หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการได้ดำเนินการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ มาเป็นเวลาเกือบ 10 ปี ในระยะแรกสถาบันได้พัฒนาหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้ทั่วประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 จุดประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนี้ก็เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประโยชน์ต่อตนเอง และสังคม ให้มีทักษะในการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

ใน พ.ศ. 2521 กระทรวงศึกษาธิการได้เปลี่ยนระบบโรงเรียนจาก 7–3–2 มาเป็น 6–3–3 และในปี พ.ศ. 2524 จะมีนักเรียน ม.4 ตามระบบใหม่เข้าเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นครั้งแรก สถาบัน ฯ จึงได้ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับระบบ 6–3–3 โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการติดตามผลเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร เช่น ครูผู้สอน นักเรียน ผู้บริหาร ศึกษานิเทศก์ และอาจารย์ในมหาวิทยาลัย โดยรวบรวมข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรตลอดจนสื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงใหม่นี้ยังคงเน้นหลักการเดิม โดยมุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา รู้จักเสาะแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อสัตย์และบากบั่นในการทำงาน เป็นต้น (นิดา สะเพียรชัย 2526 : หน้าคำแถลง)

การจัดแบ่งเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ได้แบ่งเป็น 6 ตอน มีหนังสือเรียน 6 เล่ม ซึ่งมีรหัสวิชาตามลำดับ คือ ว.021 ว.022 ว.023 ว.024 ว.025 ว.026 ให้เรียนทวิภาคละ 2 เล่ม มีเวลาเรียน 4 คาบ ต่อสัปดาห์ และมี 2 หน่วยการเรียน นักเรียนจะต้องเรียนตามลำดับจากเล่มที่ 1 เป็นต้นไป เพราะการเรียนเล่มอื่น ๆ ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานจากเล่มต้น ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่มที่ 5 2526 : 3)

หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่นี้นอกจากจะมุ่งให้ความรู้ความเข้าใจในหลักเกณฑ์เบื้องต้นของวิชาฟิสิกส์แล้ว ยังเน้นการพัฒนาทักษะ กระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย นักเรียนจะได้มีโอกาสสังเกต ทดลอง รวบรวม และจัดกระทำกับข้อมูลเพื่อสรุปอย่างสมเหตุสมผลด้วยตัวนักเรียนเอง การเรียนตามหลักสูตรใหม่นี้นักเรียนจะมีบทบาทในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในบทเรียนมากขึ้น โดยครูจะเป็นผู้คอยช่วยเหลือ ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้เนื้อหาแต่ละตอนให้สัมพันธ์กัน การศึกษาบทเรียนแต่ละบทมักจะเริ่มต้นจากปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะทำให้บทเรียนนั้นเป็นที่สนใจ และมีความหมายต่อตัวนักเรียน ดังนั้นในการทำการทดลองครูจึงมีบทบาทสำคัญอย่างมากที่จะต้องพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เพราะการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ถือว่ามีความสำคัญไม่น้อยกว่าการให้ความรู้พื้นฐานทางฟิสิกส์ ดังปรากฏในจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ (ชุมพล พัฒนสุวรรณ 2526 : หน้าคำชี้แจง)

จุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2524 เป็นเช่นเดียวกับวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ในระดับเดียวกัน คือ

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้เกิดเจตคติที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์

4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 5 2526 : 1)

จากจุดมุ่งหมายประการที่ 4 มุ่งหวังสร้างเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีขึ้นในตัวนักเรียน ซึ่งอาจจำแนกได้ 13 ทักษะ ดังนี้คือ

1. ทักษะการสังเกตุ
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ
6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
7. ทักษะการสื่อความหมาย
8. ทักษะการทำนาย
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการให้คำนิยมเชิงปฏิบัติการ
11. ทักษะการควบคุมตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการแปลความ

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะมีความหมายดังนี้

1. ทักษะด้านการสังเกต หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และร่างกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรง กับวัตถุหรือประสบการณ์ โดยมีจุดประสงค์จะหาข้อมูลที่เป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะหรือสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะด้านการวัด หมายถึงการเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับ

3. ทักษะด้านการจำแนกประเภท หมายถึงการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. ทักษะด้านการหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสและสเปสกับเวลา ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปตามเวลา

5. ทักษะด้านการคำนวณ หมายถึงการนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร และการหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะด้านการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล หมายถึงการนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัด

กระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ แยกประเภท และคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. ทักษะด้านการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึงการอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์ต่าง ๆ มาช่วย

8. ทักษะด้านการพยากรณ์ หมายถึงการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

9. ทักษะด้านการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม ที่ยังไม่เป็นกฎ หลักการ ฯลฯ

10. ทักษะด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการ

11. ทักษะด้านการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้เพื่อทดสอบสมมติฐาน

12. ทักษะด้านนิยามปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปร หรือคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

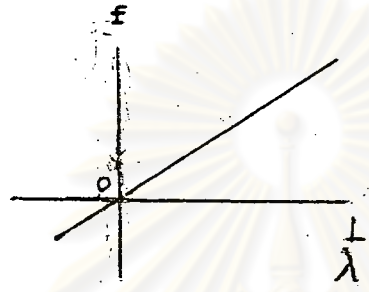
13. ทักษะด้านการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลองหรือที่มีอยู่ และการลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลองหรือที่มีอยู่ (เรื่องเดียวกัน, หน้า 17) /

ทักษะการคำนวณเป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทักษะหนึ่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เช่น ในการวัดต้องใช้ทักษะการหาค่าเฉลี่ย ในการเสนอข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูล หรือการทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นต้องใช้ความรู้เรื่องการเขียน - อ่านกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในแกน X และแกน Y และการเขียนภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ ต้องใช้ทักษะการคำนวณเรื่องการบวก การลบ และการเขียนรูปแทนเวคเตอร์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ในการเรียนเรื่องคลื่นน้ำ ของบทเรียนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ว.023) นั้นในบทเรียนจะไม่บอกให้ทราบถึงส่วนต่าง ๆ ของคลื่น และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น กับความถี่ แต่นักเรียนจะต้องทำการทดลอง แล้วนำคำตอบและสรุปความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นกับความถี่ออกมาเป็นสูตร สำหรับใช้ในการคำนวณต่อไป ในการทดลองนี้ นักเรียนต้องสังเกตส่วนประกอบของคลื่น คือ สันคลื่น ท้องคลื่น ความยาวคลื่น หลังจากนั้นนักเรียนต้องทำการวัดความยาวคลื่น และความถี่ของคลื่น ในการวัดความยาวและความถี่ของคลื่นนั้นนักเรียนต้องอาศัยทักษะการคำนวณในเรื่องการกะประมาณค่า และการใช้เลขนัยสำคัญ หลังจากนั้นนักเรียนต้องร่วมกันคิดตารางข้อมูล เพื่อบันทึกผลการทดลองดังตัวอย่างต่อไปนี้

ครั้งที่	ความยาวคลื่น (เมตร)	ความถี่ (Hz)	ความยาวคลื่นเฉลี่ย (เมตร)	ความถี่เฉลี่ย (Hz)	$\frac{1}{\text{ความยาวคลื่น}}$
1					
2					
3					

เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการวัด มีความหมาย และมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น นักเรียนต้องใช้ทักษะการคำนวณ ในเรื่องการหาค่าเฉลี่ย ของความยาวคลื่น และความถี่ของคลื่น แล้วนำมาเขียนกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนกลับของความยาวคลื่นและความถี่ จะได้กราฟเป็นเส้นตรง ดังรูป



จากกราฟเส้นตรงที่ได้นักเรียนต้องใช้ทักษะในการอ่านกราฟแล้วแปรความหมายของกราฟออกมาในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และความยาวคลื่น คือ ความถี่แปรผกผันกับความยาวคลื่น $f \propto \frac{1}{\lambda}$ หลังจากบันทึกแล้วต้องใช้ทักษะการคำนวณในเรื่องการสร้างสมการ เพื่อสู่การสรุปความสัมพันธ์ของความถี่และความยาวคลื่น ออกมาเป็นสูตรที่ใช้ในการคำนวณขั้นต่อไป คือ

$$f = \frac{k}{\lambda}$$

สูตร $$f = \frac{v}{\lambda}$$

ในการที่นักเรียนนำสูตรไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ในแบบฝึกหัดนั้น นักเรียนจำเป็นต้องใช้ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนเต็ม ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ทศนิยม ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร เลขยกกำลัง โจทย์อาจกำหนด ความถี่ ความเร็ว หรือความยาวคลื่นเป็นเลขจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม หรือเลขยกกำลัง เช่น

ความถี่ 100 Hz, 5/2 KHz, 2.5×10^6 Hz, 10^6 Hz

ความเร็ว 200m/s, $\frac{1}{100}$ m/s, .01 m/s, 2×10^2 m/s

ความยาวคลื่น 2m, $\frac{2}{100}$, .02m, 2×10^{-2} m

เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าในการเรียนเรื่องคลื่นน้ำนั้นนักเรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์หลายทักษะคือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการสื่อความหมาย ทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความ ซึ่งทุกทักษะที่กล่าวมาแล้วล้วนต้องอาศัยทักษะการคำนวณทั้งสิ้น

ทักษะการคำนวณ

ทักษะการคำนวณหมายถึง ความสามารถในการนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง จากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร และการหาค่าเฉลี่ย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คู่มือครู วิชาฟิสิกส์ เล่ม 3, 2527 : 13)

ทักษะการคำนวณเป็นทักษะที่สำคัญทักษะหนึ่งในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

มังกร ทองสุขดี (2523 : 20) กล่าวถึงทักษะการคำนวณที่จำเป็นต้องฝึกให้แก่เด็กไว้ดังนี้ คือ

1. ฝึกให้รู้จักการหาค่าโดยประมาณ (Approximation) การรู้จักประมาณในทางการคำนวณ จะช่วยตั้งสมมติฐานได้มาก

2. ฝึกให้รู้จักการหาค่าเฉลี่ย (Average) เช่น การหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ จะเป็นประโยชน์ต่อการหาค่าที่ถูกต้องได้

3. ฝึกให้รู้จักลำดับความสำคัญ (Ranking) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการสำรวจ ต่อการแสดงผลงานการค้นคว้า

4. ฝึกให้รู้จักประโยชน์จากพีชคณิต (Algebra) ให้เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การตั้งกฎเกณฑ์ เช่น ทฤษฎีของโอห์ม ต้องใช้กฎเกณฑ์ของพีชคณิต

5. ฝึกให้รู้จักประโยชน์ของวิชาเรขาคณิต (Geometry) เป็นวิชาที่ช่วยหาเหตุผล หาค่าความยาว ช่วยอธิบายรูปร่างลักษณะของวัตถุต่าง ๆ

6. ฝึกให้รู้จักประโยชน์ของการสร้างกราฟ (Graphing) เป็นประโยชน์ต่อการอธิบายผลการทดลอง จะช่วยให้นักเรียนมีผลการเรียนดีขึ้น

7. ฝึกให้รู้จักการจัดกลุ่ม (Grouping) การรู้จักจัดกลุ่มของจำนวนต่าง ๆ เด็กนักเรียนจะต้องคำนึงถึงหน่วย (Unite) ของจำนวนเหล่านั้นด้วย

8. ฝึกให้เด็กรู้จักการวัด (Measurement) การวัดเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เราต้องวัดปริมาณต่าง ๆ คือ

8.1 วัดระยะทางหรือที่ว่าง (Space)

8.2 วัดมวล (Mass)

8.3 วัดเวลา (Time)

การวัดปริมาณเหล่านี้เด็กจะต้องมีทักษะการวัดว่าจะต้องวัดอย่างไร จะเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดใด และมีวิธีการใช้เครื่องมือเหล่านี้ได้อย่างไร

9. ฝึกให้มีทักษะในการหาค่าร้อยละ (Percentage) ในการหาค่าร้อยละหรือเปอร์เซนต์ เป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะจะแสดงให้เห็นคุณค่าว่าปริมาณนั้นมีค่ามากน้อยเท่าใดในจำนวนทั้งหมด 100 ส่วน เช่น การหาค่าความร้อน หรือการหาค่าของการได้เปรียบเชิงกล

10. ฝึกให้รู้จักตำแหน่งและค่าจำนวนต่าง ๆ ในการคำนวณ นักเรียนจะต้องทราบและเข้าใจว่าจำนวนต่าง ๆ นั้นมีค่าและหน้าที่อย่างใด เช่นในกรณีที่มีการคำนวณเกี่ยวกับเครื่องหมาย +, −, x, ÷ เด็กจะต้องทราบผลของการคูณ และหารก่อนทำการบวก และลบ

11. ฝึกให้รู้จักการแก้ปัญหา (Problem Solving) ในกรณีนี้ หมายถึงการรู้จักแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้สมการแบบต่าง ๆ การหาค่ากรณฑ์ เป็นต้น

12. ฝึกให้รู้จักการพิสูจน์ (Proving) เราอาจจะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ เช่นการแก้สมการพีชคณิต และเรขาคณิตเพื่อแสดงการพิสูจน์ได้

13. ฝึกให้รู้จักหาอัตราส่วน (Ratio) การเรียนวิทยาศาสตร์ เช่น การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การถ่ายทอดพันธุกรรมทางชีววิทยา และเปลี่ยนรูปพลังงานต่าง ๆ ในวิชาฟิสิกส์ จะต้องการแก้ปัญหาโดยใช้อัตราส่วนอยู่เสมอ ฉะนั้นการรู้จักและเข้าใจเรื่องอัตราส่วนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

14. ต้องฝึกให้เข้าใจกับค่าของจำนวนเลข ค่าของจำนวนเลขย่อมมีทั้งค่ามาก และค่าน้อย เช่น 1,000,000 กับ 1 ใน 1,000,000 ย่อมจะทำให้เด็กไขว้เขวหรือสับสนได้ ฉะนั้นจึงควรจะให้เด็กได้มีโอกาสเข้าใจค่าต่าง ๆ ว่าแตกต่างกันอย่างไร เพื่อสะดวกต่อการศึกษาในเรื่องระยะทาง ระหว่างการวิเคราะห์ การคำนวณอายุของหินชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

15. ฝึกให้รู้จักศัพท์ของจำนวนเลขต่าง ๆ (Number Vocabulary) เช่น ให้รู้จักความหมายของเส้นล้อมรอบของรูปต่าง ๆ (Peri meter) ความหมายของมุม ทรงกลม ปริมาณเวคเตอร์ เป็นต้น

16. ฝึกให้รู้จักความหมายของศูนย์ (Zero representation) ค่าของศูนย์เป็นความหมายด้านนามธรรม ที่มักจะทำให้เกิดการเข้าใจผิดอยู่เสมอ เพราะคำว่าศูนย์ ไม่ได้มีความหมายว่าไม่มีค่าเสมอไป โดยเฉพาะ

เมื่อนักเรียนใช้ไม้เมตร ไม้บรรทัด การวัด (scale) การอ่านกราฟ อ่านอุณหภูมิ และ พิจารณาค่าบวก ลบ ของเลขจำนวนใด ๆ

จะเห็นได้ว่าทักษะการคำนวณทั้งหมดนี้เป็นทักษะการคำนวณที่ปรากฏอยู่ในวิชาเลขคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติ เรขาคณิต และสถิติ ทักษะการคำนวณเหล่านี้เป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาฟิสิกส์ ทักษะการคำนวณเหล่านี้ต้องนำมาใช้ในการตั้งสมมติฐาน การวัด การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การพิสูจน์ การนำกฎและสูตร มาใช้ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ เป็นต้น สมควรที่จะได้ฝึกฝนให้เด็กได้มีทักษะการคำนวณเหล่านี้ไว้เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

<u>ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง</u>

อิเคน เจอาร์ เลวิส (Aikin JR.Lewis 1973 : 406) ได้สรุปผลการศึกษาและงานวิจัยของนักคณิตศาสตร์และนักจิตวิทยาว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประกอบด้วยความสามารถด้านต่าง ๆ 5 ด้านคือ

1. ความสามารถด้านวิธีการเหตุผลอนุมาน (Deductive general Reasoning) หมายถึง ความสามารถด้านกระบวนการหาคำตอบที่ดำเนินเริ่มต้นจากส่วนรวมไปหาส่วนย่อย หรือจากกฎเกณฑ์ไปหาข้อพิสูจน์ ซึ่งตรงกับผลการศึกษาของโคลแมน (Coleman) ที่สรุปว่าความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับความสามารถด้านเหตุผลแบบวิธีอนุมาน

2. ความสามารถด้านวิธีการเหตุผลอุปมาน (Inductive Reasoning) หมายถึง ความสามารถด้านกระบวนการหาคำตอบที่ดำเนินเริ่มต้นจากส่วนย่อยไปหาส่วนรวม หรือ จากข้อพิสูจน์เหตุผลไปหากฎเกณฑ์

008624

I 17434804

3. ความสามารถด้านตัวเลขจำนวน (Numerical Ability) ความสามารถด้านนี้ หมายถึง ความสามารถในการคำนวณจำนวนเลข และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถด้านการรับรู้เกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ (Spatial Perceptual Ability) หมายถึง ความสามารถในการจัดรูปร่างและขนาดต่าง ๆ ของวัตถุให้เป็นหมวดหมู่หรือระบบเดียวกัน ซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์มาก

5. ความสามารถด้านความสนใจทางภาษา (Verbal Comprehension) เป็นความสามารถทั่ว ๆ ไปทางภาษาโดยเฉพาะการอ่านเอาเรื่อง

ความสามารถทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาระหว่างชายกับหญิงจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในช่วงเด็กจนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ความสามารถด้านนี้จะปรากฏแตกต่างชัดเจนภายหลังจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ไปแล้ว

อลิสเบธ เฟนเนมา (Elizabeth Fenema 1974 : 187) สรุปถึงองค์ประกอบที่ทำให้นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีความแตกต่างกันในความสามารถและผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ว่ามีองค์ประกอบ 5 ด้าน คือ

1. กรรมพันธุ์ กล่าวคือ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ส่วนหนึ่งจะติดมาแต่กำเนิดตามกรรมพันธุ์โดยมียีนส์ (Genetic) บางชนิดที่สามารถควบคุมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability) ได้

2. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability) เป็นองค์ประกอบทางสติปัญญาที่มีส่วนทำให้นักเรียนชายมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง

3. ความสามารถทางภาษา (Verbal Ability) เป็นความสามารถที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้โดยตรง เช่น ความสามารถในการแปลความทางภาษา (Translation) ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนหญิงจะมีความสามารถด้านภาษาทั่วไปสูงกว่านักเรียนชาย เพราะว่านักเรียนหญิงสามารถเรียนรู้การอ่านได้ดีกว่านักเรียนชาย นักเรียนชายจะเรียนรู้ได้เท่าทันและดีเหมือนนักเรียนหญิงในช่วงอายุ 10 ปี นอกจากนี้ยังพบอีกด้วยว่า นักเรียนหญิงจะมีความสามารถทางไวยากรณ์ การสะกดคำ และความคล่องแคล่วด้านคำศัพท์สูงกว่านักเรียนชาย

4. ทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ กล่าวคือ ในสังคมทั่ว ๆ ไป จะคาดหวังและให้ความสำคัญแก่นักเรียนชายว่านักเรียนชายมีความรักและความสนใจที่จะเรียนคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิง ทั้งนี้เป็นผลมาจากความเชื่อที่ว่า นักเรียนชายสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนหญิง ซึ่งทำให้มีอิทธิพลต่อทัศนคติของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์

5. อัตมโนทัศน์ (Self-Concept) หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดตลอดจนความเชื่อมั่นในความสามารถของนักเรียนเองที่มีต่อคณิตศาสตร์ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์มาก นักเรียนชายมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอัตมโนทัศน์กับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง

กล่าวโดยสรุป ความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง จะมีความแตกต่างกันอย่างปรากฏชัดเจนภายหลังการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาไปแล้ว ทั้งนี้เป็นเพราะองค์ประกอบทางด้านภาษาด้านมิติสัมพันธ์ ด้านทัศนคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ ด้านกรรมพันธุ์ และด้านอัตมโนทัศน์สำหรับนักเรียนหญิงมีแนวโน้มว่า มีความพร้อมทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

กว่านักเรียนชาย 3 ด้าน คือ ด้านความคล่องแคล่วทางภาษา ด้านพื้นฐานเลขคณิต และด้านความจำที่มาจากการท่องจำ และสำหรับนักเรียนชายมีแนวโน้มว่ามีความพร้อมทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง 4 ด้าน คือ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ความสามารถด้านวิธีการเหตุผลอนุมาน และอุปมาน อัตโนทัศน์ที่มีต่อคณิตศาสตร์และการแก้โจทย์ปัญหา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

บรรพต วงค์แสวง 2523 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยการวิเคราะห์แบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย เล่ม 1 ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และใช้แบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นของครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของโรงเรียนรัฐบาล และโรงเรียนราษฎร์ ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ครู และนักเรียนมีความเห็นเกี่ยวกับแบบเรียนไม่แตกต่างกัน และพบว่า ในแบบเรียนและคู่มือครูมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ครบทั้ง 13 ทักษะ และทักษะการคำนวณเป็นทักษะที่ปรากฏมากที่สุด คือ 35.39 % ของทักษะทั้งหมด และทักษะการแยกแยะประเภทมีน้อยที่สุด 0.20 % ของทักษะทั้งหมด

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2524 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยหาตัวแปรที่ใช้ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 243 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคำนวณ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบ

วัดความสามารถในการตีความหมายจากกราฟ แบบทดสอบวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบเน้นตัวแปร ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางการคำนวณเป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

กมล หลีกภัย (2525 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2524 โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก แบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันในทางบวก และสามารถใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาหาเหตุผลเชิงตรรก และคะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้ทำนายคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนได้

บุญส่ง อุดมระดิ (2525 : บทคัดย่อ) ได้สำรวจความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับอุปกรณ์ปฏิบัติการวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบสำรวจความคิดเห็นจากครู และนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสม คุณภาพ และปัญหาการใช้อุปกรณ์ปฏิบัติการวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ครูและนักเรียนมีความเห็นตรงกันว่า คุณภาพของอุปกรณ์อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง อุปกรณ์ชำรุด เสียหายมาก บางชิ้นมีขนาดเล็กเกินไป บางชิ้นมีขนาดใหญ่เกินไป และอุปกรณ์การทดลองมีแรงเสียดทาน

งานวิจัยต่างประเทศ

สแตนเลย์ บี บราวน์ (Stanley B. Brown 1955 : 57-59) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 5 จำนวน 1951 คน และนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 จำนวน 2901 คน จากโรงเรียนต่าง ๆ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความเชื่อถือได้และมีความเที่ยงตรงเพียงพอ จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชายมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง

โทมัส แอล แบกชอว์ (Thomas L. Bagshaw 1959 : 452) ได้ศึกษาความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 922 คน โดยใช้แบบสอบถาม (Questionaire) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชายสนใจวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนนักเรียนหญิงสนใจชีววิทยา จะเห็นได้ว่า แม้นักเรียนหญิงและนักเรียนชายจะสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์เหมือนกัน แต่นักเรียนชายสนใจวิทยาศาสตร์เชิงฟิสิกส์

พอล เบอราดแอคเคอร์สัน (Paul Beradt Acherson 1966 : 44-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในอเมริกา เพื่อหาว่านักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ วิชาเคมี และวิชาชีววิทยา จำเป็นต้องใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ช่วยแก้ปัญหามากน้อยต่างกันเพียงไร โดยใช้แบบทดสอบ SMSG คณิตศาสตร์, PSSG ฟิสิกส์, CBA เคมี และ BSCS ชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในอเมริกา 7 แห่ง ผลการ

วิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาเคมีและชีววิทยา ไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ แต่นักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์จำเป็นอย่างยิ่งต้องมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

วิลเลี่ยม เอฟ พูล (William F. Pool 1969 : 1541-A) ได้ศึกษาหาสาเหตุที่ทำให้นักเรียนในสหรัฐอเมริกา เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์น้อยลงตามลำดับ โดยพิจารณาถึงองค์ประกอบทางจิตวิทยา 2 อย่าง คือ ด้านทัศนคติ ด้านสติปัญญา ความถนัดและค่าเฉลี่ยของระดับคะแนน ระหว่างนักเรียนที่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์กับวิชาเคมี พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ รวมทั้งมีสติปัญญา ความถนัดและคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนพวกอื่น ๆ โดยเฉพาะนักเรียนชายมีทัศนคติทางบวกต่อวิชาฟิสิกส์มากกว่านักเรียนหญิง

ริชาร์ด เคนนาร์ด เฟลทเชอร์ (Richard Kenard Fletcher 1971 : 442-A) ได้ศึกษาถึงพื้นฐานการศึกษาของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาวิชาฟิสิกส์ โดยนำนักเรียนเกรด 10, 11 และ 12 จำนวน 64, 48 และ 95 คน ตามลำดับ ซึ่งเลือกจากโรงเรียนต่าง ๆ ใน **รัฐเวอร์จิเนีย** มาทดลองให้เรียนวิชาฟิสิกส์ที่จัดขึ้นโดยเฉพาะ และมีเนื้อหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีการทอสอบก่อนและหลังการสอน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้น 10 ต่ำกว่าชั้น 11 และ 12 อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทดสอบเกณฑ์ภาคเชาว์ปัญญาของนักเรียนที่นำมาทดลองดูปรากฏว่า นักเรียนชั้น 11 มีเกณฑ์ภาคเชาว์ปัญญาสูงกว่านักเรียนชั้น 10 และนักเรียนชั้น 12 มีเชาว์ปัญญาสูงสุด แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาวิชาฟิสิกส์สูง จะมีเกณฑ์ภาคเชาว์ปัญญาสูงด้วย

เจฟฟรี ที ฟอกซ์ (Geoffrey T. Fox 1973 : 1547-A) ได้ทำการทดลองสอนฟิสิกส์โดยใช้เกมการเล่นเป็นกิจกรรมประกอบการเรียนของนักเรียนมัธยม ผลการทดลองสรุปได้ว่า ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับพลังงาน

โมเมนตัม ความเร่ง ความเร็ว และกำลัง มีความเกี่ยวพันกับปัญหาต่าง ๆ เสมอ ถ้าครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์รู้จักกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักสังเกตปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเล่นเกมส์ต่าง ๆ รวมทั้งประสบการณ์ของนักเรียนจะทำให้นักเรียนสามารถค้นพบปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเองและมีความเข้าใจในกฎเกณฑ์เบื้องต้นของวิชาฟิสิกส์ได้ดีทั้งยังมีความสนใจที่จะเรียนวิชาฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น

บรุค แมคคอย ฟริดมอร์ (Brooke McCoy Pridmore 1979 : 4442-A) ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบที่ใช้เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักศึกษาที่ไม่มีความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตวิเคราะห์ในระดับวิทยาลัย ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรู้พื้นฐานทางวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา และความรู้พื้นฐานทางวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับวิทยาลัยเป็นองค์ประกอบที่ใช้เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักศึกษาที่ไม่มีความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตวิเคราะห์

จากงานวิจัยที่นำมากล่าวนี้พบว่ายังไม่มีการวิจัยเรื่องทักษะการคำนวณที่ต้องนำมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์เลย นักเรียนชายมีความสนใจ และมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์มากกว่านักเรียนหญิง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ขึ้นกับความสนใจ ความเข้าใจกฎเกณฑ์เบื้องต้นของวิชาฟิสิกส์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาและความสามารถในการนำทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ซึ่งมีทักษะการคำนวณร่วมอยู่ด้วยมาใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย