีความพร้อมและเรียนรู้ได้เร็ว เพราะเป็นนักเรียนที่ได้รับคัดเลือก

เข้ามาเรียนในแผนการเรียนนี้และครูมีเอกสารที่เป็นโจทย์ตัวอย่างแจกให้นักเรียน จึงไม่ต้องเสียเวลาจด ครูจึงสอนได้เร็วและแสดงตัวอย่างการคำนวณให้ดูได้หลายตัวอย่าง (จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00)

2) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเนื้อหาบ่อย ครูจึงมีเวลาแสดงตัวอย่างการคำนวณให้นักเรียนดูได้หลายตัวอย่าง (จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00)

ครูฝึกสังเกตที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 60 คน ให้นักเรียนที่ครูจำเป็นต้องแสดงตัวอย่างการคำนวณให้นักเรียนดูหลาย ๆ ตัวอย่าง ดังนี้

1) ครูจำเป็นต้องแสดงตัวอย่างการคำนวณให้ดูหลาย ๆ รูปแบบเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีต่าง ๆ ได้ดีขึ้น (จำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00)

2) ครูจำเป็นต้องแสดงตัวอย่างการคำนวณบางเรื่อง เพิ่มเติมจากที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ในแบบฝึกหัดท้ายบทได้ (จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 8.33)

3) การเรียนรู้เนื้อหาตามที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียน โดยไม่ได้นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ นักเรียนจะไม่สามารถประยุกต์ใช้นิยาม หลักการ กฎและทฤษฎี ที่เรียนมาได้ (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.67)

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ ครูฝึกสังเกตได้เสนอไว้ ดังนี้

1) ครูควรแสดงตัวอย่างการคำนวณให้นักเรียนดูหลายรูปแบบ โดยครูใช้แผ่นโปสเตอร์ประกอบการสอนที่แสดงตัวอย่างการคำนวณ เพื่อสามารถสอนได้เร็วขึ้น และครูจัดทำเอกสารประกอบการสอนที่แสดงโจทย์ตัวอย่างและแบบฝึกหัดแจกให้นักเรียน เพื่อนักเรียนจะได้ไม่ต้องเสียเวลาจดโจทย์ (จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00)

2) ครูควรอธิบายเฉพาะเนื้อหาโดยเป็นมโนทัศน์ แล้วให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่เป็นรายละเอียดเอง เพื่อครูจะได้มีเวลาแสดงตัวอย่างการคำนวณให้นักเรียนดูได้หลายตัวอย่าง (จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00)

3) ครูควรใช้เวลาออกช่วงว่างเรียนแสดงตัวอย่างการคำนวณเพิ่มเติมจากที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียน (จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00)

4) ครูควรแสดงตัวอย่างการคำนวณให้ฝึกเรียนดูเรื่องละ 2-3 ตัวอย่าง แล้วให้ฝึกเรียนหาโจทย์การคำนวณเรื่องนั้นจากหนังสือคู่มืออื่น ๆ มาแสดงวิธีทำเพิ่มอีก 20-30 ข้อ (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.33)

5) ครูควรรวบรวมอีกกลุ่มเพื่อน โดยให้ฝึกเรียนที่มีความสามารถด้านการคำนวณฝึกเป็นผู้แทนกลุ่ม มาศึกษาตัวอย่างการคำนวณจากครูในช่วงนอกเวลาเรียน แล้วไปถ่ายทอดคำให้เพื่อน ๆ ในกลุ่ม (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.67)

5. ประเด็นปัญหาที่ครูไม่ได้สอนปฏิบัติการทดลอง เนื่องจากมีเวลาจำกัด แต่ในการคำนวณมีการใช้สถานการณ์การทดลองเป็นโจทย์ ทำให้ฝึกเรียนมองภาพไม่ชัดเจน จึงแก้โจทย์ปัญหาไม่ได้ ครูฝึกสังเกตที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 48 คน (ร้อยละ 70.59) และมีปัญหาจำนวน 20 คน (ร้อยละ 29.41)

ครูฝึกสังเกตที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 48 คน โดยเป็นครูที่สอนโดยให้ฝึกเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง จำนวน 45 คน และเป็นครูที่สอนโดยไม่ได้ให้ฝึกเรียนปฏิบัติการทดลองจำนวน 3 คน ได้ให้เหตุผลดังนี้

- 1) ครูให้ฝึกเรียนได้ปฏิบัติทุกการทดลอง(จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00)
- 2) ครูเลือกให้ฝึกเรียนปฏิบัติการบางการทดลองที่เห็นผลชัดเจนและใช้ เป็นโจทย์ปัญหา ส่วนบางการทดลองครูใช้วิธีสาธิตให้ฝึกเรียนดูหรือครูเพียงให้ฝึกเรียนได้เห็นอุปกรณ์การทดลองและอธิบายวิธีการทดลอง (จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67)
- 3) กรณีที่ใช้สถานการณ์การทดลองเป็นโจทย์นั้นมีน้อย ครูจึงไม่ให้ฝึกเรียนปฏิบัติการทดลอง แต่ใช้วิธีอธิบายให้ฝึกเรียนก็สามารถเข้าใจได้ (จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25)
- 4) ในบางการทดลองที่ต้องใช้เวลานาน ครูจัดอุปกรณ์ให้ฝึกเรียนได้ปฏิบัติการทดลองนอกชั่วโมงเรียน (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.08)

ครูฝึกสังเกตที่มีความเห็นว่า มีปัญหา มีจำนวน 20 คน โดยเป็นครูที่สอนโดยให้ฝึกเรียนได้ปฏิบัติการทดลองบางการทดลองเท่านั้น จำนวน 12 คน และเป็นครูที่สอนโดยไม่ได้ให้ฝึกเรียนปฏิบัติการทดลอง จำนวน 8 คน ได้ให้เหตุผลดังนี้

- 1) ครูเลือกให้นักเรียนปฏิบัติทางการทดลองที่เห็นผลชัดเจนและไม่เกิดความคลาดเคลื่อนที่ขัดกับทฤษฎีมากเกินไป เพราะอาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสนได้ (จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00)
- 2) เนื่องจากมีเวลาจำกัดและบางการทดลองใช้เวลามากกว่าที่กำหนดไว้ ครูจึงไม่ได้ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00)
- 3) ครูใช้เวลาที่ต้องให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองสำหรับสอนและทบทวนคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานที่ต้องใช้เวลามาก (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00)
- 4) เนื่องจากมีจำนวนนักเรียนต่อหนึ่งห้องเรียนประมาณ 55-60 คนซึ่งเป็นจำนวนมาก ทำให้นักเรียนไม่สามารถจัดให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองได้ (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00)
- 5) เนื่องจากสภาพโรงเรียนไม่เอื้ออำนวย เช่น สภาพโรงเรียนมีเสียงดังเกินไป ดังนั้นในการทดลองเรื่องเสียง ครูจึงไม่ได้ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง เนื่องจากฟังเสียงปี่สที่เกิเกิดขึ้นได้ยาก (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00)

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว ครูที่ศึกษาได้ให้เหตุผล ดังนี้

- 1) ครูควรให้นักเรียนได้สังเกตอุปกรณ์การทดลองและอธิบายวิธีทำการทดลอง และผลที่จะเกิดขึ้น เมื่อครูไม่สามารถจัดให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองได้ (จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 55.00)
- 2) ครูควรใช้การสาธิตแทนการทดลอง สำหรับบางการทดลองที่ต้องเสียเวลามากถ้านักเรียนปฏิบัติการทดลองเอง หรือครูตั้งชุดอุปกรณ์การทดลองไว้ให้ แล้วให้นักเรียนปฏิบัติเฉพาะขั้นตอนที่จะได้ผลการทดลองออกมา เช่น การทดลองหาอัตราเร็วจากแถบกระดาษที่ได้จากการตีผ่าน เครื่องเคาะสัญญาณเวลา ครูควรตั้งชุดอุปกรณ์เครื่องเคาะสัญญาณเวลาไว้ให้ โดยไม่ต้องเสียเวลาให้นักเรียนตั้งชุดอุปกรณ์เอง แล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา และนำแถบกระดาษไปหาอัตราเร็ว (จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 35.00)
- 3) ครูไม่ควรใช้โจทย์ที่เป็นสถานการณ์การทดลอง ทั้งในการทำแบบฝึกหัดและการทำแบบทดสอบ (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00)

6. ประเด็นปัญหาที่ครูต้องใช้เวลามากกว่ากำหนดเพื่ออธิบายเนื้อหาที่ยากให้นักเรียนเข้าใจ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นปัญหา จำนวน 13 คน (ร้อยละ 19.12) และมีปัญหา จำนวน 55 คน (ร้อยละ 80.88)

ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นปัญหา จำนวน 13 คน ได้ให้เหตุผลดังนี้

- 1) ครูอธิบายจากการปฏิบัติการทดลอง ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพพจน์และเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น (จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 38.46)
- 2) ครูเตรียมการสอนโดยศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมและคิดหาเทคนิคการสอนที่ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเรื่องนั้นได้ง่าย (จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 30.77)
- 3) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นเนื้อหาที่ไม่ยาก นักเรียนจึงเข้าใจได้ดี (จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 30.77)

ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่ามีปัญหา มีจำนวน 55 คน ได้ให้เหตุผลที่ครูต้องใช้เวลา มากกว่ากำหนดเพื่ออธิบายเนื้อหาที่ยาก ดังนี้

- 1) เนื้อหาที่ยากนั้นเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและค่อนข้างเป็นนามธรรม นักเรียนมองไม่เห็นภาพพจน์และเนื้อหาบางเรื่องกล่าวถึงสิ่งที่ไม่เห็น แต่เป็นเพียงข้อตกลงที่ต้องยอมรับ นักเรียนจึงเข้าใจได้ยาก (จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 89.08)
- 2) เนื้อหาบางเรื่องขัดแย้งกับความรู้สึกของนักเรียนที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น ในชีวิตประจำวันชายคนหนึ่งยกกล่องแล้วเดินไปข้างหน้า ถือว่าชายคนนั้นได้ทำงานโดยการยกกล่อง แต่ในทางพิสิทธ์ถือว่าชายคนนั้นไม่ได้ทำงาน เพราะออกแรงยกกล่องในทิศที่ตั้งฉากกับระยะทางที่เดิน (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.64)
- 3) ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผลการทดลองทำให้นักเรียนเกิดความสับสน เนื่องจากนักเรียนทำตามขั้นตอนการทดลองได้ แต่ผลที่ได้จากการทดลองไม่ตรงกับความเป็นจริงหรือทฤษฎีที่มีอยู่ (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.64)
- 4) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีเนื้อหามาก ทำให้นักเรียนต้องเร่งเรียน จึงมีเวลาน้อยสำหรับทำความเข้าใจกับเนื้อหาที่ยากนั้น (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.64)

โดยเนื้อหาที่ครูฝึกสีกส์ มีความเห็นว่าเป็นเนื้อหาที่อธิบายให้นักเรียนเข้าใจได้ยาก รวมทั้งเหตุผลที่ครูต้องใช้เวลาอย่างมากกว่ากำหนดอธิบาย เนื้อหาที่ยาก ได้แก่ เนื้อหาในเรื่องต่อไปนี้

1) คลื่น เนื่องจากนักเรียนมองไม่เห็นภาพพจน์และนักเรียนเกิดความสับสนระหว่างการเคลื่อนที่ของคลื่นกับการเคลื่อนที่ของตัวกลาง ซึ่งนักเรียนควรได้เรียนกลศาสตร์โดยเฉพาะ เรื่องการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิกมาก่อนที่จะมาเรียนเรื่องคลื่น (จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 18.18)

2) กลศาสตร์ (จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 12.73) เนื่องจาก

2.1 นักเรียนมองไม่เห็นภาพพจน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น การเคลื่อนที่ในเวลาเศษส่วนของวินาที

2.2 นักเรียนไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างการกระจัดกับระยะทาง อัตราเร็วกับความเร็ว และอัตราเร่งกับความเร่งได้

2.3 นักเรียนไม่สามารถบอกลักษณะของแรงที่มากระทำกับวัตถุได้ เช่น ไม่เข้าใจชัดเจนหรือไม่รู้ว่าแรงเสียดทาน และแรงดึงในเส้นเชือก มีทิศทางกระทำกับวัตถุอย่างไร

3) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถหาทิศทางของเวกเตอร์สิทธิ์ของแรงโดยการไขกฏมือขวาได้ถูกต้อง และนักเรียนไม่เข้าใจลักษณะการตั้งฉากใน 3 มิติ (จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 10.91)

4) หลักการของแบบบูลส์ เนื่องจากเรื่องนี้เป็นเนื้อหาใหม่ที่เพิ่มเข้ามาในหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ฉบับ พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ซึ่งมีการพิจารณาการเกิดปรากฏการณ์จากสมการของแบบบูลส์ ที่มีความยุ่งยากและซับซ้อน (จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 14.55)

5) ไฟฟ้ากระแสสลับ (จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 56.36) เนื่องจาก

5.1 นักเรียนไม่เข้าใจเรื่อง คลื่น กราฟของคลื่น และไฟฟ้ากระแสสลับก่อนจึงทำความเข้าใจกับเรื่องไฟฟ้ากระแสสลับได้ยาก

5.2 เนื้อหาเรื่องนี้ที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนไม่ชัดเจน และให้สูตรการคำนวณมาโดยไม่มีการอธิบายที่มาของสูตร นักเรียนจึงทำความเข้าใจได้ยาก

6) ทอร์กและการหมุน เนื่องจากเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและนักเรียนมองไม่เห็นภาพพจน์ (จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 29.10)

7) โครงสร้างอะตอมและแรงนิวเคลียร์ เนื่องจาก เป็นเรื่องที่เป็นนามธรรม นักเรียนมองไม่เห็นภาพพจน์ เช่น นักเรียนจินตนาการไม่ได้ว่า การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในโลหะตัวนำเป็นอย่างไร (จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 10.91)

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ ครูฟิสิกส์ได้เสนอไว้ ดังนี้

- 1) ครูควรรู้ใช้เวลาในการอธิบายเนื้อหาที่ยากนั้นมากกว่ากำหนด (จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 54.55)
- 2) ครูควรศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมทั้งเนื้อหาและวิธีการสอนที่จะช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย (จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 29.10)
- 3) ครูควรสอนโดยเน้นมันที่ศรัทธาที่ถูกต้อง และเน้นให้นักเรียนพิจารณาปรากฏการณ์โดยใช้กฎ เกมท์และหลักการที่เรียนมามากกว่าใช้ประสบการณ์ของตนเอง (จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 10.90)
- 4) ครูควรยกตัวอย่างที่มีปรากฏในธรรมชาติให้นักเรียนได้เห็นจริง จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพพจน์และเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.64)
- 5) ครูควรรู้ให้นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหา มาก ๆ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีของเนื้อหาที่ยากนั้นได้ดีขึ้น (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.81)

จากผลการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาคำถามการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาค คำนวณ เกี่ยวกับปัญหาการสอนของครูฟิสิกส์ อันเนื่องมาจากการนำหลักสูตรมาใช้ในการเรียน การสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ พบว่า ประเด็นปัญหาที่ครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา ได้แก่ ครูไม่ได้สอนปฏิบัติการทดลอง เนื่องจากมีเวลาจำกัด แต่ในการคำนวณมีการใช้สถานการณ์ ในการทดลอง เป็นโจทย์ ทำให้นักเรียนมองภาพไม่ชัดเจนจึงแก้ปัญหาโจทย์ไม่ได้

ประเด็นปัญหาที่ครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่า มีปัญหา ได้แก่

1. ต้องสอนหรือทบทวนคณิตศาสตร์ที่จะใช้ เป็นพื้นฐานก่อนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาค คำนวณ ในขณะที่มีเวลาจำกัด
2. สอนไม่จบตาม เนื้อหาในหลักสูตรภายในเวลาที่กำหนด

3. ต้องสอนเนื้อหาการคำนวณเพิ่มเติมจากในบทเรียน เพื่อช่วยนักเรียนในการใช้สอบเข้ามหาวิทยาลัย

4. แสดงวิธีใช้นิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีในการแก้ปัญหาโจทย์ และตัวอย่างการคำนวณในแต่ละเรื่องให้นักเรียนดูได้ไม่เพียงพอ เนื่องจากมีเวลาจำกัด

5. ต้องใช้เวลามากกว่ากำหนด เพื่ออธิบายเนื้อหาที่ยากให้นักเรียนเข้าใจ

ครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. ครูจำเป็นต้องสอนทั้งคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนฟิสิกส์และสอนเนื้อหาฟิสิกส์ไปพร้อม ๆ กันในเวลานั้นจำกัด ครูจึงมีแนวทางปฏิบัติ คือ

1.1 ครูควรจัดทำเอกสารประกอบการสอนเกี่ยวกับเนื้อหาฟิสิกส์แจกให้นักเรียน เพื่อสามารถสอนได้เร็วขึ้น

1.2 ครูควรใช้แผ่นโปร่งใสช่วยในการสอน เพื่อครูจะได้ไม่ต้องเสียเขียนบนกระดาน อันจะช่วยทำให้สอนได้เร็วขึ้น

1.3 ครูควรสอนเนื้อหาเพิ่มเติม เสริมให้ในช่วงนอกเวลาเรียน

1.4 ครูควรให้นักเรียนอ่านเนื้อหาที่จะเรียนมาก่อน เพื่อให้การอธิบายในห้องเรียนให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนได้เร็วขึ้น

1.5 ครูควรใช้วิธีกลุ่มเพื่อนโดยให้นักเรียนที่มีความสามารถด้านการคำนวณวิชาฟิสิกส์ช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อนกว่า

2. โรงเรียนควรจัดสอนความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ให้นักเรียนในช่วงปิดภาคเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์

3. โรงเรียนควรจัดเพิ่มเวลาเรียนวิชาฟิสิกส์ จาก 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน เป็น 5-6 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน

2.2 ปัญหาการเรียนของนักเรียน

ก) ปัญหาเกี่ยวกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน

วิชาพีลิสภาคคำนวณของนักเรียน

1. การใช้สูตรคูณอย่างน้อยถึงแม่ 12 ครูพิสิทธ์ที่ความเห็นว่าเป็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 66 คน (ร้อยละ 97.06) ครูพิสิทธ์ที่ความเห็นว่าเป็นว่า มีปัญหา จำนวน 2 คน (ร้อยละ 2.94) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือนักเรียนบางคนไม่สามารถท่องสูตรคูณอย่างน้อยถึงแม่ 12 ได้ ต้องเสียเวลากับการตั้งคูณ
2. การคำนวณในระบบจำนวนเต็ม ครูพิสิทธ์ที่ความเห็นว่าเป็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 65 คน (ร้อยละ 95.59) ครูพิสิทธ์ที่ความเห็นว่าเป็นว่า มีปัญหา จำนวน 3 คน (ร้อยละ 4.41) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือนักเรียนบางคนคำนวณโดยวิธี คูณและหารจำนวนเต็มที่มีค่าหลายตำแหน่งไม่ถูกต้อง
3. การคำนวณเรื่องทศนิยม ครูพิสิทธ์ที่ความเห็นว่าเป็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 54 คน (ร้อยละ 79.41) ครูพิสิทธ์ที่ความเห็นว่าเป็นว่า มีปัญหา จำนวน 14 คน (ร้อยละ 20.59) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือนักเรียนบางคน คูณและหารทศนิยมหลายตำแหน่งไม่ถูกต้อง
4. การคำนวณเรื่องเศษส่วน ครูพิสิทธ์ที่ความเห็นว่าเป็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 49 คน (ร้อยละ 72.06) ครูพิสิทธ์ที่ความเห็นว่าเป็นว่า มีปัญหา จำนวน 19 คน (ร้อยละ 27.94) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือนักเรียนบางคนคำนวณโดยวิธี บวก ลบ คูณ และหารเศษส่วนไม่ถูกต้อง โดยเฉพาะการคำนวณเศษส่วนซ้อน
5. การคำนวณเรื่องอัตราส่วน ครูพิสิทธ์ที่ความเห็นว่าเป็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 52 คน (ร้อยละ 76.47) ครูพิสิทธ์ที่ความเห็นว่าเป็นว่า มีปัญหา จำนวน 16 คน (ร้อยละ 23.53) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือนักเรียนบางคนเปรียบเทียบอัตราส่วนไม่ถูกต้อง
6. การคำนวณเรื่องร้อยละ ครูพิสิทธ์ที่ความเห็นว่าเป็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 54 คน (ร้อยละ 79.41) ครูพิสิทธ์ที่ความเห็นว่าเป็นว่า มีปัญหา จำนวน 14 คน (ร้อยละ 20.59) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือ
 - 1) นักเรียนบางคน เปลี่ยนเศษส่วนและทศนิยมให้เป็นค่าร้อยละไม่ถูกต้อง
 - 2) นักเรียนไม่สามารถหาค่าร้อยละโดยใช้วิธีเทียบปัญหู่ติโครายงค่าได้

7. การคำนวณเรื่องเลขยกกำลัง ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 7 คน (ร้อยละ 10.29) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 61 คน (ร้อยละ 89.71) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถคำนวณโดยวิธี บวก ลบ คูณ และหาร เลขยกกำลังได้ถูกต้อง โดยเฉพาะกรณีเลขชี้กำลังมีค่าเป็นลบ และเลขยกกำลังซ้อน

8. การคำนวณเรื่องลอการิทึม ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 3 คน (ร้อยละ 4.41) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 65 คน (ร้อยละ 95.59) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือ

1) นักเรียนจำค่าของ \log ที่สำคัญและจำเป็นต้องใช้เป็นประจำไม่ได้ เช่น ค่าของ $\log 1$ $\log 2$ $\log 3$ $\log 7$ และ $\log 10$

2) นักเรียนคิดประยุกต์หาค่าของ \log ไม่ได้ เช่น ไม่สามารถหาได้ว่า $\log 5 = \log 10/2 = \log 10 - \log 2$

3) นักเรียนไม่สามารถเปลี่ยนฐานของ \log ได้ถูกต้อง

9. การคำนวณเกี่ยวกับกราฟ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 6 คน (ร้อยละ 8.82) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 62 คน (ร้อยละ 91.18) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือ

1) นักเรียนไม่สามารถแปลความหมายจากกราฟได้ เช่น ไม่รู้ว่าจุดตัดของกราฟเส้นตรงบนแกน x และแกน y หมายถึงอะไร

2) นักเรียนไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของตัวแปรบนแกนของกราฟ เช่น ไม่รู้ว่าตัวแปรต้นและตัวแปรตาม อยู่บนแกนใดของกราฟ หรือตัวแปรบนแต่ละแกนของกราฟเส้นตรงมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

3) นักเรียนไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างกราฟกับสมการของกราฟ เช่น ไม่รู้ว่ากราฟการเคลื่อนที่ของคลื่นเป็นกราฟรูป sine ดังนั้นสมการการเคลื่อนที่ของคลื่นก็จะเป็นสมการที่เป็นฟังก์ชันของ sine ด้วย

4) นักเรียนไม่รู้จักความหมายของพื้นที่ใต้เส้นกราฟ และความชันของเส้นกราฟ

10. การคำนวณเรื่องตรีโกณมิติ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 3 คน (ร้อยละ 4.41) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 65 คน (ร้อยละ 95.59) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือ

- 1) นักเรียนไม่สามารถนำเรื่องตรีโกณมิติมาประยุกต์ใช้กับการหาความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมคล้ายหรือรูปสามเหลี่ยมที่สมบัยกันได้
- 2) นักเรียนจำสูตรของฟังก์ชันตรีโกณมิติไม่ได้ เช่น จำไม่ได้ว่า $\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$
- 3) นักเรียนไม่สามารถอ่านค่าตรีโกณมิติของมุมต่างๆ จากตารางได้
- 4) นักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับค่าที่เป็นบวกหรือเป็นลบของค่าตรีโกณมิติของมุมต่างๆ

11. การคำนวณเรื่องเวกเตอร์ ครูทิลิสต์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 4 คน (ร้อยละ 5.88) ครูทิลิสต์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 64 คน (ร้อยละ 94.12) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือ

- 1) นักเรียนไม่คำนึงถึงทิศทางของเวกเตอร์ในการคำนวณ
- 2) นักเรียนไม่สามารถหาเวกเตอร์ลัพธ์และแตกเวกเตอร์ได้ถูกต้อง

12. การคำนวณเรื่องการแปรผัน ครูทิลิสต์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 6 คน (ร้อยละ 8.82) ครูทิลิสต์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 62 คน (ร้อยละ 91.18) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือ นักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับตัวแปรต้นและตัวแปรตามของการแปรผัน เนื่องจากเรื่องการแปรผันนี้อยู่ในรายวิชาเลือกในคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนบางคนจึงไม่ได้เรียนเรื่องนี้

13. การคำนวณหาค่าเฉลี่ยและการประมาณค่า ครูทิลิสต์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 11.76) ครูทิลิสต์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 60 คน (ร้อยละ 88.24) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือ

- 1) นักเรียนหาค่าเฉลี่ยไม่ได้
- 2) นักเรียนประมาณค่าคำตอบที่ได้จากการคำนวณไม่ได้

14. การคำนวณหาพื้นที่และปริมาตรของรูปเรขาคณิต ครูทิลิสต์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 11.76) ครูทิลิสต์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 60 คน (ร้อยละ 88.24) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือ นักเรียนจำสูตรในการหาพื้นที่และปริมาตรของรูปเรขาคณิตต่างๆ ไม่ได้ เช่น นักเรียนเข้าใจว่า ปริมาตรของทรงกลมมีค่าเท่ากับ $\frac{4}{3} R^2$ ซึ่งที่ถูกต้องนั้นมีค่าเป็น $\frac{4}{3} \pi R^3$

15. การคำนวณโดยใช้ทฤษฎีเรขาคณิต ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 9 คน (ร้อยละ 13.24) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 59 คน (ร้อยละ 86.76) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือ นักเรียนไม่สามารถนำหลักการทางเรขาคณิตมาใช้ในการพิจารณาและหาค่าต่างๆ ของรูปเรขาคณิตได้ เช่น นักเรียนไม่ได้ใช้ทฤษฎีทางเรขาคณิต เรื่องมุมในการพิจารณารูปที่ เห็นว่าเป็นมุมฉากหรือไม่

16. การกระจายและทอนมาตราในหน่วยต่างๆ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 11.76) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 60 คน (ร้อยละ 88.24) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือ

- 1) นักเรียนจำหน่วยของปริมาณต่างๆ ไม่ได้
- 2) นักเรียนเปลี่ยนหน่วยโดยใช้คำอุปสรรคและ เลขยกกำลังไม่ได้
- 3) นักเรียนสับสนเปลี่ยนหน่วยให้เป็นหน่วยพื้นฐานในระบบ SI ก่อน

การคำนวณ

17. การสร้างสมการและการหาค่าจากสมการ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 3 คน (ร้อยละ 4.41) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 65 คน (ร้อยละ 95.59) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือ

- 1) นักเรียนไม่สามารถแก้สมการที่ซับซ้อน สมการกำลังสอง และ สมการตั้งแต่สองตัวแปรขึ้นไปได้
- 2) นักเรียนการแก้สมการด้วยวิธีสัดโดยการย้ายข้างตัวแปรไม่ถูกต้อง
- 3) นักเรียนไม่สามารถแยกตัวประกอบในการแก้สมการกำลังสองได้
- 4) นักเรียนเขียนสมการโดยไม่มีเครื่องหมายเท่ากับ (=) หรือ เขียนเครื่องหมายเท่ากับไม่ตรงกัน ทำให้เกิดการผิดพลาดในการแก้สมการ

18. การหาค่ารากที่สองและรากที่สาม ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 4 คน (ร้อยละ 5.88) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 64 คน (ร้อยละ 94.12) โดยลักษณะปัญหาที่พบ คือ นักเรียนไม่สามารถหาค่ารากที่สองและรากที่สามของจำนวน ต่าง ๆ ได้

ทุกประเด็นปัญหาที่ครูพิสิทธ์มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหานั้น ได้ให้เหตุผลประกอบดังนี้

- 1) นักเรียนมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ดี เนื่องจากได้รับคัดเลือก เข้ามาเรียนใน

โรงเรียนนี้ หรือได้รับการทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เพื่อจัดนักเรียน เข้าเรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์

2) ครูทบทวนพื้นฐานคณิตศาสตร์ให้นักเรียนทั้งก่อนเรียนและระหว่างเรียน เนื้อหาวิชา พิสิกส์ เป็นประจำ

ทุกประเด็นปัญหาที่ครูพิสิกส์มีความเห็นว่า มีปัญหานั้น ให้นักเรียน ได้ให้เหตุผลประกอบดังนี้

1) นักเรียนมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่ดี เนื่องจาก เป็นนักเรียนที่ไม่ได้คัดเลือก เข้ามาเรียนในแผนการเรียนนี้

2) ตัวแปรที่ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์มีเพียงตัวแปร x และ y แต่ในวิชาพิสิกส์มีตัวแปร หลายตัวแปรที่ไม่ใช่เพียงตัวแปร x และ y ดังนั้นนักเรียนจึงต้องนำมาปรับก่อนที่จะใช้ในวิชาพิสิกส์

3) นักเรียนทำโจทย์คำนวณวิชาพิสิกส์ไม่ได้ เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกทำโจทย์ปัญหา ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์น้อย

4) การทบทวนคณิตศาสตร์ในเรื่องง่าย ๆ เป็นผลดีกับนักเรียนที่เรียนอ่อน แต่ทำให้ นักเรียนที่เรียนเก่งเกิดความเบื่อหน่าย

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ ครูพิสิกส์ได้เสนอไว้ ดังนี้

1) ครูควรสอนคณิตศาสตร์ เรื่องที่นักเรียนไม่เคยเรียนมาให้ก่อนสอน เนื้อหาวิชาพิสิกส์

2) ครูควรทบทวนหรือสอนคณิตศาสตร์ซึ่ง เป็นความรู้พื้นฐานในการเรียนวิชาพิสิกส์ที่ นักเรียนเคยเรียนมา แต่นำมาใช้ในการเรียนพิสิกส์ไม่ได้ อาจ เนื่องจากลืมหรือไม่ เข้าใจอย่าง ถูกต้อง โดยสอนสอดแทรกไปพร้อมกับ เนื้อหาวิชาพิสิกส์

3) ครูควรชี้แนะและแก้ไขจุดบกพร่อง เมื่อพบว่านักเรียนทำแบบฝึกหัดในส่วนที่เป็น ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง

4) ครูควรจัดทำเอกสารที่เป็นแบบฝึกสำหรับฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์และสอน เทคนิค การคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่นำมาใช้มากในพิสิกส์ให้กับนักเรียน

5) ครูควรจัดให้นักเรียนที่มีความสามารถทางด้านการคำนวณวิชาพิสิกส์ช่วยสอน นักเรียนที่เรียนอ่อนกว่า

6) โรงเรียนควรจัดสอนพิเศษหรือสอน เสริม เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ใช้ในพิสิกส์ให้ นักเรียนในช่วงนอกชั่วโมงเรียน

จากผลการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาค คำนวณ เกี่ยวกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาค คำนวณ ของนักเรียน พบว่า ประเด็นปัญหาที่ครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา คือการคำนวณใน เรื่องต่อไปนี้ได้แก่ การใช้สูตรคูณอย่างน้อยถึงแม่ 12 จำนวนเต็ม ทศนิยม เศษส่วน อัตราส่วน และร้อยละ

ประเด็นปัญหาที่ครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่า มีปัญหา คือการคำนวณในเรื่องต่อไปนี้ได้แก่ เลขยกกำลัง ลอการิทึม กราฟ ตรีโกณมิติ เวกเตอร์ การแปรผัน การหาค่าเฉลี่ย และการประมาณค่า การหาพื้นที่และปริมาตรของรูปเรขาคณิต การใช้ทฤษฎีเรขาคณิต การกระจาย และทอนมาตรานในหน่วยต่างๆ การสร้างสมการและหาค่าจากสมการ และการหาค่ารากที่สอง และรากที่สาม

ครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่ได้ เสนอแนวทางแก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. ครูควรจัดสอนคณิตศาสตร์ เรื่องที่นักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อนสอน เนื้อหาวิชา ฟิสิกส์
2. ครูควรทบทวนหรือสอนคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่ นักเรียนเคยเรียนมา แต่นำมาใช้ในการเรียนฟิสิกส์ไม่ได้ อาจ เนื่องจากลืมหรือไม่ เข้าใจอย่างถูกต้อง โดยสอนสอดแทรกไปพร้อมกับ เนื้อหาวิชาฟิสิกส์
3. ครูควรแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการ เรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ โดย
 - 3.1 ครูควรชี้แนะและแก้ไขข้อบกพร่องในการคำนวณวิธีแบบฝึกหัดของนักเรียน
 - 3.2 ครูควรจัดให้นักเรียนที่มีความสามารถทางด้านการคำนวณวิชาฟิสิกส์ช่วยสอน นักเรียนที่เรียนอ่อนกว่า
 - 3.3 ครูควรจัดทำเอกสารประกอบการสอนที่เป็นแบบฝึกหัดสำหรับฝึกทักษะทาง คณิตศาสตร์แจกให้นักเรียน
 - 3.4 โรงเรียนควรจัดสอนพิเศษเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ใช้ในฟิสิกส์ให้นักเรียน ในช่วงนอกชั่วโมงเรียน

ข) ปัญหาการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์

1. การแปลและตีความหมายจากโจทย์

1.1 การแปลความหมายจากโจทย์ไม่ถูกต้อง ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 4 คน (ร้อยละ 5.88) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 64 คน (ร้อยละ 94.12) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

- 1) นักเรียนไม่สามารถแปลความหมายจากโจทย์ได้ เนื่องจากไม่เข้าใจนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎี เรื่องนั้น
- 2) การใช้ภาษาในโจทย์ไม่ชัดเจนและการเขียนวรรคตอนที่ไม่ต้อง ท้าให้นักเรียนเข้าใจความหมายผิด
- 3) นักเรียนไม่สามารถแปลความหมายจากประโยคภาษาจากโจทย์ เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้
- 4) นักเรียนไม่เข้าใจสถานการณ์ที่โจทย์ให้มาจึงไม่รู้ว่า โจทย์ต้องการให้คำนวณหาปริมาณอะไร

1.2 การนำข้อมูลจากโจทย์มาใช้ไม่ถูกต้อง ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 4 คน (ร้อยละ 5.88) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 64 คน (ร้อยละ 94.12) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

- 1) นักเรียนไม่รู้ว่าปริมาณที่โจทย์ให้มาคือค่าของตัวแปรใด จึงนำมาใช้ไม่ถูก เช่น โจทย์บอกกว้างวัตถุออกไปด้วยความเร็ว 30 เมตร/วินาที นักเรียนไม่รู้ว่าความเร็ว 30 เมตร/วินาทีนั้นเป็นความเร็วต้น (u) จึงนำมาใช้ไม่ถูก
- 2) นักเรียนไม่ได้ดูหน่วยของปริมาณที่โจทย์ให้มา จึงนำมาใช้ไม่ถูก เช่น โจทย์ให้ค่าของสนามไฟฟ้ามา แต่นักเรียนคิดว่าเป็นค่าของความต่างศักย์ไฟฟ้า
- 3) นักเรียนเข้าใจผิดเกี่ยวกับการเรียกชื่อตัวแปรหรือปริมาณต่าง ๆ ที่ไม่ตรงกับหนังสือคู่มือแต่ละเล่ม จึงนำข้อมูลที่โจทย์ให้มาไปใช้ไม่ถูกต้อง

1.3 การแปลความหมายจากโจทย์ปัญหาที่มีหลายขั้นตอนที่สัมพันธ์กันไม่ได้ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 4 คน (ร้อยละ 5.88) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 64 คน (ร้อยละ 94.12) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือ นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่สำคัญในเรื่องนั้น แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับเรื่องอื่นได้ เนื่องจากไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่ต่อเนื่องกัน

1.4 การวาดรูปตามสถานการณ์โจทย์ไม่ได้ ครูฝึกสังเกตที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 11.76) ครูฝึกสังเกตที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 60 คน (ร้อยละ 88.24) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนมองไม่ เห็นภาพพจน์และวาดรูปตามสถานการณ์ โจทย์ไม่ได้ เช่น นักเรียนเขียนเวกเตอร์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุไม่ได้ จึงเขียนลูกศรนอกทิศทางของแรงไม่ถูกต้องและไม่รู้ว่าแรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร ทำให้หาแรงลัพธ์ไม่ได้

2) นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการแตกเวกเตอร์ แต่ไม่สามารถเขียนทิศของแรงที่กระทำต่อวัตถุได้ถูกต้อง ทำให้แตกเวกเตอร์ไม่ได้ จึงแก้โจทย์ ปัญหาไม่ได้

ทุกประเด็นปัญหาที่ครูฝึกสังเกตที่มีความเห็นว่า มีปัญหา ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหา ดังนี้

1) ครูควรเน้น เมื่อสอนการแก้โจทย์ตัวอย่างการคำนวณให้นักเรียนดู ว่าต้องแยกแยะให้ได้ว่า

- ข้อมูลที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้าง
- ข้อมูลที่นักเรียนต้องรู้เองหรือที่เป็นค่าคงที่มีอะไรบ้าง
- สามารถวาดรูปหรือเขียนกราฟได้หรือไม่
- ปัญหาที่โจทย์ถามมีอะไรบ้าง
- เป็นโจทย์ที่ต้องใช้ความรู้เรื่องอะไรในการแก้ปัญหา
- ความรู้ในเรื่องที่จะนำมาใช้แก้ปัญหานั้นมีกฎเกณฑ์อะไรบ้าง

2) ครูควรสอนโดยเน้นให้นักเรียนเข้าใจแก่นแท้หลักการและเงื่อนไขในการนำความรู้ในบทเรียนนั้นมาใช้ ก่อนสอนการแก้โจทย์ โจทย์ เช่น นักเรียนต้องเข้าใจก่อนว่า ถ้าปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระ ความเร็วต้นของวัตถุจะเป็นศูนย์ แต่ถ้าขว้างวัตถุออกไป ความเร็วต้นของวัตถุจะไม่เป็นศูนย์ นักเรียนจึงจะสามารถแก้โจทย์โจทย์ได้ถูกต้อง

3) ครูควรใช้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้อง และภาษาที่ใช้ในโจทย์และการเว้นวรรคตอนในโจทย์ ควรถูกต้อง ชัดเจน และเข้าใจได้ง่าย

4) ครูควรฝึกให้นักเรียนวาดรูปหรือเขียนกราฟจากสถานการณ์ในโจทย์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

2. การเลือกใช้สูตรหรือการสร้างสมการ

2.1 การขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับนิยาม หลักการ กฎ และ ทฤษฎี ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 1 คน (ร้อยละ 1.47) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นว่า มีปัญหา จำนวน 67 คน (ร้อยละ 98.53) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

1) สูตรในการคำนวณบางสูตรที่นำมาให้นักเรียนเรียนโดยไม่รู้ที่มาของสูตร ทำให้นักเรียนเข้าใจยากและมีปัญหาในการเลือกใช้สูตร เนื่องจากไม่รู้ว่าตัวแปรแต่ละตัวในสูตรคือค่าของอะไร และได้มาอย่างไร

2) นักเรียนไม่เข้าใจเงื่อนไขของการใช้สูตร เช่น ไม่เข้าใจว่า การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง มีสูตรที่ใช้ในการคำนวณได้หลายสูตรนั้น สูตรใดจะใช้ในกรณีใดที่วัตถุไม่มีความเร่งและสูตรใดจะใช้ในกรณีที่วัตถุมีความเร่ง หรือนักเรียนไม่เข้าใจความหมายของแต่ละตัวแปรในสูตร เช่น ไม่เข้าใจว่าตัวแปร u และ v ในสูตร $v^2 = u^2 + 2as$ ต่างกันอย่างไร

2.2 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีไม่ได้ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 1 คน (ร้อยละ 1.47) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นว่า มีปัญหา จำนวน 67 คน (ร้อยละ 98.53) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนไม่สามารถแยกแยะค่าของปริมาณต่างๆ ที่โจทย์กำหนดมาให้ เช่น ไม่รู้ว่าปริมาณที่โจทย์กำหนดให้มาครอบคลุมทุกตัวแปรที่ปรากฏในสูตรหรือไม่ ไม่รู้ว่าโจทย์ให้คำนวณหาปริมาณอะไร

2) นักเรียนไม่สามารถหาค่าตัวแปรที่มีอยู่ในสูตร ซึ่งโจทย์ไม่ได้กำหนดค่าให้มา จากค่าที่โจทย์กำหนดค่าให้มาได้ เช่น นักเรียนต้องนำค่าความต่างศักย์ (V) ไปแทนค่าในสูตร ซึ่งโจทย์ไม่ได้ให้ค่าความต่างศักย์ (V) มาให้ แต่ให้ค่าของสนามไฟฟ้า (E) กับค่าของระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะ (d) มาให้ นักเรียนไม่สามารถหาค่า V จาก $V = E/d$ ได้ จึงนำค่า V ไปแทนค่าในสูตรไม่ได้

2.3 การจำนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีไม่ได้ หรือจำผิด ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 3 คน (ร้อยละ 4.41) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นว่า มีปัญหา จำนวน 65 คน (ร้อยละ 95.59) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

- 1) นักเรียนจำไม่ได้ เนื่องจากไม่ทบทวนสูตรอย่างสม่ำเสมอ
- 2) นักเรียนจำสูตรที่ต่อเนื่องกันไม่ได้ เช่น ในเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ มีสูตรที่ต่อเนื่องสัมพันธ์จากสูตรเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง นักเรียนจำสูตรเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนวตั้งไม่ได้ จึงจำสูตรเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ไม่ได้ด้วย

2.4 การขาดทักษะในการเลือกนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 4 คน (ร้อยละ 5.88) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 64 คน (ร้อยละ 94.12) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

- 1) นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้สูตรได้ถูกต้อง เนื่องจากฝึกแก้ปัญหาโจทย์น้อย
- 2) นักเรียนไม่เข้าใจเงื่อนไขของการเลือกใช้สูตรจึงเลือกใช้สูตรไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนไม่เข้าใจว่า สูตรที่ใช้สำหรับการเคลื่อนที่แนวตรงที่มีหลายสูตรนั้นสูตรใดใช้กรณีที่วัตถุมีความเร็วคงที่ สูตรใดใช้กรณีที่วัตถุมีความเร่งและแต่ละสูตรจะใช้เมื่อโจทย์กำหนดค่าของตัวแปรใดมาให้บ้าง

ทุกประเด็นปัญหาที่ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังนี้

- 1) ครูควรให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาโจทย์มาก ๆ โดยครูแนะแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา เช่น การเลือกใช้สูตรให้พิจารณาว่า โจทย์ให้ค่าของอะไรมาบ้าง และมีตัวแปรเหล่านั้นครบอยู่ในสูตรใด จึงเลือกใช้สูตรนั้น
- 2) ครูควรสอนเทคนิคการจำสูตรและการเลือกใช้สูตรให้ โดยเฉพาะในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีสูตรที่นักเรียนต้องจำมาก
- 3) ครูควรให้นักเรียนสอบความสามารถในการจำสูตรโดยการท่องปากเปล่าให้ครูฟังหรือให้นักเรียนเขียนสรุปสูตรที่จะต้องจำขึ้นแต่ละเรื่องมาส่งครูแล้วให้เป็นคะแนน เพื่อให้นักเรียนจำสูตรได้
- 4) ครูควรเน้นให้นักเรียนแยกแยะให้ได้ว่า การคำนวณในแต่ละเรื่องต้องจำสูตรใดบ้างและแต่ละสูตรมีเงื่อนไขในการนำไปใช้อย่างไร

3. การแทนค่าในสูตรหรือสมการ

3.1 การแทนค่าปริมาณต่างๆ ลงในสูตรหรือสมการไม่ถูกต้อง ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 11.76) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา มีจำนวน 60 คน (ร้อยละ 88.24) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

- 1) นักเรียนไม่เข้าใจนิยาม และความหมายของตัวแปรในสูตร จึงแทนค่าไม่ถูก
- 2) นักเรียนไม่รู้ว่่าโจทย์ให้ค่าของปริมาณอะไรมาจึงแทนค่าไม่ถูก เช่น ไม่รู้ว่่าความเร็วที่โจทย์ให้มาเป็นค่า ความเร็วต้น (u) หรือความเร็วปลาย (v) จึงแทนค่าในสูตรไม่ถูกต้อง

3.2 การไม่เปลี่ยนหน่วยให้เป็นหน่วยมาตรฐานในระบบ SI ก่อนที่จะแทนค่า ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 11.76) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 60 คน (ร้อยละ 88.24) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือนักเรียนลืมเปลี่ยนหน่วยของปริมาณที่โจทย์ให้มาให้เป็นหน่วยในระบบ SI ก่อนที่จะแทนค่าในสูตร หรือเปลี่ยนหน่วยของปริมาณนั้นไม่ถูกต้อง เช่น

- 1) นักเรียนไม่สามารถเปลี่ยนหน่วย ระหว่างหน่วยใหญ่กับหน่วยย่อยได้ เช่น นักเรียนไม่ทราบว่า 1 cm^3 เมื่อเปลี่ยนหน่วยเป็น m^3 แล้วจะมีค่าเท่าใด
- 2) นักเรียนใช้คำอุปสรรคไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนไม่รู้ว่่าคำว่า "ไมโคร" มีค่าเท่าใด

ทุกประเด็นปัญหาที่ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังนี้

- 1) ครูควรแสดงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ให้นักเรียนดูตามขั้นตอนอย่างละเอียด โดยให้พิจารณาว่า ค่าที่โจทย์ให้มาเป็นปริมาณอะไร แทนได้ด้วยตัวแปรอะไร ก่อนที่จะแทนค่าในสูตร แล้วจึงคิดคำนวณตัวเลข
- 2) ครูควรเน้นความสำคัญของการใช้หน่วยในระบบ SI และทุกครั้งที่แสดงตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์ตัวอย่างให้นักเรียนดู ต้องเปลี่ยนหน่วยของปริมาณที่โจทย์ให้มาเป็นหน่วยในระบบ SI ก่อนแทนค่าในสูตร

4. การคิดคำนวณ

4.1 การขาดทักษะในการแก้สมการและอสมการ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 3 คน (ร้อยละ 4.41) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นว่า มีปัญหา จำนวน 65 คน (ร้อยละ 95.59) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

- 1) นักเรียนไม่สามารถแก้สมการหาคำตอบได้ถูกต้อง โดยเฉพาะสมการกำลังสอง และสมการตั้งแต่สองตัวแปรขึ้นไป
- 2) นักเรียนไม่สามารถแยกตัวประกอบ เพื่อหาคำตอบจากสมการได้
- 3) นักเรียนแก้สมการด้วยวิธีผิดโดยการย้ายข้างตัวแปรไม่ถูกต้อง
- 4) นักเรียน บวก ลบ คูณ และหาร ทศนิยม เศษส่วน และ เลขยกกำลังไม่ถูกต้อง

4.2 การทำผิดขั้นตอนที่ถูกต้องในการคำนวณ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 5 คน (ร้อยละ 7.35) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นว่า มีปัญหา จำนวน 63 คน (ร้อยละ 92.65) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือ นักเรียนคิดรวบรัดโดยไม่ทำตามขั้นตอน และไม่แสดงการคิดคำนวณตัวเลขตามขั้นตอน ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย

4.3 การเปลี่ยน เลขจำนวนเต็มหรือทศนิยม เป็น เลขที่คูณด้วย 10 ยกกำลัง ไม่ถูกต้อง ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 5 คน (ร้อยละ 7.35) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นว่า มีปัญหา จำนวน 63 คน (ร้อยละ 92.65) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

- 1) นักเรียนขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ เช่น นักเรียนเลื่อนจุดทศนิยมผิด นับจำนวนเลขศูนย์ที่จะนำมาเป็นเลขชี้กำลังของ 10 ผิด
- 2) นักเรียน บวก ลบ คูณ และหาร เลขยกกำลังผิดเป็นประจำ โดยเฉพาะปัญหาโจทย์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีการคำนวณที่ต้องใช้เลขยกกำลังที่มีความยาก ๆ

4.4 การขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 10 คน (ร้อยละ 14.71) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 58 คน (ร้อยละ 85.29) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือ นักเรียนเป็นจำนวนมากขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ เช่น การหาค่า $2 + 3 \sin 30^\circ$ นักเรียนนำ $2 + 3$ ได้เป็น 5 แล้วจึงนำไปคูณกับ $\sin 30^\circ$ ได้เป็น $5 \sin 30^\circ$ ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด

4.5 การขาดทักษะการคิดคำนวณ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 9 คน (ร้อยละ 13.24) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 59 คน (ร้อยละ 86.76) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือ นักเรียนคิดคำนวณโดย บวก ลบ คูณ และหาร จำนวนต่างๆ หาค่าตัวคูณร่วมน้อย (ค.ร.น.) และหาค่ารากที่สองและรากที่สามไม่ได้

ทุกประเด็นปัญหาที่ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา ได้ เสนอแนวทางการแก้ปัญหา ดังนี้

- 1) ครูควรให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาโจทย์มาก ๆ และในการแสดงการแก้ปัญหาโจทย์ ตัวอย่างครูควรแสดงวิธีการคิดเป็นขั้นตอนโดยละเอียด และบางตัวอย่างครูควรให้นักเรียนได้ฝึกคิดคำนวณตัวเลขด้วยตนเอง
- 2) ครูควรเน้นเกี่ยวกับการแก้สมการตามขั้นที่ถูกต้องในขณะที่แสดงการแก้ปัญหาโจทย์ ให้นักเรียนดู
- 3) ครูควรสอนเทคนิคการคิดคำนวณและการประมาณค่าให้นักเรียน
- 4) ครูควรให้นักเรียนได้ฝึกคิดคำนวณตัวเลข โดยใช้โจทย์ที่มีลักษณะคล้าย ๆ กัน แต่เปลี่ยนตัวเลขในการแทนค่าในสูตร
- 5) ครูควรอนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลขได้ ในกรณีที่ เป็นโจทย์ที่มีตัวเลขที่มีค่า มากๆ เพื่อลดปัญหาในความผิดพลาดในการคิดคำนวณตัวเลขของนักเรียน เพราะครูควรให้ความสำคัญกับความเข้าใจในเนื้อหาวิชาพิสิทธ์ในการแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียนมากกว่าการคิดคำนวณตัวเลข

5. การสรุปเพื่อตอบตามที่โจทย์ต้องการ

5.1 การสรุปคำตอบไม่ถูกต้องหรือสรุปคำตอบไม่ครบทุกกรณี ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 4 คน (ร้อยละ 5.88) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 64 คน (ร้อยละ 94.12) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนตอบไม่ถูกต้องหรือตอบไม่ครบตามที่โจทย์ต้องการ เนื่องจากนักเรียนขาดความระมัดระวังในการตีความหมายโจทย์ว่า โจทย์ต้องการให้คำนวณค่าของตัวแปรใด

2) นักเรียนไม่รู้ว่าจะต้องตอบอย่างไร ทั้งที่คิดคำนวณตัวเลขออกมาได้แล้ว เช่น โจทย์ถามว่ามุมที่ใดมีค่าเท่ากับกึ่งศภาค เมื่อนักเรียนคำนวณได้ $\tan \theta = 0.1$ แล้วนักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่า มุม θ มีค่าเท่ากับกึ่งศภาค

3) นักเรียนไม่มีความรอบคอบในการตีความหมายโจทย์หรือเข้าใจคำถามผิด เช่น โจทย์ถามว่าจำนวนนิวเคลียสที่สลายตัวไปมีค่าเท่าใด นักเรียนจะตอบจำนวนนิวเคลียสที่เหลือจากการสลายตัวที่คำนวณได้จากสูตร แทนที่จะนำไปลบออกจากจำนวนนิวเคลียสที่มีอยู่ทั้งหมดก่อนการสลายตัวแล้วจึงตอบ

4) นักเรียนคุ้นเคยกับการตอบแบบทดสอบปรนัยที่เลือกเพียงตัวเลขในการตอบ โดยไม่สนใจความหมายของคำตอบที่ได้

5.2 การตอบโดยไม่ตรงตามหน่วยที่โจทย์ต้องการ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 6 คน (ร้อยละ 8.82) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 62 คน (ร้อยละ 91.18) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนไม่สนใจว่าโจทย์ถามให้คำนวณตอบในหน่วยอะไร จึงไม่ตอบตามหน่วยที่โจทย์ต้องการ เช่น โจทย์ถามว่าจะมีความเร็วที่ km/hr แต่นักเรียนตอบในหน่วยที่เป็น m/s จากที่คำนวณได้ โดยไม่เปลี่ยนเป็นหน่วยตามที่โจทย์ต้องการก่อนตอบ

2) นักเรียนไม่ใส่หน่วยของค่าตัวแปรที่โจทย์ต้องการให้คำนวณ

5.3 การขาดการทบทวนและการตรวจทานคำตอบ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 3 คน (ร้อยละ 4.41) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 65 คน (ร้อยละ 95.59) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือ นักเรียนคุ้นเคยกับการตอบแบบทดสอบปรนัยที่เป็นตัวเลือก เมื่อคิดคำนวณได้ตัวเลขตามที่มีในตัวเลือก นักเรียนจึงตอบโดยไม่ได้ทบทวนว่าโจทย์ต้องการทราบค่าใด ให้ตอบในหน่วยอะไร

ทุกประเด็นปัญหาที่ครูฝึกสังเกตที่มีความเห็นว่า มีปัญหา ได้ เสนอแนวทางการแก้ปัญหา ดังนี้

- 1) ครูควร เน้นความสำคัญของการทบทวนคำถามที่โจทย์ต้องการให้คำนวณก่อนตอบ
- 2) ครูควร เน้นการใช้หน่วยในระบบ SI โดยเมื่อนักเรียนลืมใส่หน่วยในการตอบ

หรือใส่หน่วยผิด ครูควรหักคะแนน

2) ครูควรรู้แบบทดสอบอัตนัยที่เป็นแบบเติมคำตอบโดยมีหน่วยของคำตอบกำกับไว้ เพื่อช่วยให้ฝึกเรียนตอบได้ถูกต้อง เช่น ถามว่า เกิดแรง.....นิวตัน

จากผลการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาค คำนวณ เกี่ยวกับการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียน พบว่า ครูฝึกสังเกตส่วนใหญ่มีความเห็นว่า นักเรียนมีปัญหาในทุกเรื่อง ได้แก่ การแปลและตีความหมายจากโจทย์ การเลือกใช้สูตรหรือการสร้างสมการ การแทนค่าในสูตรหรือสมการ การคิดคำนวณ และการสรุปเพื่อตอบตามที่โจทย์ต้องการ ซึ่งลักษณะปัญหาที่พบนั้นพอสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ที่เป็นพื้นฐานโดยการแทนค่าง่าย ๆ หรือคล้ายกับตัวอย่างได้ แต่นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาโจทย์ประยุกต์ที่ซับซ้อนหรือโจทย์ต่างไปจากตัวอย่างได้

2. นักเรียนไม่สามารถแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาโจทย์ได้ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนคุ้นเคยกับการตอบแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ

3. นักเรียนไม่เข้าใจนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎี จึงเริ่มต้นแก้ปัญหาโจทย์ไม่ได้ และแก้ปัญหาโจทย์ต่อไปไม่ได้ทั้งข้อ

4. ลักษณะที่นักเรียนแก้ปัญหาโจทย์ไม่ได้ จะแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1) นักเรียนแก้ปัญหาโจทย์ในส่วนที่เป็นฟิสิกส์ไม่ได้ คือ เริ่มต้นตั้งแต่แปลความหมายจากโจทย์ไม่ได้ เลือกใช้สูตรไม่ถูก และแทนค่าไม่ถูกต้อง

2) นักเรียนแก้ปัญหาโจทย์ในส่วนที่เป็นคณิตศาสตร์ไม่ได้ คือ ทำผิดในขั้นตอนของการคิดคำนวณ

5. นักเรียนไม่มีวิธีการคิดแก้ปัญหาโจทย์ของตนเอง โดยเริ่มต้นคิดแก้ปัญหาโจทย์เองไม่ได้ ทำให้แก้ปัญหาโจทย์ที่ต่างจากที่เคยเรียนมาไม่ได้ อาจเนื่องจากการเรียนที่เน้นให้นักเรียนจำรูปแบบการแก้ปัญหาโจทย์ไปใช้ มากกว่าที่จะให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาโจทย์ด้วยวิธีการของตนเอง

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น ครูฝึกสักได้เสนอไว้ สรุปได้ดังนี้

1. ครูควรรีบทักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาโจทย์มาก ๆ จะช่วยให้ฝึกเรียนเกิดประสบการณ์ และมีความชำนาญในการแก้ปัญหาโจทย์ ตลอดจนมีความเข้าใจในนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎี มากขึ้น
2. ครูควรรีบทักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาโจทย์ โดยเริ่มจากโจทย์ที่เป็นพื้นฐานง่าย ๆ ก่อน แล้วจึงทำโจทย์ที่ยากขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีกำลังใจและสนใจหรือต้องการทำแบบฝึกหัด
3. ครูควรเป็นให้ฝึกเรียนแก้ปัญหาโจทย์ด้วยวิธีแสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหา โดยครูให้ความสำคัญกับขั้นตอนการแก้ปัญหามากกว่าการคิดคำนวณตัวเลข เพื่อหาคำตอบ ซึ่งครูควรปฏิบัติดังนี้
 - 3.1 ครูควรรีบทักเรียนให้คะแนนขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ถูกต้องมากกว่าคำตอบที่ถูกต้อง เช่น ให้คะแนนขั้นตอนการแก้ปัญหา 90% ของคะแนนเต็ม แต่ให้คะแนนคำตอบที่ถูกต้อง 10% ของคะแนนเต็ม และถ้าคำตอบถูกต้องแต่ขั้นตอนการแก้ปัญหามีผิด ครูอาจไม่ให้คะแนน เป็นต้น
 - 3.2 ครูควรรีบทักเรียนให้ใช้แบบทดสอบอัตนัยให้ฝึกเรียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาโจทย์ หรือใช้แบบทดสอบที่ให้นักเรียนเติมคำตอบตามขั้นตอนการแก้ปัญหา เพื่อฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาโจทย์โดยมีขั้นตอน เช่น
 - ใช้สูตร.....
 - แทนค่า.....
 - คำตอบ.....
 - 3.3 ครูควรสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาโจทย์ เป็นขั้นตอน โดยให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้
 - 1) อ่านโจทย์หลาย ๆ รอบจนกว่าจะเข้าใจ
 - 2) วิเคราะห์ว่าโจทย์นั้นอยู่ในเรื่องอะไร ใช้ทฤษฎีหรือใช้สูตรใดในการแก้ปัญหาโจทย์
 - 3) แยกสิ่งทีโจทย์ให้มา แยกตัวแปรที่โจทย์บอกมาแล้ว
 - 4) พิจารณาว่าโจทย์ให้คำนวณหาค่าตัวแปรใด
 - 5) เลือกสูตรที่จะใช้ในการคำนวณ
 - 6) แทนค่าในสูตร และคิดคำนวณหาค่าคำตอบ
 - 7) ถ้าเป็นโจทย์หลายขั้นตอนที่ต้องหาค่าที่ต่อเนื่องกัน ก็ให้เขียนสูตรที่ จะต้องใช้ทั้งหมด แล้วพิจารณาว่าแต่ละสูตรใช้หาปริมาณใดบ้าง และขั้นตอนสุดท้ายจะต้องใช้สูตรใด เพื่อให้ได้คำตอบตามที่โจทย์ต้องการ

ค) ปัญหาการทำแบบฝึกหัดพิลึกภาคคำนวณ

1. การใช้แบบฝึกหัดท้ายบทในหนังสือแบบเรียน

1.1 ประเด็นปัญหาที่แบบฝึกหัดภาคคำนวณในแต่ละบทมีจำนวนข้อ

ไม่เหมาะสม ครูพิลึกส์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 11.76) ครูพิลึกส์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 60 คน (ร้อยละ 88.24) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

1) เนื้อหาบางเรื่องมีจำนวนข้อของโจทย์คำนวณน้อยเกินไป เช่น เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ควรมีโจทย์คำนวณเพิ่มมากกว่าที่มีอยู่

2) เนื้อหาบางเรื่องที่เพิ่มเข้ามาใหม่ในหลักสูตร เช่น เรื่องหลักการของแบบบูลล์ และไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นต้น ควรมีปัญหาโจทย์คำนวณให้นักเรียนได้ฝึกทำมากกว่าที่มีอยู่

1.2 ประเด็นปัญหาที่แบบฝึกหัดภาคคำนวณในแต่ละบทไม่สอดคล้อง

กับเนื้อหาที่มีอยู่ในหนังสือแบบเรียน ครูพิลึกส์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 11.76) ครูพิลึกส์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 60 คน (ร้อยละ 88.24) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

1) โจทย์บางข้อยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้เท่าที่หลักสูตรกำหนดแก้โจทย์ได้ ครูจำเป็นต้องสอนเนื้อหาเพิ่มเติมให้ก่อนที่จะให้นักเรียนแก้โจทย์ข้อนั้น

2) เนื้อหาบางเรื่องไม่มีตัวอย่างการแก้โจทย์ปรากฏในหนังสือแบบเรียน แต่มีโจทย์ให้นักเรียนทำในแบบฝึกหัดท้ายบท เช่น เรื่องทัศนูปกรณ์ ความลึกปรากฏ เป็นต้น

3) โจทย์บางข้อถามรวบรัด โดยไม่ถามตามขั้นตอนการแก้โจทย์ของนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่สามารถคำนวณหาค่าตอบสุดท้ายที่โจทย์ต้องการได้

1.3 ประเด็นปัญหาความบกพร่องของแบบฝึกหัดท้ายบท ครูพิลึกส์

ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 28 คน (ร้อยละ 41.18) ส่วนครูพิลึกส์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 40 คน (ร้อยละ 58.82) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

1) โจทย์บางข้อยาวเกินไป นักเรียนอ่านโจทย์แล้วไม่เข้าใจ จึงไม่สนใจแก้โจทย์ข้อนั้น

2) โจทย์บางข้อไม่ชัดเจน นักเรียนอ่านโจทย์แล้วไม่เข้าใจว่าโจทย์ต้องการให้คำนวณหาค่าของตัวแปรใด จึงหาคำตอบไม่ได้

3) โจทย์บางเรื่องไม่ได้เรียงลำดับความยากง่ายของโจทย์เรื่องนั้น ทำให้ให้นักเรียนคิดหาคำตอบไม่ได้ คือไม่มีโจทย์ที่เป็นพื้นฐานง่าย ๆ ให้ฝึกเรียนคิดก่อนที่จะแก้ปัญหาโจทย์ที่ยากหรือซับซ้อน

4) โจทย์ในหนังสือแบบเรียนนั้นมีการพิมพ์ผิดพลาด ทั้งตัวสะกดและตัวเลข อีกทั้งการเฉลยคำตอบในคู่มือครูก็มีความผิดพลาดเช่นกัน

นอกจากนี้ยังพบว่า จากครูพิสิทธ์ทั้งหมด จำนวน 68 คน มีครูพิสิทธ์ จำนวน 7 คน ที่ใช้แบบฝึกหัดท้ายบทในหนังสือแบบเรียนโดยไม่มีแบบฝึกหัดเพิ่มให้นักเรียน และมีครูพิสิทธ์ จำนวน 61 คน ที่ใช้แบบฝึกหัดท้ายบทในหนังสือแบบเรียนและมีแบบฝึกหัดเพิ่มให้นักเรียนด้วย

ทุกประเด็นปัญหาที่ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังนี้

- 1) โจทย์ข้อที่ฝึกเรียนใช้ความรู้เท่าที่หลักสูตรกำหนดหาคำตอบไม่ได้ ครูควรสอนเนื้อหาเพิ่มเติมให้ก่อน
- 2) ครูควรให้ตัวอย่างการคำนวณเพิ่มเติมหลายๆ วิธีในแต่ละเรื่องและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมมาก ๆ
- 3) ครูควรใช้คำถามเป็นข้อย่อย ๆ ให้นักเรียนได้คิดทีละขั้นตอนจนถึงการหาคำตอบสุดท้ายที่โจทย์ต้องการ

2. ประเด็นปัญหาที่ฝึกเรียนส่วนใหญ่ทำแบบฝึกหัดข้อที่ค่อนข้างยากไม่ได้
ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 5 คน (ร้อยละ 7.35) ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 63 คน (ร้อยละ 92.65) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือ ฝึกเรียนที่เรียนเก่งสามารถทำโจทย์ข้อที่ยากได้ แต่ฝึกเรียนที่เรียนอ่อนไม่สามารถทำโจทย์ข้อนั้นได้เลย

ซึ่งครูพิสิทธ์ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหา คือครูควรใช้โจทย์ปัญหาข้อที่ง่ายเป็นคำถามในชั้นเรียน ส่วนโจทย์ข้อที่ยากครูควรแนะแนวทางการคิดให้นักเรียนลองทำ แล้วจึงเฉลยวิธีทำหรือคำตอบภายหลัง

3. ประเด็นปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาโจทย์ที่ซับซ้อน ซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากที่เรียนมาได้ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่ามีปัญหา จำนวน 4 คน (ร้อยละ 5.88) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่ามีปัญหา จำนวน 64 คน (ร้อยละ 94.12) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

- 1) นักเรียนสามารถทำโจทย์ที่เป็นพื้นฐานที่แทนค่าง่าย ๆ หรือที่คล้ายกับตัวอย่างที่ครูแสดงให้ดูได้ แต่นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาโจทย์ประยุกต์ที่ต่างไปจากตัวอย่างที่ครูแสดงให้ดูได้
- 2) นักเรียนนำความรู้จากเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมาสัมพันธ์กับเรื่องที่เรียนมาได้
- 3) นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสถานการณ์หลาย ๆ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกันกับปัญหาโจทย์ไม่ได้

ครูพิสิทธ์ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว คือ ครูควรให้นักเรียนได้ฝึกทำโจทย์หลาย ๆ รูปแบบ โดยครูควรแนะแนวทางการคิดแล้วให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาโจทย์นั่นเอง

4. นักเรียนแก้ปัญหาโจทย์โดยไม่มีระบบและไม่มีขั้นตอนที่ชัดเจน ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่ามีปัญหา จำนวน 4 คน (ร้อยละ 5.88) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่ามีปัญหา จำนวน 64 คน (ร้อยละ 94.12) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

- 1) นักเรียนส่วนใหญ่ไม่แสดงวิธีแก้ปัญหาโจทย์ตามขั้นตอน โดยเฉพาะนักเรียนที่มีความสามารถทางด้านการคำนวณวิชาพิสิทธ์มักคิดรวบรัดโดยไม่แสดงวิธีแก้ปัญหาโจทย์ตามขั้นตอน ส่วนนักเรียนที่เรียนอ่อนก็ไม่สามารถแสดงวิธีคิดตามขั้นตอนได้
- 2) นักเรียนไม่สามารถแสดงกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์เป็นลำดับขั้นตอน หรือเขียนตอบเป็นระบบได้ เนื่องจากนักเรียนคุ้นเคยกับการทำแบบทดสอบปรนัยแบบตัวเลือก

ครูพิสิทธ์ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนี้

- 1) ครูควรให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด โดยนักเรียนต้องแสดงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์
- 2) ครูควรรีบบททดสอบอัตนัยที่ต้องแสดงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์
- 3) ครูควรตรวจการบ้านและแบบทดสอบโดยเน้นไปที่คะแนนทั้งกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและคำตอบของปัญหา

5. ฝึกเรียนไม่เข้าใจโจทย์และไม่สามารถคิดแก้ปัญหาเองได้ จึงลอกเพื่อนหรือลอกค่าเฉลยในหนังสือคู่มือ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 1 คน (ร้อยละ 1.47) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 67 คน (ร้อยละ 98.53) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ สรุปได้ดังนี้

1) ฝึกเรียนไม่พยายามคิดแก้ปัญหาเอง ทั้งที่โจทย์บางข้อนักเรียนสามารถคิดเองได้ เนื่องจากไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน ใกล้เคียงเวลาที่ต้องส่งการบ้าน หรือมีการบ้านหลายวิชานักเรียนทำไม่ทัน จึงลอกจากเพื่อนหรือลอกจากหนังสือคู่มือ

2) ฝึกเรียนลอกการแก้ปัญหาโจทย์แบบฝึกหัดมาคิด ๆ เช่น ลอกสัญลักษณ์ของแรงจากตัว F กลายเป็นตัว P

3) ฝึกเรียนทำแบบฝึกหัดผิดเหมือนกันหมด เพราะลอกจากเพื่อนคนเดียว

ครูพิสิทธ์ได้ เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนี้

1) ครูควรเฉลยการแก้ปัญหาโจทย์แบบฝึกหัดแล้วนำมาคิดขยายประกาศนียบัตรให้นักเรียนดู เพื่อให้ฝึกเรียนตรวจคำตอบว่าฝึกเรียนแก้ปัญหาโจทย์ข้อนั้นได้ถูกต้องหรือไม่

2) เมื่อครูพบว่าฝึกเรียนลอกการแก้ปัญหาโจทย์แบบฝึกหัดจากเพื่อน ครูจะไม่ตรวจให้คะแนน ถือเป็นการทำโทษไปด้วย

3) ครูควรให้ฝึกเรียนแต่ละกลุ่มทำโจทย์ที่ต่างกัน โดยให้ฝึกเรียนทั้งกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาโจทย์ให้เข้าใจทุกคน แล้วครู สุ่มให้ผู้แทนของแต่ละกลุ่มออกมาแสดงกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์บนกระดาน ถ้าผู้แทนกลุ่มใดไม่สามารถอธิบายการแก้ปัญหาโจทย์ได้ ครูอาจไม่ให้คะแนน ทั้งนี้ เพื่อให้ฝึกเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันคิดแก้ปัญหาโจทย์

4) ครูควรแนะนำให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ โดยการวาดรูปและบอกสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ข้อนั้น เพื่อฝึกเรียนจะได้คิดเพิ่มเติมจากค่าเฉลยที่ลอกจากหนังสือคู่มือ

5) ครูควรใช้โจทย์แบบฝึกหัดท้ายบทเป็นตัวอย่างและเป็นโจทย์ในชั้นเรียนแทนการทำเป็นการบ้าน แล้วให้ฝึกเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม เพื่อแก้ปัญหาฝึกเรียนลอกจากหนังสือคู่มือ

จากผลการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาค คำนวณ เกี่ยวกับการทำแบบฝึกหัดฟิสิกส์ภาคคำนวณของนักเรียน พบว่า ครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่มีความ เห็นว่า นักเรียนมีปัญหาในทุกประเด็นปัญหา ได้แก่ ปัญหาจากการใช้แบบฝึกหัดท้ายบทในหนังสือ แบบเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบฝึกหัดข้อที่ค่อนข้างยากไม่ได้ นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหา โจทย์ที่ซับซ้อนซึ่งต่างไปจากที่เรียนมาได้ นักเรียนแก้ปัญหาโจทย์โดยไม่มีระบบและไม่มีการเขียนขั้นตอนที่ ชัดเจน และนักเรียนไม่เข้าใจโจทย์และไม่สามารถคิดแก้ปัญหาเองได้จึงลอกจากเพื่อนหรือลอก คำเฉลยจากหนังสือคู่มือ ซึ่งครูฟิสิกส์ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว สรุปได้ดังนี้

1. ครูควรให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมจากแบบฝึกหัดท้ายบทในหนังสือแบบเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาโจทย์หลาย ๆ รูปแบบและหลาย ๆ วิธี
2. ครูควรให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยต้องแสดงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ และควรรีบบททดสอบย่อยที่ต้องแสดงวิธีแก้ปัญหาโจทย์ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีระบบ และมีขั้นตอน
3. ครูควรแก้ปัญหาที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดมาส่งโดยลอกจากเพื่อนหรือลอกจากหนังสือคู่มือ โดยครูควรปฏิบัติดังนี้
 - 3.1 ครูไม่ควรให้คะแนนเมื่อนักเรียนลอกแบบฝึกหัดจากเพื่อนหรือจากหนังสือคู่มือมาส่ง
 - 3.2 ครูควรให้โจทย์ไปทำเป็นกลุ่ม แล้วสุ่มหาผู้แทนกลุ่มออกมาแสดงวิธีแก้ปัญหา โจทย์บนกระดาน
 - 3.3 ครูควรให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ โดยการวาดรูปและบอกสูตรที่ใช้ในการ แก้ปัญหาโจทย์เพิ่มเติมจากคำเฉลยที่นักเรียนลอกจากหนังสือคู่มือ เพื่อให้นักเรียนได้คิดและทำความเข้าใจในการแก้ปัญหาโจทย์
 - 3.4 กรณีที่นักเรียนลอกจากเพื่อน ครูควรตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจวิธีแก้ ปัญหาโจทย์หรือไม่ อย่างไร

3. ปัญหาเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล

1. การประเมินผลก่อนเรียนเพื่อศึกษาความรู้พื้นฐานของผู้เรียนในเวลานับจากัด

ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 21 คน (ร้อยละ 30.88) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 47 คน (ร้อยละ 69.12) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือ

- 1) ครูไม่ได้จัดทำแบบทดสอบก่อนเรียนไว้ไว้ช้ เนื่องจากมีภาระหน้าที่มาก (จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 46.81)
- 2) ครูประเมินผลก่อนเรียนได้เป็นบางครั้ง เนื่องจาก การประเมินผลก่อนเรียนแต่ละครั้งต้องใช้เวลาช้เวลามาก (จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 42.55)
- 3) การจัดสภาพห้องเรียนไม่เอื้ออำนวยต่อการวัดและประเมินผลก่อนเรียน เนื่องจากนักเรียนนั่งตามกลุ่มการทดลอง (จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 10.64)

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ ครูพิสิทธ์ได้เสนอไว้ ดังนี้

- 1) ครูควรประเมินผลก่อนเรียน ด้วยช้การถามตอบในชั้นเรียน ซึ่งไม่ช้เวลามาก แทนการช้แบบทดสอบ (จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 82.98)
- 2) ในกรณีที่ไม่สามารถเตรียมแบบทดสอบปรนัยได้ ครูควรช้แบบทดสอบอัตนัย ซึ่งสร้างแบบทดสอบได้ง่าย ดีกว่าที่จะไม่มีการประเมินผลก่อนเรียนเลย (จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 17.02)

2. การสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพดี ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 66 คน (ร้อยละ 97.06) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 2 คน (ร้อยละ 2.94) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือ ครูไม่ได้วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบไว้ไว้ช้ เนื่องจากมีเวลาจำกัดและขาดความรู้ความเข้าใจในการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ

ครูพิสิทธ์ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว คือ ฝ่ายวิชาการของโรงเรียนควรจัดทำคลังแบบทดสอบ และให้คำแนะนำแก่ครูในการจัดสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพดี

นอกจากนี้ยังพบว่า จากครูพิสิทธ์ทั้งหมด จำนวน 68 คน มีครูพิสิทธ์ จำนวน 16 คน ที่ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบไว้ไว้ช้ และมีครูพิสิทธ์ จำนวน 52 คน ที่ไม่ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบไว้ไว้ช้

3. การเลือกชนิดของแบบทดสอบให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่จะวัด ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 62 คน (ร้อยละ 91.18) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 6 คน (ร้อยละ 8.82) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือ

1) โจทย์คำนวณ ถ้าใช้ เป็นแบบทดสอบปรนัย นักเรียนมักเดาคำตอบโดยไม่คิด ส่วนการใช้เป็นแบบทดสอบอัตนัยนั้นไม่สามารถออกให้ครอบคลุมเนื้อหา (จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67)

2) ครูพิสิทธ์ส่วนมากใช้แบบทดสอบที่เป็นโจทย์คำนวณ เนื่องจากออกแบบทดสอบที่วัดความเข้าใจในโมโนทัศน์ได้ยากกว่าแบบทดสอบที่เป็นโจทย์คำนวณ (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33)

ครูพิสิทธ์ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนี้

1) ครูควรรู้ใช้แบบทดสอบอัตนัยที่คำถามแต่ละข้อมีข้อย่อย ๆ เพื่อให้นักเรียนต้องคิดหาแก้ปัญหาโจทย์ตามขั้นตอน (จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67)

2) ครูควรรู้ใช้แบบทดสอบที่เป็นแบบเติมคำ เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาได้มากขึ้น (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33)

นอกจากนี้ยังพบว่า จากครูพิสิทธ์ทั้งหมด จำนวน 68 คน มีครูพิสิทธ์ จำนวน 3 คน ที่ใช้เฉพาะแบบทดสอบปรนัยอย่างเดียว มีครูพิสิทธ์ จำนวน 6 คน ที่ใช้เฉพาะแบบทดสอบอัตนัยอย่างเดียวและมีครูพิสิทธ์ จำนวน 49 คน ที่ใช้ทั้งแบบทดสอบปรนัยและอัตนัย โดยใช้แบบทดสอบปรนัยและอัตนัยในแต่ละช่วงของการสอน ดังนี้

1) การสอบย่อยหรือสอบเก็บคะแนน ครูพิสิทธ์ใช้แบบทดสอบอัตนัยเป็นส่วนใหญ่ โดยมีทั้งแบบทดสอบที่ให้นักเรียนเติมคำตอบ วาดรูป เขียนกราฟ เลือกใช้สูตร และแสดงวิธีทำ

2) การสอบระหว่างภาคเรียน ครูพิสิทธ์ใช้ทั้งแบบทดสอบปรนัยและอัตนัย โดยใช้แบบทดสอบปรนัยมากกว่าแบบทดสอบอัตนัย

3) การสอบปลายภาค ครูพิสิทธ์ใช้แบบทดสอบปรนัย เป็นส่วนใหญ่

4. การใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย ซึ่งจะช่วยให้มองเห็นกระบวนการและขั้นตอนใน การแก้ปัญหาของนักเรียนได้ชัดเจนขึ้น ในการสอบแต่ละครั้งได้น้อยหรือไม่ได้ใช้เลย ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 22 คน (ร้อยละ 32.35) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 46 คน (ร้อยละ 67.65) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือ

1) ครูจำเป็นต้องเลือกใช้แบบทดสอบอัตนัยควบคู่ไปกับแบบทดสอบปรนัยเนื่องจากแบบทดสอบอัตนัยวัดครอบคลุม เนื้อหาได้น้อยและต้องใช้เวลามากในการตรวจ (จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 54.35)

2) ครูจำเป็นต้องใช้แบบทดสอบปรนัยในการสอบปลายภาคเรียน เนื่องจากมีเวลาในการตรวจแบบทดสอบจำกัด เพราะต้องส่งผลการประเมินให้ทันตามเวลาที่โรงเรียนกำหนด (จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 36.96)

3) ครูจำเป็นต้องเลือกใช้แบบทดสอบอัตนัยควบคู่ไปกับแบบทดสอบปรนัย เนื่องจากนักเรียนส่วนมากทำแบบทดสอบอัตนัยไม่ได้ จึงสอบไม่ผ่าน ครูต้องจัดให้นักเรียนสอบใหม่อีกครั้งเพื่อให้นักเรียนแก้ตัว ซึ่งเป็นการเสียเวลา (จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 8.69)

ครูพิสิทธ์ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนี้

1) ครูควรเน้นการใช้แบบทดสอบอัตนัยที่มีหลาย ๆ รูปแบบ เช่น ให้นักเรียนเติมคำตอบ วาครูป เขียนกราฟ เลือกสูตรที่จะใช้ และให้แสดงวิธีทำ (จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 43.48)

2) ครูควรใช้แบบทดสอบอัตนัยในการสอบเก็บคะแนน หรือสอบระหว่างภาคเรียน เพราะเป็นการสอบในขณะที่มีเนื้อหาที่ต้องวัดน้อย เพื่อวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา (จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 23.91)

3) ครูควรใช้แบบทดสอบอัตนัยที่มีคำถามแต่ละข้อแบ่งถามเป็นข้อย่อย ๆ เพื่อวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา (จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 21.74)

4) โรงเรียนควรกำหนดให้นักครูต้องใช้แบบทดสอบอัตนัยในการสอบทุกครั้ง ทั้งนี้เพื่อฝึกให้นักเรียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา อีกทั้งฝึกการเขียนตอบบรรยายโดยใช้ภาษาที่สื่อความหมายชัดเจน (จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 10.87)

5. การเดาแบบทดสอบปรนัย ซึ่งนักเรียนจะใช้การเดาคำตอบมากกว่าที่จะใช้ความคิดและเหตุผล ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นปัญหา จำนวน 9 คน (ร้อยละ 13.24) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่าเป็นปัญหา จำนวน 59 คน (ร้อยละ 86.76) โดยลักษณะของปัญหาที่พบคือ
- 1) นักเรียนคุ้นเคยกับการเดาหรือคาดคะเนคำตอบโดยปราศจากหลักการและเหตุผล เพราะนักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน (จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 54.24)
 - 2) นักเรียนเดาคำตอบเนื่องจากทำแบบทดสอบไม่ทันตามเวลาที่กำหนดซึ่งมีโอกาสตอบถูก ดีกว่าที่นักเรียนไม่ตอบเลย เพราะถ้าเดาผิดก็ไม่มีการหักคะแนนอีกด้วย (จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 27.12)
 - 3) นอกจากนักเรียนจะตอบแบบทดสอบโดยการเดาแล้วยังใช้วิธีลอกคำตอบจากเพื่อนที่นั่งใกล้เคียง (จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 15.25)
 - 4) นักเรียนที่เดาคำตอบในการสอบ ส่วนมากจะสอบไม่ผ่านเกณฑ์ เพราะเดาผิดหรือเป็นการเดาอย่างไม่มีหลักการและเหตุผล (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.39)
- ครูพิสิทธ์ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนี้
- 1) ครูควรเน้นการใช้แบบทดสอบอัตนัยที่มีหลาย ๆ รูปแบบ เช่น ให้นักเรียนเติมคำตอบ วาดรูป เขียนกราฟ เลือกสูตรที่จะใช้และให้แสดงวิธีทำ เพื่อวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและนักเรียนมีโอกาสเดาได้น้อย (จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 72.88)
 - 2) ครูควรใช้แบบทดสอบคู่ขนานหรือเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันแต่สลับตัวเลือก ให้นักเรียนที่นั่งในแต่ละแถวได้ทำแบบทดสอบคนละชุด เพื่อป้องกันไม่ให้นักเรียนลอกคำตอบจากเพื่อนที่นั่งใกล้เคียง (จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 10.18)
 - 3) ครูควรใช้แบบทดสอบที่เป็นการวัดระดับสูง เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า มากกว่าแบบทดสอบที่วัดเพียงความรู้ ความจำและความเข้าใจ (จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 6.78)
 - 4) ครูควรใช้แบบทดสอบเลือกตอบจำนวนมากกว่า 5 ตัวเลือก เช่น มี 8 ตัวเลือก เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนเดาคำตอบได้ยาก (จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 5.08)
 - 5) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบว่านักเรียนทำแบบทดสอบได้ถูกผิดมากน้อยเพียงใด โดยการเฉลยคำตอบของแบบสอบให้นักเรียนดูหลังจากสอบเสร็จ (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.39)
 - 6) ครูควรแก้ปัญหาการเดาคำตอบของนักเรียน โดยให้คะแนนคิดลบเมื่อนักเรียนตอบผิด (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.69)

6. การตรวจให้คะแนนจากการวัดผลการเรียนของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบอัตนัย ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 58 คน (ร้อยละ 85.29) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 10 คน (ร้อยละ 14.71) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือ

- 1) ครูต้องเสียเวลามากในการตรวจให้คะแนน (จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 70.00)
- 2) นักเรียนไม่มีคะแนนจากการสอบ เนื่องจากทำแบบทดสอบอัตนัยไม่ได้ จึงส่งกระดาษเปล่า (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00)
- 3) ครูไม่มีความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาโจทย์ ซึ่งทำให้นักเรียนไม่ได้รับความยุติธรรมอย่างเท่าเทียมกัน (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00)

ครูพิสิทธ์ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนี้

- 1) ครูต้องมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ชัดเจน เช่น นักเรียนเลือกวิธีสุตรถูกต้อง แทนคำตอบถูกต้อง ตอบถูกต้อง จะได้คะแนนในแต่ละขั้นตอน ถ้าคำตอบถูกต้องโดยวิธีทำไม่ถูกต้องก็จะไม่ได้คะแนน (จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00)
- 2) ครูควรตรวจให้คะแนนข้อหนึ่ง ๆ ของทุกคนให้เสร็จ เพื่อป้องกันการล่าเหยียดและเพิ่มความเที่ยงในการให้คะแนน (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00)

7. ระเบียบการวัดผลของกระทรวงศึกษาธิการ มีส่วนทำให้นักเรียนส่วนหนึ่งขาดความสนใจในการเรียน ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 12 คน (ร้อยละ 17.65) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 56 คน (ร้อยละ 82.35) โดยลักษณะของปัญหาที่พบคือ ระบบที่ทำให้นักเรียนที่สอบไม่ผ่านได้เกรด "0" แล้วสอบแก้ตัวจนกว่าจะผ่าน ทำให้นักเรียนไม่ตั้งใจเรียน ไม่เอาใจใส่ ขาดความรับผิดชอบในการเรียน และขาดระเบียบวินัย เนื่องจากคิดว่าสอบไม่ผ่านก็สามารถสอบแก้ตัวได้จนกว่าจะผ่าน

ครูพิสิทธ์ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว คือให้กระทรวงศึกษาธิการออกระเบียบการประเมินผลใหม่ โดยให้นักเรียนที่สอบไม่ผ่านต้องเรียนซ้ำชั้น จะทำให้นักเรียนต้องรับผิดชอบและเอาใจใส่การเรียนมากขึ้น

8. การสอบแก้ตัวโดยใช้แบบทดสอบปรนัยที่ไม่สามารถบอกได้ว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องใด หรือสามารถแก้ไขข้อบกพร่องที่เคยมีได้แล้วหรือไม่ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 9 คน (ร้อยละ 13.24) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 59 คน (ร้อยละ 86.76) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือ

1) ครูต้องใช้แบบทดสอบปรนัยชุดเดิมที่เคยใช้สอบมาแล้วตอนปลายภาค ให้นักเรียนสอบแก้ตัว เนื่องจากครูออกแบบทดสอบชุดใหม่ไม่ทัน เพราะต้องรีบส่งผลการสอบแก้ตัวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ต้องจบการศึกษาในเวลาที่กำหนด (จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 69.49)

2) นักเรียนเดาคำตอบโดยเปลี่ยนตัวเลือกไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะถูก เนื่องจากสามารถสอบแก้ตัวได้หลายครั้ง (จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 30.51)

ครูพิสิทธ์ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนี้

1) ครูควรใช้แบบทดสอบปรนัยชุดเดิม โดยเลือกข้อที่เป็นการคำนวณให้นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหาโจทย์ (จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 62.71)

2) ครูควรใช้แบบทดสอบอัตนัย เพื่อวิเคราะห์หาข้อบกพร่องเช่น ความบกพร่องในความเข้าใจเนื้อหา ความบกพร่องในการแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียน และหาวิธีแก้ไขข้อบกพร่องนั้น ๆ (จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 33.90)

3) ครูควรใช้แบบทดสอบที่เป็นการวัดระดับสูง เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า มากกว่าแบบทดสอบที่วัดเพียงความรู้ ความจำและความเข้าใจ เพื่อรู้ว่ามีนักเรียนบกพร่องในเรื่องใดและหาแนวทางแก้ไขให้ถูกต้อง (จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.39)

9. การสอนเสริมหรือสอบซ่อมในช่วงโมงซ่อมเสริมที่มีในตารางเรียนเพียง 1 คาบต่อสัปดาห์ ครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า ไม่มีปัญหา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 11.76) ส่วนครูพิสิทธ์ที่มีความเห็นว่า มีปัญหา จำนวน 60 คน (ร้อยละ 88.24) โดยลักษณะของปัญหาที่พบ คือ

1) ครูสอนโดยเน้นแก้ไขข้อบกพร่องที่พบในนักเรียนส่วนใหญ่ แต่ละเลขที่จะแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล (จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 35.00)

2) ครูต้องสอบซ่อมให้นักเรียนนอกเวลาเรียน เนื่องจากทางโรงเรียนไม่ได้จัดให้มีคาบซ่อมเสริม ทำให้ครูต้องใช้เวลามากขึ้น (จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 23.33)

3) นักเรียนที่เรียนอ่อนมักสอบไม่ผ่านรายวิชาต่าง ๆ หลายรายวิชา จึงต้องใช้เวลานอกเวลาเรียนนอกเหนือจากชั่วโมงขอม เสริมจัดสอบแก้ตัวให้นักเรียน ทำให้ครูต้องใช้เวลามากขึ้น (จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00)

4) ครูต้องสอนซ่อมให้นักเรียนที่สอบไม่ผ่าน และสอนเสริมให้กับนักเรียนที่มีความสามารถทางด้านวิชาการวิชาฟิสิกส์ในเวลาเดียวกัน ทำให้การดำเนินการสอนเป็นไปด้วยความยากลำบาก (จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33)

5) โรงเรียนไม่สามารถจัดให้นักเรียนได้เรียนซ่อมเสริมพร้อมกันทั้งระดับชั้นหรือทั้งโรงเรียนได้ เนื่องจากมีห้องเรียนไม่เพียงพอ (จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 8.34)

ครูฟิสิกส์ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว คือ ครูควรสอนเสริมและสอนซ่อมให้นักเรียนในช่วงนอกเวลาเรียน

จากผลการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาคำถาม การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผล พบว่า ประเด็นปัญหาที่ครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่ามีปัญหา ได้แก่

1. การสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพดี
2. การเลือกชนิดของแบบทดสอบให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่จะวัด
3. การตรวจให้คะแนนจากการวัดผลการเรียนของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบอัตนัย

ส่วนประเด็นที่ครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่ามีปัญหา ได้แก่

1. การประเมินผลก่อนเรียน เพื่อศึกษาความรู้พื้นฐานของผู้เรียนในเวลาอันจำกัด
2. การใช้แบบทดสอบอัตนัย ซึ่งจะช่วยให้มองเห็นกระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาของนักเรียนให้ชัดเจนขึ้นในการสอบแต่ละครั้งได้น้อยหรือไม่ได้เลย
3. การเดาแบบทดสอบปรนัย ซึ่งนักเรียนจะใช้การเดาคำตอบมากกว่าที่จะใช้ความคิดและเหตุผล
4. ระเบียบการวัดผลของกระทรวงศึกษาธิการ มีส่วนทำให้นักเรียนส่วนหนึ่งขาดความสนใจในการเรียน

5. การสอบแก้ตัวโดยใช้แบบทดสอบปรนัย ที่ไม่สามารถบอกได้ว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องใด หรือแก้ไขข้อบกพร่องที่เคยมีได้แล้วหรือไม่

6. การสอนเสริมหรือสอบซ่อมในช่วงชมเสริม ที่มีตามที่หลักสูตรกำหนดเพียง

1. คำต่อสัปดาห์

ครูที่ปรึกษาได้ เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าว สรุปได้ดังนี้

1. ครูควรประเมินผลก่อนเรียนโดยใช้การถามตอบในชั้นเรียน แทนการใช้แบบทดสอบ
2. ครูควรเน้นการใช้แบบทดสอบอัตนัยที่มีหลาย ๆ รูปแบบ เช่น ให้นักเรียนเติมคำตอบ วาดรูป เขียนกราฟ เลือกสูตรที่จะใช้ และให้แสดงวิธีทำ
3. กระทรวงศึกษาธิการควรออกกระเปาะการประเมินผลใหม่ โดยให้นักเรียนที่สอบไม่ผ่านต้องเรียนซ้ำชั้น จะทำให้นักเรียนต้องรับผิดชอบและเอาใจใส่การเรียนมากขึ้น
4. ครูควรสอนเสริมนักเรียนที่มีความสามารถทางการคำนวณวิชาพีชคณิต สอนซ่อมนักเรียนที่เรียนอ่อนและสอบซ่อมนักเรียนที่สอบไม่ผ่าน ในช่วงนอกเวลาเรียนเพิ่มเติมจากชั่วโมงชมเสริมที่ทางโรงเรียนจัดให้

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิด เห็นและข้อ เสนอแนะ เพิ่ม เพิ่ม เกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการ
แก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ

ตารางที่ 6 ความถี่และร้อยละของความคิด เห็นและข้อ เสนอแนะของครูฟิสิกส์ เกี่ยวกับปัญหาและ
แนวทางการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ

ความคิด เห็นและข้อ เสนอแนะ	ความถี่	ร้อยละ
----------------------------	---------	--------

ด้านหลักสูตร

1. ข้อสอบคัดเลือก เข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยหรือสถาบันอุดมศึกษา ควรให้ความสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา และกระบวนการเรียนการสอนตาม หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่พัฒนาขึ้นโดยสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	12	17.65
2. ควรเพิ่มเวลาเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาค เรียนที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน เป็น 5-6 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน เนื่องจากมีเนื้อหา มาก	8	11.76
3. ควรจัดเนื้อหาเรื่องดาราศาสตร์ไว้ในหลักสูตร สำหรับนักเรียน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วย เพราะ เป็นเรื่องที่นักเรียนนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน	5	7.35
4. ควรจัดการเรียนการสอนโดยแยกหน่วยการเรียนเป็น ภาคทฤษฎี 1 หน่วยการเรียน และภาคปฏิบัติ 1 หน่วยการเรียน เพื่อให้ทั้งครูและ นักเรียน เห็นความสำคัญของการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	2	2.94

ด้านเนื้อหา

1. ควรจัด เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ให้ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เช่น	27	39.71
- ควรจัดคำให้เรียน เรื่องการกระจัดและความ เร็วของการเคลื่อน ที่ ก่อนที่จะเรียน เรื่องการกระจัดของคลื่นและความ เร็วคลื่น		
- ควรจัดคำให้เรียน เรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลม ก่อนที่จะ เรียน เรื่องการเคลื่อนที่ของอี เล็กตรอนในสนามแม่เหล็ก		

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ความคิด เห็นและข้อ เสนอแนะ	ความถี่	ร้อยละ
<ul style="list-style-type: none"> - ควรจัดให้เรียน เรื่องการ เคลื่อนที่แบบโพรง เจกโดล ก่อนที่จะเรียน เรื่องการ เคลื่อนที่ของอิ เล็กตรอนในสนามไฟฟ้า - ควรจัดให้เรียน เรื่องคลื่น ก่อนที่จะเรียน เรื่องแสง เพราะแสงก็เป็นคลื่นชนิดหนึ่ง - ควรจัดให้เรียน เรื่องการแทรกสอด การเลี้ยวเบน การโพลาไรเซชัน และการกระเจิงของแสงใน เรื่องแสง แทนที่จะเรียนในเรื่องไฟฟ้ากระแสสลับ 		
<p>2. ควรจัดให้เรียน เรื่องกลศาสตร์ก่อนเรื่องอื่น ๆ เพราะกลศาสตร์จะเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการเรียน เรื่องอื่น ๆ และควรจัดเนื้อหาเรื่องกลศาสตร์ไว้ต่อเนื่องกัน ไม่ควรแยกเรียนทั้ง 3 ระดับ เพราะฝึกเรียนเรียนไม่ต่อเนื่องกันนักเรียนจึงลืม ทำให้ครูต้องเสียเวลามากในการทบทวน เรื่องที่เรียนมาแล้วก่อนสอน เรื่องที่จะเรียนต่อไป</p>	21	30.88
<p>3. ควรจัดกระจาย เนื้อหาให้เหมาะสม ซึ่งเนื้อหาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นเนื้อหาที่ต้องบรรยายมาก และเป็นเนื้อหาที่ไม่ต่างจากที่นักเรียน เคยเรียนมาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมากนัก แต่ปรากฏเนื้อหาจำนวนมากในภาคเรียนที่ 2 ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ เนื้อหาบางเรื่องต้องสอนความรู้พื้นฐานที่นักเรียนเคยเรียนมาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนจะสอนเรื่องใหม่ จึงต้องใช้เวลามาก</p>	17	25.00
<u>ด้านคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในวิชาฟิสิกส์</u>		
<p>1. ควรมีการจัดสอนความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ที่ใช้ในวิชาฟิสิกส์ให้นักเรียน ก่อนสอน เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เช่น</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - จัด เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่จะใช้ในวิชาฟิสิกส์บรรจุไว้ เป็นบทหนึ่งในหนังสือแบบ เรียนด้วย 	20	29.41

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ความคิด เห็นและข้อ เสนอแนะ	ความถี่	ร้อยละ
- จัดทำหัตถ์เรียน แบบเรียน แบบฝึกหัดทักษะคณิตศาสตร์ที่ใช้ใน วิชาฟิสิกส์ไว้ เป็นคู่มือสำหรับนัก เรียนศึกษา เพิ่ม เติม		
- จัดสอนปรับพื้นฐานคณิตศาสตร์ที่จะใช้ในวิชาฟิสิกส์ให้นัก เรียน ก่อนโดยใช้เวลาในช่วงปิดภาค เรียน		
2. ควรจัดลำดับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องนำมาใช้ในการเรียน วิชาฟิสิกส์ ให้สอดคล้องกับลำดับ เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ <u>ด้านหนังสือแบบ เรียน</u>	15	20.06
1. ควรมีการพิจารณาภาษาที่ใช้ให้สื่อความหมายอย่างชัดเจน เพื่อ ไม่ให้เกิดความสับสน และควรตรวจสอบความถูกต้องของการพิมพ์	9	13.24
2. เนื้อหาที่อธิบายอยู่ในหนังสือแบบเรียน นักเรียนอ่านแล้วเข้าใจ ได้ยาก เนื่องจาก	6	8.82
- บางเรื่องมีแต่สูตรให้นัก เรียน โดยไม่มีการอธิบายที่มาของสูตร เช่น เรื่องไฟฟ้ากระแสสลับ และการเคลื่อนที่แบบหมุน		
- บางเรื่องบรรยายเนื้อหาปิด เยื่อ เกินไป นักเรียนอ่านแล้วไม่รู้ ว่าเนื้อหาส่วนใด เป็นมโนทัศน์ที่สำคัญ		
3. ควรมีการกำหนดการใช้ตัวสะกดของศัพท์ เทคนิคให้ตรงตามหลัก พจนานุกรม และเผยแพร่ให้ครูได้ เข้าใจคำที่ เขียนถูกต้องหรือ เป็นที่ยอมรับ อย่างทั่วถึง เนื่องจากปัจจุบันมีหนังสือคู่มือที่ใช้ประกอบการ เรียนการสอน หลายเล่มที่ใช้ตัวสะกดของคำศัพท์ เทคนิคที่ไม่ตรงกัน ทำให้นัก เรียน เกิดความสับสน เช่น นักเรียนไม่ เข้าใจว่าทฤษฎีของบอร์และทฤษฎี ของโบร์ คือ เรื่องเดียวกัน	4	5.88
4. ควรมีเอกสารหรือหนังสือประกอบการเรียนการสอน เกี่ยวกับการ นำความรู้ทางฟิสิกส์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันของ เนื้อหาแต่ละ เรื่อง ให้นัก เรียนได้ศึกษาค้นคว้า เพิ่ม เติมด้วยตนเอง นอกเหนือจากที่เรียนในชั้นเรียน	2	2.94

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ความคิด เห็นและข้อ เสนอแนะ	ความถี่	ร้อยละ
ด้านสื่อการเรียนการสอน		
1. ควรได้พัฒนาอุปกรณ์การทดลองให้มีคุณภาพดีขึ้น เนื่องจากอุปกรณ์บางชุดชำรุดง่าย มีผลให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนมาก เช่น การทดลองเรื่องแสง กล้องแสงที่มีช่องแสงใหญ่เกินไปจะทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้มาก และยังเป็นภาระให้ครูต้องซ่อมแซมอยู่เสมอ	10	14.70
2. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควร ผลัดสื่อการเรียนการสอนให้มีจำนวนมาก หลาก ๆ เรื่อง หลาก ๆ รูปแบบ เพื่อครูเลือกใช้ได้สะดวกและ เหมาะสม และจะช่วยให้เด็ก เรียนมองภาพพจน์ใน เรื่องที่ เรียนได้ดีขึ้น	5	7.35
3. ควรจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการผลิต การใช้ การซ่อมแซมและการบำรุงรักษาสื่อการเรียนแก่ครู เช่น การอบรมเกี่ยวกับการจัดทำแผ่นใส ประกอบการสอน หรือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	1	1.47
ด้านครูและนักเรียน		
ปัญหาเกี่ยวกับครู		
1. ควรแก้ปัญหาการขาดแคลนครูฟิสิกส์ เนื่องจากปัจจุบันครูฟิสิกส์แต่ละคนต้องรับภาระมาก ทั้งจำนวนชั่วโมงสอนที่มากและต้องสอนหลายวิชา จึงไม่มีเวลาในการเตรียมความพร้อมในการสอน เท่าที่ควร	9	13.24
2. ครูควรได้รับการอบรมเพิ่ม เต็มทั้งใน เรื่องการใช้หลักสูตร วิธีสอน เทคนิคการสอนและความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์อยู่เสมอ	5	7.35
3. ควรจัดจำนวนนักเรียนต่อหนึ่งห้อง เรียนให้ เหมาะสม เนื่องจากจำนวนนักเรียนต่อหนึ่งห้อง เรียนที่มากเกินไป ทำให้ครูดูแลนักเรียนได้ไม่ทั่วถึง และยัง เป็นอุปสรรคในการ จัดให้นักเรียน ทำการทดลอง ปัจจุบัน บางโรงเรียนมีจำนวนนักเรียนมากถึง 55-60 คนต่อหนึ่งห้องเรียน อันเป็นอุปสรรคต่อการจัดการ เรียนการสอนที่ เป็นวิธีการสืบสอบ	3	4.41

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ความคิด เห็นและข้อ เสนอแนะ	ความถี่	ร้อยละ
<u>ปัญหาเกี่ยวกับนักเรียน</u>		
1. ควรได้คัดเลือกนักเรียนที่มีความสนใจและความพร้อมในการเข้ามาเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะถ้านักเรียนไม่มีเป้าหมายว่าเรียนแล้วจะนำไปใช้ประโยชน์อะไร เช่น ไม่ได้ตั้งใจจะไปเรียนต่อในระดับสูงทางชั้นสายวิทยาศาสตร์ นักเรียนจึงไม่เอาใจใส่การเรียนเท่าที่ควร มีผลทำให้บรรยากาศในห้องเรียนไม่ดีไปด้วย	10	14.71
2. ควรมีนโยบายให้นักเรียนทุกคนต้องทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เช่น ในการเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 3 ปีการศึกษานี้ นักเรียนควรต้องทำโครงงานอย่างน้อย 1 โครงงาน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3	4.41
3. นักเรียนที่ไปเรียนเพิ่ม เติมจากโรงเรียนกวดวิชาหรือโรงเรียนสอนพิเศษ มีส่วนทำให้เกิดผลกระทบต่อการเรียนการสอนในชั้นเรียน เช่น <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ผิดมากจากโรงเรียนกวดวิชา เป็นปัญหาที่ครูต้องมาแก้ไขให้ - โรงเรียนกวดวิชามักสอน เกินหลักสูตร นักเรียนก็จะนำมาเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนในโรงเรียน ทำให้เด็กเรียนสับสนและไม่สนใจการเรียนในชั้นเรียน - นักเรียนคุ้นเคยกับการแก้ปัญหาโจทย์โดยไม่ทำตามขั้นตอนที่ถูกต้อง แต่เน้นการหาคำตอบให้ได้โดยเร็วที่สุดและการใช้สูตรลัด ทำให้เด็กเรียนไม่เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาที่แท้จริง 	2	2.94
4. ครูควรจะแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ที่เรียนรูมาตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนที่จะสอน เนื้อหาใหม่ เช่น เรื่องงานและโมเมนต์	1	1.47