บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ และปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยนำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ความเป็นมาของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ฉบับพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)
2. วิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณและวิชาฟิสิกส์ภาคบรรยาย
3. การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ
   - 3.1 กิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ
   - 3.2 การวัดผลและประเมินผลวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ
4. ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
   - 5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

ความเป็นมาของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ฉบับ พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)

หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ใช้อยู่ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทยขณะนี้ คือ หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ซึ่งมีความเป็นมาในการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรวิชาฟิสิกส์มาตามลำดับ โดยเริ่มจากหลักสูตรฉบับพุทธศักราช 2503 ซึ่งเป็นหลักสูตร วิชาฟิสิกส์ที่ประกาศใช้ก่อนหลักสูตรที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพัฒนาขึ้น โดยมีเนื้อหาแบ่งออกเป็น 3 รายวิชา คือ 1) กลศาสตร์ 2) แม่เหล็ก-ไฟฟ้า และ 3) ความร้อน-แสง-เสียง สำหรับการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้ เป็นการสอนภาคปฏิบัติแยกออกจากภาคทฤษฎี วิธีสอนวิชาฟิสิกส์ภาคทฤษฎี

นั้นส่วนใหญ่เป็นการบรรยายและอธิบายตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดซึ่งมักจะเป็นแบบฝึกหัดที่เป็นปัญหาโจทย์ซับซ้อนทางฟิสิกส์ ส่วนภาคปฏิบัติไม่ได้สอนกันอย่างจริงจัง เนื่องจากความไม่พร้อมของอุปกรณ์วิทยาสาตร์ เครื่องมือ รวมทั้งห้องปฏิบัติการ

ต่อมาในปี พ.ศ.2515 ได้มีการจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และได้จัดตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น เพื่อดำเนินการพัฒนาหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ซึ่งได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรวิชาฟิสิกส์มาแล้ว 3 ระยะ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2535)

ระยะที่ 1 (พ.ศ.2515-2521) ได้พัฒนาหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ฉบับ พ.ศ.2519 เป็นหลักสูตรวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ที่กระทรวงศึกษาธิการประกาศใช้ทั่วประเทศในปีการศึกษา 2519 โดยเริ่มใช้ตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.ศ.4) หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นนี้มีลักษณะแตกต่างไปจากหลักสูตรฉบับ พ.ศ.2503 ทั้งด้านเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดผลและประเมินผล รายละเอียดที่สำคัญ ๆ ของหลักสูตรมีดังนี้

จุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ฉบับ พ.ศ.2519 นี้ มุ่งให้ผู้เรียนรู้หลักการและทฤษฎีพื้นฐานทางฟิสิกส์ เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจแนวคิดของฟิสิกส์ยุคใหม่ คือ ฟิสิกส์อะตอมและนิวเคลียส และพัฒนาความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตและวงจำกัดของวิชาฟิสิกส์ และอิทธิพลของวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ตลอดทั้งพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า เพื่อสามารถนำหลักการทางฟิสิกส์บางอย่างไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรฉบับ พ.ศ.2519 นี้ มีลักษณะเป็นวิชาเดียว (Unified Subject) ไม่แยกออกเป็นรายวิชาย่อย เหมือนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ในหลักสูตรฉบับ พ.ศ.2503 สำหรับการทดลองนั้นได้แทรกไว้ในเนื้อหาเป็นการผสมผสานกันไปกับการเรียนภาคทฤษฎี

การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรฉบับ พ.ศ.2519 นี้ มุ่งสอนทั้งเนื้อหาและวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้ทางฟิสิกส์ โดยยึดการนำเสนอแบบใช้การทดลองเป็นหลัก (Experimental Approach) ในการเรียนการสอนนั้นจะใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้และการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการสาธิตหรือการอภิปรายในสิ่งที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นและพร้อมที่จะเรียนรู้ต่อไป หลักสูตรนี้ได้พยายามสำดับเหตุผลและแนะให้นักเรียนคิดหาเหตุผลและหลักความจริงด้วยตนเองและมีโจทย์แบบฝึกหัดจัดไว้ให้ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนคิดโดยนำความรู้ที่เรียนมาไปใช้แก้ปัญหาโจทย์

การวัดผลและประเมินผลตามหลักสูตรฉบับ พ.ศ.2519 นี้ แตกต่างไปจากการวัดผลและประเมินผลตามหลักสูตรฉบับ พ.ศ.2503 คือ นอกจากมีการวัดผลและประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียนด้วยการวัดผลและประเมินผลปลายภาคเรียนแล้ว ยังมีการวัดผลและประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนด้วยการวัดผลและประเมินระหว่างเรียนด้วย

ระยะที่ 2 (พ.ศ.2521-2527) ได้พัฒนาหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ฉบับ พ.ศ.2524 ขึ้น เนื่องจากในปี พ.ศ.2521 กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาจากระบบ 7:3:2 มาเป็นระบบ 6:3:3 ซึ่งในระบบการศึกษาใหม่นี้มีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเพิ่มขึ้นอีก 1 ชั้น เป็นชั้น ม.4 ม.5 และ ม.6 สสวท. จึงได้ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ฉบับ พ.ศ.2524 ขึ้นมา โดยมีการปรับเปลี่ยนและปรับปรุงทั้งในด้านปริมาณเนื้อหาและกิจกรรมที่จัดสอนในแต่ละภาคเรียน รวมทั้งความสอดคล้องเหมาะสมของเนื้อหากับพื้นฐานความรู้และความพร้อมของผู้เรียน เพราะอายุของนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 น้อยกว่าเดิม 1 ปี กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรนี้ทั่วประเทศในปีการศึกษา 2524 โดยเริ่มใช้ตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) รายละเอียดที่สำคัญ ๆ ของหลักสูตรมีดังนี้

จุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ฉบับ พ.ศ.2524 นี้ ส่วนใหญ่เหมือนกับจุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ฉบับ พ.ศ.2519 แต่มีการเน้นในเรื่องบทบาทของฟิสิกส์ต่อการพัฒนาเทคโนโลยีมากขึ้น

เนื้อหาในหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรฉบับ พ.ศ.2524 นี้ ยังคงมีลักษณะเหมือนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรฉบับ พ.ศ.2519 คือจัดวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาเดียวและแบ่งออกเป็นตอนหรือเล่มเพื่อสะดวกในการสอนในแต่ละภาคเรียน โดยแบ่งออกเป็น 6 รายวิชา ๆ ละ 2 หน่วยการเรียน ใช้เวลาสอนสัปดาห์ละ 4 คาบ เนื่องจากนักเรียนมีเวลาเรียนมากกว่าเดิมอีก 1 ปี จึงเพิ่มเนื้อหาเข้าไปอีก 2 บทจากเนื้อหาในหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ฉบับ พ.ศ.2519 คือ เรื่อง สมบัติของของเหลวและของแข็งและฟิสิกส์กับเทคโนโลยี

การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรฉบับ พ.ศ.2524 นี้ยังคงเป็นการทดลองเป็นหลักเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรฉบับ พ.ศ.2519 แต่เน้นให้นักเรียนได้ทำการทดลองก่อนการศึกษาหลักการ และทฤษฎี เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ ทำให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงหรือหลักการทางฟิสิกส์ด้วยตนเอง ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการสอนได้แทรกคำถามเข้าไปให้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อนการทดลองเพื่อให้

นักเรียนตั้งสมมติฐาน และคำถามท้ายการทดลอง เพื่อให้นักเรียนคิดหาเหตุผลและอภิปรายผลจากการทดลอง นอกจากนี้ยังได้สอดแทรกเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงให้มากขึ้น

การวัดผลและประเมินผลตามหลักสูตรฉบับ พ.ศ.2524 นี้ ยังคงใช้การวัดผลและประเมินผลเหมือนกับการวัดผลและประเมินตามหลักสูตรฉบับ พ.ศ.2519 ที่มีการวัดผลและประเมินผลทั้งเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนและเพื่อตัดสินผลการเรียน โดยจัดประเมินผลเป็นรายวิชาและคิดเป็นหน่วยการเรียน นอกจากนี้ยังได้มีการเสนอตัวอย่างข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนการสอน เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพด้วยตนเอง

ระยะที่ 3 (พ.ศ.2528-ปัจจุบัน) ได้พัฒนาหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ฉบับพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดทำแผนดำเนินงานให้สอดคล้องกับนโยบายและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ การดำเนินการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรนี้ เน้นในเรื่องของการสอดแทรกเทคโนโลยีเข้าไปในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ทั้งด้านเนื้อหาและกิจกรรมที่เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน สภาพท้องถิ่นและการพัฒนาประเทศ

ในปี พ.ศ.2533 กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตรทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นหลักสูตรฉบับ พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) โดยลดจำนวนคาบวิชาบังคับลงและเพิ่มจำนวนคาบของวิชาเลือกเสรีให้มากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนรายวิชาต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางและมีโอกาสเลือกทำกิจกรรมได้ตามความถนัดและความสนใจของตนมากขึ้น กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรนี้ทั่วประเทศในปีการศึกษา 2534 โดยเริ่มใช้ตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) รายละเอียดที่สำคัญ ๆ ของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ฉบับนี้มีดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2534)

จุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์

จุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ พ.ศ.2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) มีดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หลักการ กฎและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์

2. เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี

3. เพื่อให้เข้าใจและยอมรับในขอบเขตของข้อมูลที่ได้ว่า ขึ้นกับขีดความสามารถของเครื่องวัด

4. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้า และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. เพื่อให้สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิดและเชิงการปฏิบัติ

6. เพื่อให้มีความสนใจใฝ่รู้ใน เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์

7. เพื่อให้มีความใจกว้าง คิดและปฏิบัติอย่างมีเหตุผล

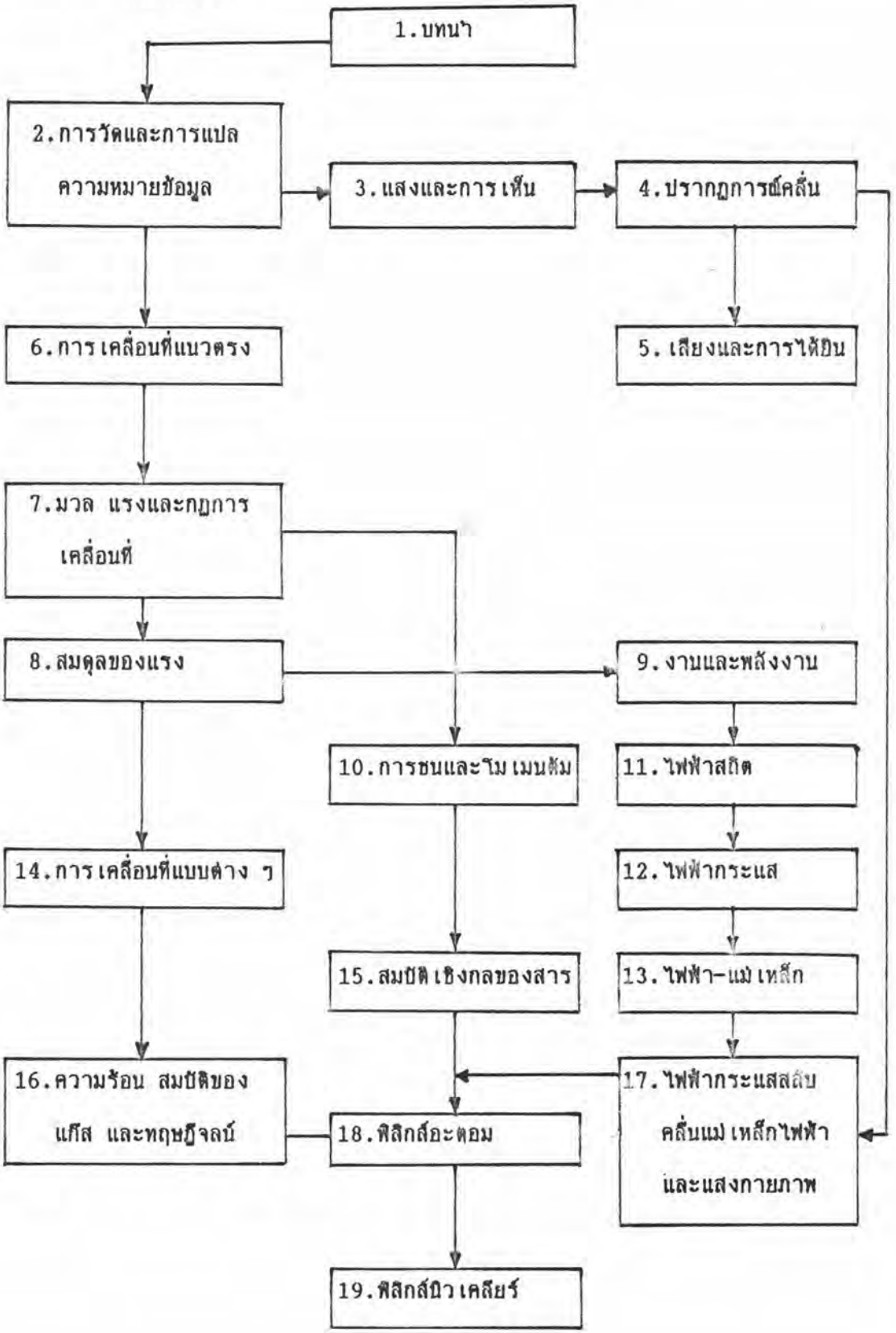
8. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ

9. เพื่อให้ตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

<u>โครงสร้างและลักษณะทั่วไปของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์</u>

หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่ที่ประกอบด้วย 6 รายวิชา จัดเป็นวิชาบังคับเลือก 1 รายวิชา คือ ว 421 และเป็นรายวิชาเลือกเสรีอีก 5 รายวิชา คือ ว 021, ว 022, ว 023, ว 024 และ ว 025 แต่ละรายวิชาคิดเป็น 2 หน่วยการเรียน โดยรายวิชาที่เรียนก่อนจะเป็นพื้นฐานของการเรียนในรายวิชาที่เรียนตามมาตามลำดับ ซึ่งจัดให้เรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน สำหรับโครงสร้างลำดับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรนี้ แสดงไว้ดังแผนภาพที่ 1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2534)

แผนภาพที่ 1 โครงสร้างลำดับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ตามหลักสูตรฉบับ พ.ศ.2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)



โดยแต่ละรายวิชาจะมีคำอธิบายรายวิชาพอสังเขปดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2533)

วิชาบังคับเลือก

รายวิชา พิสิกส์ ว 421 เวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน
จำนวน 2 หน่วยการเรียน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาธรรมชาติและขอบเขตของวิชาฟิสิกส์ ธรรมชาติของการวัด ความผิดพลาดในการวัดและฝึกปฏิบัติการเบื้องต้นเกี่ยวกับการวัด

ศึกษาหลักการพื้นฐานของแสงและปรากฏการณ์คลื่นในเรื่อง ธรรมชาติของแสงและสมบัติของแสง เชิงเรขาคณิตของแสง หลักการของทัศนอุปกรณ์บางชนิด ทฤษฎีการรับรู้สีของนัยน์ตาคน สมบัติพื้นฐานของคลื่น และการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับคลื่น รวมทั้งฝึกปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้มีความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับแสงและปรากฏการณ์คลื่น

วิชาเลือกเสรี

รายวิชา พิสิกส์ ว 021 เวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน
จำนวน 2 หน่วยการเรียน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการพื้นฐานของเสียงและการเคลื่อนที่ของวัตถุในเรื่อง ธรรมชาติของเสียง สมบัติของคลื่นเสียง เรโซแนนซ์ของเสียงและเครื่องดนตรี หูและการได้ยินของมนุษย์ความเข้มของเสียงและมลภาวะของเสียง ปรากฏการณ์ดอพเพลอร์และคลื่นกระแทก วิธีการบอกตำแหน่งวัตถุและวิธีการบอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล รวมทั้งฝึกปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้มีความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับเสียงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ

รายวิชา พิสิกส์ ว 022 เวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน
จำนวน 2 หน่วยการเรียน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการพื้นฐานของสถิตยศาสตร์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมในเรื่อง สมดุลของแรงและเงื่อนไขที่ทำให้เกิดสมดุล การหาค่างาน พลังงานจลน์และพลังงานศักย์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงานกลและประสิทธิภาพของเครื่องกล การชนกันของวัตถุและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม รวมทั้งฝึกปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้มีความเข้าใจทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับสถิตยศาสตร์ การอนุรักษ์พลังงานและการอนุรักษ์โมเมนตัม

รายวิชา พิสิกส์ ว 023 เวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน
จำนวน 2 หน่วยการเรียน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการพื้นฐานของไฟฟ้าและแม่เหล็กในเรื่อง กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้าและความจุไฟฟ้า กฎของโอห์ม สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง การหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก หลักการของแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการของมอเตอร์ รวมทั้งฝึกปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้มีความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับไฟฟ้าและแม่เหล็ก

รายวิชา พิสิกส์ ว 024 เวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน
จำนวน 2 หน่วยการเรียน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการพื้นฐานของจลนพลศาสตร์ ทฤษฎีจลน์ของแก๊สและสมบัติของสสารเนื้อแน่นในเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แนววงกลม การเคลื่อนที่ฮาร์มอนิกอย่างง่าย การเคลื่อนที่แบบหมุน ทฤษฎีจลน์ของแก๊สและการนำไปอธิบายสมการสถานะของแก๊ส หลักการวัดความดันในของไหลและกฎของพาสคัล แรงลอยตัวและหลักการของอาร์คีเมดีส แรง

กระทำต่อวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ในของไหล ความยืดหยุ่นของของแข็ง รวมทั้งฝึกปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้มีความเข้าใจทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับจลนพลศาสตร์ ทฤษฎีจลน์ของก๊าซและสมบัติของสสารเบื้องต้น

รายวิชา พิสิกส์ ว 025 เวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน

จำนวน 2 หน่วยการเรียน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการพื้นฐานของไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พิสิกส์อะตอมและพิสิกส์นิวเคลียร์ในเรื่อง กฎการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์และกฎของเลนส์ หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า วงจรพื้นฐานของไฟฟ้ากระแสสลับ การแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง แนวคิดทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์และการทดลองของเฮิรตซ์ สเปกตรัม คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประวัติการค้นพบอิเล็กตรอน แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมและแนวคิดพื้นฐานของกลศาสตร์ควอนตัม ปรากฏการณ์กัมมันตภาพรังสี ปฏิกิริยานิวเคลียร์ การป้องกันอันตรายและการใช้ประโยชน์จากกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์รวมทั้งการฝึกปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้มีความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พิสิกส์อะตอมและพิสิกส์นิวเคลียร์

เนื่องจากหลักสูตรวิชาพิสิกส์ เป็นหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่ต้องการเรียนเป็นหนักไปทางวิทยาศาสตร์ จึงได้รวบรวมความรู้ แนวคิด และกระบวนการที่เป็นพื้นฐานอันสำคัญของวิชาพิสิกส์ไว้ทั้งหมด โดยจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับอายุในแต่ละชั้นและเป็นลำดับตามหลักเหตุและผล นักเรียนที่มุ่งศึกษาต่อทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปจึงควรเรียนวิชาพิสิกส์ทั้ง 6 รายวิชา สำหรับลักษณะสำคัญของหลักสูตรวิชาพิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่นี้ยังคงเป็นการผสมผสานระหว่างเนื้อหาความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ และการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งในเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติและมุ่งเน้นให้เห็นคุณค่าในด้านการนำไปใช้ในเทคโนโลยีใหม่ ๆ มากขึ้น ส่วนเนื้อหาความรู้และกระบวนการที่เป็นพื้นฐานของวิชาพิสิกส์ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 นี้ ในภาพรวมแล้วแตกต่างจากหลักสูตรฉบับ

พ.ศ.2524 ไม่มากนัก โดยมีการเพิ่มและลดเนื้อหาบางส่วน อย่างไรก็ตามถ้าพิจารณาในเชิงของการนำเสนอเนื้อหาแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากหลักสูตรเดิมค่อนข้างมาก เพราะมีการจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหาวิชาเปลี่ยนไปจากเดิมเพื่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งแนวในการปรับปรุงเนื้อหาในหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ พ.ศ.2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) นี้คือ

1. ปรับลดปริมาณเนื้อหาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเพิ่มปริมาณเนื้อหาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้แก่ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ไฟฟ้ากระแสสลับ และอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

2. กระจายเนื้อหาเชิงกลศาสตร์ใหม่ให้มีเรียนทุกระดับชั้น และนำเรื่องการวิเคราะห์เชิงเวกเตอร์จากระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปไว้ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 และมัธยมศึกษาปีที่ 6

3. ปรับหัวข้อปรากฏการณ์คลื่น โดยเน้นในเชิงปรากฏการณ์มากกว่าการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ และนำไปไว้ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. นำหัวข้อแสงเชิงเรขาคณิตจากระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไปไว้ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเน้นศึกษาสมบัติของแสงจากปฏิบัติการ

5. นำหัวข้อแสงเชิงฟิสิกส์ไปไว้ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 รวมกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

6. นำหัวข้อเสียงจากระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไปไว้ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเน้นศึกษาสมบัติของเสียงจากปฏิบัติการ

7. ตัดการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์บางเรื่องที่ยังไม่จำเป็นต้องเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายออก เช่นการคำนวณในเรื่องต่อไปนี้ คือ เรื่อง เลนส์ ระดับความเข้มของเสียง และอัตราเร็วของโมเลกุลของแก๊ส

<u>การจัดการเรียนการสอน</u>

การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรฉบับนี้ให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ผู้สอนสามารถใช้วิธีสอนได้หลายวิธี เช่น การบรรยาย การอภิปราย การทดลอง การสาธิต การแบ่งกลุ่มค้นคว้า เป็นต้น แต่วิธีสอนที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอไว้นั้น เน้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ที่จัดให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน และครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงและหลักการทางฟิสิกส์ด้วยตนเอง ซึ่งวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์นั้น ประกอบไปด้วยขั้นตอนที่สำคัญคือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลองหรือ

สาธิต และการอภิปรายหลังการทดลอง นอกจากนี้ผู้สอนยังสามารถใช้เทคนิคการใช้คำถามประกอบในขั้นการอภิปรายก่อนและหลังการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้คิดและ[illegible]หลักการทางฟิสิกส์ขึ้นจากประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนโดยตรง

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผลและประเมินผลวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรฉบับนี้ จัดให้มีการวัดผลและประเมินผลเป็นรายวิชา โดยคิดเป็นหน่วยการเรียน ผู้สอนต้องวัดผลและประเมินผลการเรียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยวิธีที่ใช้ในการวัดผล ได้แก่ การวัดด้วยแบบทดสอบ การสังเกตจากการปฏิบัติการทดลองและความสนใจในการเรียน สำหรับการประเมินผลสามารถแบ่งตามจุดประสงค์ของการประเมินผลได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน โดยจัดประเมินผลได้ 3 ส่วนคือ

1.1 การประเมินผลก่อนเรียน เพื่อศึกษาความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

1.2 การประเมินระหว่างเรียนเป็นระยะ ๆ เพื่อศึกษาผลการเรียน และจัดการสอนซ่อมเสริม

1.3 การประเมินผลระหว่างภาคเรียน ให้วัดผลและประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และวัดผลและประเมินผลให้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน คือด้าน พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย

2. การประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน โดยดำเนินการวัดผลและประเมินผลปลายภาคเรียน เพื่อตรวจสอบผลการเรียนทั้งรายวิชา

วิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณและฟิสิกส์ภาคบรรยาย

หลักสูตรวิชาฟิสิกส์นั้น โดยทั่วไปแล้วเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณและวิชาฟิสิกส์ภาคบรรยาย มีลักษณะบางประการที่แตกต่างกัน แต่ไม่สามารถแบ่งแยกได้ชัดเจน เนื่องจากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ทั้งสองส่วนนั้นยังคงมีความสัมพันธ์ควบคู่กันไป โดยความแตกต่างของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณและวิชาฟิสิกส์ภาคบรรยาย สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

ความหมายของวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณและวิชาฟิสิกส์ภาคบรรยาย

ตามพจนานุกรม ฉบับเฉลิมพระเกียรติ พุทธศักราช 2530 ได้กล่าวถึงความหมายของคำว่า การคำนวณ และ คำว่า การบรรยาย ไว้ดังนี้

การคำนวณ หมายถึง การกะประมาณ หรือคิดหาผลลัพธ์โดยวิธีเลข

การบรรยาย หมายถึง การชี้แจง การอธิบาย การเล่าเรื่อง

ตามพจนานุกรม ฉบับ Webster's New Twentieth Century Dictionary ได้กล่าวถึงความหมายของคำว่า การคำนวณ (Computation) และคำว่า การบรรยาย (Lecture) ไว้ดังนี้

การคำนวณ หมายถึง การกระทำโดยการคิดคำนวณ การนับ การคาดคะเน หรือการประมาณค่า

การบรรยาย หมายถึง การพูดหรือแจ้งให้ทราบ หรือการสนทนา

กล่าวโดยสรุปแล้ว วิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ หมายถึง เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ในส่วนที่ต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นพื้นฐาน ทั้งในส่วนที่เป็นการอธิบายมโนทัศน์และส่วนที่เป็นปัญหาโจทย์ที่ต้องคำนวณ ส่วนวิชาฟิสิกส์ภาคบรรยายนั้น หมายถึง เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ในส่วนที่ไม่ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการอธิบาย

<u>ลักษณะของวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณและวิชาฟิสิกส์ภาคบรรยาย</u>

1. <u>ลักษณะของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ</u>

เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนที่เป็นการอธิบายมโนทัศน์ และ 2) ส่วนที่เป็นปัญหาโจทย์ที่ต้องคำนวณ

1) <u>ส่วนที่เป็นการอธิบายมโนทัศน์</u>

สำหรับส่วนที่เป็นการอธิบายมโนทัศน์นั้น มีมโนทัศน์ที่สำคัญจำนวนมากที่ต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการอธิบาย โดยส่วนใหญ่จะปรากฏในรูปของนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีที่เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบาย เช่น มโนทัศน์เรื่องอัตราเร็ว ที่มีคำอธิบายว่า อัตราเร็ว คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ต่อหนึ่งหน่วยเวลา สามารถเขียนในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้เป็น $v = \Delta s / \Delta t$ เมื่อ v แทนอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุ Δs แทนระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ และ Δt แทนเวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ ซึ่งต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องสมการและอัตราส่วนในการอธิบายมโนทัศน์นี้ และมโนทัศน์เรื่องกฎของสเนลล์ ที่มีคำอธิบายว่า สำหรับมุมตกกระทบค่าหนึ่ง อัตราส่วนระหว่างไซน์ (sine) ของมุมตกกระทบกับไซน์ (sine) ของมุมหักเห

มีค่าคงตัวเรียกว่า ดรรชนีหักเหของแสง สามารถเขียนในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ ได้เป็น $n = \sin \theta_1 / \sin \theta_2$ เมื่อ n แทนดรรชนีหักเหของแสงในอากาศ θ_1 แทนมุมตกกระทบของแสง และ θ_2 แทนมุมหักเหของแสง ซึ่งต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องสมการ อัตราส่วนและตรีโกณมิติ ในการอธิบายมโนทัศน์นี้

ลักษณะของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ในส่วนที่เป็นการอธิบายมโนทัศน์นี้ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นการกล่าวถึงที่มาของสมการที่แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ซึ่งอธิบายได้โดยการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ สำหรับคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ในการอธิบายในส่วนที่เป็นมโนทัศน์นี้ คือ การสร้างสมการในการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ โดยไม่มีการคิดคำนวณตัวเลข

2) <u>ส่วนที่เป็นปัญหาโจทย์ที่ต้องคำนวณ</u>

สำหรับลักษณะของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ในส่วนที่เป็นปัญหาโจทย์ที่ต้องคำนวณนั้น เป็นการคิดคำนวณแก้ปัญหาโจทย์ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่แสดงถึงปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์จากการนำนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีมาใช้ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้มากในส่วนของการแก้ปัญหาโจทย์นี้ คือ ทักษะในการคิดคำนวณ โดยเฉพาะการคิดคำนวณตัวเลข เช่น โจทย์ปัญหาของมโนทัศน์เรื่องอัตราเร็ว ที่ว่า "รถยนต์คันหนึ่งเคลื่อนที่ได้ทาง 30 กิโลเมตร ในเวลาครึ่งชั่วโมง อัตราเร็วของรถคันนี้มีค่าเท่าใด" คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในโจทย์ปัญหานี้ คือ

ก) ใช้ทักษะการแปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ ทำให้รู้ว่า ระยะทางที่รถเคลื่อนที่ไปได้ คือ Δs มีค่าเท่ากับ 30 กิโลเมตร หรือ 3,000 เมตร และเวลาที่รถใช้ในการเคลื่อนที่ คือ Δt มีค่าเท่ากับ 30 นาที หรือ 1,800 วินาที

ข) ใช้ทักษะการคิดคำนวณตัวเลขโดยการหาร ด้วยการแทนค่าที่ทราบจากโจทย์ในสมการ $v = \Delta s / \Delta t$ ได้เป็น $v = 3,000/1,800 = 16.666$ เมตร/วินาที

ค) ใช้การประมาณค่าคำตอบในการปัดเศษของค่าที่คำนวณได้และตอบได้ว่าอัตราเร็วของรถคันนี้ มีค่าเท่ากับ 16.67 เมตร/วินาที

ง) ใช้ทักษะการเปลี่ยนหน่วยของปริมาณ โดยเปลี่ยนหน่วยของคำตอบจาก 16.67 เมตร/วินาที เป็น 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง

2. ลักษณะของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ภาคบรรยาย

เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ภาคบรรยายนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อหาที่กล่าวถึงความรู้พื้นฐานทั่ว ๆ ไปทางฟิสิกส์หรือเป็นเนื้อหาที่กล่าวถึงการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยไม่ต้องใช้คณิตศาสตร์ในการอธิบายเนื้อหาคือไม่มีการคำนวณ เช่น เรื่องการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ธรรมชาติของเสียง การนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ประโยชน์ เป็นต้น โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่มีอยู่ในหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพัฒนาขึ้น ซึ่งมีทั้งหมด 6 รายวิชา คือ ว 421, ว 021, ว 022, ว 023, ว 024 และ ว 025 ประกอบด้วยเนื้อหา 19 บท จำแนกได้เป็น 144 หัวข้อ ปรากฏว่ามีหัวข้อที่เป็นเนื้อหาภาคคำนวณถึง 102 หัวข้อ และเป็นหัวข้อที่เป็นเนื้อหาภาคบรรยายเพียง 42 หัวข้อ ซึ่งหัวข้อเนื้อหาที่เป็นภาคบรรยายนั้นได้แสดงไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หัวข้อเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่เป็นเนื้อหาภาคบรรยาย ที่ได้จากการวิเคราะห์จากหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา	บทที่	หัวข้อที่	หัวข้อเนื้อหาวิชาฟิสิกส์
ว 421	1	1.1	การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ
		1.2	ความซื่อสัตย์กับการบันทึกข้อมูลทางวิทยาศาสตร์
		1.3	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาอย่างไร
		1.4	ความหมายและขอบเขตของวิชาฟิสิกส์
		1.5	ความสัมพันธ์ระหว่างฟิสิกส์กับศาสตร์สาขาอื่น ๆ
		1.6	ฟิสิกส์และเทคโนโลยี
		1.7	ขอบข่ายของวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
	2	2.1	เครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายวิชา	บทที่	หัวข้อที่	หัวข้อเนื้อหาวิชาฟิสิกส์
	3	3.6	ตาและการมองเห็นสี
		3.7	สี
		3.8	การถนอมสายตา
	4	4.1	คลื่นกล
		4.3	การซ้อนทับของคลื่น
ว 021	5	5.1	ธรรมชาติของเสียง
		5.5	การสั่นพ้องของเสียง
		5.7	ปรากฏการณ์ดอพเพอร์และคลื่นกระแทก
		5.8	การนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ประโยชน์
	6	6.1	ระยะทางของการเคลื่อนที่
	7	7.2	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน
		7.3	มวล
ว 022	8	8.1	สมดุล
		8.9	เสถียรภาพของสมดุล
	9	9.4	พลังงาน
		9.8	การใช้พลังงาน
ว 023	11	11.1	ประจุไฟฟ้า
		11.2	กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า
		11.3	ตัวนำและฉนวน
		11.4	การเหนี่ยวนำไฟฟ้า
		11.10	การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์
	12	12.1	กระแสไฟฟ้า
		12.2	แหล่งกำเนิดไฟฟ้า
		12.3	การนำไฟฟ้า

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายวิชา	บทที่	หัวข้อที่	หัวข้อเนื้อหาวิชาฟิสิกส์
	13	13.7	แกลแวนอมิเตอร์
		13.12	การนำความรู้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ให้เกิดประโยชน์
		13.13	การอนุรักษ์ธรรมชาติกับการผลิตไฟฟ้า
ว 024	16	16.4	แบบจำลองของแก๊ส
		16.7	การใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอธิบาย เรื่องอื่น ๆ
ว 025	17	17.6	สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
	18	18.1	โครงสร้างของสสาร
	19	19.1	การค้นพบกัมมันตภาพรังสี
		19.2	การเปลี่ยนสภาพนิวเคลียส
		19.7	ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

กล่าวโดยสรุปแล้ว ความแตกต่างของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณและภาคบรรยายนั้นสามารถแบ่งแยกได้โดยอาศัยการใช้คณิตศาสตร์ในการอธิบายเนื้อหาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งแยก นั่นคือ เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณจำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการเรียน ซึ่งแตกต่างจากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ภาคบรรยายที่ไม่ต้องใช้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการเรียน

การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ

การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณนั้น แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนที่สำคัญ ๆ คือ 1) กิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ และ 2) การวัดผลและประเมินผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. <u>กิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ</u>

การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ ผู้สอนควรดำเนินการสอนเป็น 3 ด้าน คือ 1) การสอนเพื่อเตรียมความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการเรียนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ 2) การสอนให้นักเรียนเรียนรู้และทำความเข้าใจทฤษฎีและหลักการก่อนสอน

การแก้ปัญหาโจทย์ และ 3) การสอนให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ รายละเอียดของแต่ละด้านเป็นดังนี้

1.1 <u>การสอนเพื่อเตรียมความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการเรียนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ</u>

ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ เนื่องจากต้องใช้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการอธิบายปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ และปัญหาทางฟิสิกส์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจากผลการวิจัยของนักการศึกษาจำนวนมาก พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sharo, 1962; Ackerson, 1965 และ Wallace, 1968) ทักษะคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ (Riban, 1970) และยังพบว่าความสามารถในการนำทักษะการคำนวณไปใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยความสามารถในการนำทักษะการคำนวณไปใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์สามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ (วิภา ภัทรมัย, 2522 และประสานวงศ์ บูรณะพิมพ์ และคณะ, 2534) นอกจากนี้ ศานติศรี อินทุวณิช (2526) ยังได้สำรวจทักษะการคำนวณที่ปรากฏอยู่ในหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 และได้จัดกลุ่มของทักษะการคำนวณที่สำรวจได้ไว้ 11 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ทักษะการบวกเวกเตอร์ การลบเวกเตอร์ และการเขียนรูปแทนเวกเตอร์ (การหาผลบวก ผลต่างของเวกเตอร์โดยใช้รูป)

กลุ่มที่ 2 ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนเต็ม

ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน

ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม

กลุ่มที่ 3 ทักษะการหาค่าเฉลี่ย การประมาณค่า และเลขนัยสำคัญ

กลุ่มที่ 4 ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร เลขยกกำลัง

กลุ่มที่ 5 ทักษะการหาค่ารากที่สอง

กลุ่มที่ 6 ทักษะการใช้สูตรลอการิทึม

กลุ่มที่ 7 ทักษะการสร้างสมการ และการหาค่าจากสมการ (สมการชั้นเดียว 1 ตัวแปร สมการกำลังหนึ่ง สมการกำลังสอง และสมการสองชั้นสองตัวแปร)

กลุ่มที่ 8 ทักษะการหาพื้นที่ และปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิต ได้แก่ รูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม ทรงกลม ทรงกระบอก

กลุ่มที่ 9 ทักษะการใช้ทฤษฎีเรขาคณิต ในเรื่องมุมประชิด เส้นขนาน สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงกับรัศมี ความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีกับเส้นสัมผัส

กลุ่มที่ 10 ทักษะการใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

กลุ่มที่ 11 ทักษะการอ่าน เขียนกราฟ และการคำนวณโดยอาศัยกราฟ การหาค่าความชัน และพื้นที่ใต้กราฟ

จะเห็นได้ว่าพื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์และความสามารถทางด้านทักษะการคำนวณ มีความสำคัญต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นอย่างมาก ดังนั้นผู้สอนวิชาฟิสิกส์จึงควรได้ตรวจสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และทักษะการคำนวณที่ต้องนำมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ถ้าพบว่า นักเรียนขาดความรู้หรือมีข้อบกพร่องเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และทักษะการคำนวณที่จะนำมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ครูควรสอนเพิ่มเติมหรือแก้ไขข้อบกพร่องเรื่องนั้นก่อนที่จะนำความรู้หรือทักษะนั้น ๆ มาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ หรือกล่าวโดยสรุปได้ว่าครูควรเตรียมความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้พร้อมก่อนที่จะเรียนวิชาฟิสิกส์

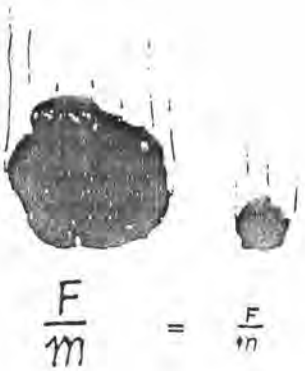
1.2 <u>การสอนให้นักเรียนเรียนรู้และทำความเข้าใจนิยาม พลิกการ กฎและทฤษฎี ก่อนการสอนการแก้ปัญหาโจทย์</u>

การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ประกอบด้วยการเรียนการสอนใน 2 ขั้นตอนที่สำคัญ คือ ในขั้นตอนแรกเป็นการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อน แล้วจึงไปสู่ขั้นที่สองซึ่งเป็นการประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ได้เรียนมาแล้วไปใช้แก้ปัญหา นั่นคือในการเรียนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ นักเรียนควรต้องเข้าใจแนวความคิดหรือมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ก่อนที่จะนำแนวความคิดหรือมโนทัศน์นั้นไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ได้อย่างถูกต้อง (สมนึก บุญพาไสว, 2534)

เนื่องจากวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่แตกต่างจากวิชาอื่น ๆ ตรงที่สามารถใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์อธิบายได้ การสอนโดยใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดกับมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ในการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์นั้น จะใช้สมการสำหรับนำทางในการคิดมากกว่าที่จะใช้เพื่อการคำนวณ (สมนึก บุญพาไสว, 2534) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

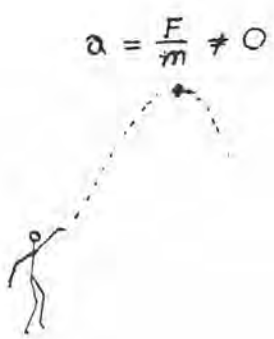
ตัวอย่างที่ 1 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน ซึ่งแสดงด้วยสมการ $F = ma$ สมการนี้สามารถเขียนได้อีกอย่างหนึ่ง คือ $a = F/m$ และใช้อธิบายได้ว่า ทำไมวัตถุที่ตกอย่างอิสระจึง

มีความเร่งเท่ากัน (ดังรูปที่ 1) ไม่ว่าวัตถุจะมีขนาดใหญ่หรือเล็กก็ตาม แรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุจะสอดคล้องกับขนาดของมวลของวัตถุนั้น ในการเรียนการสอนจึงสามารถนำสมการมาใช้อธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ได้ในทำนองนี้



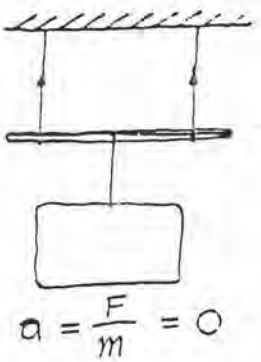
รูปที่ 1 แสดงวัตถุที่ตกอย่างอิสระ

ตัวอย่างที่ 2 พิจารณาการขว้างก้อนหินขึ้นไปในอากาศ (ดังรูปที่ 2) คำถามคือ เมื่อก้อนหินขึ้นไปถึงจุดสูงสุดก้อนหินมีความเร่งหรือไม่ นักเรียนส่วนใหญ่จะมีความสับสนเกี่ยวกับความเร่งและความเร็ว หรืออัตราเร็วอยู่บ่อย ๆ นักเรียนหลายคนอาจจะตอบว่าไม่มีความเร่งหรือความเร่งเท่ากับศูนย์ อย่างไรก็ตามโดยสมการ a = F/m จะช่วยนำความคิดของนักเรียนได้โดยครูถามว่า "มีแรงโน้มถ่วงกระทำบนก้อนหินหรือไม่ ก้อนหินมีมวลหรือไม่" ซึ่งจะทำให้นักเรียนตอบได้ว่ามีความเร่งหรือไม่ ดังนั้นถึงแม้ว่าที่จุดสูงสุด ความเร็วในแนวดิ่งจะมีค่าเป็นศูนย์แต่ความเร่งของก้อนหินจะไม่เป็นศูนย์ และมีค่าเท่ากับอัตราส่วนของแรงโน้มถ่วงต่อมวล



รูปที่ 2 แสดงการขว้างก้อนหินขึ้นไปในอากาศ

ตัวอย่างที่ 3 พิจารณาแรงดึงในเส้นเชือกซึ่งดึงวัตถุ (ดังรูปที่ 3) เมื่อวัตถุมีความเร่งเป็นศูนย์ จากกฎข้อที่สองของนิวตันบอกให้รู้ว่า แรงลัพธ์ที่กระทำบนวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งหมายความว่า แรงดึงขึ้นของเส้นเชือกเท่ากับน้ำหนักของวัตถุหรือแรงที่โลกกระทำต่อวัตถุ และถ้าเชือกแต่ละเส้นรับน้ำหนักของวัตถุเท่า ๆ กัน แรงที่กระทำบนเส้นเชือกแต่ละเส้นจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของน้ำหนักของวัตถุ (ไม่คิดน้ำหนักของคาน)



รูปที่ 3 แสดงแรงดึงในเส้นเชือกที่ดึงวัตถุ

การนำสมการมาอธิบายตามตัวอย่างข้างต้น จะทำให้นักเรียนเห็นว่าสมการทางฟิสิกส์สามารถนำทางความคิดได้อย่างมีความหมาย ไม่ใช่เป็นเพียงสมการที่มีการบวก ลบ คูณและหารปริมาณที่เป็นตัวเลขเท่านั้น แต่เป็นสมการที่มีความหมายด้วย จากงานวิจัยของ Paul Hickman (อ้างถึงใน สมนึก บุญพาไสว, 2534) ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนเกรด 9 และนักเรียนเกรด 10 ซึ่งสอนแบบให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ กับนักเรียนเกรด 12 ซึ่งสอนโดยวิธีที่ใช้กันอยู่ทั่วไป โดยการทดสอบด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกัน พบว่าคะแนนของนักเรียนเกรด 9 และนักเรียนเกรด 10 สูงกว่าคะแนนของนักเรียนเกรด 12 แสดงให้เห็นว่าการสอนให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ จะมีส่วนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนดีด้วย สำหรับการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน ครูจะสามารถสอนนักเรียนได้ในขั้นตอนการประยุกต์ใช้ การสอนโดยวิธีการแก้ปัญหา(Problem solving) ภายหลังการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางฟิสิกส์แล้ว จะช่วยทำให้ปัญหาทางด้านการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์นั้นหมดไป

ดังนั้นการดำเนินการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ผู้สอนจึงควรจะได้สอนให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ทางฟิสิกส์เสียก่อน หลังจากนั้นจึงสอนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ได้เรียนมาในการแก้ปัญหาโจทย์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ทางฟิสิกส์และวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ดี

1.3 การสอนให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์

การเรียนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ นอกจากนักเรียนจะต้องเข้าใจ นิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีทางฟิสิกส์แล้ว นักเรียนยังต้องมีความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ ซึ่ง แอนเดอร์สัน และพินกรี (Anderson and Pingry, 1973) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาไว้ว่า" เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ไข (Solution) หรือหาคำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะทำได้ดีต้องมีกระบวนการที่เหมาะสมโดยใช้ความรู้ประสบการณ์และการตัดสินใจที่ถูกต้อง" ส่วนโจทย์ปัญหาฟิสิกส์นั้น เบลิคอบ (B.S.Belikov, 1989) ได้เสนอไว้ว่า "โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เป็นโจทย์ปัญหาที่ประกอบด้วยปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่มีปริมาณทางฟิสิกส์บางปริมาณที่ทราบค่าและมีบางปริมาณที่ไม่ทราบค่า การแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ มีจุดหมายเพื่อค้นหาหรือสร้าง ความสัมพันธ์ของปริมาณทางฟิสิกส์ที่ไม่ทราบค่านั้น" ดังนั้น โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก็คือ สถานการณ์ของปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ ที่ต้องค้นหาปริมาณที่ไม่ทราบค่าซึ่งเป็นคำตอบของโจทย์ปัญหา

วิธีการค้นหาปริมาณที่ไม่ทราบค่าในปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์มี 2 วิธีการ คือ การค้นหาด้วยการทดลองและการค้นหาโดยใช้ทฤษฎี ดังนั้นเราจึงสามารถจำแนกโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. โจทย์ปัญหาจากการทดลอง คือ โจทย์ปัญหาที่ต้องหาคำตอบที่ต้องการโดยใช้วิธีการวัดจากการทดลอง

2. โจทย์ปัญหาจากทฤษฎี คือ โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับทฤษฎีที่ตรงกับปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ ซึ่งค้นหาปริมาณที่ไม่ทราบค่าและแก้ปัญหาโจทย์โดยไม่ใช้วิธีการวัด แต่ใช้ความรู้จากทฤษฎีในการแก้ปัญหาโจทย์

การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น เป็นการสอนให้นักเรียนวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์จากทฤษฎี ซึ่ง เบลิคอบ (B.S.Belikov, 1989) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ไว้ว่า "การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง กระบวนการสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณทางฟิสิกส์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แล้วค้นหาปริมาณที่ไม่ทราบค่าในความสัมพันธ์นั้น" เนื่องจากโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นการจำลองแนวความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ ทั้งปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงและปรากฏการณ์ที่เป็นการจินตนาการ ดังนั้นเบลิคอบ (B.S.Belikov, 1989) จึงได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโจทย์ไว้ว่า

"ในการแก้ปัญหาโจทย์ควรได้กำหนดเงื่อนไขหรือข้อจำกัดเพิ่มเติมขึ้นมา เพื่อทำให้การแก้ปัญหาโจทย์นั้นง่ายขึ้น" ซึ่งการใช้เงื่อนไขเพื่อทำให้การแก้ปัญหาโจทย์นั้นง่ายขึ้น สามารถแสดงได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

<u>ตัวอย่าง</u> จากการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไตล์ของลูกปืนที่ทำมุม $\alpha = 45^{\circ}$ กับแนวระดับด้วยอัตราเร็วต้น $v_0 = 600$ m/s จงหาระยะทางมากที่สุดในแนวระดับจากการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไตล์นี้ โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศ

โจทย์ปัญหานี้มีเงื่อนไขที่ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อทำให้การแก้ปัญหาโจทย์ง่ายขึ้น คือการไม่คิดแรงต้านของอากาศ แต่ก็ยังมีเงื่อนไขอื่น ๆ อีก ที่จะทำให้การแก้ปัญหาโจทย์นั้นง่ายขึ้น เช่น เงื่อนไขดังต่อไปนี้

ก) ลูกปืนมีตำแหน่งอยู่ใกล้พื้นผิวโลก

ข) ผลจากการเคลื่อนที่ของโลกรอบดวงอาทิตย์ไม่ได้นำมาคิดรวมด้วย

ค) ผลจากการเคลื่อนที่ของโลกรอบแกนหมุนของตัวเองไม่ได้นำมาคิดรวมด้วย

ง) เวกเตอร์ของความเร่งของวัตถุที่ตกแบบเสรี (g) ชี้ในทิศทางเดียวกันในทุกตำแหน่งของทางโคจรของโพรเจกไตล์

จ) สมมติว่าความเร่งของวัตถุที่ตกแบบเสรี (g) คงที่และมีค่าเท่ากับ 9.8 m/s^2

ฉ) ถือว่าวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไตล์มีการเคลื่อนที่ในลักษณะเดียวกับการเคลื่อนที่ของอนุภาค

เงื่อนไขข้อ ข)-ฉ) ทำให้พิจารณาโจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น กล่าวได้ว่า ถ้าเราสมมติว่าโลกเป็นทรงกลม ผลที่เกิดตามมาคือ ความเร่งที่วัตถุตกอย่างอิสระ ณ ตำแหน่งที่ต่างกันของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไตล์ มีทิศทางที่ต่างกัน ทำให้เงื่อนไขในข้อ ง) ไม่สามารถเกิดขึ้นได้และโจทย์ปัญหาจะยุ่งยากมากขึ้น ถ้าเงื่อนไขทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์โดยไม่ถูกละเลยไปบ้าง จะทำให้การแก้โจทย์ปัญหามีความยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น หรือในการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไตล์ มีเงื่อนไขที่สามารถละเลยไปได้ในทุก ๆ โจทย์ปัญหาของเรื่องนี้ เช่น ในความเป็นจริงเป็นที่รู้กันว่าความเร่งของวัตถุที่ตกอย่างอิสระขึ้นอยู่กับระดับความสูงจากผิวโลก เราจึงสมมติว่าความเร่งของวัตถุที่ตกอย่างอิสระ (g) เป็นค่าคงที่และมีค่าเท่ากับ 9.8 m/s^2 เมื่อระดับความสูง h ที่โพรเจกไตล์เคลื่อนที่ขึ้นไปได้มีค่าน้อยมาก (หลายกิโลเมตร) เมื่อเทียบกับรัศมีของโลก (R = 6,400 km)

สำหรับการแก้ปัญหาโจทย์ทั่วไป มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ดังนี้ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2534 และ Banks, 1959)

ขั้นที่ 1 ขั้นวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าส่วนใดของโจทย์คือสิ่งที่ต้องการ ส่วนใดของโจทย์คือสิ่งที่กำหนด หรือสิ่งที่โจทย์ให้มา และวิเคราะห์ว่าโจทย์ปัญหานั้นมีข้อมูลเพียงพอหรือไม่ ข้อมูลใดจำเป็น ข้อใดไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาโจทย์

ขั้นที่ 2 ขั้นหาวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ โดยนักเรียนต้องสามารถวิเคราะห์โจทย์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล ตีความจากโจทย์และแปลงโจทย์เป็นรูป แผนภาพและประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นคิดคำนวณ นักเรียนต้องมีทักษะการคิดคำนวณ มีความแม่นยำ และมีความรอบคอบในการคิดคำนวณ

ขั้นที่ 4 ขั้นพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบ หลังจากที่นักเรียนหาคำตอบได้แล้ว ควรให้นักเรียนรู้จักสังเกต คิดวิเคราะห์ว่าคำตอบที่ได้นั้นมีความเป็นไปได้และสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยพิจารณาเชื่อมโยงกับสิ่งที่โจทย์ให้มา

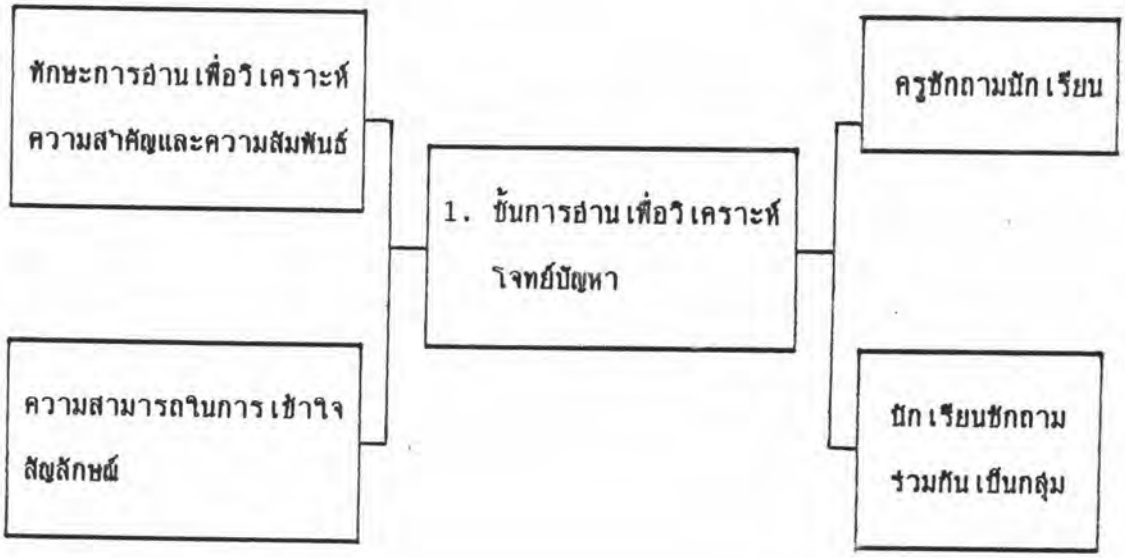
ขั้นที่ 5 ขั้นตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ โดยให้นักเรียนรู้จักตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ 3 วิธี คือ ใช้วิธีการประมาณคำตอบโดยการฝึกให้นักเรียนคิดประมาณคำตอบอย่างคร่าว ๆ ใช้วิธีใหม่ และใช้วิธีเดิม

นอกจากนี้ จรูญ จิยโชค (2531) ยังได้เสนอขั้นตอนในการสอนแก้ปัญหาโจทย์ ดังนี้

1. ขั้นการอ่านเพื่อวิเคราะห์โจทย์ปัญหา
2. ขั้นของการกำหนดทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาโจทย์
3. ขั้นการคิดคำนวณ
4. ขั้นการตรวจสอบคำตอบ

ซึ่งในแต่ละขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอน นักเรียนจะปฏิบัติได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีสมรรถภาพพื้นฐานที่จำเป็นบางประการเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาโจทย์ โดยสรุปเป็นแผนภูมิได้ดังต่อไปนี้

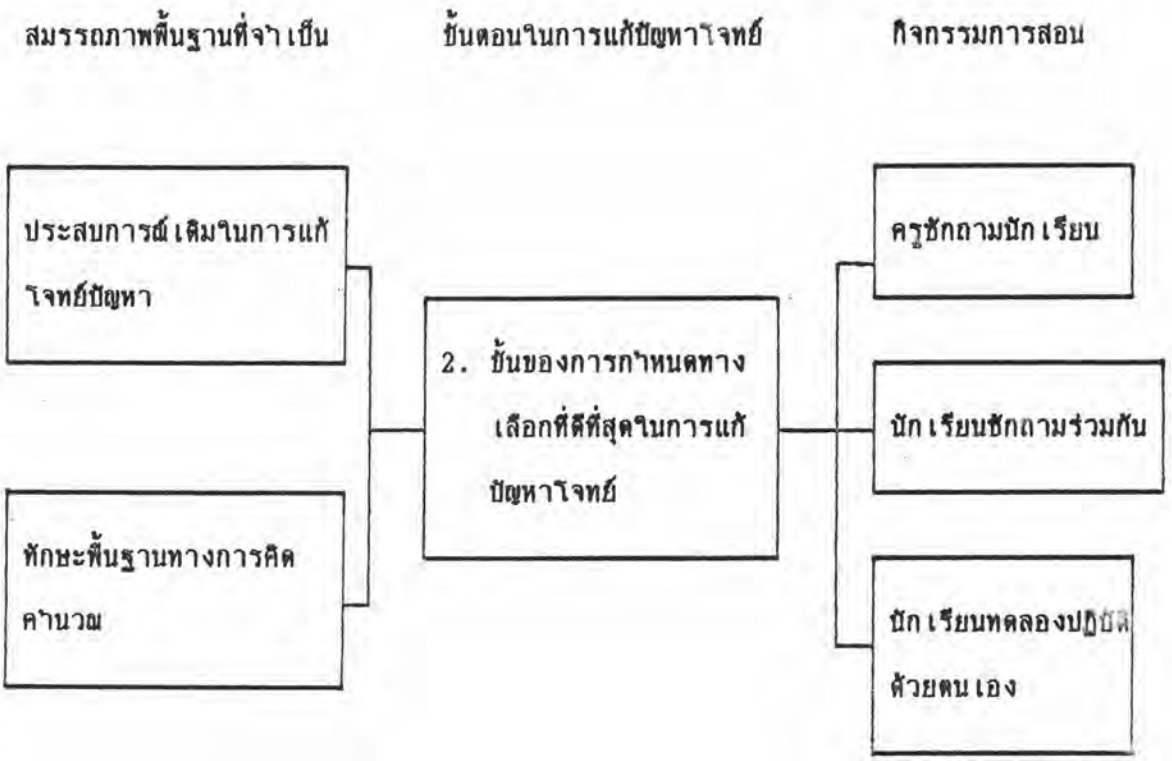
สมรรถภาพพื้นฐานที่จำเป็น ขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ กิจกรรมการสอน



แผนภาพที่ 2 แสดงขั้นการอ่านเพื่อการวิเคราะห์

<u>ตัวอย่างคำถามในขั้นการอ่านเพื่อการวิเคราะห์</u>

- โจทย์ต้องการอะไร
- โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง
- สิ่งที่ต้องให้หาคืออะไร
- ส่วนใดในโจทย์ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน
- ส่วนใดในโจทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบ
- ข้อความตรงไหนที่แสดงให้เห็นว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร
- ในโจทย์ข้อนี้มีอะไรที่จำเป็นต่อการหาคำตอบบ้าง
- ก่อนที่จะได้คำตอบของข้อนี้ต้องหาอะไรก่อน
- โจทย์ข้อนี้มีตอนใดที่สัมพันธ์เกี่ยวข้องกันบ้างและสัมพันธ์กันอย่างไร
- มีข้อความใดที่โจทย์ใส่ลวงไว้โดยไม่เกี่ยวกับการหาคำตอบ
- ลองเล่าโจทย์ข้อนี้ด้วยภาษาของนักเรียนเองว่า โจทย์ต้องการอะไรและกำหนดอะไรมาให้บ้าง

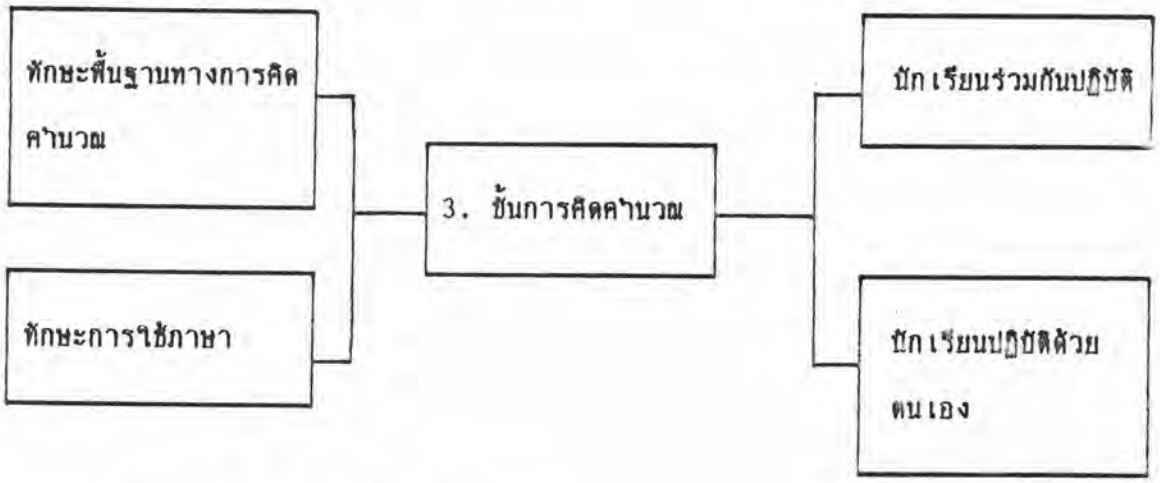


แผนภาพที่ 3 แสดงขั้นของการกำหนดทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาโจทย์

<u>ตัวอย่างคำถามในขั้นของการกำหนดทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาโจทย์</u>

- โจทย์ข้อนั้นต้องทำกี่ขั้นตอน — เขียนขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ข้อนี้เป็นขั้น ๆ
- ต้องทำขั้นใดก่อน/ขั้นใดหลัง
- วิธีทำโจทย์ข้อนี้คล้ายกับที่เคยพบมาบ้างหรือไม่ — นักเรียนเคยพบโจทย์ที่มีลักษณะเช่นนี้หรือไม่/ที่พบทำอย่างไร
- โจทย์ข้อนี้หาคำตอบได้กี่วิธี — ใครมีวิธีทำโจทย์ที่ง่ายและสั้นกว่านี้
- วิธีที่ง่ายและคิดคำตอบได้เร็วที่สุด
- เขียนประโยคสัญลักษณ์ — นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบของโจทย์ข้อนี้

สมรรถภาพพื้นฐานที่จำเป็น ขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ กิจกรรมการสอน

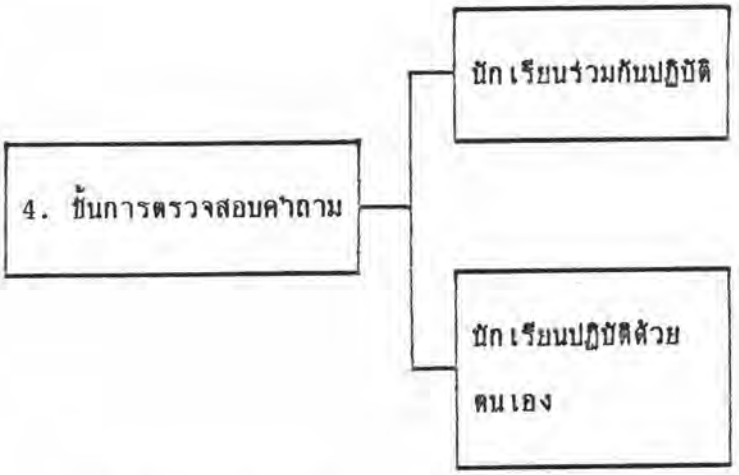


แผนภาพที่ 4 แสดงขั้นการคิดคำนวณ

<u>ตัวอย่างคำถามในขั้นการคิดคำนวณ</u>

- การประมาณคำตอบที่ใกล้เคียง
  - ในโจทย์ข้อนี้น่าจะได้คำตอบอย่างต่ำไม่เกินเท่าไรและอย่างสูงไม่เกินเท่าใด
- การใช้ภาษาที่กระทัดรัด ประกอบการแก้โจทย์ปัญหา
  - ในแต่ละบรรทัดที่คิดจะใช้ข้อความว่าอย่างไร
  - ถ้าจะให้สั้นและได้ใจความจะเขียนข้อความเหล่านี้ใหม่ได้ว่าอย่างไร
  - ในบรรทัดนี้ควรเขียนบรรยายว่าอย่างไร
  - ในแต่ละบรรทัดจะมีหน่วยว่าอย่างไร
  - ลองคิดคำตอบข้อนี้ว่าจะได้คำตอบเท่าไร

สมรรถภาพพื้นฐาน ที่จำเป็น | ขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ | กิจกรรมการสอน



แผนภาพที่ 5 แสดงขั้นการตรวจสอบคำตอบ

ตัวอย่างคำถามในขั้นการตรวจสอบคำตอบ

- การตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ
  - คำตอบที่ได้ใกล้เคียงกับที่ประมาณไว้หรือไม่
  - คำตอบข้อนี้เป็นไปตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดหรือไม่
  - ถ้าจะให้คำตอบของข้อนี้สมบูรณ์จะต้องตอบว่าอย่างไร

การสอนแก้ปัญหาโจทย์นั้น เมื่อครูสอนให้นักเรียนมีสมรรถภาพพื้นฐานที่จำเป็นแล้ว นักเรียนจะสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งจะส่งผลต่อเนื่องถึงความสำเร็จในการแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียนด้วย

วิธีการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์มีขั้นตอนที่มีลักษณะเฉพาะทางฟิสิกส์ ซึ่งแตกต่างไปจากขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ทั่วไป โดยขั้นตอนการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ สามารถแบ่งได้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นตอนทางฟิสิกส์ เริ่มต้นด้วยการทำความเข้าใจกับปริมาณต่างๆ ในโจทย์ปัญหา

I16943648

และสิ้นสุดที่การสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณเหล่านั้นในรูปแบบของสมการ แล้วจึงทำการค้นหาปริมาณที่ไม่ทราบค่า

2. ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ เริ่มต้นด้วยการแก้สมการจนได้รับคำตอบที่เป็นตัวเลข ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ

2.1 การหาคำตอบของโจทย์ปัญหาในรูปทั่วไป ด้วยการแก้สมการจนได้รับคำตอบที่เป็นตัวเลข

2.2 การหาคำตอบที่ใช้ได้สำหรับโจทย์ปัญหานั้น

ในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ถือว่ามีความสำคัญน้อยกว่าขั้นตอนทางฟิสิกส์ แต่ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์นั้นก็ไม่สามารถละทิ้งได้ ทั้งนี้เพราะถ้าการแก้ปัญหาโจทย์ด้วยการแก้สมการ การเปลี่ยนหน่วยใหม่ของการวัดหรือการคิดคำนวณคุณสมบัติต่าง ๆ ผิดไป คำตอบทั้งหมดของโจทย์ปัญหาก็จะผิดไปด้วย และพบว่าคำตอบสุดท้ายของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ได้รับจากการแก้โจทย์ปัญหาจะเชื่อถือได้หรือไม่ยอมขึ้นอยู่กับความถูกต้องของทั้งขั้นตอนทางฟิสิกส์และขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

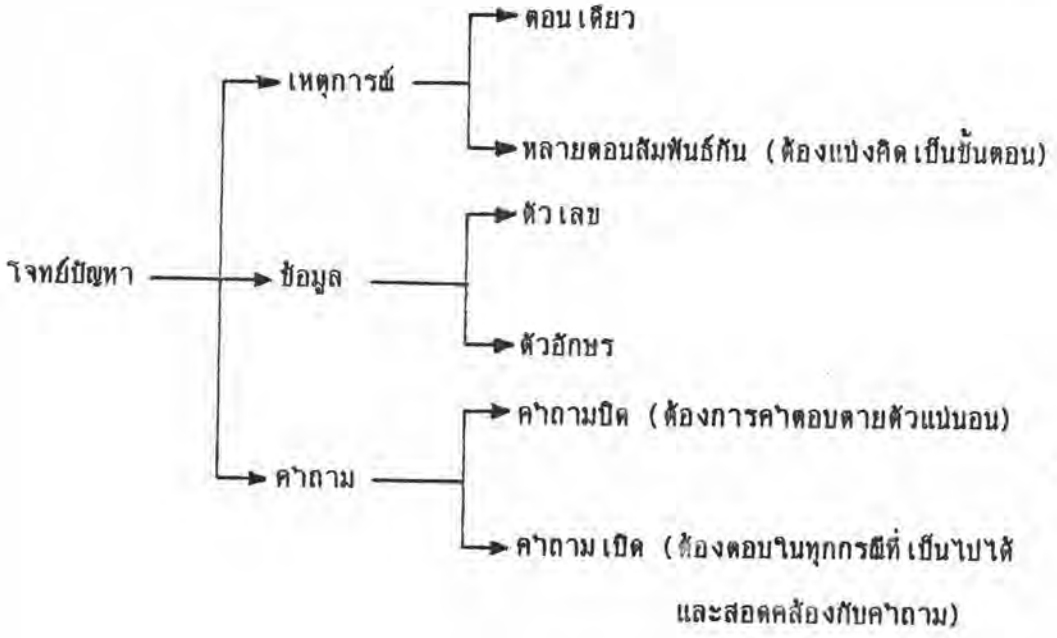
3. ขั้นตอนการวิเคราะห์คำตอบ หลังจากที่ได้คำตอบเป็นตัวเลขแล้ว ต้องพิจารณาต่อไปว่าปริมาณที่ต้องการหานั้นอยู่กับปริมาณทางฟิสิกส์อะไร และมีลักษณะเป็นอย่างไร และในเงื่อนไขอะไรที่คำตอบที่ได้รับนั้นไม่ปรากฏเป็นจริงในธรรมชาติ ซึ่งการวิเคราะห์คำตอบที่เป็นตัวเลขนั้น สามารถปฏิบัติได้ดังนี้

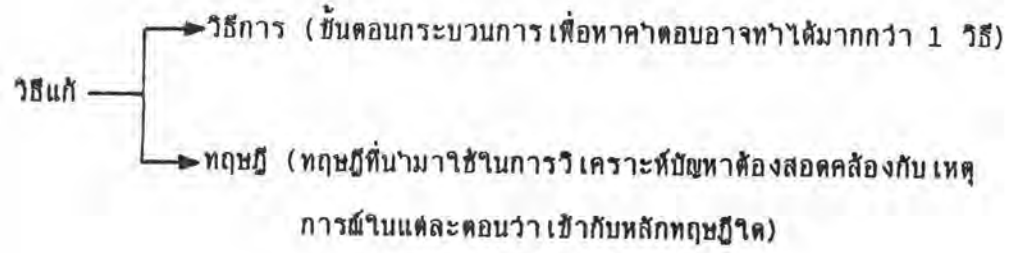
3.1 ศึกษารูปแบบและแนวทางของปริมาณที่จะได้รับจากการแก้ปัญหาโจทย์

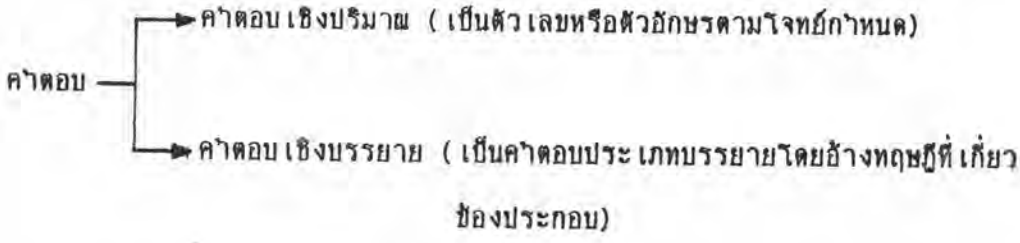
3.2 ตรวจสอบว่าคำตอบที่เป็นตัวเลขที่ได้รับนั้นมีความหมายทางฟิสิกส์อย่างไร และตรงกับค่าที่เป็นไปได้ของปริมาณที่ต้องการหรือไม่ เช่น ถ้าอัตราเร็วของวัตถุที่หาได้มีค่ามากกว่าอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ ($c = 3x10^8$ m/s) แสดงว่าคำตอบที่ได้รับมานั้นผิดพลาด

3.3 ถ้าคำตอบที่ได้รับมานั้นมีหลายคำตอบ จำเป็นต้องพิจารณาความสอดคล้องของคำตอบแต่ละคำตอบกับโจทย์ปัญหาว่าจะใช้คำตอบใดได้บ้าง

สำหรับการสอนวิธีการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์นั้น สมยศ ชิดมงคล(2532) ได้เสนอว่าครูผู้สอนควรจะสอนหลักในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่ต้องการ ซึ่งหลักการเบื้องต้นที่ใช้ในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ สรุปได้ว่าประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ โจทย์ปัญหา วิธีแก้ และคำตอบ โดยสามารถเขียนแผนภาพแสดงการวิเคราะห์ในแต่ละส่วนได้ดังแผนภาพที่ 6

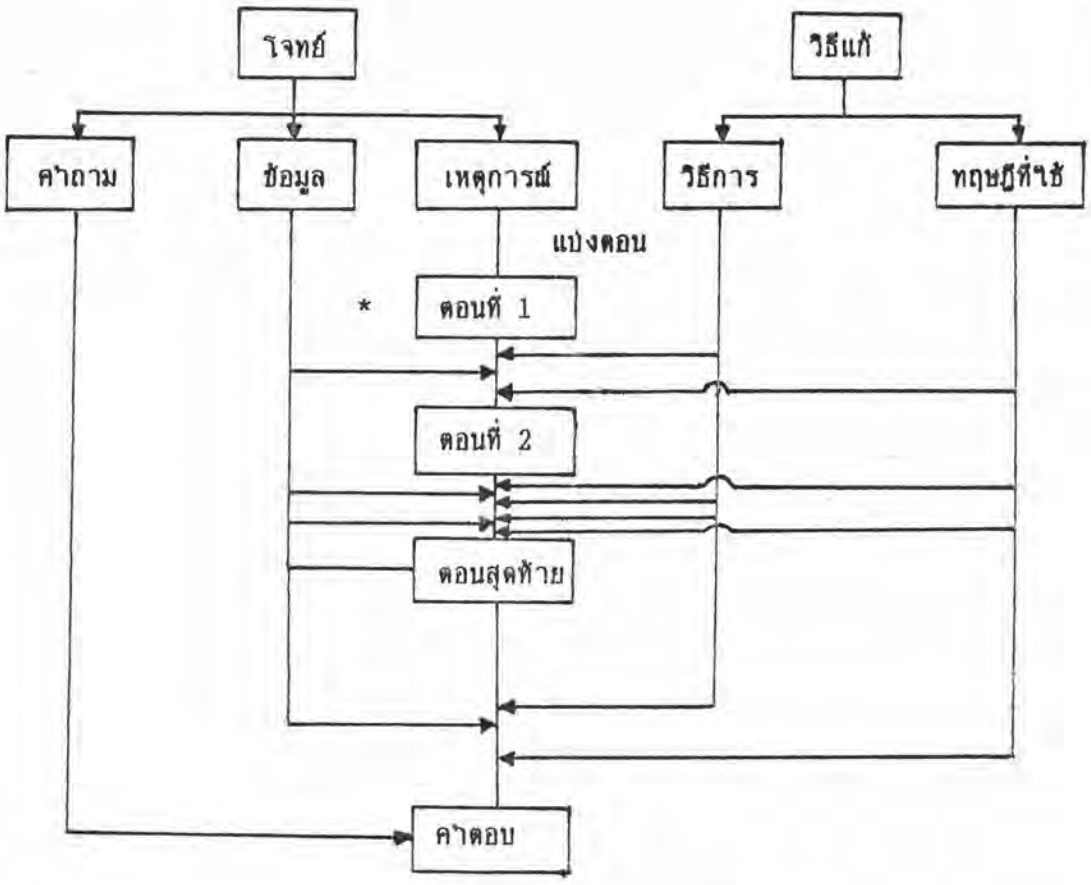






แผนภาพที่ 6 แสดงแนวทางการวิเคราะห์ส่วนสำคัญในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์

นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของผลจากการวิเคราะห์ที่ได้ในแต่ละส่วน ได้ดังแสดงในแผนภาพที่ 7



แผนภาพที่ 7 แสดงแนวทางการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์

หมายเหตุ วิธีการ ในแต่ละขั้นตอนอาจใช้วิธีการเดียวกันหรือคนละวิธี

ทฤษฎีที่ใช้ ในแต่ละตอนอาจใช้ทฤษฎีเดียวกันหรือคนละทฤษฎีก็ได้ขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ว่าตรงกับทฤษฎีใด

* ผลลัพธ์จากตอนที่ 1 จะเป็นข้อมูลเชื่อมโยงกับตอนที่ 2 และตอนต่าง ๆ ไปตามลำดับจนกว่าจะได้คำตอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น จึงสรุปได้ว่าการสอนการคำนวณโดยการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ ครูจำเป็นต้องดำเนินการสอนให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่อยู่ในโจทย์ปัญหา ด้วยการตีความและทำความเข้าใจโจทย์ การวิเคราะห์และแปลความหมายจากโจทย์ และการใช้ตัวแปรแทนปริมาณต่าง ๆ ในโจทย์

ขั้นที่ 2 เป็นการใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาเชื่อมโยงกับนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีทางฟิสิกส์ ด้วยการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนด หรือเลือกใช้ความสัมพันธ์ตามนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีที่เคยเรียนมา

ขั้นที่ 3 เป็นการใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาแทนปริมาณในนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีทางฟิสิกส์ ด้วยการแทนค่าปริมาณต่าง ๆ ในรูปของตัวแปรตามความสัมพันธ์ที่ได้ในขั้นตอนที่ 2

ขั้นที่ 4 เป็นการคิดคำนวณและวิเคราะห์คำตอบของโจทย์ปัญหา ด้วยการคิดคำนวณแก้สมการหาคำตอบ และประมาณค่าคำตอบที่ได้

ขั้นที่ 5 เป็นการตอบโดยสรุปคำตอบที่ได้ตามความหมายที่โจทย์ต้องการ

จะเห็นได้ว่าขั้นตอนในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ จะเป็นไปตามกระบวนการวิเคราะห์ในการแก้ปัญหาตามแนวความคิดของ บลูม (bloom, 1976) ที่ว่าในกระบวนการวิเคราะห์จะต้องประกอบไปด้วยขั้นตอน การแยก การโยง การยุบ และการสรุป โดยในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์นั้น ขั้นตอนการแยกก็คือ ขั้นที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ แยกแยะปริมาณและเหตุการณ์ต่าง ๆ ในโจทย์ ตลอดจนใช้ตัวแปรแทนค่าปริมาณต่าง ๆ ในโจทย์ ขั้นตอนการโยงก็คือ ขั้นที่ 2 เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปริมาณและเหตุการณ์ต่าง ๆ ในโจทย์ ขั้นตอนการยุบก็คือ ขั้นที่ 3และขั้นที่ 4 เป็นการยุบความสัมพันธ์ที่ได้ในขั้นที่ 2 ให้ได้คำตอบออกมาโดยการแทนค่าปริมาณต่างๆ ลงในสมการความสัมพันธ์แล้วคิดคำนวณผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวเลข และขั้นตอนสุดท้ายเป็นขั้นตอนของการสรุป ก็คือขั้นที่ 5 ซึ่งเป็นขั้นของการนำผลลัพธ์ที่คิดคำนวณออกมาได้ มาเสนอเป็นคำตอบตามที่โจทย์ต้องการอย่างมีความหมายขึ้นเอง

ดังนั้นในกระบวนการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ จำเป็นต้องให้ความสำคัญกับส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วน คือ พื้นฐานความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ และความสามารถในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ ทั้งนี้เพราะนักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้และความสามารถในส่วนประกอบทั้ง 3 ด้าน โดยจะละเลยส่วนประกอบด้านใดด้านหนึ่งไปไม่ได้ จึงจะทำให้นักเรียนประสบความเร็จในการเรียนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณได้

การที่นักเรียนจะประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาโจทย์ได้ นักเรียนควรต้องได้รับความรู้ ฝึกฝนให้มีทักษะและความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นในการแก้ปัญหาโจทย์ ดังนี้ (Johnson and Rising, 1969 และ Heimer and Trublood, 1977)

1. มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา มีความเข้าใจมโนทัศน์ และมีทักษะในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหากับโจทย์ปัญหา นั่นคือ มีการเชื่อมโยงความคิด (Associating Ideas)

2. มีความสามารถในการอ่าน การแปลความ การตีความ การขยายความ ตลอดจนการแปลงข้อความเป็นสัญลักษณ์หรือแผนภาพ นั่นคือ มีการมองเห็นภาพ (Visualizing) มีการจินตนาการ (Imagining) และมีการสรุป

3. มีความสามารถในการแปลประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์

4. มีความสามารถในการวิเคราะห์ (Analyzing) โจทย์ปัญหา หารูปแบบการแก้ปัญหาและหาข้อสรุป

5. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูลและจัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา นั่นคือ มีการจัดกระทำอย่างมีทักษะ (manipulating)

6. มีความสามารถในการคิดคำนวณ (Computing)

7. มีความสามารถในการประมาณคำตอบ (Estimating)

จะเห็นได้ว่า การแก้ปัญหาโจทย์ต้องใช้ความสามารถขั้นสูงที่สลับซับซ้อน จึงจำเป็นต้องอาศัยทักษะและความสามารถต่าง ๆ มาประกอบกัน เช่น ทักษะการอ่าน ทักษะการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ทักษะการคำนวณ และความสารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ เป็นต้น

2. <u>การวัดผลและประเมินผล</u>

การวัดผลและประเมินผล เป็นองค์ประกอบหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอนวิชาพลิกส์ภาคคำนวณ โดยความหมายของการวัดผล (Measurement) นั้น หมายถึงการใช้เครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อทราบปริมาณ จำนวนหรือคุณภาพของสิ่งที่วัด (ภพ เลาหไพบูลย์, 2534) ส่วนความหมายของการประเมินผล (Evaluation) นั้น หมายถึงเป็นกระบวนการที่นำผลจากการวัดมาพิจารณาและตัดสินเกี่ยวกับตัวบุคคลหรือสถานการณ์ ซึ่งในทางการศึกษาก็คือการตัดสินผลการเรียนของนักเรียน (ภพ เลาหไพบูลย์, 2534) ซึ่งการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิชาพลิกส์ภาคคำนวณ สามารถจำแนกการประเมินผลตามจุดประสงค์ของการประเมินผลได้ 2 ประเภท ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2534)

1. การประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

1.1 การประเมินผลก่อนเรียน เพื่อศึกษาความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

1.2 การประเมินผลระหว่างเรียนเป็นระยะ ๆ เพื่อศึกษาผลการเรียนและจัดการสอนซ่อมเสริม

1.3 การประเมินผลระหว่างภาคเรียน

2. การประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน ด้วยการวัดผลปลายภาคเรียน เพื่อตรวจสอบผลการเรียนของนักเรียนตลอดรายวิชาที่เรียน

การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณนั้น เป็นการวัดผลและประเมินผลด้านความรู้-ความคิด (Cognitive Domain) และด้านการปฏิบัติที่เป็นการประเมินผลทักษะทางสมอง (Intellectual Skills) โดยวิธีการที่ใช้ในการวัดผล ได้แก่ การวัดด้วยแบบทดสอบ การถามตอบในขณะดำเนินการเรียนการสอน การตรวจการทำแบบฝึกหัดของนักเรียน แต่วิธีที่ใช้กันมากคือการวัดด้วยแบบทดสอบ ซึ่งมีทั้งแบบทดสอบแบบปรนัยที่เป็นแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด และแบบจับคู่ และแบบทดสอบแบบอัตนัยที่เป็นแบบเติมคำตอบ แบบให้เขียนภาพหรือเขียนกราฟ แบบให้บอกสูตรที่ใช้ในการคำนวณ และแบบให้แสดงวิธีทำ

แบบทดสอบแบบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่มีความสำคัญต่อการวัดผลและประเมินผลวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณเป็นอย่างมาก เนื่องจากทำให้ครูสามารถสังเกตเห็นกระบวนการและขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่ง สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2536) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบแบบอัตนัยว่า

> แบบทดสอบแบบอัตนัย (Essay test) เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยคำถามที่มีจำนวนไม่มากข้อนัก ไม่มีคำตอบให้เลือก ผู้ตอบจะต้องคิดหาคำตอบเอง ด้วยการบูรณาการความรู้และความคิด แล้วแสดงออกเป็นภาษาเขียนอย่างถูกต้องและสมเหตุสมผลตามหลักวิชาของศาสตร์นั้น ๆ ดังนั้นแบบทดสอบอัตนัย จึงเป็นเครื่องมือที่วัดสมรรถภาพทางสมองในระดับสูง วัดทักษะ ตลอดจนทัศนคติได้อย่างแท้จริง

แบบทดสอบแบบอัตนัย สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบจำกัดคำตอบ (Restriced response type) เป็นแบบทดสอบที่จำกัดขอบเขตของเนื้อหา (content) และการตอบ (respons) เหมาะสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ ดังนั้นจึงไม่อาจวัดความสามารถทางด้านการสังเคราะห์หรือการบูรณาการทางความคิดได้ สำหรับวิชาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบทดสอบแบบอัตนัยแบบจำกัดคำตอบจะมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว

2. แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extend response type) เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะยืดหยุ่น ให้เสรีภาพในการตอบอย่างเต็มที่ เหมาะสำหรับวัดความสามารถในด้านการสังเคราะห์หรือการบูรณาการและการประเมินค่า การแสดงออกทางความคิดเห็น ทัศนคติ บ่งชี้ถึงศักยภาพในระดับสูงของผู้ตอบ แต่อย่างไรก็ตาม แบบทดสอบลักษณะนี้มีปัญหาหรือจุดอ่อนในเรื่องของความเที่ยงของผู้ให้คะแนน (scorer unreliability)

แบบทดสอบแบบอัตนัย มีประโยชน์ดังนี้

1. สามารถวัดผลการเรียนรู้ในระดับสูงและมีลักษณะซับซ้อน ซึ่งไม่สามารถใช้แบบทดสอบปรนัยวัดได้หรือกระทำได้ยากลำบาก โดยเฉพาะแบบทดสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ มุ่งเน้นวัดความสามารถในการบูรณาการและการประยุกต์ความคิดและทักษะในการแก้ปัญหา

2. เป็นเครื่องมือพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างดียิ่ง เช่น การพัฒนาทักษะในการคิด ทักษะในการสื่อสารที่เป็นภาษาเขียน เป็นต้น

3. สร้างง่าย ไม่ยุ่งยาก และจัดเตรียมได้ง่ายกว่าแบบทดสอบปรนัย

4. ขจัดปัญหาเรื่องการเดาคำตอบ เนื่องจากไม่มีคำตอบให้เลือก

แบบทดสอบอัตนัย มีข้อจำกัดดังนี้

1. แบบทดสอบไม่เป็นตัวแทนของเนื้อหาวิชาทั้งหมด (poor limited content sampling) โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบทดสอบแบบไม่จำกัดคำตอบ เนื่องจากมีจำนวนข้อน้อย วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถกระทำได้โดย

ก) ใช้แบบทดสอบที่มีลักษณะให้ตอบสั้นๆ เพื่อเพิ่มจำนวนข้อคำถาม

ข) ใช้แบบทดสอบอัตนัยควบคู่ไปกับแบบทดสอบปรนัย โดยใช้แบบทดสอบปรนัยวัดเนื้อหาวิชาด้านความรู้และความเข้าใจ ส่วนแบบทดสอบอัตนัยใช้วัดความสามารถทางสมองในระดับสูง หรือวัดผลสัมฤทธิ์ที่สลับซับซ้อน

2. ปัญหาด้านความเที่ยงของการให้คะแนนที่มีแนวโน้มว่าจะมีความเที่ยงต่ำ ไม่ว่าจะใช้ผู้ตรวจข้อสอบหลายคน หรือคนเดียวตรวจหลายครั้งก็ตาม วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว คือ

ก) ตั้งวัตถุประสงค์ของการออกข้อสอบว่ามุ่งวัดพฤติกรรมด้านใด

ข) จัดสร้างระบบหรือกฎเกณฑ์การให้คะแนนที่แน่นอน

ค) ผู้ตรวจควรฝ่านการฝึกทักษะในการให้คะแนน ไม่ควรดูชื่อผู้ตอบ และควรหยุดพักการตรวจเป็นระยะ ๆ

ดังนั้น เพื่อให้ครูสามารถวัดผลและประเมินผลได้ครอบคลุมเนื้อหาและสังเกตเห็นกระบวนการและขั้นตอนการคิดของนักเรียนได้ ครูจึงควรใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยควบคู่ไปกับแบบทดสอบแบบปรนัย หรือใช้แบบทดสอบอัตนัยที่ให้นักเรียนเติมคำตอบสั้น ๆ

แบบทดสอบปรนัยก็เป็นเครื่องมือวัดผลอีกอย่างหนึ่งที่ใช้กันมากในการวัดผลการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ แบบทดสอบปรนัยเป็นข้อคำถามที่ผู้ออกข้อสอบ ผู้สอบและผู้ตรวจข้อสอบ มีความเข้าใจความหมายของคำถามตรงกัน และตรวจให้คะแนนเหมือนกัน แบบทดสอบแบบปรนัยที่นิยมใช้คือ 1) แบบเลือกตอบ (Multiple Choice) 2) แบบถูกผิด (Ture-False Statements) และ 3) แบบจับคู่ (Matching Items) ในการเลือกชนิดของแบบทดสอบแบบปรนัย ทำการพิจารณาเลือกชนิดคำตอบของแบบทดสอบได้ 2 วิธี คือ 1) พิจารณาถึงธรรมชาติของพฤติกรรมการเรียนรู้ว่า แบบทดสอบที่จะนำมาใช้นั้นจะต้องวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนแสดงออกโดยตรงเท่าที่จะทำได้ และพฤติกรรมการเรียนรู้นี้จะบอกถึงชนิดของแบบทดสอบที่จะใช้วัดโดยเฉพาะ และ 2) พิจารณาถึงความเหมาะสมและความสะดวกในการวัดผล ซึ่งแบบทดสอบแบบเลือกตอบเป็นแบบทดสอบที่วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและตรวจให้คะแนนได้สะดวก ผู้สอนจึงนิยมใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบนี้มากกว่าแบบทดสอบแบบอื่น

ดังนั้น เพื่อให้การวัดผลและประเมินผลวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณสามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา และครูสามารถสังเกตเห็นกระบวนการและขั้นตอนการคิดของนักเรียน ครูจึงควรใช้แบบทดสอบทั้งแบบปรนัยและแบบอัตนัยควบคู่กันไป โดยในการวัดผลเพื่อเก็บคะแนนหรือวัดผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ครูสามารถใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยได้มาก เพราะเนื้อหาขณะที่ทำการวัดนั้นเป็นเนื้อหาในแต่ละเรื่องที่ยังมีไม่มากนัก โดยแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ใช้อาจมีทั้ง การเติมคำ การเขียนภาพหรือเขียนกราฟ การให้นักเรียนบอกสูตรที่จะใช้และการแสดงวิธีทำ ส่วนการวัดผลระหว่างภาคเรียน ครูสามารถใช้แบบทดสอบทั้งแบบปรนัยและแบบอัตนัยควบคู่กันไปได้ และการวัดผลปลายภาคเรียน แบบทดสอบที่ครูใช้ส่วนใหญ่จึงเป็นแบบปรนัย อาจจะมีการใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยได้บ้างแต่ก็ไม่มากนัก

ปัญหาในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ

จากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและข้อผิดพลาดในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ สามารถสรุปปัญหาต่าง ๆ ได้ 3 ประการคือ 1) ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ 2) ปัญหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียน และ 3) ปัญหาเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. <u>ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ</u>

ประกอบด้วยปัญหาที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1.1 <u>ความไม่สอดคล้องของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และวิชาฟิสิกส์</u>

ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และความสามารถทางด้านทักษะการคำนวณของนักเรียนมีความสำคัญต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นอย่างมาก แต่จากการพิจารณาหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์และวิชาฟิสิกส์นั้นพบว่า มีเนื้อหาคณิตศาสตร์บางเรื่องที่ต้องนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งนักเรียนยังไม่เคยเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ในภาคเรียนที่ 2 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต้องใช้คณิตศาสตร์เรื่องเวกเตอร์ ซึ่งนักเรียนยังไม่เคยเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แต่นักเรียนจะได้เรียนเรื่องเวกเตอร์นี้ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 จึงทำให้เกิดปัญหาตามมาคือ ครูฟิสิกส์ต้องสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ต้องนำมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ให้นักเรียนก่อนแล้วจึงสอนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เป็นผลทำให้นักเรียนเกิดปัญหาคือมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่ดีพอ เนื่องจากต้องเรียนในเวลาจำกัด

1.2 <u>ความบกพร่องในทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน</u>

ปัญหาความบกพร่องในทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ อาจมีสาเหตุมาจากนักเรียนไม่เข้าใจเรื่องนั้นตั้งแต่เรียนในคณิตศาสตร์ นักเรียนลืมเพราะเรียนมานานแล้ว ตลอดจนนักเรียนนำมาประยุกต์ใช้กับวิชาฟิสิกส์ไม่ได้ ความบกพร่องในทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่พบ มีดังต่อไปนี้ (สันต์ชัย เบี้ยมุขดา, 2534)

1. ความบกพร่องในการ บวก ลบ คูณ และหารจำนวน สรุปลักษณะของความบกพร่อ
ได้ 4 ด้าน คือ

1.1 ความคลาดเคลื่อนในการคำนวณผิดลำดับขั้นตอนคือ

1) บวกก่อนคูณ เช่น 4+2x3 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 6x3

2) บวกก่อนหาร เช่น 10/2+3 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 10/5

3) ลบก่อนคูณ เช่น 9-2x3 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 7x3

4) ลบก่อนหาร เช่น 8-6/2 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 2/2

5) บวกก่อนลบ เช่น 6-4+3 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 6-7

6) ละเลยความสำคัญของวงเล็บ เช่น 8-(2+4) ได้คำตอบที่ผิดเป็น 6+

1.2 ความคลาดเคลื่อนในการแปลความหมายผิด คือ

1) หารแทนการบวก เช่น 5+2 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 2 เศษ 1

2) ลบแทนการบวก เช่น 5+1 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 4

3) คูณแทนการบวก เช่น 2+3 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 6

4) บวกแทนการคูณ เช่น 6x2 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 8

5) หารแทนการคูณ เช่น 6x2 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 3

6) ลบแทนการคูณ เช่น 3x2 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 1

7) คูณแทนการลบ เช่น 6-1 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 6

8) บวกแทนการลบ เช่น 3-1 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 4

9) หารแทนการลบ เช่น 8-2 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 4

10) คูณแทนการหาร เช่น 10/5 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 50

11) ลบแทนการหาร เช่น 10/2 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 8

12) บวกแทนการหาร เช่น 6/3 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 9

ความคลาดเคลื่อนในการแปลความหมายผิด ตามที่ สันต์ชัย เบี้ยมุขดา เสนอไว้ข้างต้น
นั้น อาจเป็นความคลาดเคลื่อนจากการพิจารณาเครื่องหมายผิด

1.3 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากนักเรียนไม่ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการ
แก้ปัญหา เช่น 8-(2+4) ได้คำตอบที่ผิดเป็น -2

1.4 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ เช่น

1) ขาดความระมัดระวังในการบวก เช่น 6+4 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 9

2) ขาดความระมัดระวังในการลบ เช่น 15-13 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 4

3) ขาดความระมัดระวังในการคูณ เช่น 4x12 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 45

4) ขาดความระมัดระวังที่ไม่สามารถระบุสาเหตุได้ เช่น 12x5 ได้คำตอบที่ผิดเป็น 26

2. ความบกพร่องในการใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติ มีลักษณะความบกพร่องที่พบได้ดังนี้

2.1 สัญลักษณ์ทางตรีโกณมิติ นักเรียนไม่สามารถบอกความแตกต่างของสัญลักษณ์ได้ เช่น

$\sin A^2$ นักเรียนมีความเข้าใจผิดว่าคือ $\sin^2 A$

$\tan^{-1} A$ นักเรียนมีความเข้าใจผิดว่าคือ $1/\tan A$

$\cos (x+y)$ นักเรียนมีความเข้าใจผิดว่าคือ $\cos x+\cos y$

$(\sin 3x)(2)$ นักเรียนมีความเข้าใจผิดว่าคือ $\sin 6x$

2.2 ค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมรอบจุดศูนย์กลางวงกลม 1 หน่วย นักเรียนไม่ทราบค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติที่ถูกต้อง จึงใช้วิธีเดาคำตอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าของ $\sin 0^\circ$, $\cos 0^\circ$, $\sin 90^\circ$, $\cos 90^\circ$ นักเรียนจะไม่มั่นใจว่าฟังก์ชันตรีโกณมิติใดที่มีค่าเป็น 0 หรือเป็น 1 นอกจากนี้ยังไม่ทราบว่าฟังก์ชันตรีโกณมิติมีค่าเป็นบวกเมื่ออยู่ในจตุภาค (Quadrant) ใดบ้างและมีค่าเป็นลบเมื่อตกอยู่ในจตุภาคใด ค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติต่อไปนี้เป็นตัวอย่างที่นักเรียนมีอุปสรรคในการหาคำตอบ เช่น $\sin 30^\circ$, $\cos 60^\circ$, $\sec 45^\circ$, $\cos 120^\circ$, $\tan 135^\circ$, $\cos 240^\circ$, $\sin 270^\circ$, $\cot 300^\circ$ เป็นต้น

2.3 นักเรียนจำเอกลักษณ์ตรีโกณมิติต่าง ๆ ไม่ได้ เช่น

$\sin A = 1/\operatorname{cosec} A$

$\cos A = 1/\sec A$

$\tan A = 1/\cot A$

$\sin^2 A+\cos^2 A = 1$

$\sin^2 A = 1-\cos^2 A$

$\cos^2 A = 1-\sin^2 A$

$\sec^2 A = 1+\tan^2 A$

$\sin 2A = 2 \sin A \cos A$

$\cos 2A = \cos^2 A-\sin^2 A$

ในการใช้เอกลักษณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ นักเรียนจำไม่ได้ว่าแต่ละเอกลักษณ์เป็นอย่างไร มีเครื่องหมายบวกหรือลบ เช่น จำผิดว่า $\sin^2 A = 1+\cos^2 A$ หรือ $\sec^2 A+\tan^2 A = 1$

3. ความบกพร่องในการใช้ความรู้เรื่องการแยกตัวประกอบ นักเรียนมีปัญหาในการแยกตัวประกอบด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

3.1 การแยกตัวประกอบด้วยวิธีดึงตัวประกอบร่วม นักเรียนไม่สามารถพิจารณาได้ว่าในปัญหานั้นตัวประกอบร่วมคืออะไร เช่น จากพหุนาม $2x^3-x^2+x$ นักเรียนไม่ทราบว่าตัวประกอบร่วมคือ x หรือถ้าทราบว่าตัวประกอบร่วมคือ x แล้ว ยังไม่เข้าใจว่าหลังจากนักเรียนนำตัวประกอบร่วม x ออกไปแล้วจะเหลืออะไรบ้างในพหุนามนั้น

3.2 การแยกตัวประกอบโดยวิธีการแยกเป็นสองวงเล็บ นักเรียนมีปัญหาในการแยกตัวประกอบของเทอมหน้า และเทอมท้ายที่มีสัมประสิทธิ์ไม่เป็น 1 ทำให้นักเรียนหาค่าเทอมกลางของพหุนามผิดลาดได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนไม่มั่นใจว่าในแต่ละวงเล็บที่แยกนั้นวงเล็บใดมีเครื่องหมายบวกหรือครื่องหมายลบคั่นอยู่ภายในวงเล็บ ตัวอย่างเช่น

$12x^2+32x-35$ นักเรียนจะแยกตัวประกอบผิดเป็น $(2x-5)(6x-7)$

$20x^2-73x+63$ นักเรียนจะแยกตัวประกอบผิดเป็น $(5x-9)(4x-7)$

$52-51x+12x^2$ นักเรียนจะแยกตัวประกอบผิดเป็น $(13-6x)(4-2x)$

3.3 การแยกตัวประกอบโดยวิธีการใช้สูตรต่าง ๆ นักเรียนจะจำสูตรเหล่านี้ไม่ได้ ตัวอย่างเช่น

$$x^2-y^2 = (x-y)(x+y)$$

$$(x\pm y)^2 = (x^2\pm 2xy+y^2)$$

$$(x\pm y)^3 = (x^3\pm 3x^2y+3xy^2\pm y^3)$$

4. ความบกพร่องในการใช้ความรู้เรื่องการแก้สมการเพื่อหาค่าตัวแปร นักเรียนมีอุปสรรคในการกำจัดตัวแปรใน เทอมใด เทอมหนึ่งให้หมดไป โดยเฉพาะการกำจัดตัวแปรนั้นต้องใช้วิธีการลบกัน ตัวอย่างเช่น

การแก้สมการ 2 สมการคือ $3x+6y = 5$ _____①

$4x+3y = -2$ _____②

นักเรียนนำ 2 คูณสมการที่สอง เพื่อทำสัมประสิทธิ์ของ y ให้เป็น 6 เท่ากัน ได้เป็นสมการที่สาม คือ $8x+6y = -4$ _____③ ต่อจากนั้นนักเรียนมีอุปสรรคในการลบระหว่างสมการที่สามกับสมการที่หนึ่ง ทำให้นักเรียนได้ผลลัพธ์ผิดเป็น $5x = 1$ หรือ $-5x = 1$ หรือ $5x = 9$

นอกจากนี้นักเรียนยังมีปัญหาอย่างมากในการแก้สมการเชิงเส้นที่มี 3 สมการ และ 3 ตัวแปร ตัวอย่างเช่น

การแก้สมการ 3 สมการคือ $x+y-2z = 3$ _____①

$2x-3y+z = -3$ _____②

$-x+y+z = 1$ _____③

นักเรียนหาผลลัพธ์จากการที่จะทำให้เหลือสองสมการและสองตัวแปรผิดพลาด ซึ่งสองสมการที่ได้นั้นปรากฏว่า เมื่อพิจารณาแล้วยังคงมีตัวแปรอยู่สามตัวแปรอีกคือ นักเรียนนำสมการที่หนึ่งบวกกับสมการที่สามได้ผลลัพธ์เป็น $2y-z = 4$ และนำสมการที่สองลบกับสมการที่สาม ซึ่งการลบนี้ทำให้นักเรียนได้ผลลัพธ์ผิดพลาดได้ง่าย เช่น อาจจะได้ผลลัพธ์ที่ผิดคือ $x-2y = -2$ นั่นคือ เมื่อพิจารณาสมการใหม่ที่ได้สองสมการนั้นยังคงมีตัวแปรทั้ง x,y และ z อยู่ นักเรียนไม่สามารถหาค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งได้ทันทีจากสมการทั้งสอง และต่อจากนั้นนักเรียนก็ไม่ทราบว่าจะต้องทำอย่างไรอีกต่อไป

สำหรับการแก้สมการที่ไม่ใช่ระบบสมการเชิงเส้น นักเรียนไม่สามารถใช้วิธีการกำจัดตัวแปร หรือใช้วิธีแทนค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งในรูปของอีกตัวแปรหนึ่งได้ และไม่สามารถหาค่าตัวแปรหนึ่งในรูปของอีกตัวแปรหนึ่งได้ ตัวอย่างเช่น

การแก้สมการ 2 สมการคือ $2x+y = 3$ _____①

$y^2-3x+4 = 0$ _____②

จากสมการที่หนึ่ง เมื่อนักเรียนหาค่า $y = 3-2x$ ได้แล้ว ต่อจากนั้นเมื่อนำค่า y ที่ได้ไปแทนค่าในสมการที่สอง นักเรียนอาจจะหาค่า $(3-2x)^2-3x+4 = 0$ ผิดพลาด โดยกระจาย $(3-2x)^2$ ได้ผลลัพธ์ผิดพลาดเป็น $(9+4x^2)-3x+4 = 0$ และนักเรียนก็แก้สมการกำลังสองที่ได้คือ $4x^2-3x+13 = 0$ โดยที่นักเรียนใช้การแยกตัวประกอบโดยวิธีแยกเป็นสองวงเล็บผิดพลาดอีกเช่นเดิม

5. ความบกพร่องในการบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วน นักเรียนมีปัญหาในด้านต่างๆ ต่อไปนี้

5.1 การคูณ และหาร เศษส่วนที่เป็นเศษส่วนซ้อน โดยที่เทอมใดเทอมหนึ่งของเศษส่วนซ้อนเป็นจำนวนเต็ม แล้วนักเรียนตัดทอนผิดพลาด เช่น

$\frac{2}{\frac{1}{12}}$ นักเรียนจะตัดทอนผิดพลาดเป็น $\frac{1}{\frac{1}{6}}$

หรือ $\frac{\frac{1}{2}}{6}$ นักเรียนจะตัดทอนผิดพลาดเป็น $\frac{1}{3}$

5.2 การบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วนที่เป็นเศษส่วนพหุนาม นักเรียนมีอุปสรรคเดิมมาจากวิธีการแยกตัวประกอบ และหาค่าตัวคูณร่วมน้อยของเศษส่วนผิด จึงทำให้ผลลัพธ์สุดท้ายผิดพลาดไปด้วย ตัวอย่างเช่น

จากการหาผลลัพธ์ของ $\frac{3x}{x^2-2x-15} - \frac{x-2}{x-5} + \frac{1-x}{x+3}$

นักเรียนแยกตัวประกอบของ $x^2-2x-15$ ได้ผลลัพธ์ที่ผิดเป็น $(x-5)(x-3)$ จึงทำให้ตัวคูณร่วมน้อยที่ได้ผิดพลาดเป็น $(x-5)(x+3)(x-3)$ ถ้านักเรียนแยกตัวประกอบของ $x^2-2x-15$ ได้ถูกต้องคือ $(x-5)(x+3)$ และหาค่าตัวคูณร่วมน้อยได้ถูกต้องเป็น $(x-5)(x+3)$ แล้วนักเรียนหาผลลัพธ์ที่ผิดพลาด มีความสับสนในการใช้เครื่องหมายระหว่างเศษส่วนพหุนามอีก โดยที่โจทย์เดิมมีเครื่องหมายเป็นลบ นักเรียนจึงหาผลลัพธ์ของ $-(x-2)(x+3)$ ผิดพลาดเป็น $-x^2+x-6$ และนำผลลัพธ์ส่วนนี้ไปหาผลลัพธ์ส่วนที่เหลือผิดพลาดไปด้วย

6. ความบกพร่องในการตั้งหารพหุนามด้วยพหุนาม นักเรียนมีอุปสรรคในการหาผลลัพธ์ของเทอมแรกและเทอมต่อ ๆ ไปไม่ถูกต้อง และผิดพลาดอีกในขั้นตอนที่จะต้องทำการลบพหุนาม ตัวอย่างเช่น

การหาผลลัพธ์ของ $4x^3-x^2+8x-118$ หารด้วย $x-3$ นักเรียนแสดงวิธีทำดังนี้

$$x-3 \;\overline{)\; 4x^3-x^2+8x-118 \;}\; 4x^2+11x+41$$

$$\underline{4x^3-12x^2}$$

$$11x^2+8x$$

$$\underline{11x^2-33x}$$

$$41x-118$$

$$\underline{41x-123}$$

$$5$$

ในการหาผลลัพธ์เทอมแรกคือ $4x^2$ หรือเทอมที่สองคือ $11x$ นั้น นักเรียนไม่เข้าใจว่าผลลัพธ์เหล่านี้ได้มาอย่างไร และขั้นตอนที่จะต้องนำ $4x^3-x^2$ ลบออกจาก $4x^3-12x^2$ นั้น นักเรียนอาจจะได้ผลลัพธ์เป็น $-13x^2$ ซึ่งทำให้ผลลัพธ์ของเทอมที่สองผิดพลาดไปด้วย

7. ความบกพร่องในการใช้กฎของเลขยกกำลัง นักเรียนจำการใช้กฎของเลขยกกำลังผิดพลาด เกิดความสับสนและเข้าใจผิดว่า $a^m \cdot a^n = a^{mn}$, $(a^m)^n = a^{m+n}$, $\sqrt[n]{a^m} = a^{n/m}$ และ $(ab)^m = ab^m$ โดยตัวอย่างที่นักเรียนเข้าใจผิดในการใช้กฎของเลขยกกำลังข้างต้น มีลักษณะดังนี้ เช่น

$(x+1)^2(x+1)^3$ นักเรียนจะตอบผิดว่าเป็น $(x+1)^6$

$(5x^3)^2$ นักเรียนจะตอบผิดว่าเป็น $5x^6$ หรือ $25x^5$

$\sqrt{(1-2x)^3}$ นักเรียนจะตอบผิดว่าเป็น $(1-2x)^{2/3}$ หรือ $(1-2x)^{1/3}$

$\sqrt{9-x^2}$ นักเรียนจะตอบผิดว่าเป็น $3-x$

8. ความบกพร่องในการใช้กฎของลอการิทึม นักเรียนจำการใช้กฎของลอการิทึมผิดพลาด เกิดความสับสนและเข้าใจผิดว่า $\ln(x^2+y^2) = \ln x^2+\ln y^2$ ซึ่งนักเรียนเข้าใจ

ผิดว่าสามารถกระจายลอการิทึมของผลบวกหรือผลต่างได้ ส่วน $\ln x^2 = (\ln x)^2$ นักเรียนเข้าใจผิดว่ากำลังสองของ x นั้น มีความหมายเหมือนกับลอการิทึมของ x ทั้งหมดยกกำลังสอง และ $\ln^2 x = 2 \ln x$ นั้น นักเรียนเข้าใจผิดว่ากำลังสองของลอการิทึมของ x คือสองเท่าของลอการิทึมของ x

จะเห็นได้ว่า แม้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เองนักเรียนยังมีข้อบกพร่องเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และทักษะในการคำนวณ จึงทำให้นักเรียนมีปัญหาในการนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และทักษะการคำนวณมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณด้วย โดยข้อบกพร่องในทักษะการคำนวณที่ใช้ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกับข้อบกพร่องที่พบในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังที่พัชรี พิพัฒวรรณกุล พบว่า ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณของนักเรียน ที่มีปัญหาในระดับค่อนข้างมาก ได้แก่

1. การกระจายและการทอนมาตราต่าง ๆ
2. การเปรียบเทียบระหว่างมาตรา
3. การใช้สมการทางคณิตศาสตร์
4. การเปลี่ยนสมการทางคณิตศาสตร์เป็นประโยคทางภาษา
5. การเขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรออกมาเป็นสมการทางคณิตศาสตร์
6. การให้นิยามและอธิบายคำศัพท์ต่าง ๆ ที่ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนที่มีการคำนวณ
7. การคำนวณจากความเข้าใจโดยไม่ต้องใช้สูตร
8. การนำกฎ เกณฑ์และสูตรที่เรียนไปใช้แก้ปัญหาโจทย์

ข้อบกพร่องในความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์เหล่านี้ เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณดำเนินไปได้ไม่ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้เพราะความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญที่ต้องนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยเฉพาะในขั้นตอนของการคิดคำนวณด้วย ดังนั้นเมื่อนักเรียนมีข้อบกพร่องดังที่กล่าวมาแล้ว ย่อมจะทำให้การแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียนไม่ประสบผลสำเร็จไปด้วย

2. <u>ปัญหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ของนักเรียน</u>

การแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ เป็นส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่งของการเรียนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณซึ่งต้องนำความรู้ความเข้าใจนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีทางฟิสิกส์ มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา พบว่าถ้านักเรียนมีข้อบกพร่องในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ จะมีผลทำให้การ

เรียนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณของนักเรียนไม่สัมฤทธิ์ผลไปด้วย ซึ่งแบงส์ (Banks, 1959) ได้ศึกษาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียนที่ประสบผลสำเร็จ และไม่ประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาโจทย์ พบว่ามีพฤติกรรมดังต่อไปนี้

1. พฤติกรรมของนักเรียนที่แก้ปัญหาโจทย์ได้สำเร็จ
   - 1.1 มีการประเมินในการแก้ปัญหาโดยตรวจเช็คคำตอบ
   - 1.2 รู้จักแยกแยะ หรือแบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็นส่วน ๆ
   - 1.3 ใช้คำหลักเพื่อโยงความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ของโจทย์ปัญหา
   - 1.4 ตีความเป็นระยะ ๆ ได้ถูกต้อง
   - 1.5 บ่งบอกข้อความที่เกี่ยวกับปัญหาได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
   - 1.6 ใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนที่จะเริ่มการคำนวณ
   - 1.7 เมื่อรับรู้ปัญหาทั้งหมดแล้ว อ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง แล้วบันทึกรายละเอียด
   - 1.8 ค้นหาว่าส่วนใดที่โจทย์ปัญหาให้มา และส่วนใดที่ต้องหา
   - 1.9 วางแผนการแก้ปัญหาและวางเค้าโครงของกระบวนการที่จะใช้แก้ปัญหา
   - 1.10 พิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลในโจทย์ปัญหา
   - 1.11 ใช้การวาดรูปเท่าที่จะทำได้
   - 1.12 พิจารณาว่าข้อมูลใดไม่จำเป็นต้องใช้
   - 1.13 ต้องทำความเข้าใจกับปัญหาอย่างท่องแท้ก่อนที่จะคำนวณ
2. พฤติกรรมของนักเรียนที่แก้ปัญหาโจทย์ไม่ได้
   - 2.1 ใช้วิธีการคูณมากกว่าการหาร
   - 2.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
   - 2.3 ใช้คำหลักเพื่อบ่งบอกกระบวนการในการแก้ปัญหา
   - 2.4 ขาดการคิดแบบวิจารณญาณว่าต้องการหาอะไรก่อนคำนวณ
   - 2.5 ใช้คำเดียวในการตัดสินใจแก้ปัญหา
   - 2.6 ตีความเป็นระยะ ๆ ได้ไม่ถูกต้อง
   - 2.7 บ่งบอกข้อความแต่ละส่วนของโจทย์ปัญหาได้ไม่ถูกต้องสมบูรณ์
   - 2.8 ใช้วิธีการไม่ถูกต้องเป็นกระบวนการพื้นฐานในการแก้ปัญหา
   - 2.9 ใช้วิธีการคำนวณที่ไม่สอดคล้องกับลักษณะของข้อมูล
   - 2.10 ใช้วิธีลองผิดในการแก้ปัญหา

2.11 ยึดตัวเองเป็นหลัก

2.12 ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาจะใช้วิธีการขจัดวิธีการอื่น ๆ ออกไป

2.13 ชอบใช้วิธีการบวกหรือการลบกับเลขเศษส่วน

2.14 ไม่สามารถเขียนขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้

จากการศึกษาของ นิวแมน (Newman, 1975 อ้างถึงใน สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2533) ที่ได้ศึกษาว่าเกิดความคลาดเคลื่อนอะไรบ้างระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหาโจทย์ โดยใช้โจทย์ปัญหาขั้นตอนเดียว (one-step) และสรุปความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ความสามารถในการอ่าน (Reading Ability) เมื่อนักเรียนอ่านคำถามแล้วไม่สามารถจำคำ หรือสัญลักษณ์ได้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) นักเรียนไม่เข้าใจคำถาม โดยไม่สามารถทำความเข้าใจกับสัญลักษณ์และคำศัพท์เฉพาะได้

3. การแปลงโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปประโยคคณิตศาสตร์ (Transformation) นักเรียนไม่สามารถเลือกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้

4. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Process Skills) นักเรียนไม่สามารถคำนวณตามวิธีการแก้ปัญหาได้

5. การลงหน่วยในคำตอบ (Encoding) นักเรียนไม่สามารถเขียนคำตอบในรูปแบบที่ยอมรับกันได้

6. แรงจูงใจ (Motivation) ของนักเรียน นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเนื่องจากขาดแรงจูงใจ ทั้งนี้เพราะความพยายามในการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับแรงจูงใจเป็นสำคัญ

7. การขาดความระมัดระวัง (Carelessness) นักเรียนบางคนรู้ว่าจะแก้ปัญหาได้อย่างไร แต่ขาดความระมัดระวังในการคำนวณ จึงเกิดความผิดพลาด

นอกจากนี้ ทัศนาพร คลังแก้ว (2531) ยังได้สรุปข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาโจทย์เรื่อง ภาคตัดกรวย และเรื่อง ตรีโกณมิติ ของนักเรียน ดังนี้

1. การใช้ข้อมูล

1.1 นักเรียนไม่ได้ใช้ข้อมูลที่กำหนดมาให้ แต่ใช้ข้อมูลที่อื่นแทน

1.2 ละเลยข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา และใช้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาทดแทน

1.3 ทำผิดคำสั่ง โดยหาคำตอบในสิ่งที่ไม่ต้องการ

1.4 นำข้อมูลที่กำหนดให้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้อง

1.5 ละเลยข้อกำหนดที่จำเป็นก่อนใช้ข้อมูล

2. การตีความด้านภาษา

2.1 ตีความจากประโยคภาษามาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง

2.2 ไม่เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้

2.3 เขียนกราฟไม่ถูกต้อง

2.4 อ่านกราฟไม่ถูกต้อง

3. การใช้นิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎี

3.1 ประยุกต์ใช้ทฤษฎีผิดจากเงื่อนไข

3.2 ใช้กฎไม่ถูกต้อง จำสูตรผิด ใช้สัญลักษณ์ผิด

3.3 ประยุกต์ใช้นิยามผิดจากเงื่อนไข

4. ไม่มีการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา

4.1 ขั้นตอนถูกต้อง แต่คำตอบไม่เป็นผลสำเร็จ

4.2 ขั้นตอนถูกต้อง แต่คำตอบผิดไปจากที่โจทย์ต้องการ

4.3 ขั้นตอนถูกต้อง แต่บกพร่องในการคำนวณ

4.4 ขั้นตอนผิด แต่คำตอบถูก

5. เทคนิคการทำ

5.1 บกพร่องในการคิดคำนวณ

5.2 บกพร่องในการใช้ข้อมูลจากตาราง

5.3 บกพร่องในการใช้สัญลักษณ์ทางพีชคณิตเบื้องต้น

และเนื่องจากโจทย์ปัญหาฟิสิกส์มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตลอดทั้งขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ก็เป็นไปในลักษณะเดียวกัน ดังนั้นข้อบกพร่องในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ของนักเรียน จึงพบได้ในลักษณะเดียวกับข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ คือ นักเรียนมีความบกพร่องในการใช้ข้อมูล การตีความด้านภาษา การใช้กฎ สูตร และนิยาม การตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหาโจทย์ และเทคนิคการทำ

3. ปัญหาเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผล

ปัญหาการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ คือ ครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่จะใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยน้อยกว่าแบบปรนัยหรือไม่ได้ใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยเลย ทั้งนี้อาจเนื่องจาก การใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยในการวัดผลวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณนั้น ครูสามารถใช้แบบทดสอบได้จำนวนน้อยข้อในการสอบแต่ละครั้ง จึงวัดได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหาและการตรวจให้คะแนนก็ลำบากและเสียเวลามาก ทั้งที่การใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยช่วยให้ครูสามารถสังเกตเห็นกระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียนได้ชัดเจน และยังช่วยลดปัญหาที่นักเรียนเดาคำตอบในการตอบมากกว่าที่จะใช้ความคิดและเหตุผล ส่วนการใช้แบบทดสอบแบบปรนัยครูสามารถใช้แบบทดสอบได้จำนวนมากข้อในการสอบแต่ละครั้ง จึงวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาที่จะวัดและการตรวจให้คะแนนก็สะดวกไม่เสียเวลามาก ครูฟิสิกส์จึงใช้แบบทดสอบแบบปรนัยมากกว่าใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย ทำให้เกิดปัญหาในการประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนตามมาคือ เมื่อนักเรียนตอบข้อสอบถูก ครูก็ไม่แน่ใจว่านักเรียนมีการเรียนรู้หรือไม่ เมื่อนักเรียนตอบข้อสอบผิด ครูก็ไม่สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของการตอบผิดเพื่อที่จะหาวิธีการแก้ไขต่อไปได้ กล่าวโดยสรุปคือ ไม่สามารถตัดสินได้ว่านักเรียนมีการเรียนรู้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด อันอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนต่ำ

นอกจากนี้ยังพบปัญหาเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลอื่น ๆ อีก ได้แก่ ปัญหาในการปฏิบัติตามระเบียบการประเมินผล คือ การกำหนดให้นักเรียนสอบแก้ตัวได้เรื่อยๆ ทำให้นักเรียนไม่สนใจการเรียน ปัญหาเกี่ยวกับตัวครู คือ ครูขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลและการพัฒนาแบบทดสอบ เช่น แบบทดสอบวัดได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหา หรือแบบทดสอบไม่มีคุณภาพคือไม่มีค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายที่เหมาะสม ตลอดจนปัญหาการใช้วิธีการสอนซ่อมเสริมด้วยวิธีต่างๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนที่เรียนอ่อนซึ่งสอบไม่ผ่านหลายรายวิชาได้สอบซ่อมให้ครบทุกรายวิชาในชั่วโมงซ่อมเสริมและส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนซ่อมเสริม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้า ปรากฏว่ายังไม่เคยมีผู้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณโดยตรง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เห็นว่ามีส่วนเกี่ยวข้องและพอที่จะนำมากล่าวถึงได้ตามลำดับ ดังต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศ

ชวลิต วัฒนวงศ์ (2517) ได้ทำการศึกษาสภาพและปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงของสถาบันฝึกหัดครู ปีการศึกษา 2516 ผลการศึกษาพบว่า ปัญหาและอุปสรรคอันหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เกิดจากความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

อาทิตย์ เหล่าวาณิชวัฒนา (2518) ได้ทำการวิจัยเรื่อง คณิตศาสตร์เบื้องต้นที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง วิชาเอกวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูภาคเหนือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง วิชาเอกวิทยาศาสตร์จำนวน 400 คน โดยใช้แบบทดสอบคณิตศาสตร์เบื้องต้นจำนวน 3 ชุดคือแบบทดสอบคณิตศาสตร์ 1 (เลข-พีชคณิต) แบบทดสอบคณิตศาสตร์ 2 (พีชคณิต) แบบทดสอบคณิตศาสตร์ 3 (ตรีโกณมิติ) และใช้แบบทดสอบวิชาฟิสิกส์แยกเป็น 3 ชุด คือ แบบทดสอบฟิสิกส์ 2 (ความร้อน แสง เสียง) แบบทดสอบฟิสิกส์ 4 (แม่เหล็กไฟฟ้า 1) แบบทดสอบฟิสิกส์ 6 (กลศาสตร์ 1) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์กับแบบทดสอบฟิสิกส์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2352 ถึง 0.5504

วิภา ภัทรมัย (2522) ได้ทำการวิจัยเรื่อง สมรรถภาพทางสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เลือกเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในเขตจังหวัดชลบุรี ทำแบบทดสอบความสามารถทางด้านต่างๆ 11 ด้าน ตามสมรรถภาพทางสมอง 6 ตัวแปร ได้แก่ความสามารถทางด้าน ภาษา มิติสัมพันธ์ คณิตศาสตร์ การใช้เหตุผล การตีความหมายจากข้อมูล และความจำ ผลจากการวิจัยพบว่า ความสามารถที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ คือความสามารถทางด้าน คณิตศาสตร์ การใช้เหตุผล และการตีความหมายจากข้อมูล และพบว่า ความสามารถย่อยที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ คือ ความสามารถทางด้านทักษะในการคำนวณ การอุปมาอุปไมย และการตีความหมายจากข้อมูล

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2523) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 243 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคำนวณ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการตีความหมายจากกราฟ แบบทดสอบวัดทัศนคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคำนวณ เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ดีที่สุด และความสามารถในการตีความหมายจากกราฟ และทัศนคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

พัชรี พิพัฒวรรณกุล (2524) ได้ทำการศึกษาปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับ เนื้อหาวิชา แบบเรียน การเรียนการสอนและความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยนำแบบสอบถามจำนวน 2 ฉบับ ฉบับหนึ่งสำหรับครู อีกฉบับหนึ่งสำหรับนักเรียน ไปใช้กับตัวอย่างประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้แก่ครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 400 คน ผลจากการศึกษาพบว่า ความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาด้านแบบเรียน การเรียนการสอน และความรู้พื้นฐานทางคณิต-ศาสตร์ที่นำมาใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อยู่ที่ระดับต่างกัน สำหรับความคิดเห็นของครูและนักเรียน เกี่ยวกับปัญหาด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยครูมีความคิดเห็นว่ามีปัญหาในระดับปานกลาง ส่วนนักเรียนมีความคิดเห็นว่ามีปัญหาในระดับน้อย

ศานต์ศรี อินทุวณิช (2526) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจทักษะการคำนวณที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หลักสูตร พุทธศักราช 2524 ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการนำทักษะการคำนวณไปใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2526 ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย 191 คน นักเรียนหญิง 209 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานคร 10 โรงเรียน ผู้วิจัยสำรวจทักษะการคำนวณในแบบ

เรียนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แล้วสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้วยตนเอง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีจำนวน 50 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่ปรากฏในแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลักสูตร พุทธศักราช 2524 ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มี 11 กลุ่มทักษะ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ทักษะการบวกเวกเตอร์ การลบเวกเตอร์ และการเขียนรูปแทนเวกเตอร์ (การหาผลบวก ผลต่างของเวกเตอร์โดยใช้รูป)

กลุ่มที่ 2 ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนเต็ม

ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน

ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม

กลุ่มที่ 3 ทักษะการหาค่าเฉลี่ย การประมาณค่า และเลขนัยสำคัญ

กลุ่มที่ 4 ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร เลขยกกำลัง

กลุ่มที่ 5 ทักษะการหาค่ารากที่สอง

กลุ่มที่ 6 ทักษะการใช้สูตรลอการิทึม

กลุ่มที่ 7 ทักษะการสร้างสมการ และการหาค่าจากสมการ (สมการชั้นเดียว 1 ตัวแปร กำลังหนึ่ง กำลังสอง และสมการสองชั้นสองตัวแปร)

กลุ่มที่ 8 ทักษะการหาพื้นที่ และปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิต ได้แก่ รูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม ทรงกลม ทรงกระบอก

กลุ่มที่ 9 ทักษะการใช้ทฤษฎีเรขาคณิต ในเรื่องมุมประชิด เส้นขนาน สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงกับรัศมี ความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีกับเส้นสัมผัส

กลุ่มที่ 10 ทักษะการใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

กลุ่มที่ 11 ทักษะการอ่าน เขียนกราฟ และการคำนวณโดยอาศัยกราฟ การหาค่าความชัน และพื้นที่ใต้กราฟ

วิไลวรรณ ทรัพย์เจริญ (2526) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างโรงเรียนมัธยมสาธิตรามคำแหงกับโรงเรียนมัธยมสาธิตประสานมิตร โดยส่งแบบสอบถามไปยังครูฟิสิกส์จำนวน 7 คน และนักเรียนจำนวน 107 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2524 พบว่า ครูฟิสิกส์มีปัญหามากในด้านเนื้อหาหลักสูตร ด้านวิธีการสอน และด้านการประเมินผล และผลการเปรียบเทียบปัญหาในด้านต่างๆ ระหว่างครู

พิลิกส์ทั้งสองโรงเรียนพบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นุกรานต์ นิ่มศิริ (2526) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์และศึกษานิเทศน์สาขาวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยส่งแบบสอบถามไปยังครูวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาคจำนวน 180 คน และศึกษานิเทศก์สาขาวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาคจำนวน 30 คน พบว่าความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์สาขาวิชาฟิสิกส์ในด้านความมุ่งหมายของหลักสูตรมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง โดยข้อที่เห็นว่ามีปัญหาอยู่ในระดับมากคือ ความรู้ความเข้าใจในจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ส่วนการนำจุดมุ่งหมายของหลักสูตรไปใช้ในการสอนในด้านการใช้หลักสูตรมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง โดยข้อที่เห็นว่ามีปัญหาอยู่ในระดับมากคือ การสอนให้สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์สาขาอื่น การสอนเนื้อหาให้ละเอียดลึกซึ้งและกว้าง ในด้านกิจกรรมการเรียนการสอนมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง โดยข้อที่มีปัญหาอยู่ในระดับมากคือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดไว้ในคู่มือครูให้เหมาะสมกับสภาพของโรงเรียน การกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและแสดงความคิดเห็น การนำวิธีสอนใหม่ ๆ มาใช้ และการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน ในด้านอุปกรณ์การสอนมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง โดยข้อที่เห็นว่ามีปัญหาอยู่ในระดับมากคือ การซ่อมแซมอุปกรณ์ การใช้อุปกรณ์ร่วมกันทำให้ชำรุดและควบคุมยาก อุปกรณ์ส่วนใหญ่ยังมีมาตรฐานไม่ดีทดลองไม่ได้ผล ในด้านการวัดผลและประเมินผล มีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง โดยข้อที่เห็นว่าเป็นปัญหาอยู่ในระดับมากคือ การสร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความสามารถและทักษะในการสร้างข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านต่างๆ และการสอนซ่อมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่นักเรียนไม่ผ่าน และในด้านแบบเรียนและหนังสือที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง

เกรียงวิทย์ ศรีนรดิษฐ์เลิศ (2527) ได้ทำการศึกษาปัญหาของครูฟิสิกส์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ 021 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างประชากรซึ่งเป็นครูที่ทำการสอนวิชาฟิสิกส์ ว 021 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานครและในส่วนภูมิภาค ซึ่งได้เข้ารับการอบรมหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปี พ.ศ.2526 จำนวน 398 คน ผลการศึกษา พบว่าครูฟิสิกส์มีปัญหาเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ในด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คู่มือครู เนื้อหาวิชา การใช้วัสดุอุปกรณ์และการทดลอง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผลการเรียน โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง

วันทนา เชื่อมวงศ์ (2529) ได้ศึกษาปัญหาการเรียนเคมีคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีจุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อศึกษาปัญหาการเรียนเคมีคำนวณ 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการเรียนการสอน ด้านการทำแบบฝึกหัด และด้านการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนเคมีคำนวณ ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 584 คน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูง กลาง และต่ำ โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการศึกษาพบว่า ตัวอย่างประชากรกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับสูง มีปัญหาการเรียนเคมีคำนวณด้านเนื้อหาเฉพาะเรื่องอยู่ในระดับน้อย ขณะที่ตัวอย่างประชากรกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับกลางและต่ำ มีปัญหาการเรียนเคมีคำนวณด้านเนื้อหาเฉพาะเรื่องอยู่ในระดับปานกลาง สำหรับการเรียนเคมีคำนวณด้านเนื้อหาทั่วไป ด้านกระบวนการเรียนการสอน ด้านการทำแบบฝึกหัดเคมีคำนวณ และด้านการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนเคมีคำนวณ ตัวอย่างประชากรทั้ง 3 กลุ่ม มีปัญหาในระดับปานกลาง

ดรุณี กิตติวิริยะ (2532) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร ซึ่งตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 389 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณเรื่อง งาน คาน โมเมนต์ และเครื่องกล ผลการวิจัยพบว่าตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องในการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณ ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 8 จุดประสงค์ จาก 11 จุดประสงค์ โดยสาเหตุของข้อบกพร่อง คือ

1. ตัวอย่างประชากรสะเพร่าในการตอบ เช่น โจทย์ให้คำนวณหางานของพื้นเอียง แต่ตัวอย่างประชากรตอบเป็นขนาดของแรง

2. ในการคำนวณในเรื่องลิ่ม ตัวอย่างประชากรใช้ค่าความยาวของลิ่มไม่ถูกต้อง

3. ตัวอย่างประชากรไม่ได้นำน้ำหนักของคานมาคำนวณหาค่าโมเมนต์

4. ในเรื่องรอก ตัวอย่างประชากรยังไม่เข้าใจเรื่องหลักการรวมแรงและเรื่องแรงดึงในเส้นเชือก

5. ในการคำนวณหาแรงในล้อและเพลา ตัวอย่างประชากรใช้ค่าความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางแทนที่จะใช้ค่ารัศมี

6. ตัวอย่างประชากรสับสนระหว่างมวลกับแรง เช่น แทนค่าขนาดของแรงเป็นค่าของมวล

ธาราธร ห้วงน้ำ (2532) ได้ทำการศึกษาปัญหาและความต้องการในการเรียนการสอนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 12 โดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาเลือก จำนวน 751 คน จาก 47 โรงเรียน ในเขตการศึกษา 12 ในปีการศึกษา 2531 ผลการศึกษาพบว่า สภาพการเรียนการสอนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่นักเรียนต้องการอย่างหนึ่งคือ ต้องการให้ครูสอนเสริมเนื้อหาคณิตศาสตร์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนวิชาฟิสิกส์ เนื้อหาและทักษะพื้นฐานวิชาฟิสิกส์ ก่อนสอนซ่อมเสริม

ทัศนาพร คลังแก้ว (2532) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 70 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง ภาคตัดกรวย และตรีโกณมิติ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ใช้เกณฑ์ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การพิจารณาข้อบกพร่องของ นิทสา โมว์โชวิทซ์-ฮาร์ดา และคณะ ผลการวิจัยพบว่าความถี่ของข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยคือ บกพร่องในเทคนิคการทำ ไม่มีการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา การใช้ข้อมูลผิดเนื่องมาจากทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม และข้อผิดพลาดในการใช้ภาษา

เจริญ แก้วประดิษฐ์ (2532) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์สมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เขตการศึกษา 3 กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนรัฐบาล สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 3 จำนวน 405 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์สมการทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้สมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับต่ำมาก โดยมีความสามารถในการตีความและทำความเข้าใจโจทย์ และความสามารถในการใช้ตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่า อยู่ในระดับปานกลาง แต่มีความสามารถในการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนด ความสามารถในการแก้สมการ และความสามารถในการตรวจสอบคำตอบอยู่ในระดับต่ำมาก

อรัญ ชุยกระเดื่อง (2533) ได้ศึกษาความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 374 คน ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา

กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบอัตนัย เรื่อง โจทย์สมการกำลังสอง ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำแนกตามขั้นตอนในการแก้โจทย์สมการ เรียงตามลำดับค่าร้อยละของความถี่จากมากไปน้อย คือ ความคลาดเคลื่อนในการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนด ความคลาดเคลื่อนในการตอบคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ ความคลาดเคลื่อนในการใช้ตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่า ความคลาดเคลื่อนในการแก้สมการหาคำตอบ และความคลาดเคลื่อนในการตีความและทำความเข้าใจโจทย์

จากงานวิจัยภายในประเทศที่กล่าวมา จะเห็นได้ความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ และพบว่าปัญหาส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่เกิดจากการขาดความรู้พื้นฐานและทักษะในการคำนวณของนักเรียน ซึ่งความบกพร่องในการใช้ความรู้พื้นฐานและทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณของนักเรียนจะพบได้ในลักษณะเดียวกับความบกพร่องเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

งานวิจัยในต่างประเทศ

แซนเลอร์ (Sandler, 1962) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาฟิสิกส์ โดยมีจุดมุ่งหมายของการศึกษา เพื่อหาว่าการสอนวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาฟิสิกส์รวมไปด้วยกัน กับการสอนวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาฟิสิกส์แยกจากกัน จะมีผลต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างไร เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเป็นแบบทดสอบ 4 ชุด คือ

1. แบบทดสอบ ความจำและความเข้าใจข้อเท็จจริงทางวิชาฟิสิกส์
2. แบบทดสอบ ความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาทางฟิสิกส์
3. แบบทดสอบ ความจำ ความเข้าใจ ความคิดรวบยอดของกระบวนการทางคณิตศาสตร์
4. แบบทดสอบ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนของวิทยาลัยชุมชน (Community College) แห่งหนึ่งในรัฐนิวยอร์ค ซึ่งมีการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยแยกเป็น

กลุ่มที่หนึ่ง เรียนวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาฟิสิกส์รวมไปด้วยกัน

กลุ่มที่สอง เรียนวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาฟิสิกส์แยกจากกัน

ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชาโร (Sharo, 1962) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์กับวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายของการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์กับวิชาคณิศาสตร์ว่ามีความสัมพันธ์กันจริงหรือไม่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นแบบทดสอบ Visual spatial กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาจาก 60 แห่งและนักเรียนแพทย์ จำนวน 174 คน ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์กับวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พอล เบอราท แอคเคอร์สัน (Paul Beradt Ackerson, 1966) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในสหรัฐอเมริกา โดยมีจุดมุ่งหมายของการศึกษาเพื่อหาว่านักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ นักเรียนที่เรียนวิชาเคมีและนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา จำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ช่วยในการเรียนวิชาฟิสิกส์ วิชาเคมี และวิชาชีววิทยา มากน้อยต่างกันเพียงใด เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเป็นแบบทดสอบ SMSG วิชาคณิตศาสตร์,PSSC วิชาฟิสิกส์,CBA วิชาเคมี และ BSCS วิชาชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในสหรัฐอเมริกา 7 แห่งจำนวนทั้งหมด 25 ชั้นเรียน ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนวิชาเคมีและนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยาไม่จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ส่วนนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ โดยผลสัมฤทธิ์จากแบบทดสอบของ PSSC วิชาฟิสิกส์ กับผลสัมฤทธิ์จากแบบทดสอบของ SMSG วิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วอลแลช (Wallace, 1969) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา computer mathematics กับวิชาฟิสิกส์ ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายของการศึกษา เพื่อหาว่านักเรียนที่เรียน computer mathematics มาแล้วจะเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียน computer mathematics หรือไม่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวนทั้งหมด 60 คน ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 10 คน ที่ได้เรียน computer mathematics มาแล้ว ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกจำนวน

50 คน ยังไม่เคยเรียน computer mathematics มาก่อน ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มนี้สามารถเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ผลไม่แตกต่างกัน แต่จากผลการทดลองสามารถตั้งข้อสังเกตได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กัน

นิแมน (Niman, 1969) ได้ทำการศึกษา แบบจำลองทางคณิตศาสตร์(mathematical model) สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยมีจุดมุ่งหมายของการศึกษา เพื่อให้คำแนะนำและช่วยเหลือให้นักเรียนมีโอกาสนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเป็นแบบทดสอบของ The Science Course of Baccalaureate Education (SCBE) เนื้อหาในแบบทดสอบนั้นเป็นเนื้อหาในวิชาฟิสิกส์ 9 เรื่อง คือ สมมาตร อิเล็กตรอน อะตอม กัมมันตภาพรังสี พลังงาน ความร้อนและอุณหภูมิ เอนโทปี สัมพัทธภาพพิเศษ และ Space-Time Curvature กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยนิวยอร์ค จำนวน 76 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มทดลอง (experiment) สอนโดยวิธีใช้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์

2. กลุ่มควบคุม (control) สอนโดยวิธีสืบสอบ (investigator)

3. กลุ่มควบคุม-ควบคุม (control-control) สอนโดยวิธีธรรมดา

ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลอง (experiment) เรียนได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม (control) สวนกลุ่มควบคุม (control) กับกลุ่มควบคุม-ควบคุม (control-control) เรียนวิชาฟิสิกส์ได้ผลไม่ต่างกัน

เดวิด ไมเคิล ริแบน (David Michael Riban, 1970) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์กับวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายของการศึกษาเพื่อต้องการศึกษาว่าผู้เรียนวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องมีทักษะทางคณิตศาสตร์หรือไม่ มากน้อยเพียงใด เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นโปรแกรม ซึ่งทำเป็นบัตรปัญหา 87 บัตร ปัญหาในบัตรสามารถวิเคราะห์ทักษะทางคณิตศาสตร์ได้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนวิชาฟิสิกส์ ที่ได้จากการสุ่มจากนักเรียนชั้นต่าง ๆ ที่มีความสามารถในการเรียนต่างกันแล้วรวมกันเป็น 2 ชั้นเรียน มีจำนวนทั้งหมด 30 คน ผลการทดลองปรากฏว่ามีทักษะทางคณิตศาสตร์ 163 อย่าง ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาทางวิชาฟิสิกส์ และมีทักษะ

ทางคณิตศาสตร์ 52 อย่างที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหาทางวิชาฟิสิกส์

ซันดรา อาร์ เครน และจอห์น พี ฮันสเบอร์เกอร์ (Sandra R. Kren and John P. Huntaberger, 1977) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนทักษะทางคณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายของการวิจัย เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของการนำทักษะทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ คือ ทักษะการวัด-การสร้างมุม และทักษะการตีความหมายข้อมูล-การเขียนกราฟเส้นตรง กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้เป็นนักเรียนระดับ 4 และ 5 ของโรงเรียน Central Texas โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มวิทยาศาสตร์ (Science) สอนความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อที่นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์

2. กลุ่มวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ (Science-Mathematics) สอนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางคณิตศาสตร์พร้อม ๆ กัน เพื่อจะให้เนื้อหาวิชาทั้ง 2 วิชาส่งเสริมซึ่งกันและกัน

3. กลุ่มคณิตศาสตร์ (Mathematics) สอนความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์

4. กลุ่มควบคุม (Contral) ไม่ได้สอนคณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของการนำทักษะทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในนักเรียนแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน

บรุค แมคคอย์ พริดมอร์ (Brooke McCoy Pridmore, 1979) ได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ใช้เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ไม่มีความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตวิเคราะห์ ในระดับวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบที่ใช้เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งตัวทำนายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ระยะเวลาที่เรียนวิชาฟิสิกส์ในวิทยาลัย เพศ คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับวิทยาลัย วิชาเอก ความรู้พื้นฐานทางวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัย ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรู้พื้นฐานทางวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา และความรู้พื้นฐานทางวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ

วิทยาลัย เป็นองค์ประกอบที่ใช้เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ไม่มีความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตวิเคราะห์

นิทสา โมว์โชวิทธ์-ฮาร์ดา และคณะ(Nitsa Moshavitz-Hadar et.al., 1987) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์รูปแบบข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับ 11 จำนวน 110 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ที่ประกอบด้วยข้อบกพร่องจำนวน 5 ด้าน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องตามลักษณะข้อบกพร่องที่ตั้งไว้ เรียงตามลำดับความถี่จากมากไปหาน้อยในด้านต่างๆ ดังนี้คือ การบิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตร และนิยาม การใช้เทคนิคในการทำผิด การใช้ข้อมูลผิด ข้อผิดพลาดในการใช้ภาษา การอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์ และไม่มีการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา

ทาโอ (P.K.Tao, 1992) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การตรวจสอบข้อมูลที่ผิดพลาดหรือข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ โดยให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 130 คน ที่มีอายุเฉลี่ยประมาณ 16 ปี จาก 4 โรงเรียน ทำการแยกโจทย์ปัญหาว่า โจทย์ปัญหาที่ให้มาเป็นโจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอ เป็นโจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลที่ผิดพลาดหรือไม่เพียงพอ หรือเป็นโจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องสำหรับการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา พบว่าความสามารถของนักเรียนที่แสดงความผิดพลาดของข้อมูลที่ให้มา มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับอัตราการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง และเมื่อให้นักเรียนแบ่งแยกโจทย์ปัญหาทีละ 6 คู่ ว่าเป็นโจทย์ปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกันตามเกณฑ์ที่นักเรียนกำหนดขึ้นเอง พบว่านักเรียนที่ใช้โครงสร้างของหลักการ (deep structure) เป็นเกณฑ์ในการแยกโจทย์ปัญหา มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนในการตรวจสอบข้อมูลที่ผิดพลาดหรือข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องในโจทย์ปัญหากับอัตราการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง สูงกว่านักเรียนที่ใช้โครงสร้างของเรื่อง (surface structure) เป็นเกณฑ์ในการแยกโจทย์ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีเหตุผลสนับสนุนว่า นักเรียนที่สามารถแยกได้ว่าข้อมูลใดเป็นข้อมูลที่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาโจทย์ ข้อมูลใดเป็นข้อมูลที่ผิดพลาดหรือไม่เกี่ยวข้องสำหรับการแก้ปัญหาโจทย์ และมีความเข้าใจในโครงสร้างของโจทย์ปัญหา จะสามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้ดี ดังนั้นนักเรียนจึงควรใช้โครงสร้างของหลักการ(deep structure) ในการแบ่งแยกโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ไอลีน (Eileen Scanlon, 1993) ได้ทำการศึกษาถึงการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ของนักเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาถึงลักษณะสำคัญของพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ที่มีผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาโจทย์ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยโจทย์ปัญหาจำนวน 259 ข้อที่มีทั้งโจทย์ปัญหาทางกลศาสตร์และทางพลศาสตร์ โดยข้อคำถามที่ใช้อยู่ใน 35 รายวิชาที่ผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาได้วิเคราะห์ไว้ ซึ่งข้อคำถามเหล่านั้นนอกจากจะตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์แล้ว ยังตรวจสอบความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ด้วย จากการศึกษาพบว่า กระบวนการแก้ปัญหาโจทย์ประกอบด้วยพฤติกรรมต่างๆ ดังนี้

1. พฤติกรรมการอ่าน
2. พฤติกรรมในการเลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์
3. พฤติกรรมในการใช้ความสามารถในการแก้สมการ
4. พฤติกรรมการเขียนกราฟและแปลความหมายจากกราฟ
5. พฤติกรรมการใช้ความรู้ทางฟิสิกส์แยกความแตกต่างของโจทย์ปัญหาที่เกิดจากความแตกต่างของข้อมูลที่กำหนดมาในโจทย์

พฤติกรรมการแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียน สามารถสรุปได้ว่านักเรียนมีปัญหาในการแก้ปัญหาโจทย์ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนไม่รู้ว่าจะดำเนินการอย่างไรเกี่ยวกับการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนนี้ คือ นักเรียนไม่เข้าใจข้อความที่อ่านในโจทย์ปัญหา และไม่สามารถเลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ได้

2. นักเรียนไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นในการแก้ปัญหาโจทย์ได้อย่างไร ปัญหาในส่วนนี้รวมไปถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชาและการประยุกต์วิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาโจทย์

3. นักเรียนไม่รู้วิธีการพิจารณาผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ปัญหาในส่วนนี้คือ จะต้องมีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ในขั้นตอนใดบ้าง และทำอย่างไรจึงจะเลือกหน่วยที่เหมาะสมกับคำตอบได้ถูกต้อง

นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีที่มีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้ คือ การเขียนรูป การเขียนปริมาณที่รู้ได้จากโจทย์ ก่อนที่จะแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอน

จากงานวิจัยในต่างประเทศที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน โดยการเรียนวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานและทักษะทางคณิตศาสตร์ และพบว่าความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่ดี ดังนั้นข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน จึงส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนด้วย

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและในต่างประเทศ พบว่ามีงานวิจัยจำนวนไม่น้อยที่สรุปได้ว่า ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานและทักษะทางคณิตศาสตร์ โดยปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณเท่าที่มีผู้ศึกษามานั้น ส่วนใหญ่เป็นปัญหาซึ่งเกิดจากนักเรียนมีความบกพร่องในความรู้พื้นฐาน และทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ต้องนำมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณ ส่วนปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ภาคคำนวณในด้านอื่น ๆ ยังไม่มีผู้การศึกษาไว้โดยตรง