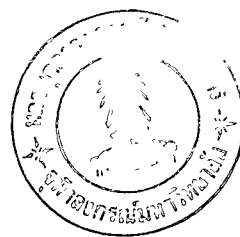


## บทที่ 2

### วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง



เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยเรื่อง "ปัญหาของครูชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สาขาเคมี" ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครูสอนเคมีจะคงพบกับปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สาขาเคมี ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. การเตรียมการสอนของครู
2. การนำทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสอน
3. การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์
4. คุณภาพและปริมาณของ เครื่องมือวิทยาศาสตร์
5. ความปลอดภัยในการทดลอง
6. นักเรียน
7. การประเมินผล
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของครูชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สาขาเคมี
  - 8.1 งานวิจัยในประเทศไทย
  - 8.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

### การเตรียมการสอนของครู

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งมีหน้าที่ในการปรับปรุงหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ครอบคลุมถึงความสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์มีไ้มุ่งหวังแค่เพียงให้นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่มุ่งให้นักเรียนเกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และมีทักษะ

สำคัญในการศึกษาค้นคว้าหรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึงทักษะการใช้เครื่องมือต่าง ๆ การสังเกต การจัดประเภท การพิจารณาเค้าโครงความสัมพันธ์ ตลอดจนวิธีเสาะแสวงหาความรู้ รวบรวมและรายงานผลอย่างมีประสิทธิภาพ วิธีสอนที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ เพื่อให้ให้นักเรียนไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้คือ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งในการเรียนการสอนแบบนี้ของอาศัยกิจกรรมที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. การทดลอง

2. การอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน

เมื่อวิธีสอนเปลี่ยนไปจากเดิมซึ่งสอนแนววิชาการเท่านั้น มาเป็นการสอนที่มีการทดลองด้วย จึงทำให้ครูสอนเคมีมีภาระหน้าที่เพิ่มขึ้น เพราะมีได้ทำการสอนเพียงอย่างเดียว แต่ยังคงทำหน้าที่เตรียมสารเคมี อุปกรณ์ และยังคงทำการทดลองก่อนสอนด้วย จึงทำให้ครูสอนเคมีมีหน้าที่รับผิดชอบมากขึ้น

เควิก ซี โรอันส์ (David C. Ryans 1960: 82) ใช้วิธีการพฤติกรรมวิถุติจากการให้ครูเขียนเหตุการณ์วิถุติในห้องเรียนรวบรวมพฤติกรรมต่าง ๆ ของครู เฉพาะพฤติกรรมที่ดีที่เกี่ยวกับการสอนมีดังนี้คือ เตรียมการสอนอย่างดี มีการยืดหยุ่นการสอนถ้าไม่เป็นไปตามแผนการยอมรับความจำเป็นหรือความแตกต่างของนักเรียนแต่ละคน ใช้อุปกรณ์การสอน กระตุ้นให้นักเรียนสนใจการเรียน ซึ่งแนวทางในการเรียนแจ่มแจ้ง มีการสาธิต การอธิบาย ให้คำชี้แจงอย่างแจ่มแจ้ง

เอ็น แอด เกจ (N.L. Gage 1963: 132) กล่าวว่า การสอนเป็นศิลปะที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งผู้สอนจะต้องเตรียมการสอนและจัดสถานการณ์หรือกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้สะดวกที่สุด

ซูลี ซัยพิชฌน์ (2508: 233-235) ศึกษาและได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ดังนี้ ครูวิทยาศาสตร์มีชั่วโมงสอนและงานอื่นทำล้นมือ ทำให้ไม่มีเวลาที่จะเตรียมการสอนหรือทดลองได้เต็มที่

ชาลส์ ดี นีล (Charles D. Neal 1966: 46) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเตรียมการสอนของครู โดยใช้เหตุผลดังนี้ คือ

1. การเตรียมการสอนจะช่วยให้ครูมีความมั่นใจในการสอน
2. การเตรียมการสอนจะช่วยป้องกันการสอนไม่ให้ออกไปนอกกรอบนอกทาง

3. การเตรียมการสอนจะช่วยทำให้การอธิบายของครูมีจุดมุ่งหมายยิ่งขึ้น
4. การเตรียมการสอนจะช่วยขจัดคำถามที่ไม่เป็นประโยชน์
5. การเตรียมการสอนจะเป็นเครื่องชี้บอกถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นและบอกถึง

แนวทางในการแก้ปัญหาเหล่านั้น ๆ

6. การเตรียมการสอนจะช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพ

โรเจอร์ โอ แอนเดอร์เซน (Roger O. Andersen 1972: 2-7) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นสำหรับเตรียมบทเรียนที่จะสอนดังนี้

1. ระบุเรื่องที่จะสอนและวัตถุประสงค์ทั่วไปสำหรับบทเรียนที่จะสอนตามที่ได้เลือกไว้แล้ว เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายกว้าง ๆ หรืออาจกล่าวในรูปวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่แน่นอน ซึ่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ กิจกรรมมีขอบเขตจำกัด ใช้ภาษาเฉพาะเจาะจง หลีกเลี่ยงคำที่มีความหมายคลุมเครือ เช่น เข้าใจ รู้ เมื่อทุกคนอ่านแล้วสามารถเข้าใจได้ทันทีว่าต้องการให้ผู้เรียนทำอะไร
3. วิเคราะห์กิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนทำ เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมช่วยให้สามารถกำหนดแนวทางเฉพาะในการดำเนินการสอน ซึ่งครูจะคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญทางด้านการพัฒนาการวุฒิภาวะ วัย ความพร้อม ความสนใจของผู้เรียนด้วย
4. วางเค้าโครงบทเรียนที่จะสอน
5. กำหนดขอบเขตให้เฉพาะลงไปว่า จะทำสิ่งต่อไปนี้อย่างไร
  - เริ่มต้นบทเรียน
  - กำหนดบทเรียน
  - จะมีวิธีทราบได้อย่างไรว่าวัตถุประสงค์ที่วางไว้ประสบความสำเร็จ
6. ลองทำดู
7. ทบทวน ปรับปรุง ลองทำดูใหม่

จะเห็นได้ว่าครูจะสอนได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพเพียงไรขึ้นอยู่กับ การเตรียม การสอน ถ้ามีการเตรียมการสอนดี ทำการทดลองได้ผลก็จะทำให้นักเรียนสนใจและตั้งใจเรียนตามไปด้วย แต่จากการที่ครูสอนเดิมมีภาระหน้าที่เพิ่มขึ้น ย่อมจะทำให้เกิดปัญหาใน การจัดการเรียนการสอน ซึ่งจะเกิดปัญหามากน้อยเพียงใดนั้นควรศึกษาเป็นอย่างยิ่ง

## การนำทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2513: 1-12) ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการให้ทำการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ขึ้นในปี พ.ศ. 2513 ทั้งนี้สถาบันได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ว่าการให้นักเรียนได้รับทั้ง เนื้อหาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วจึงเน้นในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวนี้ประกอบด้วย

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. ชีbungและบรรยายสมบัติของวัตถุด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณ

3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ใค้อย่างถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือใค้อย่างถูกต้องเหมาะสมในการวัดด้วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1. เลือกหน่วยกลางใค้เหมาะสมกับสิ่งที่จะใควัด

2. เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัดใค้

3. วัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร และน้ำหนัก ฯลฯ ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่ง หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งใค้ที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ใค้ดังกล่าวอาจจะใควัดความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใค้อย่างหนึ่งใค้ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดหัตถะแล้ว คือ

1. เรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ยู่อื่นกำหนดให้ได้
2. บอกเกณฑ์ที่ยู่อื่นใช้เรียงลำดับ หรือจำแนกได้
3. ทั้งเกณฑ์ในการเรียงลำดับ หรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งเรียงลำดับ หรือจำแนกได้
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่หรือกินที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุหนึ่งกับสเปสของอีกวัตถุหนึ่ง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงาว่าเป็นซ้าย ขวา ของกันและกันอย่างไร

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลาก็คือ หาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา เช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนไปเป็นเวลา 10 วัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดหัตถะแล้ว คือ

1. วาจรูป 2 มิติ จากรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
2. วาจรูป 3 มิติ จากรูป 2 มิติ ที่กำหนดให้ได้
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้
4. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและเงาในกระจกว่าเป็นซ้ายและขวาของกันและกันอย่างไร
5. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางของอีกวัตถุหนึ่ง
6. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

5. การคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดหัตถะแล้ว คือ บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยจากตัวเลขที่มีอยู่แล้วในข้อมูลได้

## 6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่ ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ เลือกรูปแบบของการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

การสื่อความหมายข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่น เข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นที่ขึ้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถเขียนตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย ฯลฯ

## 7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ อธิบายหรือสรุปเกินข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยตรง โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยอธิบาย

## 8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปค่าที่มองหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. ใช้ข้อสรุปจากการทดลองที่ได้ทำมาแล้วคาดคะเนค่าตอบในเรื่องนั้นที่ยังไม่ได้ทดลอง

2. ใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่ได้ทำการทดลองเป็นที่ยอมรับแล้ว คาดคะเนค่าตอบอื่น ๆ ในเรื่องนั้นที่ยังไม่ได้ทดลอง

## 9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การสรุปค่าที่มองหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม ที่ยังไม่เป็นกฎ หลักการ ฯลฯ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. สรุปค่าที่มองหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม

2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

## 10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมาย และขอบเขตของตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลองได้

#### 11. การกำหนดและความคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการศึกษา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. ชี้บ่งตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้
2. กำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การรวบรวม จัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. ออกแบบการทดลองโดยกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุม
2. เลือกเครื่องมือที่จะใช้ในการทดลอง ได้เหมาะสม
3. ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้
4. สังเกตผลการทดลองโดยละเอียด โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5

ไม่ลงความเห็น

5. จัดกระทำกับข้อมูลที่สังเกตได้ และเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการเสนอข้อมูล

6. บรรยายลักษณะและสมบัติ และบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างถูกต้อง และสรุปความถูกต้องของสมมติฐานได้

#### 13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูล หรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือตัวแปร  
ที่ไต่จากการทดลอง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ (ไต่จากการทดลอง)
2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่ (ไต่จากการทดลอง)

เจมส์ อาร์ โอเค และ โรนัลด์ แอล ฟิลด์ (James R. Okey and Ronald L. Field 1973: 2-10) ได้ค้นคว้าเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสรุปว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำเป็นสำหรับครูวิทยาศาสตร์

นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ (2517: 30-33) กล่าวว่า สิ่งจำเป็นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ให้เกิดแก่ผู้เรียน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของ ESIL (Elementary Science Learning by Investigating) กล่าวว่าในการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้น เด็กจำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย ไม่ว่าจะอยู่ในระดับชั้นใดก็ตาม และการประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนจะต้องคำนึงถึงเรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ กับความเข้าใจในเนื้อหาวิชา

เมื่อครูต้องสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน จึงเป็นปัญหาว่าครูจะสามารถสอนทักษะเหล่านี้ให้เกิดแก่ผู้เรียนได้เพียงใด

### การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

การสอนวิชาเคมีในปัจจุบันเป็นการสอนโดยมีการทดลอง จึงทำให้เกิดปัญหาในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ขึ้น เพราะครูบางคนขาดทักษะในการใช้อุปกรณ์ เก็บรักษาอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง ซ่อมแซมอุปกรณ์เองไม่ได้ ประสิทธิภาพอุปกรณ์ทดแทนไม่เป็น จึงทำให้เกิดปัญหาของครูสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สาขาเคมี

หลักการใช้อุปกรณ์การสอนโดยทั่วไป แบ่งขั้นตอนในการปฏิบัติได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเลือก
2. การเตรียม



3. การแสดง

4. การติดตามผล



สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ผดุงยศ กวงมาลา (2517: 107) กล่าวว่า การจัดหาอุปกรณ์เป็นหน้าที่โดยตรงของครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทอ้งพิจารณาให้เหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน และโดยทั่วไปแล้วการจัดหาอุปกรณ์การสอนจะมีหลักดังนี้

1. ครูควรระมัดถึงอุปกรณ์ที่จะสามารถประกษฐฐื่นใช้เอง ได้เป็นอันดับแรก เพื่อประหยัดงบประมาณ

2. พยายามใช้สิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้มาก โดยพยายามกั้ดแปลงจากรูปแบบที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

3. อุปกรณ์ที่จัดหาจะมาจะทอ้งอ่านวยประโยชน์ค่อเนื้อหาในหลักสูตรอย่างแท้จริง

4. เหมาะสมกับระดับของผู้เรียนทั้งในแง่วุฒิภาวะและความสามารถ

5. เมื่อใช้อุปกรณ์การสอนแล้ว จะทอ้งทำให้ผู้เรียนเกิดมโนคติในเรื่องนั้น ๆ อย่างถูกต้อง

6. ถ้าอุปกรณ์นั้นจะทอ้งใช้งบประมาณทอ้งพิจารณาให้รอบคอบว่าทอ้งคุ้มกับเงินที่ใช้จ่ายขึ้นมา

7. อุปกรณ์ทุกชนิดจะทอ้งสร้างขึ้นโดยถูกหลักวิชาการ

8. ถ้าเป็นวัสดุที่ทนอุปกรณ์จะทอ้งไม่ล้าสมัย

9. ปลอดภัยในการใช้และเก็บรักษาได้ง่าย

การจัดเก็บรักษาถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะประกษฐฐื่นเองหรือใ้มาโดยวิธีอื่น ย่อมมีประโยชน์ค่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น การใช้อุปกรณ์จึงทอ้งใช้ให้คุ้มค่าที่สุดจนกว่าอุปกรณ์ชิ้นนั้นจะใช้ไม่ได้แล้ว ทั้งนี้การเก็บรักษาอุปกรณ์จึงทอ้งเอาใจใส่เป็นอย่างคี่ เพื่อให้อุปกรณ์ดังกล่าวใช้ได้นาน สะดวกในการนำออกมาใช้ (ผดุงยศ กวงมาลา 2517: 115)

จะเห็นได้ว่าการใช้อุปกรณ์เป็นสิ่งสำคัญในการเรียนการสอนวิชาเคมีในปัจจุบันนี้ จึงควรศึกษาเป็นอย่างยิ่งว่าครุมีปัญหาคือในการใช้อุปกรณ์เพียงใด

## คุณภาพและปริมาณของเครื่องมือวิทยาศาสตร์

การทดลองจะได้ผลสำเร็จเพียงใดขึ้นอยู่กับคุณภาพของอุปกรณ์ ถ้าอุปกรณ์ขนาดเหมาะสมทำให้สะดวกในการทดลอง และอุปกรณ์ใช้ได้ดีก็ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนมากขึ้น ซึ่งย่อมทำให้เกิดทัศนคติที่ดีที่มีประสิทธิภาพสูงต่อการเรียน การสอนวิชาเคมี

เจมส์ คินเคอร์ (Jame Kinder 1959: 13-28) ได้กล่าวถึงคุณค่าของอุปกรณ์การสอนไว้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างถูกต้อง
2. ช่วยให้ผู้เรียนจำเรื่องราวต่าง ๆ ได้มาก และจำได้นาน
3. เราให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและส่งเสริมให้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง
4. คุณลักษณะที่เป็นรูปธรรม และเป็นความจริงของอุปกรณ์การสอนใดก็ตามจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของสิ่งนั้นอย่างกว้างขวางและเป็นแนวทางให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งอื่น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น
5. สื่อการสอนช่วยประหยัดค่าทุกของครูและนักเรียน
6. สามารถช่วยนักเรียนที่เรียนช้าให้เรียนได้เร็ว และมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่ฉลาดก็จะเรียนรู้ได้มากขึ้นไปอีก
7. ถ้าได้ใช้สื่อการสอนอย่างสม่ำเสมอแล้ว จะสามารถเปลี่ยนแปลงความคิดและทัศนคติ หรือช่วยให้มีทัศนคติที่มั่นคงได้
8. สื่อการสอนช่วยส่งเสริมความคิดและการแก้ปัญหา

เอ็ดการ์ เดล (Edgar Dale 1969: 150-156) สรุปว่าอุปกรณ์การสอนมีคุณค่าดังนี้

1. ให้แรงจูงใจในการเรียนรู้ แรงจูงใจและความต้องการในการเรียนรู้เป็นส่วนสำคัญของการสอนที่มีความหมาย ซึ่งอุปกรณ์การสอนสามารถเพิ่มแรงจูงใจให้กับเด็กได้มาก
2. ส่งเสริมให้เด็กแสดงความสามารถต่าง ๆ ที่มีอยู่ การใช้อุปกรณ์การสอนอย่างมีระบบจะช่วยให้เนื้อหาวิชากระจ่างแจ้ง ยั่วยุให้นักเรียนอยากเรียน
3. ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน การสอน นักเรียนมีความ

รู้สึกว่าคุณเองได้เข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับคว้อย่างมาก เช่น การเอาใจใส่จจจจ มีการอภิปรายร่วมกัน จดบันทึกจากการสังเกตควค้ำทุกของตนเอง

4. เป็นตัวเสริมแรงแก่นักเรียน รางวัลที่ดีที่สุดก็คือ สิ่งที่คุณเรียนค้นพบควค้ำของเขาเอง ซึ่งนักเรียนจะบรรลุควเสริมแรงนี้เมื่อค้นพบว่า เขาจะท้ออย่างไรจึงจะดีที่สุด สื่อการสอนใหม่ ๆ สร้างขึ้นโดยยึดหลักการเสริมแรงนี้

5. ให้ประสบการณ์แก่นักเรียนอย่างกว้างขวาง

6. มีแบบแผนแน่นอนจะช่วยให้เด็กเรียนคิดท้อไป

7. ปรับปรุงให้วัสดุการสอนอื่น ๆ ได้ผล เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง

วรวิทย์ วสินสารกร (2513: 7-8) กล่าวถึงข้อดีของอุปกรณ์การสอนไว้ดังนี้

1. เป็นศูนย์รวมความสนใจ

2. ช่วยให้เด็กเรียนมีประสบการณ์กว้างขวางยิ่งขึ้น

3. ทำให้บทเรียนเป็นที่น่าสนใจ

4. ทำให้เด็กเรียนเกิดประสบการณ์ร่วมกัน

5. อธิบายสิ่งที่เข้าใจยากให้เข้าใจง่ายขึ้น

6. แสดงความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ

7. อธิบายความหมายของคำศัพท์ ทำให้เด็กเรียนอ่านได้เร็วขึ้น

8. แสดงส่วนที่ลึกลับให้เข้าใจได้

9. สามารถเอาชนะข้อจำกัดต่าง ๆ เกี่ยวกับระยะเวลาและขนาด

ได้ เช่น

ก. ทำให้สิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วช้าลงได้

ข. ทำให้สิ่งที่เคลื่อนไหวช้าๆเร็วขึ้นได้

ค. นำสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตมาให้เห็นได้

ง. นำสิ่งที่อยู่ไกลเกินไบนมาศึกษาได้

จ. ขอบสิ่งที่ใหญ่ให้เล็กลงได้

ฉ. ขยายสิ่งที่เล็กให้ใหญ่ขึ้นได้

พินิจ เจริญชาติศรี (2513: 62) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของอุปกรณ์การสอนไว้

ดังนี้

2. ช่วยกระตุ้นและเร้าความสนใจ

2. ส่งเสริมให้อยากรู้อยากเห็น
3. เป็นการประหยัดเวลา
4. ส่งเสริมทัศนคติที่ดีต่อการเรียนการสอน
5. เป็นการสร้างสังคม

ผดุงยศ ดวงมาลา (2517: 104) ได้สรุปคุณค่าของอุปกรณ์การสอนไว้ดังนี้

1. ใช้เป็นเครื่องเร้าความสนใจ ทำให้บทเรียนเป็นที่สนใจของผู้เรียน  
ช่วยทำให้เกิดความตั้งใจเรียน
2. ช่วยให้เข้าใจบทเรียนที่ซับซ้อน ง่ายขึ้น เพราะไม่ต้องอาศัยการมองเห็น  
โดยการใช้ความคิดอย่างเกี่ยว ซึ่งบางครั้งอาจเกินความสามารถของนักเรียน
3. ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง เพราะได้เห็นจริง ทดลองหรือ  
กระทำด้วยตนเอง
4. ช่วยใหม่โนคติที่แข็งจะได้รับอ่อนแอขึ้น ทำให้เข้าใจง่าย และอาจ  
จะทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในตัวผู้เรียน
5. ช่วยให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ง่ายขึ้น
6. ผู้เรียนสามารถจะใช้เป็นสื่อในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้
7. ประหยัดเวลาในการเรียนการสอน และช่วยผ่อนแรงครูโดยไม่ต้อง  
บรรยายหรือให้คำอธิบาย
8. ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน เพราะผู้เรียนจะเรียนด้วยความ  
สนุกสนาน ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน
9. ช่วยให้ผู้เรียนจดจำเรื่องราวต่าง ๆ ได้นาน และเพิ่มมากขึ้น

การทดลองจะได้ผลหรือไม่ขึ้นอยู่กับคุณภาพของอุปกรณ์ด้วย ถ้าอุปกรณ์  
คุณภาพดีการทดลองได้ผลดีจะทำให้ให้นักเรียนสนใจเรียน จึงเป็นปัญหาที่ควรจะศึกษาว่า  
ครูสอนเคมีมีความสนใจเพียงใดในเรื่องคุณภาพและปริมาณของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

#### ความปลอดภัยในการทดลอง

ขณะทำการทดลองถ้าครูไม่สามารถดูแลนักเรียนได้ทั่วถึง ถ้านักเรียนขาดความ  
ระมัดระวังในการทดลองหรือไม่ปฏิบัติตามคำสั่ง ย่อมทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้น หรือบางครั้ง  
อุบัติเหตุอาจจะเกิดจากการที่เครื่องมือทดลองไม่มีคุณภาพ เมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นย่อมทำให้

เกิดอันตรายหรือทำให้สิ่งของเสียหายได้ เพราะฉะนั้นครูมีหน้าที่ที่จะต้องหาทางป้องกันมิให้เกิดขึ้น หรือถ้ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นก็ต้องรีบหาทางแก้ไข

กวดวิชาเทคนิควิทยาศาสตร์จึงจะต้องมีความระมัดระวังอยู่เสมอเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะที่ควบคุมนักเรียนทำการทดลอง ทั้งนี้เพราะนอกจากจะเป็นอันตรายต่อสิ่งของแล้วยังอาจเป็นอันตรายต่อนักเรียนได้ ดังนั้นจึงควรจะต้องใช้ความระมัดระวัง และเตรียมการป้องกัน ซึ่งพอจะสรุปแนวทางที่ควรปฏิบัติเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการทดลอง ได้ดังนี้ (สุชาติา ชินนะจิตร 2520: 3)

1. มีกฎหรือระเบียบเกี่ยวกับการใช้ห้องปฏิบัติการ ทิศแสดงให้ผู้เกี่ยวข้องเห็นและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด กฎหรือระเบียบมีไว้เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย ซึ่งความเป็นระเบียบเรียบร้อยจะช่วยป้องกันอุบัติเหตุได้อย่างดี และควรที่จะเตรียมไว้ตั้งแต่ก่อนมีการศึกษา เกือบให้นักเรียนระมัดระวังเพื่อความปลอดภัยทั้งของตนเองและผู้อื่น กฎเกี่ยวกับการใช้ห้องปฏิบัติการในแต่ละสถานที่อาจจะแตกต่างกันไปบ้าง แต่กฎข้อบังคับที่ทุกแห่งควรมีก็คือ "จะต้องกำหนดเวลาทำงานไว้ และห้ามผู้ใดเข้าไปในห้องทดลองโดยไม่ได้รับอนุญาต ห้ามทำงานนอกเวลาโดยไม่มีผู้ควบคุม

ห้องปฏิบัติการทุกแห่งควรมีระเบียบเกี่ยวกับการทดลองทึดแสดงไว้ และให้ผู้ทดลองทำความเข้าใจระเบียบนั้น พร้อมทั้งปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดเพื่อความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น

2. ก่อนทำการทดลองทุกครั้งควรมีการตรวจอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยก่อนใช้ เช่น สถานันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแนะนำให้ครูและนักเรียนตรวจสอบสภาพของตะเกียงอัลกอฮอล์ก่อนจะใช้ เช่น ท้องตรวจดูฝาตะเกียงซึ่งต้องไม่ร้าวหรือหลวม มิฉะนั้นจะทำให้เวลาจุดตะเกียงไฟลามไปที่คอขวดได้ หรือตรวจดูแอลกอฮอล์ของเติมไม่ให้เต็มมากเกินไป เป็นต้น ตรวจสอบการแต่งกายของนักเรียน เช่น เสื้อผ้า การไว้ทรงผมไม่ให้รุงรัง เป็นต้น ตลอดจนตรวจสอบบริเวณห้องทดลองให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย การตรวจสอบเหล่านี้ควรทำให้สม่ำเสมอ ทั้งนี้เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขสิ่งที่ไม่ปลอดภัยทันที โดยแจ้งให้อาจารย์ใหญ่ ผู้อำนวยการ รัษฎ และต้องติดตามผลการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

3. จัดหาอุปกรณ์ที่จะแก้ไขอุบัติเหตุได้ทันทีทันใด โดยติดกั๊งไว้ในที่ที่จะใช้ง่าย และแนะนำให้นักเรียนเข้าใจประโยชน์และวิธีใช้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ควรมีในห้องปฏิบัติการ ได้แก่

3.1 เครื่องกับเพลิง ไฟไหม้ที่เกิดจากการทดลองมีหลายประเภท เครื่องกับเพลิงที่ใช้บางอย่างจะใช้ได้กับไฟบางชนิดเท่านั้น ดังนั้นการใช้เครื่องกับเพลิง ต้องใช้ให้ถูกประเภท เครื่องกับเพลิงแบ่งได้ 4 ประเภท (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2523: 2)

ก) ชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ นิยมมากในห้องปฏิบัติการเคมี ใช้กับไฟประเภท ข และ ค เหมาะกับไฟไม่รุนแรง

ข) ชนิดผงเคมีแห้ง ในปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ ชนิดผงโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ( $\text{NaHCO}_3$ ) กับไฟประเภท ข ค ง ชนิดส่วนผสมสารเคมีจำพวกโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต และโปแตสเซียมคลอไรด์กับไฟได้ทุกชนิด ห้องปฏิบัติการควรมีเครื่องกับเพลิงประเภทนี้ไว้

ค) น้ำ ใช้กับไฟประเภท ก ห้ามใช้กับไฟประเภท ข ค และ ง เพราะจะทำให้ลุกไหม้มากยิ่งขึ้นและเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

ง) ทราย ใช้ในกรณีเกิดไฟประเภท ข ค และ ง แล้วไม่มีเครื่องกับเพลิง หรือมีแต่ใช้หมดแล้ว ไฟยังไม่ดับ ซึ่งจะให้ผลดีเหมือนกัน

3.2 มีสวิสค์กัตคอนหรือคัทเอาท์ เฉพาะห้องปฏิบัติการ เมื่อเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับไฟฟ้าจะไค้แก๊สไค้ทันท่วงที่

3.3 พื้นโตะควรทาสีหรือปูพื้นพอร์เมก้า เพื่อป้องกันกรกหรือไฟไหม้พื้นโตะ

3.4 ควรมีกู้ควัน เพราะในการทดลองบางครั้งอาจเกิดก๊าซพิษได้

3.5 มีตู้ยาประจำห้องปฏิบัติการ สิ่งที่ควรมีในตู้ยา เช่น ผ้าพันแผล ขนาดต่าง ๆ สำลี หลอดหยดยาตา ถ้วยล้างตา ยาแก้ไฟไหม้ ยาทาแผล เป็นต้น

นอกจากนี้สิ่งที่ห้องปฏิบัติการควรมีขาดไม่ได้ คือ น้ำ ทั้งนี้เพราะนอกจากจะเตรียมไว้เพื่อกับเพลิง ก็ยังใช้ในการทำความสะอาดอุปกรณ์ต่าง ๆ และยังใช้ล้างตาหรือผิวหนังที่โดนสารเคมีได้ก้วย

4. เทคนิคในการทดลอง ครูและนักเรียนจะต้องฝึกหัดเทคนิคการทดลองให้ถูกวิธีและให้คิดเป็นนิสัยจะช่วยลดอุบัติเหตุได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2522: 185) ได้เสนอระเบียบวินัยในการทดลองของนักเรียน ดังนี้

1. ห้ามการทดลองตามคำแนะนำในบทเรียน ห้ามแก้ไขกฎแปลง ถ้าสงสัย  
ข้อใดให้ถามครูผู้สอน

2. ห้ามทำการทดลองอื่นใดที่ไม่ได้กล่าวไว้ในบทเรียน นอกจากได้รับ  
อนุญาตจากครู

3. ห้ามเล่นระหว่างทำการทดลอง เพราะจะทำให้เกิดอันตรายทั้งตนเอง  
และผู้อื่นได้

จะเห็นได้ว่าถ้ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นย่อมทำให้เกิดอันตรายและทำให้สิ่งของเสียหาย  
ได้ จึงเป็นปัญหาควรศึกษาเป็นอย่างยิ่งว่าครูสอนเคมีได้ใช้ความระมัดระวัง และเตรียม  
การแค่ไหนเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทดลอง

### นักเรียน

การสอนวิชาเคมีนั้นจะขาดการทดลองเสียมิได้ เพราะวิชาเคมีเป็นวิชาที่ศึกษา  
ถึงข้อเท็จจริง การให้นักเรียนทดลองด้วยตนเองจะทำให้เกิดความสุข เพลิดเพลิน มี  
ความเข้าใจและจดจำบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น และจำได้นาน ช่วยให้นักเรียนมีทักษะในการใช้  
เครื่องมือวิทยาศาสตร์ รู้จักใช้ความสังเกตเอง ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

วอลเตอร์ เอ. เทอร์เบอร์ (Walter A. Turber 1957: 7) กล่าวว่า  
การเรียนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ เน้นหนักไปในแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้ การเรียน  
เป็นขบวนการซึ่งผู้เรียนมีส่วนเกี่ยวข้องกับในบทเรียนมาก ไม่ใช่เพียงแต่รับฟังจากครูผู้สอน  
เท่านั้น นักเรียนจะต้องร่วมกิจกรรมในบทเรียนเองด้วย

โรเบิร์ต บี ซันด์ และ เลสลีย์ คัมบลิว โทรวบริดจ์ (Robert B. Sund and  
Leslie W. Trowbridge 1967: 93) ได้กล่าวถึงทักษะการใช้เครื่องมือ (Mani-  
pulative Skills) ว่าเป็นทักษะที่สำคัญประการหนึ่งในกระบวนการวิทยาศาสตร์  
(The Processes of Science) ที่เด็กควรได้รับการพัฒนา ได้แก่ การใช้เครื่องมือ  
การระวังรักษา การสาธิต การทดลอง และการซ่อมเครื่องมือ

ลีโอปอลด์ อี คลอปเฟอร์ (Leopold E. Klopfer 1972: 565-580)  
ได้กล่าวถึงทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ว่าเป็นวัตถุประสงค์ข้อหนึ่งของการสอน  
วิทยาศาสตร์ โดยที่ครูผู้สอนต้องให้การให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ต้องการให้มีทักษะ

ในการใช้เครื่องมือ หมายถึง ให้นักเรียนมีทักษะในการฝึกตั้งเครื่องมือเพื่อการสาธิต หรือการทดลอง และเครื่องมือที่นักเรียนจะคงใช้และเป็นและให้เกิดความคล่องแคล่วในการ ฝึกตั้งเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายและเป็นอันตรายต่อตนเองได้ เช่น ตะเกียงอัลกอฮอล์ คาซิ่ง กล้องจุลทรรศน์ หลอดทดลอง เครื่องแก้ว ขาคั่ง สารเคมี กระจกนูน กระจกเว้า เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

มานี จันทวิมล (2522: 8) กล่าวถึงการเรียนรู้การสอนวิชาเคมีไว้ว่า การ เรียนวิชาเคมีตามแนวหลักสูตรใหม่นี้ถือว่า การทดลองเป็นเรื่องที่สำคัญมาก การเรียน ของนักเรียนโดยวิธีอ่านจากแบบเรียนเพียงอย่างเดียว นักเรียนจะเข้าใจได้ช้า นักเรียน จะคงทำการทดลองด้วยตนเอง จึงจะเกิดความเข้าใจได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว นอกจากนี้ นี้ นักเรียนต้องฝึกทักษะการสังเกต การบันทึก การรวบรวมข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล การรู้จักตั้งสมมุติฐาน ตลอดจนรู้จักคิดหาเหตุผลมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ใน บทเรียนวิชาเคมีแต่ละบท จะมีคำถามหรือตั้งเป็นปัญหาไว้ เพื่อให้นักเรียนพยายามหา คำตอบด้วยตนเอง โดยการทำการทดลอง หรือจากการสังเกตผลจากการสาธิตของครู หรือจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่นักวิทยาศาสตร์ได้เคยทำไว้แล้ว สำหรับการสอนของครู ครูเป็นเพียงผู้แนะนำวิธีการที่ถูกต้อง และร่วมกันอภิปรายกับนักเรียน นักเรียนมีอิสระรับฟัง จากครูเพียงอย่างเดียว สิ่งสำคัญของการเรียนเคมีตามแนวหลักสูตรใหม่นี้ ผู้สอนจะคง ตระหนักไว้ว่านักเรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญยิ่ง นักเรียนจะคงรู้จักคิดหาเหตุผลด้วยตนเอง นักเรียนจะคงฝึกฝนให้มีทักษะต่าง ๆ ตามขอบเขตการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้ง มีเจตคติที่ดี มีความสนุกสนานกับบทเรียนทางวิทยาศาสตร์ และสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง ก็คือ การเรียนเคมีจะให้นักเรียนได้รู้จักวิธีเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะนำไปใช้ในการศึกษา หาความรู้วิชาต่าง ๆ และเพื่อการดำรงชีวิตต่อไป

อานาจ เจริญศิลป์ (2516: 22-24) ได้กล่าวเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนใน การทดลองว่า "ควรให้เด็กได้ทดลองเป็นกลุ่มโดยปล่อยให้ทำการทดลองเอง เพราะ เป็นวิธีที่จะทำให้เด็กสนใจและชอบเรียนวิทยาศาสตร์ และให้เด็กที่มีความมั่นใจ หรือ มีความรู้พิเศษในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เป็นหัวหน้าในการทดลองเรื่องนั้น แล้วให้เด็กคนอื่น ๆ มีโอกาสได้ทดลองบ้าง ผลการทดลองจะเป็นอย่างไรนั้นทั้งครูและนักเรียนอาจ จะร่วมกันอภิปราย ทุกคนจะได้เรียนรู้จากบทเรียนเรื่องนั้นอย่างเข้าใจ"

การปรับปรุงการศึกษาวิทยาศาสตร์ คงทำตลอดไป เพื่อให้การเรียนการสอน



วิทยาศาสตร์ทันสมัยก้าวหน้าทันกับวิชาการ และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอยู่ตลอดเวลาเกี่ยวกับเรื่องนี้ นिका สะเพียรชัย (2518: 21) ได้เขียนบทความไว้ดังนี้

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกระดับ ควรจะนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้มากที่สุด แต่การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนมาก มักจะเป็นการบรรยาย ความรู้มากกว่าจะปลูกฝังวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนเป็นเพียงผู้รับฟังและจดจำ ทำให้ให้นักเรียนไม่มีความสามารถในการคิดหาเหตุผล ไม่มีทักษะการวิเคราะห์และแก้ปัญหา

เมื่อให้นักเรียนทำการทดลอง ทำให้เกิดข้อสงสัย ควรศึกษาว่า นักเรียนมีความตั้งใจทำการทดลองและมีทักษะในการทดลองเพียงใด จำนวนนักเรียนมากเกินไป สำหรับที่ครูจะดูแลได้ทั่วถึงหรือไม่ ครูมีความสนใจเกี่ยวกับค่านักเรียนมากเพียงใด

### การประเมินผล

เมื่อมีการเรียนการสอนไปแล้ว ก็ต้องมีการวัดและประเมินผลเพื่อจะได้นำมาถึงความก้าวหน้าของนักเรียน การสอนปฏิบัติการเคมีมีปัญหาในเรื่องการประเมินผลมาก เพราะว่ามีไม่มีแบบฟอร์มที่แน่นอนของการวัดทักษะการปฏิบัติ เวลาที่ใช้ในการประเมินผลก็มีไม่เพียงพอ บางครั้งครูสังเกตพฤติกรรมการทดลองได้ไม่ทั่วถึง ทำให้เกิดปัญหาในการประเมินผล

แจ๊ค ซี เจฟฟรีย์ (Jack C. Jeffrey 1967: 186-194) ได้เสนอสิ่งที่ต้องประเมินในการเรียนการสอนค่านการปฏิบัติการทดลองไว้ 6 ค่าน คือ

1. ความสามารถทางค่านคำศัพท์ (Vocabulary Competence)
2. ความสามารถทางค่านการสังเกต (Observation Competence)
3. ความสามารถทางค่านการสืบสอบ (Investigative Competence)
4. ความสามารถทางค่านการรายงานผล (Manipulative Competence)
5. ความสามารถทางค่านการใช้เครื่องมือ (Laboratory Discipline)
6. ความมีระเบียบในการปฏิบัติการทดลอง

อนันต์ ศรีโสภณ (2520: 199-200) กล่าวถึงข้อดีของการประเมินผลด้วยการสังเกตว่ามีประโยชน์ต่อครูหลายประการ คือ

1. การสังเกตการเรียน การทำงาน ตลอดจนนิสัยการทํางานของนักเรียนเป็นประจำ จะช่วยให้ครูสามารถประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนได้ต่อเนื่องกัน และ

ยังช่วยให้ครูสามารถสืบสอบข้อเท็จจริง หรือข้อบกพร่อง หรือปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และแก้ไขได้อย่างถูกต้องทันที่

2. วิธีการสังเกตต่าง ๆ ก็ใช้เวลาไม่มาก ไม่กินเวลาเหมือนแบบทดสอบต่าง ๆ

3. ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต มีคุณค่าต่อครูอย่างมากในการประเมินผลการเรียน การสอนของครู มีข้อมูลอีกมากที่ไม่สามารถเก็บได้โดยวิธีอื่น นอกจากจะต้องเก็บโดยอาศัยเทคนิคการสังเกตเท่านั้น

ประวิทย์ ชูศิลป์ (2523: 15) กล่าวถึงการประเมินผลด้านการปฏิบัติว่า เป็นการประเมินทักษะ (Skills) ในการปฏิบัติและดำเนินการต่าง ๆ มีทักษะสำคัญที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 อย่าง คือ

1. ทักษะทางสมอง หรือความสามารถทางสมอง เช่น ทักษะในการคิด ทักษะในการคำนวณ ทักษะในการแปลความ

2. ทักษะในการทำหรือปฏิบัติ เป็นคนสามสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหมด เช่น ทักษะการหยิบจับและการใช้เครื่องมือทดลอง ทักษะในการสังเกต ทักษะในการจับบันทึกข้อมูล ทักษะในการเขียนกราฟ หรือการจัดกระทำกับข้อมูล

ประวิทย์ ชูศิลป์ (2523: 16) กล่าวถึงการประเมินผลด้านการปฏิบัติเอาไว้พอสรุปได้ว่า การประเมินผลด้านการปฏิบัตินั้น จะกระทำโดยใช้แบบทดสอบหรือข้อเขียน แต่เพียงอย่างเดียวเหมือนการประเมินผลด้านการรับรู้และความคิดไม่ได้ เพราะมีทักษะหลายอย่างที่ไม่สามารถทดสอบหรือวัดผลโดยวิธีเขียนตอบ เช่น ทักษะในการหยิบและใช้เครื่องมือ ทักษะในการสังเกต จึงต้องประเมินผลโดยการสังเกตจากการกระทำจริงๆ ควบคู่การกำหนดเกณฑ์ต่าง ๆ ขึ้น เพื่อให้คะแนน

ทักษะที่สามารถใช้เกณฑ์ประเมินผลด้านการปฏิบัติเป็นทักษะในการทำหรือปฏิบัติ (Manipulative Skills) แบ่งได้ 2 พวก คือ

1. ทักษะภาคปฏิบัติ

2. ทักษะในการสื่อความหมาย

การประเมินทักษะทั้ง 2 พวกนี้จะต้องใช้วิธีสังเกตขณะนักเรียนกำลังปฏิบัติการทดลอง

การทดลอง

ทักษะภาคปฏิบัติ เป็นทักษะที่สามารถสังเกตได้ ในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติกิจกรรมทดลองโดยตรง ดังนี้คือ

1. ทักษะในการปฏิบัติการ (Manual skills) ได้แก่ การหยิบจับวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง และการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง
2. ทักษะในการสังเกต (Observation) ได้แก่ การสังเกตเพื่อค้นหารายละเอียดหรือเปรียบเทียบและการสังเกตผลการทดลอง
3. ทักษะในการดำเนินการทดลอง (Carrying out Procedures) ได้แก่ การปฏิบัติตามวิธีการที่กำหนดไว้ในแบบเรียนหรือคู่มือการทดลอง และการเตรียมการหรือการคิดค้นวิธีการใหม่

ทักษะในการสื่อความหมายภาคปฏิบัติ เป็นทักษะในการบันทึกผลและใช้ผลการทดลองที่รวบรวม สรุปไว้ในสมุดบันทึกหรือรายงานการทดลอง คือ

1. ทักษะการบันทึกผล
2. ทักษะในการใช้ผลการทดลอง

นอกจากนี้ยังเสนอแนะวิธีการที่จะช่วยให้การสังเกตมีความเที่ยงตรงยิ่งขึ้น (อนันต์ ศรีโสภณ 2523: 218-219) ดังนี้คือ

1. ควรวางแผนว่าจะสังเกตอะไรบ้างไว้ล่วงหน้า คือการกำหนดพฤติกรรมของนักเรียนที่เราจะทำการสังเกต การที่จะกำหนดพฤติกรรมที่ทำการสังเกตควรมีส่วนเกี่ยวข้องและสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ตรงกับจุดมุ่งหมายด้วย ซึ่งผู้สังเกตต้องทราบจุดมุ่งหมายในการสังเกตว่ามีอะไรบ้างและจะสังเกตนิสัยและพฤติกรรมอะไรบ้าง
2. ควรกำหนดเวลาในการสังเกตให้อยู่ในลักษณะแบบสุ่ม เพื่อที่จะกำจัดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้
3. พยายามทำให้การสังเกตสัมพันธ์กับการสอน ควรเตรียมการสอนไปพร้อมกับการสังเกต เพราะถ้าได้ทำการสังเกตนักเรียนในขณะที่กำลังสอน จะช่วยให้การสังเกตมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและประหยัดเวลากว้าง
4. ควรบันทึกผลการสังเกต หลังจากการสังเกตสิ้นสุดลงแต่ไม่ควรทำการบันทึกในขณะที่ทำการสังเกต เพราะจะทำให้ให้นักเรียนรู้สึกว่าถูกสังเกต บางคนอาจจะแสวงแสกออก ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้คลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. ไม่ควรตีความหมายหรือสรุปข้อคิดเห็นของการสังเกตในระยะเวลาสั้น ๆ ควรจะรอจนกว่าการสังเกตทั้งหมดได้สิ้นสุดลง เพราะการตีความหมายจากการสังเกตครั้งย่อย ๆ อาจจะไปขัดแย้งกับผลการสังเกตมาโดยตลอด

6. ควรเตรียมรายการและแบบฟอร์มที่จะทำการสังเกตให้ชัดเจน ซึ่งจะทำให้การสังเกตมีระบบที่เป็นปรนัยยิ่งขึ้น

วินเซนต์ เอน ลูเบคคา และคณะ (Vincent N. Lunetta and et al. 1981: 24-25) ได้แบ่งวิธีในการประเมินกิจกรรมการปฏิบัติการทดลองไว้ 4 วิธีคือ

1. เขียนรายงานการทดลอง
2. ทดสอบข้อเขียน
3. สอบปฏิบัติการทดลอง
4. ประเมินผลด้วยการสังเกต

ในบรรดาวิธีการประเมินผลทั้ง 4 ระบบนี้ การประเมินผลด้วยการสังเกตเป็นวิธีการประเมินที่ต่อเนื่อง สามารถทำการสังเกต จดบันทึกไว้ในช่วงเวลาที่ยาวนาน และสามารถประเมินต่อเนื่องกันได้ตลอดทั้งภาคเรียน โดยมีเกณฑ์ในการประเมินจากพฤติกรรมในค่านต่าง ๆ ดังนี้

1. การวางแผนและการออกแบบการทดลอง (Planing and Design)
2. ทักษะปฏิบัติในการทดลอง (Manipulative Skills)
3. การดำเนินการทดลอง (Conduct of Experiment)
4. การสังเกต (Observation)
5. การจดบันทึกข้อมูล (Recording Data)
6. การแปลความหมายของข้อมูลจากการทดลอง (Interpretation of Data and Experiment)
7. ความรับผิดชอบ (Responsibility)
8. ความคิดริเริ่มที่จะทำสิ่งใหม่ ๆ (Initiative)
9. นิสัยในการทำงาน (Work Habits)

ยูริ กานีล และ เอวี ฮอฟเติน (Uri Ganiel and Avi Hoftein 1982: 581-583) กล่าวถึงการประเมินทักษะปฏิบัติในการทดลองว่า มีวิธีการประเมินแตกต่างกันหลายลักษณะที่นิยมใช้กันก็คือ การเขียนรายงานหรือการทดสอบข้อเขียน ทักษะปฏิบัติใน

การทดลองที่ทองประเมินคือ การปฏิบัติการทดลองจริง ๆ มีการวิจัยของนักวิจัยทางการศึกษาหลายคนที่เหมาะสมกับทักษะปฏิบัติการสังเกต โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาทัศนวิสัยวิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้กันอยู่ในมหาวิทยาลัยกรุงลอนดอน ครูจะใช้วิธีการสังเกตนักเรียนแต่ละคนระหว่างทำกิจกรรมการทดลอง แล้วบันทึกให้คะแนนตามเกณฑ์ที่จัดไว้ และได้เสนอสิ่งที่

จะทองประเมินในการปฏิบัติการทดลองไว้ 5 ประการคือ

1. การติดตั้งเครื่องมือและทักษะปฏิบัติในการทดลอง
2. การสังเกตและการวัด
3. การจัดทำคำับและการดำเนินการ
4. การจัดทำระหัดข้อมูล
5. การสรุปและอภิปรายผล

จะเห็นได้ว่าปัญหาคำานการประเมินผลเป็นปัญหาที่ยุ่งยาก ทองอาศัยความละเอียดในการที่จะสังเกต และทองใช้เวลาามาก แต่เมื่อครูมีเวลาจำกัดและมีนักเรียนจำนวนมาก เพราะฉะนั้นครูจะเกิดปัญหาอะไรบ้างในการประเมินผล ควรจะได้ศึกษาคำานศึกษาเป็นอย่างยิ่ง

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด ปัญหาในคำานต่าง ๆ เช่น การเตรียมการสอนของครู การนำทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสอน การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ คุณภาพและปริมาณของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ความปลอดภัยในการทดลอง นักเรียน และการประเมินผล เป็นปัญหาที่กำลังเกิดกับครูสอนเคมีในปัจจุบันนี้ แต่จะเกิดมากน้อยเพียงไร และครูสอนเคมีหาทางแก้ปัญหาคำานนี้อย่างไรนั้น ควรจะศึกษาเป็นอย่างยิ่ง เพื่อจะได้ช่วยกันหาทางแก้ไขเพื่อให้การเรียนการสอนวิชาเคมีมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

## งานวิจัยในประเทศไทย

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรรณิ เล็กวิจิตร (2504: 92, 95) ได้ทำการวิจัยเรื่องปัญหาและอุปสรรคในการใช้อุปกรณ์การสอนของครูโรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดพระนคร ผลการวิจัยพบว่า

1. ครูส่วนมากเชื่อว่าการใช้อุปกรณ์การสอนช่วยให้การสอนได้ผลดียิ่งขึ้น ทั้งทำให้เด็กพอใจ สนใจและเข้าใจบทเรียนดียิ่งขึ้น

2. ปัญหาสำคัญก็คือ อุปกรณ์บางอย่างครูไม่อาจทำได้เอง ไม่ทราบว่า จะหาวัสดุที่ทองการได้จากที่ใด เลือกใช้อุปกรณ์ไม่ถูก และไม่เคยรับการฝึกอบรมการใช้อุปกรณ์มาก่อน

3. อุปกรณ์ของโรงเรียนมีน้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการ

ส่วน ลาวัลย์ บุญศรี (2508: 58) ได้สำรวจปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า ปริมาณนักเรียนในแต่ละห้องมากเกินไป เป็นอุปสรรคในการปฏิบัติกร เพราะไม่สามารถอธิบายและควบคุมการทดลองได้ทั่วถึง ไม่สะดวกในการจัดเตรียมเครื่องมือ ปัญหาและอุปสรรคที่นักเรียนประสบมากคือ ไม่มีโอกาสปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ช่างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ประเภทวัสดุสิ้นเปลือง และอุปกรณ์สำเร็จรูป จึงทำให้ไม่สามารถใช้อุปกรณ์ทั้งสองประเภทนี้ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

พินิจ วรณิเวชศิลป์ (2522: มหัตถ์ย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ปัญหาการสอนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัย

1. ครูที่สอนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ครูส่วนมากได้ศึกษาวิชาเคมีเป็นวิชาเอก จากการศึกษาชั้นปริญญาตรี และครูส่วนใหญ่ได้ผ่านการอบรมเกี่ยวกับการสอนเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาแล้ว

2. ปัญหาที่ครูสอนวิชาเคมีในระดับมัธยม ได้แก่ ปัญหาเกี่ยวกับการจัดชั่วโมงสอน ปัญหาเกี่ยวกับการสนับสนุนให้ครูได้รับความรู้เพิ่มเติม ปัญหาเกี่ยวกับแบบเรียนในเรื่องความถูกต้องของการให้คำนิยามคำศัพท์ต่าง ๆ การให้ทฤษฎีและสูตรต่าง ๆ ปัญหาในด้านการอธิบายวิธีการทดลองกับนักเรียน

3. ปัญหาที่ครูสอนวิชาเคมีในระดับปานกลาง ได้แก่ ปัญหาเกี่ยวกับความร่วมมือของฝ่ายบริหารในการจัดสรรงบประมาณที่ทางโรงเรียนจัดให้กับรายวิชาเคมี ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเคมี ปัญหาเกี่ยวกับความสามารถของครูในการปฏิบัติการทดลอง ปัญหาเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลวิชาเคมี

4. ปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์การสอน นักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่า มีอุปกรณ์การสอนที่แล้ว และนักเรียนส่วนมากเห็นว่า มีโอกาสได้ทำการทดลองในการเรียนวิชาเคมี

5. ด้านความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับวิชาเคมี นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจถึงคุณค่า และความสัมพันธ์ของวิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และเข้าใจ

ถึงวิธีการเรียนวิชาเคมีที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสำคัญในการทดลอง

ปี 2523 ปัญญา อุทัยทัศน (2523: 39-40) ได้ศึกษาปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร จากครูชาย-หญิงในโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ 100 โรงเรียน จำนวน 279 คน ผลการวิจัยพบว่าครูมีปัญหาในก้นต่าง ๆ คือก้นการเตรียมการสอน คุณภาพและปริมาณเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไม่ดีและไม่เพียงพอ ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ยังไม่ดีพอ ความปลอดภัยในการทำกิจกรรมการทดลอง ก้นความสนใจและตั้งใจเรียนของนักเรียน นักเรียนชอบให้ครูสรุปผลการทดลองให้ และครูโรงเรียนราษฎร์กับโรงเรียนรัฐบาลมีปัญหในการสอนปฏิบัติการ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ระยัม ทฤษฎีคุณ (2523: บทคัดย่อ) ได้ข้อค้นพบในก้นการประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักศึกษาครู โดยนักศึกษามีความเห็นว่าการใช้วิธีการวัดผลหลาย ๆ แบบเป็นสิ่งจำเป็นมาก ส่วนการทดสอบอ้อมเพียงอย่างเดียว หรือทดสอบเพียงครั้งเดียวเมื่อจบหลักสูตร หรือการทดสอบโดยไม่บอกให้ผู้เรียนทราบล่วงหน้าเป็นสิ่งจำเป็นน้อย

ชานาญ เขาวกัรพิทงศ์ (2523: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยส่วนหนึ่งพบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จำรุณศรี ทองมาก (2524: 139) ได้ศึกษาเรื่องความคิดเห็นของครูและนักเรียนโรงเรียนพาณิชยการเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 44 คน และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.ศ.5) สายพาณิชยกรรม รวมทั้งนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.2) ประเภทพาณิชยกรรม ปีการศึกษา 2522 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก้นหลักสูตรของ สสวท. จำนวน 654 คน จากโรงเรียนพาณิชยการของรัฐบาล และเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร 10 โรงเรียน ได้ข้อค้นพบในก้นการวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนประการที่สำคัญคือ ทั้งครูและนักเรียนต้องการให้โรงเรียนชี้แจงถึงการตัดสินผลการสอบหรือการให้คะแนนอย่างถูกต้องตามระเบียบแบบแผน

ในปี พ.ศ. 2524 กัทธจันทร์ ใจสว่าง ได้ศึกษาอุบัติเหตุนอกและภายในป้องกัน  
 อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่าง  
 ประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์ที่สอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 454 คน จาก 79  
 โรงเรียน ซึ่งสุ่มอย่างง่ายจากโรงเรียนรัฐบาลสังกัดกรมสามัญศึกษา และโรงเรียนราษฎร์  
 สังกัดการศึกษาเอกชน และโรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัยทั้งหมด ในเขตกรุงเทพ  
 มหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง การวิเคราะห์  
 ข้อมูลใช้การแจกแจงความถี่และคำนวณค่าร้อยละ ผลการวิจัยปรากฏว่า มีอุบัติเหตุนอกเกิดขึ้น  
 ร้อยละ 69.60

อุบล เลี้ยววาริณ (2524: 81-82) ได้ศึกษาเรื่องความพึงพอใจของครู  
 และนักเรียนเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอน  
 ปลาย โดยส่งแบบสอบถามไปยังครูชีววิทยา จำนวน 200 คน และนักเรียนระดับมัธยม  
 ศึกษาตอนปลาย 720 คน ได้ขอค้นพบในด้านการประเมินผลการเรียนการสอนว่า  
 อาจารย์ส่วนใหญ่จะวัดผลด้วยการสอบภาคทฤษฎี และความสม่ำเสมอในการเข้าชั้นเรียน  
 เป็นอย่างมาก ส่วนการวัดผลโดยการสังเกตพฤติกรรมและการให้คะแนนภาคปฏิบัติอยู่  
 ในระดับปานกลาง

ในปี พ.ศ. 2524 อุษณีย์ วิเศษพานิช ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของจำนวน  
 นักเรียนในกลุ่มการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และ  
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ การวิจัยเชิงทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ  
 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ  
 นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการแบ่งกลุ่มทำการทดลองออกเป็นกลุ่มละ 2, 4  
 และ 6 คน ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ผลการวิจัยพบว่า

1. ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของ  
 นักเรียนกลุ่ม 6 คน แยกต่างจากนักเรียนกลุ่ม 2 คน และนักเรียนกลุ่ม 4 คน อย่างมี  
 นัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นนักเรียนกลุ่ม 2 คน และนักเรียนกลุ่ม 4 คน ไม่แตกต่างกัน  
 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์  
 ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน แยกต่างจากนักเรียนกลุ่ม 4 คน และนักเรียนกลุ่ม 6 คน  
 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นนักเรียนกลุ่ม 4 คน และนักเรียนกลุ่ม 6 คน ไม่  
 แยกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



2. มีดัชนีเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่ม 2, 4 และ 6 คน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

บุญส่ง อุกมระติ (2525) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความคิดเห็นของครูและ นักเรียนเกี่ยวกับอุปกรณ์ปฏิบัติการวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ ครูสอนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 41 คน และนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในปีการศึกษา 2524 จำนวน 426 คน ผลการวิจัยพบว่า ครูและนักเรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสม และคุณภาพของอุปกรณ์ปฏิบัติการอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และปัญหาในการใช้อุปกรณ์ปฏิบัติการ คือ อุปกรณ์ปฏิบัติการชำรุด เสียหายง่าย มีขนาดเล็กและใหญ่เกินไป และปัญหาเกี่ยวกับ ความเหมาะสมและคุณภาพของอุปกรณ์ปฏิบัติการ ระหว่างครูและนักเรียน นักเรียนชาย และนักเรียนหญิง และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงและต่ำ พบว่ามีความคิดที่ไม่ แตกต่างกัน ยกเว้นความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของ เครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่ ครูและนักเรียน นักเรียนชายและนักเรียนหญิง และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน สูงและต่ำ มีความคิดเห็นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, .05 และ .05 ตามลำดับ และนอกจากนี้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดทดลองการ เคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงและต่ำ มีความคิดเห็น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิรินทร สุนทรภาวิวัฒน์ (2526: 50-63) ได้ศึกษาปัญหาการประเมินผล การเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา จากครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานคร ทั้งโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียน ราษฎร์ จำนวน 177 คน ซึ่งทำการสอนวิชา เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์ ภายภาค ในด้านที่เกี่ยวกับการปฏิบัติตามระเบียบการประเมินผลการเรียน ผลการวิจัย พบว่า การประเมินผลด้านทักษะปฏิบัติ เช่น การเลือกใช้เครื่องมือ การหยิบจับเครื่องมือ ครูไม่ได้ปฏิบัติตามระเบียบการประเมินผลการเรียน คิดเป็นร้อยละ 5.14 สาเหตุเพราะ จำนวนเครื่องมือที่ใช้ทดลองมีไม่เพียงพอ จำนวนนักเรียนในแต่ละห้องมีมากเกินไป ครู ไม่มีเวลาในการประเมินผลด้านทักษะการปฏิบัติ เครื่องมือขาดประสิทธิภาพ สภาพห้องเรียน ไม่เหมาะสม

## งานวิจัยในต่างประเทศ

กาซอน ดีโอมิสีโอ ปาดาล (Gazon Diomisio Padual 1964: 1045) ได้ทำการวิจัยสภาพการใช้ครูที่เกี่ยวข้องกับตัวครู พอสรุปผลได้ว่า ปัญหาในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มาจากครูนั้น คือ ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากยังไม่มี ความเข้าใจจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ที่พอ ช่างแคลนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่จะใช้ในการสอน อัตราการทำการสอนของครูมากเกินไป

จอห์น อาร์ ยัง (John R. Young 1970: A829-A838) ได้สำรวจเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีอุบัติเหตุเลย อุบัติเหตุเกิดขึ้น 1-3 ครั้ง อุบัติเหตุร้ายแรงอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง อัตราร้อยละ 71.4, 23.2, 5.4 คอหอยคอสำลักน้ำ เรียงตามลำดับ

เคนเนธ กอร์ดอน แจคนิค (Kenneth Gordon Jacknicke 1975: 3040-A) ได้ศึกษาผลที่เกิดจากการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับเกรด 2 โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สอนวิทยาศาสตร์แก่กลุ่มทดลองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบธรรมดา ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลอง

โดนัลด์ เดวิส วูดเบิร์น (Donald Davis Woodbern 1981: 1089A-1090A) ได้สำรวจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทดลองในคานกระบวนการและเครื่องมือ จากการศึกษากังกล่าวได้สรุปข้อแนะนำดังนี้ ในการทดลองที่อาศัยเครื่องมือ มีการใช้ความระมัดระวังและสารเคมี ชั้นเรียนควรมีขนาดเล็ก ควรมีห้องปฏิบัติการเฉพาะ ห้องปฏิบัติการควรมีขนาด 40 ตารางฟุตหรือมากกว่านั้น วิชาเคมีและวิทยาศาสตร์กายภาพ ควรจะใช้ห้องเรียนที่มีขนาดใหญ่ แต่จำนวนนักเรียนน้อยและมีห้องปฏิบัติการเฉพาะ ควรจะจัดเว้นนิริภัย ฆ่ากันเปื้อน และเครื่องป้องกันหน้าสำหรับนักเรียนแต่ละคน