

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบระบบสุญญากาศ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาและวางแนวทางในประเด็นต่าง ๆ ตามแนวทางการวิจัยดังนี้

1. กำหนดคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบ
2. กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบ
 - 2.1 เครื่องที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบ
 - 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบ
 - 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบ
3. กำหนดกระบวนการในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบ

คุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบ

1. เป็นโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบที่พัฒนาในระบบสื่อประสม (multimedia)
2. เสนอเนื้อหาในลักษณะเมนูหลักและเมนูย่อย
3. มีปฏิสัมพันธ์ในลักษณะย้อนกลับไปดูเนื้อหาใหม่
4. ผู้เรียนสามารถเลือกได้ว่าจะเรียนเนื้อหาใดก่อนหลัง
5. ผู้เรียนสามารถที่จะออกจากเนื้อหาที่กำลังศึกษาอยู่ได้ทันทีที่ต้องการ
6. มีการบอกระดับคะแนน
7. มีการตัดสินคะแนนผ่าน-ไม่ผ่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบ

1. เครื่องที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรบ ได้แก่ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ รุ่น Pentium III RAM 256 Mb บันทึกและนำเสนอเสียงด้วย sound card นำข้อมูลประเภทภาพนิ่งเข้าด้วย scanner

2. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX สร้างบทเรียนในส่วนของการกระบวนการนำเสนอ การสร้างเงื่อนไข การวางขอบข่ายการเรียนการสอน และในส่วนของการจำลองสถานการณ์ (Simulation)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม

3.1 แบบฝึกหัดระหว่างเรียน

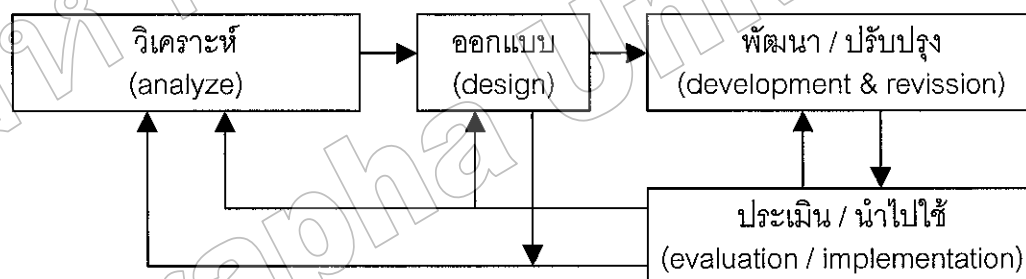
3.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

3.3 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อบทเรียน

3.4 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนต่อบทเรียน

กระบวนการในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม

การออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการออกแบบและการพัฒนาตามแผนภูมิดังนี้ (ฉลอง ทับศรี, 2536, อ้างถึงใน ชีรพงศ์ อ่อนอก, 2540, หน้า 56)



ภาพที่ 7 โครงสร้างการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม

ขั้นวิเคราะห์ (analyze)

1. การวิเคราะห์ปัญหา ปัญหาที่ผู้วิจัยและอาจารย์ผู้ทำการสอนวิชาเทคโนโลยีสุญญากาศพบคือ นิสิตคณะวิทยาศาสตร์ที่จบการศึกษาแล้วออกไปปฏิบัติงานขาดความรู้พื้นฐานในงานด้านสุญญากาศ เนื่องจากภาคอุตสาหกรรมและห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ได้มีการนำเทคโนโลยีสุญญากาศเข้ามาใช้งานอย่างแพร่หลาย จึงควรที่จะทำการสอนวิชาเทคโนโลยีสุญญากาศให้กับนิสิตทุกเอกของคณะวิทยาศาสตร์ และเมื่ออาจารย์ผู้สอนได้ทำการสอนนิสิต

วิชาเอกฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์แล้วพบว่า ระบบสุญญากาศที่ให้นิสิตได้ทำการทดลองและศึกษานั้นเป็นระบบสุญญากาศปิด ผู้เรียนไม่สามารถจะเห็นภาพกระบวนการทำงานอย่างเป็นรูปธรรม อันส่งผลให้เกิดความยากต่อการเข้าใจของผู้เรียนหรือใช้ระยะเวลานานในการฝึกอบรม อีกประการหนึ่งคือในการใช้งานและควบคุมเครื่องทำระบบสุญญากาศนั้นนิสิตจะต้องทำการศึกษการใช้งานจากเครื่องจริง และจะต้องควบคุมแรงดันไฟฟ้า ควบคุมและตรวจสอบความดันในภาชนะสุญญากาศ ควบคุมการเปิดและปิดวาล์วที่มีหน้าที่ต่างกัน รวมถึงระบบหล่อเย็นเครื่อง ซึ่งเมื่อรวมทั้งระบบแล้วจะมีความซับซ้อนต่อการควบคุม อีกทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมีราคาค่อนข้างสูงและยังอาจจะเกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานที่ยังไม่มีประสบการณ์ได้

2. การวิเคราะห์ผู้เรียน ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มประชากรในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ นิสิตคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชั้นปีที่ 2 จำนวน 345 คน ชั้นปีที่ 3 จำนวน 346 คน และนิสิตชั้นปีที่ 4 จำนวน 320 คน รวมทั้งสิ้น 1,011 คน นิสิตส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 19 – 21 ปี นิสิตได้ผ่านการเรียนในวิชาพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ และมีทักษะในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภายใต้ระบบ Microsoft Windows เป็นอย่างดี

3. การวิเคราะห์เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับระบบสุญญากาศ ซึ่งผู้วิจัยและอาจารย์ผู้สอนวิชา ระบบสุญญากาศได้ร่วมวิเคราะห์ให้ได้มาซึ่งหัวข้อที่สำคัญและจำเป็นต่อการฝึกอบรมระบบสุญญากาศ ซึ่งบทเรียนที่พัฒนาขึ้นนี้ประกอบด้วยเนื้อหาของบทเรียนดังนี้

บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบสุญญากาศ

1.1 สุญญากาศคืออะไร?

1.2 ธรรมชาติของแก๊ส

1.3 แก๊สอุดมคติ

1.4 แก๊สทำให้เกิดความดันได้อย่างไร

1.5 กฎของบอยล์และกฎของชาร์ล

1.6 เราสร้างภาวะสุญญากาศได้อย่างไร

1.7 เมื่อไรจึงจะเกิดภาวะเป็นสุญญากาศ

บทที่ 2 ส่วนประกอบของระบบสุญญากาศ

2.1 ส่วนประกอบของระบบสุญญากาศ

2.2 ภาชนะสุญญากาศ (vacuum chamber)

2.3 เครื่องสูบลูสุญญากาศ (vacuum pump)

2.4 มาตรวัดความดัน pressure gauge

2.5 ท่อและวาล์ว (pipe and valves)

บทที่ 3 การสร้างภาวะสุญญากาศ

3.1 การสร้างภาวะสุญญากาศ

3.2 การเปิดการสร้างภาวะสุญญากาศ

3.3 ปิดการสร้างภาวะสุญญากาศ

3.4 การเปิดภาชนะสุญญากาศชั่วคราว

บทที่ 4 การฝึกการสร้างภาวะสุญญากาศ

4.1 ฝึกสร้างภาวะสุญญากาศต่ำ

4.2 ฝึกสร้างภาวะสุญญากาศสูง

ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม (design)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียน เป็นการกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมอย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้การพัฒนาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และตรงกับความต้องการมากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียนดังนี้

1.1 จุดประสงค์ของบทเรียน คือ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมระบบสุญญากาศ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้และความเข้าใจในระบบสุญญากาศ โดยผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมระบบสุญญากาศไปประยุกต์กับระบบสุญญากาศอื่น ๆ ได้

1.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คือ เมื่อผู้เรียนได้ผ่านการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมระบบสุญญากาศในแต่ละบทเรียนแล้วผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนดังนี้

หลังจากเรียนเรื่อง “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบสุญญากาศ” แล้วผู้เรียน

สามารถ

(1) บอกความหมายของสุญญากาศได้

(2) บอกความหมายของแก๊สและความสำคัญของแก๊สที่มีต่อสุญญากาศได้

(3) บอกแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างสุญญากาศในภาชนะปิดได้

หลังจากเรียนเรื่อง “ส่วนประกอบของระบบสัญญาณภาค” แล้วผู้เรียนสามารถ

- (1) บอกส่วนประกอบที่จำเป็นต้องใช้และมีในระบบสัญญาณภาคพื้นฐานได้
- (2) บอกหน้าที่และความสำคัญของเครื่องสูบลมสัญญาณภาคได้
- (3) บอกลักษณะและการทำงานของเครื่องสูบลมสัญญาณภาคได้
- (4) บอกลักษณะ หน้าที่และการทำงานของมาตรวัดความดันสัญญาณภาคได้
- (5) บอกลักษณะ หน้าที่และการทำงานของท่อและวาล์วได้

หลังจากเรียนเรื่อง “การสร้างภาวะสัญญาณภาค” แล้วผู้เรียนสามารถ

- (1) บอกอุปกรณ์ประกอบของระบบสัญญาณภาคได้
- (2) บอกลำดับขั้นตอนการเปิดการสร้างภาวะสัญญาณภาคได้
- (3) บอกลำดับขั้นตอนการปิดการสร้างภาวะสัญญาณภาคได้

2. ออกแบบกิจกรรมการสอน โดยให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง เป็นการเรียนแบบเอกัต

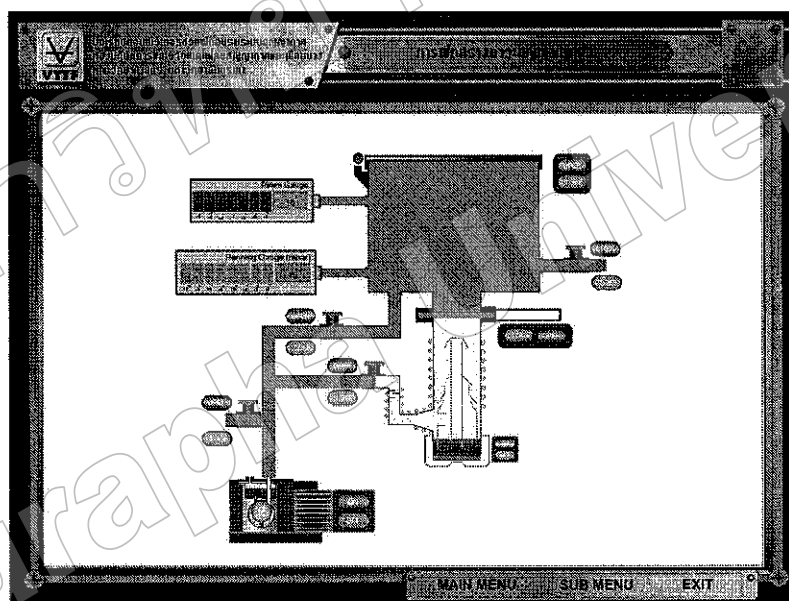
บุคคล เรียนรู้จากบทเรียนและฝึกทดลองด้วยตนเอง ตามอัตราความเร็วช้า และความสามารถของผู้เรียน ส่วนการออกแบบการสอนนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ ในลักษณะการจัดสภาพการณ์ (condition) การเรียนการสอนของกาเย่ (Gagne, 1985) ซึ่งพบว่าสภาพการณ์ภายนอก จะช่วยผู้เรียน (กระบวนกรภายใน) ในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี โดยยึดหลักการ 9 ขั้นคือ (Gagne, Briggs & Wagner, 1988, อ้างถึงใน ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2531, หน้า 65)

- 2.1 การเร้าความสนใจ
- 2.2 แจ้งจุดมุ่งหมายแก่ผู้เรียน
- 2.3 สร้างสถานการณ์เพื่อดึงความรู้เดิม
- 2.4 เสนอบทเรียน
- 2.5 ชี้แนะแนวทางการเรียน
- 2.6 ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ
- 2.7 การให้ข้อมูลย้อนกลับ
- 2.8 การวัดการปฏิบัติ
- 2.9 ย้ำให้เกิดความจำและการถ่ายโอนความรู้

3. ออกแบบทดสอบและแบบประเมินคุณภาพบทเรียน ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาภาคศึกษาแล้ว

ออกแบบทดสอบและแบบประเมินดังนี้

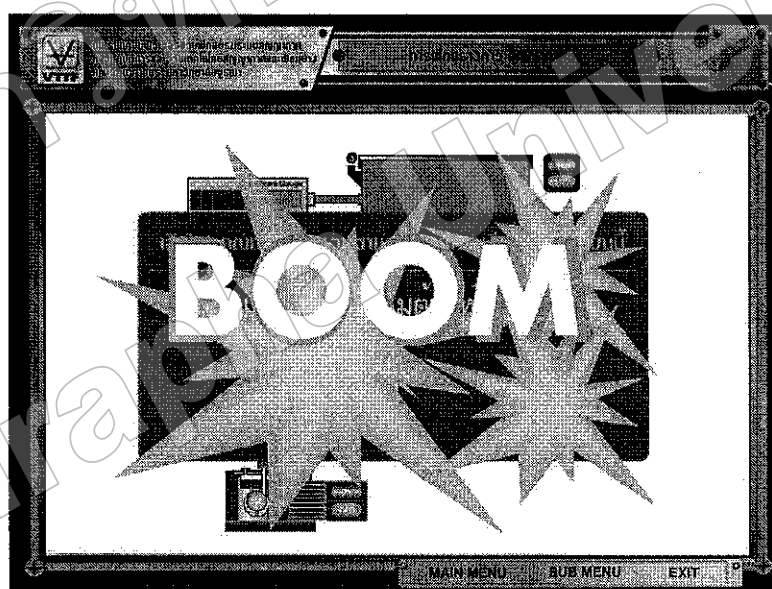
3.1 แบบฝึกหัดระหว่างเรียน เพื่อใช้ในการทดสอบและเพิ่มเติมการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างเรียนโดยผู้วิจัยใช้การจำลองการสร้างภาวะสูญญากาศ (simulation) บนเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ผู้เรียนได้ฝึกสร้างภาวะสูญญากาศด้วยตนเอง โดยแบ่งเป็น การฝึกการสร้างภาวะสูญญากาศต่ำและการฝึกการสร้างภาวะสูญญากาศสูง โดยแบบจำลองการสร้างภาวะสูญญากาศมีหลักการการทำงานและลักษณะการทำงานเหมือนเครื่องสร้างภาวะสูญญากาศจริง เมื่อผู้เรียนผ่านการเรียนจากบทเรียนที่ 1, 2 และ 3 แล้ว ผู้เรียนสามารถทดสอบการสร้างภาวะสูญญากาศด้วยตนเอง (ภาพที่ 8) ถ้าผู้เรียนปฏิบัติถูกต้องตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ก็จะสามารถปฏิบัติขั้นต่อไปได้ แต่ถ้าผู้เรียนปฏิบัติไม่ถูกต้องตามกระบวนการเรียนรู้ในบทเรียนบทเรียนจะตอบสนองให้ผู้เรียนให้ผู้เรียนทราบว่าสิ่งที่ปฏิบัติไม่ถูกต้อง (เกิดระเบิดขึ้น) และให้ผู้เรียนกลับไปเริ่มต้นการทดลองใหม่อีกครั้งหนึ่ง (ภาพที่ 9 และ ภาพที่ 10)



ภาพที่ 8 แบบฝึกหัดระหว่างเรียน (การทดลองสร้างภาวะสูญญากาศด้วยตนเอง)



ภาพที่ 9 ข้อความพร้อมเสียงแจ้งผู้เรียนเมื่อปฏิบัติไม่ถูกต้องตามกระบวนการเรียนรู้



ภาพที่ 10 ตอบสนองเมื่อผู้เรียนปฏิบัติไม่ถูกต้องตามกระบวนการเรียนรู้

3.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เพื่อใช้ในการทดสอบผู้เรียนหลังเรียนครบทุกหน่วยของบทเรียน โดยผู้วิจัยได้ออกแบบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนตามเนื้อหาและจุดประสงค์ของบทเรียน โดยผ่านการพิจารณาความเที่ยงตรงและความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน

3.3 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อบทเรียนที่ใช้ในการประเมินคุณภาพและตรวจสอบโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ผ่านความเห็นชอบของประธานกรรมการและกรรมการผู้ควบคุมงานวิจัย เป็นแบบประเมินที่ครอบคลุมการประเมินบทเรียนใน 4 ด้านคือ ด้านเนื้อหา ด้านคุณภาพการสอน ด้านเทคนิคของโปรแกรม และด้านการออกแบบ

3.4 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ ครอบคลุมการประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนใน 5 ด้านคือ ด้านเนื้อหา ด้านคุณภาพการสอน ด้านเทคนิคของโปรแกรม ด้านการออกแบบ และคู่มือการใช้บทเรียน โดยผ่านความเห็นชอบของประธานกรรมการและกรรมการผู้ควบคุมงานวิจัย ซึ่งกำหนดค่าเพื่อแปลความหมายดังนี้ (Best & Kahn, 1993, อ้างถึงใน ชีรพงศ์ อ่อนอก, 2540, หน้า 97)

มีความเหมาะสมมากที่สุด	ให้ค่าคะแนนเท่ากับ	5
มีความเหมาะสม	ให้ค่าคะแนนเท่ากับ	4
มีความเหมาะสมปานกลาง	ให้ค่าคะแนนเท่ากับ	3
มีความเหมาะสมน้อย	ให้ค่าคะแนนเท่ากับ	2
มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	ให้ค่าคะแนนเท่ากับ	1

4. นำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นไปหาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา ใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรม โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่านตรวจสอบ โดยแต่ละท่านพิจารณาถึงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2527, หน้า 69)

- + 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น
 - 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น
 - 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น
- นำคะแนนที่ได้มาแทนค่าในสูตรดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC	หมายถึง ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
$\sum R$	หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด
N	หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

ถ้าค่าดัชนีที่ IOC ที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อสอบวัดหรือเป็นตัวแทนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบไม่วัดหรือไม่เป็นตัวแทนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น ข้อคำถามนั้นก็จะถูกตัดออกไป หรือต้องนำไปปรับปรุงแก้ไขใหม่ให้ดีขึ้น

ผู้เชี่ยวชาญที่พิจารณาความเที่ยงตรงและความสอดคล้องของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบกับเนื้อหา ได้แก่ คณาจารย์ในภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 3 ท่าน ในการเลือกผู้ทรงคุณวุฒิจะใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยมีรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิดังนี้

1. ผศ.นิรันดร์ วิทิตอนันตร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาคฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. อาจารย์สกุล ศรีญาณลักษณ์ อาจารย์ประจำภาคฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์จักรพันธ์ ถาวรธิดา อาจารย์ประจำภาคฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ตารางที่ 2 ผลการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมระบบสัญญาภาค

บทที่	แบบทดสอบ ที่สังตรวจ (ข้อ)	สอดคล้องกับจุด ประสงค์ (ข้อ) IOC > 0.5	ไม่สอดคล้องกับ จุดประสงค์ (ข้อ) IOC < 0.5	จำนวนแบบ ทดสอบที่ เพิ่ม (ข้อ)	รวมได้แบบ ทดสอบใหม่ (ข้อ)
1	16	10	6	10	20
2	16	14	2	6	20
3	15	15	0	5	20
รวม	47	39	8	21	60

จากตารางที่ 2 เมื่อผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมระบบสัญญาภาคแล้วได้ผลการ
พิจารณาดังนี้

บทที่ 1 เรื่อง “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสัญญาภาค” จำนวน 16 ข้อ พบว่า มีแบบทดสอบ
ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์จำนวนทั้งสิ้น 10 ข้อ และไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ทั้งสิ้น 6 ข้อ โดย
ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้ปรับปรุงแบบทดสอบข้อที่ไม่ถูกต้องด้านภาษาในคำถามและตัวเลือก
และร่วมกันเสนอแนะแบบทดสอบเพิ่มเติมให้อีกจำนวน 10 ข้อ จึงได้แบบทดสอบในบทที่ 1 ทั้งสิ้น
20 ข้อ

บทที่ 2 เรื่อง “ส่วนประกอบของระบบสัญญาภาค” จำนวน 16 ข้อ พบว่า มีแบบทดสอบ
ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์จำนวนทั้งสิ้น 14 ข้อ และไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ทั้งสิ้น
2 ข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้ปรับปรุงแบบทดสอบข้อที่ไม่ถูกต้องด้านภาษาในคำถาม
และตัวเลือกและร่วมกันเสนอแนะแบบทดสอบเพิ่มเติมให้อีกจำนวน 6 ข้อ จึงได้แบบทดสอบใน
บทที่ 2 ทั้งสิ้น 20 ข้อ

บทที่ 3 เรื่อง “การสร้างภาวะสัญญาภาค” จำนวน 15 ข้อ พบว่า มีแบบทดสอบที่สอดคล้อง
กับจุดประสงค์จำนวนทั้งสิ้น 15 ข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้ปรับปรุงแบบทดสอบข้อที่
ไม่ถูกต้องด้านภาษาในคำถามและตัวเลือกและร่วมกันเสนอแนะแบบทดสอบเพิ่มเติมให้อีก

จำนวน 5 ข้อ จึงได้แบบทดสอบในบทที่ 3 ทั้งสิ้น 20 ข้อ เมื่อรวมแบบทดสอบทั้ง 3 บทเรียนแล้วได้แบบทดสอบทั้งสิ้น 60 ข้อ

5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ (try out) กับนิสิตภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาที่เคยผ่านการเรียนในวิชาเทคโนโลยีสุญญากาศ จำนวน 10 คน โดยตรวจผลการทำข้อสอบให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก ส่วนข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบจะได้ 0 คะแนน นำผลคะแนนดังกล่าวไปวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ได้แก่ หาความยากง่ายเป็นรายข้อ ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ตามสูตรดังนี้

ค่าความยากง่ายเป็นรายข้อ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 129)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	p หมายถึง	ค่าความยากของคำถามแต่ละข้อ
	R หมายถึง	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	N หมายถึง	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

หาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้ดัชนีเบรนนอน ดังนี้ (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์, 2527, อ้างถึงใน ธีรพงศ์ อ่อนอก, 2540, หน้า 96)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ	B	หมายถึง	ดัชนีเบรนนอนหรือดัชนีอำนาจจำแนก
	N_1	หมายถึง	จำนวนผู้เรียนที่สอบได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์
	N_2	หมายถึง	จำนวนผู้เรียนที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์
	U	หมายถึง	จำนวนผู้เรียนในกลุ่ม N_1 ตอบข้อสอบถูก
	L	หมายถึง	จำนวนผู้เรียนในกลุ่ม N_2 ตอบข้อสอบถูก

โดยที่ผู้เชี่ยวชาญได้ร่วมกันกำหนดเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมต่อการผ่าน การทดสอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม ระบบสุญญาภาศอยู่ที่ระดับร้อยละ 60

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากผลการสอบครั้งเดียวตามวิธี ของ Lovett จากสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, อ้างถึงใน วิโรจน์ สหพัฒนสมบัติ, 2543, หน้า 52)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1) \sum (x_i - c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	หมายถึง	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	หมายถึง	จำนวนข้อสอบ
	x_i	หมายถึง	คะแนนของแต่ละคน
	c	หมายถึง	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

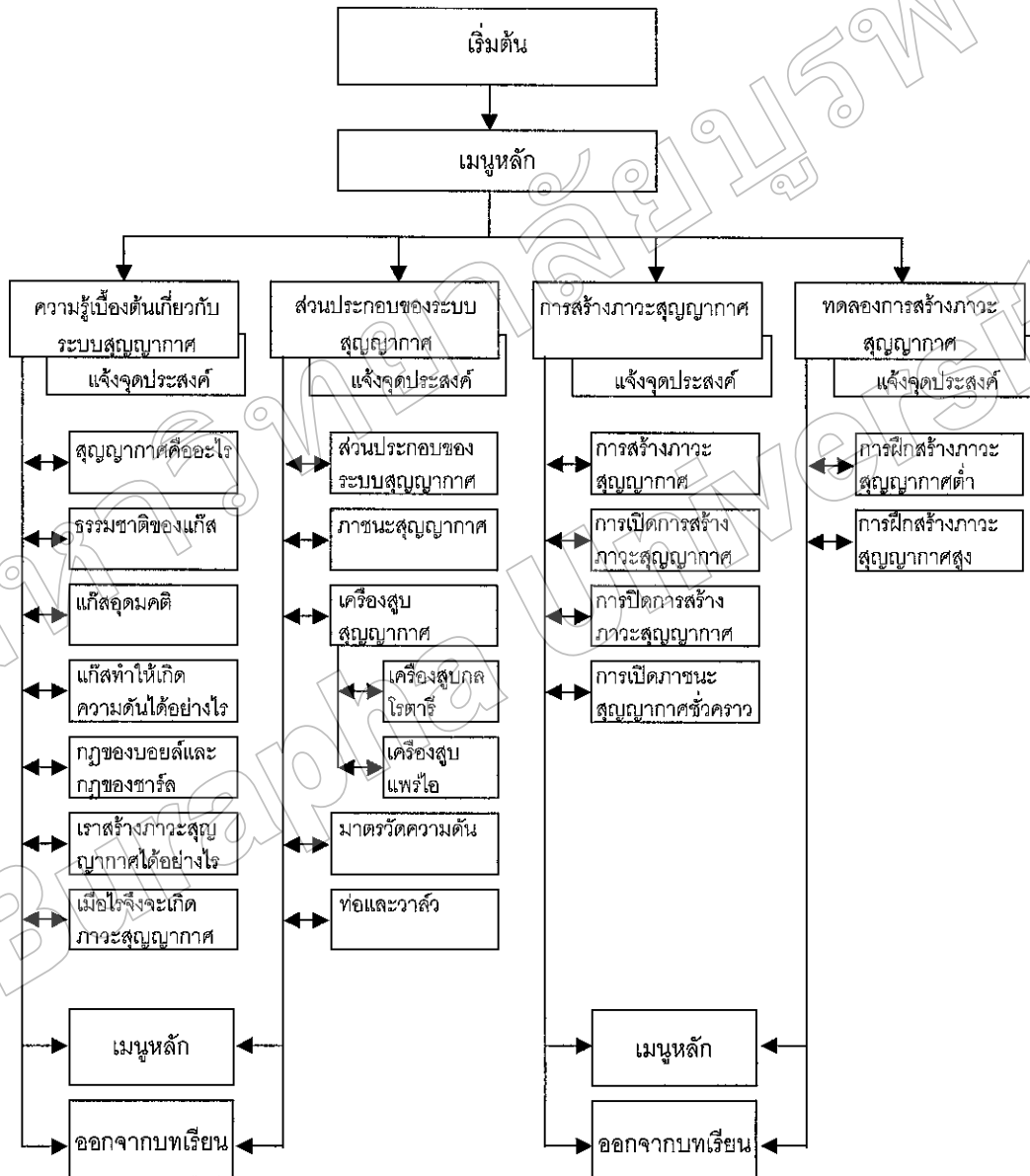
6. นำผลการทดลองที่ได้วิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อมาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (บุญธรรม กิจปรีดาภิรัชต์, 2540, หน้า 213)

ผลการวิเคราะห์พบว่า คำถามในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความ ยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป มีทั้งสิ้น 50 ข้อ ผู้วิจัยคัด เลือกข้อสอบทั้งสิ้น 45 ข้อ โดยครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของทั้ง 3 บทเรียน แล้วหาค่า ความเชื่อมั่นทั้งฉบับพบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 45 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.95

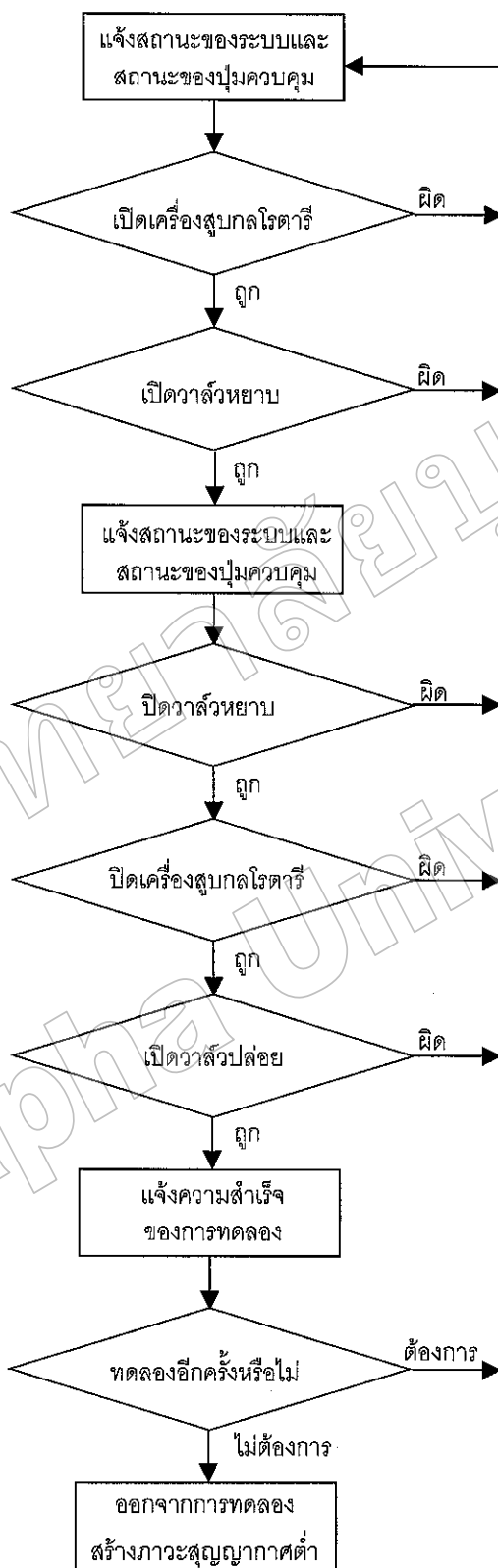
ขั้นการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม (development)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการออกแบบทั้งหมดมาสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมตามขั้นตอนดังนี้

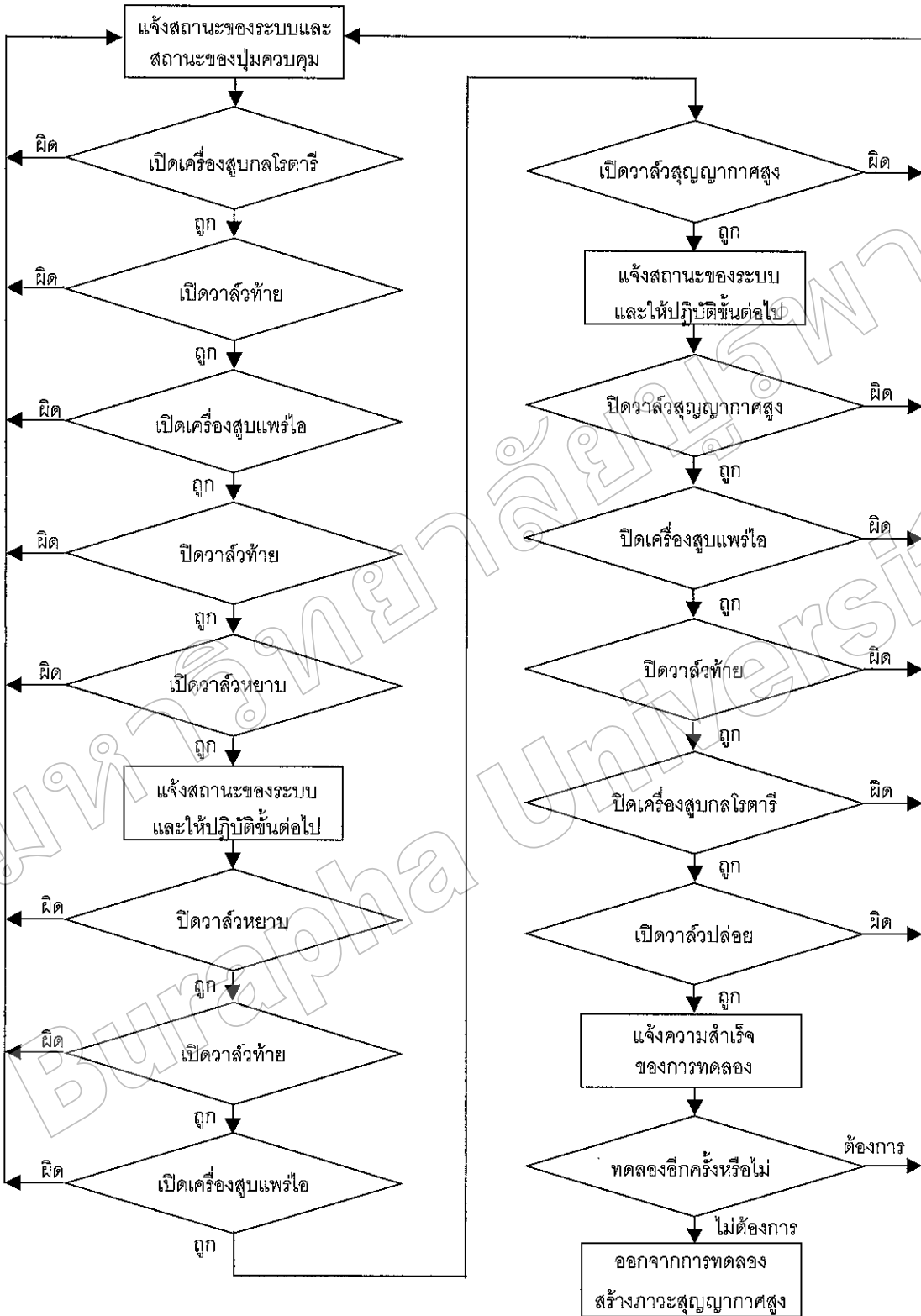
1. เขียนเป็นผังงาน (flowchart) ของบทเรียนตั้งแต่ต้นจนจบบทเรียน แล้วเขียนรายละเอียดการทำงานของโปรแกรมในรูปแบบของสตอรี่บอร์ด (storyboard)



ภาพที่ 11 ผังงานแสดงการทำงานของโครงสร้างบทเรียน



ภาพที่ 12 ผังงานแสดงการทำงานของโครงสร้างการทดลองสร้างภาวะสูญญากาศต่ำ



ภาพที่ 13 ผังงานแสดงการทำงานของโครงสร้างการทดลองสร้างภาวะสุญญากาศสูง

ตารางที่ 3 ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดที่ใช้ในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรวม
ระบบสุญญากาศ

บทที่	ภาพ	การเสนอเนื้อหา / ลักษณะภาพ
Intro	ไตเติ้ลเข้าสู่บทเรียน	ภาพ Logo VTTF 3 D หมุนอยู่ตรงกลาง, ชื่อบทเรียนอยู่ด้านล่าง (ดนตรีประกอบเร้าใจ)
1-1	1. อักษรแสดง สุญญากาศ หรือ Vacuum หมายถึง ที่ว่าง	<u>สุญญากาศคืออะไร</u> สุญญากาศ หรือ Vacuum หมายถึง ที่ว่าง ดังนั้นเมื่อเราพูดถึงระบบสุญญากาศ เราจำเป็นต้องนึกถึงบริเวณหรือภาชนะปิดที่จะทำให้เป็นสุญญากาศ ซึ่งเดิมบริเวณหรือภาชนะปิดนั้นจะมีอากาศอยู่ภายใน
	2. ภาพภาชนะปิด แล้วเปิดช่องเพื่อให้ อากาศไหลมาภายใน นอก	ถ้าเราต้องการให้ภายในภาชนะปิดนั้นมีภาวะสุญญากาศ เราจะต้องดึงอากาศออกจากภาชนะปิดนั้นให้หมด อากาศที่เราพูดถึงในที่นี้ จะหมายถึง โมเลกุลเล็กๆ ของแก๊สชนิดต่างๆ นั่นเอง
1-1 (ต่อ)	3. ภาพโลกและมี อักษรปรากฏถึง สสารต่างๆ บนโลก จะมีอยู่ด้วยกัน 3 สถานะ คือ ของ แข็ง ของเหลว และ แก๊ส	หากย้อนกลับไปที่พิจารณาแนวความคิดของสถานะของสสาร เราจะพบว่า สสารต่างๆ บนโลกจะมีอยู่ด้วยกัน 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และ แก๊ส ซึ่งอธิบายได้ดังนี้ ในกรณีที่โมเลกุลของสสารเรียงอยู่ชิดติดกันหรือรวมตัวกันหนาแน่น เราจะเรียกสสารนั้นว่า อยู่ในสถานะของแข็ง แต่เมื่อโมเลกุลของสสารอยู่ห่างกัน เรา
	4. ภาพประกอบอื่นที่เกี่ยวข้องกับระบบ	จะเรียกสสารนั้นว่าอยู่ ในสถานะของเหลว และเมื่อโมเลกุลของสสารอยู่ห่างกันออกไปอีกมากๆ จนกระทั่งแต่ละโมเลกุลไม่มีแรงกระทำต่อกันหรือมีแรงกระทำต่อกันเป็นศูนย์ เราจะเรียกสสารที่อยู่ในสถานะนี้ว่า แก๊ส ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอากาศนั่นเอง

2. สร้างบทเรียนต้นแบบโดยใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX

3. ตรวจสอบโปรแกรมว่าสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการรวมถึงการแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ของโปรแกรมที่ติดขัด

4. ผู้วิจัยนำบทเรียนที่ผ่านการพัฒนาไปทดลองใช้กับนิสิตเป็นรายบุคคล (one-to-one try out) โดยนำบทเรียนทดลองใช้กับนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 3 จำนวน 1 คน และนิสิตชั้นปีที่ 4 จำนวน 1 คน รวมทั้งสิ้น 2 คน โดยวิธีการเปิดรับสมัครและสุ่มแบบเจาะจง เพื่อตรวจสอบบทเรียนในด้านการสื่อความ ลำดับขั้นและวิธีการนำเสนอว่ามีความเหมาะสม ทำให้ผู้เรียนใช้งานได้ตามที่ผู้วิจัยต้องการหรือไม่ โดยผู้วิจัยคอยสังเกตและบันทึกพฤติกรรมและข้อสงสัยทุกอย่างที่พบซึ่งได้พบข้อบกพร่องที่ต้องปรับปรุงแก้ไขคือ

4.1 การเข้าออกเมนูหลักและเมนูย่อยยังไม่สะดวก คำนแนะนำที่อยู่ในบทเรียนยังไม่ละเอียดเพียงพอต่อความเข้าใจในโปรแกรม เนื่องจากยังไม่ได้จัดทำคู่มือสำหรับผู้เรียน

4.2 การบันทึกเสียงตามบทบันทึกเสียงผิด ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาบทเรียนบางตอน

4.3 ภาพเคลื่อนไหวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้จำลองการทำงานของเครื่องสูบทั้ง 2 ชนิด ยังไม่สามารถแสดงรายละเอียดการทำงานของเครื่องสูบได้ ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจรายละเอียดในการทำงานของเครื่องสูบได้

4.4 การลำดับและแสดงภาพนิ่งยังไม่ตรงตามเสียง

4.5 อักษรที่แสดงบางตัวมีขนาดเล็กเกินไป

5. ผู้วิจัยได้นำข้อมูลกลับมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนเพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มย่อย โดยการนำบทเรียนที่ทดลองใช้กับรายบุคคลที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 3 จำนวน 3 คน และนิสิตชั้นปีที่ 4 จำนวน 3 คน รวมทั้งสิ้น 6 คน โดยวิธีการเปิดรับสมัครและสุ่มแบบเจาะจง เพื่อตรวจสอบปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน โดยผู้วิจัยจะคอยสังเกตและบันทึกพฤติกรรมในการเรียนของแต่ละคน สังเกตและบันทึกปัญหาที่ประสบในการเรียน และจับเวลาในการเรียน ผลการสังเกตพบว่า

5.1 ภาพโมเลกุลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นที่ใช้จำลองโมเลกุลจริงนั้นขัดแย้งกับลักษณะโมเลกุลในทางฟิสิกส์ซึ่งจะทำให้ผู้ที่ศึกษาเข้าใจผิด ทั้งในด้านลักษณะ ขนาดและทิศทางในการเคลื่อนที่

5.2 เมื่อบทเรียนเสนอจนสิ้นสุดในแต่ละบทเรียนนั้น ไม่มีอะไรสื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้ว่าบทเรียนสิ้นสุดแล้ว

5.3 ไม่มีสื่อในจุดเน้นที่บทเรียนต้องการชี้ให้ผู้เรียนทราบ

5.4 ภาพที่จำลองการทำงานของเครื่องสูบลมอยู่ในระยะไกล ทำให้ไม่เห็นรายละเอียดในการทำงานของการฉีดน้ำมัน และการเคลื่อนที่ของไอน้ำมัน

5.5 ไม่ตอบสนองต่อการเรียนในจุดที่ผู้เรียนต้องการ

5.6 แบบทดสอบการสร้างสัญญาณกาศง่ายเกินไป เนื่องจากมีการเตือนตลอดเวลา ทำให้ไม่มีโอกาสผิดพลาดที่จะเลือกกดปุ่มสั่งการต่าง ๆ

5.7 เมื่อกดปุ่มสั่งการในแบบทดสอบการสร้างสัญญาณกาศ เมื่อสิ้นสุดการทำงานตามคำสั่งแล้วไม่มีอะไรสื่อให้ผู้ทดลองทราบว่าให้ทำอย่างไรต่อไป

6. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนเพื่อให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพและมีความสมบูรณ์ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วจึงจัดทำคู่มือประกอบการใช้บทเรียน จากนั้นจึงนำบทเรียนที่ผ่านการทดสอบรายบุคคลและกลุ่มย่อย พร้อมทั้งแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อบทเรียน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบบทเรียนใน 4 ด้านคือ ด้านเนื้อหา ด้านคุณภาพการสอน ด้านเทคนิคของโปรแกรม และด้านการออกแบบ แบบประเมินเป็นแบบ 2 ตัวเลือก โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นว่ายอมรับหรือควรปรับปรุง และมีช่องว่างสำหรับผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นเพิ่มเติมว่าต้องปรับปรุงอย่างไรในกรณีที่ลงความเห็นว่ายอมรับ โดยยึดความเห็นของผู้เชี่ยวชาญจาก 2 ใน 3 ท่าน เมื่อรวมความคิดเห็นจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญในบทเรียนมีดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ในการประเมินคุณภาพ และตรวจสอบบทเรียน ด้านเนื้อหา

ลักษณะที่ต้องการประเมินด้านเนื้อหา	จำนวนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	
	ใช้ได้	ปรับปรุง
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	3	0
2. ความชัดเจนของการเสนอเนื้อหา	3	0
3. การลำดับชั้นการเสนอเนื้อหาต่อความเข้าใจ	3	0
4. คุณค่าเนื้อหาต่อการเรียนรู้	3	0

จากตารางที่ 4 คุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเสนอความคิดเห็น
ใช้ได้ในทุก ๆ รายข้อ คือ ความถูกต้องของเนื้อหา, ความชัดเจนของการเสนอเนื้อหา, การลำดับชั้น
การเสนอเนื้อหาต่อความเข้าใจ, และคุณค่าเนื้อหาต่อการเรียนรู้

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ในการประเมินคุณภาพ และตรวจสอบบทเรียน ด้านคุณภาพการสอน

ลักษณะที่ต้องการประเมินด้านคุณภาพการสอน	จำนวนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	
	ใช้ได้	ปรับปรุง
5. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนได้กำหนดไว้ชัดเจน	3	0
6. บทเรียนสามารถให้ผลตามจุดประสงค์ที่วางไว้	3	0
7. ความยากง่ายของเนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับผู้ใช้ ตามเป้าหมาย	3	0
9. มีการทบทวนถึงเนื้อหาเดิมที่เรียนผ่านไปแล้ว	3	0
10. ผู้เรียนสามารถควบคุมการเลือกเนื้อหาได้ตามต้องการ	3	0
11. บทเรียนสร้างความสนใจดี	3	0
12. มีการทดสอบการเรียนรู้ของผู้เรียน	3	0
13. แบบทดสอบการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้	3	0

จากตารางที่ 5 คุณภาพของบทเรียน ด้านคุณภาพการสอน ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเสนอความคิดเห็นใช้ได้ในทุก ๆ รายข้อ คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนได้กำหนดไว้ชัดเจน, บทเรียนสามารถให้ผลตามจุดประสงค์ที่วางไว้, ความยากง่ายของเนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับผู้ใช้ตามเป้าหมาย, มีการทบทวนถึงเนื้อหาเดิมที่เรียนผ่านไปแล้ว, ผู้เรียนสามารถควบคุมการเลือกเนื้อหาได้ตามต้องการ, บทเรียนสร้างความสนใจดี, มีการทดสอบการเรียนรู้ของผู้เรียน, และแบบทดสอบการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ในการประเมินคุณภาพ
และตรวจสอบบทเรียน ด้านเทคนิคของโปรแกรม

ลักษณะที่ต้องการประเมินด้านเทคนิคของโปรแกรม	จำนวนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	
	ใช้ได้	ปรับปรุง
14. มีคู่มือแนะนำชัดเจน	3	0
15. บทเรียนสามารถใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ได้อย่างเหมาะสม	3	0
16. ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง	3	0
17. สามารถกลับเมนูหลักได้ตลอดเวลา	2	1
18. ออกจากโปรแกรมได้ในขณะที่เรียน	3	0

จากตารางที่ 6 คุณภาพของบทเรียน ด้านเทคนิคของโปรแกรม ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเสนอความคิดเห็นได้ใน 4 รายข้อ คือ มีคู่มือแนะนำชัดเจน, บทเรียนสามารถใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ได้อย่างเหมาะสม, ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง, ออกจากโปรแกรมได้ในขณะที่เรียน และผู้เชี่ยวชาญลงความคิดเห็นที่แตกต่างกันเป็นอัตราส่วน 2 ต่อ 1 คือ สามารถกลับเมนูหลักได้ตลอดเวลา โดยผู้เชี่ยวชาญ 1 ท่านเสนอให้ปรับปรุงให้สามารถกลับเมนูหลักได้ตลอดเวลา

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ในการประเมินคุณภาพ
และตรวจสอบบทเรียน ด้านการออกแบบ

ลักษณะที่ต้องการประเมินด้านการออกแบบ	จำนวนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	
	ใช้ได้	ปรับปรุง
19. ความเหมาะสมในการใช้ภาพประกอบ	3	0
20. ความเหมาะสมในการใช้เสียงประกอบ	3	0
21. ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับระดับการคิดของผู้ใช้	3	0
22. การจัดตำแหน่งข้อมูลที่แสดงบนหน้าจอเหมาะสม	3	0
23. ข้อมูลที่แสดงสามารถอ่านได้ง่ายชัดเจน	3	0

จากตารางที่ 7 คุณภาพของบทเรียน ด้านการออกแบบ ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเสนอความคิดเห็นใช้ได้ในทุก ๆ รายข้อ คือ ความเหมาะสมในการใช้ภาพประกอบ, ความเหมาะสมในการใช้เสียงประกอบ, ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับระดับการคิดของผู้ใช้, การจัดตำแหน่งข้อมูลที่แสดงบนหน้าจอเหมาะสม และข้อมูลที่แสดงสามารถอ่านได้ง่ายชัดเจน

โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านได้เสนอความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมระบบสุญญากาศในด้านในด้านต่าง ๆ ดังนี้

จุดเด่นของบทเรียน

1. เป็นโปรแกรมที่แสดงให้ผู้เรียนเห็นถึงขั้นตอนรายละเอียดของสิ่งที่เห็นและเข้าใจยาก
2. เป็นโปรแกรมด้านสุญญากาศโปรแกรมแรกของไทย
3. ด้านเทคนิคของโปรแกรมใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการเรียนแบบโปรแกรม

จุดอ่อนของบทเรียน

1. การพิมพ์เนื้อหา (เสนอเนื้อหา) มีการตัดคำออกจากกันเป็นจำนวนมาก
2. ปรับหัวข้อให้สอดคล้องกับเนื้อหา
3. คำสะกดในบทเรียนยังมีผิด
4. เมนูหลักยังทำงานไม่สมบูรณ์

ข้อเสนอแนะ

1. ให้ปรับลำดับความสำคัญของจุดมุ่งหมายใหม่ในแต่ละบท
2. ปรับหัวข้อให้สอดคล้องกับเนื้อหา
3. ให้ลำดับก่อนหลังของจุดมุ่งหมาย
4. ในตอนเริ่มต้นของบทเรียน เสียงและการเลือกหัวข้อบทเรียนเกิดขึ้นพร้อมกัน (เสียงบรรยายและข้อความที่ปรากฏบนหน้าจอไม่สัมพันธ์กันควรนำเสนออย่างใดอย่างหนึ่ง)
5. เมนูควบคุมบทเรียนมีความซ้ำซ้อนและไม่ทำงานเป็นบางปุ่ม
6. ระดับเสียงไม่สม่ำเสมอ
7. น่าจะใช้เสียงที่ต่างกันบ้างในบทเรียน

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ระดับความเหมาะสมในความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ในการประเมินคุณภาพและตรวจสอบบทเรียน

ลักษณะที่ต้องการประเมิน	ระดับความเหมาะสม			คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ระดับความคิดเห็น
	ในความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. ด้านเนื้อหาของบทเรียน	4	4	4	4	ดี
2. ด้านคุณภาพการสอน	4	4	4	4	ดี
3. ด้านการเทคนิคของโปรแกรม	3	4	5	4	ดี
4. ด้านการกรอออกแบบ	3	4	4	3.67	ดี
เฉลี่ยรวม				3.91	ดี

จากตารางที่ 8 ระดับความเหมาะสมในความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยรวมในทุกด้านอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.91$) โดยแยกเป็นรายด้านได้ดังนี้ ด้านเนื้อหาของบทเรียนอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4$) ด้านคุณภาพการสอนอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4$) ด้านเทคนิคของโปรแกรมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4$) และด้านการออกแบบอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.67$)

ขั้นการประเมินผล / นำไปใช้ (Evaluation / Implementation)

ผู้วิจัยดำเนินการประเมินผลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนดังนี้

1. นำบทเรียนที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ภาคสนามกับนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชั้นปีที่ 2 ชั้นปีที่ 3 และ ชั้นปีที่ 4 จำนวน 30 คน โดยพิจารณาผู้เรียนจากระดับผลการเรียนที่ผ่านมา โดยให้คะแนนระหว่างผู้เรียนที่มีผลการเรียนสูงและผลการเรียนต่ำ โดยทำความตกลงการร่วมมือการพัฒนาบทเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างและผู้วิจัย โดยให้ผู้เรียนนำบทเรียนไปติดตั้งและศึกษา เป็นระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 12 คาบ หรือช่วงระยะเวลา 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นนั้นนัดหมายให้ผู้เรียนมาทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพหลังเรียนของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมระบบสุญญากาศที่สร้างขึ้น โดยใช้สูตร

$$E = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ	E	หมายถึง	ประสิทธิภาพหลังเรียนของบทเรียน
	f	หมายถึง	จำนวนรวมของผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์แบบทดสอบหลังเรียน
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

2. นำค่าประสิทธิภาพที่หาได้มาทำการทดสอบว่าค่าประสิทธิภาพหลังเรียนที่ได้มานั้น เป็นเป็นสัดส่วนเดียวกับกลุ่มประชากรโดยใช้สูตร (ลัดดาวัลย์ หวังพานิช, 2528, หน้า 190)

$$Z = \frac{\hat{P} - P_0}{\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{N}}}$$

เมื่อ $\hat{P}$	หมายถึง	สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติที่ต้องศึกษา คำนวณจาก $\hat{P} = f / N$ หรือ E ของบทเรียน
P_o	หมายถึง	สัดส่วนทางทฤษฎีหรือสัดส่วนที่ใช้เป็นเกณฑ์ในครั้งนี้อคือ .80
N	หมายถึง	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

3. นำแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมระบบสุญญาภาศ ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นต่อบทเรียนใน 5 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านคุณภาพการสอน ด้านการออกแบบ ด้านเทคนิคของโปรแกรม และด้านคู่มือประกอบบทเรียน ซึ่งกำหนดค่าเพื่อแปลความหมายดังนี้ (Best & Kahn, 1993, อ้างถึงใน อีรพงศ์ อ่อนอก, 2540, หน้า 97)

มีความเหมาะสมมากที่สุด	ให้ค่าคะแนนเท่ากับ	5
มีความเหมาะสม	ให้ค่าคะแนนเท่ากับ	4
มีความเหมาะสมปานกลาง	ให้ค่าคะแนนเท่ากับ	3
มีความเหมาะสมน้อย	ให้ค่าคะแนนเท่ากับ	2
มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	ให้ค่าคะแนนเท่ากับ	1

นำแบบประเมินมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด และบุญส่ง นิลแก้ว, 2535 อ้างถึงใน อีรพงศ์ อ่อนอก, 2540, หน้า 97)

4.51 ขึ้นไป	หมายถึง	เหมาะสมดีมาก
3.51 – 4.50	หมายถึง	เหมาะสมดี
2.51 – 3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ต่ำกว่า 1.51	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

4. นำข้อมูลที่ได้ไปสรุปผลการพัฒนาและรายงานผลการประเมินบทเรียนต่อไป