

คำนำ

เอกสารหลักสูตรอบรมแบบ e-Training หลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นหลักสูตรฝึกอบรมภายใต้โครงการพัฒนาหลักสูตรและพัฒนาครู และบุคลากรทางการศึกษาโดยยึดถือภารกิจและพื้นที่เป็นฐานด้วยระบบ TEPE Online โดยความร่วมมือของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อพัฒนาผู้บริหาร ครูและบุคลากรทางการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการขององค์กร โดยพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างมีคุณภาพ โดยใช้หลักสูตรและวิทยากรที่มีคุณภาพ เน้นการพัฒนาโดยการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถเข้าถึงองค์ความรู้ในทุกที่ทุกเวลา

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหลักสูตรอบรมแบบ e-Training หลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจะสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพื่อยังประโยชน์ต่อระบบการศึกษาของประเทศไทยต่อไป

สารบัญ

คำนำ	1
หลักสูตร “คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย”	3
รายละเอียดหลักสูตร	4
คำอธิบายรายวิชา	4
วัตถุประสงค์	4
สาระการอบรม	4
กิจกรรมการอบรม	5
สื่อประกอบการอบรม	5
การวัดผลและประเมินผลการอบรม	5
บรรณานุกรม	5
เค้าโครงเนื้อหา	7
ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้	11
ตอนที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	19
ตอนที่ 3 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้	31
ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งการเรียนรู้	40
ตอนที่ 5 แนวทางในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์	47
ใบงานที่ 1.1	55
ใบงานที่ 1.2	59
ใบงานที่ 2.1	61
ใบงานที่ 2.2	60
ใบงานที่ 2.3	65
ใบงานที่ 3.2	67
ใบงานที่ 4.1	69
ใบงานที่ 4.2	70
ใบงานที่ 4.3	71
ใบงานที่ 5.1	72
ใบงานที่ 5.2	74

หลักสูตร
คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รหัส TEPE-55109

ชื่อหลักสูตรรายวิชา คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิทยากร

1. อาจารย์ ดร.กนิษฐา เชาววัฒนกุล
 2. อาจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์
- คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเนื้อหา

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1. ดร.ปราโมทย์ | ขจรภัย |
| 2. นางสาวนวลน้อย | เจริญผล |
| 3. นางสาวจรรยาศรี | แจบไธสง |
| 4. ผศ.สุมาลี | ตั้งคนานุรักษ์ |

รายละเอียดหลักสูตร

คำอธิบายรายวิชา

อธิบายความหมาย ความสำคัญ ของสาระและมาตรฐานคุณภาพผู้เรียน สามารถจัดทำ โครงสร้างและคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ สามารถอธิบายหลักการ บทบาท ขั้นตอนของแผนการ จัดการเรียนรู้ สามารถวิเคราะห์ ระบุ จำแนกรูปแบบสื่อ และแนวทางการพัฒนาการเรียนรู้ โดยบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน และสามารถวัดและประเมินผล การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมแล้ว

1. สามารถอธิบายถึงสาระ/มาตรฐานและคุณภาพผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. สามารถจัดทำโครงสร้างและคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์
3. สามารถอธิบายหลักการสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสามารถนำ หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ได้
4. สามารถอธิบายบทบาทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สามารถวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อย ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม
5. สามารถอธิบายขั้นตอนที่สำคัญของการออกแบบหน่วยการเรียนรู้
6. สามารถอธิบายความหมายและความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้
7. สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ของแผนการจัดการ เรียนรู้ได้
8. สามารถออกแบบกิจกรรมเพื่อพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามสมรรถนะในหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
9. สามารถระบุ จำแนกประเภทของสื่อการเรียนรู้ และบอกได้ว่าสิ่งใดเป็นสื่อการเรียนรู้หรือไม่
10. สามารถอธิบายถึงหลักการเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเนื้อหา คณิตศาสตร์เรื่องใดเหมาะกับสื่อการเรียนรู้แบบใด
11. สามารถอธิบายถึงหลักการเลือกสื่อเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถเลือกและจัดหาสื่อเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้
12. สามารถอธิบายหลักการวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์
13. สามารถสร้างหรือเลือกใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม

สาระการอบรม

- ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้
 ตอนที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 ตอนที่ 3 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้
 ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งการเรียนรู้
 ตอนที่ 5 แนวทางในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

กิจกรรมการอบรม

1. ทำแบบทดสอบก่อนการอบรม
2. ศึกษาเนื้อหาสาระการอบรมจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์
3. ศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจากใบความรู้
4. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้
5. ทำใบงาน/กิจกรรมที่กำหนด
6. แสดงความคิดเห็นตามประเด็นที่สนใจ
7. แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เข้ารับการอบรมกับวิทยากรประจำหลักสูตร
8. ทำแบบทดสอบหลังการอบรม

สื่อประกอบการอบรม

1. บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์
2. ใบความรู้
3. วีดิทัศน์
4. แหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง
5. กระดานสนทนา (Web board)
6. ใบงาน
7. แบบทดสอบ

การวัดผลและประเมินผลการอบรม**วิธีการวัดผล**

1. การทดสอบก่อนและหลังอบรม โดยผู้เข้ารับการอบรมจะต้องได้คะแนนการทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70
2. การเข้าร่วมกิจกรรม ได้แก่ ส่งงานตามใบงานที่กำหนด เข้าร่วมกิจกรรมบนกระดานสนทนา

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551. **ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: หจก.ส เจริญ การพิมพ์.

กระทรวงศึกษาธิการ, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2551. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2553. **แนวทางการนำจุดเน้นการพัฒนาผู้เรียนสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2553. **การคิดเชิงวิเคราะห์ (ANALYTICAL THINKING)**. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย

- จินตนา สุขจามันท์. 2556. การศึกษาและการพัฒนาชุมชนในศตวรรษที่ 21 (Education and Community Development in the 21st Century). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ทรงชัย อักษรคิด. 2555. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. (เอกสารอัดสำเนา).
- ทศนา แคมมณี. 2552. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัฒน์ อุดมกะวานิช. 2555. หลักคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์. 2550. กระบวนการออกแบบย้อนกลับ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. 2553. พจนานุกรมศัพท์คณิตศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: บริษัท นานมีบุ๊คพับลิเคชันส์ จำกัด.
- ราชบัณฑิตยสถาน. 2555. พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- วัชร เล่าเรียนดี. 2552. รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วิจารณ์ พานิช. 2555. วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- ศศิธร เวียงวะลัย. 2556. การจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551. คู่มือการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. (เอกสารอัดสำเนา).
- สิริพร ทิพย์คง. 2545. หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- สุคนธ์ สีนธพานนท์และคณะ. 2554. วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9199 เทคนิควิธีคิด.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2553. หลักการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- Angelo T.A. and Cross K.P. 1993. Classroom Assessment Techniques: A Handbook for College Teachers, 2nd Edition. San Francisco: Jossey-Bass.
- Bloom, B.S., et al. 1956. Taxonomy of Educational Objective: The Classification of Educational Goals. New York: DAVID MckAY Company.
- Chico, G.J. and Koch, C. 2005. Mathematics scoring rubric: A guide to scoring extended-response items. [online]. Available from: <http://www.isbe.state.il.us/assessment/pdfs/ERMATHRubric.pdf>[2013, July 14].
- Dick, W., Carey, L. and Carey, J.O. 2005. *The systematic design of instruction*. MA: Pearson.
- Librera, W.L., et al. 2004. Mathematics: A rubric scoring handbook. [online]. Available from: <http://www.state.nj.us/education/assessment/hs/sra/math.pdf>[2013, July 14].

หลักสูตร TEPE-55109

คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เค้าโครงเนื้อหา

ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้

เรื่องที่ 1.1 สาระและมาตรฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551

เรื่องที่ 1.2 การจัดทำโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์

แนวคิด

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้กำหนดตัวชี้วัดรายช่วงชั้น ใน 6 สาระ ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะต้องบูรณาการให้เกิดความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม

2. จากมาตรฐานและตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ครูจะต้องนำตัวชี้วัดที่กำหนดเป็นรายปีมาวางแผนเพื่อจัดทำโครงสร้างรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา ซึ่งจะนำไปสู่การจัดทำหน่วยการเรียนรู้ และการออกแบบการจัดการเรียนการสอนเป็นรายหน่วยการเรียนรู้ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. สามารถอธิบายถึงสาระ/มาตรฐานและคุณภาพผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. สามารถจัดทำโครงสร้างและคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 2.1 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่องที่ 2.2 การออกแบบหน่วยการเรียนรู้

เรื่องที่ 2.3 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แนวคิด

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรพิจารณาหลักในการจัดการเรียนรู้ คือ สอนจากสิ่งที่ป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่ป็นนามธรรม สอนจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวของนักเรียนก่อนสิ่งที่อยู่ไกลตัว สอนจากเรื่องง่ายก่อนการสอนเรื่องที่ยาก สอนตรงตามเนื้อหาที่ต้องการสอน สอนให้คิดเป็นลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล สอนด้วยอารมณ์ขัน สอนด้วยหลักจิตวิทยา สอนโดยการนำไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แบบแผนการดำเนินการสอนที่ได้รับการจัดอย่างเป็นระบบ มีความสอดคล้องกับทฤษฎีและหลักการจัดการเรียนรู้ที่แนวคิดของรูปแบบนั้นยึดถือ และได้รับการพิสูจน์แล้วว่ารูปแบบนั้นมีประสิทธิภาพ สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบนั้นๆ

3. การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ ควรออกแบบให้ครอบคลุมทั้ง 3 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ การกำหนดหลักฐานการเรียนรู้และการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้

4. แผนการจัดการเรียนรู้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ แผนการจัดการเรียนรู้เป็น ลักษณะเฉพาะของวิชาชีพรู ซึ่งแสดงถึงความรอบรู้ ความเชี่ยวชาญทางวิชาการของครูผู้สอน

วัตถุประสงค์

1. สามารถอธิบายหลักการสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสามารถ นำหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ได้

2. สามารถอธิบายบทบาทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สามารถวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อย ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

3. สามารถอธิบายขั้นตอนที่สำคัญของการออกแบบหน่วยการเรียนรู้

4. สามารถอธิบายความหมายและความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

5. สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ของแผนการจัดการ เรียนรู้ได้

ตอนที่ 3 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

เรื่องที่ 3.1 คุณลักษณะผู้เรียนตามสมรรถนะในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

เรื่องที่ 3.2 การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียน

แนวคิด

1. คุณลักษณะสำคัญตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ระบุเป็นสมรรถนะ สำคัญของผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นในยุคศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ความสามารถในการ สื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นในการพัฒนาในเกิดขึ้นกับผู้เรียน ควบคู่กับการสอนใน 5 สาระในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

2. การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนดำเนินการได้ในหลายลักษณะทั้งจัด กิจกรรมในชั้นเรียน นอกชั้นเรียน หรือส่งเสริมคุณลักษณะผู้เรียนในลักษณะของรายวิชาหนึ่งใน กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

วัตถุประสงค์

สามารถออกแบบกิจกรรมเพื่อพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามสมรรถนะในหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งการเรียนรู้

เรื่องที่ 4.1 ความรู้เบื้องต้นและประเภทของสื่อการเรียนรู้

เรื่องที่ 4.2 หลักการเลือกและใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม

เรื่องที่ 4.3 การใช้เทคโนโลยีในการสร้างสื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แนวคิด

1. สื่อการเรียนรู้ทุกประเภทมีคุณลักษณะที่สำคัญคือ เป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนสามารถเกิด การเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

2. การเลือกใช้สื่อการเรียนรู้นั้น ควรพิจารณาถึงหลักการที่สำคัญ 5 ประการคือ เลือกสื่อการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อจุดประสงค์ของการเรียนรู้ เลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวัย เพศ ศักยภาพ เจตคติและพื้นฐานทางการเรียนรู้ของนักเรียน เลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา คณิตศาสตร์ที่จะใช้ การเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความสะดวกในการจัดเตรียมและคุ้มค่าในการใช้ และเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความถนัดของครูผู้สอน

3. การใช้เทคโนโลยีในการสร้างสื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถทำได้ใน 5 แนวทาง คือ การใช้เทคโนโลยีในการสร้างมโนทัศน์ การใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อฝึกทักษะและพัฒนาการเรียนรู้ การใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหา การใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อนำเสนอ และการใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีอยู่มากมายให้เลือกใช้ แต่ทั้งนี้ครูผู้สอนจะต้องเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหาคณิตศาสตร์และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญ

วัตถุประสงค์

1. สามารถระบุ จำแนกประเภทของสื่อการเรียนรู้ และบอกได้ว่าสิ่งใดเป็นสื่อการเรียนรู้หรือไม่
2. สามารถอธิบายถึงหลักการเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเนื้อหา คณิตศาสตร์เรื่องใดเหมาะสมกับสื่อการเรียนรู้แบบใด
3. สามารถอธิบายถึงหลักการเลือกสื่อเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถเลือกและจัดหาสื่อเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้

ตอนที่ 5 แนวทางในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

เรื่องที่ 5.1 หลักการวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์

เรื่องที่ 5.2 การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

แนวคิด

1. จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผล ประการแรกเพื่อพัฒนาผู้เรียน (formative assessment) ประการที่สองเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ (summative assessment) โดยการวัด (measurement) หมายถึง การกำหนดค่าของสิ่งต่างๆ ประกอบด้วย 1) สิ่งที่วัด 2) เครื่องมือที่ใช้ในการวัด และ 3) หน่วยที่ใช้ในการวัด และการประเมิน (evaluation) หมายถึง การตัดสินคุณค่าของสิ่งนั้นๆ ประกอบด้วย 1) ผลที่ได้จากการวัด 2) เกณฑ์ และ 3) การตัดสินคุณค่า

2. หลักการวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การวัดและประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนที่ระบุไว้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้ได้สารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนในการให้ข้อมูลย้อนกลับและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ กระตือรือร้นในการพัฒนาปรับปรุงและนำไปพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

3. การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทั้งนี้ครูสามารถเลือกใช้เครื่องมือที่มีมาตรฐานอยู่แล้วนำมาดัดแปลงหรือสร้างขึ้นใหม่แล้วแต่ความเหมาะสม สิ่งสำคัญคือ ต้องมั่นใจว่ามีความคุณภาพและวัดสิ่งที่ต้องการได้ถูกต้อง

วัตถุประสงค์

1. สามารถอธิบายหลักการวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์
2. สามารถสร้างหรือเลือกใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม

ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้

เรื่องที่ 1.1 สาระและมาตรฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรอิงมาตรฐาน (Standard-based Curriculum) ที่สถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานยึดและใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยปรับหลักสูตรมาจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยมีประเด็นการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ คือ มีการปรับมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ จากตัวชี้วัดในมาตรฐานการเรียนรู้รายช่วงชั้น เป็นตัวชี้วัดรายชั้นปี (ในระดับการศึกษาภาคบังคับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) แต่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายยังคงมีการกำหนดมาตรฐานตัวชี้วัดช่วงชั้นซึ่งเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำ (minimum requirement) ไว้อย่างชัดเจน สอดคล้อง กับตัวชี้วัด อีกทั้งได้ปรับกระบวนการวัดและประเมินผล เกณฑ์การจบการศึกษาแต่ละระดับ และเอกสารแสดงหลักฐานทางการศึกษา ให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และมีความชัดเจนต่อการนำไปปฏิบัติ เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงเป็นเสมือนแนวทางให้ท้องถิ่นและสถานศึกษาต่างๆนำไปวางแผนเป็นกรอบการจัดทำหลักสูตรของสถานศึกษาของตนเองได้อย่างสมบูรณ์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นตัวกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ชัดเจน ทั้งด้านความรู้ ทักษะการปฏิบัติงาน และด้านเจตคติในการเรียนวิชาต่างๆ ช่วยทำให้สถาบันการศึกษาต่างๆมีคุณภาพขั้นต่ำในทิศทางเดียวกันทั้งประเทศ และช่วยแก้ปัญหาการเลื่อมล้ำกันของการเรียนในระดับชั้นที่เท่าเทียมกันในโรงเรียนต่างๆ ลดปัญหาการเทียบโอนรายวิชาระหว่างสถานศึกษาต่างๆ องค์ประกอบของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย โครงสร้าง วิสัยทัศน์ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ชัดเจน ซึ่งเป็นทิศทางในการจัดทำหลักสูตรของสถานศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งประกอบด้วย องค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ที่กำหนดให้ผู้เรียนต้องเรียน โดยมีเป้าหมายของการเรียนเพื่อการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิต และศึกษาต่อ การมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ และสร้างสรรค์ ทั้งนี้ประกอบด้วย 6 สาระและ 14 มาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

สาระ	มาตรฐาน
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ	มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้
สาระที่ 2 การวัด	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด
สาระที่ 3 เรขาคณิต	มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา
สาระที่ 4 พีชคณิต	มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์ แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา
สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ทั้งนี้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ และในการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการ สามารถประเมินในระหว่างการเรียนการสอนหรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้

คุณภาพของผู้เรียนวิชาคณิตศาสตร์เมื่อจบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6) ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ต่อไปนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

3. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

4. เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

5. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

6. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

7. รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

8. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สรุป

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ครูผู้สอนจะต้องศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรเพื่อใช้ในการวางแผนโครงสร้างของรายวิชา โดยในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้กำหนดตัวชี้วัดรายช่วงชั้นใน 6 สาระหลัก ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ ข้อมูลและความน่าจะเป็น และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะต้องบูรณาการให้เกิดความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 1.1 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 1.1

เรื่องที่ 1.2 การจัดทำโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์

การจัดโครงสร้างรายวิชาเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นกระบวนการที่ครูผู้สอนจะต้องทำความเข้าใจเพื่อกำหนดเป็นโครงสร้างของรายวิชาก่อนจะดำเนินการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ ทั้งนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดกรอบโครงสร้างเวลาเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกำหนดเวลาเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 รวมทั้งสิ้น 240 ชั่วโมง (คิดเป็นหน่วยกิตรวม 6 หน่วยกิต) ในกระบวนการวางแผนโครงสร้างรายวิชาเรียน ครูจะต้องทำการวิเคราะห์ตัวชี้วัดรายช่วงชั้นตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อกำหนดจำนวนชั่วโมงการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาสาระหลัก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างการวางแผนโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษามาตรฐานตัวชี้วัดช่วงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

มาตรฐาน	ตัวชี้วัดช่วงชั้น (ม.4 – ม.6)	ชื่อตัวชี้วัด
มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง	1.แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริง	ค 1.1 ม.4-6/1
	2.มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง	ค 1.1 ม.4-6/2
	3.มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะและจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์	ค 1.1 ม.4-6/3
มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา	1.เข้าใจความหมาย และหาผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์	ค 1.2 ม.4-6/1
มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา	1.หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสม	ค 1.3 ม.4-6/1
มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้	1.เข้าใจสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้	ค 1.4 ม.4-6/1
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่	1.ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมในการคาดคะเนระยะทางและความสูง	ค 2.1 ม.4-6/1

มาตรฐาน	ตัวชี้วัดช่วงชั้น (ม.4 – ม.6)	ชื่อตัวชี้วัด
ต้องการวัด		
มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด	1.แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ	ค 2.2 ม.4-6/1
มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ	-	-
มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา	-	-
มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน	1.มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต และการดำเนินการของเซต	ค 4.1 ม.4-6/1
	2.เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย	ค 4.1 ม.4-6/2
	3.มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน เขียนแสดงความสัมพันธ์และฟังก์ชันในรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง กราฟ และสมการ	ค 4.1 ม.4-6/3
	4.เข้าใจความหมายของลำดับ และหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด	ค 4.1 ม.4-6/4
	5.เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต หาพจน์ต่างๆของลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิต และนำไปใช้	ค 4.1 ม.4-6/5
มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา	1.เขียนแผนภาพเวนน-ออยเลอร์แสดงเซต และนำไปใช้แก้ปัญหา	ค 4.2 ม.4-6/1
	2.ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผลโดยใช้แผนภาพเวนน-ออยเลอร์	ค 4.2 ม.4-6/2
	3.แก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง	ค 4.2 ม.4-6/3
	4.สร้างความสัมพันธ์ หรือฟังก์ชันจากสถานการณ์หรือปัญหาและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา	ค 4.2 ม.4-6/4
	5.ใช้กราฟของสมการ อสมการ ฟังก์ชันในการแก้ปัญหา	ค 4.2 ม.4-6/5
	6.เข้าใจความหมายของผลบวก n พจน์แรกของ	ค 4.2 ม.4-6/6

มาตรฐาน	ตัวชี้วัดช่วงชั้น (ม.4 – ม.6)	ชื่อตัวชี้วัด
	อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต หาผลบวก ก พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรม เรขาคณิต โดยใช้สูตรและนำไปใช้	
มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้ วิธีการทางสถิติในการ วิเคราะห์ข้อมูล	1.เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย	ค 5.1 ม.4-6/1
	2.หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล	ค 5.1 ม.4-6/2
	3.เลือกใช้ค่ากลางที่เหมาะสมกับข้อมูลและ วัตถุประสงค์	ค 5.1 ม.4-6/3
มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการ ทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับ ความน่าจะเป็นในการ คาดการณ์ ได้อย่าง สมเหตุสมผล	1.นำผลที่ได้จากการสำรวจความคิดเห็นไป คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้	ค 5.2 ม.4-6/1
	2.อธิบายการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ ความน่าจะเป็น ของเหตุการณ์ และนำผลไปคาดการณ์ใน สถานการณ์ที่กำหนดให้	ค 5.2 ม.4-6/2
มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้ เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น ช่วยในการตัดสินใจและ แก้ปัญหา	1.ใช้ข้อมูลข่าวสาร และค่าสถิติช่วยในการตัดสินใจ	ค 5.3 ม.4-6/1
	2.ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นช่วยในการ ตัดสินใจและแก้ปัญหา	ค 5.3 ม.4-6/2
มาตรฐาน ค 6.1 มีความ สามารถในการแก้ปัญหา การ ให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	1.ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา	ค 6.1 ม.4-6/1
	2.ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม	ค 6.1 ม.4-6/2
	3.ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้ อย่างเหมาะสม	ค 6.1 ม.4-6/3
	4.ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการ สื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่าง ถูกต้องชัดเจน	ค 6.1 ม.4-6/4
	5.เชื่อมโยงความรู้ต่างๆในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยง กับศาสตร์อื่นๆ	ค 6.1 ม.4-6/5
	6.มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ค 6.1 ม.4-6/6

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการกำหนดเนื้อหารายวิชา แบ่งหัวข้อในแต่ละระดับชั้นโดยที่จำนวนชั่วโมงเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายกำหนดโครงสร้าง 3 ระดับชั้นไว้ 240 ชั่วโมง (6 ภาคการเรียนใน 3 ระดับชั้น) อาจกำหนดหัวข้อการเรียนโดยแบ่งชั่วโมงในการเรียนระดับชั้นละ 80 ชั่วโมง (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กำหนดการเรียน 2 ภาคเรียน ภาคเรียนละ 40 ชั่วโมง) ดังตัวอย่างการแบ่งหัวข้อและจำนวนชั่วโมงในแต่ละหัวข้อ ดังนี้

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ /ตัวชี้วัด	จำนวนชั่วโมง					
		มัธยมศึกษาปีที่ 4		มัธยมศึกษาปีที่ 5		มัธยมศึกษาปีที่ 6	
		ต้น	ปลาย	ต้น	ปลาย	ต้น	ปลาย
จำนวนจริง	ค 1.1 ม.4-6/1 ค 1.1 ม.4-6/2 ค 1.4 ม.4-6/1 ค 4.2 ม.4-6/3 ค 6.1 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/2 ค 6.1 ม.4-6/3 ค 6.1 ม.4-6/4 ค 6.1 ม.4-6/5 ค 6.1 ม.4-6/6	18					
เซต	ค 4.1 ม.4-6/1 ค 4.2 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/2 ค 6.1 ม.4-6/3 ค 6.1 ม.4-6/4 ค 6.1 ม.4-6/5 ค 6.1 ม.4-6/6	14					
ตรรกศาสตร์และการให้เหตุผล	ค 4.1 ม.4-6/2 ค 4.2 ม.4-6/2 ค 6.1 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/2 ค 6.1 ม.4-6/3 ค 6.1 ม.4-6/4 ค 6.1 ม.4-6/5 ค 6.1 ม.4-6/6	8					
ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน	ค 4.1 ม.4-6/3 ค 4.2 ม.4-6/4 ค 4.2 ม.4-6/5 ค 6.1 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/2 ค 6.1 ม.4-6/3 ค 6.1 ม.4-6/4 ค 6.1 ม.4-6/5 ค 6.1 ม.4-6/6		40				
เลขยกกำลัง	ค 1.1 ม.4-6/3 ค 1.2 ม.4-6/1 ค 1.3 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/2 ค 6.1 ม.4-6/3 ค 6.1 ม.4-6/4 ค 6.1 ม.4-6/5 ค 6.1 ม.4-6/6			20			
อัตราส่วนตรีโกณมิติ	ค 2.1 ม.4-6/1 ค 2.2 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/2 ค 6.1 ม.4-6/3 ค 6.1 ม.4-6/4 ค 6.1 ม.4-6/5 ค 6.1 ม.4-6/6			20			
ความน่าจะเป็น	ค 5.2 ม.4-6/1 ค 5.2 ม.4-6/2 ค 5.3 ม.4-6/2 ค 6.1 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/2 ค 6.1 ม.4-6/3 ค 6.1 ม.4-6/4				40		

ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	จำนวนชั่วโมง					
		มัธยมศึกษาปีที่ 4		มัธยมศึกษาปีที่ 5		มัธยมศึกษาปีที่ 6	
		ต้น	ปลาย	ต้น	ปลาย	ต้น	ปลาย
	ค 6.1 ม.4-6/5 ค 6.1 ม.4-6/6						
สถิติ	ค 5.1 ม.4-6/1 ค 5.1 ม.4-6/2 ค 5.1 ม.4-6/3 ค 5.3 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/2 ค 6.1 ม.4-6/3 ค 6.1 ม.4-6/4 ค 6.1 ม.4-6/5 ค 6.1 ม.4-6/6					40	
ลำดับและ อนุกรม	ค 4.1 ม.4-6/4 ค 4.1 ม.4-6/5 ค 4.2 ม.4-6/6 ค 6.1 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/2 ค 6.1 ม.4-6/3 ค 6.1 ม.4-6/4 ค 6.1 ม.4-6/5 ค 6.1 ม.4-6/6						40
		40	40	40	40	40	40

ทั้งนี้โครงสร้างรายวิชา จะเป็นกรอบสำหรับการกำหนดคำอธิบายรายวิชา และการออกแบบหน่วยการเรียนรู้เพื่อการวางแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

สรุป

จากมาตรฐานและตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ครูจะต้องนำตัวชี้วัดที่กำหนดเป็นรายช่วงชั้นมาวางแผนเพื่อจัดทำโครงสร้างรายวิชา เพื่อวางแผนการจัดทำหน่วยการเรียนรู้ และการออกแบบการจัดการเรียนการสอนเป็นรายหน่วยการเรียนรู้ต่อไป

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 1.2 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 1.2

ตอนที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ในสภาพสังคมปัจจุบันซึ่งกำลังเปลี่ยนผ่านจากสังคมฐานความรู้ไปสู่โลกหลังสังคมฐานความรู้ (Post Knowledge – Based Society) เป็นโลกที่ก้าวข้ามสังคมที่เน้นการแข่งขันไปสู่การร่วมมือสร้างสรรค์ ภูมิปัญญาได้ก้าวข้ามทรัพย์สินทางปัญญาสู่ภูมิปัญญามหาชน และมุ่งเน้นไปที่การใช้ความรู้และคุณธรรมในการขับเคลื่อนสังคม การตั้งอยู่ความพอดีระหว่างความเป็นอิสระและความพึ่งพาอาศัยกัน จากแนวคิดและกระบวนการทัศน์ของสังคมในโลกหลังสังคมฐานความรู้นี้ ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้นอกจากการจัดมวลประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ในด้านเนื้อหาทางวิชาการแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการเตรียมความพร้อมในด้านความสามารถและทักษะของผู้เรียนสำหรับการดำรงชีวิตอยู่ในโลกสังคมหลังฐานความรู้ได้อีกด้วย

เรื่องที่ 2.1 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

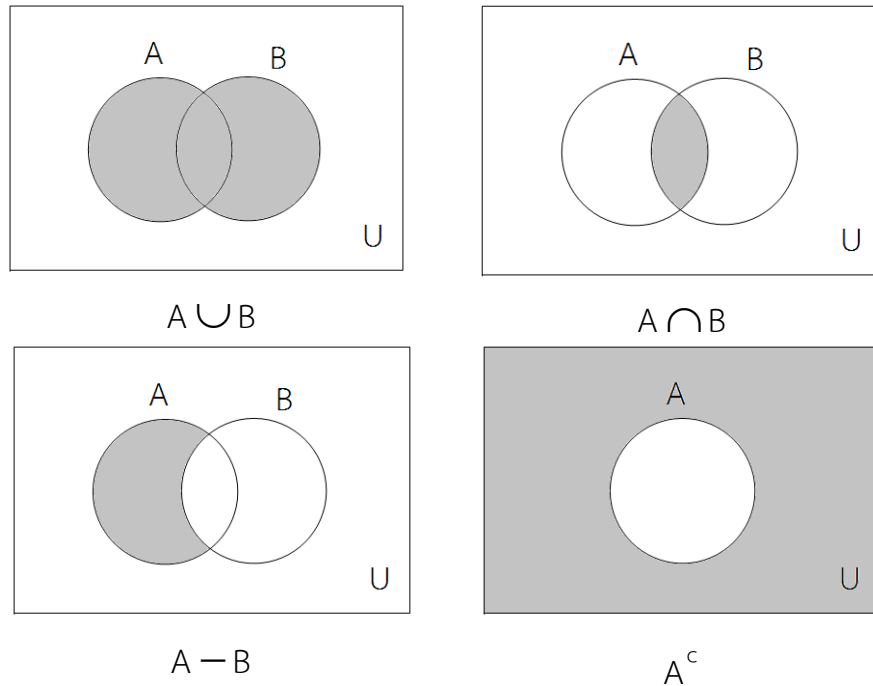
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Management) หมายถึง วิธีการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้การสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 5 ประการ คือ เพื่อสนองให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญาไปพร้อมกัน เพื่อสนองความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน เพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข ไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน เพื่อสนองต่อเจตนาารมณ์ของหลักสูตร เช่น ให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น เกิดทักษะกระบวนการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสังคม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงออก มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้

1. **จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับหลักสูตร** หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นั้นมีความมุ่งหวังให้ผู้เรียนเป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข โดยมีพื้นฐานอยู่บนความเป็นไทย สามารถคิด ค้นคว้า แสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนั้น ผู้สอนจึงต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด การแก้ปัญหา โดยใช้รูปแบบและวิธีการสอนที่หลากหลาย ดำเนินการจัดการเรียนรู้อย่างมีลำดับขั้นตอนและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะตามที่หลักสูตรต้องการ และอาจะบูรณาการคุณลักษณะอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 เพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของสังคม เป็นต้น

2. **จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้** ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนต้องพิจารณาว่าในการจัดการเรียนรู้ครั้งนั้นมุ่งเน้นที่พฤติกรรมในด้านใด เช่น ในการจัดการเรียนรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งมีจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติในการประมาณค่าระยะทางและความสูง จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้เป็นการเน้นไปที่การนำความรู้ไปใช้ ดังนั้นผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสนำความรู้ไปใช้ เป็นต้น ทั้งนี้ผู้สอนอาจใช้รูปแบบการสอน วิธีการสอนที่หลากหลายเพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่งจะกล่าวถึงเป็นลำดับต่อไป

3. จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัย ความสามารถและความสนใจของผู้เรียน เช่น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องฟังก์ชันครูอาจให้นักเรียนยกตัวอย่างฟังก์ชันที่มีคุณสมบัติตามที่ครูต้องการ เช่น เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง เป็นฟังก์ชันทั่วถึง จากนั้นให้นักเรียนออกมานำเสนอฟังก์ชันที่นักเรียนคิดได้และให้นักเรียนแสดงให้เห็นจริงว่าฟังก์ชันนั้นมีคุณสมบัติตามที่ครูต้องการ

4. สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม เช่น ในการสอนเรื่องการดำเนินการของเซต ครูควรสอนให้นักเรียนเข้าใจโมเดลซึ่งอาจจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนภาพเพื่อให้นักเรียนเห็นลักษณะผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการของเซต ดังนี้



หลังจากนั้นครูจึงนำเสนอการดำเนินการของเซตในรูปของบทนิยามทางคณิตศาสตร์ ให้ A, B เป็นเซต และ U เป็นเอกภพสัมพัทธ์ นิยามการดำเนินการของเซต ดังนี้

$$A \cup B = \{x | x \in A \text{ หรือ } x \in B\}$$

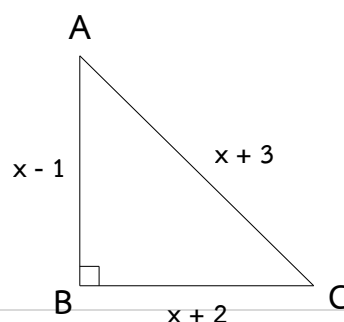
$$A \cap B = \{x | x \in A \text{ และ } x \in B\}$$

$$A - B = \{x | x \in A \text{ และ } x \notin B\}$$

$$A^c = \{x | x \in U \text{ และ } x \notin A\}$$

5. สอนจากเรื่องง่ายก่อนการสอนเรื่องที่ยาก เช่น การสอนให้นักเรียนแก้สมการกำลังสองตัวก่อนการสอนให้แก้สมการที่มีกำลังมากกว่า 2

6. สอนให้คิดเป็นลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล โดยขั้นตอนที่กำลังทำเป็นผลมาจากขั้นตอนก่อนหน้า เช่น จงหาความยาวของด้านประกอบมุมฉากของรูปสามเหลี่ยม ABC ที่กำหนดให้ต่อไปนี้



จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่า

$$AB^2 + BC^2 = AC^2$$

จะได้ว่า

$$(x-1)^2 + (x+2)^2 = (x+3)^2$$

$$(x^2 - 2x + 1) + (x^2 + 4x + 4) = x^2 + 6x + 9$$

$$2x^2 + 2x + 5 = x^2 + 6x + 9$$

$$x^2 - 4x - 4 = 0$$

$$(x^2 - 2(2)x + 2^2) - 4 - 2^2 = 0$$

$$(x-2)^2 - 8 = 0$$

$$(x-2)^2 = 8$$

$$x-2 = \pm\sqrt{8} \text{ หรือ } \pm 2\sqrt{2}$$

นั่นคือ

$$x = 2 \pm 2\sqrt{2}$$

ให้ $2 - 2\sqrt{2}$ จะได้ว่า $AB = x - 1 = 1 - 2\sqrt{2}$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าศูนย์ แต่เนื่องจากความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมจะต้องมากกว่าศูนย์ ดังนั้น $2 + 2\sqrt{2}$ เพียงค่าเดียว ทำให้ได้ว่า

$$AB = 1 + 2\sqrt{2}, BC = 4 + 2\sqrt{2}, AC = 5 + 2\sqrt{2}$$

7. จัดกิจกรรมที่น่าสนใจ โดยใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม ในการเลือกใช้สื่อการเรียนรู้นั้น
ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดต่อไปนี้

1. ความเหมาะสมกับระดับความรู้ ความสามารถและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
2. สื่อที่ใช้ต้องมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้
3. ความเหมาะสมของสื่อกับกิจกรรมการเรียนรู้
4. สื่อนั้นสามารถหาได้ในแหล่งวิชาการหรือในห้องเรียนนั้น
5. ความสะดวกในการใช้

8. จัดกิจกรรมโดยใช้วิธีการที่ท้าทายความคิดและความสามารถของผู้เรียน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าในสิ่งที่เรียน ได้เผชิญกับปัญหาและแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดและความสามารถในการเรียนรู้อย่างแท้จริง เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนทำโครงการคณิตศาสตร์ การจัดนิทรรศการ การแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนให้สูงขึ้นได้

9. การจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบและวิธีการที่หลากหลาย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนและเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง ผู้สอนไม่ควรใช้วิธีการเดียวกันตลอด ควรคิดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้คิดคำนวณแก้ปัญหา และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การเปลี่ยนวิธีการสอนให้มีความหลากหลายจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความกระตือรือร้นและเกิดการเรียนรู้ได้ดี หรืออาจสอนโดยการนำไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ อาจสอนให้นักเรียนใช้ความรู้เรื่องเลขยกกำลังในการทำนายปริมาณของเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น

10. จัดกิจกรรมโดยให้มีบรรยากาศที่สนุกสนาน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ควรจัดด้วยความสนุกสนานและเป็นกันเองระหว่างผู้เรียนและผู้สอน เพราะจะทำให้ผู้เรียนเรียนด้วยความสุข ไม่ตึงเครียด อันจะส่งผลต่อเจตคติของผู้เรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้จะเป็นเช่นไรนั้น ขึ้นอยู่กับคุณภาพของผู้สอน เพราะถ้าผู้สอนเข้มงวดจนเกินไปจะทำให้ผู้เรียนอยู่ในสภาวะตึงเครียด ไม่กล้าแสดงออก ไม่กล้ามีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน จนบางครั้งทำให้นักเรียนไม่กล้าคิด และไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์ในที่สุด แต่ถ้าผู้สอนปล่อยปละละเลยจนเกินไปก็จะทำให้ผู้เรียนขาดระเบียบวินัยในการเรียน ดังนั้น ผู้สอนจึงควรวางตัวให้เหมาะสม มีความเข้าใจผู้เรียน มีความเมตตา แจ่มใส ไม่ดุดัน แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องวางเงื่อนไขในกฎระเบียบให้ผู้เรียนทำตามอย่างเคร่งครัด

11. การวัดผลกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกครั้ง ผู้สอนควรจะมีการวิเคราะห์เพื่อประเมินจุดเด่นและข้อที่ควรปรับปรุงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง ซึ่งผู้สอนควรประเมินวัดและประเมินผลในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้และหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อที่จะได้นำจุดเด่นและข้อที่ควรปรับปรุงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนั้นๆ ไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป ซึ่งการวัดและประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้นั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสังเกต การใช้คำถาม การใช้แบบทดสอบ เป็นต้น

สรุป

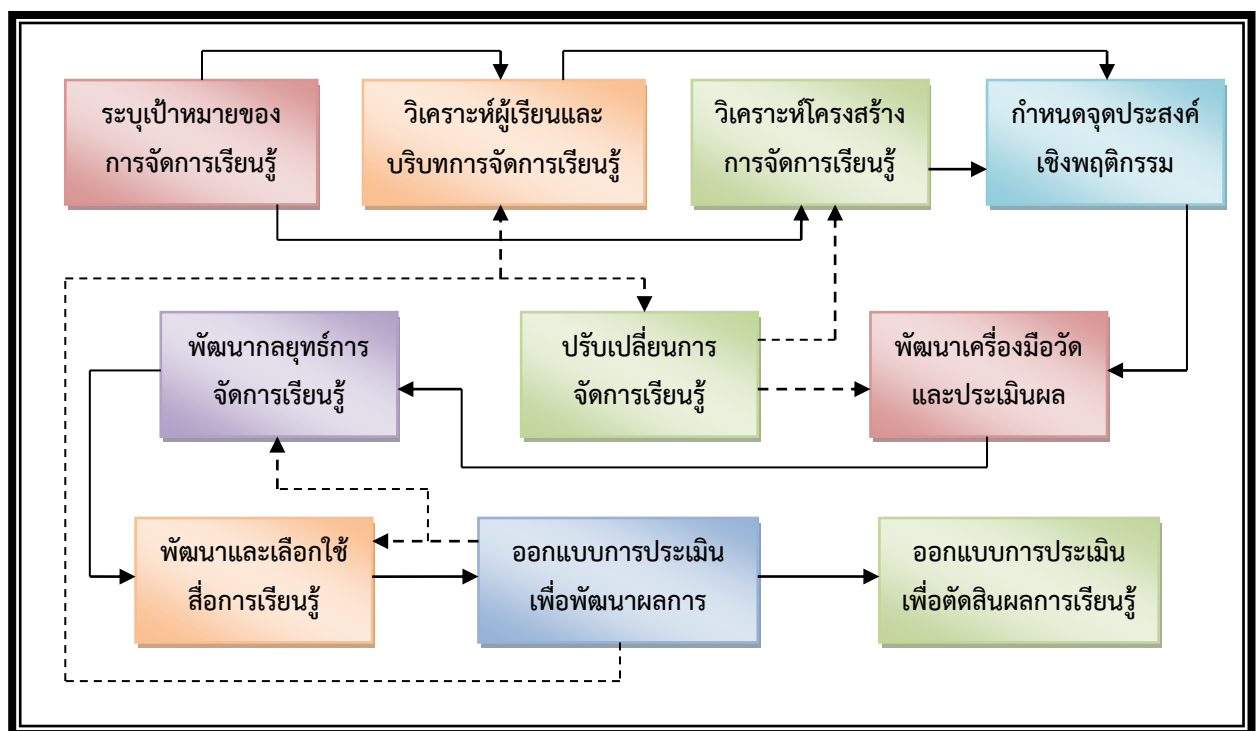
ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรพิจารณาหลักในการจัดการเรียนรู้ คือ สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม โดยเริ่มจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวของนักเรียนและเริ่มสอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องที่ยากกว่า โดยสอนให้ตรงตามเนื้อหาที่ต้องการ และฝึกให้คิดเป็นลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล สอดแทรกอารมณ์ขัน สอนตามหลักจิตวิทยา และบูรณาการกับวิชาอื่นๆ โดยที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญาไปพร้อมกัน ตรงต่อความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน รวมทั้งสร้างบรรยากาศการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตร ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสังคม กล้าแสดงออก และมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 2.1 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 2.1

เรื่องที่ 2.2 การออกแบบหน่วยการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการนำหลักสูตรสถานศึกษาเข้าสู่ชั้นเรียน การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ต้องเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่อิงมาตรฐานเช่นเดียวกับหลักสูตร โดยผู้สอนสามารถเลือกออกแบบได้หลายวิธี แต่ควรออกแบบให้ครอบคลุมทั้ง 3 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ การกำหนดหลักฐานการเรียนรู้และการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนภาพแสดงความสัมพันธ์เชื่อมโยงในการออกแบบการจัดการเรียนรู้



การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ ต้องเริ่มจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชื่อมโยงของมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันได้ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ต้องสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้ด้วย ในที่นี้จะขอเสนอแนวคิดในการออกแบบหน่วยการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบย้อนกลับ (Backward Design Process) ซึ่งเป็นกระบวนการออกแบบการสอนที่กำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นหลัก แล้วจึงออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเป้าหมายที่ต้องการ ดังนี้

องค์ประกอบที่สำคัญของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ควรมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ชื่อหน่วยการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ชิ้นงาน / ภาระงาน การวัดและประเมินผล กิจกรรมการเรียนรู้ เวลาเรียน / จำนวนชั่วโมงเรียน

ขั้นตอนการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบย้อนกลับ มี 3 ขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนต้องกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และนำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งการกำหนดเป้าหมายหรือผลการเรียนรู้ มีดังนี้

1.1 ความเข้าใจที่คงทน (Enduring Understanding) ที่เป็นหลักของการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย ความสามารถในการอธิบายโน้ตทัศน์ หลักการ หรือกระบวนการ (Can Explain) ความสามารถในการแปลความ ชี้ให้เห็นคุณค่า (Can Interpret) ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ (Can Apply) ความสามารถในการระบุจุดดี จุดอ่อน จากมุมมองที่หลากหลาย (Have perspective) ความสามารถในการซึมซับรับรู้ความคิดเห็น ความรู้สึกของผู้อื่น (Can Empathize) ความสามารถในการรับรู้ด้วยตนเอง รู้จักตนเอง รู้วิธีคิด วิธีปฏิบัติ ค่านิยมของตนเอง

1.2 จิตพิสัย และลักษณะที่พึงประสงค์ (Disposition Standards) หมายถึง การเป็นผู้เรียนรู้ เช่น นักคิด นักสร้างสรรค์ เป็นต้น

1.3 ทักษะคร่อมวิชา (Generic Learning) เป็นการคิดและกระบวนการคิดที่ใช้ได้กับทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ เช่น กระบวนการกลุ่ม กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการเสริมสร้าง ค่านิยม กระบวนการวิจัย กระบวนการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

1.4 ทักษะเฉพาะวิชา (Subject Specific Standards) เป็นกระบวนการตามธรรมชาติของกลุ่มวิชานั้นๆ เช่น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. การกำหนดหลักฐานการเรียนรู้จากเป้าหมายการเรียนรู้ เพราะการที่จะรู้ว่าผู้เรียนบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือตัวชี้วัด ต้องมีหลักฐานร่องรอยของชิ้นงานหรือภาระงาน เพื่อเป็นการยืนยันว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งอาจเป็นผลงานหรือผลการปฏิบัติงานของผู้เรียน หรือการผลิตชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์ด้วยตัวของผู้เรียนเอง หลักฐานหรือร่องรอยของการเรียนรู้ ได้แก่ ชิ้นงานหรือภาระงาน เช่นงานเขียนแสดงวิธีทำ แผนภูมิ กราฟ ตาราง โมเดลสามมิติ การทำรายงาน โครงการ เป็นต้น

3. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้ สามารถสร้างชิ้นงานหรือภาระงานซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะนำผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมาย และสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนเกิดคุณภาพตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งการวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาจพิจารณาได้จาก

3.1 ความรู้และทักษะอะไรที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

3.2 กิจกรรมอะไรที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ

3.3 สื่อการสอนแบบใดจึงเหมาะสมสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้

หลักการสำคัญของกระบวนการออกแบบย้อนกลับ

1. ต้องเริ่มจากการสร้างหน่วยการเรียนรู้ โดยอาจเป็นหน่วยการเรียนรู้ภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้เดียวกัน หรือเป็นหน่วยการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้

2. ต้องเน้นที่ผลการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ คือ สร้างความเข้าใจที่คงทน พัฒนาทักษะการคิดทั่วไปและพัฒนาทักษะของผู้เรียนที่เอื้อต่อการเป็นผู้เรียนรู้ ผู้สืบค้นและเป็นนักคิดที่มีประสิทธิภาพ

3. ต้องเน้นการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีการประเมินการปฏิบัติ การทำกิจกรรม การประเมินชิ้นงานและภาระงาน โดยใช้การประเมินตามสภาพจริง

4. ต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้รูปแบบการสอน วิธีสอน เทคนิคการสอนที่หลากหลาย

5. ผู้เรียนต้องสร้างความรู้หรือสร้างคำอธิบายความหมายด้วยตนเอง โดยผ่านการทำกิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจที่คงทน ความสามารถในการคิดและทักษะเฉพาะวิชา เสริมสร้างเจตคติที่ดีและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เช่น ความอยากรู้อยากเห็น การเป็นนักคิดเชิงวิพากษ์ ความเป็นผู้มีคุณธรรมและมนุษยสัมพันธ์ที่ดี เป็นต้น

6. ต้องมีการให้ผู้เรียนทำกิจกรรมขยายความรู้ เกิดการประยุกต์ใช้ความรู้ หรือการถ่ายโยงความรู้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างผลงานหรือชิ้นงานที่เป็นหลักฐานหรือร่องรอยในเชิงประจักษ์

สรุป

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ ครูสามารถเลือกออกแบบได้หลายวิธี แต่ควรออกแบบให้ครอบคลุมทั้ง 3 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ การกำหนดหลักฐานการเรียนรู้และการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ การออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบย้อนกลับ เป็นวิธีการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง โดยเป็นกระบวนการออกแบบการสอนที่กำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นหลัก แล้วจึงออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเป้าหมายที่ต้องการ

เรื่องที่ 2.3 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการในการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ แผนการจัดการเรียนรู้เป็นลักษณะเฉพาะของวิชาชีพครู ซึ่งแสดงถึงความรู้ ความเชี่ยวชาญทางวิชาการของครูผู้สอน แผนการจัดการเรียนรู้นั้นเปรียบได้กับพิมพ์เขียวของวิศวกร หรือสถาปนิกที่ใช้เป็นหลักในการควบคุมการก่อสร้าง ซึ่งจะขาดพิมพ์เขียวไม่ได้ เช่นเดียวกันกับครูผู้สอนที่จะขาดแผนการจัดการเรียนรู้ไม่ได้ ยิ่งครูผู้สอนได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองก็ยิ่งก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนเองมากยิ่งขึ้น

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

1. **รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้** เป็นรายละเอียดที่สำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น ชื่อกลุ่มสาระการเรียนรู้ ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เรื่องที่สอน เวลาที่ใช้ในการสอน ระดับชั้นที่สอน ซึ่งรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้นั้นจะแตกต่างกันบ้าง ขึ้นอยู่กับสถานศึกษาจะกำหนดขึ้นตามความเหมาะสม

2. **มาตรฐานการเรียนรู้** กำหนดขึ้นโดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนต้องบอกได้ว่าเชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในข้อใด เพื่อที่จะสามารถเชื่อมั่นได้ว่าครูผู้สอนจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานของหลักสูตร

3. **ตัวชี้วัดชั้นปี/ช่วงชั้น** เป็นข้อบ่งชี้ถึงความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนจะต้องจัดการเรียนรู้ให้ครบทุกตัวชี้วัดที่หลักสูตรกำหนด แต่สามารถจัดเรียงลำดับได้เองตามความเหมาะสม

4. **สาระสำคัญ** หรือ ความคิดรวบยอด เป็นแก่นของความรู้หรือทักษะสำหรับการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง สาระสำคัญเป็นสิ่งที่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด ซึ่งต้องมีความสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้นั้นๆ

5. **จุดประสงค์การเรียนรู้** ควรเขียนให้อยู่ในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทุกกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แล้วจะบรรลุผลตามตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

6. **สาระการเรียนรู้** เป็นการเขียนเนื้อหาสาระในลักษณะที่เป็นประเด็นสำคัญ ซึ่งมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

7. **กระบวนการจัดการเรียนรู้** หรือ กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการอธิบายถึงวิธีสอน เทคนิคการสอนที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงขั้นตอนต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อจัดกิจกรรมดังกล่าวครบถ้วนแล้ว ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ และเมื่อเรียนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนจะได้ความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ครบถ้วนตามเป้าหมายการเรียนรู้ของตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ตามที่หลักสูตรได้กำหนดไว้ การเขียนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ละเอียดชัดเจน จะแสดงให้เห็นถึงความเชี่ยวชาญในการสอนของครูได้อีกทางหนึ่ง

8. **สื่อและแหล่งการเรียนรู้** ในการเขียนสื่อและแหล่งการเรียนรู้ นั้น จะต้องพิจารณาจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนไว้ในแต่ละขั้น และต้องพิจารณาว่าต้องใช้สื่อการสอนอะไรที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้น เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ครูควรศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสื่อและแหล่งการเรียนรู้แต่ละประเภทให้ดี

ก่อนที่จะมีการนำสื่อการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้จริง สื่อการเรียนรู้ที่ได้นั้นอาจไม่จำเป็นว่า จะต้องสร้างขึ้นหรือนำมาใช้โดยครูผู้สอน เพราะอาจให้ผู้เรียนรวมกลุ่มกันเพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้ที่ขึ้นมาก็ได้ ซึ่งก็เป็นการสร้างกระบวนการกลุ่มและคุณลักษณะที่พึงประสงค์บางประการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ด้วย

9. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หลักในการเขียนการวัดและการประเมินผลที่ดี จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ แล้ววัดให้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ทุกข้อ ในการเขียนการวัดและการประเมินผลนั้นควรระบุส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ วิธีการวัดผล เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลและเกณฑ์การประเมินผล การวัดและการประเมินผลจะช่วยให้ผู้สอนทราบถึง ความก้าวหน้าของผู้เรียน ข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้ ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งยังเป็นเครื่องนำทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไปได้เป็นอย่างดี

10. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรทำการ บันทึกผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ไว้ทุกครั้ง เช่น บันทึกเกี่ยวกับตัวผู้เรียนว่าในขณะจัดการเรียนรู้ เป็นอย่างไร การจัดการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ การวัดและการประเมินผลเป็นอย่างไร ในการจัดการเรียนรู้มีปัญหาหรืออุปสรรคใดๆ หรือไม่ รวมทั้งข้อสังเกตอื่นๆ ที่ผู้สอนคิดว่า น่าจะเกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1
รายวิชา/ชีววิทยา คณิตศาสตร์ 1 รหัส ศ31101	ปีการศึกษา 2555
เรื่อง: โจทย์ปัญหาเซต (2 เซต) ผู้สอน นางสาวเกศินี หมีทอง (นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพรุ่น)	

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่นๆแทนสถานการณ์ต่างๆตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆและมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ค 1.4	ม. 4 - 6/1	เข้าใจสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับ การบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากันและนำไปใช้ได้
ค 4.1	ม. 4 - 6/1	มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซตและการดำเนินการของเซต
ค 4.2	ม. 4 - 6/1	เขียนแผนภาพเวนน - ออยเลอร์แสดงเซตและนำไปใช้แก้ปัญหา

- ค 6.1 ม. 4 - 6/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
- ค 6.1 ม. 4 - 6/2 ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม
- ค 6.1 ม. 4 - 6/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
- ค 6.1 ม. 4 - 6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย การนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
- ค 6.1 ม. 4 - 6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ
- ค 6.1 ม. 4 - 6/6 มีความคิดสร้างสรรค์

สาระสำคัญ

การแก้โจทย์ปัญหาเซตเป็นการพัฒนากระบวนการทางความคิดของผู้เรียนให้รู้จักหาวิธีการที่หลากหลายมาใช้ในการแก้ปัญหานอกจากผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาแล้วผู้เรียนยังได้ฝึกการให้เหตุผลและทักษะการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

จุดประสงค์(ความรู้/ทักษะกระบวนการ/คุณลักษณะ)

ความรู้

1. สามารถแปลความหมายจากโจทย์ที่กำหนดได้
2. คำนวณหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
3. ใช้แผนภาพแก้ปัญหาจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้

ทักษะกระบวนการ

1. ทักษะการแก้ปัญหา
2. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
3. ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการใช้เหตุผลตอบคำถามได้เหมาะสม

คุณลักษณะ

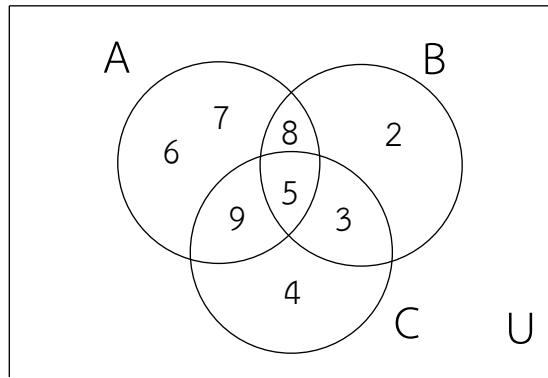
1. ทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย
2. มีความรับผิดชอบ
3. มีความเชื่อมั่นในตนเอง

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ทบทวนเรื่องจำนวนสมาชิกของเซตจำกัด (3 เซต) โดยการถาม-ตอบกับนักเรียนและช่วยกันหาคำตอบจากเซตที่กำหนดให้พร้อมเขียนแผนภาพประกอบดังนี้

กำหนดให้ $A = \{5, 6, 7, 8, 9\}$, $B = \{2, 3, 5, 8\}$ และ $C = \{4, 5, 9, 3\}$ จงหา $n(A \cup B \cup C)$

ครูสุ่มเรียกให้นักเรียนตอบคำถามและเขียนแผนภาพจากเซตที่กำหนดให้โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำโดยให้นักเรียนนำเสนอสมาชิกในเซต A, B, C ใส่ลงไปในแผนภาพที่ครูวาดไว้ทีละเซต



จากภาพนักเรียนจะได้ว่า $A \cup B \cup C = \{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$

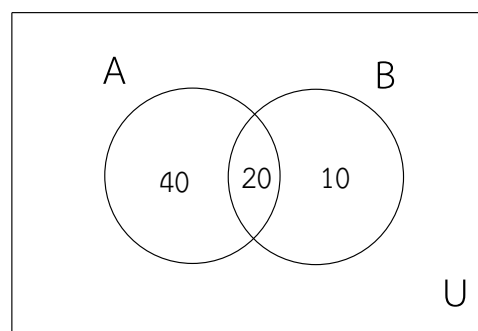
ดังนั้น $n(A \cup B \cup C) = 8$

2. ให้นักเรียนพิจารณาโจทย์ปัญหาดังนี้ จากการสอบถามนักเรียน 100 คนพบว่านักเรียน 60 คน ชอบวิชาภาษาอังกฤษ นักเรียน 30 คน ชอบวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนที่ชอบวิชาภาษาอังกฤษและวิชาคณิตศาสตร์ 20 คน จงหาจำนวนนักเรียนที่ไม่ชอบทั้งสองวิชานี้เลย ครูให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าเขาให้อะไรมาบ้างและโจทย์ต้องการอะไรจากนั้นให้นักเรียนแทนเซตต่างๆ ด้วยตนเองนักเรียนจะได้คำตอบดังนี้

กำหนดให้	U	แทนเซตของนักเรียนที่ถูกสอบถาม	ดังนั้น	$n(U)$	=	100
	A	แทนเซตของนักเรียนที่ชอบวิชาภาษาอังกฤษ	ดังนั้น	$n(A)$	=	60
	B	แทนเซตของนักเรียนที่ชอบวิชาคณิตศาสตร์	ดังนั้น	$n(B)$	=	30

จากโจทย์มีนักเรียนที่ชอบวิชาภาษาอังกฤษและวิชาคณิตศาสตร์ 20 คนจะได้ว่า $n(A \cap B) = 20$

จากนั้นนำข้อมูลไปแทนที่แผนภาพเวนน-ออยเลอร์ที่ละส่วนดังนี้



จากแผนภาพแผนภาพเวนน - ออยเลอร์ $n(A \cup B) = 40 + 20 + 10 = 70$

จะได้ จำนวนนักเรียนที่ไม่ชอบทั้งสองวิชานี้เลย $n(U) - n(A \cup B) = 100 - 70 = 30$

ดังนั้นจำนวนนักเรียนที่ไม่ชอบทั้งสองวิชานี้เลยมีจำนวน 30 คน

ครูแนะนำว่าอาจจะมีการหาคำตอบที่มากกว่าวิธีนี้ ถ้านักเรียนมีวิธีอื่นที่สามารถแก้ปัญหาแล้วได้ผลลัพธ์เหมือนกัน จากนั้นครูสรุปวิธีการหาคำตอบให้นักเรียนฟังอีกครั้ง

3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดใบกิจกรรมที่ 2 เพื่อทดสอบความเข้าใจเรื่องโจทย์ปัญหาเซต (2 เซต) เมื่อนักเรียนมีปัญหาระหว่างการหาคำตอบสามารถขอคำแนะนำจากครูได้

4. ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปความคิดรวบยอดเรื่องโจทย์ปัญหานั้นครูสรุปอีกครั้งเพื่อความสมบูรณ์ของเนื้อหา

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ห้องสมุด, Internet ข้อมูลในการศึกษาเรื่องเซต
3. หนังสืออ่านเพิ่มเติมเกี่ยวกับเซต
4. บุคคลต่างๆ เช่น ครู เพื่อน

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัด
สังเกตจากการตอบคำถาม	แบบสังเกตรายบุคคล	ตอบคำถามของครูถูกร้อยละ 80
การแสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน	แบบประเมินพฤติกรรมรายบุคคล	ผ่านเกณฑ์เฉลี่ย 2 ขึ้นไป
การตรวจแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	ทำถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	=	ดีมาก	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	=	ดี	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้งหรือน้อยครั้ง	=	พอใช้	ให้	1	คะแนน

สรุป

แผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการในการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ แผนการจัดการเรียนรู้เป็นลักษณะเฉพาะของวิชาชีพครู โดยมีองค์ประกอบสำคัญคือ รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี/ช่วงชั้น สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 3 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

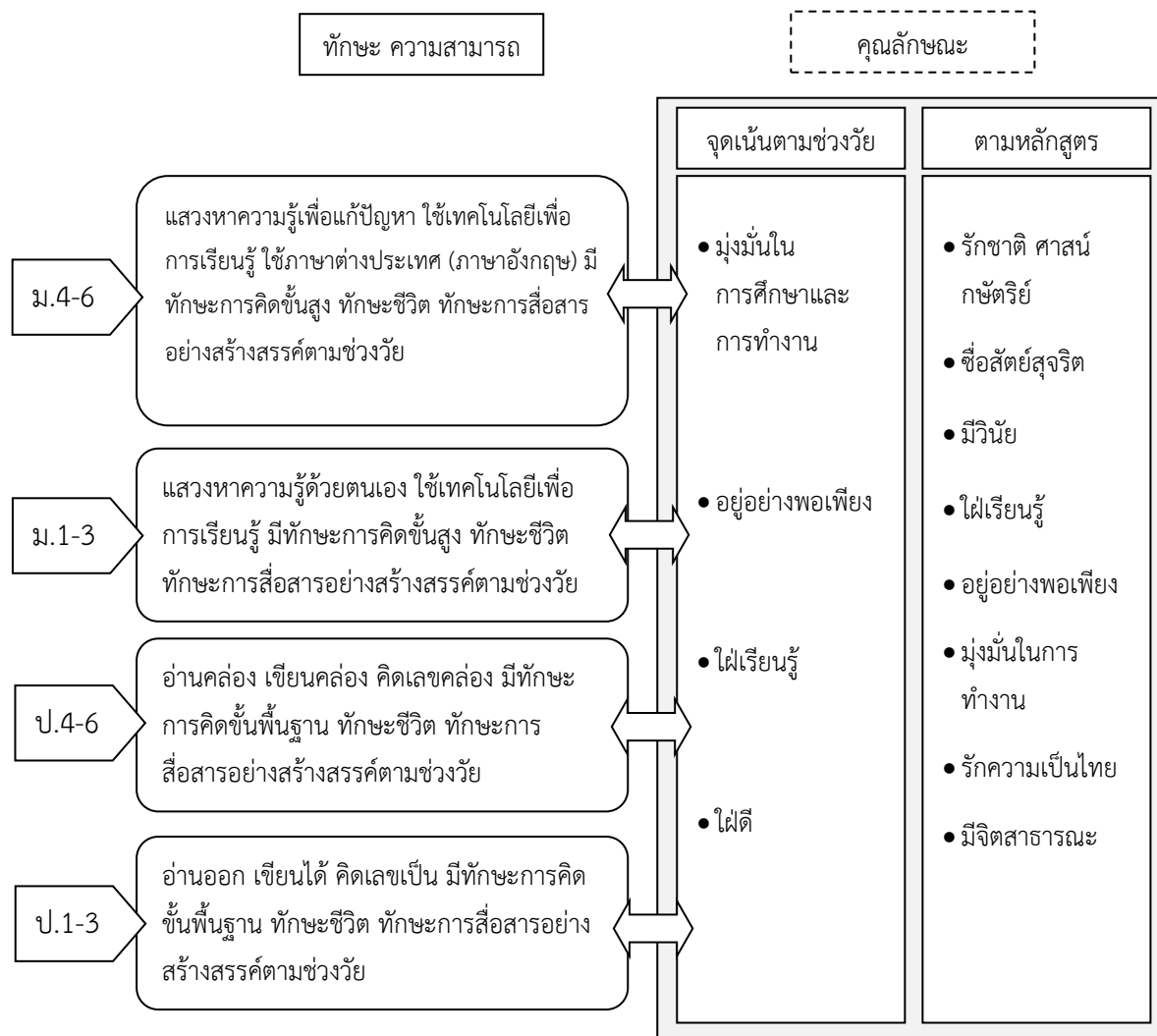
เรื่องที่ 3.1 คุณลักษณะผู้เรียนตามสมรรถนะในหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน

การจัดการศึกษาตามแนวการศึกษาในปัจจุบัน มุ่งเน้นการพัฒนาคนตามแนวการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในยุคศตวรรษที่ 21 ทั้งนี้จะเห็นได้จากหลักการการจัดการศึกษาในปัจจุบันตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไม่ได้มุ่งเน้นแต่การสอนในเชิงวิชาการเพียงอย่างเดียว หากแต่ยังมีการกล่าวถึงการพัฒนาผู้เรียนตามหลักการสำคัญที่ว่าเป็นหลักสูตรพัฒนาขึ้นเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ในหนังสือ 21st Century Skills : Learning for Life in Our Times ที่กล่าวถึงการพัฒนาคนในศตวรรษที่ 21 ว่าจำเป็นต้องมีทักษะชีวิต และทักษะอาชีพ (Life and Career Skills) ทักษะการเรียนรู้และสร้างนวัตกรรมใหม่ (Learning and Innovation Skills) ซึ่งประกอบด้วยความสามารถใน 4 ด้าน (4C) ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร (Communication) ความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Collaboration) ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity) และ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) และทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media and Technology Skills) ซึ่งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ระบุสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนที่สอดคล้องไว้ 5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

สมรรถนะในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของบุคคลในศตวรรษที่ 21

สมรรถนะในหลักสูตร	ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21
ความสามารถในการสื่อสาร	ความสามารถในการสื่อสาร (Communication)
ความสามารถในการคิด	ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity)
ความสามารถในการแก้ปัญหา	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)
ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	ทักษะชีวิต และทักษะอาชีพ (Life and Career Skills) ความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Collaboration)
ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media and Technology Skills)

กระทรวงศึกษาธิการ (2553) ได้กำหนดจุดเน้นของการพัฒนาผู้เรียนตามแนวทางการปฏิรูปการศึกษา ทศวรรษที่สอง (พ.ศ.2552 – 2561) ดังนี้



ที่มา: สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553)

ทั้งนี้ความหมายของจุดเน้นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่กระทรวงศึกษาธิการ (2553) กำหนดไว้มีดังนี้

1. แสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อการแก้ปัญหา หมายถึง การใช้วิธีการกระบวนการแสวงหาความรู้ และนำมาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทั้งในด้านการศึกษาต่อ และการดำรงชีวิต

2. การใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการนำแนวความคิด หลักการ เทคนิค ความรู้ วิธีการ กระบวนการทางเทคโนโลยีใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และประยุกต์ใช้ในการทำงาน

3. ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) หมายถึง ทักษะการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน ซึ่งเป็นเครื่องมือในการรับสาร และส่งสารได้ตรงความหมาย คล่องแคล่ว ถูกต้อง ชัดเจน

4. ทักษะการคิดขั้นสูง หมายถึง ทักษะการคิดซึ่งต้องอาศัยทักษะการสื่อความหมาย และทักษะการคิดที่เป็นแกนหลายๆ ทักษะในแต่ละขั้นตอน ทักษะการคิดขั้นสูงจะพัฒนาได้ก็ต่อเมื่อมีการ

พัฒนาทักษะการคิดขั้นพื้นฐาน จนเกิดความชำนาญ ทักษะการคิดขั้นสูงประกอบด้วยทักษะย่อยๆ ที่สำคัญ เช่น ทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

5. ทักษะชีวิต หมายถึง เน้นการให้มีความสามารถในการปรับเป้าหมาย แผนและทิศทางการดำเนินชีวิตสู่ความสำเร็จ วางตัวและกำหนดทำที่ได้เหมาะสมกับสถานการณ์ ประเมิน และสร้างข้อสรุปบทเรียนชีวิตของตนเอง

6. การสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ตามช่วงวัย หมายถึง ความสามารถในการรับ และส่งสาร อันได้แก่ การพูด การฟัง การอ่าน และการเขียน แสดงความคิดใหม่จากเรื่องที่ฟัง ดู และอ่านที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม

นอกจากนี้จุดเน้นด้านคุณลักษณะสำหรับผู้เรียนทุกระดับชั้น เป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้แก่

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ ดำรงไว้ซึ่งความเป็นไทย ศรัทธา ยึดมั่นในศาสนา และเคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์

2. ซื่อสัตย์สุจริต หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการยึดมั่นในความถูกต้องประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองและผู้อื่น ทั้งกาย วาจา ใจ

3. มีวินัย หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการยึดมั่นในข้อตกลง กฎเกณฑ์ และระเบียบข้อบังคับของครอบครัว โรงเรียน และสังคม

4. ใฝ่เรียนรู้ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

5. อยู่อย่างพอเพียง หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผล รอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัวเพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

6. ความมุ่งมั่นในการทำงาน หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความตั้งใจและรับผิดชอบในการทำหน้าที่การทำงาน ด้วยความเพียรพยายาม อดทน เพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

7. รักความเป็นไทย หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความภาคภูมิใจ เห็นคุณค่า ร่วมอนุรักษ์ สืบทอดภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและวัฒนธรรม ใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

8. มีจิตสาธารณะ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้อื่น ชุมชน และสังคม ด้วยความเต็มใจ กระตือรือร้น โดยไม่หวังผลตอบแทน

จุดเน้นด้านคุณลักษณะนิสัยสำหรับผู้เรียนในแต่ละช่วงวัยในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ได้แก่ มุ่งมั่นในการศึกษาและการทำงาน หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความตั้งใจและรับผิดชอบในการศึกษาและการทำงาน ด้วยความเพียรพยายาม อดทน เพื่อให้งานสำเร็จ

ทั้งนี้ความสามารถที่ต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในช่วงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ดังที่กล่าวมาครูจำเป็นต้องพัฒนาสมรรถนะที่สำคัญทั้ง 5 สมรรถนะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนควบคู่กับการเรียนในเนื้อหาสาระหลัก นอกจากนี้หากพิจารณาสาระหลักในกลุ่มการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องับสมรรถนะที่จำเป็นหลักในเรื่องความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด และความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งครูจำเป็นต้องบูรณาการความสามารถเหล่านั้นให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในทุกเนื้อหาของรายวิชาคณิตศาสตร์

1. ความสามารถในการสื่อสาร สมรรถนะในหลักสูตรกำหนดไว้อย่างชัดเจนว่าความสามารถในการสื่อสารเป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหา ความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจน การเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม ในทางการ สอนคณิตศาสตร์ การสื่อสารหรือการสื่อความหมาย เป็นการสื่อสารที่มีลักษณะพิเศษ คือมีการใช้ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน และแบบจำลอง มาช่วยในการ สื่อสารไปจากการนำเสนอผ่านระบบประสาทสัมผัส ได้แก่ การพูด การฟัง การอ่าน การเขียน และ การแสดงท่าทาง ดังนั้นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ให้เกิดความสามารถใน การสื่อสาร สื่อความหมาย ครูควรมีการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร ดังต่อไปนี้

1.1 การใช้คำถาม ครูควรมีการฝึกใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะใน การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน แสดงความคิดเห็นของตนเองด้วยภาษาของตนเองอย่างอิสระ

1.2 การเลือกกิจกรรมการเรียนการสอนต้องเป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างชัดเจน เช่น ใช้กระบวนการสอนแบบการสืบเสาะ สืบสวน (Inquiry Method) หรือกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบ 5Es การจัดการเรียนการ สอนเป็นกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน เป็นต้น

1.3 การสื่อสารสื่อความหมายระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจใน ความคิดระหว่างครูและนักเรียนในชั้น ครูจะต้องสื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าครูคาดหวังให้นักเรียนเกิด ความรู้และทักษะใดบ้างในบทเรียน โดยครูจะต้องสนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม ต่างๆ ด้วยภาษาของตนเอง ทั้งการพูดและการเขียน พร้อมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับกับนักเรียนทันทีถึง ความถูกต้องของคำตอบที่ได้ โดยครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนแสดงกระบวนการคิดของตนเองเป็น ภาษาที่ตนเองสื่อสารอย่างมีความหมายตามลำดับขั้นตอน

1.4 ครูอาจกระตุ้นความสามารถในการสื่อสารของผู้เรียนด้วยกิจกรรมต่างๆ ในการ ตรวจสอบความรู้ เช่น การเขียนอนุทิน (Journal Writing) การเขียนรายงาน (Written Reports) การจัดทำโปสเตอร์ (Posters) หรือ การฝึกให้นักเรียนจัดทำแผนผังความคิดของเนื้อหาที่ได้เรียนไป (Mind Mapping) เป็นต้น

2. ความสามารถในการคิด ตามสมรรถนะที่หลักสูตรกำหนดพบว่าเป็นความสามารถในการ คิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่าง เป็นระบบ ซึ่งถือเป็นความสามารถในการคิดในระดับสูง โดยแนวทางของครูในการพัฒนาผู้เรียนให้ เกิดกระบวนการคิดระดับสูง มีดังนี้

2.1 การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดจำแนกแจกแจงองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่ เกิดขึ้น กระบวนการคิดวิเคราะห์สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ในขณะที่ครูทำการสอน คณิตศาสตร์ ด้วยการเปิดโอกาสให้นักเรียนสังเกต อภิปราย ซักถาม หรือตีความประเด็นที่ครูทำการ สอน หรืออาจกระตุ้นผู้เรียนให้หาความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของคำตอบที่ดีของโจทย์ปัญหาที่ครู สร้างขึ้น ดังนั้นการใช้คำถามที่ดีสามารถช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ได้ดีขึ้น

เช่น ผ้าผืนขนาดด้านกว้าง 1.5 เมตร ด้านยาว 1 เมตร สามารถนำมาตัดเป็นผ้าผืนสี่เหลี่ยมผืนผ้าผืนเล็กที่เป็นสัดส่วนเดียวกันกับผ้าผืนพื้นเดิม จะมีวิธีการตัดแบ่งผ้าได้กี่แบบ และผ้าแต่ละผืนจะมีขนาดเท่าใด คำถามหรือปัญหาที่ดีควรเป็นปัญหาที่ใช้วิธีในการหาคำตอบที่เป็นคำตอบ มีกระบวนการที่ผู้เรียนสามารถแยกแยะ จัดหมวดหมู่ของข้อมูล หรือเป็นปัญหาที่ท้าทายที่นำไปสู่การนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์แก้ปัญหาได้

2.2 การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นลักษณะความคิดแบบอบเนกนัย (Divergent Thinking) คือการคิดหลายๆแง่หลายๆทาง คิดให้มากที่สุดเท่าที่จะนึกได้ โดยประกอบด้วยลักษณะการคิด 4 ลักษณะ คือ การคิดริเริ่ม (Originality) คือมีความคิดที่แปลกใหม่ต่างจากความคิดธรรมดาของคนทั่วไป การคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือมีความสามารถในการคิดหาคำตอบได้หลายทิศทางหลายแง่หลายมุม การคิดคล่องแคล่ว (Fluency) คือสามารถคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วว่องไว รวดเร็ว และได้คำตอบมากที่สุดในเวลาที่กำหนด และการคิดละเอียดลออ (Elaboration) คือการคิดได้ในรายละเอียดเพื่อขยายหรือตกแต่งความคิดหลักให้ได้ความหมายที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้นอาจทำได้ทั้งทางตรงโดยการสอนและฝึกอบรม หรือทางอ้อมโดยการปลูกฝังให้ผู้เรียนใช้ความคิดเชิงสร้างสรรค์โดยครูเปิดโอกาสในการส่งเสริมความอิสระทางความคิดของผู้เรียน เช่น การส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้จินตนาการของตนเอง ส่งเสริม กระตุ้น และยอมรับการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนในทุกๆความคิด พยายามกำหนดให้ผู้เรียนคิดหรือหากระบวนการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาใดๆ ทั้งนี้ครูจะต้องระลึกเสมอว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยเวลาและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ลักษณะปัญหาที่เหมาะสมกับการพัฒนาความคิดเชิงสร้างสรรค์ คือ ปัญหาลักษณะปลายเปิด ที่มีคำตอบได้หลายๆคำตอบ หรือมีแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบได้หลายๆวิธี หรือครูอาจกำหนดให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างปัญหาขึ้นมาเอง ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ควบคู่กับการตรวจสอบความเข้าใจในบทเรียนของผู้เรียนอีกด้วย

2.3 การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็น การคิดที่ใช้เหตุผลในการคิดแบบไตร่ตรอง เพื่อตัดสินใจเชื่อหรือกระทำในด้านต่างๆ ซึ่งต้องอาศัย การสังเกต การตีความ การตั้งสมมุติฐาน การพิจารณาความน่าเชื่อถือ การตัดสินใจคุณค่า และกลวิธี การแก้ปัญหา ทั้งนี้ความสามารถในการคิดวิจาร์ณญาณ ประกอบด้วยลักษณะสำคัญของการคิด 7 ลักษณะ ได้แก่ 1) ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหา 2) ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล 3) ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล 4) ความสามารถในการจำแนกประเภทของข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการพิจารณาแยกแยะ เปรียบเทียบความต่างของข้อมูล การตีความ ประเมินว่าข้อมูลใดเป็นจริง ข้อมูลใดเป็นเท็จ รวมถึงการระบุข้อสันนิษฐาน 5) ความสามารถในการตั้งสมมุติฐาน 6) ความสามารถในการลงข้อสรุป และ 7) ความสามารถในการประเมินผล เป็นความสามารถในการพิจารณาประเมิน ความถูกต้อง สมเหตุสมผลของข้อสรุป จึงเกิดจากการคิดวิเคราะห์ ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครูผู้สอนอาจทำได้ทั้งทางตรงโดยการสอนและฝึกอบรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หรือทางอ้อมโดยการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเปลี่ยนมุมมองการคิดในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดตั้งคำถามจากข้อมูลที่มีโดยใช้เหตุผลไตร่ตรองอย่างรอบคอบ หรือหาข้อโต้แย้งในข้อมูลที่ได้มาอย่างสมเหตุสมผล

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการในการได้มาซึ่งคำตอบ โดยผ่านกระบวนการวางแผน รวบรวมข้อมูล หาวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและตรวจสอบข้อมูลของคำตอบที่ได้ ทั้งนี้โพลยาได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนของการทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นตอนของการวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นตอนของการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และ 4) ขั้นตอนการตรวจสอบผล ดังนั้นการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหาครูควรฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลายพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลของกระบวนการในการหาคำตอบ เช่น การลงมือปฏิบัติจริง การใช้แผนภาพ/วาดตัวแบบ การแบ่งปัญหาให้ย่อยลง การค้นหาแบบรูป เป็นต้น

สรุป

คุณลักษณะสำคัญตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ระบุเป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นในยุคศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นในการพัฒนาในเกิดขึ้นกับผู้เรียนควบคู่กับการสอนในสาระที่ 5 สาระในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

เรื่องที่ 3.2 การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียน

จากที่กล่าวมาใน เรื่องที่ 3.1 จะเห็นว่าคุณลักษณะที่ต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ คือ การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ทั้งนี้แนวทางการสอนเกี่ยวกับทักษะการคิดมี 4 ลักษณะ ได้แก่

1. การสอนเพื่อให้เกิด (Teaching for Thinking) เป็นการสอนเนื้อหาวิชาการ โดยการจัดสถานการณ์สิ่งแวดล้อมเพื่อส่งเสริมการคิด ทำให้เกิดพัฒนาการด้านการคิด การเสริมหรือปรับเปลี่ยนเพื่อเพิ่มความสามารถในการคิดของเด็ก

2. การสอนการคิด (Teaching of Thinking) เป็นการสอนที่เน้นเกี่ยวกับกระบวนการทางสมอง ที่นำมาใช้ในการคิดโดยเฉพาะ เป็นการฝึกทักษะการคิด ลักษณะของสิ่งที่สอนจะไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาการที่เรียนในชั้นเรียนปกติ แนวทางการสอนจะแตกต่างกันออกไปตามทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานของแต่ละคนนำมาพัฒนาเป็นวิธีการสอน

3. การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thinking) เป็นการสอนที่เน้นการใช้ทักษะการคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยการช่วยเหลือให้ผู้เรียนได้รู้และเข้าใจกระบวนการคิดของตนเองเพื่อให้เกิดทักษะการคิดที่เรียกว่า “metacognition” คือ รู้ว่าตนเองรู้อะไร ต้องการรู้อะไร และยังไม่รู้อะไร ตลอดจนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้

4. การสอนด้วยการคิด (Teaching with thinking) เป็นการสอนที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) นักเรียนมีโอกาสช่วยกันคิด เรียนรู้การทำงานร่วมกันผ่านกระบวนการคิดของแต่ละบุคคล ฝึกทักษะจนเป็นเกิดเป็นความชำนาญ

ปัจจุบันการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดระดับสูง มี 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. จัดเป็นลักษณะหลักสูตรรายวิชาที่มีลักษณะเฉพาะ (Specific Program) ซึ่งจัดเป็นรายวิชานอกเหนือจากการเรียนปกติ เป็นหลักสูตรที่สร้างขึ้นเพื่อเสริมสร้างการคิดระดับสูงโดยเฉพาะ เช่น หลักสูตรการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ หลักสูตรพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น และ

2. จัดเป็นการบูรณาการในรายวิชาทั่วไป (General Program) ซึ่งเป็นการจัดใช้เนื้อหาวิชาในหลักสูตรปกติเป็นสื่อในการพัฒนาทักษะการคิด เป็นการสอนทักษะการคิดในฐานะที่เป็นตัวเสริมวัตถุประสงค์ของหลักสูตรที่มีอยู่ โดยเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์ของเนื้อหาวิชาเนื่องจากความพร้อมและสถานการณ์ในการจัดการเรียนการสอนในประเทศไทยมีลักษณะที่หลากหลาย

การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบหรือกระบวนการสอนที่เน้นและส่งเสริมกระบวนการคิดมีหลากหลายรูปแบบ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะสอบสวน (Inquiry-Based Approach)

เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดด้วยวิธีการวิทยาศาสตร์ โดยประกอบด้วยแนวทางหลัก 5 แนวทาง ได้แก่ การตั้งคำถาม การสำรวจคำถาม การสร้างความรู้ใหม่จากการรวบรวมข้อมูลที่มี การอภิปรายแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และการสะท้อนความคิดในสิ่งที่เรียนรู้ ทั้งนี้เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบดังกล่าวเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะทางสมองในการค้นหาและแสวงหาความรู้ด้วยตนเองตามหลักเหตุและผล ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการได้มาซึ่งความรู้อย่างอิสระนำไปสู่การค้นพบและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เข้าใจในพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น โดยประกอบด้วยขั้นตอนการสอนดังนี้

1. ขั้นตั้งประเด็นคำถาม ครูจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์ที่แปลกใหม่ หรือพยายามค้นพบหลักการ โดยการสังเกต วิเคราะห์ ประเมินสถานการณ์ และตั้งคำถาม การฝึกให้ผู้เรียนตั้งคำถามเป็นการพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียนที่ดีที่สุด คำถามที่ดีจะนำไปสู่หลักการที่มีประโยชน์และคำถามที่ดีจะมีผลในการแก้ปัญหาที่ยากได้ ครูอาจเริ่มต้นการสร้างประเด็นปัญหาด้วยการให้ผู้เรียนสืบเสาะสอบสวนทางคณิตศาสตร์ ถึงสิ่งที่กำหนดให้คืออะไร และพิจารณาตามสิ่งที่กำหนดให้ นั่น หรือฝึกโดยการตั้งคำถาม ดังต่อไปนี้ ทำไมวิธีการนี้จึงหาคำตอบทำได้ ทำไมวิธีการนี้ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง ทฤษฎีบทนี้ทำให้นักถึงทฤษฎีบทอื่นหรือไม่ ปัญหานี้เป็นปัญหาหนึ่งของปัญหาทั่วไปหรือไม่ จะสรุปรูปแบบทั่วไปได้หรือไม่ อะไรเป็นข้อแตกต่างระหว่างสถานการณ์ทั้งสองเหล่านั้น มีตัวอย่างคัดค้านหรือไม่ มีวิธีแก้ปัญหาด้วยวิธีการอื่นที่ดีกว่านี้หรือไม่ เป็นต้น

2. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหาที่ตั้งขึ้นด้วยการใช้เหตุผลเป็นการวิเคราะห์จากปัญหาสู่เหตุ ขั้นนี้จึงเป็นขั้นที่รวบรวมความรู้และข้อมูล เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาก็หรือสถานการณ์ต่างๆ ครูอาจกระตุ้นให้ผู้เรียนหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องด้วยการตั้งคำถามดังต่อไปนี้ ประเด็นปัญหาที่สงสัยเกี่ยวข้องกับเรื่องอะไร ข้อมูลนั้นจะหาได้จากที่ไหน แหล่งข้อมูลคืออะไร แหล่งข้อมูลมีความน่าเชื่อถือได้เพียงใด ความรู้นี้ใช้ประโยชน์ได้อย่างไร มโนคติ หลักการ และวิธีการใดที่มีในแหล่งความรู้ ความรู้นี้สัมพันธ์กับปัญหาที่กำลังพิจารณา ความรู้ที่นำมาใช้สามารถแก้ปัญหาก็ได้เพียงใด เป็นต้น

3. ขั้นกำหนดสมมติฐานและทดสอบ เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่รวบรวมไว้มากอธิบายปัญหาหรือข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้ นำมาทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนำไปสู่ข้อสรุปเป็นขั้นซึ่งเกิดการค้นพบ การแก้ปัญหาลักษณะนี้เป็นสร้างหลักการและหาความสัมพันธ์ต่างๆ แยกแยะโครงสร้างและนำไปสู่ข้อสรุป

4. ขั้นนำเสนอข้อมูล ความรู้ คำตอบจากการสืบค้นเพื่อนำไปใช้ เป็นขั้นที่นำความรู้ที่ค้นพบไปใช้ให้เกิดประโยชน์ขั้นนี้ได้แก่การวิเคราะห์และประเมินกระบวนการสืบเสาะ ทั้งนี้เพื่อสร้างความเข้าใจให้ดีขึ้นและปรับปรุงการสืบสวนสอบสวน

5. ขั้นร่วมกันสรุป และเสนอความคิดเห็นต่อความรู้ใหม่ที่ค้นพบ เป็นขั้นของการสรุปและพิจารณากระบวนการสืบสวนสอบสวนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อปรับปรุงกลไกการสืบเสาะที่กระทำอยู่และรวบรวมกระบวนการสืบสวนสอบสวนเพื่อนำไปพัฒนาและใช้กับเนื้อหาอื่นๆ ต่อไป

รูปแบบการจัดการเรียนสอนเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา มีกระบวนการขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา ผู้สอนสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนควรทราบว่าตนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจปัญหาก่อน แต่ถ้าผู้เรียนไม่รู้ถึงวิธีการที่จะทำความเข้าใจปัญหา ครูอาจถามคำถามถึงวิธีการที่นักเรียนใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา จากนั้นใช้คำตอบที่ได้มาเป็นข้อแนะนำและยืนยันวิธีการทำความเข้าใจ ยกตัวอย่างวิธีการ เช่น “อ่านปัญหาจนกระทั่งทราบว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร” “แน่ใจว่ารู้ความหมายของคำทุกคำ” “ถามผู้สอนเกี่ยวกับความหมายของคำหรือประโยคที่ไม่ชัดเจน” “อ่านหรือเขียนปัญหานั้นใหม่ด้วยคำพูดของตนเอง” “สร้างภาพของสถานการณ์ปัญหาในใจ” “เขียนแผนภาพประกอบ” “ทบทวนข้อมูล บอก

กับตนเองว่าข้อมูลใดบ้างที่ต้องนำมาใช้” “บอกสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ” “ตอบคำถามที่ตนเองถามได้แล้วจะแก้ปัญหาได้หรือไม่” เป็นต้น

2. การสอนวางแผนแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนคัดเลือกยุทธวิธีต่างๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และแสดงความคิดเห็นร่วมกับนักเรียนคนอื่น ๆ ครูควรให้นักเรียนลองค้นหายุทธวิธีของตนเองดูก่อน หลังจากนั้นอภิปรายให้นักเรียนตระหนักว่าการใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหานั้นแท้จริงแล้วอยู่ภายใต้การวางแผนและการดำเนินการตามแผน ซึ่งส่วนใหญ่แล้วนักเรียนมักจะวางแผนโดยการสร้างความคิดไว้ในสมองอยู่แล้ว เพียงแต่อาจไม่ได้เขียนแสดงวิธีการให้ผู้อื่นได้เห็นเท่านั้น ในการแนะนำนักเรียนให้คิดเกี่ยวกับการวางแผนแก้ปัญหา ผู้สอนสามารถใช้คำถามต่อไปนี้ได้ เช่น “ทำไมการวางแผนจึงมีความสำคัญ” “ทำไมจึงมีบางคนหรือบางกลุ่มแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่แตกต่างกับผู้อื่น” “นักเรียนมักจะเปลี่ยนแปลงแนวความคิดการวางแผนแก้ปัญหาที่วางไว้เมื่อใด” เป็นต้น

3. การดำเนินการตามแผน เพื่อให้ผู้เรียนดำเนินการตามแผนอย่างระมัดระวัง ผู้สอนสามารถใช้คำถามต่อไปนี้ได้ เช่น “นักเรียนพูดอะไรกับตนเองบ้างในขณะที่วางแผนเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา” “ช่วยอธิบายเหตุผลในการตัดสินใจของนักเรียนที่เลือกใช้ยุทธวิธีนั้น” “สำหรับปัญหาที่ต้องตอบในรูปปริมาณ นักเรียนได้ประมาณคำตอบไว้ก่อนหรือไม่ เพราะเหตุใด” เป็นต้น

4. การตรวจสอบผล เป็นการตรวจสอบผลหลังจากที่แสดงคำตอบที่หาได้แล้ว คำถามที่ผู้สอนควรใช้กับนักเรียน เช่น “เราจะแน่ใจได้อย่างไรว่าคำตอบที่ได้นี้ถูกต้อง” “คำตอบนี้เป็นไปได้หรือไม่ สอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่” “มีคำตอบอื่นอีกหรือไม่ ให้นักเรียนลองแลกเปลี่ยนคำตอบซึ่งกันและกัน” “จงประมาณคำตอบของปัญหา แล้วนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่หาได้” “คำนวณคำตอบด้วยวิธีการที่ต่างกัน แล้วตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ” “พิจารณาว่าคำตอบที่ได้มีความเหมาะสมที่จะเป็นคำตอบของปัญหาหรือไม่” เป็นต้น ขั้นการตรวจสอบผลนี้ครอบคลุมถึงการขยายแนวคิดของปัญหา โดยการตั้งปัญหาใหม่ที่สัมพันธ์กับปัญหาเดิม ซึ่งจะช่วยขยายความเข้าใจในปัญหาให้กว้างไกลออกไป นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยการเปลี่ยนแปลงบางส่วนของปัญหาเดิม โดยยังคงเก็บสาระสำคัญของปัญหาเดิมไว้ นอกจากนี้ในบางปัญหาก็อาจให้นักเรียนขยายไปสู่การหาคำตอบในรูปทั่วไป (หรืออยู่ในรูปสูตร) ได้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Base Learning) หรือที่เรียกว่า PBL นั้นเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และทักษะการแก้ปัญหา โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นเพื่อกระตุ้นหรือสร้างความสนใจของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ให้กับตนเอง ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้นั้นจะต้องเป็นปัญหาที่มาจากตัวผู้เรียนเอง ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนมีความสนใจ ต้องการแสดงหาคำตอบ ค้นหาและหาเหตุผลมาแก้ปัญหา ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถผสมผสานความรู้กันไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหาที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน
2. การเชื่อมโยงปัญหากับบริบทของผู้เรียน
3. การให้นักเรียนได้ใช้ประสบการณ์เดิมของตนเองในการวางแผนแก้ปัญหา
4. การสร้างความร่วมมือให้กับผู้เรียน โดยการแบ่งกลุ่มให้ร่วมกันเรียนรู้และแก้ปัญหา
5. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

สรุป

แนวทางการสอนเกี่ยวกับทักษะการคิดมี 4 ลักษณะ ได้แก่ 1) การสอนเพื่อให้คิด (Teaching for Thinking) 2) การสอนการคิด (Teaching of Thinking) 3) การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thinking) และ 4) การสอนด้วยการคิด (Teaching with thinking) ปัจจุบันการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดระดับสูง มี 2 ลักษณะใหญ่ ๆ จัดเป็นรายวิชา เฉพาะเพื่อพัฒนากระบวนการคิด และ จัดเป็นการบูรณาการในรายวิชาทั่วไป โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบต่างๆ เช่น การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการแก้ปัญหา ตามแบบคิดของโพลยา เป็นต้น

ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งการเรียนรู้

เรื่องที่ 4.1 ความรู้เบื้องต้นและประเภทของสื่อการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ได้ชื่อว่าเป็นวิชาที่ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน เนื่องด้วยลักษณะของวิชาซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เป็นนามธรรมไม่สามารถจับต้องได้ ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์จึงต้องอาศัยสื่อและแหล่งการเรียนรู้ ทั้งนี้เพราะว่าสื่อการเรียนรู้สามารถเปลี่ยนสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม หรืออย่างน้อยก็ช่วยพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น ปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทต่อการจัดการเรียนรู้มากขึ้น ถึงแม้ว่าเทคโนโลยีเหล่านั้นจะไม่ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยตรง แต่ครูผู้สอนก็สามารถนำเทคโนโลยีนั้นเข้ามาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้เช่นกัน สำหรับหัวข้อนี้ผู้เขียนขอเสนอความรู้และหลักการของสื่อและแหล่งการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยทั่วไป และได้เพิ่มเติมในเรื่องของโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ที่ครูผู้สอนคณิตศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สื่อการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ครูสร้างหรือจัดหาขึ้นเพื่อใช้ในการอธิบายในสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ซึ่งครูสามารถสร้างหรือจัดหาสื่อการเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวาง ถ้าหากเราพิจารณาจุดประสงค์ของการใช้สื่อการเรียนรู้แล้วจะพบว่าสื่อการเรียนรู้นั้นจะเป็นอย่างไรก็ได้ที่ให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ได้ทำการแบ่งประเภทของสื่อการเรียนรู้ไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1. วัสดุ แบ่งเป็น วัสดุประดิษฐ์ วัสดุถาวร และวัสดุสิ้นเปลือง ดังนี้

1.1 วัสดุประเภทสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือเรียน คู่มือครู เอกสารประกอบการเรียน เอกสารฝึกหัด เอกสารแนะแนวทาง บทเรียนการตูน ชุดการเรียนรู้ บทเรียนโปรแกรม ในที่นี้ผู้เขียนจะขอเสนอตัวอย่างของเอกสารแนะแนวทาง เรื่อง การยุเนี่ยนของเซตสองเซต ดังนี้

จงหาเซต $A \cup B$ เมื่อกำหนดให้ $A = \{1, 2, 4, 6\}$ และ $B = \{3, 5, 7, 10\}$
 ให้ $C = \{2\}$ และ $D = \{6, 7\}$ จะได้ว่า $C \cup D = \{2, 6, 7\}$
 ให้ $E = \{1, 2, 3\}$ และ $F = \{a, b, c\}$ จะได้ว่า $E \cup F = \{1, 2, 3, a, b, c\}$
 ให้ $G = \{1, a, 2, b\}$ และ $H = \{1, a, 2, b\}$ จะได้ว่า $G \cup H = \{1, a, 2, b\}$
 การยุเนี่ยนกันของเซตสองเซตคือ.....
 เนื่องจาก $A = \{1, 2, 4, 6\}$ และ $B = \{3, 5, 7, 10\}$
 ดังนั้น $A \cup B = \dots\dots\dots$

1.2 วัสดุประเภทวัสดุประดิษฐ์ เช่น ภาพเขียน ภาพถ่าย แผนภูมิ บัตรคำ หรือสิ่งต่างๆ ที่ครูประดิษฐ์ขึ้นใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.3 วัสดุถาวร เช่น กระดานดำ กระดานกราฟ โมเดลสามมิติ โปสเตอร์ เป็นต้น

- 1.4 วัสดุสิ้นเปลือง เช่น ซอล์ก ปากกาเขียนกระดาน หมึกพิมพ์ เป็นต้น
2. อุปกรณ์ เป็นสื่อการจัดการเรียนรู้ประเภทเครื่องมือ เช่น เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ ชุดคอมพิวเตอร์ เครื่องฉายภาพทึบแสง เป็นต้น
3. กิจกรรม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ถือว่าเป็นสื่อการเรียนรู้แบบหนึ่ง เช่น การทดลอง การสาธิต การจัดนิทรรศการ การใช้เกม ปริศนา
4. สื่อการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม เช่น สมุด หนังสือ หน้าต่าง ประตู ต้นไม้ สนามฟุตบอล เป็นต้น

สำหรับแหล่งการเรียนรู้ นั้น หมายถึง สถานที่ต่างๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถเสาะแสวงหาความรู้ได้ เช่น ห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ เว็บไซต์เพื่อการเรียนรู้ต่างๆ เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าสื่อการเรียนรู้มีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งต่างก็มีวัตถุประสงค์ในการใช้อย่างเดียวกัน นั่นคือ ทำให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตาม ครูผู้สอนไม่ควรมองข้ามสื่อการเรียนรู้ที่อยู่ใกล้ตัวครูผู้สอนมากที่สุด นั่นก็คือตัวครูผู้สอนเอง เพราะสื่อการเรียนรู้ มีความเข้าใจในตัวนักเรียน รู้ว่านักเรียนเป็นเช่นไร ต้องการสิ่งใด มากกว่าสื่อการเรียนรู้ประเภทอื่นๆ ทั้งสิ้น

สรุป

สื่อการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ครูสร้างหรือจัดหาขึ้นเพื่อให้ในการอธิบายในสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ซึ่งครูสามารถสร้างหรือจัดหาสื่อการเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวาง สื่อการเรียนรู้จะเป็นอย่างไรก็ได้ที่ทำให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 4.1 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 4.1

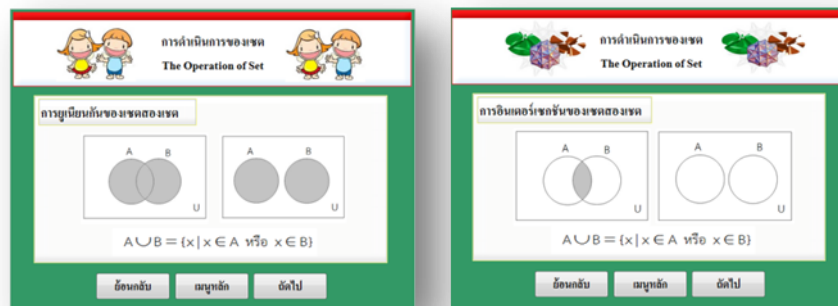
เรื่องที่ 4.2 หลักการเลือกและใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม

สื่อการเรียนรู้แต่ละชนิดต่างก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน การเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ให้เรื่องหนึ่งๆ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะสื่อการเรียนรู้บางอย่างอาจทำให้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ครูคาดหวังไว้ได้ก็จริง แต่อาจใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้นานกว่าการใช้สื่อการเรียนรู้ประเภทอื่นๆ และอาจส่งผลต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย ดังนั้น ก่อนที่ครูผู้สอนจะตัดสินใจเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ใด ควรพิจารณาอย่างรอบคอบ รวมทั้งประเมินผลลัพธ์และความคุ้มค่าของการใช้สื่อการเรียนรู้ประเภทนั้นให้ดีด้วย ในการเลือกใช้สื่อการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรคำนึงถึงหลักการต่อไปนี้

1. เลือกสื่อการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อจุดประสงค์ของการเรียนรู้ เช่น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในประการหนึ่งไว้ว่า นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูงและแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้ สำหรับจุดประสงค์ในการเรียนรู้นี้ครูสามารถเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ เช่น การพานักเรียนไปชมเจดีย์โบราณ จากนั้นให้นักเรียนได้คิดคำนวณด้วยตนเองโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติที่ได้ศึกษามา

2. เลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวัย เพศ ศักยภาพ เจตคติและพื้นฐานทางการเรียนรู้ของนักเรียน สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น การเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับเนื้อหา เพราะเนื้อหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงนี้ค่อนข้างเป็นนามธรรม ประกอบกับนักเรียนมีวัยที่โตขึ้น มีพัฒนาการสติปัญญาที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่จำเป็นที่นักเรียนทุกคนในชั้นเรียนจะต้องมีพัฒนาการทางสติปัญญาในระดับที่เท่ากัน ดังนั้น สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งอาจจะไม่เหมาะกับนักเรียนอีกกลุ่ม ดังนั้น ครูจึงต้องจัดประสบการณ์และเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาในช่วงวัยของนักเรียนซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

3. เลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่จะใช้ การเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ครูควรพิจารณาตัวเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์บางเรื่องสามารถหยิบยกหรือหาของจริงมาทดลองให้เห็นได้ เนื้อหาบางเรื่องสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนได้ก็จะทำให้นักเรียนเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น บทเรียนการดำเนินการของเซต ครูสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดการเรียนรู้ได้ จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถทำให้นักเรียนแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นการเลือกใช้สื่อการเรียนรู้จะต้องมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้เนื้อหาสาระนั้นมีความน่าสนใจและกระจำชัดยิ่งขึ้น



ตัวอย่างการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนรู้เรื่องเซต

4. การเลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความสะดวกในการจัดเตรียมและคุ้มค่าในการใช้ การสร้างสื่อการเรียนรู้ที่มีลักษณะเป็นสื่อถาวรสามารถใช้ได้กับเนื้อหาที่หลากหลายหรือสามารถนำกลับมาใช้ได้หลายครั้งนั้นเป็นสิ่งที่ดี เช่น การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่นักเรียนสามารถเรียนได้ทั้งในและนอกห้องเรียน ซึ่งในบางครั้งครูจะต้องใช้เวลาในการจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ที่นาน แต่ถ้าเมื่อผลิตออกมาแล้วสื่อนั้นมีคุณค่าและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียนแล้วก็นับว่าเป็นสิ่งที่คุ้มค่าและควรปฏิบัติเป็นอย่างยิ่ง

5. เลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความถนัดของครูผู้สอน ครูผู้สอนบางท่านอาจไม่ชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์ ก็อาจเสี่ยงไปใช้สื่อการเรียนรู้ประเภทอื่นที่ตอบสนองต่อจุดประสงค์การเรียนรู้เดียวกันได้ แต่อย่างไรก็ตามด้วยสภาพสังคมปัจจุบัน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการดำรงชีวิต บางครั้งครูผู้สอนก็จำเป็นต้องเรียนรู้และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนั้นเข้ากับบทบาทหน้าที่ของตนให้ได้

สรุป

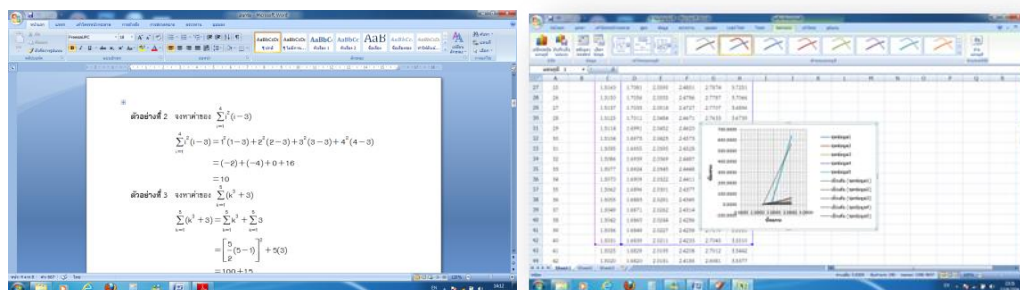
การเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ ควรพิจารณาถึงหลักการที่สำคัญ 5 ประการคือ เลือกสื่อการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อจุดประสงค์ของการเรียนรู้ เลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวัย เพศ ศักยภาพ เจตคติและพื้นฐานทางการเรียนรู้ของนักเรียน เลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่จะใช้ การเลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความสะดวกในการจัดเตรียมและคุ้มค่าในการใช้ และเลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความถนัดของครูผู้สอน

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่อง 4.2 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 4.2

เรื่องที่ 4.3 การใช้เทคโนโลยีในการสร้างสื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์

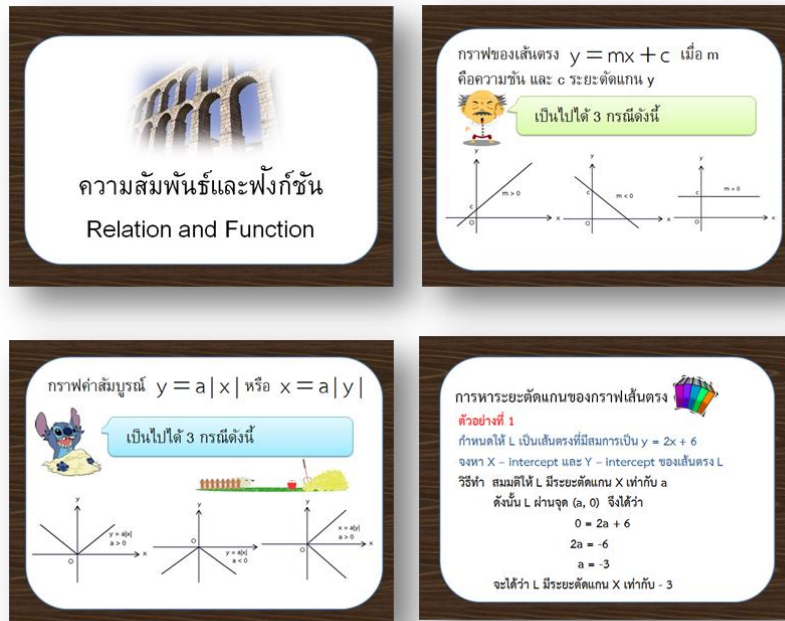
การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ครูผู้สอนต้องเลือกใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมทั้งต้องมีการวางแผนการใช้งานและเตรียมความพร้อมทั้งสื่ออุปกรณ์ สภาพแวดล้อมและตัวบุคคลซึ่งได้แก่ ครูผู้สอนและนักเรียน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับแนวทางในการใช้สื่อเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นสามารถทำได้ใน 5 แนวทาง คือ การใช้เทคโนโลยีในการสร้างมโนทัศน์ การใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อฝึกทักษะและพัฒนาการเรียนรู้ การใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหา การใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อนำเสนอ และ การใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ลำดับต่อไปผู้เขียนขอนำเสนอตัวอย่างของเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

1. โปรแกรมสำเร็จรูปพื้นฐาน ได้แก่ โปรแกรมพื้นฐานชุด Microsoft Office ประกอบด้วยโปรแกรมที่สำคัญ 3 โปรแกรม คือ โปรแกรม Microsoft Word เป็นโปรแกรมสำหรับการสร้างเอกสารครูผู้สอนสามารถใช้โปรแกรมนี้ในการสร้างเอกสารประกอบการเรียน แบบฝึกทักษะ หรือสื่อการเรียนรู้ประเภทสิ่งพิมพ์จากโปรแกรมนี้ได้ โปรแกรม Microsoft Excel เป็นโปรแกรมตารางคำนวณซึ่งมีส่วนของฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์และสถิติให้เลือกใช้ อาทิเช่น การหาค่ารากที่สอง การสร้างกราฟของฟังก์ชัน แผนภูมินำเสนอข้อมูลทางสถิติ เป็นต้น โปรแกรม Microsoft Excel ช่วยให้ผู้เรียนได้ทดลองปฏิบัติ คำนวณ เปรียบเทียบผลลัพธ์ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันมาศึกษาได้โดยง่าย



ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Microsoft Word และ Microsoft Excel ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

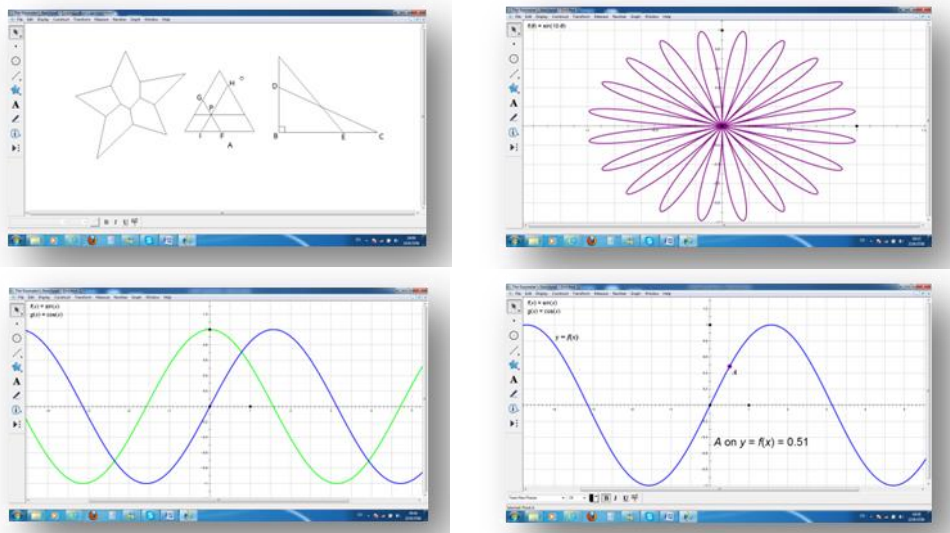
อีกหนึ่งโปรแกรมที่มีความสำคัญและเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายได้แก่ โปรแกรม Microsoft PowerPoint เป็นโปรแกรมในชุด Microsoft Office ที่มีจุดเด่นในด้านของการนำเสนอ เนื่องจากความสามารถในการนำเสนอในรูปแบบของมัลติมีเดีย สามารถใส่ภาพ เสียง วิดีโอ และภาพเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วและเป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อการใช้งาน ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สามารถใช้โปรแกรม Microsoft PowerPoint นำเสนอเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความน่าสนใจ ซึ่งครูผู้สอนอาจใช้โปรแกรมนี้ในการสร้างเกมเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน หรือจะใช้นำเสนอหาและฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน เป็นต้น ตัวอย่างด้านล่างนี้เป็นการใช้ โปรแกรม Microsoft PowerPoint สำหรับการสร้างสื่อนำเสนอเรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน



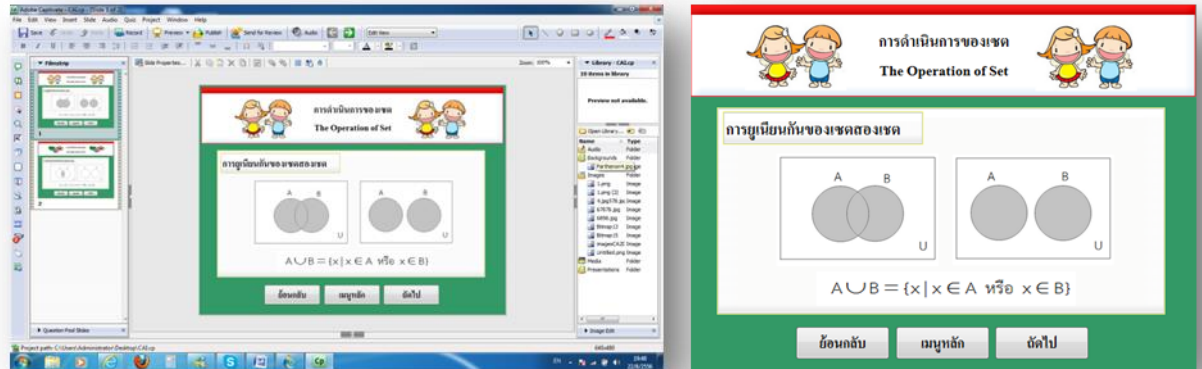
ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Microsoft PowerPoint ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. โปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์ เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถนำมาใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด เช่น นำมาใช้ในการสร้างมโนทัศน์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในปัจจุบันโปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์เหล่านี้มีทั้งเสียค่าใช้จ่ายและไม่เสียค่าใช้จ่ายซึ่งในการเลือกใช้งานครูผู้สอนควรต้องพิจารณาถึงจุดประสงค์การใช้และความคุ้มค่าตามหลักการเลือกซื้อสื่อการเรียนรู้ที่ได้กล่าวไว้แล้ว ในที่นี้ผู้เขียนขอแนะนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์ที่เป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังนี้

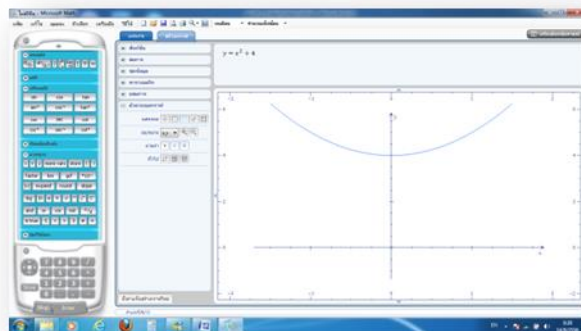
โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีความสามารถทางด้านเรขาคณิต นักเรียนสามารถใช้โปรแกรมนี้ในการสำรวจ คาคการณ์สมบัติของรูปเรขาคณิต รวมทั้งตรวจสอบข้อาคการณ์นั้นได้ด้วยตนเอง อีกทั้ง โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) สามารถช่วยให้ครูผู้สอนสร้างสื่อการเรียนรู้ขึ้นใช้งานได้หลากหลายอีกด้วย



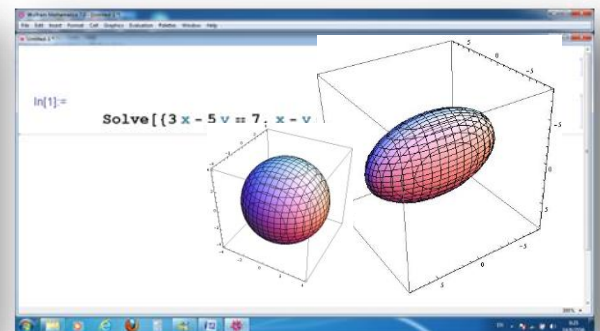
โปรแกรม Adobe Captivate เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการนำเสนอบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ และสามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากครูผู้สอนสามารถออกแบบบทเรียนให้มีองค์ประกอบต่างๆ ได้ตามที่ต้องการ เช่น แบบทดสอบก่อนเรียน เมนูแบบทดสอบย่อย เนื้อหา แบบทดสอบหลังเรียน เป็นต้น



นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ อีกที่น่าสนใจและสามารถพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น โปรแกรม Microsoft Math 3.0 และโปรแกรม Wolfram Mathematica เป็นต้น



โปรแกรม Microsoft Math 3.0



โปรแกรม Wolfram Mathematica

สรุป

การใช้เทคโนโลยีในการสร้างสื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถทำได้ใน 5 แนวทาง คือ การใช้เทคโนโลยีในการสร้างมโนทัศน์ การใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อฝึกทักษะและพัฒนาการเรียนรู้ การใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหา การใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อนำเสนอ และการใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีอยู่มากมายให้เลือกใช้ แต่ทั้งนี้ครูผู้สอนจะต้องเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหาคณิตศาสตร์และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญ

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 4.3 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 4.3

ตอนที่ 5 แนวทางในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

เรื่องที่ 5.1 หลักการวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์

กระบวนการวัดและประเมินผลในทางการศึกษานับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติฉบับเดิม พ.ศ.2542 และฉบับใหม่ พ.ศ. 2551 ได้กำหนดไว้ถึงความสำคัญของการวัดและประเมินโดยหมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 26 ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอน ตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผล 2 ประการ ประการแรก การวัดและประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน (formative assessment) หรือเรียกว่า การวัดและประเมินระหว่างเรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อหาจุดเด่นและจุดที่ต้องพัฒนาของนักเรียนและพัฒนาการสอนของครู วิธีการประเมินสามารถใช้การสังเกต ซักถาม ระดมความคิด แฟ้มสะสมงาน การปฏิบัติงานและการทดสอบ ผู้ประเมินคือ ครู ตนเอง หรือเพื่อนร่วมห้อง สิ่งสำคัญคือทำให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน ประการที่สอง การวัดและประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ (summative assessment) หรือ การวัดและการประเมินตัดสินผลการเรียนรู้เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้ จบรายวิชา รับรองวุฒิ การเลื่อนชั้น หรือจบหลักสูตร โดยต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความรู้ความสามารถที่หลากหลายและตัดสินบนพื้นฐานการปฏิบัติมากกว่าการเปรียบเทียบระหว่างผู้เรียน ทั้งนี้ความหมายของการวัด (measurement) คือ การกำหนดค่าของสิ่งต่างๆ ประกอบด้วย 1) สิ่งที่วัด 2) เครื่องมือที่ใช้ในการวัด และ 3) หน่วยที่ใช้ในการวัด นอกจากนี้ความหมายของการประเมิน (evaluation) หมายถึง การตัดสินคุณค่าของสิ่งนั้นๆ โดยอาศัยข้อมูลจากการวัดมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ องค์ประกอบของการประเมินจึงประกอบด้วย 1) ผลที่ได้จากการวัด 2) เกณฑ์ และ 3) การตัดสินคุณค่าของสิ่งนั้นๆ จึงกล่าวถึงความสัมพันธ์ของการวัดและการประเมินได้ว่า ถ้าการวัดมีความถูกต้องแม่นยำแล้ว จะส่งผลให้การประเมินมีความถูกต้องด้วยโดยต้องมีเกณฑ์ที่มีมาตรฐาน และหากครูต้องการประเมินผลผู้เรียนจะต้องผ่านกระบวนการวัดมาแล้ว

ตามที่กล่าวมาข้างต้นคือหลักการและความหมายของการวัดและประเมินผลทางการศึกษาในภาพรวม ดังนั้นประเด็นที่ต้องการนำเสนอต่อไปนี้เป็น กระบวนการวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งหากเราต้องการวัดและประเมินผลความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้มีความถูกต้องแม่นยำแล้ว เราควรเข้าใจถึงลักษณะเฉพาะของวิชาคณิตศาสตร์ว่ามีลักษณะของการใช้เหตุผล เชื่อมโยงเพื่อให้ได้ข้อสรุป การแสดงความสัมพันธ์ การสื่อความหมาย ความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รวมถึงคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในหลักสูตร ดังนั้นการวัดและประเมินผลผู้เรียนด้วยแบบสอบเพียงอย่างเดียวจึงไม่เพียงพอต่อการวัดและประเมินผลความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้มีหลักการที่สำคัญดังนี้

1. การวัดและประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยการใช้คำถามเพื่อส่งเสริมและตรวจสอบความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา

2. การวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนที่ระบุไว้ตามมาตรฐานการเรียนรู้และสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังซึ่งกำหนดในหลักสูตรที่สถานศึกษากำหนดเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน โดยผู้สอนต้องเป็นผู้กำหนดวิธีการวัดและประเมินผล

3. การวัดและประเมินผลต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยเน้นการเรียนรู้ด้วยการทำงานหรือทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะทั้ง 3 ด้าน

4. การวัดและประเมินผลต้องให้ได้สารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนเพื่อวินิจฉัย ให้ข้อมูลย้อนกลับ และตัดสินผลการเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย

5. การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงการเรียนรู้และปรับปรุงการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ

ทั้งนี้ Angelo และ Cross (1993) ได้กล่าวถึงกระบวนการวัดและประเมินผลโดยแบ่ง 3 ระยะ ระยะที่ 1 วางแผนการประเมินในชั้นเรียน เพื่อการกำหนดเป้าหมาย/จุดประสงค์การเรียนรู้ และออกแบบการประเมินโดยกำหนดเครื่องมือที่ใช้และเกณฑ์การประเมิน ระยะที่ 2 ดำเนินการประเมินในชั้นเรียนโดยการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และระยะที่ 3 การตอบสนองต่อผลการประเมินชั้นเรียน โดยสื่อสารผลการประเมินต่อนักเรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาผู้เรียน รวมถึงการประเมินผลการประเมินในชั้นเรียนที่มีผลต่อการสอนของครูและการเรียนรู้ของนักเรียน

สรุป

จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนาผู้เรียน (formative assessment) และสรุปผลการเรียนรู้ (summative assessment) โดยการวัด (measurement) หมายถึง การกำหนดค่าของสิ่งต่างๆ ประกอบด้วย สิ่งที่วัด เครื่องมือ และหน่วยที่ใช้ในการวัด และการประเมิน (evaluation) หมายถึง การตัดสินคุณค่าของสิ่งนั้นๆ ประกอบด้วย ผลที่ได้จากการวัด เกณฑ์และการตัดสินคุณค่า หลักการวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การวัดและประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนที่ระบุไว้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้ได้สารสนเทศในการพัฒนาผู้เรียนและเรียนการสอน

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่อง 5.1 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 5.1

เรื่องที่ 5.2 การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

สิ่งสำคัญที่ครูควรพิจารณาเกี่ยวกับเครื่องมือในการวัดและประเมินผลนั้นโดยทั่วไปมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ 1) เครื่องมือที่มีมาตรฐานอยู่แล้ว 2) เครื่องมือที่ได้มาจากการดัดแปลงหรือปรับปรุง และ 3) เครื่องมือที่สร้างขึ้นใหม่ ซึ่งครูผู้สอนสามารถจัดหาและใช้เครื่องมือได้ทั้ง 3 ลักษณะตามความเหมาะสม แต่ต้องมั่นใจว่ามีคุณภาพและวัดสิ่งที่ต้องการได้ถูกต้อง โดยการประเมินผลต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้เขียนจึงขอเสนอเนื้อหาโดยแบ่งออกเป็น 3 ตอนย่อย ดังนี้

5.2.1 การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลความรู้ทางคณิตศาสตร์

เป้าหมายการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจนั้น Bloom และคณะ (1956) ได้กำหนดชื่อว่าการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย หรือ cognitive domain หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา เครื่องมือที่ใช้ในการวัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย เช่น การบ้าน แบบฝึกหัด แบบสอบ แต่ทั้งนี้ข้อสอบแต่ละข้อนั้นมีความยากง่ายแตกต่างกัน Bloom และคณะ (1956) จึงแบ่งระดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ระดับโดยเรียงลำดับจากง่ายไปยาก ดังนี้

ตารางที่ 5.1 ระดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของ Bloom และคณะในปี ค.ศ.1956

ระดับ	คำจำกัดความ	ตัวอย่างคำกริยา	ตัวอย่างวัตถุประสงค์การสอน
1.ความรู้ (knowledge)	นักเรียนจำได้หรือบอก สารสนเทศ แนวคิด หลักการ ในรูปแบบที่เหมาะสมกับสิ่งที่ พวกเขาได้เรียนรู้	- เขียน, บอก - ทำเครื่องหมาย - เสนอชื่อ - ระบุด - นิยาม	นักเรียนสามารถบอกสูตรของลำดับ เลขคณิตและลำดับเรขาคณิตได้อย่าง ถูกต้อง
2. ความเข้าใจ (comprehension)	นักเรียนแปล เข้าใจ อธิบาย สารสนเทศโดยฐานของการ เรียนรู้เดิม	- อธิบาย - สรุป - ถอดความ - แปล	เมื่อกำหนดผลบวกของอนุกรมในรูปแบบ ของสัญลักษณ์ซิกม่า นักเรียนสามารถ เขียนอธิบายอนุกรมนั้นในรูปแบบของการ แจกแจงผลบวกของอนุกรมได้
3.การประยุกต์ใช้ (application)	นักเรียนเลือก เปลี่ยน ใช้ ข้อมูลและหลักการสู่ปัญหา	- ใช้ - คำนวณ - แก้ปัญหา - สาธิต - นำไปใช้	นักเรียนสามารถคำนวณหาผลบวกของ อนุกรมเลขคณิตได้
4.การวิเคราะห์ (analysis)	นักเรียนจำแนก แยกแยะ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ของเหตุการณ์ โครงสร้าง	- วิเคราะห์ - จำแนก - เปรียบเทียบ - บอกความต่าง - แยกแยะ	เมื่อกำหนดลำดับของจำนวนจริง นักเรียนสามารถวิเคราะห์หา ความสัมพันธ์ของแต่ละจำนวนในลำดับ นั้นได้
5.การสังเคราะห์ (synthesis)	นักเรียนสร้าง บูรณาการ รวมความคิดสู่สิ่งผลิต แผน หรือโครงร่างที่ใหม่สำหรับ พวกเขา	- สร้าง - ออกแบบ - ตั้งเป็นสมมติฐาน - คิดค้น - พัฒนา	เมื่อกำหนดอนุกรมของจำนวนจริง นักเรียนสามารถเขียนอนุกรมนั้นในรูปแบบ ทั่วไปได้

ระดับ	คำจำกัดความ	ตัวอย่างคำกริยา	ตัวอย่างวัตถุประสงค์การสอน
6.การประเมิน (evaluation)	นักเรียนประเมิน หรือ วิพากษ์บนฐานของ มาตรฐานและเกณฑ์ที่ เฉพาะ	- ตัดสิน - ให้คำแนะนำ - วิพากษ์ - ให้เหตุผล หลักการ	นักเรียนสามารถบอกได้ว่าอนุกรมที่ กำหนดให้เป็นอนุกรมที่ลู่ออกหรือไม่ได้ อย่างถูกต้อง พร้อมให้เหตุผลประกอบ

เมื่อทราบถึงระดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยทั้ง 6 ระดับแล้ว ครูจึงควรสร้างแบบสอบที่ สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบสอบดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแผนผังการสร้างแบบสอบ หรือเรียกว่า test blueprint เพื่อช่วยให้ครูออก ข้อสอบได้ตรงตามตัวชี้วัด ซึ่ง Bloom และคณะ (1956) ออกแบบตารางออกเป็น 2 มิติ คือ 1) มิติ เนื้อหาโดยระบุตัวชี้วัดที่กำหนดในหลักสูตรและ 2) มิติระดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ระดับย่อย ทั้งนี้ผู้สอนสามารถศึกษาตัวชี้วัดว่ามีค่าที่แสดงพฤติกรรมเป็นอย่างไร จากนั้นพิจารณาค่าที่แสดง พฤติกรรมนั้นว่าควรสร้างข้อสอบข้อนั้นให้อยู่ในระดับการเรียนรู้ระดับใด โดยเปรียบเทียบจากตาราง ที่ 5.1 ดังแสดง

วัตถุประสงค์	มิติระดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย						รวม
	.ความรู้	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	.การสังเคราะห์	การประเมิน	
นักเรียนสามารถบอกสูตรของ ลำดับเลขคณิตและลำดับ เรขาคณิตได้อย่างถูกต้อง	1 ข้อ	-	-	-	-	-	1
เมื่อกำหนดผลบวกของ อนุกรมในรูปของสัญลักษณ์ ชิกม่า นักเรียนสามารถเขียน อธิบายอนุกรมนั้นในรูปของ การแจกแจงผลบวกของ อนุกรมได้	-	1 ข้อ	-	-	-	-	1
นักเรียนสามารถคำนวณหา ผลบวกของอนุกรมเลขคณิต ได้	-	-	3 ข้อ	-	-	-	3
เมื่อกำหนดลำดับของจำนวน จริง นักเรียนสามารถ วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของ แต่ละจำนวนในลำดับนั้นได้	-	-	-	3 ข้อ	-	-	3
เมื่อกำหนดอนุกรมของ จำนวนจริง นักเรียนสามารถ เขียนอนุกรมนั้นในรูปทั่วไปได้	-	-	-	-	1 ข้อ	-	1
นักเรียนสามารถบอกได้ว่า อนุกรมที่กำหนดให้เป็น อนุกรมที่ลู่ออกหรือไม่ ได้อย่าง ถูกต้อง พร้อมให้เหตุผล	-	-	-	-	-	1 ข้อ	1

วัตถุประสงค์	มิติระดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย						รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมิน	
ประกอบ							
รวม	1	1	3	3	1	1	10

ขั้นที่ 2 กำหนดรูปแบบของแบบสอบที่สอดคล้องกับระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ตัวอย่างของแบบสอบประเภทต่างๆ เช่น แบบปรนัย อัตนัย ถูกผิด จับคู่ ทั้งนี้แบบสอบแต่ละแบบมีเป้าหมายในการวัดต่างกัน หากต้องการวัดความรู้ความเข้าใจสามารถใช้แบบสอบลักษณะใดก็ได้ แต่หากต้องการวัดความรู้ขั้นสูงไม่ควรใช้แบบถูกผิดหรือจับคู่

ขั้นที่ 3 สร้างข้อคำถาม วางแผนการตรวจให้คะแนนและเกณฑ์การประเมิน

5.2.2 การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของคำว่าทักษะนั้นประกอบด้วย 2 องค์ประกอบใหญ่ คือ กระบวนการ (process) และผลผลิต (product) และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อสาร/สื่อความหมายและการนำเสนอ 4) การเชื่อมโยงความรู้ และ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ขั้นตอนการสร้าง/เลือกใช้เครื่องมือเพื่อวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดขอบเขตของทักษะที่ครูต้องการประเมิน

ขั้นที่ 2 เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด เช่น แบบประเมินทักษะ แบบฝึก แบบทดสอบ ชิ้นงาน และแฟ้มสะสมผลงาน

ขั้นที่ 3 สร้าง/เลือกเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ขั้นที่ 4 วางแผนการตรวจให้คะแนนและเกณฑ์การประเมิน ทั้งนี้เกณฑ์ที่นิยมใช้ในการประเมินเรียกว่า รูบริกส์ (rubrics) คือ เครื่องมือในการให้คะแนน (scoring tool) แบ่งเป็น 2 ประเภทคือประกอบด้วย 2 ส่วนคือ การให้คะแนนแบบผลรวม (holistic scoring) และแบบวิเคราะห์หรือแยกประเด็น (analytic scoring) ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง การให้คะแนนทักษะทางคณิตศาสตร์แบบผลรวม (holistic scoring)

คะแนน	รายการพฤติกรรม
3 คะแนน	-การตอบคำถามแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์ - มีการแสดงการคำนวณที่ถูกต้อง ครบถ้วนและแสดงความสัมพันธ์ได้ครบทุกองค์ประกอบ - การแสดงคำตอบมีความชัดเจน สามารถอธิบายรายละเอียดขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ทำให้อ่านเข้าใจ
2 คะแนน	- การตอบคำถามแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาได้แต่ไม่สมบูรณ์ - มีการแสดงการคำนวณที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนและการแสดงความสัมพันธ์ได้ไม่ครบทุกองค์ประกอบ - การแสดงคำตอบถูกต้องแต่ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร และการอธิบายรายละเอียดขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
1 คะแนน	- การตอบคำถามแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาได้

คะแนน	รายการพฤติกรรม
	เล็กน้อย - มีการแสดงการคำนวณและความสัมพันธ์ที่ถูกต้องเล็กน้อย - การแสดงคำตอบยังไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน การอธิบายรายละเอียดขั้นตอนของการแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์
0 คะแนน	- การตอบคำถามไม่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาได้ - การคำนวณและแสดงความสัมพันธ์ไม่ถูกต้อง - คำตอบผิดและไม่มีการอธิบายรายละเอียดขั้นตอนของการแก้ปัญหา

ที่มา : Libreria และคณะ (2004)

ตัวอย่าง การให้คะแนนทักษะทางคณิตศาสตร์แบบวิเคราะห์หรือแยกประเด็น (analytic scoring)

รายการประเมิน ทักษะทาง คณิตศาสตร์	ระดับการให้คะแนน				
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ความรู้ในหลักการทางคณิตศาสตร์	- แสดงถึงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและครบถ้วน - ใช้เครื่องหมายและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเหมาะสมครบถ้วน - การคำนวณมีความถูกต้องสมบูรณ์	- แสดงถึงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ - ใช้เครื่องหมายและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเหมาะสมแต่ไม่ครบถ้วน - การคำนวณมีความถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	- แสดงถึงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการในการแก้ปัญหาได้บางส่วน - ใช้เครื่องหมายและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน - การคำนวณมีความผิดพลาด	- ไม่แสดงถึงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการในการแก้ปัญหา - ใช้เครื่องหมายและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ผิดพลาด - ไม่แสดงคำตอบ	ไม่พบการตอบ
ความรู้เชิงกลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	- ระบุองค์ประกอบของปัญหาได้ครบถ้วนสมบูรณ์ และแสดงถึงความเข้าใจในความสัมพันธ์ขององค์ประกอบอย่างสมบูรณ์ - วางแผนการแก้ปัญหาถูกต้องเหมาะสมครบถ้วน	- ระบุองค์ประกอบของปัญหา และแสดงถึงความเข้าใจในความสัมพันธ์ขององค์ประกอบได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ - วางแผนการแก้ปัญหาถูกต้องเหมาะสมแต่ยังไม่ครบถ้วน	- ระบุองค์ประกอบของปัญหาบางส่วนแต่ยังไม่แสดงถึงความเข้าใจในความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ - วางแผนการแก้ปัญหาถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสมและไม่ครบถ้วน	- ไม่ระบุองค์ประกอบของปัญหาและไม่แสดงถึงความเข้าใจในความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ - วางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสม	ไม่พบการตอบ
การสื่อสาร/สื่อความหมายและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์	- เขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องสมบูรณ์โดยมีการอธิบายถึงสิ่งที่ทำและบอกเหตุผลที่ชัดเจนครบถ้วน - มีการเขียนแผนภาพ/แผนผังอธิบายเชื่อมโยงกับองค์ประกอบได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์	- เขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์โดยมีการอธิบายถึงสิ่งที่ทำและบอกเหตุผล - มีการเขียนแผนภาพ/แผนผังอธิบายเชื่อมโยงกับองค์ประกอบได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์	- เขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วนอธิบายถึงสิ่งที่ทำและเหตุผลแต่ไม่ครบถ้วน - มีการเขียนแผนภาพ/แผนผังอธิบายแต่คลุมเครือแปลความยากและไม่เชื่อมโยงกับองค์ประกอบ	- เขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาแต่ไม่ถูกต้องไม่อธิบายถึงสิ่งที่ทำและไม่อธิบายเหตุผล - มีการเขียนแผนภาพ/แผนผังไม่ชัดเจน ไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับปัญหา	ไม่พบการตอบ

ที่มา : Chico and Koch (2005)

5.2.3 การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ คือ พฤติกรรม ความรู้สึกรู้สึกคิดของผู้เรียน ดังนั้น เครื่องมือที่วัดผลการเรียนรู้จะไม่ใช่แบบสอบที่ใช้วัดความรู้ แต่ต้องเป็นเครื่องมือที่สามารถสะท้อน ความรู้สึกรู้สึกคิด จิตใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ขอบเขตของคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทาง คณิตศาสตร์ที่ต้องการจะประเมินนั้น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดสมรรถนะ ด้านความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต รวมถึงทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 คือ ความสามารถในการทำงานร่วมกัน และการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการที่กำหนดในหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เครื่องมือที่นิยมใช้ เช่น แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต แบบประเมิน ฯลฯ ทั้งนี้กระบวนการสร้างและเลือกใช้เครื่องมือเพื่อวัดและประเมินผลคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์นั้นคล้ายกับกระบวนการสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังกล่าวในตอนที่ 5.2.2 สิ่งสำคัญคือการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่ ชัดเจนเพื่อนำไปสู่การสร้างและเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

ตัวอย่างรายการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้เขียนประยุกต์ใช้ การประเมินผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนเมื่อครูกำหนดชิ้นงานกลุ่มให้ผู้เรียน (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์หรือ แยกประเด็น (analytic scoring) ดังนี้

รายการประเมินคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์	ระดับการให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
การวางแผนการทำงาน	มีการวางแผนและมอบหมาย หน้าที่ความรับผิดชอบให้ สมาชิกอย่างชัดเจน	มีการวางแผนแต่มอบหมาย หน้าที่ความรับผิดชอบให้ สมาชิกไม่ชัดเจน	ไม่มีการวางแผน
ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	สมาชิกทุกคนทำงานตาม หน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และได้รับมอบหมาย	สมาชิกส่วนใหญ่ทำงาน ตามหน้าที่ที่ได้รับมอบ หมายและได้รับมอบหมาย	สมาชิกไม่ ทำงานตาม หน้าที่และไม่ รับผิดชอบ
ความตรงต่อเวลา	สามารถปฏิบัติงานเสร็จ สมบูรณ์ ภายในเวลาที่ กำหนด	สามารถปฏิบัติงานเสร็จแต่ ยังไม่สมบูรณ์ภายในเวลาที่ กำหนด	ปฏิบัติงานไม่ เสร็จและล่าช้า เกินกำหนด
ความพอเพียง	สามารถเลือกใช้สื่ออุปกรณ์ ได้เหมาะสม ประหยัด ไม่ ฟุ่มเฟือย	สามารถเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์ได้เหมาะสมแต่ไม่ ประหยัด	อุปกรณ์ไม่ เหมาะสมและไม่ ประหยัด

เนื่องจากหลักการของการวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์ต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยครูควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอน คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่เร้าที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ดังนั้นครูสามารถบูรณาการการ ออกแบบงาน/กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ควบคู่กับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

สรุป

การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ โดยครูสามารถบูรณาการการออกแบบงาน/กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ควบคู่กับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล ด้านความรู้ เช่น การบ้าน แบบฝึกหัด แบบสอบ ด้านทักษะกระบวนการ เช่น แบบฝึกหัด แบบสอบอัตนัย แบบประเมิน และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เช่น แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ แบบประเมิน ทั้งนี้ครูสามารถเลือกใช้เครื่องมือที่มีมาตรฐานอยู่แล้วนำมาดัดแปลงหรือสร้างขึ้นใหม่แล้วแต่ความเหมาะสม สิ่งสำคัญคือต้องมั่นใจว่ามีคุณภาพและวัดสิ่งที่ต้องการได้ถูกต้อง

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 5.2 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 5.2

ใบงานที่ 1.1

ชื่อหลักสูตร คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 1 สารและมาตรฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551

คำสั่ง

ศึกษาขอบข่ายของเนื้อหาคณิตศาสตร์ใน 6 สารตามกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ว่า สอดคล้องกับคุณภาพผู้เรียนในเนื้อหาเรื่องใดบ้าง

คำแนะนำ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วยสาระหลัก 6 สารอันได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ให้ศึกษารายละเอียดของสาระหลักทั้ง 6 สารแล้วเชื่อมโยงคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

สาระ/มาตรฐาน	คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
สารที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้	
สารที่ 2 การวัด มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด	
สารที่ 3 เรขาคณิต มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา	

สาระ/มาตรฐาน	คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
สาระที่ 4 พีชคณิต มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา	
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา	
สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	

เฉลย

สาระ/มาตรฐาน	คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้
สาระที่ 2 การวัด มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด	2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้
สาระที่ 3 เรขาคณิต มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สองมิติและสามมิติ มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา	-
สาระที่ 4 พีชคณิต มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา	3. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล 4. เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้ 5. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ 6. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้ 7. รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปร

สาระ/มาตรฐาน	คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
	เดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา	8. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ 9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ใบงานที่ 1.2

ชื่อหลักสูตร คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้

คำสั่ง

ให้ท่านจัดทำคำอธิบายรายวิชาพื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคต้นหรือภาคปลาย ตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ตัวอย่างคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค31102

ศึกษาวิเคราะห์ ฝึกทักษะ/กระบวนการในสาระต่อไปนี้

จำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ในระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง ความหมายและการหาผลลัพธ์ที่เกิดจากการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน การแก้สมการและอสมการตัวแปรเดียวตัวชี้วัดไม่เกินสอง

เขต

ตรรกศาสตร์และการให้เหตุผล

โดยการจัดประสบการณ์หรือการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า โดยปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหา

รหัสตัวชี้วัด

ค 1.1 ม.4-6/1 ค 1.1 ม.4-6/2

คำแนะนำ

ท่านสามารถเลือกจัดทำคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคต้นหรือภาคปลายเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ทั้งนี้ในการระบุรหัสตัวชี้วัดจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานและครอบคลุมตัวชี้วัดในทุกด้าน ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

เฉลย

ศึกษาวิเคราะห์ ฝึกทักษะ/กระบวนการในสาระต่อไปนี้

จำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ในระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง ความหมายและการหาผลลัพธ์ที่เกิดจากการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนจริง สมบัติ

ของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน การแก้สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง

เซต ความรู้เกี่ยวกับเรื่องเซตและการดำเนินการของเซต แผนภาพเวนน์ – ออยเลอร์ แสดงเซต และนำไปใช้แก้ปัญหา

ตรรกศาสตร์และการให้เหตุผล การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย ความสมเหตุสมผล การให้เหตุผลโดยใช้แผนภาพเวนน์ – ออยเลอร์

โดยการจัดประสบการณ์หรือการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า โดยปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดคำนวณ การให้เหตุผล การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ

รหัสตัวชี้วัด

ค 1.1 ม.4-6/1 ค 1.1 ม.4-6/2 ค 1.4 ม.4-6/1 ค 4.1 ม.4-6/1 ค 4.1 ม.4-6/2

ค 4.2 ม.4-6/1 ค 4.2 ม.4-6/2 ค 4.2 ม.4-6/3

ค 6.1 ม.4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/2 ค 6.1 ม.4-6/3 ค 6.1 ม.4-6/4

ค 6.1 ม.4-6/5 ค 6.1 ม.4-6/6

ใบงานที่ 2.1

ชื่อหลักสูตร คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คำสั่ง

หลังจากที่ท่านได้ทำการศึกษาหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้ท่านออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องที่ท่านสนใจ โดยแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของท่านนั้นมีความสอดคล้องกับหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในข้อใด อย่างไร

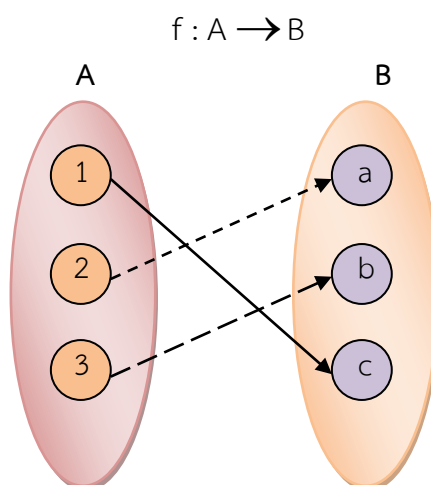
คำแนะนำ

สำหรับการปฏิบัติใบงานที่ 2.1 นี้ ท่านอาจเลือกเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ท่านเชี่ยวชาญหรือสนใจและอธิบายให้ชัดเจนว่าท่านสามารถจัดการเรียนรู้สำหรับเนื้อหานั้นได้อย่างไรบ้าง เพื่อให้สอดคล้องกับหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

เฉลย

ตัวอย่างเช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สอดคล้องกับหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม เช่น ก่อนที่ครูจะให้ความหมายของฟังก์ชันในรูปของบทนิยาม ครูอาจให้นักเรียนศึกษาแนวคิดของการเป็นฟังก์ชันจากแผนภาพ ดังนี้



เมื่อนักเรียนเข้าใจแนวคิดของการเป็นฟังก์ชันแล้วครูจึงทำการสรุปให้อยู่ในรูปของบทนิยามทางคณิตศาสตร์ให้รัดกุม ดังนี้

บทนิยาม ให้ f เป็นความสัมพันธ์จาก A ไป B เรากล่าวว่า f เป็นฟังก์ชัน (Function) ก็ต่อเมื่อ แต่ละ (x_1, y_1) และ (x_2, y_2) ใน f ถ้า $x_1 = x_2$ แล้ว $y_1 = y_2$

2. สอนจากเรื่องง่ายก่อนการสอนเรื่องที่ยาก เช่น ครูควรจะสอนเรื่องฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear Function) ก่อนที่จะสอนเรื่องฟังก์ชันกำลังสอง (Quadratic Function) เป็นต้น

3. สอนให้คิดเป็นลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล เช่นครูต้องการสอนให้นักเรียนหาโดเมน

(Domain) ของฟังก์ชัน $f(x) = \frac{x^2 - 25}{x - 5}$ ครูอาจแสดงวิธีคิดให้นักเรียนได้ศึกษา ดังนี้

เนื่องจาก $f(x) = \frac{x^2 - 25}{x - 5}$

จะได้ว่า $f(x) = \frac{(x - 5)(x + 5)}{(x - 5)}$ (การแยกผลต่างกำลังสอง)

$= x + 5$ เมื่อ $x \neq 5$ (การหารในจำนวนจริงส่วนต้องไม่เท่ากับศูนย์)

จะเห็นว่าโดเมนของ f คือจำนวนจริงใดที่ไม่เท่ากับ 5 นั่นคือ $D_f = \mathbb{R} - \{5\}$

ใบงานที่ 2.2

ชื่อหลักสูตร คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ตอนที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คำสั่ง

หลังจากที่ท่านได้ทำการศึกษาเนื้อหาสาระในเรื่องของการออกแบบหน่วยการจัดการเรียนรู้แล้ว ให้ท่านทำการออกแบบหน่วยการจัดการเรียนรู้ (อย่างคร่าวๆ) ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ท่านเชี่ยวชาญหรือสนใจ (เพียงเรื่องเดียว) ตามขั้นตอนของการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบย้อนกลับซึ่งได้กำหนดไว้ดังนี้

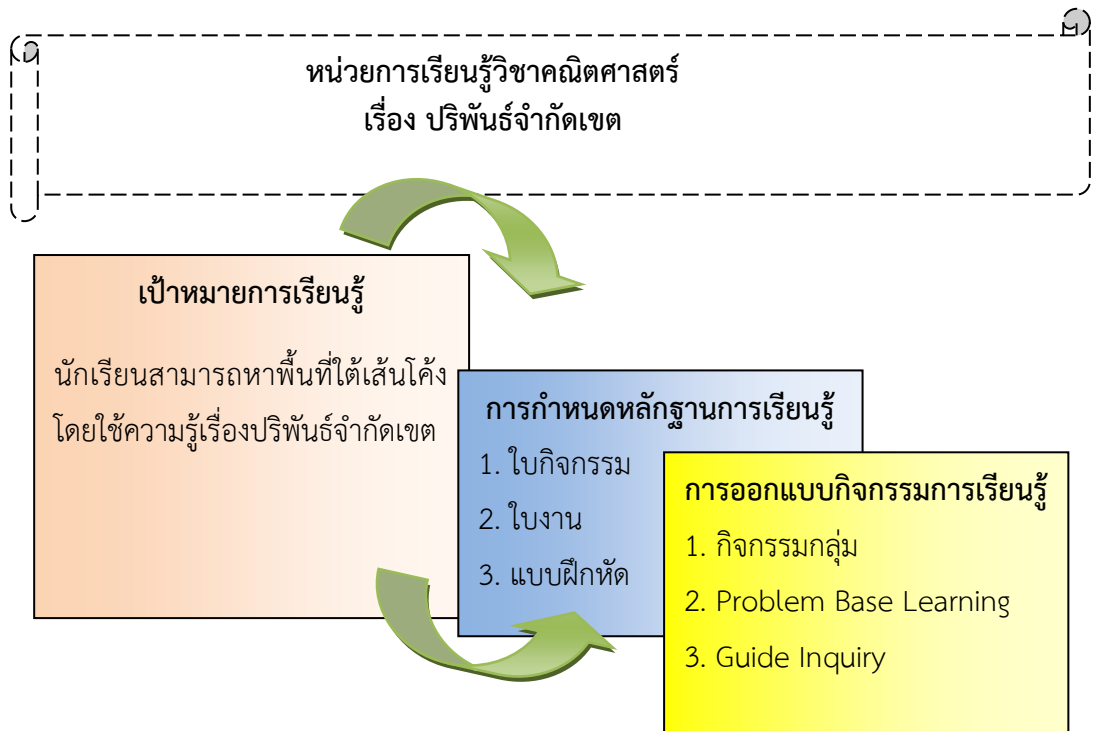
หน่วยการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์		
เรื่อง.....		
ขั้นตอนที่ 1 กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้	ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดหลักฐานการเรียนรู้	ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบการเรียนรู้

คำแนะนำ

สำหรับการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้นั้น ควรจะกำหนดให้ครอบคลุมถึงความเข้าใจที่คงทน จิตพิสัย และลักษณะที่พึงประสงค์ ทักษะเครื่องมือวิชา และทักษะเฉพาะวิชา ซึ่งท่านอาจกำหนดในรูปแบบของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วย ความรู้ ทักษะและเจตคติ (KPA) และในการกำหนดหลักฐานการเรียนรู้นั้นอาจทำได้ใน 2 ลักษณะ คือ เป็นหลักฐานชิ้นงานสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เช่น ใบงาน รายงานการค้นคว้า หรืออาจเป็นหลักฐานชิ้นงานที่แสดงถึงความสามารถทักษะขั้นสูงของนักเรียน เช่น การทำโครงงาน การทำแฟ้มสะสมผลงาน เป็นต้น

เฉลย

(ตัวอย่าง)



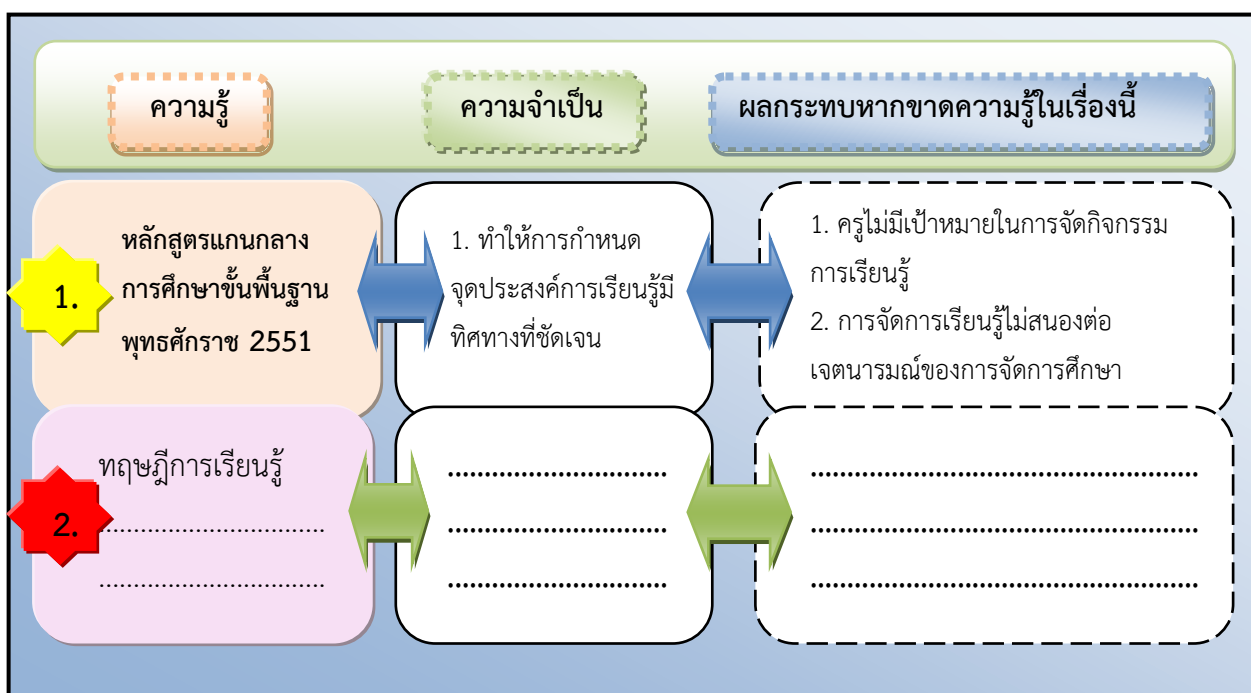
ใบงานที่ 2.3

ชื่อหลักสูตร คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตอนที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คำสั่ง

จากการที่ท่านได้ทำการศึกษาเรื่องการจัดทำแผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้ท่านทำการวิเคราะห์ว่าในการที่จะสามารถทำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้นั้น ผู้จัดทำจะต้องมีความรู้ในเรื่องใดบ้าง เพราะเหตุใด และหากว่าขาดความรู้ในเรื่องนั้นๆ ที่ท่านเสนอมาแล้วจะเกิดปัญหาในเรื่องใดตามมา ท่านอาจนำเสนอในรูปแบบของตารางหรือแผนภาพเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ เช่น

ความรู้ที่จำเป็นสำหรับการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์



คำแนะนำ

ในแต่ละขั้นตอนของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้นั้น หากทำการวิเคราะห์อย่างถี่ถ้วนท่านจะเห็นว่าแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสัมพันธ์และเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน และสร้างขึ้นจากความรู้และทักษะขั้นสูงทางวิชาชีพครู ดังนั้น ท่านอาจใช้เหตุผลนี้ในการปฏิบัติใบงานที่ 2.4 เช่น ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้จัดทำจะต้องมีความรู้ในเรื่องของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมีความเข้าใจในเจตนารมณ์ของหลักสูตร เพราะหากว่าผู้จัดทำไม่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้แล้ว อาจทำให้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ได้ไม่สอดคล้องกับหลักสูตรฯ และทำให้นักเรียนไม่ได้รับการพัฒนาศักยภาพตามความมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เป็นต้น

เฉลย

(ตัวอย่าง)

ความรู้ที่จำเป็นสำหรับการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ความรู้	ความจำเป็น	ผลกระทบหากขาดความรู้ในเรื่องนี้
หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	ทำให้การกำหนด จุดประสงค์การ เรียนรู้มีทิศทางที่ชัดเจน	ครูไม่มีเป้าหมายในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และทำให้การจัดการเรียนรู้ไม่สนองต่อ เจตนารมณ์ของการจัดการศึกษา
ทฤษฎีการเรียนรู้	ทำให้เข้าใจความเชื่อที่เป็นพื้นฐาน ของการจัดการศึกษาและสามารถ นำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้อย่างเหมาะสม	ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ไม่สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ หรืออาจต้องใช้ เวลานานในการจัดการเรียนรู้เพื่อบรรลุตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้
หลักการวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้	ทำให้สามารถเลือกหรือสร้าง เครื่องมือวัดและประเมินผลที่มี ประสิทธิภาพ และทำการ ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ ด้วยตนเอง และนำผลจากการ ประเมินนั้นไปปรับปรุงและ พัฒนาการจัดการเรียนรู้ของตนให้ ดียิ่งขึ้น	ครูไม่ทราบผลลัพธ์จากการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ ไม่สามารถวัดและประเมินการเรียนรู้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ และอาจส่งผลให้การจ ัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไปไม่สามารถทำ ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ได้

ใบงานที่ 3.2

ชื่อหลักสูตร คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 3 การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

คำสั่ง

ให้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมคุณลักษณะของผู้เรียน ดังที่กล่าวมาแล้ว แล้วสรุปหลักการของรูปแบบที่ยกตัวอย่างดังตารางต่อไปนี้

รูปแบบการจัดการเรียนการสอน	หลักการ	กระบวนการของรูปแบบ	คุณลักษณะที่ส่งเสริม
Inquiry-Based Approach			
รูปแบบการสอนแก้ปัญหาของโพลยา			
Problem Base Learning			

คำแนะนำ

ศึกษาโดยถอดองค์ความรู้ในตอนที่ 3.1 และ 3.2 มาเป็นแนวทางในการตอบ

เฉลย

รูปแบบการจัดการเรียนการสอน	หลักการ	กระบวนการของรูปแบบ	คุณลักษณะที่ส่งเสริม
Inquiry-Based Approach	เป็นการพัฒนากระบวนการคิดด้วยวิธีการวิทยาศาสตร์	1. ขั้นตั้งประเด็นคำถาม 2. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล 3. ขั้นกำหนดสมมติฐาน	ทักษะการคิดขั้นสูง

		และทดสอบ 4. ชี้นำเสนอข้อมูล ความรู้ 5. ชี้นำร่วมกันสรุป	
รูปแบบการสอน แก้ปัญหาของโพลยา	พัฒนากระบวนการคิด แก้ปัญหาของนักเรียน ตามกระบวนการ แก้ปัญหาของโพลยา	1. การทำความเข้าใจ ปัญหา 2. การสอนวางแผน แก้ปัญหา 3. การดำเนินการตาม แผน 4. การตรวจสอบผล	ทักษะการคิด แก้ปัญหา
Problem Base Learning	พัฒนาทักษะการคิด ระดับสูงโดยผ่าน กระบวนการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ที่ท้าทาย	1. การระบุปัญหาที่ เหมาะสมสำหรับผู้เรียน 2. การเชื่อมโยงปัญหากับ บริบทของผู้เรียน 3. การวางแผนแก้ปัญหา โดยใช้ประสบการณ์เดิม 4. การสร้างความร่วมมือ ให้กับผู้เรียน โดยการ แบ่งกลุ่มให้ร่วมกันเรียนรู้ และแก้ปัญหา 5. การนำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา	ทักษะการคิด วิพากษ์ และคิดแก้ปัญหา

ใบงานที่ 4.1

ชื่อหลักสูตร คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งการเรียนรู้

คำสั่ง

จากการที่ท่านศึกษาความรู้เบื้องต้นและประเภทของสื่อการเรียนรู้นั้น ให้ท่านร่วมกันอภิปรายว่าสื่อการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างไรบ้าง

คำแนะนำ

ท่านอาจอภิปรายเชื่อมโยงถึงหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในบางประเด็นว่าสื่อการเรียนรู้เข้ามามีบทบาทหรือมีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร

เฉลย (แนวทางการตอบคำถาม)

สื่อการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กล่าวคือ สื่อการเรียนรู้สามารถช่วยในการอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม สามารถทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ยากได้ง่าย อีกทั้งสื่อการเรียนรู้ยังสามารถบูรณาการวิชาต่างๆ เข้ามาร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

ใบงานที่ 4.2

ชื่อหลักสูตร คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งการเรียนรู้

คำสั่ง

จากการที่ท่านได้ทำการศึกษาหลักการเลือกและใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมแล้ว ให้ท่านศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้แล้ววิเคราะห์ว่าครูวิกานดา (นามสมมติ) เลือกใช้สื่อการเรียนรู้ได้ถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร และท่านมีแนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างไร

ครูวิกานดาต้องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง แคลคูลัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทุกครั้งที่เธอทำการจัดการเรียนรู้ ด้วยแคลคูลัส เป็นเนื้อหาวิชาที่ยากต่อการทำความเข้าใจสำหรับนักเรียน เธอก็มักจะบอกกับตัวเองเสมอว่า นักเรียนคงไม่สามารถทำได้โจทย์ที่เกี่ยวกับแคลคูลัสได้ และด้วยความที่ครูวิกานดาต้องทำงานหลายฝ่าย เธอจึงไม่ค่อยมีเวลาในการเตรียมสื่อการเรียนรู้ ด้วยเหตุนี้ครูวิกานดาจึงแก้ปัญหาด้วยการใช้เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง แคลคูลัส ที่เธอเขียนไว้เมื่อ 5 ปีที่แล้ว ซึ่งใช้เรื่อยมาโดยไม่มีการปรับปรุงใดๆ ปรากฏว่านักเรียนที่ครูวิกานดาทำการสอนอยู่ในปัจจุบันสอบตกกลางภาคในเรื่องนี้ ครูวิกานดาก็เห็นว่าเป็นเรื่องปกติเพราะถึงอย่างไรนักเรียนก็คงไม่เข้าใจเรื่องนี้อยู่แล้ว

คำแนะนำ

ในการวิเคราะห์ท่านอาจใช้หลักการเลือกและใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่กล่าวไว้ในเบื้องต้นเป็นหลักการวิเคราะห์ สำหรับแนวทางในการแก้ปัญหานี้ท่านสามารถนำเสนอสื่อการเรียนรู้ที่ท่านคิดว่าสามารถช่วยครูวิกานดาในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ โดยอิงหลักการหรือทฤษฎีอย่างมีเหตุผล

เฉลย (แนวทางการตอบคำถาม)

ครูวิกานดาเลือกสื่อการเรียนรู้ที่ไม่เหมาะสม ประเด็นหนึ่งคือ ครูวิกานดาเลือกใช้เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง แคลคูลัส ซึ่งเขียนไว้เมื่อ 5 ปีที่แล้ว นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเอกสารประกอบการเรียนนี้อาจมีเนื้อหาไม่เหมาะสมกับธรรมชาติของนักเรียนหรือลีลาการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเรียนนี้อาจจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อใช้สื่อประเภทอื่น เป็นต้น

ใบงานที่ 4.3

ชื่อหลักสูตร คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งการเรียนรู้

คำสั่ง

จากการที่ท่านได้ศึกษาแนวทางการใช้เทคโนโลยีในสำหรับการสร้างสื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ท่านคิดว่าท่านพอจะมีแนวทางในการใช้สื่อเทคโนโลยีเหล่านี้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างไรบ้าง ให้ท่านยกตัวอย่างยกตัวอย่างเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ท่านเชี่ยวชาญประกอบกับเทคโนโลยีที่ท่านคิดว่ามีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เลือก

คำแนะนำ

ท่านอาจเลือกใช้เทคโนโลยีในรูปแบบอื่นๆ ซึ่งไม่ใช่โปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้กล่าวไว้ในเบื้องต้น เช่น เว็บไซต์เพื่อการเรียนรู้ต่างๆ การใช้สังคมออนไลน์ โดยแสดงเหตุอย่างเพียงพอว่าเหตุใดท่านจึงคิดว่าเทคโนโลยีนั้นสามารถพัฒนาหรือส่งเสริมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของท่านได้

เฉลย (แนวทางการตอบคำถาม)

การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกราฟของความสัมพันธ์ เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องนี้ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้วาดกราฟของความสัมพันธ์ให้นักเรียนศึกษาเป็นจำนวนมาก ซึ่งหลังจากที่ครูผู้สอนทำการสาธิตการเขียนกราฟโดยเขียนลงบนกระดานจนนักเรียนเกิดความเข้าใจแล้ว ครูผู้สอนสามารถแสดงการเขียนกราฟในโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ให้นักเรียนได้ศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าวสามารถแสดงขั้นตอนในการเขียนกราฟได้อย่างชัดเจน สวยงาม และสร้างความสนใจให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี

ใบงานที่ 5.1

ชื่อหลักสูตร คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 5.1 หลักการวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์

คำสั่ง

หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาตอนที่ 5.1 หลักการวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์แล้ว จงเติมคำตอบลงในช่องว่าง

คำแนะนำ

ครูสามารถศึกษาหลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เพิ่มเติมได้ใน “แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้” ที่กำหนดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551

1. จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผล

ด้าน	การวัดและประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน (formative assessment)	การวัดและประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ (summative assessment)
จุดมุ่งหมาย		
หลักการ/ วิธีการ		

2. องค์ประกอบของการวัดและประเมินผล

องค์ประกอบ ที่	การวัด (measurement)	การประเมินผล (evaluation)
1		
2		
3		

3. หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญมีดังนี้

- 3.1.....
- 3.2.....
- 3.3.....
- 3.4.....
- 3.5.....

เฉลย

1. จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผล

ด้าน	การวัดและประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน (formative assessment)	การวัดและประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ (summative assessment)
จุดมุ่งหมาย	เพื่อหาจุดเด่นและจุดที่ต้องพัฒนาของนักเรียน และพัฒนาการสอนของครู	การวัดและการประเมินตัดสินผลการเรียนรู้ เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้ จบรายวิชา รับรองวุฒิ การเลื่อนชั้น หรือจบหลักสูตร
หลักการ/วิธีการ	ใช้การสังเกต ซักถาม ระดมความคิด แฟ้มสะสมงาน การปฏิบัติงานและการทดสอบ ผู้ประเมินคือ ครู ตนเอง หรือเพื่อนร่วมห้อง สิ่งสำคัญคือทำให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน	โดยต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความรู้ความสามารถที่หลากหลายและตัดสินบนพื้นฐานการปฏิบัติมากกว่าการเปรียบเทียบระหว่างผู้เรียน

2. องค์ประกอบของการวัดและประเมินผล

องค์ประกอบที่	การวัด (measurement)	การประเมินผล (evaluation)
1	สิ่งที่วัด	ผลที่ได้จากการวัด
2	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์
3	หน่วยที่ใช้ในการวัด	การตัดสินคุณค่าของสิ่งนั้นๆ

3. หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญมีดังนี้

3.1 ต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2 สอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนที่ระบุไว้ตามมาตรฐานการเรียนรู้และสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังซึ่งกำหนดในหลักสูตรที่สถานศึกษา

3.3 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.4 ได้สารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนเพื่อวินิจฉัย ให้ข้อมูลย้อนกลับและตัดสินผลการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย

3.5 เป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงการเรียนรู้และปรับปรุงการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ

ใบงานที่ 5.2

ชื่อหลักสูตร คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 5.2 การสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

คำสั่ง หากครูกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องลำดับและอนุกรมไว้แสดง ให้ครูออกแบบการวัดและประเมินผลที่ครอบคลุมการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน

-ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของลำดับและหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัดที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง

-ด้านทักษะกระบวนการ : นักเรียนสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เรื่องลำดับและอนุกรมในการสื่อสารและการนำเสนอได้ถูกต้องเหมาะสม

-ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : ความมีวินัย

คำแนะนำ

ครูสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการ เครื่องมือ และเกณฑ์การประเมินได้ตามความเหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การตัดสิน

เฉลย

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การตัดสิน
นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของลำดับและหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัดที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	การสอบ	แบบสอบปรนัย 20 ข้อ	นักเรียนต้องทำข้อสอบถูก 12 ข้อขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์ (ปรับเกณฑ์ได้ตามความเหมาะสม)
	การทำแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด 5 ข้อ	นักเรียนทำแบบฝึกหัดถูกมากกว่า 3 ข้อขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์ (ปรับเกณฑ์ได้ตามความเหมาะสม)
นักเรียนสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เรื่องลำดับและอนุกรมในการสื่อสารและการนำเสนอได้ถูกต้องเหมาะสม	ประเมินทักษะด้านการสื่อสาร/สื่อความหมายและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์	แบบประเมินทักษะ	ใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามแนวคิดของ Illinois State Board of Education (2005) คะแนนเต็ม 4 คะแนน ต้องได้คะแนนมากกว่า 2 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์ (ปรับเกณฑ์ได้ตามความเหมาะสม)
ความมีวินัย	บันทึกพฤติกรรม การส่งงาน	แบบบันทึก	ส่งงาน ครบ และตรงเวลามากกว่า 70% ถือว่าผ่านเกณฑ์ (ปรับเกณฑ์ได้ตามความเหมาะสม)