

## บทที่ 4

### ผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

ผลการวิจัยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ได้ผลลัพธ์คือ

1. สื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1
2. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1
3. ผลการประเมินความพึงพอใจในการเรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1

### สื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1

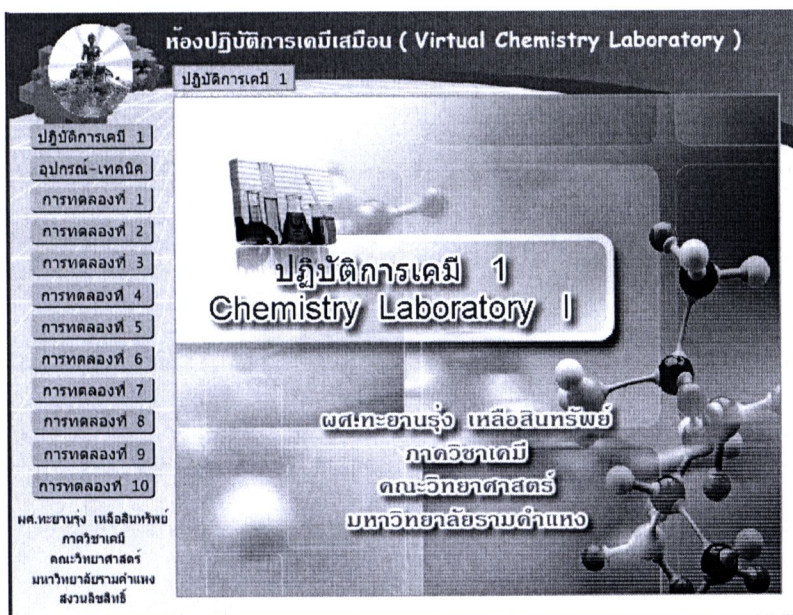
สื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ที่สร้างขึ้นนี้ ได้หน้าต่างที่ง่ายต่อการใช้งาน โดยนักศึกษาสามารถเลือกปุ่มหัวข้อต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาได้ทุกหน้าต่างของการทดลองที่สนใจ นั่นคือในขณะที่อยู่หน้าต่างหนึ่งสามารถกลับไปศึกษาในหน้าต่างที่ผ่านมาได้ทันที ในส่วนของการทดลองนั้น นักศึกษาสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการสอนนี้ และแสดงผลในลักษณะที่เป็นรูปภาพที่มีสีสันเคลื่อนไหวเสมือนการทดลองจริง นอกจากนี้ในแต่ละบทเรียนของการทดลอง ประกอบด้วย

1. วัตถุประสงค์การทดลอง
2. ทฤษฎีการทดลอง
3. วิธีการทดลอง
4. บททดสอบหลังการทดลอง

สื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 มีรายละเอียดในเมนูหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

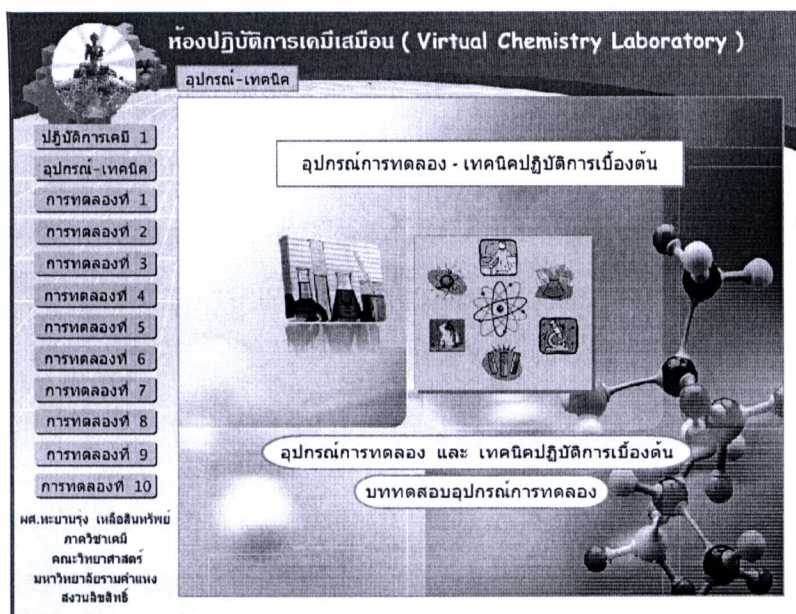


1. ปฏิบัติการเคมี 1 เมนูนี้ จะเป็นหน้าต่างหลักของสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ที่หน้าต่างนี้นักศึกษาจะมีความสะดวกมากในการที่จะเลือกศึกษาในการทดลองเรื่องใดก็ได้ ที่นักศึกษาต้องการศึกษา ดังภาพ 2



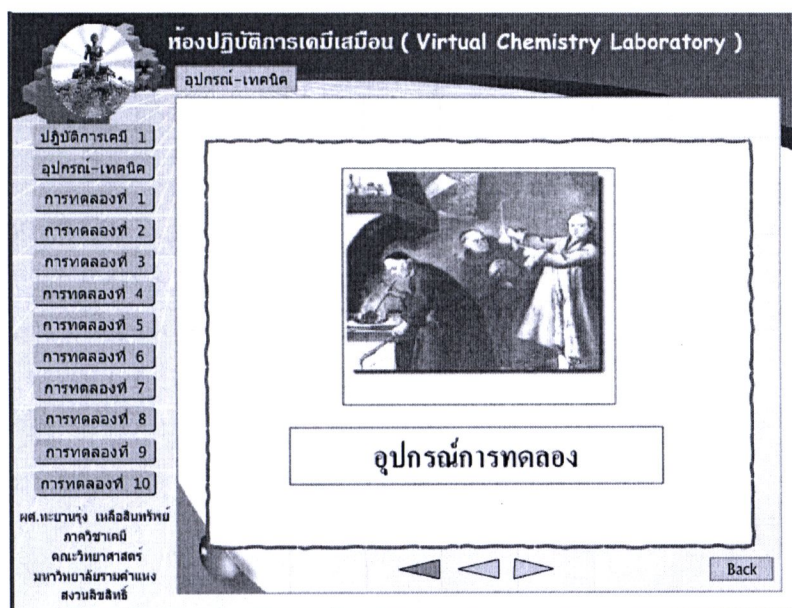
ภาพ 2 หน้าต่างปฏิบัติการเคมี 1

2. อุปกรณ์ – เทคนิค เมนูนี้ผู้ใช้สามารถที่จะศึกษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ใน ห้องทดลองทางเคมี และชื่อของอุปกรณ์เหล่านี้มีชื่อเรียกอะไรบ้าง นอกจากนี้ยังช่วยให้ ผู้ใช้ได้เข้าใจเทคนิคปฏิบัติการเบื้องต้น ในการใช้อุปกรณ์ในห้องทดลองทางเคมีและข้อควรระมัดระวังต่าง ๆ ในการใช้อุปกรณ์ทดลองเหล่านี้ ดังภาพ 3 – 5



ภาพ 3 หน้าต่างอุปกรณ์-เทคนิค

เมื่อเลือกหัวข้ออุปกรณ์การทดลองและเทคนิคปฏิบัติการเบื้องต้น ที่หน้าต่างอุปกรณ์-เทคนิค จะได้หน้าต่างอุปกรณ์การทดลอง ดังภาพ 4



ภาพ 4 หน้าต่างอุปกรณ์การทดลอง

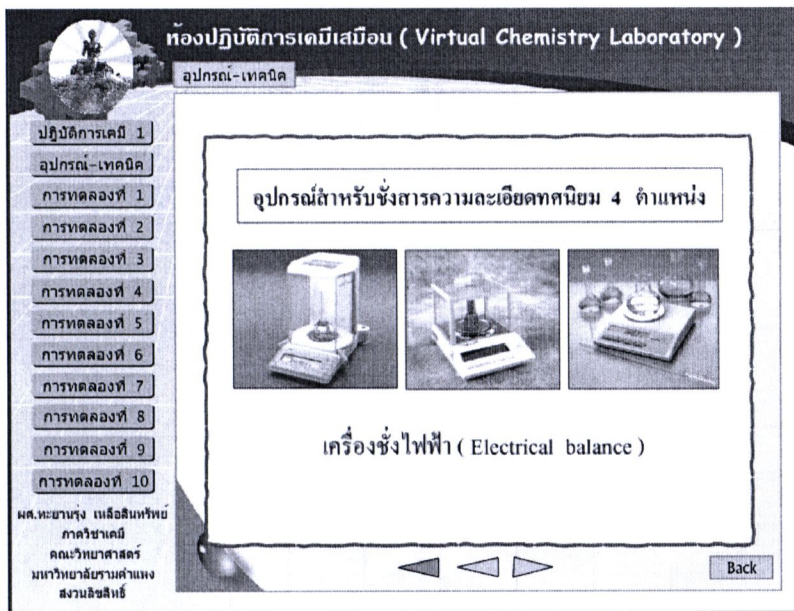
ที่หน้าต่างอุปกรณ์การทดลอง มีสัญลักษณ์คือ

- ▶ เป็นสัญลักษณ์ที่ผู้ใช้สามารถคลิก เพื่อศึกษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องทดลอง
- ◀ เป็นสัญลักษณ์ที่ผู้ใช้สามารถคลิก เพื่อศึกษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ย้อยหลัง
- ◀ เป็นสัญลักษณ์ที่ผู้ใช้สามารถคลิก เพื่อกลับไปเริ่มต้นศึกษาใหม่
- Back เป็นสัญลักษณ์ที่ผู้ใช้สามารถคลิก เพื่อกลับไปหน้าต่างอุปกรณ์ –

เทคนิค

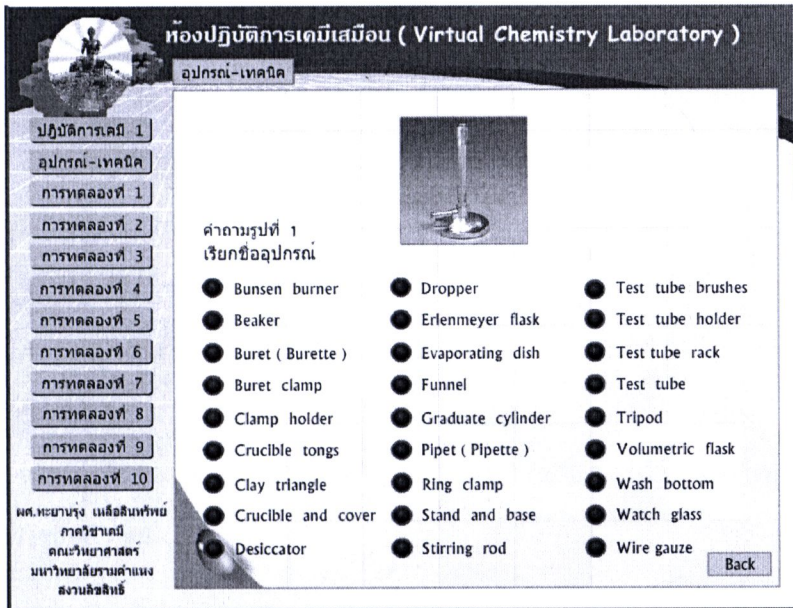
เมื่อผู้ใช้คลิกที่ ▶ ในหน้าต่างอุปกรณ์การทดลอง จะได้นหน้าต่างอุปกรณ์ต่าง ๆ

ดังภาพ 4

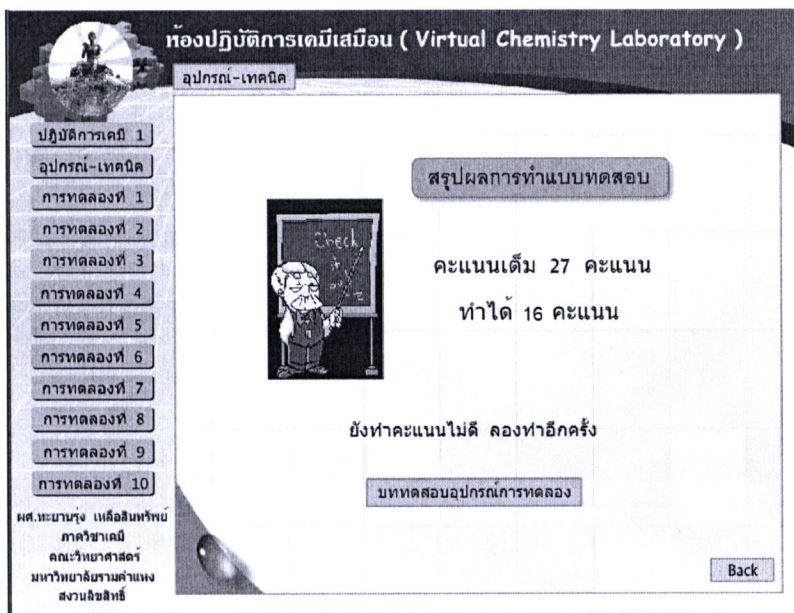


ภาพ 5 หน้าต่างอุปกรณ์การทดลอง เครื่องชั่งไฟฟ้า

เมื่อเลือกหัวข้อบททดสอบอุปกรณ์การทดลอง ที่หน้าต่างอุปกรณ์ – เทคนิค จะได้นหน้าต่างบททดสอบอุปกรณ์การทดลอง ดังภาพ 6 – 7



ภาพ 6 หน้าต่างบททดสอบอุปกรณ์การทดลอง



ภาพ 7 หน้าต่างสรุปคะแนนจากการทำบททดสอบอุปกรณ์การทดลอง

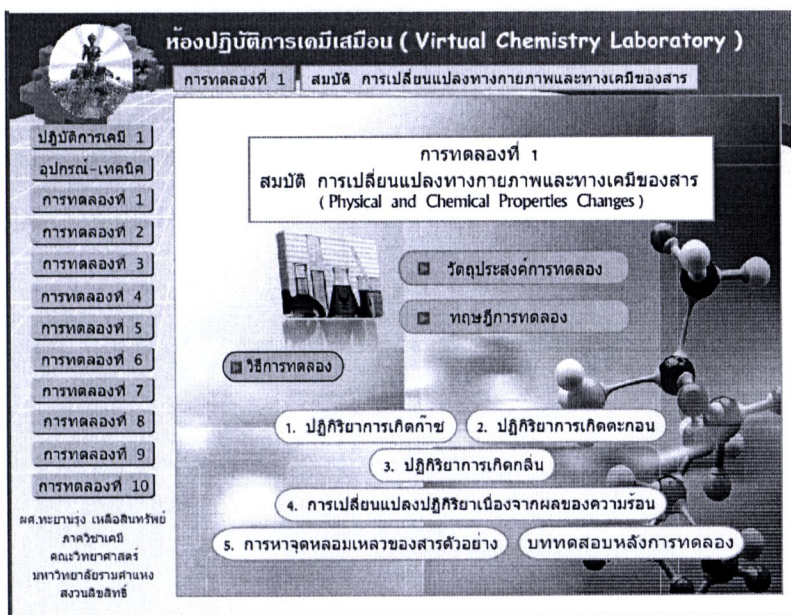
3. การทดลองที่ 1 เมนูนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับสมบัติการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของสาร ก่อนทำการทดลองผู้ใช้สามารถศึกษาวัตถุประสงค์ และ

ทฤษฎีการทดลอง นอกจากนี้สามารถเลือกทำการทดลองต่าง ๆ ได้ ใน 5 การทดลอง คือ

1. ปฏิกริยาการเกิดก๊าซ
2. ปฏิกริยาการเกิดตะกอน
3. ปฏิกริยาการเกิดกลิ่น
4. การเปลี่ยนแปลงปฏิกริยาเนื่องจากผลของความร้อน
5. การหาจุดหลอมเหลวของสารตัวอย่าง

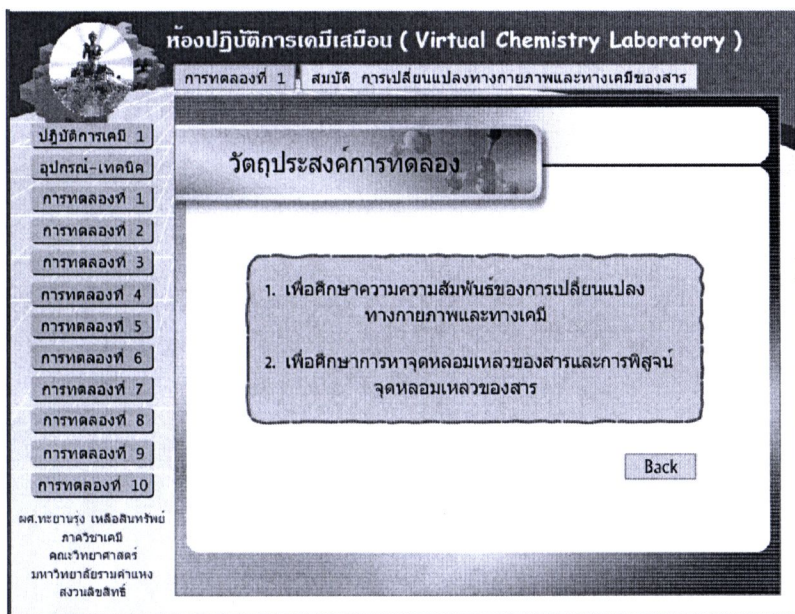
และผู้ใช้สามารถทดสอบความเข้าใจของตนเองได้ที่ บททดสอบหลังการทดลอง

ทดลอง ดังภาพ 8 – 15



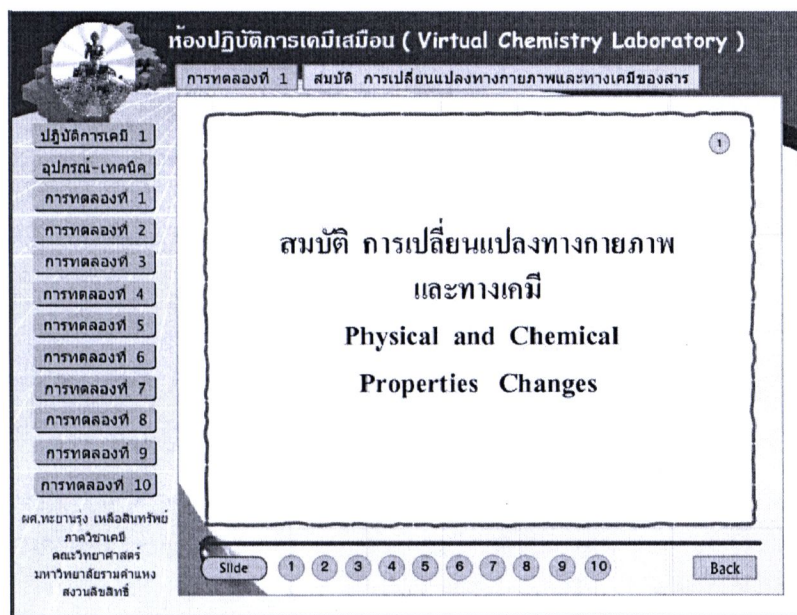
ภาพ 8 หน้าต่างการทดลองที่ 1 สมบัติ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของสาร

เมื่อเลือกหัวข้อวัตถุประสงค์การทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 1 จะได้นหน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองดังภาพ 9



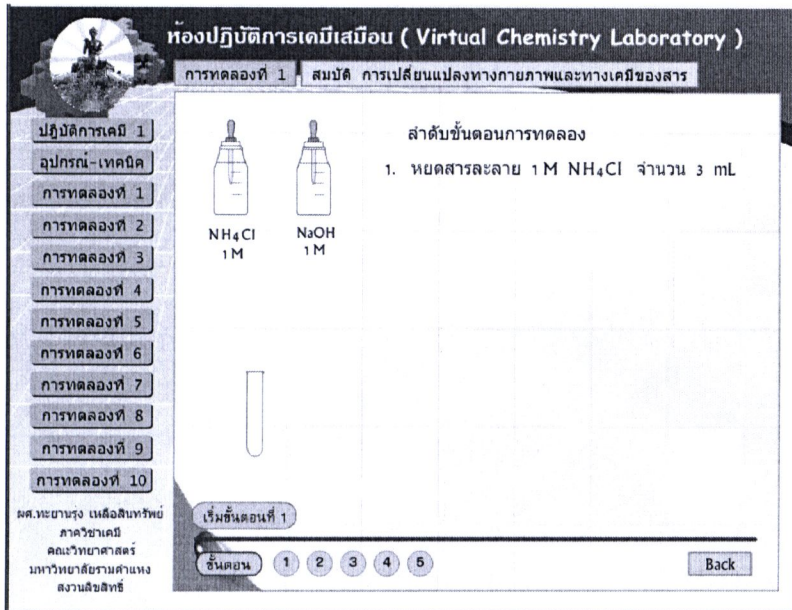
ภาพ 9 หน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองที่ 1

เมื่อเลือกหัวข้อทฤษฎีการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 1 จะได้นหน้าต่างทฤษฎีการทดลองดังภาพ 10



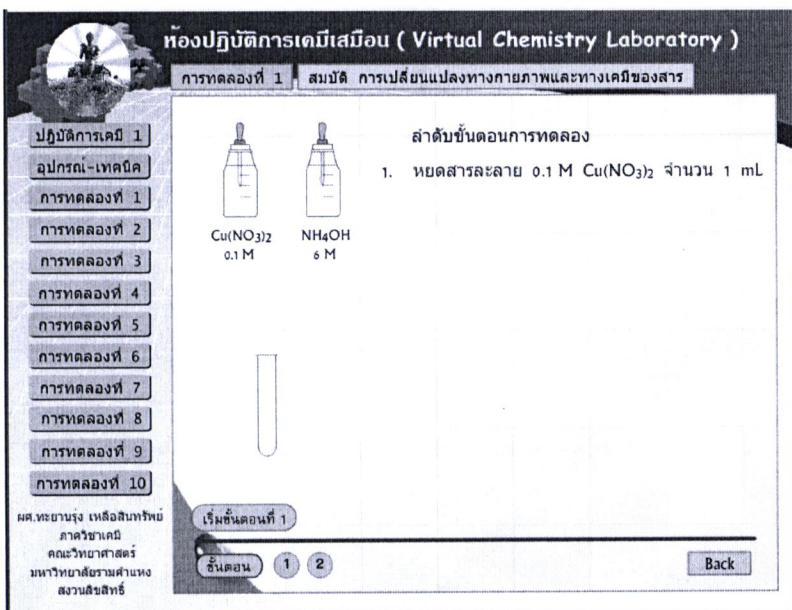
ภาพ 10 หน้าต่างทฤษฎีการทดลองที่ 1

เมื่อเลือกหัวข้อปฏิกิริยาการเกิดก๊าซ ที่หน้าต่างการทดลองที่ 1 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้น้ำต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 11



ภาพ 11 หน้าต่างการทดลองปฏิกิริยาการเกิดก๊าซ

เมื่อเลือกหัวข้อปฏิกิริยาการเกิดตะกอน ที่หน้าต่างการทดลองที่ 1 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้น้ำต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 12



ภาพ 12 หน้าต่างการทดลองปฏิกิริยาการเกิดตะกอน

เมื่อเลือกหัวข้อปฏิกิริยาการเกิดกลิ่น ที่หน้าต่างการทดลองที่ 1 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 13

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 1 สมบัติ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของสาร

ปฏิบัติการเคมี 1  
อุปกรณ์-เทคนิค  
การทดลองที่ 1  
การทดลองที่ 2  
การทดลองที่ 3  
การทดลองที่ 4  
การทดลองที่ 5  
การทดลองที่ 6  
การทดลองที่ 7  
การทดลองที่ 8  
การทดลองที่ 9  
การทดลองที่ 10

ดร.พระยาบุรุษ เหมลือสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลือสินทรัพย์

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. หยดสารละลาย 0.1 M  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  จำนวน 1 mL

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  0.1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  6 M

เริ่มขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอน 1 2

Back

ภาพ 13 หน้าต่างการทดลองปฏิกิริยาการเกิดกลิ่น

เมื่อเลือกหัวข้อการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเนื่องจากผลของความร้อน ที่หน้าต่างการทดลองที่ 1 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 14

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 1 สมบัติ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของสาร

ปฏิบัติการเคมี 1  
อุปกรณ์-เทคนิค  
การทดลองที่ 1  
การทดลองที่ 2  
การทดลองที่ 3  
การทดลองที่ 4  
การทดลองที่ 5  
การทดลองที่ 6  
การทดลองที่ 7  
การทดลองที่ 8  
การทดลองที่ 9  
การทดลองที่ 10

ดร.พระยาบุรุษ เหมลือสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลือสินทรัพย์

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ใช้ช้อนตักสาร  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  ลงใน Test tube ทั้ง 3 ทอด

ทดสอบ Test tube 3 2 1

สาร  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$

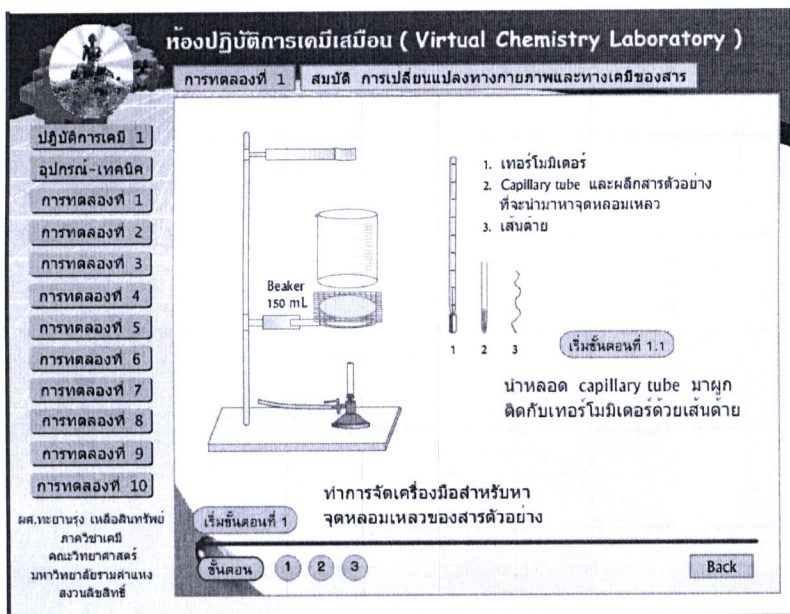
เริ่มขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอน 1 2 3 4 5

Back

ภาพ 14 หน้าต่างการทดลองการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเนื่องจากผลของความร้อน

เมื่อเลือกหัวข้อการหาจุดหลอมเหลวของสารตัวอย่าง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 1 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 15



ภาพ 15 หน้าต่างการทดลองการหาจุดหลอมเหลวของสารตัวอย่าง

เมื่อเลือกหัวข้อบททดสอบหลังการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 1 ก็จะเข้าสู่การทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ใช้ในการทดลองที่ 1 สมบัติการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี ซึ่งผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้และทราบผลคะแนนทันทีดังภาพ 16 -

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 1 สมบัติ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของสาร

ปฏิบัติการเคมี 1

อุปกรณ์-เทคนิค

การทดลองที่ 1

การทดลองที่ 2

การทดลองที่ 3

การทดลองที่ 4

การทดลองที่ 5

การทดลองที่ 6

การทดลองที่ 7

การทดลองที่ 8

การทดลองที่ 9

การทดลองที่ 10

ผศ.พะยานรุ่ง เหลืองสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลี้ขสิทธิ์

สมบัติ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของสาร

1. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

- 1 การหลอม Naphthalene ในขามกระเบื้อง
- 2 การทำเหล็กให้เป็นแม่เหล็ก
- 3  $\text{H}_2\text{O}(s) \xrightarrow{\text{Heat}} \text{H}_2\text{O}(l)$
- 4  $\text{Cl}_2(g) + 2 \text{Na}(s) \xrightarrow{\quad} 2 \text{NaCl}(s)$

Back

ภาพ 16 หน้าต่างบททดสอบหลังการทดลองที่ 1

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 1 สมบัติ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของสาร

ปฏิบัติการเคมี 1

อุปกรณ์-เทคนิค

การทดลองที่ 1

การทดลองที่ 2

การทดลองที่ 3

การทดลองที่ 4

การทดลองที่ 5

การทดลองที่ 6

การทดลองที่ 7

การทดลองที่ 8

การทดลองที่ 9

การทดลองที่ 10

ผศ.พะยานรุ่ง เหลืองสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลี้ขสิทธิ์

สรุปผลการทำแบบทดสอบ

คะแนนเต็ม 5 คะแนน

ทำได้ 2 คะแนน

ได้คะแนนน้อยเกินไป ลองสอบใหม่นะคะ

บททดสอบหลังการทดลอง

Back

ภาพ 17 หน้าต่างสรุปคะแนนจากการทำบททดสอบภายหลังการทดลองที่ 1

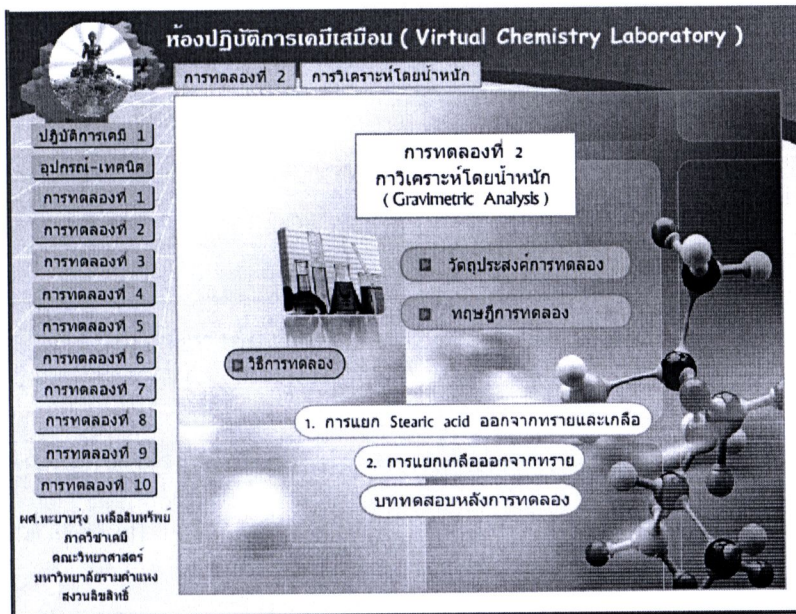
4. การทดลองที่ 2 เมนูนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับการวิเคราะห์โดยน้ำหนัก ก่อนทำการทดลองผู้ใช้สามารถศึกษาวัตถุประสงค์ และทฤษฎีการทดลอง นอกจากนี้สามารถเลือกทำการทดลองต่างๆ ได้ใน 2 การทดลอง คือ

1. การแยก Stearic acid ออกจากทรายและเกลือ

2. การแยกเกลือออกจากทราย

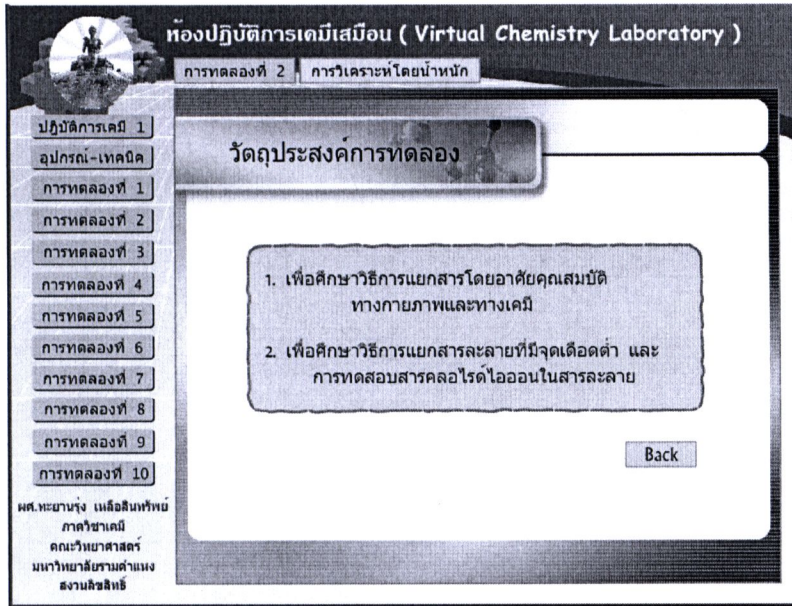
และผู้ใช้สามารถทดสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง ได้ที่บททดสอบหลัง

การทดลอง ดังภาพ 18 – 24



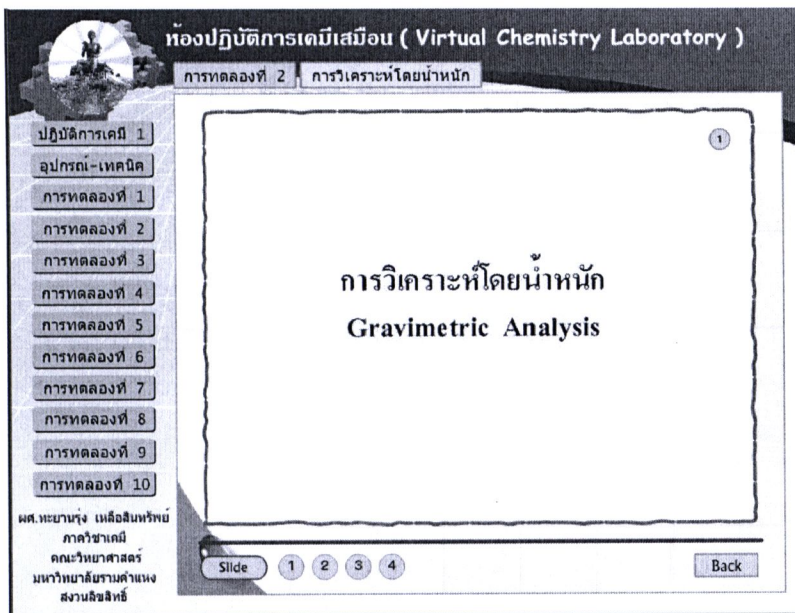
ภาพ 18 หน้าต่างการทดลองที่ 2 การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก

เมื่อเลือกหัวข้อวัตถุประสงค์การทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 2 จะได้ หน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองดังภาพ 19



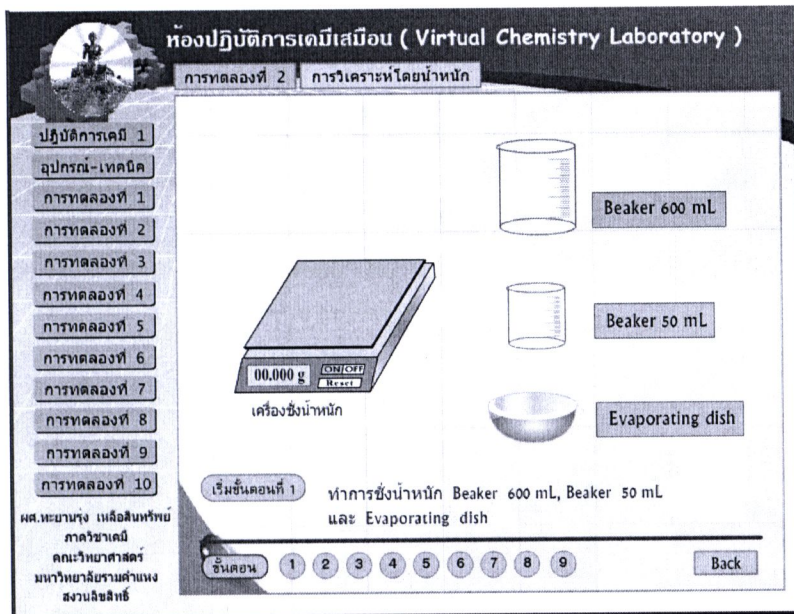
ภาพ 19 หน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองที่ 2

เมื่อเลือกหัวข้อทฤษฎีการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 2 จะได้นหน้าต่างทฤษฎีการทดลองดังภาพ 20



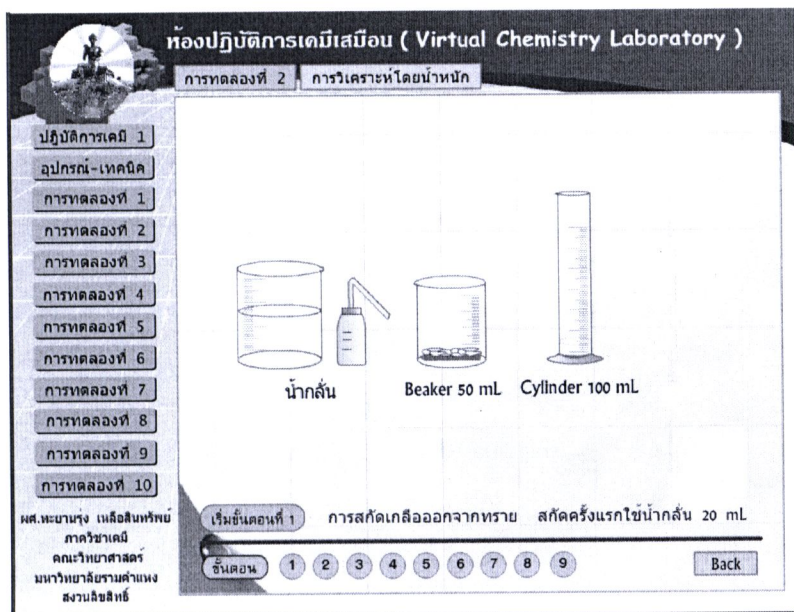
ภาพ 20 หน้าต่างทฤษฎีการทดลองที่ 2

เมื่อเลือกหัวข้อการแยก Stearic acid ออกจากทรายและเกลือ ที่หน้าต่างการทดลองที่ 2 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 21



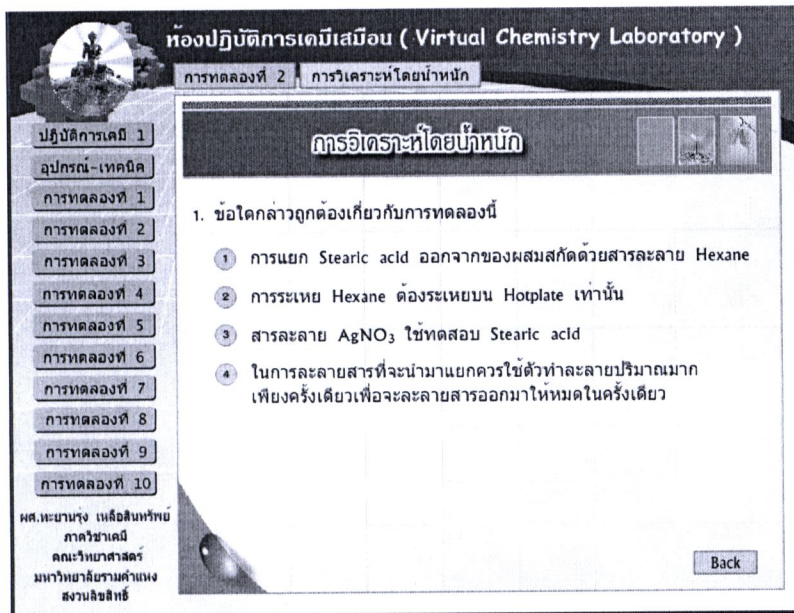
ภาพ 21 หน้าต่างการทดลองการแยก Stearic acid ออกจากทรายและเกลือ

เมื่อเลือกหัวข้อการแยกเกลือออกจากทราย ที่หน้าต่างการทดลองที่ 2 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 22

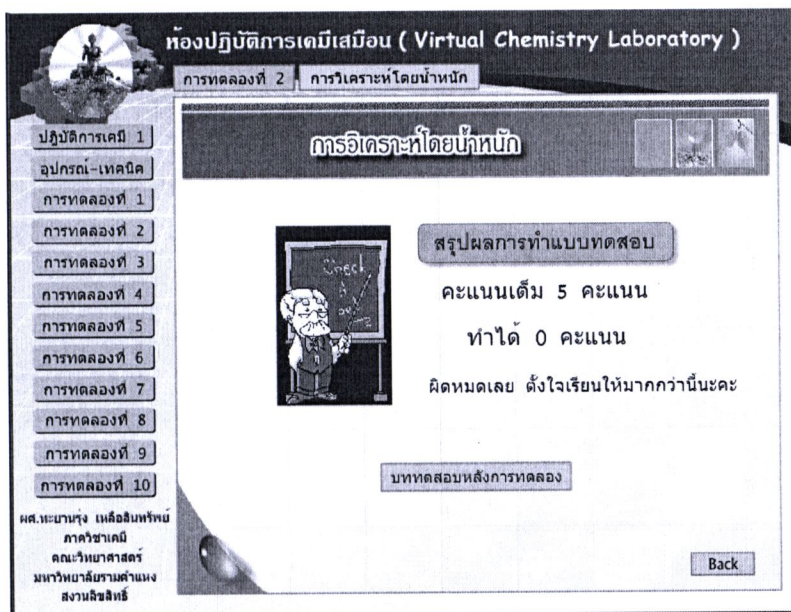


ภาพ 22 หน้าต่างการทดลองการแยกเกลือออกจากทราย

เมื่อเลือกบททดสอบหลังการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 2 ก็จะเข้าสู่การทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ใช้ในการทดลองที่ 2 การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก ซึ่งผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้และทราบผลคะแนนทันทีดังภาพ 23 – 24

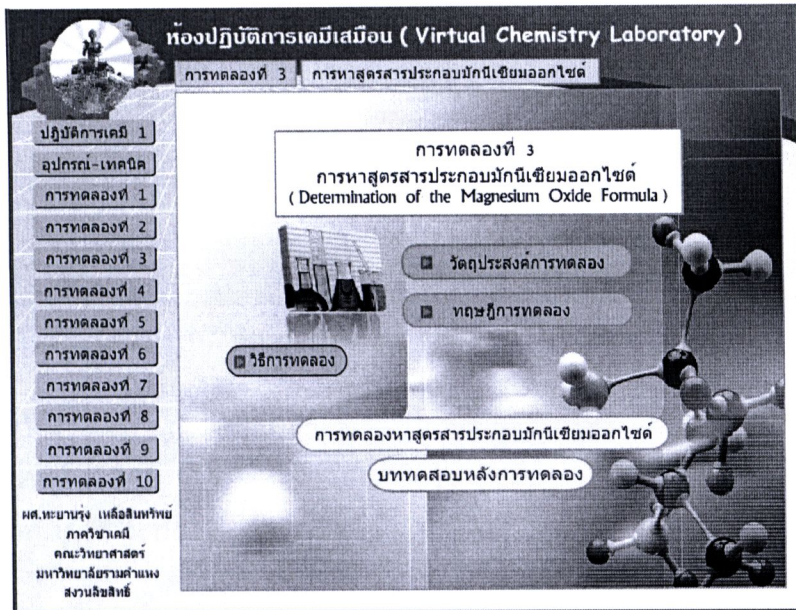


ภาพ 23 หน้าต่างบททดสอบหลังการทดลองที่ 2



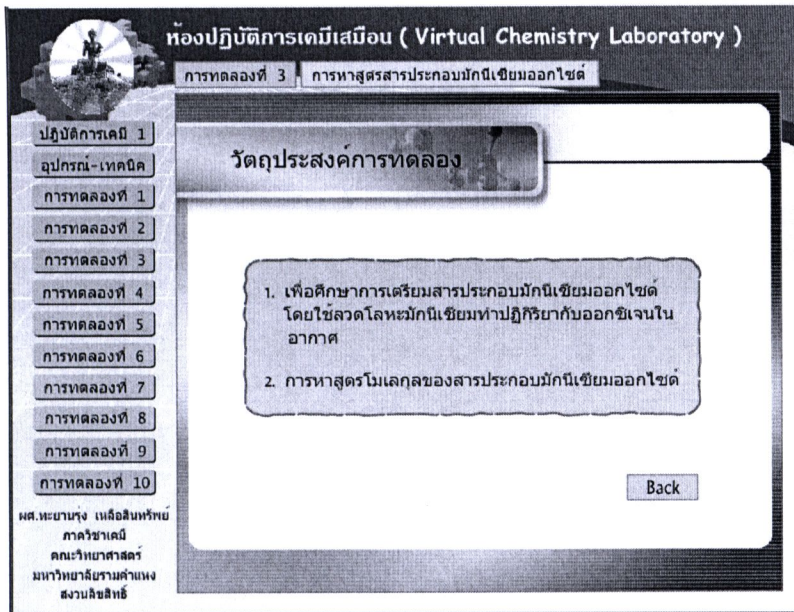
ภาพ 24 หน้าต่างสรุปคะแนนจากการทำบททดสอบภายหลังการทดลองที่ 2

5. การทดลองที่ 3 เมนูนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับการหาสูตรสารประกอบแมกนีเซียมออกไซด์ ก่อนทำการทดลองผู้ใช้สามารถศึกษาวัตถุประสงค์ และทฤษฎีการทดลอง นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถทดสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง ได้ที่บททดสอบหลังการทดลอง ดังภาพ 25 – 30



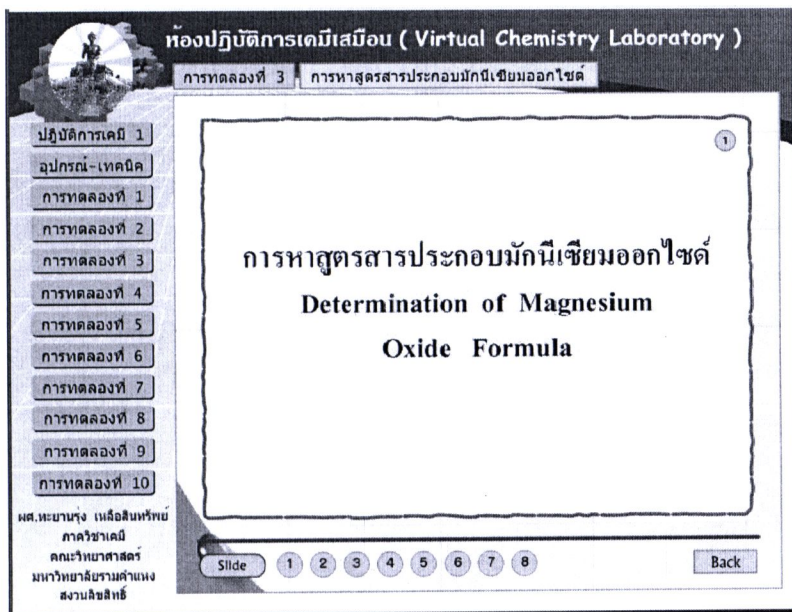
ภาพ 25 หน้าต่างการทดลองที่ 3 การหาสูตรสารประกอบแมกนีเซียมออกไซด์

เมื่อเลือกหัวข้อวัตถุประสงค์การทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 3 จะได้นหน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองดังภาพ 26



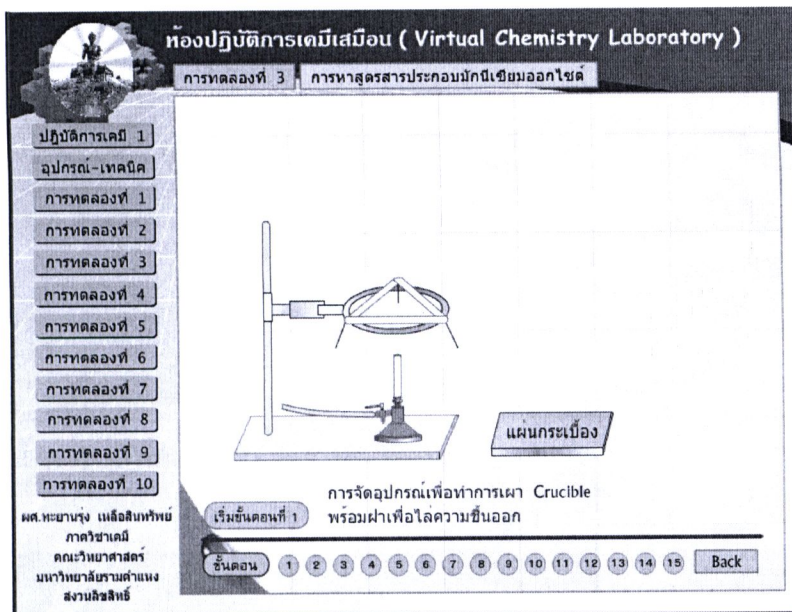
ภาพ 26 หน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองที่ 3

เมื่อเลือกหัวข้อทฤษฎีการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 3 จะได้นหน้าต่างทฤษฎีการทดลองดังภาพ 27



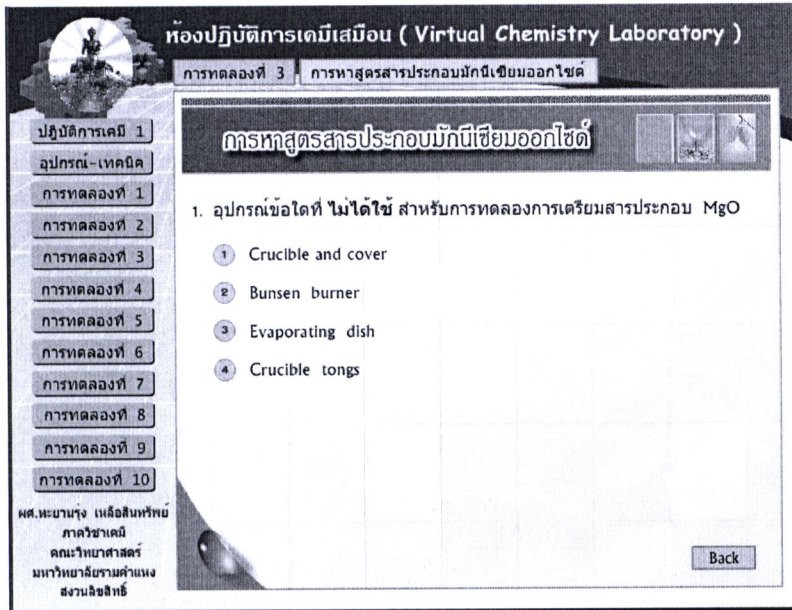
ภาพ 27 หน้าต่างทฤษฎีการทดลองที่ 3

เมื่อเลือกหัวข้อการทดลองหาสูตรสารประกอบแมกนีเซียมออกไซด์ ที่หน้าต่าง  
การทดลองที่ 3 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 28

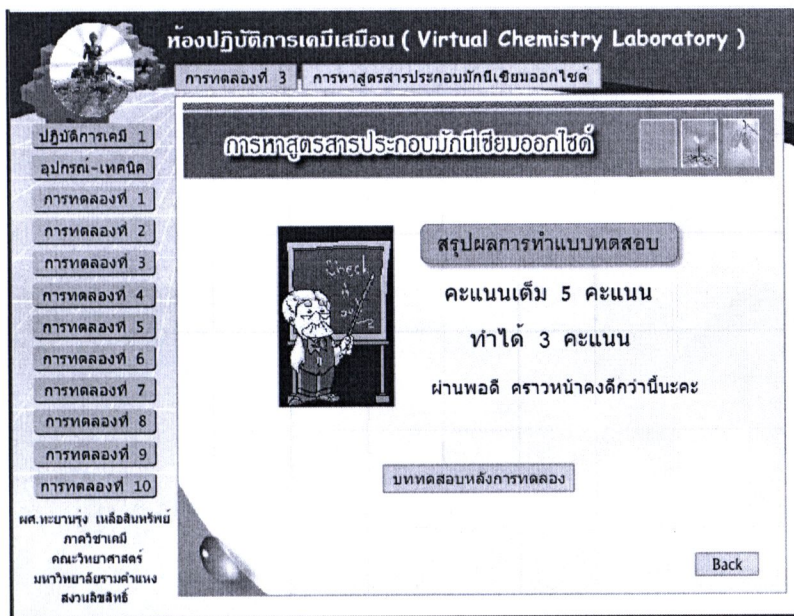


ภาพ 28 หน้าต่างการทดลองหาสูตรสารประกอบแมกนีเซียมออกไซด์

เมื่อเลือกหัวข้อบททดสอบหลังการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 3 ก็จะเข้าสู่  
การทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ใช้ในการทดลองที่ 3 การหาสูตรสารประกอบแมกนี-  
เซียมออกไซด์ ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้และทราบผลคะแนนทันทีดังภาพ 29 – 30



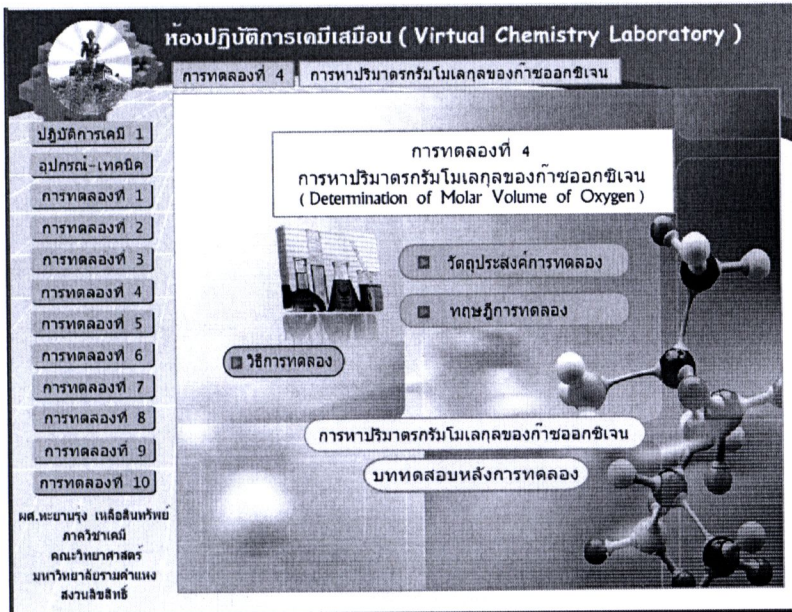
ภาพ 29 หน้าต่างบททดสอบหลังการทดลองที่ 3



ภาพ 30 หน้าต่างสรุปคะแนนจากการทำบททดสอบภายหลังการทดลองที่ 3

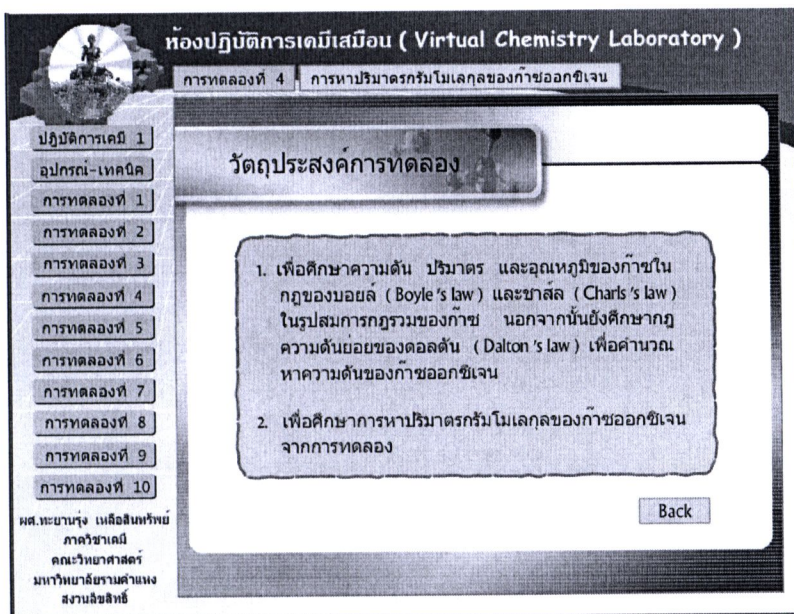
6. การทดลองที่ 4 เมนูนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับการหาปริมาณกรัมโมเลกุลของกำมะถันออกซิเจน ก่อนทำการทดลองผู้ใช้สามารถศึกษาวัตถุประสงค์และทฤษฎีการ

ทดลอง นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถทดสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง ได้ที่บททดสอบ หลังการทดลอง ดังภาพ 31 – 36



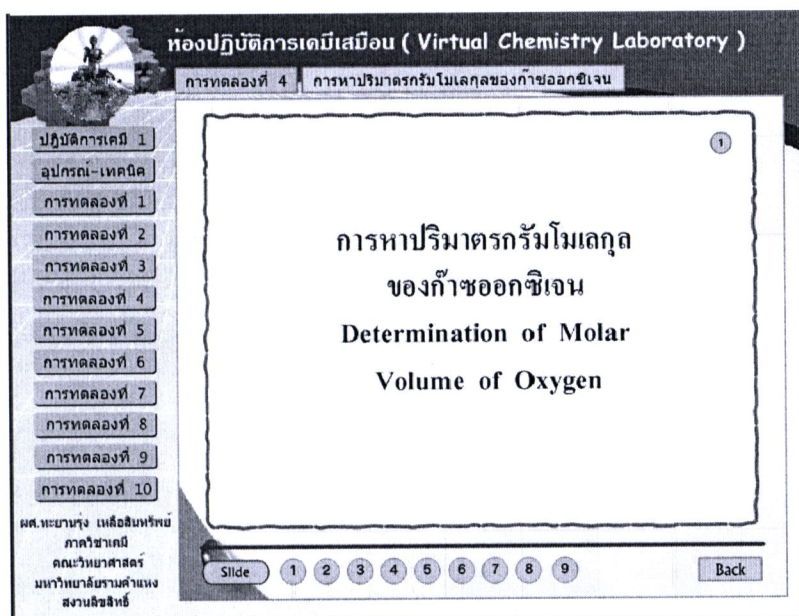
ภาพ 31 หน้าต่างการทดลองที่ 4 การหาปริมาตรกรัมโมเลกุลของก๊าซออกซิเจน

เมื่อเลือกหัวข้อวัตถุประสงค์การทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 4 จะได้นหน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองดังภาพ 32



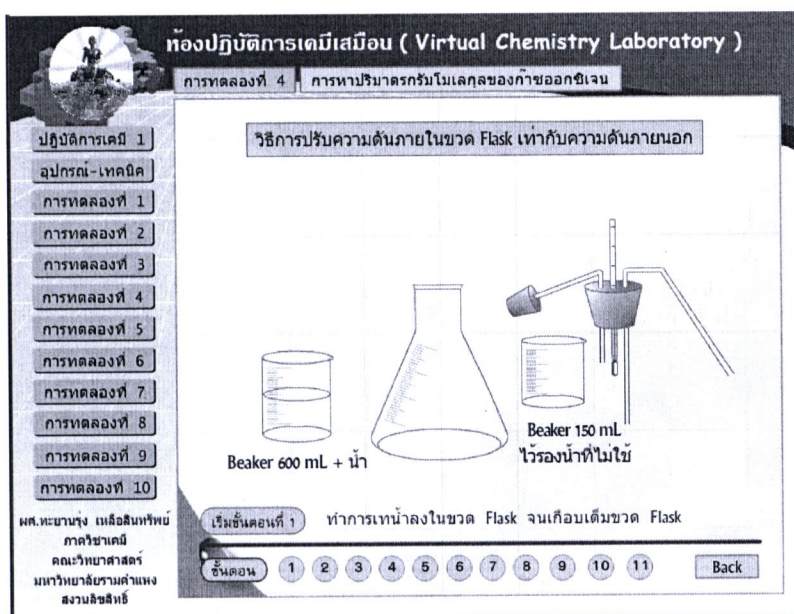
ภาพ 32 หน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองที่ 4

เมื่อเลือกหัวข้อทฤษฎีการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 4 จะได้นี้หน้าต่าง  
ทฤษฎีการทดลองดังภาพ 33



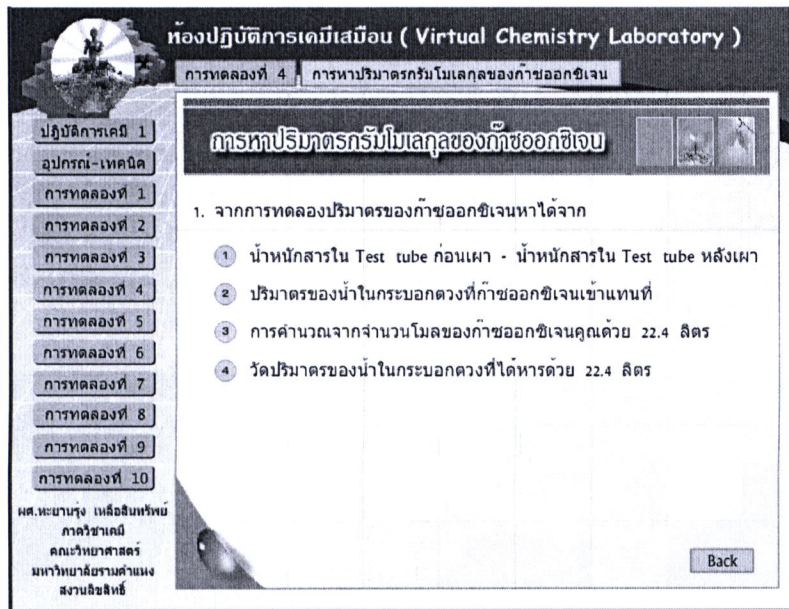
ภาพ 33 หน้าต่างทฤษฎีการทดลองที่ 4

เมื่อเลือกหัวข้อการหาปริมาตรกรัมโมเลกุลของก๊าซออกซิเจน ที่หน้าต่างการ  
ทดลองที่ 4 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้นี้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 34

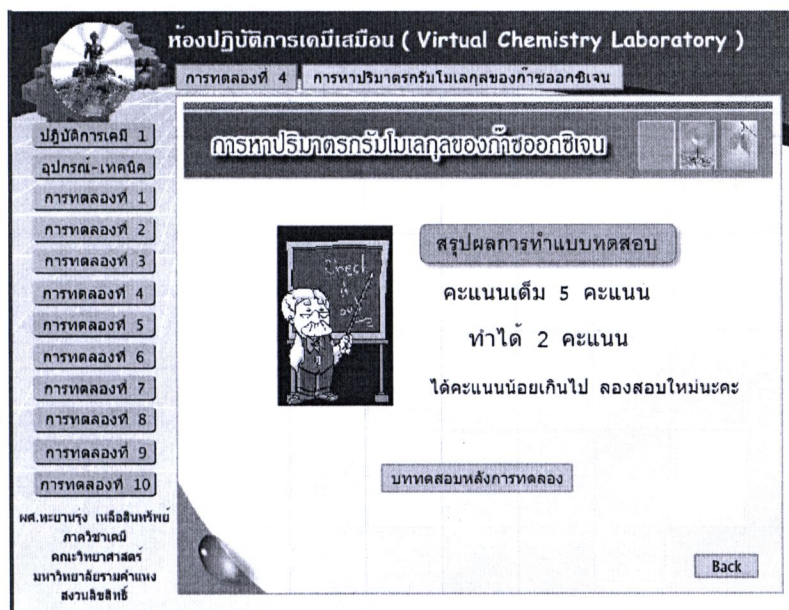


ภาพ 34 หน้าต่างการทดลองการหาปริมาตรกรัมโมเลกุลของก๊าซออกซิเจน

เมื่อเลือกหัวข้อบททดสอบหลังการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 4 ก็จะเข้าสู่การทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ใช้ในการทดลองที่ 4 การหาปริมาตรกรัมโมเลกุลของก๊าซออกซิเจน ซึ่งผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้และทราบผลคะแนนทันทีดังภาพ 35 – 36



ภาพ 35 หน้าต่างบททดสอบหลังการทดลองที่ 4



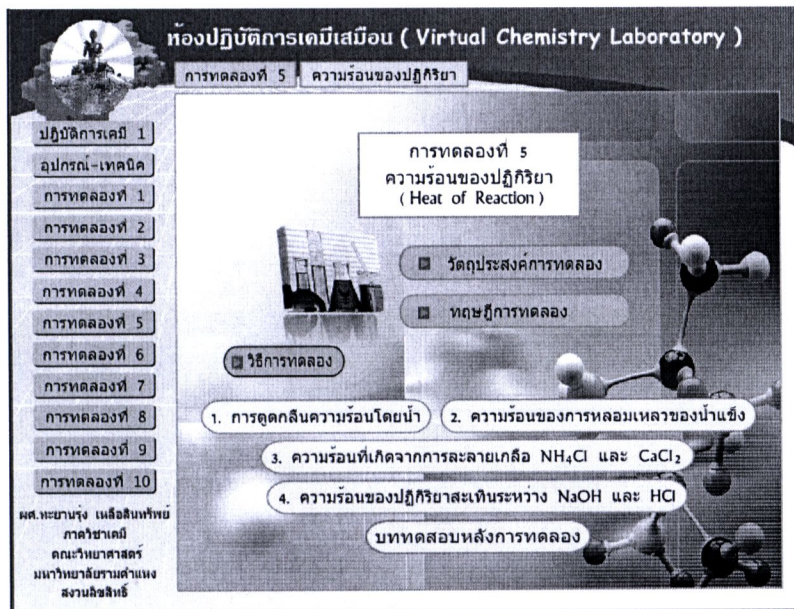
ภาพ 36 หน้าต่างสรุปคะแนนจากการทำบททดสอบภายหลังการทดลองที่ 4



7. การทดลองที่ 5 เมื่อนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับความร้อนของปฏิกิริยา ก่อนทำการทดลองผู้ใช้สามารถศึกษาวัตถุประสงค์ และทฤษฎีการทดลอง นอกจากนี้ยังสามารถเลือกทำการทดลองต่าง ๆ ได้ใน 4 การทดลอง คือ

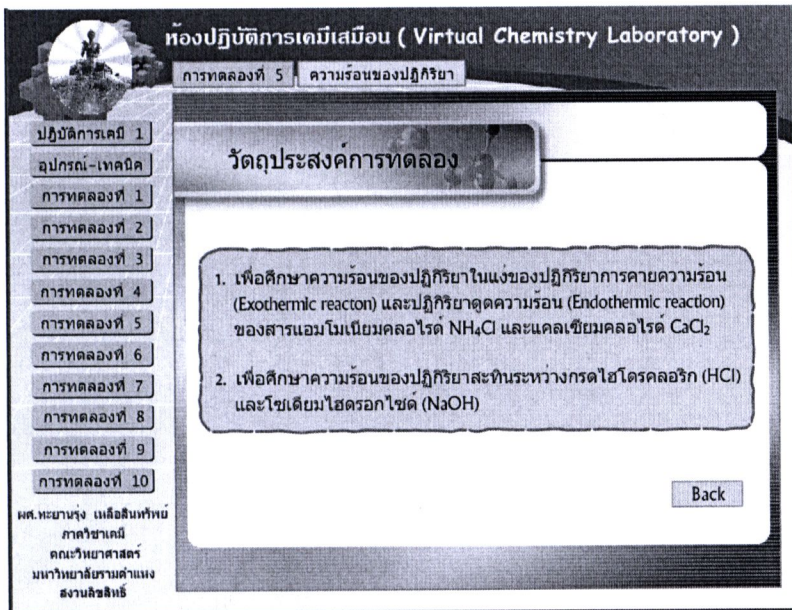
1. การดูดกลืนความร้อนโดยน้ำ
2. ความร้อนของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง
3. ความร้อนที่เกิดจากการละลายเกลือ  $\text{NH}_4\text{Cl}$  และ  $\text{CaCl}_2$
4. ความร้อนของปฏิกิริยาระหว่าง  $\text{NaOH}$  และ  $\text{HCl}$

และผู้ใช้สามารถทดสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง ได้ที่บททดสอบหลังการทดลองดังภาพ 37 – 45



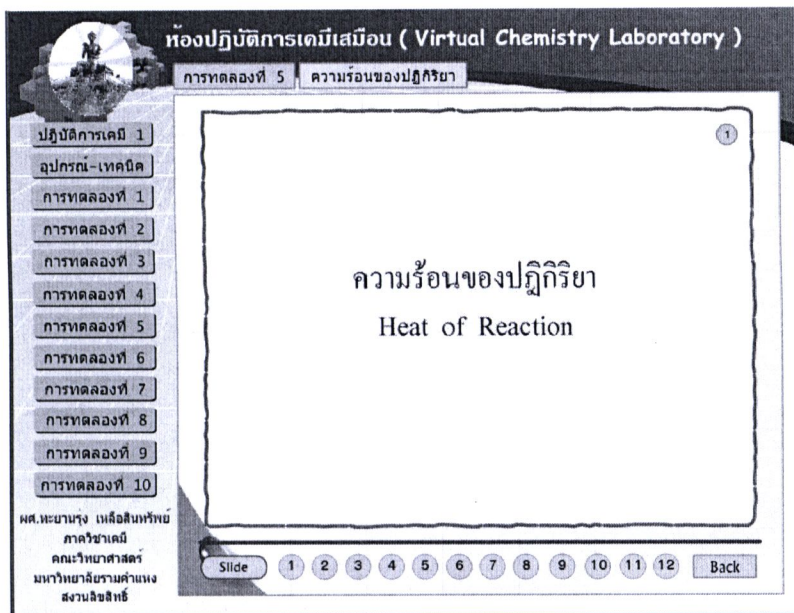
ภาพ 37 หน้าต่างการทดลองที่ 5 ความร้อนของปฏิกิริยา

เมื่อเลือกหัวข้อวัตถุประสงค์การทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 5 จะได้นหน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองดังภาพ 38



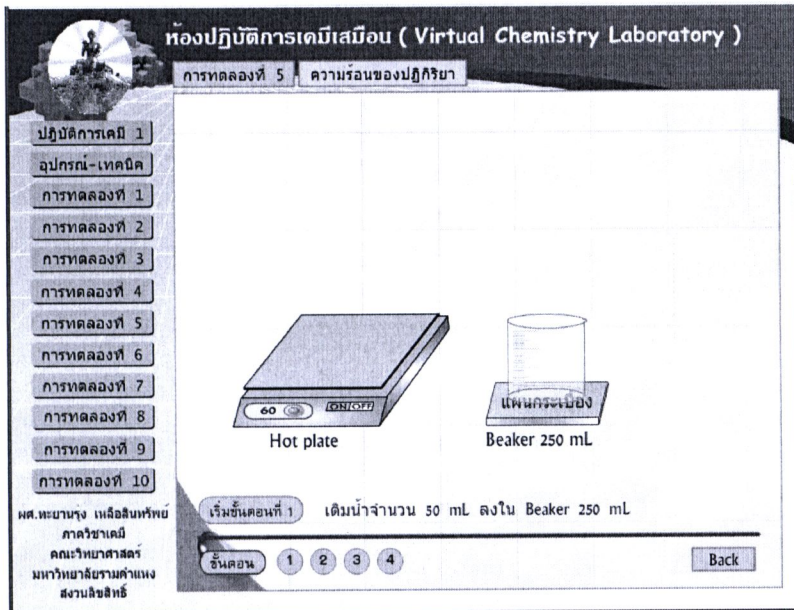
ภาพ 38 หน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองที่ 5

เมื่อเลือกหัวข้อทฤษฎีการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 5 จะได้นหน้าต่างทฤษฎีการทดลองดังภาพ 39



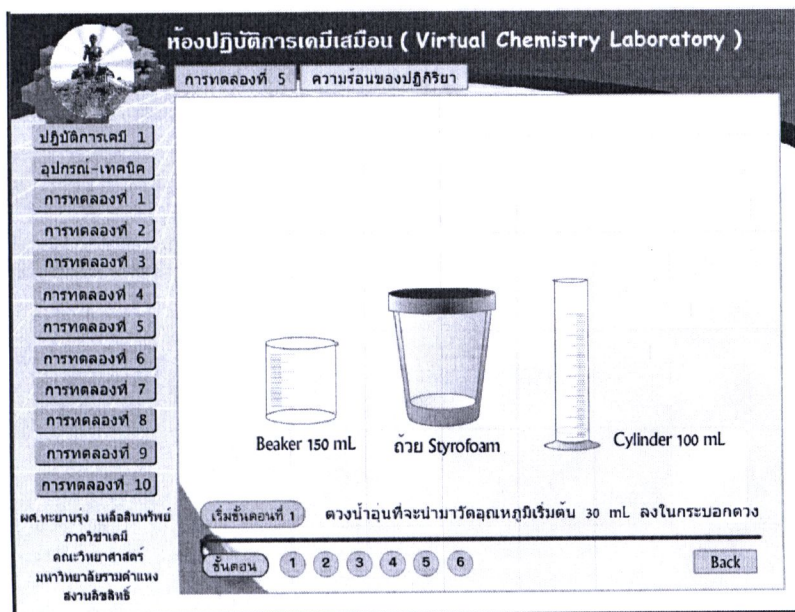
ภาพ 39 หน้าต่างทฤษฎีการทดลองที่ 5

เมื่อเลือกหัวข้อการดูดกลืนความร้อนโดยน้ำ ที่หน้าต่างการทดลองที่ 5 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 40



ภาพ 40 หน้าต่างการทดลองการดูดกลืนความร้อนโดยน้ำ

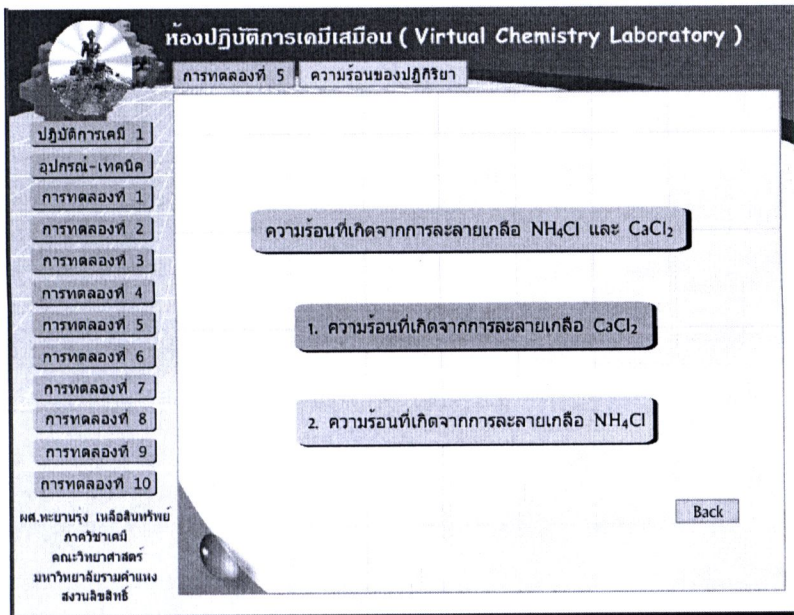
เมื่อเลือกหัวข้อความร้อนของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 5 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 41



ภาพ 41 หน้าต่างการทดลองความร้อนของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง

เมื่อเลือกหัวข้อความร้อนที่เกิดจากการละลายเกลือ  $\text{NH}_4\text{Cl}$  และ  $\text{CaCl}_2$  ที่หน้าต่างการทดลองที่ 5 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ

42



ภาพ 42 หน้าต่างการทดลองความร้อนที่เกิดจากการละลายเกลือ  $\text{NH}_4\text{Cl}$  และ  $\text{CaCl}_2$

เมื่อเลือกหัวข้อความร้อนของปฏิกิริยาสะเทินระหว่าง  $\text{NaOH}$  และ  $\text{HCl}$  ที่หน้าต่างการทดลองที่ 5 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ

43

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 5 ความร้อนของปฏิกิริยา

ความร้อนของปฏิกิริยาระหว่าง NaOH และ HCl

1. ปฏิกิริยาระหว่าง NaOH ที่เป็นของแข็งละลายในน้ำ 100 mL
2. ปฏิกิริยาระหว่าง NaOH ที่เป็นของแข็งละลายในกรด HCl 100 mL ความเข้มข้น 0.25 M
3. ปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย NaOH 50 mL ความเข้มข้น 0.5 M และสารละลายกรด HCl 50 mL ความเข้มข้น 0.5 M

Back

ดร.ระยาจุง เหลือสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลือสิทธิ์

ภาพ 43 หน้าต่างการทดลองความร้อนของปฏิกิริยาระหว่าง NaOH และ HCl

เมื่อเลือกหัวข้อบททดสอบหลังการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 5 ก็จะเข้าสู่การทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ใช้ในการทดลองที่ 5 ความร้อนของปฏิกิริยาเคมี ซึ่งผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้และทราบผลคะแนนทันทีดังภาพ 44 – 45

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 5 ความร้อนของปฏิกิริยา

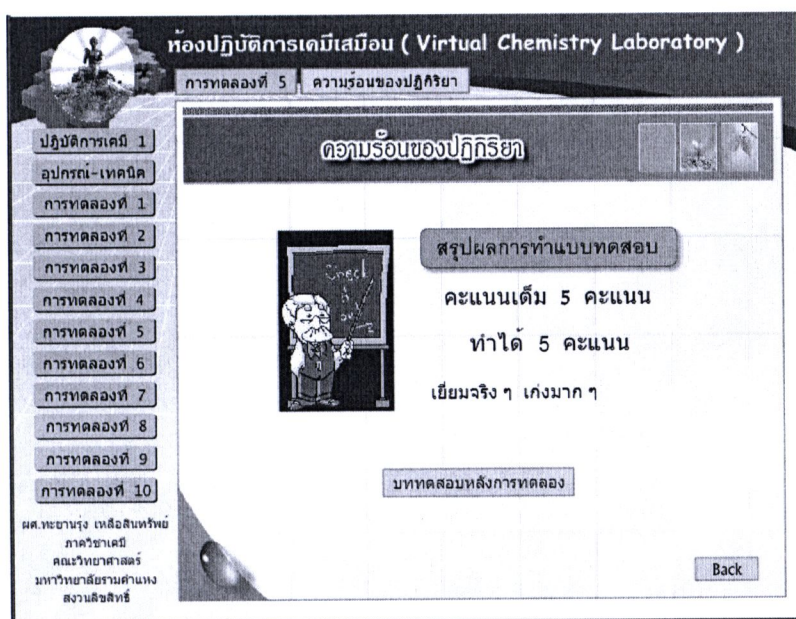
ความร้อนของปฏิกิริยา

1. เครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณความร้อนของสารในการทดลองนี้คือ
  - 1 Styrofoam cup
  - 2 Erlenmeyer Flask
  - 3 Beaker
  - 4 Thermometer

Back

ดร.ระยาจุง เหลือสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลือสิทธิ์

ภาพ 44 หน้าต่างหัวข้อบททดสอบหลังการทดลองที่ 5

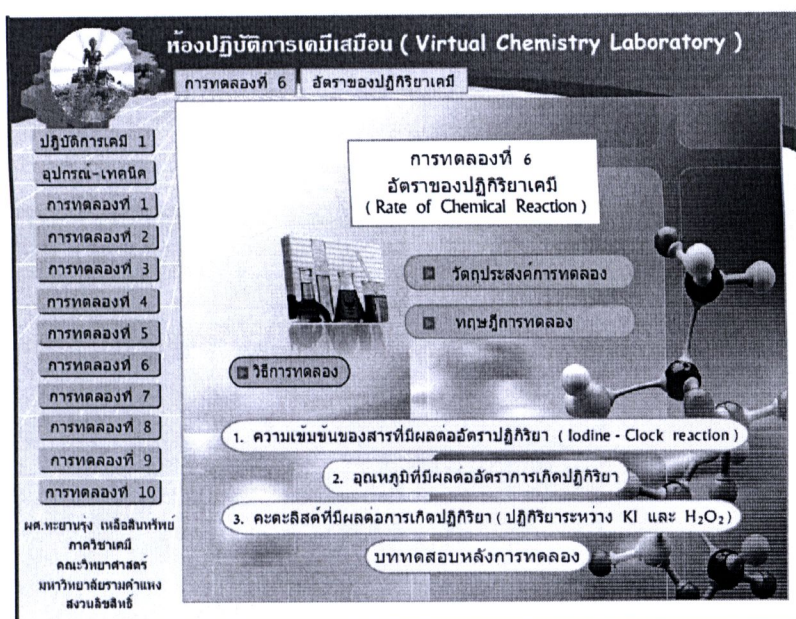


ภาพ 45 หน้าต่างสรุปคะแนนจากการทำแบบทดสอบภายหลังจากการทดลองที่ 5

8. การทดลองที่ 6 เมนูนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับอัตราของปฏิกิริยาเคมี ก่อนทำการทดลองผู้ใช้สามารถศึกษาวัตถุประสงค์ และทฤษฎีการทดลอง นอกจากนี้สามารถเลือกทำการทดลองต่าง ๆ ได้ใน 3 การทดลอง คือ

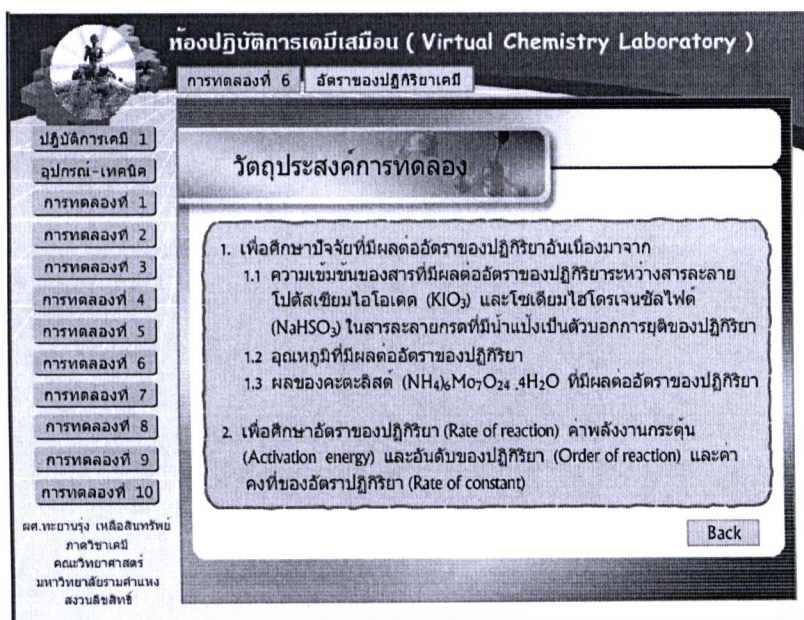
1. ความเข้มข้นของสารที่มีผลต่ออัตราปฏิกิริยา (Iodine - Clock reaction)
2. อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา
3. คะตะลิสต์ที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา (ปฏิกิริยาระหว่าง KI และ  $H_2O_2$ )

และผู้ใช้สามารถทดสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง ได้ที่บททดสอบหลังการทดลองดังภาพ 46 – 53



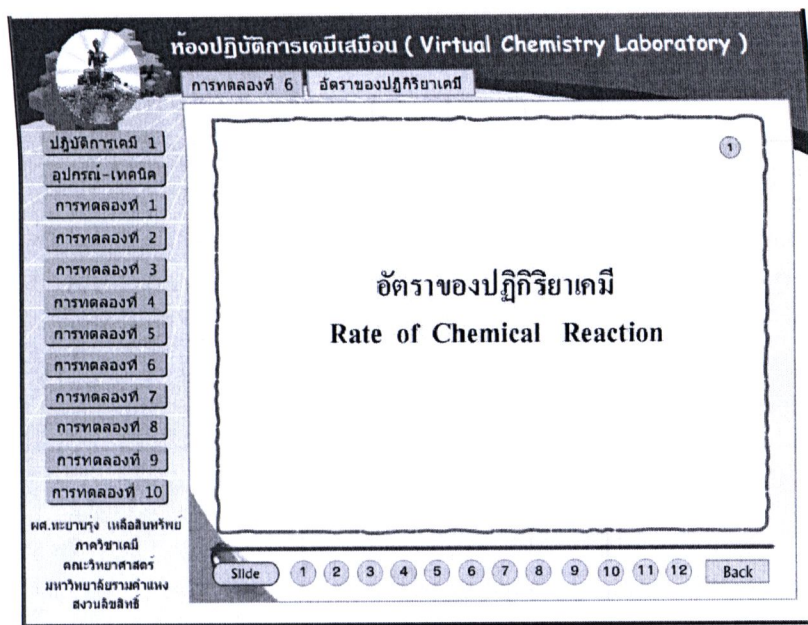
ภาพ 46 หน้าต่างการทดลองที่ 6 อัตราของปฏิกิริยาเคมี

เมื่อเลือกหัวข้อวัตถุประสงค์การทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 6 จะได้นหน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองดังภาพ 47



ภาพ 47 หน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองที่ 6

เมื่อเลือกหัวข้อทฤษฎีการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 6 จะได้นหน้าต่างทฤษฎีการทดลองดังภาพ 48



ภาพ 48 หน้าต่างทฤษฎีการทดลองที่ 6

เมื่อเลือกหัวข้อความเข้มข้นของสารที่มีผลต่ออัตราปฏิกิริยา (Iodine - Clock reaction) ที่หน้าต่างการทดลองที่ 6 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้นหน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 49

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 6 อัตราของปฏิกิริยาเคมี

ผลของความเข้มข้นที่มีผลต่ออัตราของปฏิกิริยา

สารละลายที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาได้แก่  
 สารละลาย A คือ 0.02 M  $\text{KIO}_3$   
 สารละลาย B คือ 0.01 M  $\text{NaHSO}_3$  ในสารละลายกรดที่มีน้ำส้ม

ตารางการเตรียมสารละลาย A และ B

สารละลายผสม	สารละลาย A (mL)	สารละลาย B (mL)	น้ำกลั่น (mL)
1	10	10	40
2	10	20	30
3	10	30	20
4	20	30	10
5	30	30	0

ขั้นตอน 1 2 3 4 5 6 7 8 9 Back

ผศ.พะยานรุ่ง เหลือสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนจตุจักร

ภาพ 49 หน้าต่างการทดลองความเข้มข้นของสารที่มีผลต่ออัตราปฏิกิริยา (Iodine - Clock reaction)

เมื่อเลือกหัวข้ออุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ที่หน้าต่างการทดลองที่ 6 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 50

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 6 อัตราของปฏิกิริยาเคมี

อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดของปฏิกิริยา

สารละลายที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาได้แก่  
 สารละลาย A คือ 0.02 M  $\text{KIO}_3$   
 สารละลาย B คือ 0.01 M  $\text{NaHSO}_3$  ในสารละลายกรดที่มีน้ำส้ม

ตารางการเตรียมสารละลาย A และ B

สารละลายผสม	อุณหภูมิ (C)	สารละลาย A (mL)	สารละลาย B (mL)
1	5	5	5
2	10	5	5
3	20	5	5
4	30	5	5
5	40	5	5
6	50	5	5

ขั้นตอน 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Back

ผศ.พะยานรุ่ง เหลือสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนจตุจักร

ภาพ 50 หน้าต่างการทดลองอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

เมื่อเลือกหัวข้ออะตอมที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา (ปฏิกิริยาระหว่าง KI และ  $H_2O_2$ ) ที่หน้าต่างการทดลองที่ 6 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 51

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 6 อัตราของปฏิกิริยาเคมี

อะตอมที่มีผลต่อการเกิดของปฏิกิริยา

ปฏิกิริยาระหว่าง KI และ  $H_2O_2$  การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

สารละลาย 0.1 M $H_2O_2$	จำนวน 10 หยดและเติมน้ำกลั่น 10 mL
สารละลาย 0.6 M KI	จำนวน 2 หยดและเติมน้ำกลั่น 10 mL
สารละลาย 0.1 M $(NH_4)_2MoO_7 \cdot 4H_2O$	จำนวน 2 หยดและเติมน้ำกลั่น 10 mL
สารละลาย 0.5 M $H_2SO_4$	
สารละลายน้ำแข็ง	

ลำดับการทดสอบสารละลายแต่ละชนิด

หลอดทดสอบ	1	2	3	4	5	ความเร็วของการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำเงิน
	$H_2O_2$ (หยด)	$(NH_4)_2MoO_7 \cdot 4H_2O$ (หยด)	$H_2SO_4$ (หยด)	น้ำแข็ง (หยด)	KI (หยด)	
1	2	-	2	2	1	
2	2	1	2	2	1	

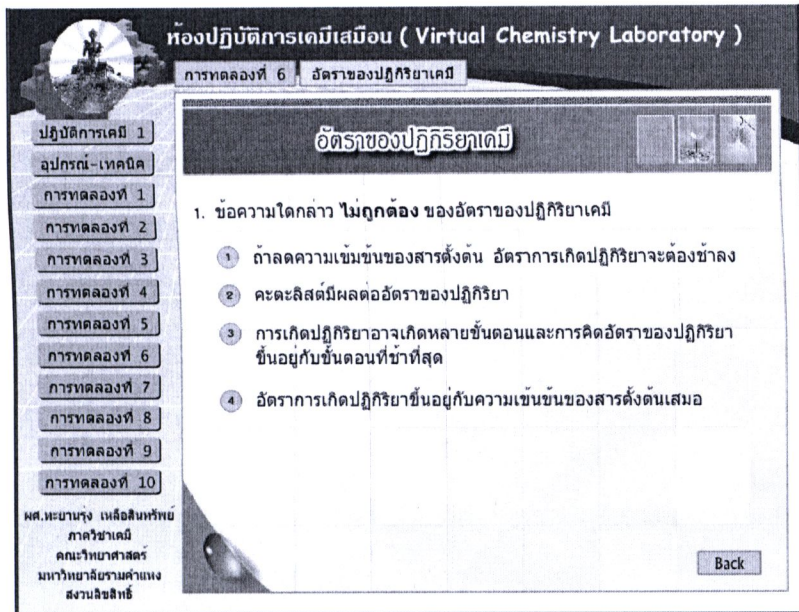
ขั้นตอน 1 2 3

Back

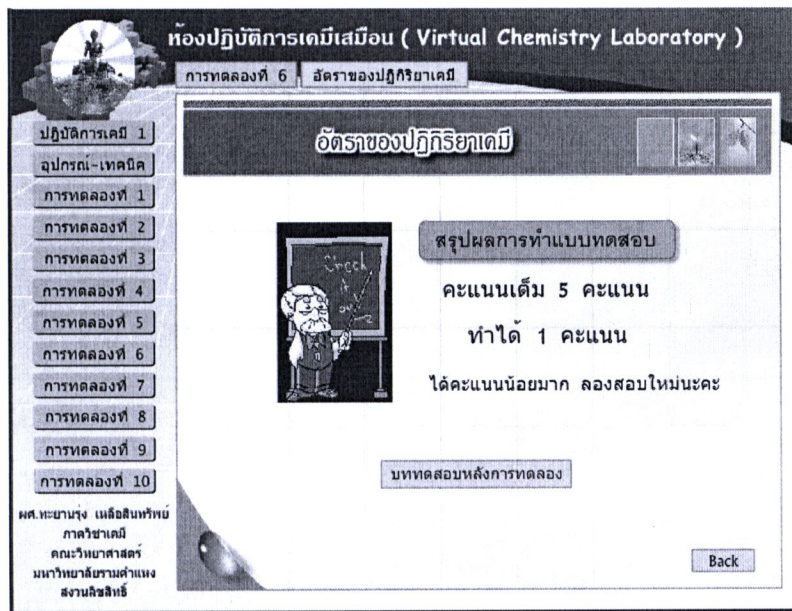
ผศ. ษยามรุ่ง เหลือสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สงวนลิขสิทธิ์

ภาพ 51 หน้าต่างการทดลองอะตอมที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา (ปฏิกิริยาระหว่าง KI และ  $H_2O_2$ )

เมื่อเลือกหัวข้อบทดสอบหลังการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 6 ก็จะเข้าสู่การทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ใช้ในการทดลองที่ 6 อัตราของปฏิกิริยาเคมี ซึ่งผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้และทราบผลคะแนนทันทีดังภาพ 52 – 53



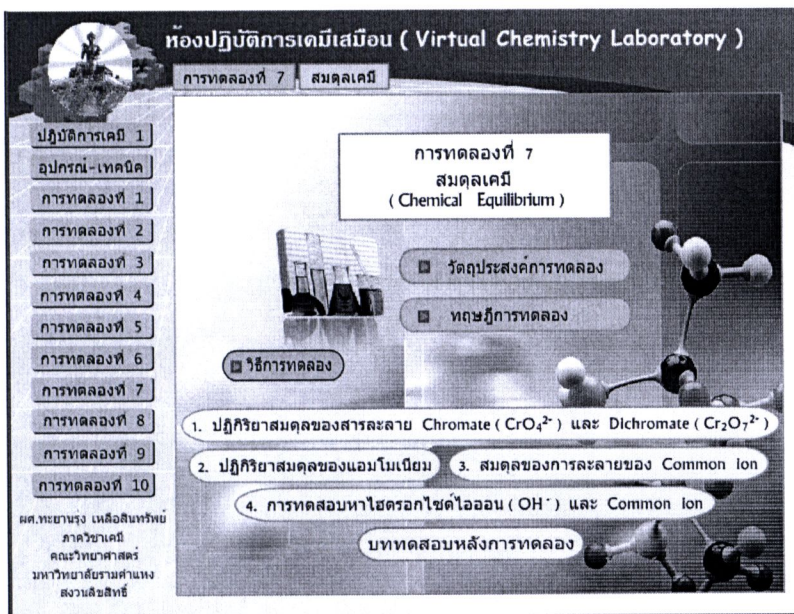
ภาพ 52 หน้าต่างบททดสอบหลังการทดลองที่ 6



ภาพ 53 หน้าต่างสรุปคะแนนจากการทำบททดสอบภายหลังจากการทดลองที่ 6

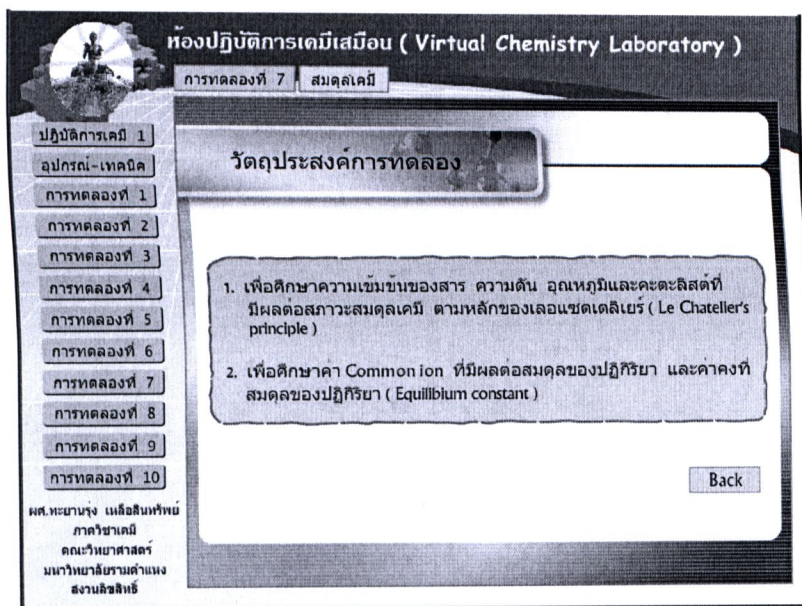
9. การทดลองที่ 7 เมนูนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับสมดุลเคมี ก่อนทำการทดลอง ผู้ใช้สามารถศึกษาวัตถุประสงค์ และทฤษฎีการทดลอง นอกจากนี้ยังสามารถเลือกทำการทดลองต่าง ๆ ได้ใน 4 การทดลอง คือ

1. ปฏิกริยาสมดุลของสารละลาย Chromate ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) และ Dichromate ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ )
2. ปฏิกริยาสมดุลของแอมโมเนีย
3. สมดุลของการละลายของ Common ion
4. การทดสอบหาไฮดรอกไซด์ไอออน ( $\text{OH}^-$ ) และ Common ion และผู้ใช้สามารถทดสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองได้ที่ บททดสอบหลังการทดลองดังภาพ 54 – 61



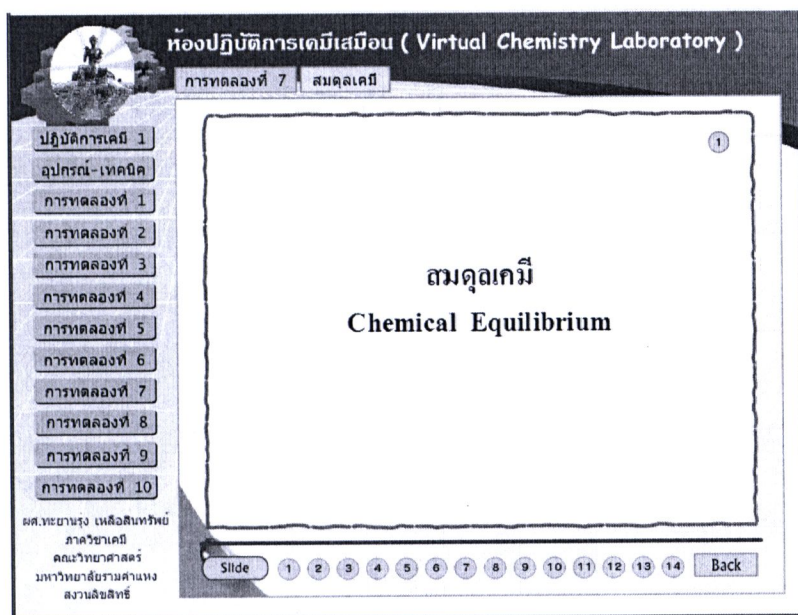
ภาพ 54 หน้าต่างการทดลองที่ 7 สมดุลเคมี

เมื่อเลือกหัวข้อวัสดุประสงค์การทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 7 จะได้นหน้าต่างวัสดุประสงค์การทดลองดังภาพ 55



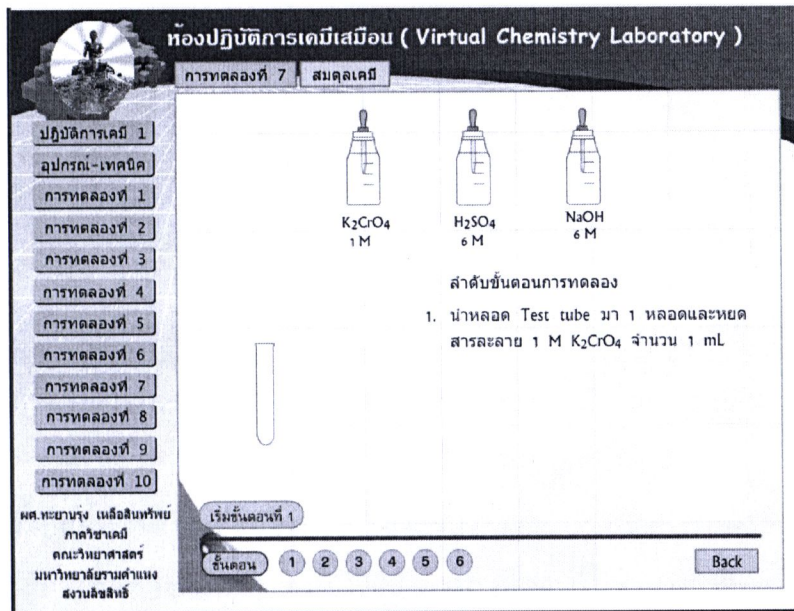
ภาพ 55 หน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองที่ 7

เมื่อเลือกหัวข้อทฤษฎีการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 7 จะได้นหน้าต่างทฤษฎีการทดลองดังภาพ 56



ภาพ 56 หน้าต่างทฤษฎีการทดลองที่ 7

เมื่อเลือกหัวข้อปฏิกิริยาสมมูลของสารละลาย Chromate ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) และ Dichromate ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) ที่หน้าต่างการทดลองที่ 7 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 57



ภาพ 57 หน้าต่างการทดลองปฏิกิริยาสมมูลของสารละลาย Chromate ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) และ Dichromate ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ )

เมื่อเลือกหัวข้อปฏิกิริยาสมมูลของแอมโมเนีย ที่หน้าต่างการทดลองที่ 7 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 58

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 7 สมดุลเคมี

ปฏิบัติการณ์ 1  
อุปกรณ์-เทคนิค  
การทดลองที่ 1  
การทดลองที่ 2  
การทดลองที่ 3  
การทดลองที่ 4  
การทดลองที่ 5  
การทดลองที่ 6  
การทดลองที่ 7  
การทดลองที่ 8  
การทดลองที่ 9  
การทดลองที่ 10

พศ. เพชราภรณ์ เหลืองสืบทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนจตุจักร

เริ่มขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอน 1 2 3

Back

Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
0.1 M

NH<sub>4</sub>OH  
6 M

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
6 M

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

- นำหลอด Test tube มา 1 หลอดหยดสารละลาย 0.1 M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> จำนวน 1 mL ลงในหลอด

ภาพ 58 หน้าต่างการทดลองปฏิกิริยาสมดุลของแอมโมเนีย

เมื่อเลือกหัวข้อสมดุลของการละลายของ Common ion ที่หน้าต่างการทดลองที่ 7 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 59

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 7 สมดุลเคมี

ปฏิบัติการณ์ 1  
อุปกรณ์-เทคนิค  
การทดลองที่ 1  
การทดลองที่ 2  
การทดลองที่ 3  
การทดลองที่ 4  
การทดลองที่ 5  
การทดลองที่ 6  
การทดลองที่ 7  
การทดลองที่ 8  
การทดลองที่ 9  
การทดลองที่ 10

พศ. เพชราภรณ์ เหลืองสืบทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนจตุจักร

เริ่มขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอน 1 2 3 4 5 6

Back

CaCl<sub>2</sub>  
1 M

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
1 M

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

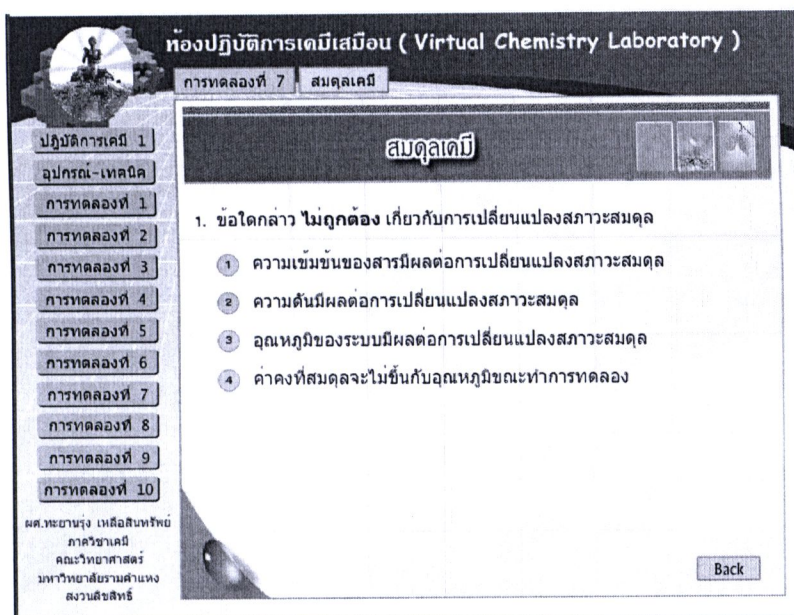
- หยดสารละลาย 1 M CaCl<sub>2</sub> ความเข้มข้นจำนวน 3 mL

ภาพ 59 หน้าต่างการทดลองสมดุลของการละลายของ Common ion

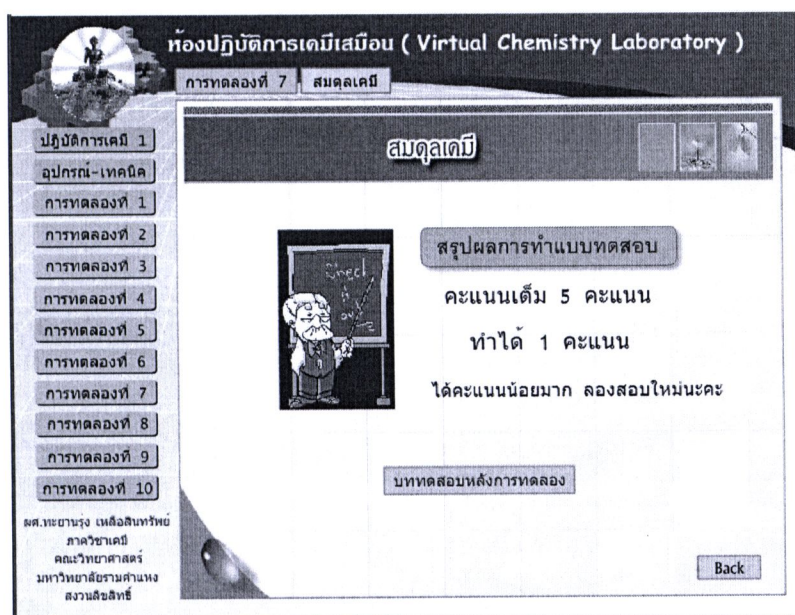
เมื่อเลือกหัวข้อการทดสอบหาไฮดรอกไซด์ไอออน ( $\text{OH}^-$ ) และ Common ion ที่หน้าต่างการทดลองที่ 7 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ ดังภาพ 60

ภาพ 60 หน้าต่างการทดลองการทดสอบหาไฮดรอกไซด์ไอออน ( $\text{OH}^-$ ) และ Common ion

เมื่อเลือกหัวข้อบททดสอบหลังการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 7 ก็จะเข้าสู่การทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ใช้ในการทดลองที่ 7 สมดุลเคมี ซึ่งผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้และทราบผลคะแนนทันทีดังภาพ 61 – 62



ภาพ 61 หน้าต่างบททดสอบหลังการทดลองที่ 7

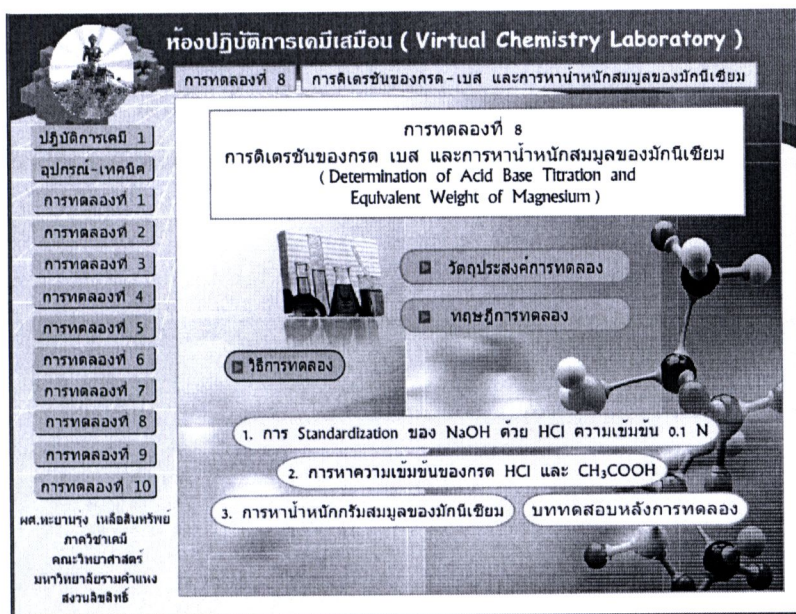


ภาพ 62 หน้าต่างสรุปคะแนนจากการทำบททดสอบภายหลังการทดลองที่ 7

10. การทดลองที่ 8 เมนูนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับการติเตรชันของกรด เบส และการหาน้ำหนักสมมูลของแมกนีเซียม ก่อนทำการทดลองผู้ใช้สามารถศึกษา วัตถุประสงค์ และทฤษฎีการทดลอง นอกจากนี้สามารถเลือกทำการทดลองต่าง ๆ ได้ใน 3 การทดลอง คือ

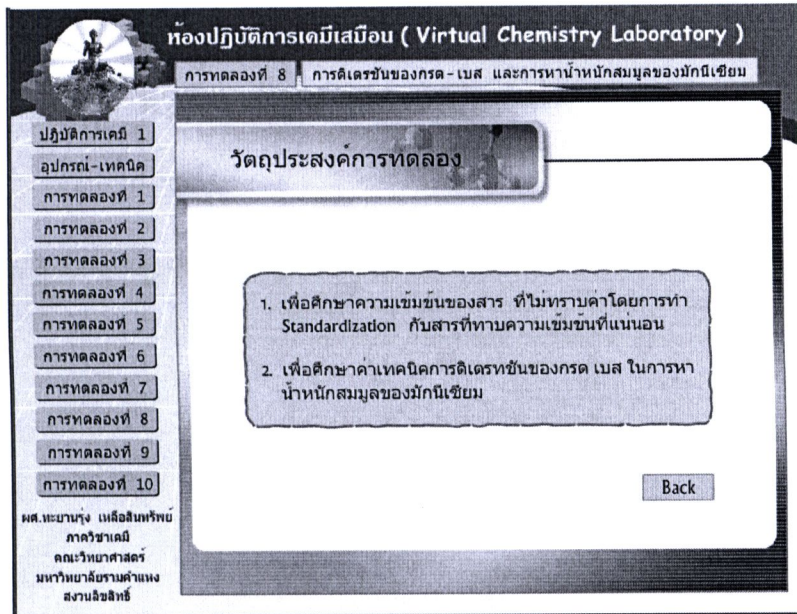
1. การ Standardization ของ NaOH ด้วย HCl ความเข้มข้น 0.1 N
2. การหาความเข้มข้นของกรด HCl และ  $\text{CH}_3\text{COOH}$
3. การหาน้ำหนักกรัมสมมูลของแมกนีเซียม

และผู้ใช้สามารถทดสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองได้ที่ บททดสอบ หลังการทดลองดังภาพ 63 – 70



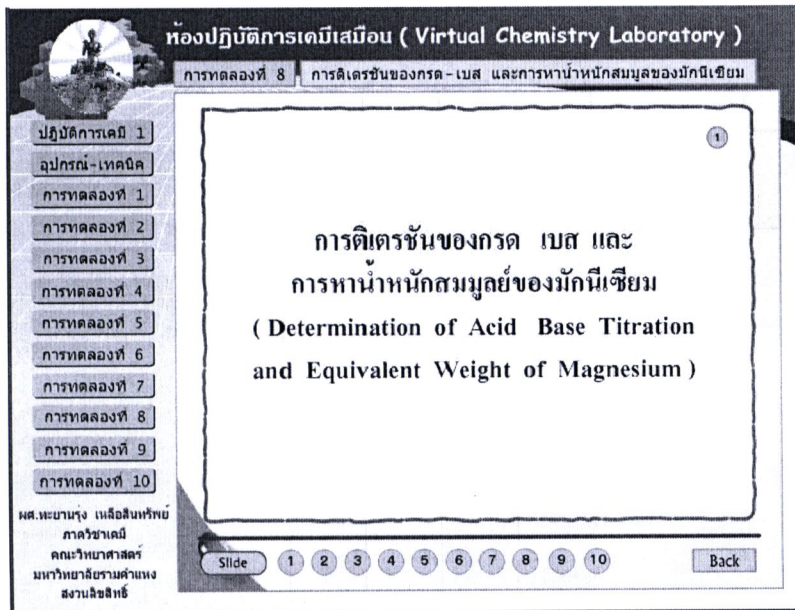
ภาพ 63 หน้าต่างการทดลองที่ 8 การติเตรชันของกรด เบส และการหาน้ำหนักสมมูลของแมกนีเซียม

เมื่อเลือกหัวข้อวัตถุประสงค์การทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 8 จะได้น หน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองดังภาพ 64



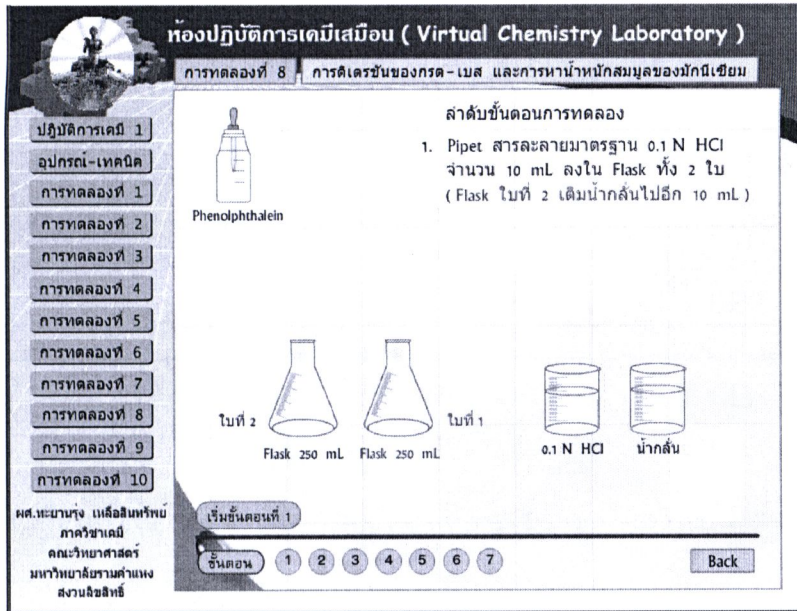
ภาพ 64 หน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองที่ 8

เมื่อเลือกหัวข้อทฤษฎีการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 8 จะได้นหน้าต่างทฤษฎีการทดลองดังภาพ 65



ภาพ 65 หน้าต่างทฤษฎีการทดลองที่ 8

เมื่อเลือกหัวข้อการ Standardization ของ NaOH ด้วย HCl ความเข้มข้น 0.1 N ที่หน้าต่างการทดลองที่ 8 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ ดังภาพ 66



ภาพ 66 หน้าต่างการทดลองการ Standardization ของ NaOH ด้วย HCl ความเข้มข้น 0.1 N

เมื่อเลือกหัวข้อการหาความเข้มข้นของกรด HCl และ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ที่หน้าต่างการทดลองที่ 8 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 67



ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 8 การเตรียมของกรด-เบส และการหาน้ำหนักสมมูลของมกนีเซียม

ปฏิบัติเคมี 1  
อุปกรณ์-เทคนิค  
การทดลองที่ 1  
การทดลองที่ 2  
การทดลองที่ 3  
การทดลองที่ 4  
การทดลองที่ 5  
การทดลองที่ 6  
การทดลองที่ 7  
การทดลองที่ 8  
การทดลองที่ 9  
การทดลองที่ 10

Phenolphthalein

ลำดับขั้นตอนการทดลอง  
1. Pipet สารละลาย Unknown HCl จำนวน 10 mL ลงใน Flask

Unknown  $\text{CH}_3\text{COOH}$  Unknown HCl Unknown HCl Unknown  $\text{CH}_3\text{COOH}$

เริ่มขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอน 1 2 3 4 5 6 7

Back

ผศ.พะยานัฐ เหลืองสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบรจบุรี  
สงวนลิขสิทธิ์

ภาพ 67 หน้าต่างการทดลองการหาความเข้มข้นของกรด HCl และ  $\text{CH}_3\text{COOH}$

เมื่อเลือกหัวข้อการหาน้ำหนักกรัมสมมูลของมกนีเซียม ที่หน้าต่างการทดลองที่ 8 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 68

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 8 การเตรียมของกรด-เบส และการหาน้ำหนักสมมูลของมกนีเซียม

ปฏิบัติเคมี 1  
อุปกรณ์-เทคนิค  
การทดลองที่ 1  
การทดลองที่ 2  
การทดลองที่ 3  
การทดลองที่ 4  
การทดลองที่ 5  
การทดลองที่ 6  
การทดลองที่ 7  
การทดลองที่ 8  
การทดลองที่ 9  
การทดลองที่ 10

เครื่องชั่งน้ำหนัก

ลำดับขั้นตอนการทดลอง  
1. ชั่งน้ำหนัก Flask ใบที่ 1 และ Flask ใบที่ 2 ก่อนทำการทดลอง

Flask 250 mL ใบที่ 1 Flask 250 mL ใบที่ 2

เริ่มขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอน 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Back

ผศ.พะยานัฐ เหลืองสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบรจบุรี  
สงวนลิขสิทธิ์

ภาพ 68 หน้าต่างการหาน้ำหนักกรัมสมมูลของมกนีเซียม

เมื่อเลือกหัวข้อบททดสอบหลังการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 8 ก็จะเข้าสู่ การทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ใช้ในการทดลองที่ 8 การติเตียนของกรด เบส และการหาน้ำหนักสมมูลของมกนีเซียม ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้และทราบผลคะแนน ที่บันทึกภาพ 69 – 70

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 8 การติเตียนของกรด-เบส และการหาน้ำหนักสมมูลของมกนีเซียม

การติเตียนของกรด เบส และการหาน้ำหนักสมมูลของมกนีเซียม

1. ข้อใดกล่าว **ไม่ถูกต้อง** ในการติเตียนเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง

- เลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมกับสารละลายที่จะนำมาติเตียน และควรชั่งบอจุดยุติได้ใกล้เคียงหรือเท่ากับจุดยุติของการติเตียนอย่างชัดเจน
- ควรทำการติเตียนอย่างน้อย 2 ครั้ง แล้วนำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย
- การบรรจุสารละลายมาตรฐานใน Buret จะต้องไม่มีฟองอากาศอยู่ที่ปลายของ Buret
- การดูปริมาตรของสารใน Pipet ให้ดูที่ขอบบนของสารพอดีกับปริมาตรที่ต้องการ

ผศ. ทยานรุ่ง เหลือสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลี้สิทธิ์

Back

ภาพ 69 หน้าต่างบททดสอบหลังการทดลองที่ 8

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 8 การติเตียนของกรด-เบส และการหาน้ำหนักสมมูลของมกนีเซียม

การติเตียนของกรด เบส และการหาน้ำหนักสมมูลของมกนีเซียม

สรุปผลการทำแบบทดสอบ

คะแนนเต็ม 5 คะแนน  
ทำได้ 4 คะแนน  
เก่งมาก เกือบได้เต็ม

บททดสอบหลังการทดลอง

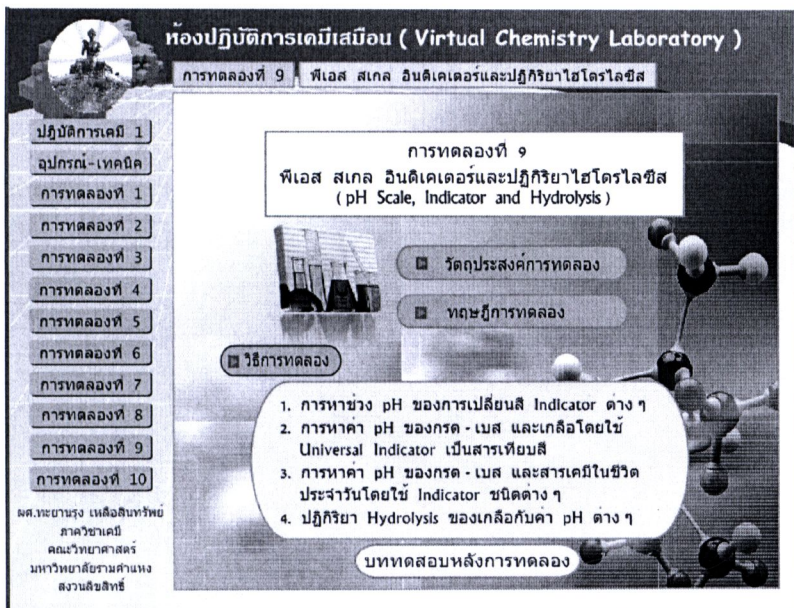
ผศ. ทยานรุ่ง เหลือสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลี้สิทธิ์

Back

ภาพ 70 หน้าต่างสรุปคะแนนจากการทำบททดสอบภายหลังการทดลองที่ 8

11. การทดลองที่ 9 เมื่อนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับพีเอช สเกล อินดิเคเตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ก่อนทำการทดลองผู้ใช้สามารถศึกษาวัตถุประสงค์ และทฤษฎีการทดลอง นอกจากนี้สามารถเลือกทำการทดลองต่าง ๆ ได้ใน 4 การทดลอง คือ

1. การหาช่วง pH ของการเปลี่ยนสี Indicator ต่าง ๆ
  2. การหาค่า pH ของ กรด - เบส และเกลือโดยใช้ Universal Indicator เป็นสารเทียบสี
  3. การหาค่า pH ของ กรด - เบส และสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้ Indicator ชนิดต่าง ๆ
  4. ปฏิกิริยา Hydrolysis ของเกลือกับค่า pH ต่าง ๆ
- และผู้ใช้สามารถทดสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองได้ที่ บททดสอบหลังการทดลองดังภาพ 71 - 79



ภาพ 71 หน้าต่างการทดลองที่ 9 พีเอช สเกล อินดิเคเตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

เมื่อเลือกหัวข้อวัตถุประสงค์การทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 9 จะได้นหน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองดังภาพ 72

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 9 | พีเอส-สเกล อินดิเคเตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาความเป็นกรด - เบส ของสารละลายโดยอาศัย pH scale ในการวัดค่าสารละลาย
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของ Indicator แต่ละตัวที่จะนำไปใช้ในการวัดความเป็น กรด - เบส ของสารละลาย
3. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของปฏิกิริยา Hydrolysis ของเกลือชนิดต่าง ๆ

Back

ดร. ทะยานรุ่ง เหลืองสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลุมพินี

ภาพ 72 หน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองที่ 9

เมื่อเลือกหัวข้อทฤษฎีการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 9 จะได้นหน้าต่างทฤษฎีการทดลองดังภาพ 73

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 9 | พีเอส สเกล อินดิเคเตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

pH สเกล อินดิเคเตอร์ และ  
ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส  
(pH scale, Indicator and Hydrolysis)

Slide 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 Back

ดร. ทะยานรุ่ง เหลืองสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลุมพินี

ภาพ 73 หน้าต่างทฤษฎีการทดลองที่ 9

เมื่อเลือกหัวข้อ 1. การหาช่วง pH ของการเปลี่ยนสี Indicator ต่าง ๆ

2. การหาค่า pH ของกรด – เบส และเกลือโดยใช้ Universal Indicator เป็นสารเทียบสี

3. การหาค่า pH ของกรด – เบส และสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้ Indicator ชนิดต่าง ๆ

4. ปฏิกิริยา Hydrolysis ของเกลือกับค่า pH ต่าง ๆ

ที่หน้าตาของการทดลองที่ 9 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าตาที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 74 – 77

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 9 | ฟีเวส สเกล อินดิเคเตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

1. การหาช่วง pH ของการเปลี่ยนแปลงสี Indicator ที่ต่างชนิดกัน

Ind-pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี
MO	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	3 - 4
MY	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	4 - 5
BB	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	6 - 7
PP	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	8 - 9
MR	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	5 - 6
TB	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	8 - 9
PR	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	7 - 8
MV	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2 - 3
AY	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	8 - 9
BP	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	3 - 4
Univ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	---

MO = methyl orange    MY = methyl yellow    BB = bromothymol blue    PP = phenolphthalein  
 MR = methyl red    TB = thymol blue    PR = Phenol red    MV = methyl violet  
 AY = alizarin yellow    BP = bromocresol purple    Univ = universal indicator    In = Indicator

สีและค่า pH ที่ได้อาจไม่ตรงตามความเป็นจริง ค่าที่แท้จริงควรได้จากการทดลอง

ขั้นตอน 1 2 3 4    Back

ผศ.พะยานาง เหนือสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลุมพินี

ภาพ 74 หน้าตาของการทดลองการหาช่วง pH ของการเปลี่ยนสี Indicator ต่าง ๆ

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 9 | ทีเอส สเกล อินดิเคเตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

2. การหาค่า pH ของกรด - เบส และเกลือโดยใช้ Universal Indicator เป็นสารเทียบสี

Universal Indicator เป็นสารเทียบสี

ค่า pH 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Universal Indicator ●●●●●●●●●●●●

หลอด	สารละลายของ	สีของ Univ	ค่า pH ของสารละลาย
1	Acetic acid	●	3 - 4
2	Sodium hydroxide	●●	10 - 12
3	Disodium hydrogen phosphate	●●	10 - 12
4	Trisodium hydrogen phosphate	●●	10 - 12
5	Sodium bicarbonate	●●	10 - 12
6	Sodium chloride	●	7
7	Ammonium nitrate	●	1 - 2
8	Ammonium sulphate	●	1 - 2
9	Ammonium oxalate	●	8 - 9

สีและค่า pH ที่ได้อาจไม่ตรงตามความเป็นจริง ค่าที่แท้จริงควรได้จาก การทดลอง

ขั้นตอน 1 2 3 4 Back

ผศ.ทะยานรุ่ง เหลืองสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลุมพินี

ภาพ 75 การหาค่า pH ของกรด - เบส และเกลือโดยใช้ Universal Indicator เป็นสารเทียบสี

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 9 | ทีเอส สเกล อินดิเคเตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

3. การหาค่า pH ของกรด - เบส และสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้ Indicator ต่าง ๆ

หลอด	สารละลาย	ลิตมัสแดง	ลิตมัสน้ำเงิน	สีจากการเติม Indicator			pH ของสารละลาย
				Univ	MO	PP	
1	Sulphuric acid			●	●		1 - 2
2	Acetic acid			●	●		1 - 2
3	Sodium hydroxide			●	●	●	8 - 10
4	Ammonium hydroxide			●	●	●	10 - 11
5	Vinegar			●	●		1 - 2
6	Carbonate beverage			●	●		1 - 2
7	Shampoo			●	●		5 - 6
8	Liquid laundry detergent			●	●		1 - 3
9	Alcohol			●	●		1 - 2
10	Milk			●	●		6 - 7

สีและค่า pH ที่ได้อาจไม่ตรงตามความเป็นจริง ค่าที่แท้จริงควรได้จาก การทดลอง

ขั้นตอน 1 2 3 4 Back

ผศ.ทะยานรุ่ง เหลืองสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลุมพินี

ภาพ 76 การหาค่า pH ของกรด - เบส และสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้ Indicator ต่าง ๆ

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 9 ฟีนอล สเกล อินดิเคเตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

4. ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเกลือกับค่า pH ต่าง ๆ

ทดลอง	เกลือ	สีเดิม	สีใหม่	สีจากการเติม Indicator	
				Univ	pH ของสารละลาย
1	Sodium carbonate			●	10 - 12
2	Potassium nitrate			●	10 - 12
3	Monosodium hydrogen phosphate			●	1 - 2
4	Trisodium hydrogen phosphate			●	1 - 2
5	Ammonium chloride			●	1 - 2
6	Ammonium nitrate			●	1 - 2
7	Potassium alum			●	4 - 5
8	Sodium sulphate			●	7 - 8
9	Ammonium oxalate			●	8 - 9

สีและค่า pH ที่ได้อาจไม่ตรงตามความเป็นจริง ค่าที่แท้จริงควรได้จากการทดลอง

รีเซ็ต 1 2 3 4 Back

ผศ.ทะยานงษ์ เหลืองสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลุมพินี

ภาพ 77 ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเกลือกับค่า pH ต่าง ๆ

เมื่อเลือกหัวข้อบททดสอบหลังการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 9 ก็จะเข้าสู่การทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ใช้ในการทดลองที่ 9 ฟีนอล สเกล อินดิเคเตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ซึ่งผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้และทราบผลคะแนนทันทีดังภาพ 78 -

79

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 9 ฟีนอล สเกล อินดิเคเตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

ฟีนอล สเกล อินดิเคเตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

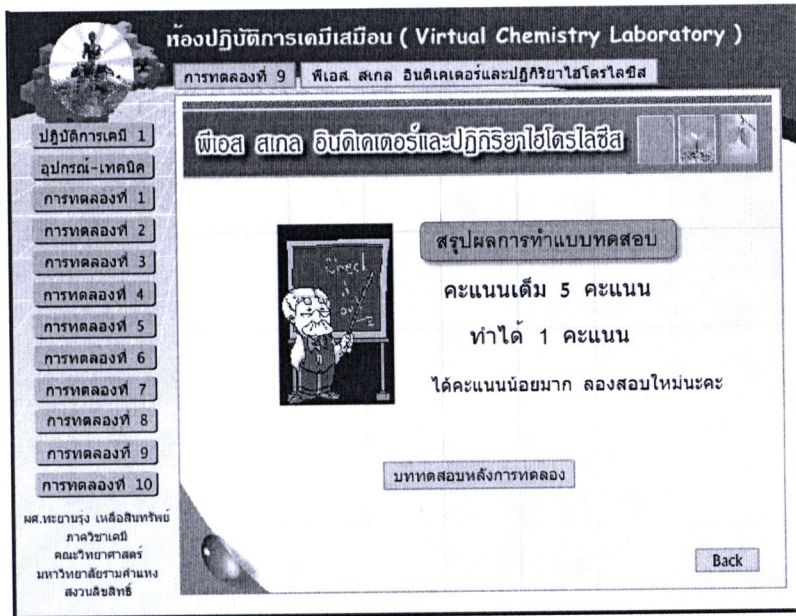
1. ข้อใดถูกต้องของคุณสมบัติของ Phenolphthalein

- เปลี่ยนสีในช่วง pH 8 - 8.5
- เปลี่ยนสีจากไม่มีสีเป็นสีน้ำเงิน
- เป็นสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน
- เปลี่ยนสีในช่วง pH 6 - 6.5

Back

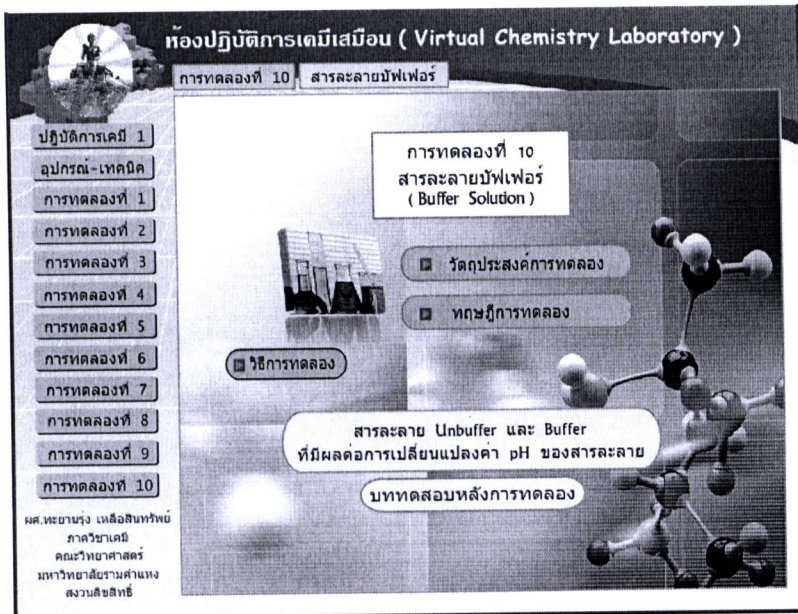
ผศ.ทะยานงษ์ เหลืองสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลุมพินี

ภาพ 78 หน้าต่างบททดสอบหลังการทดลองที่ 9



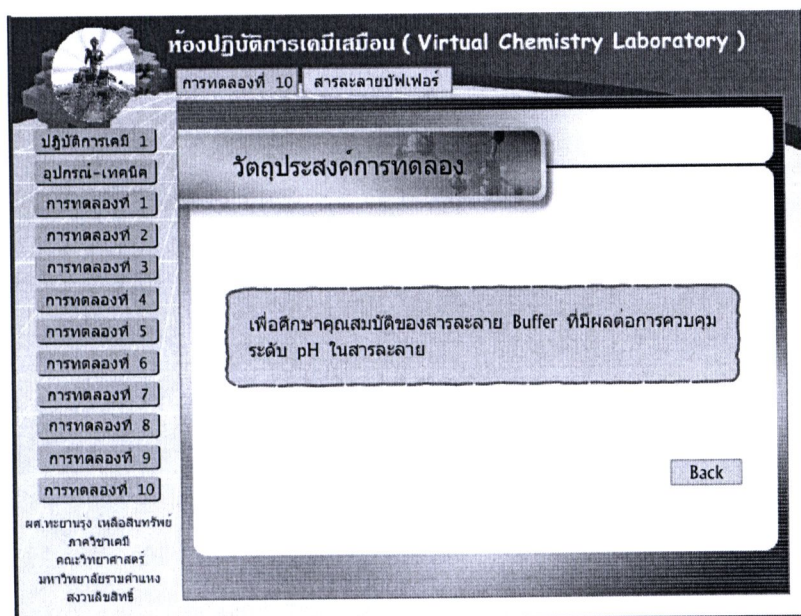
ภาพ 79 หน้าต่างสรุปคะแนนจากการทำบททดสอบภายหลังการทดลองที่ 9

12. การทดลองที่ 10 เมนูนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับสารละลายบัฟเฟอร์ ก่อนทำการทดลองผู้ใช้สามารถศึกษาวัตถุประสงค์ และทฤษฎีการทดลอง นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถทดสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง ได้ที่บททดสอบหลังการทดลอง ดังภาพ 80 – 85



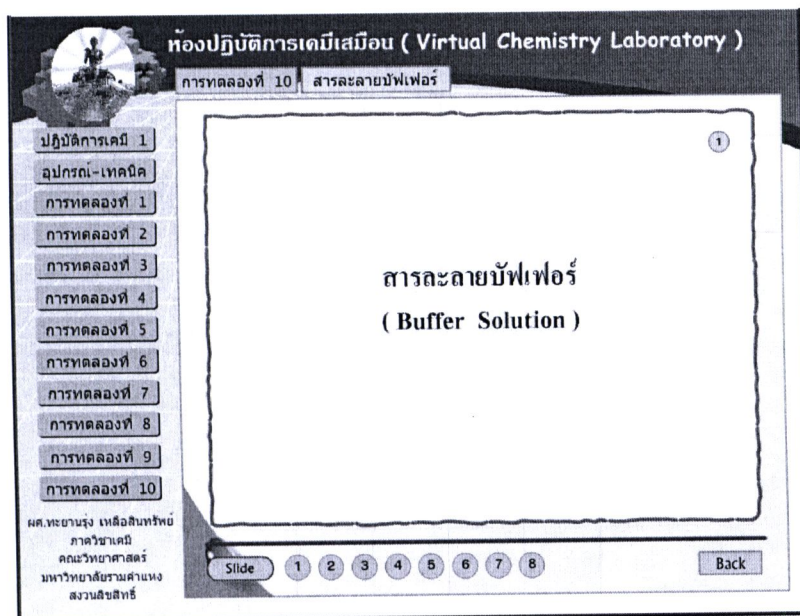
ภาพ 80 หน้าต่างการทดลองที่ 10 สารละลายบัฟเฟอร์

เมื่อเลือกหัวข้อวัตถุประสงค์การทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 10 จะได้นหน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองดังภาพ 81



ภาพ 81 หน้าต่างวัตถุประสงค์การทดลองที่ 10

เมื่อเลือกหัวข้อทฤษฎีการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 10 จะได้นหน้าต่างทฤษฎีการทดลองดังภาพ 82



ภาพ 82 หน้าต่างทฤษฎีการทดลองที่ 10

เมื่อเลือกหัวข้อสารละลาย Unbuffer และ Buffer ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลาย ที่หน้าต่างการทดลองที่ 10 ก็จะเข้าสู่การทดลองได้หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ดังภาพ 83

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 10 สารละลายบัฟเฟอร์

ปฏิบัติการเคมี 1  
อุปกรณ์-เทคนิค  
การทดลองที่ 1  
การทดลองที่ 2  
การทดลองที่ 3  
การทดลองที่ 4  
การทดลองที่ 5  
การทดลองที่ 6  
การทดลองที่ 7  
การทดลองที่ 8  
การทดลองที่ 9  
การทดลองที่ 10

ผศ.พะยานรุ่ง เหลืองสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนเสือสิทธี

ปฏิบัติการเตรียมสารละลาย Unbuffer และ Buffer ก่อนทำการวัดค่า pH

ค่า pH ที่ได้เป็นค่าสมมุติขึ้น ค่าที่แท้จริงต้องได้จากการทดลอง

วิธีการเตรียมสารละลาย Unbuffer

1. น้ำกลั่นจำนวน 400 mL ที่ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์เรียบร้อยแล้ว
2. 0.0001 M HCl ( 0.01 M HCl จำนวน 1 mL ผสมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100 mL )
3. 0.0001 M NaOH ( 0.01 M NaOH จำนวน 1 mL ผสมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100 mL )

วิธีการเตรียมสารละลาย Buffer

1. 0.5 M  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  จำนวน 10 mL ผสมกับ 0.5 M  $\text{NaHPO}_4$  จำนวน 10 mL
2. 1 M  $\text{CH}_3\text{COOH}$  จำนวน 10 mL ผสมกับ 1 M  $\text{CH}_3\text{COONa}$  จำนวน 10 mL
3. 1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  จำนวน 10 mL ผสมกับ 1 M  $\text{NH}_4\text{Cl}$  จำนวน 10 mL (1:1)
4. 1 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  จำนวน 5 mL ผสมกับ 1 M  $\text{NH}_4\text{Cl}$  จำนวน 20 mL (1:4)

ขั้นตอน 1 2 Back

ภาพ 83 หน้าต่างการทดลองสารละลาย Unbuffer และ Buffer ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลาย

เมื่อเลือกหัวข้อบททดสอบหลังการทดลอง ที่หน้าต่างการทดลองที่ 10 ก็จะเข้าสู่การทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ใช้ในการทดลองที่ 10 สารละลายบัฟเฟอร์ ซึ่งผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้และทราบผลคะแนนทันทีดังภาพ 84 – 85

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 10 สารละลายบัฟเฟอร์

สารละลายบัฟเฟอร์

1. ข้อใดเป็นสารละลาย Buffer

- 1  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$
- 2  $\text{HCl} + \text{ZnCl}_2$
- 3  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3$
- 4  $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2 + \text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$

Back

ปฏิบัติการเคมี 1  
อุปกรณ์-เทคนิค  
การทดลองที่ 1  
การทดลองที่ 2  
การทดลองที่ 3  
การทดลองที่ 4  
การทดลองที่ 5  
การทดลองที่ 6  
การทดลองที่ 7  
การทดลองที่ 8  
การทดลองที่ 9  
การทดลองที่ 10

ผศ. เพ็ญมากร รุ่ง เหลืองสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลุมพินี

ภาพ 84 หน้าต่างบททดสอบหลังการทดลองที่ 10

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (Virtual Chemistry Laboratory)

การทดลองที่ 10 สารละลายบัฟเฟอร์

สารละลายบัฟเฟอร์

สรุปผลการทำแบบทดสอบ

คะแนนเต็ม 5 คะแนน  
ทำได้ 3 คะแนน

ผ่านพอดี คราวหน้าคงดีกว่านี้ละคะ

บททดสอบหลังการทดลอง

Back

ปฏิบัติการเคมี 1  
อุปกรณ์-เทคนิค  
การทดลองที่ 1  
การทดลองที่ 2  
การทดลองที่ 3  
การทดลองที่ 4  
การทดลองที่ 5  
การทดลองที่ 6  
การทดลองที่ 7  
การทดลองที่ 8  
การทดลองที่ 9  
การทดลองที่ 10

ผศ. เพ็ญมากร รุ่ง เหลืองสินทรัพย์  
ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
สวนลุมพินี

ภาพ 85 หน้าต่างสรุปคะแนนจากการทำบททดสอบภายหลังการทดลองที่ 10

## ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน วิชาปฏิบัติการเคมี 1

การวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนในวิชาปฏิบัติการเคมี 1 นั้น มีสมมุติฐานทางวิจัยคือ นักศึกษามีความรู้วิชาปฏิบัติการเคมี 1 สูงขึ้น หลังจากได้เรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน โดยได้ทำการทดสอบความรู้ของนักศึกษาก่อนและหลังการเรียน และนำข้อมูลที่ได้นี้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติที่ (Paired t test) ดังตาราง 4.1 – 4.11

### ตาราง 1

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในอุปกรณ์การทดลองและเทคนิคปฏิบัติการเบื้องต้น

การทดสอบความรู้	จำนวน	$\bar{X}$	SD.	t	p
ก่อนเรียน	50	17.76	3.11	19.796	0.000 <sup>***</sup>
หลังเรียน	50	26.72	0.45		

<sup>\*\*\*</sup>มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001

จากตาราง 1 ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในบทเรียนอุปกรณ์การทดลองและเทคนิคปฏิบัติการเบื้องต้นมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แสดงว่านักศึกษามีความรู้ในอุปกรณ์การทดลองและเทคนิคปฏิบัติการเบื้องต้นเพิ่มขึ้น หลังจากได้เรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

## ตาราง 2

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในการทดลองที่ 1 สมบัติการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของสาร

การทดสอบความรู้	จำนวน	$\bar{X}$	SD.	t	p
ก่อนเรียน	50	2.18	0.92	12.086	0.000***
หลังเรียน	50	4.06	0.87		

\*\*\*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001

จากตาราง 2 ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาหลังการเรียนรู้ด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในบทเรียนการทดลองที่ 1 สมบัติการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของสาร มีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แสดงว่านักศึกษามีความรู้ในเรื่องสมบัติการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของสารเพิ่มขึ้น หลังจากได้เรียนรู้สื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

## ตาราง 3

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในการทดลองที่ 2 การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก

การทดสอบความรู้	จำนวน	$\bar{X}$	SD.	t	p
ก่อนเรียน	50	2.12	0.75	12.405	0.000***
หลังเรียน	50	3.74	0.80		

\*\*\*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001

จากตาราง 3 ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในบทเรียนการทดลองที่ 2 การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก มีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แสดงว่านักศึกษามีความรู้ในเรื่องการวิเคราะห์โดยน้ำหนัก เพิ่มขึ้นหลังจากได้เรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

#### ตาราง 4

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในการทดลองที่ 3 การหาสูตรสารประกอบมักนีเซียมออกไซด์

การทดสอบความรู้	จำนวน	$\bar{X}$	SD.	t	p
ก่อนเรียน	50	1.92	0.85	11.896	0.000***
หลังเรียน	50	3.82	0.92		

\*\*\*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001

จากตาราง 4 ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในบทเรียนการทดลองที่ 3 การหาสูตรสารประกอบมักนีเซียมออกไซด์ มีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แสดงว่านักศึกษามีความรู้ในเรื่องการหาสูตรสารประกอบมักนีเซียมออกไซด์เพิ่มขึ้น หลังจากได้เรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

### ตาราง 5

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในการทดลองที่ 4 การหาปริมาตรกรัมโมเลกุลของก๊าซออกซิเจน

การทดสอบความรู้	จำนวน	$\bar{X}$	SD.	t	p
ก่อนเรียน	50	1.92	0.75	13.120	0.000***
หลังเรียน	50	3.58	0.76		

\*\*\*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001

จากตาราง 5 ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในบทเรียนการทดลองที่ 4 การหาปริมาตรกรัมโมเลกุลของก๊าซออกซิเจน มีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แสดงว่านักศึกษามีความรู้ในเรื่องการหาปริมาตรกรัมโมเลกุลของก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้น หลังจากได้เรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

### ตาราง 6

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในการทดลองที่ 5 ความร้อนของปฏิกิริยา

การทดสอบความรู้	จำนวน	$\bar{X}$	SD.	t	p
ก่อนเรียน	50	1.84	0.79	13.748	0.000***
หลังเรียน	50	3.64	0.85		

\*\*\*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001

จากตาราง 6 ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในบทเรียนการทดลองที่ 5 ความร้อนของปฏิกิริยา มีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แสดงว่านักศึกษามีความรู้ในเรื่องความรู้ นของปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น หลังจากได้เรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

### ตาราง 7

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในการทดลองที่ 6 อัตราของปฏิกิริยาเคมี

การทดสอบความรู้	จำนวน	$\bar{X}$	SD.	t	p
ก่อนเรียน	50	1.70	0.74	12.289	0.000***
หลังเรียน	50	3.20	0.81		

\*\*\*มีระดับนัยสำคัญที่ 0.001

จากตาราง 7 ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในบทเรียนการทดลองที่ 6 อัตราของปฏิกิริยาเคมี มีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แสดงว่านักศึกษามีความรู้ในเรื่องอัตราของปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้น หลังจากได้เรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

### ตาราง 8

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในการทดลองที่ 7 สมดุลเคมี

การทดสอบความรู้	จำนวน	$\bar{X}$	SD.	t	p
ก่อนเรียน	50	1.80	0.78	11.975	0.000***
หลังเรียน	50	3.26	0.85		

\*\*\*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001

จากตาราง 8 ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในบทเรียนการทดลองที่ 7 สมดุลเคมี มีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แสดงว่านักศึกษามีความรู้ในเรื่องสมดุลเคมีเพิ่มขึ้น หลังจากได้เรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

### ตาราง 9

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในการทดลองที่ 8 การติเตอรชันของกรด เบส และการหาน้ำหนักสมมูลของมกนีเซียม

การทดสอบความรู้	จำนวน	$\bar{X}$	SD.	t	p
ก่อนเรียน	50	1.70	0.71	13.737	0.000 ***
หลังเรียน	50	3.12	0.80		

\*\*\*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001

จากตาราง 9 ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาหลังการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในบทเรียนการทดลองที่ 8 การติเตอรชันของกรด เบส และการหาน้ำหนักสมมูลของมกนีเซียม มีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แสดงว่านักศึกษามีความรู้ในเรื่องการติเตอรชันของกรด เบส และการหาน้ำหนักสมมูลของมกนีเซียมเพิ่มขึ้น หลังจากได้เรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

### ตาราง 10

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในการทดลองที่ 9 ฟีเอส สเตล อินดิเคเตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

การทดสอบความรู้	จำนวน	$\bar{X}$	SD.	t	p
ก่อนเรียน	50	2.32	0.91	11.419	0.000***
หลังเรียน	50	3.70	0.76		

\*\*\*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001

จากตาราง 10 ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาหลังการเรียนรู้ด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในบทเรียนการทดลองที่ 9 ฟีเอส สเตล อินดิเคเตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แสดงว่านักศึกษามีความรู้ในเรื่องฟีเอส สเตล อินดิเค-เตอร์และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเพิ่มขึ้น หลังจากได้เรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

### ตาราง 11

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในการทดลองที่ 10 สารละลายบัฟเฟอร์

การทดสอบความรู้	จำนวน	$\bar{X}$	SD.	t	p
ก่อนเรียน	50	2.42	0.91	11.130	0.000***
หลังเรียน	50	3.92	1.03		

\*\*\*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001

จากตาราง 11 ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาหลังการเรียนรู้ด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในบทเรียนการ

ทดลองที่ 10 สารละลายบัฟเฟอร์ มีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แสดงว่านักศึกษาที่มีความรู้ในเรื่องสารละลายบัฟเฟอร์เพิ่มขึ้น หลังจากได้เรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

## ผลการประเมินความพึงพอใจในการเรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการ เคมีเสมือนวิชาปฏิบัติการเคมี 1

ในการประเมินความพึงพอใจนั้น ได้ข้อมูลจากการเก็บแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนภายหลังจากผู้เรียนได้เรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนในวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ดังตาราง 12

### ตาราง 12

ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับ อันดับ ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาในการเรียนด้วยสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนในวิชาปฏิบัติการเคมี 1

รายการ	$\bar{X}$	SD.	n=50	
			ระดับ ความพึง พอใจ	อันดับ
1. การจัดลำดับเนื้อหาขั้นตอนการทดลองได้ อย่างต่อเนื่อง ทำให้เข้าใจง่าย และสะดวก ต่อการใช้งาน	4.78	0.42	มากที่สุด	2
2. รูปแบบสีตัวอักษรอ่านได้ชัดเจน	4.58	0.70	มากที่สุด	5
3. สื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน มี ลักษณะที่เห็นภาพการทดลองได้อย่าง ชัดเจน ทำให้เข้าใจในการทดลองทางเคมี ก่อนการปฏิบัติการทดลองจริง	4.72	0.50	มากที่สุด	3

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการ	$\bar{X}$	SD.	n =50	
			ระดับ ความพึง พอใจ	อันดับ
4. ได้รับความรู้เพิ่มขึ้นจากสื่อการสอน ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน	4.62	0.57	มากที่สุด	4
5. ความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการสอน ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนในภาพรวม	4.82	0.39	มากที่สุด	1

จากตาราง 12 ผลการวัดระดับความพึงพอใจของนักศึกษาในการเรียนสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ในวิชาปฏิบัติการเคมี 1 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุดทุกรายการ แต่ความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างนักศึกษามีความพึงพอใจเป็นอันดับ 1 (คะแนนเฉลี่ย 4.82) รองลงมาคือ การจัดลำดับเนื้อหาขั้นตอนการทดลองได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้เข้าใจง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน (คะแนนเฉลี่ย 4.78) สื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนมีลักษณะที่เห็นภาพการทดลองได้อย่างชัดเจน ทำให้เข้าใจในการทดลองทางเคมี ก่อนการปฏิบัติการทดลองจริง (คะแนนเฉลี่ย 4.72) ได้รับความรู้เพิ่มขึ้นจากสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (คะแนนเฉลี่ย 4.62) รูปแบบสีตัวอักษรอ่านได้ชัดเจน (คะแนนเฉลี่ย 4.58)