



วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. เลือกเทคนิคการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม ผู้วิจัยได้เลือกการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Programm) ด้วยเหตุที่ว่า การเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงนี้เขียนได้ง่ายกว่าแบบอื่น ๆ จึงเหมาะกับผู้วิจัยซึ่งเพิ่งเริ่มเขียนเป็นครั้งแรก อีกประการหนึ่ง บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นเรื่องที่ค่อนข้างใหม่ทั้งผู้เขียนและผู้เรียนยังไม่มีประสบการณ์และความชำนาญทั้งในการเขียนและการใช้ ดังนั้นจึงควรเริ่มต้นด้วยแบบที่เขียนได้ง่ายและสะดวกในการใช้ก่อน เมื่อเลือกเทคนิคการเขียนได้แล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักเกณฑ์และวิธีการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงอย่างละเอียด
2. เลือกหัวข้อสำหรับเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม ผู้วิจัยได้เลือกเรื่อง "พลังงาน" ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และผู้วิจัยพบว่า เรื่องพลังงานนี้บรรจุเป็นหลักสูตรอยู่ทั้งในวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์กายภาพ ถ้านักเรียนเลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทุกวิชาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแล้ว นักเรียนต้องเรียนซ้ำแล้วซ้ำอีกเป็นที่น่าสนใจแก่นักเรียนเป็นอย่างยิ่ง และบางครั้งนักเรียนอาจคิดว่าพลังงานต่าง ๆ ที่เป็นเรื่องปรากฏในแต่ละวิชานั้นไม่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งแท้จริงแล้วมีหลักเกณฑ์เดียวกัน ถ้านักเรียนได้เรียนเรื่องพลังงานด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมจะทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์เรื่องพลังงานมากยิ่งขึ้น และจะทุ่นเวลาการสอนของครูที่ต่างคนต่างก็สอนเรื่องพลังงานในวิชาของตน
3. ศึกษาหลักสูตร ประมวลการสอน โครงการสอน รวมทั้งหนังสืออื่นที่มีเรื่องเกี่ยวกับเรื่อง "พลังงาน" ในระดับนี้โดยละเอียด และตรวจสอบเนื้อหาและขอบข่ายของ

เนื้อหาอย่างละเอียด แบบเรียนต่าง ๆ ที่ศึกษามาได้แก่

3.1 แบบเรียนวิชาเคมี เล่ม 1 (ว. 421) และเคมี เล่ม 2 (ว. 422) ประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย ของกระทรวงศึกษาธิการ จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2519

3.2 แบบเรียนวิชาชีววิทยา เล่ม 1 (ว. 431) และชีววิทยา เล่ม 3 (ว. 533) ประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย ของกระทรวงศึกษาธิการ จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2519

3.3 แบบเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 (ว. 441) ประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย ของกระทรวงศึกษาธิการ จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2519

3.4 แบบเรียนวิชาฟิสิกส์ (ว. 441) ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พิมพ์โดยสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช พ.ศ. 2519

3.5 ฟิสิกส์เบื้องต้น ภาค 1 โดยประยงค์ พงษ์ทองเจริญ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3.6 แบบเรียนสำเร็จรูปวิชาชีววิทยา สำหรับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง "พลังงานในสิ่งมีชีวิต" โดยสมจิต สมัตถพันธุ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3.7 ประมวลวิทยาศาสตร์กายภาพ สำหรับนิสิตคณะครุศาสตร์ และคณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช พ.ศ. 2509

3.8 Natural Science An integrated course for schools Unit D. Pergamon Press 1968.

3.9 Energy Organization and Life. Educational Methods, Inc. Chicago, Illinois, USA.

3.10 Modern Physics for Malaysian Schools Form IV. Published by Longman for the Ministry of Education, Malaysia.

4. แยกเนื้อหาเรื่อง "พลังงาน" ออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ แล้วจัดทำความคิดต่อเนื่องตามลำดับขั้น (Flow Idea Chart)
5. กำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน ซึ่งเขียนออกมาในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เรียน ซึ่งสามารถวัดได้โดยพิจารณาว่าควรให้ผู้เรียนได้เรียนรู้หรือควรทำอะไรได้บ้าง หลังจากได้เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องนี้จบแล้ว
6. วางโครงเรื่องที่จะเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วางไว้
7. เขียนกรอบบทเรียนเรียงลำดับจากง่ายไปหายากและเรียงตามลำดับของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจนจบเนื้อหา
8. นำบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ออกให้อาจารย์ที่ปรึกษาได้ตรวจทั้งในด้านความถูกต้องของเนื้อหาวิชา และวิธีการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ก่อนที่จะนำออกทดลองใช้ต่อไป

#### การเลือกตัวอย่างประชากร

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนโรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม เขตอำเภอบางรัก กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นโรงเรียนที่ผู้วิจัยได้ทำการสอนอยู่ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างนี้แบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ คือ

1. กลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองเพื่อสร้างแบบสอบถามสำหรับบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "พลังงาน" เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาซึ่งเคยเรียนเรื่องพลังงานทั้งในวิชาเคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ มาหมดแล้วจำนวน 162 คน
2. กลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งยังไม่ได้เรียนเรื่องพลังงานในวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ ในข้อ 1 มาก่อน และมีหลักเกณฑ์ดังนี้
  - 2.1 ชั้นทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (Individual Try - out) 2 ครั้ง

ให้นักเรียน 2 คน ซึ่งเป็นผู้ที่มีผลการเรียนค่อนข้างต่ำ โดยถือคะแนนเฉลี่ยจากผลการสอบทุกวิชาเป็นเกณฑ์ และคะแนนจากแบบสอบก่อนใช้บทเรียนแบบโปรแกรม เพื่อผู้วิจัยจะได้นับมองเห็นข้อบกพร่องในการใช้บทเรียนซึ่งจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนต่อไป

2.2 ขั้นตอนทดลองแบบกลุ่มย่อย (Group Try - out) ผู้วิจัยได้เลือกนักเรียน 10 คน ซึ่งมีผลการเรียนปานกลาง โดยถือคะแนนเฉลี่ยจากผลการสอบทุกวิชาเป็นเกณฑ์ และคะแนนจากแบบสอบก่อนใช้บทเรียนแบบโปรแกรม ได้คะแนนระดับปานกลางจนถึงต่ำสุดจากจำนวนนักเรียนที่เข้าทดสอบ 45 คน

2.3 ขั้นตอนทดลองภาคสนาม (Field Try - out) ให้นักเรียน 100 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากจำนวนนักเรียน 175 คน

### เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบสอบเพื่อวัดความรู้ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้บทเรียนแบบโปรแกรม แบบสอบนี้มีจำนวน 30 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 0.65 ค่าระดับความยากระหว่าง 25 - 80 % ค่าความเที่ยงเท่ากับ .76 และมีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) จำนวน 100 ชุด กระดาษคำตอบ 255 แผ่น

### การดำเนินการทดลอง

การดำเนินการทดลองแบ่งเป็น 2 ตอน คือการทดลองเพื่อสร้างแบบสอบและการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การทดลองเพื่อสร้างแบบสอบ หลังจากกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนแบบโปรแกรมแล้ว ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบสำหรับทดสอบก่อนและหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม แบบสอบนี้เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยยึดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลักและให้คลุมเนื้อหาวิชาด้วย ซึ่งแสดงว่าแบบสอบมีความตรงตามเนื้อหา

(Content Validity) การสร้างแบบสอบใดดำเนินการเป็นขั้น ๆ คือ

1.1 สร้างแบบสอบครั้งแรกจำนวน 50 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งเคยเรียนเรื่อง "พลังงาน" มาแล้วจำนวน 262 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อหาระดับความยาก (Degree of Difficulty) (P) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) (r) โดยใช้หลัก 33 % ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ เลือกข้อสอบที่มีค่าระดับความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ได้จำนวน 40 ข้อ ข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีความตรงตามเนื้อหาด้วย

1.2 นำข้อสอบทั้ง 40 ข้อมาวิเคราะห์ตัวเลือกแต่ละตัว เพื่อหาว่ามีตัวเลือกใดบ้างที่ต้องปรับปรุงแก้ไข หลังจากปรับปรุงตัวเลือกแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อสอบนี้ไปทดสอบนักเรียนระดับเดียวกับนักเรียนที่ทำการทดสอบครั้งแรกแต่เป็นคนละกลุ่ม จำนวน 167 คน หลังจากทดสอบแล้วได้นำผลมาวิเคราะห์โดยวิธีเดียวกันกับผลการสอบครั้งแรก เลือกข้อสอบไว้ 30 ข้อ

1.3 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ 30 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีความตรงตามเนื้อหา มีค่าระดับความยากตั้งแต่ 20 % ถึง 80 % และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ไปทดสอบนักเรียนระดับเดิมแต่ต่างกลุ่ม จำนวน 116 คน การทดสอบครั้งนี้ต้องการหาความเที่ยงของแบบสอบ (Reliability) เพื่อให้แบบสอบชุดนี้สำหรับการทดสอบก่อนและหลังการเข้าเรียนแบบโปรแกรม

2. การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม ผู้วิจัยได้นำบทเรียนที่ผ่านการตรวจจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วมาทดลองเพื่อแก้ไขปรับปรุงให้กับบทเรียนแบบโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพเป็นขั้น ๆ ดังนี้

2.1 ขั้นตอนทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (Individual Try - out) ทำการทดลอง 2 ครั้ง ๆ ละ 1 คน โดยอธิบายถึงวัตถุประสงค์และวิธีการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมอย่างละเอียด การทดลองขั้นนี้ไม่ได้มุ่งหวังที่จะดูความก้าวหน้าของการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม แต่เป็นการทดลองซึ่งเน้นการสำรวจข้อบกพร่องในการเขียน

เช่น ภาษาที่ใช้ ลำดับขั้นของการเสนอบทเรียน เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สังเกตอย่างใกล้ชิดเพื่อสังเกตปฏิกิริยาของนักเรียน บันทึกปัญหา ให้คำชี้แจงแก่นักเรียน ใช้เวลาในการทดลองครั้งละ 90 และ 100 นาที เมื่อเรียนบทเรียนจบแล้ว ได้ตรวจดูคำตอบ พร้อมทั้งซักถามนักเรียนเพื่อหาสาเหตุว่าส่วนที่เป็นปัญหาในบทเรียนแบบโปรแกรมเกิดจากเหตุใด ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร แล้วทำการแก้ไขบทเรียนตามข้อมูลที่ได้

2.2 ขั้นทดลองแบบกลุ่มย่อย (Group Try - out) ผู้วิจัยได้จัดพิมพ์บทเรียนแบบโปรแกรมที่ได้แก้ไขปรับปรุงจากข้อ 2.1 จำนวน 10 ชุด นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 10 คน พร้อม ๆ กัน ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามและหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมด้วย เพื่อดูความก้าวหน้าในการเรียนบทเรียนนี้ นักเรียนที่เรียนบทเรียนจบเร็วที่สุดใช้เวลา 1 ชั่วโมง 5 นาที ส่วนที่ช้าที่สุดใช้เวลา 1 ชั่วโมง 40 นาที ผู้วิจัยได้สังเกตและบันทึกปัญหา เช่น เกี่ยวกับการทดลองครั้งแรก แต่ให้คำชี้แจงแก่นักเรียนน้อยลง เมื่อเรียนจบแล้วได้นำบทเรียนและแบบสอบถามตรวจ พร้อมทั้งสอบถามปัญหาเกี่ยวกับข้อความในกรอบที่นักเรียนตอบผิดกันมาก รวมทั้งข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนแบบโปรแกรมอีกครั้งหนึ่ง

2.3 ขั้นทดลองภาคสนาม (Field Try - out) ผู้วิจัยได้จัดพิมพ์บทเรียนแบบโปรแกรมที่ได้ปรับปรุงจากข้อ 2.2 ขึ้นใหม่ เพื่อใช้สำหรับการทดลองภาคสนาม จำนวน 100 ชุด สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 100 คน กลุ่มตัวอย่างทั้ง 100 คนได้ตอบแบบสอบถามล่วงหน้า 1 สัปดาห์ เพราะไม่สะดวกในการสอบพร้อมกันทั้งหมด แล้วจึงให้ทดลองเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย ผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการเรียนด้วยตนเองทุกกลุ่ม นักเรียนที่เรียนจบบทเรียนเร็วที่สุดใช้เวลา 45 นาที ส่วนที่ช้าที่สุดใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนจบแล้วได้ให้ตอบแบบสอบถามชุดเดิมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อดูความก้าวหน้าในการเรียนและเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมด้วย

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน และวิเคราะห์หาความก้าวหน้าในการเรียนภายหลังการเรียนบทเรียนแล้ว