



สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "พลังงาน" ขึ้นใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ทดลองภาคสนามเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีมหาพฒาราม จำนวน 100 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่แบบสอบถามและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "พลังงาน" จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีระดับความยากตั้งแต่ 20% ถึง 80% และอำนาจจำแนก .20 - .65 มีความเที่ยงเท่ากับ 0.76 และมีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard) และทดสอบความมีนัยสำคัญของความก้าวหน้าในการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม โดยการทดสอบค่าซี (z-test)

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "พลังงาน" ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 94.98/85.30 และคะแนนเฉลี่ยของการสอบและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 หมายความว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องนี้อย่างมีนัยสำคัญ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 94.98/85.30 ซึ่งไม่ตรงกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยมีข้อคิดเห็นดังนี้

1. การที่นักเรียนตอบคำถามในบทเรียนได้ค่าเฉลี่ยถึงร้อยละ 94.98 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 90 ที่กำหนดไว้ อาจเป็นเพราะในการทำบทเรียนนักเรียนไม่ปฏิบัติตามคำชี้แจงในการใช้บทเรียน เช่นบางคนอาจเปิดดูคำตอบแล้วนำมาตอบ หรือแก้ไขคำตอบเมื่อตรวจพบว่าคำตอบที่ตนเองตอบไปแล้วไม่ถูกต้อง

2. การที่นักเรียนทำแบบทดสอบหลังบทเรียนได้เพียงร้อยละ 85.30 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน 90 ที่กำหนดไว้ อาจเนื่องมาจาก

2.1 นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ส่วนใหญ่การเรียนการสอนในชั้นปกติจะเป็นแบบให้นักเรียนฟังคำบรรยายจากอาจารย์ผู้สอนมากกว่าที่นักเรียนจะอ่านและคิดตามลำพังตนเอง แต่การเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมนักเรียนจะต้องอ่านและคิดตาม พร้อมทั้งเชื่อมโยงความรู้ตั้งแต่แรกไปจนถึงกรอบสุดท้าย จึงจะเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้นอย่างแท้จริง ถ้านักเรียนไม่พยายามคิดแต่เปิดดูคำตอบก่อนตอบ จึงทำให้ผลการเรียนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แต่ทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

2.2 นักเรียนบางคนคิดว่า บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นเพียงแบบฝึกหัดธรรมดาจึงไม่ตั้งใจอ่านเนื้อหาบทเรียน ทำให้ไม่เกิดมโนทัศน์ (Concept) ที่สำคัญ ๆ สำหรับการเรียนรู้ในเรื่อง "พลังงาน"

2.3 การทำบทเรียนแบบโปรแกรมนี้นี้เป็นการหาประสิทธิภาพของบทเรียน ดังนั้นเมื่อผู้เรียนตอบผิดจึงไม่มีการอธิบายชี้แจงให้แก่คำตอบที่ผิดเป็นคำตอบที่ถูกต้อง แต่ผู้เรียนต้องค้นหาคำตอบที่ถูกต้องด้วยตนเอง การที่ผู้เรียนไม่ได้แก้คำตอบที่ผิด อาจมีผลทำให้ความคิดที่ผิด ๆ ยังติดตามมาถึงตอนทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนอีก

2.4 นักเรียนส่วนใหญ่เคยชินกับระบบการสอบซึ่งมีการให้คะแนน เมื่อได้รับคำชี้แจงว่าบทเรียนและแบบสอบที่ให้ทำไม่มีผลต่อคะแนนสอบใด ๆ นักเรียนจึงไม่

พยายามตั้งใจทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนให้ถูกต้องมากที่สุดที่จะทำได้

2.5 เวลาที่ทดลองใช้บทเรียนเป็นเวลาที่มีนักเรียนเล็กเรียนจากเวลาปกติ นักเรียนอาจเสียมาจากการเรียนปกติ บางคนอาจรีบร้อนทำให้เสร็จเร็วเพราะเป็นเวลากลับบ้าน จึงทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียนน้อยกว่าที่ควร แล้วไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียนในบทเรียนแบบโปรแกรมอย่างแท้จริง ทำให้ทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนได้ไม่ดีเท่าที่ควร

2.6 นักเรียนที่นำมาทดลองใช้บทเรียนมีผลการเรียนปานกลางและค่อนข้างต่ำ อาจมีพื้นฐานความรู้เดิมไม่ดีพอ ทำให้ไม่เข้าใจในบทเรียน จึงทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนไม่ได้เป็นส่วนใหญ่

2.7 ภาษาที่ใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้อาจสื่อความหมายได้ไม่ดีพอ และไม่มีคำอธิบายของกรอบ จึงทำให้นักเรียนเข้าใจได้ไม่ดีพอและตีความหมายไม่ถูก

2.8 แบบสอบมีจำนวนข้อถึง 30 ข้อ มากกว่าแบบสอบที่ผู้วิจัยสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมที่เคยวิจัยมาก่อนเป็นจำนวนมาก จึงทำให้นักเรียนมีโอกาสตอบผิดได้มากกว่าการทำแบบสอบที่มีจำนวนข้อน้อย ๆ

2.9 บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "พลังงาน" นี้ เป็นบทเรียนที่ต้องใช้ความรู้ทางด้านฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา มาบูรณาการกัน (integrate) นักเรียนยังไม่เคยกับการใช้ความรู้บูรณาการแบบนี้จึงทำให้สับสนตอนเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเมื่อต้องเรียนในเวลาจำกัดคนที่เรียนได้เข้าใจจึงมักทำแบบสอบผิดเป็นจำนวนมาก

3. บทเรียนแบบโปรแกรมซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองสร้างขึ้นนี้ถึงแม้จะได้ทำการทดลองเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามหลักการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมมาแล้วถึง 2 ครั้ง ปรากฏว่าในการทดลองภาคสนามนักเรียนยังทำผิดอยู่หลายคน ควรจะต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไป กรอบดังกล่าวได้แก่กรอบที่ 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 29, 30, 31, 32 และ 33 และตัดกรอบที่ 21, 25 ทิ้ง

ก. 16 และ ก. 17 ยุ่มรวมกัน

พลังงานมีสมบัติสำคัญข้อหนึ่งคือ สามารถเปลี่ยนรูปได้ พลังงานศักย์เคมี
รูปหนึ่งอาจเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์อีกรูปหนึ่ง หรือเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ได้
ท่านเองก็เช่นกัน พลังงานจลน์สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์ได้ โดยทั่วไปวัตถุ
ซึ่งอยู่กับที่จะมีพลังงานศักย์รูปหนึ่ง เรียกว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วง เมื่อวัตถุตก
จากที่สูงลงมาจะเสียดสีกับอากาศ เกิดพลังงานศักย์อีกรูปหนึ่ง คือ พลังงาน ความ
ร้อน และขณะเดียวกันจะมีพลังงานอีกรูปหนึ่ง คือ พลังงานจลน์เกิดขึ้น

แสดงว่า พลังงานสามารถเปลี่ยน _____ ได้

(คำตอบ รูป)

แก้ ก. 18

เมื่อจุกดินปืนให้ระเบิด สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของดินปืนจะทำปฏิกิริยา
กัน ได้ความร้อน เสียง และแสงสว่างเกิดขึ้น แต่เมื่อนำดินปืนมาละลายน้ำไม่เกิด
การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว แสดงว่า สภาพแวดล้อม ทำให้การเปลี่ยนรูปของพลังงาน
ของสารชนิดเดียวกัน (เหมือนกัน/ต่างกัน)

(คำตอบ ต่างกัน)

ก. 19

เมื่อนำโซดาไฟ (NaOH) มาละลายน้ำที่อุณหภูมิของห้องทดลอง สารละลาย
ที่ได้จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น แต่เมื่อนำดินประสิว (KNO_3) มาละลายน้ำที่อุณหภูมิของห้อง
ทดลองเช่นเดียวกันแต่สารละลายที่ได้จะมีอุณหภูมิต่ำลง

เมื่อสภาพแวดล้อมเหมือนกัน ทำให้การเปลี่ยนรูปพลังงานของสารต่างชนิด
กัน _____ (เหมือนกัน/ต่างกัน)

(คำตอบ ต่างกัน)

ก. 20

จาก ก. 19 กล่าวโดยสรุป การเปลี่ยนรูปพลังงานขึ้นอยู่กับ _____
และชนิดของสาร
(คำตอบ สภาพแวดล้อม)

ก. 21

ค้ำตั้ง

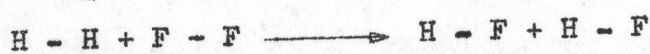
ก. 22

แม้จะมีการเปลี่ยนรูปพลังงานเกิดขึ้นดังกล่าว แต่ผลรวมของพลังงานภายหลังการเปลี่ยนรูปและก่อนเปลี่ยนรูปย่อมมีค่าเท่ากัน เพราะพลังงานมีสมบัติสำคัญอีกข้อหนึ่งคือ ไม่สูญหายไปหรือเกิดขึ้นใหม่ได้ ข้อสรุปนี้เรียกว่า "หลักการทรงพลังงาน" (Principle of Conservation) หรือกฎการอนุรักษ์พลังงาน (Law of Conservation Energy) หรือกฎการคงที่ของพลังงาน (Law of Constant of Energy) กฎการคงที่ของพลังงานกล่าวว่า "พลังงานอาจเปลี่ยน _____ ได้โดยที่พลังงานไม่สูญหายไปไหน
(คำตอบ รูป)

ก. 24 แก๊สเป็น

พลังงานศักย์อาจมีชื่อเรียกเป็นพลังงานชนิดอื่นได้ เช่น พลังงานศักย์ที่แฝงในโมเลกุลของสารเคมี เรียกว่า พลังงานเคมี ซึ่งเป็นพลังงานที่ยึดเหนี่ยวกันระหว่างอะตอมภายในโมเลกุลไว้ด้วยกันและมีอยู่ในพันธะเคมีระหว่างอะตอม เช่น พันธะของ H - H ใน H_2 (g)
พลังงานที่ยึดเหนี่ยวกันระหว่างอะตอมภายในโมเลกุลไว้ด้วยกันและอยู่ในพันธะเคมีระหว่างอะตอมเรียกว่า _____
(คำตอบ พลังงานเคมี)

ก. 31

.....
.....
ตั้งนั้นในปฏิกิริยา

การสลายพันธะระหว่างอะตอม H - H และ F - F เป็นการเปลี่ยนแปลง
ประเภท _____

(คำตอบ ดูความร้อน หรือดูดพลังงาน)

การเกิดพันธะ H - F 2 พันธะ เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภท _____

(คำตอบ คายความร้อน หรือคายพลังงาน)

การสลายพันธะ H - H ดูพลังงานความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบ
436 กิโลจูลต่อโมล

การสลายพันธะ F - F ดูพลังงานความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบ
159 กิโลจูลต่อโมล

การเกิดพันธะ H - F 2 พันธะ คายพลังงานความร้อน 567 กิโลจูล
ต่อโมล

พันธะ H - F รวม 2 พันธะ คายพลังงาน 2×567 กิโลจูล

ก. 32

.....
.....
เช่นปฏิกิริยา

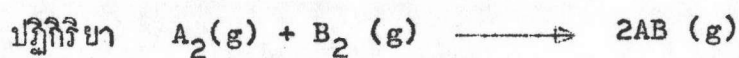
รวมพลังงานที่ใช้สลายพันธะ H - H และ F - F รวม $436 + 159 = 595$

กิโลจูล แต่พลังงานที่ได้จากการเกิดพันธะ H - F 2 พันธะ $2 \times 567 = 1134$

กิโลจูล

∴ พลังงานของการเกิดพันธะใหม่มากกว่าพลังงานของพันธะที่ถูกสลาย
 $1134 - 595 = 539$ กิโลจูล จึงเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน

แถมที่ 33



ถ้าพลังงานที่ได้จากการสลายพันธะของอะตอมเดิมของ A_2 และ B_2 ซึ่งเป็นสารตั้งต้นมากกว่าพลังงานที่ได้จากการสร้างพันธะใหม่ของ A และ B ใน $AB(g)$ ซึ่งเป็นสารใหม่ ปฏิกิริยานั้นเป็น ปฏิกิริยา _____

(คำตอบ ถูกความร้อน)

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม นอกจากต้องศึกษาเทคนิคในการสร้างบทเรียนแล้ว การสร้างแบบสอบเพื่อวัดความก้าวหน้าในการเรียนบทเรียนจะต้องสร้างให้มีความเที่ยงสูง และควรจะได้มีการวิเคราะห์แบบสอบก่อนที่จะนำมาใช้กับบทเรียนแบบโปรแกรม

2. ผู้วิจัยต้องศึกษาเนื้อหาวิชาอย่างละเอียด ยิ่งเป็นเนื้อหาวิชาที่ต้องสัมพันธ์กันหลายแขนง มิฉะนั้นจะทำให้การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคลาดเคลื่อนได้

3. ผู้วิจัยควรพยายามเลือกเรื่องที่มีเนื้อหาเหมาะสมกับอายุ สติปัญญาของผู้เรียน และเวลาที่ใช้เรียนบทเรียน เพราะถ้าบทเรียนแบบโปรแกรมยาวเกินไปจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่สนใจบทเรียนที่อยู่ตอนท้ายเท่าที่ควร

4. การใช้ภาษาควรให้เข้าใจง่าย การจัดลำดับเนื้อหาในแต่ละกรอบของบทเรียนต้องให้เหมาะสม น่าสนใจ เข้าใจง่าย ถ้ามีภาพประกอบควรเขียนให้ชัดเจน เน้นมโนทัศน์ (Concept) ที่สำคัญให้เห็นเด่นชัด

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. ควรนำบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "พลังงาน" (Energy) นี้ไปปรับปรุง

เพื่อให้บทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการสอนต่อไป หรือนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นเพื่อดูว่าจะได้ผลตามเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่

2. ควรทดลองเปรียบเทียบผลการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมระหว่างที่มีครูคอยช่วยเหลือ กับการสอนที่ไม่มีครูช่วยเหลือเลยว่าจะได้ผลแตกต่างกันหรือไม่

3. ควรมีการทดลองเปรียบเทียบผลการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้กับการสอนแบบบรรยายตามปกติ หรือการสอนแบบสอบถาม (Inquiry) หรือการสอนแบบทดลองสาธิต เป็นต้น

4. ควรมีการศึกษาว่า เมื่อใช้บทเรียนแบบโปรแกรมนี้นักเรียนมีทัศนคติต่อวิธีการเรียนแบบนี้ในเรื่องนี้อย่างไร

5. ควรมีการศึกษาว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้ใช้ได้ผลดีกับนักเรียนที่มีความสามารถและสติปัญญาในระดับใดมากที่สุด

6. ควรสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "พลังงาน" (Energy) นี้เป็นบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดอื่น ๆ บ้าง เช่น แบบสาขา หรือแบบเส้นตรงผสมแบบสาขา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและไม่รู้สึกเบื่อหน่ายต่อการเรียน และควรวิจัยหาประสิทธิภาพเช่นเดียวกับบทเรียนนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำบทเรียนไปใช้

1. ผู้ที่จะนำบทเรียนไปใช้ควรชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจวัตถุประสงค์และวิธีการเรียนบทเรียนให้ชัดเจนเสียก่อน เพราะผู้เรียนมักเข้าใจว่าบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นแบบฝึกหัด หรือเป็นข้อสอบ จึงเปิดดูคำตอบก่อนตอบ ไม่ตั้งใจอ่านข้อความในแต่ละกรอบ ทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

2. ควรหาวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อยากรู้อยากเห็น เต็มใจ และมีความเตรียมพร้อมที่จะเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม จึงจะทำให้การเรียนการสอนแบบนี้ได้ผลดี

3. ควรใช้บทเรียนแบบโปรแกรมนี้อุปกรณ์อย่างหนึ่งในการเรียนการสอน

เท่านั้น ไม่ควรใช้สอนแทนครูโดยตรง หรือใช้เมื่อมีความจำเป็นในกรณีที่ครูขาดไม่มีผู้
 เข้าสอนในช่วงโมงเรียนนั้น ๆ ใช้บทเรียนนี้เพื่อการสอนซ่อมเสริม หรือทบทวนข้อความรู้
 สำหรับผู้ที่เรียนช้าและยังไม่เข้าใจเนื้อหาเรื่อง "พลังงาน" เท่าที่ควร หรือเพราะ
 บทเรียนแบบโปรแกรมไม่อาจจะใช้ได้ดีทุกเนื้อหาวิชา โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์จะต้อง
 มีการทดลองประกอบกันด้วย

4. ไม่ควรกำหนดให้ผู้เรียนเรียนบทเรียนในเวลาเท่า ๆ กัน เพราะผู้เรียน
 แต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกัน

5. กอนนำบทเรียนไปใช้ควรปรับปรุงบางกรอบที่ตั้งกล่าวไว้ใน "อภิปรายผล
 การวิจัย" เสียก่อน