



คู่มือ แนวคำตอบกิจกรรมการทดลอง

ปฏิกิริยาเคมี

4

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

The factors that affect Chemical reaction rates

เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี (Concentration of reactant and chemical reaction)

<p>การมีหนูด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์</p> $2\text{H}_2\text{O}_{2(aq)} \xrightarrow{\text{ยีสต์}} 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$	<p>การทดสอบแก๊สจากลมหายใจ</p> $\text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{CaCO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	<p>การทดสอบยาลิพินกับการเคลื่อนที่ของหินอ่อนขาว</p> $\text{CaCO}_{3(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{CaCl}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$ $2\text{NaOH}_{(aq)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
<p>การฟอกสีผม</p> $2\text{Keratin-SH} + \text{H}_2\text{O}_{2(aq)} \rightarrow \text{Keratin-S-S-keratin} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	<p>ตัวกับการย่อยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์</p> $2\text{H}_2\text{O}_{2(aq)} \xrightarrow{\text{catalase}} 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$	<p>การทำกิจกรรมในร่มและกลางแจ้ง</p> $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(aq)} + 6\text{O}_{2(g)} \rightarrow 6\text{CO}_{2(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{พลังงาน}$

$$\text{Keratin-2-S-Keratin} + \text{SH}^{(+)}$$

$$\uparrow$$

$$5\text{Keratin-2H} + \text{H}^{(+)}$$
บรรจุหลอดทดลอง

3% H₂O₂ 6% H₂O₂ 12% H₂O₂

$$\text{SH}^{(+)2(aq)} \rightarrow \text{SH}^{(+)1} + \text{O}^{(+)1}$$
บรรจุหลอดทดลอง

$$\text{eCO}^{(2)} + \text{eH}^{(+)1} \rightarrow \text{ผลิตภัณฑ์}$$

$$\uparrow$$

$$\text{C}^{\text{H}^{(+)1}\text{O}^{(2)}} + \text{eO}^{(2)}$$
บรรจุหลอดทดลอง

นางสาวมรินทร์ โทผาวงศ์

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ข้าราชการ

โรงเรียนปลาปากวิทยา อ.ปลาปาก จ.นครพนม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22

PREFACE

คำนำ

กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เป็นสื่อการจัดการเรียนรู้ที่ผู้จัดทำ ได้พัฒนาเพื่อใช้เป็นนวัตกรรมการศึกษา ที่ใช้ประกอบการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ว 22101 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนปลาปากวิทยา อำเภอปลาปาก จังหวัดนครพนม ประกอบด้วย กิจกรรมการทดลอง เรื่องปฏิกิริยาเคมี จำนวน 6 ชุด ซึ่งใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจะจัดการเรียนรู้ตามลำดับดังนี้

1. เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. เรื่อง มวลกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
(ชนิดของสารตั้งต้นกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี)
4. เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
(ความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี)
5. เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
(พื้นที่ผิวสัมผัสของสารตั้งต้นกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี)
6. เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
(อุณหภูมิของสารตั้งต้นกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี)

กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ฉบับนี้เป็นเรื่องที่ 4 ผู้จัดทำคาดหวังอย่างยิ่งว่าเอกสารชุดนี้จะเกิดประโยชน์ ตลอดจนสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการทดลองและมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น พร้อมทั้งพัฒนาการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีความสุข

นางสาวมิรันตี โทผางษ์

CONTENTS

สารบัญ

คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ส่วนประกอบของกิจกรรมการทดลอง	ค
มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	ง
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	จ
คำชี้แจงสำหรับครู	ฉ
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน	ช
คำศัพท์ (Vocabulary)	1
กิจกรรมการทดลอง	2
กิจกรรมขั้นทำนาย (Predict)	3
กิจกรรมขั้นสังเกต (Observe)	4
กิจกรรมขั้นอธิบาย (Explain)	6
แบบฝึกหัด	7
บรรณานุกรม	8
ภาคผนวก	9

COMPOSITION

ส่วนประกอบของกิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมการทดลอง เรื่องปฏิกิริยาเคมี รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ประกอบด้วย

1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
2. สาระสำคัญ/จุดประสงค์การเรียนรู้
3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. คำศัพท์ภาษาอังกฤษ (Vocabulary)
5. กิจกรรมการทดลอง: ปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี เรื่องปฏิกิริยาที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี)
6. กิจกรรมขั้นทำนาย (Predict)
7. กิจกรรมขั้นสังเกต (Observe)
8. กิจกรรมขั้นอธิบาย (Explain)

STAND AND INDICATOR

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระ ที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.2/1 ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวล และพลังงาน เมื่อสารเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีและมีจิตวิทยาศาสตร์

สาระสำคัญ

ความเข้มข้นของสาร มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี สารใดที่มีความเข้มข้นมาก จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วกว่าสารที่มีความเข้มข้นน้อย

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบแล้วนักเรียนสามารถ

ด้านความรู้

- 1.อธิบายความหมายของความเข้มข้นของสารมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2.ยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

ด้านทักษะกระบวนการ

- 3.ทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ด้านเจตคติ

- 4.มีความกระตือรือร้นในการทำงาน และทำงานอย่างเป็นระบบ

PROCEDURE

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียน เรื่องปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย จำนวน 6 กิจกรรม 18 คาบเรียน โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้เป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่
ขั้นทำนาย ขั้นสังเกต และขั้นอธิบาย ดังนี้

1. ขั้นทำนาย (Predict)

นักเรียนทำนายผลการทดลอง พร้อมกับแสดงเหตุผล ก่อนทำการทดลอง

ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการทดลองที่เชื่อมโยงกับร่างกายและชีวิตประจำวัน

2. ขั้นสังเกต (Observe)


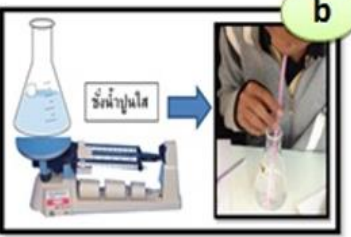
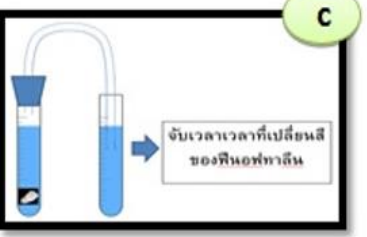
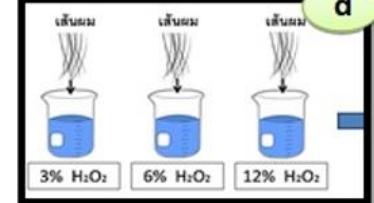
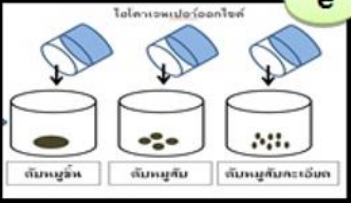
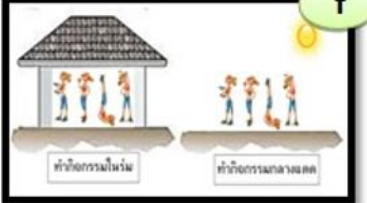
นักเรียนออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองเพื่อหาคำตอบของการทดลอง

ที่นักเรียนได้ทำนายไว้ในขั้นทำนาย

3. ขั้นอธิบาย (Explain)

นักเรียนนำผลการทดลองมาอธิบายและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนๆ รวมถึงแสดงเหตุผล

ของผลการทดลอง พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับการทำนายของนักเรียน

 <p>จุ่มสำลีที่ด้านในของโอไรเดนเปอร์ออกไซด์</p>	 <p>ชั่งน้ำหนัก</p>	 <p>จับเวลาเวลาที่เปลี่ยนสีของฟีนอล์ฟทาลีน</p>
<p>การป็นเหตุด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์</p>	<p>การทดสอบแก๊สจากลมหายใจ</p>	<p>การทดสอบยาสีฟันกับการเคลือบฟัน</p>
 <p>เส้นผม 3% H₂O₂ 6% H₂O₂ 12% H₂O₂</p>	 <p>ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ถังหมักต้น ถังหมักต้น ถังหมักต้นจะเข้มข้น</p>	 <p>ทำกิจกรรมใหม่ ทำกิจกรรมกลางแดด</p>
<p>การฟอกสีผม</p>	<p>ดับกับการย่อยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์</p>	<p>การทำกิจกรรมใหม่และกลางแดด</p>

INSTRUCTION FOR TEACHER

คำชี้แจงสำหรับครู

ครูผู้สอนศึกษาระการเรียนรู้และกิจกรรมการทดลอง เรื่องปฏิกิริยาเคมี วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย โดยละเอียดดังนี้

1. ศึกษากิจกรรมการทดลอง เรื่องปฏิกิริยาเคมี วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย
2. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้
3. จัดเตรียมสื่อการจัดการเรียนรู้
4. ศึกษาคำชี้แจงในการปฏิบัติกิจกรรม
5. เตรียมวัสดุ อุปกรณ์การทดลอง
6. ชี้แจงแนวการจัดการกิจกรรมให้กับนักเรียนและบทบาทของนักเรียนในการเรียน
7. จัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย
8. ขณะทำกิจกรรมครูมีการกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถาม เสริมแรง ให้กำลังใจ และคอยตอบคำถาม หากนักเรียนมีคำถามและปัญหาในขณะปฏิบัติกิจกรรม
9. หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมแล้ว นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย สรุป
10. ครูผู้สอนประเมินทุกด้าน

INSTRUCTION FOR STUDENTS

คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

กิจกรรมการทดลอง เรื่องปฏิกิริยาเคมี วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความตั้งใจ ดังนี้

1. แบ่งกลุ่มๆละ 4-5 คน โดยละความสามารถนักเรียน เป็นเก่ง กลาง อ่อน
2. อ่านคำอธิบาย คำชี้แจง ในการทำกิจกรรมการทดลองให้เข้าใจ ก่อนทดลอง และออกแบบการทดลอง
3. ศึกษาสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนในกิจกรรมการทดลอง เรื่องปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย
5. ข้อควรปฏิบัติ หากนักเรียนมีข้อสงสัยให้ขอคำอธิบายจากครูผู้สอน เพื่อรับคำแนะนำ เกี่ยวกับแนวทางการทำกิจกรรม

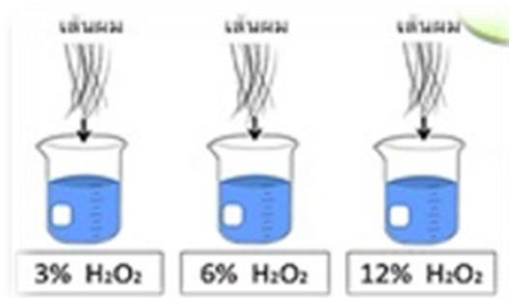
Concentration of reactants and chemical reaction

ความเข้มข้นกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

Vocabulary



Experiment การทดลอง	Objective จุดประสงค์	Hypothesis สมมติฐาน
Independent variable ตัวแปรต้น	Dependent variable ตัวแปรตาม	Control variable ตัวแปรควบคุม
Equipment อุปกรณ์	How to do วิธีการทดลอง	Result ผลการทดลอง
Factor ปัจจัย	Chemical reaction ปฏิกิริยาเคมี	Discussions อภิปรายผล
Stirring Rod แท่งคนสาร	Cylinder กระบอกตวง	Summary สรุปผล
Knowledge ความรู้	Problem ปัญหา	Rates อัตรา
Observe สังเกต	Explain อธิบาย	Concentration ความเข้มข้น
		Reactant สารตั้งต้น
		Affect ผลกระทบ
		Product ผลิตภัณฑ์
		Predict ทำนาย
		Hydrogen peroxide ออกซิเจนเปอร์ออกไซด์



กิจกรรมการทดลอง: ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี
(Experiment: The factors that affect Chemical reaction rates)

เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

(Concentration of reactants and chemical reaction)

Group:

- 1..... Class No.
- 2..... Class No.
- 3..... Class No.
- 4..... Class No.
- 5..... Class No.

Explanation

(คำชี้แจง)

ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์
ความรู้และปัญหาที่กำหนดให้
แล้วระดมความคิดในกลุ่ม
ออกแบบการทดลอง
เพื่อแก้ปัญหา

Knowledge (ความรู้)

ในการเปลี่ยนสีผม หรือฟอกสีผมให้จางลง
มีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นสารหนึ่งที่เป็น
ส่วนผสมในการใช้ฟอกสีผม

Equipment

(อุปกรณ์)

1. เส้นผม 3 เส้น
2. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3%
3. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6%
4. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12%
5. ปีกเกอร์ 100 cm³ 6 ใบ
6. แท่งแก้วคนสาร 1 อัน
7. กระจกตวง 1 อัน

Problem (ปัญหา)

ถ้าใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
เพื่อฟอกสีผม ด้วยความเข้มข้นแตกต่างกัน
จะเกิดผลอย่างไร

Concentration of reactants and chemical reaction

ความเข้มข้นกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

PREDICT

กิจกรรม ชั้นทำนาย

การทดลอง (Experiment)	1	2	3
	เส้นผม + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3%	เส้นผม + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6%	เส้นผม + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12%
ทำนายว่า จะเกิดอะไรขึ้น (Predict)			
เพราะอะไรจึงทำนาย เช่นนั้น (เหตุผล)			
เรียงลำดับการทดลอง 1,2,3 พอกจาง มากไปน้อย			
มั่นใจหรือไม่ ในเหตุผล	<input type="checkbox"/> มั่นใจ <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจ	<input type="checkbox"/> มั่นใจ <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจ	<input type="checkbox"/> มั่นใจ <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจ

OBSERVE

กิจกรรม ชั้นสังเกต

Experiment (การทดลอง) :

Objective (จุดประสงค์) :

Hypothesis (สมมติฐาน) :

Independent variable (ตัวแปรต้น) :

Dependent variable (ตัวแปรตาม) :

Control variable (ตัวแปรควบคุม) :

Equipment (อุปกรณ์การทดลอง)
.....
.....
.....
.....
.....
.....

How to do (วิธีทำการทดลอง)
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Result (ผลการทดลอง)

Discussions (อภิปรายผล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Summary (สรุปผล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Concentration of reactants and chemical reaction

ความเข้มข้นกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

EXPLAIN

กิจกรรม ชั้นอธิบาย

	1	2	3
การทดลอง (Experiment)	เส้นผม + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3%	เส้นผม + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6%	เส้นผม + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12%
ทำนายว่า จะเกิดอะไรขึ้น (Predict)			
ผลการทดลอง (Result)			
เรียงลำดับการ ทดลอง 1,2,3 พอกจาง มากไปน้อย			
ความเข้มข้นต่างกัน ส่งผลต่อปฏิกิริยา เคมีอย่างไร			

แบบฝึกหัดเรื่อง

ความเข้มข้นของสารกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี



1. 1.นำสาร M ความเข้มข้น 5%,10%,15% ตามลำดับ มาทำปฏิกิริยากับสาร N อย่างละเท่าๆกัน จงเรียงลำดับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างสาร Mความเข้มข้นต่างๆ กับสาร N จากเร็วที่สุดไปหาน้อย

2. จากข้อ 1 เพราะเหตุใดสาร N แต่ละความเข้มข้นทำปฏิกิริยากับ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้เร็วช้า แตกต่างกัน

3. เพราะเหตุใดสารที่มีความเข้มข้นมากจึงทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วกว่าความเข้มข้นน้อย

4. ความเข้มข้นมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

5. จงเรียงลำดับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างสาร A กับสาร B ต่อไปนี้จากมากไปหาน้อย

การทดลอง	สาร A	สาร B	ลำดับ
ชุดที่1	12%	5%	
ชุดที่ 2	23%	5%	
ชุดที่ 3	18%	5%	
ชุดที่ 4	21%	5%	

REFERENCE

บรรณานุกรม

- กัญชพร เครือคำ. ความสามารถของนักเรียนในการทำนาย สังเกต อธิบาย อภิปรายในปฏิบัติการ เรื่องสมดุลเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต :
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.
- ดรัลสิริ สีลาดเลา. การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน กับสิ่งแวดล้อมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต :
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.
- นุจรี มณีจันทร์. การพัฒนาชุดการทดลองการหักเหของแสง เรื่องลึกลับจริงลึกลับปรากฏ เพื่อพัฒนาทักษะการทดลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- มาลาศรี สะตะ. การใช้กิจกรรมมยุวหมอดินเพื่อพัฒนาทักษะการทดลองและเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2551.
- รุจิระ การิสุข. การพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว, 2546.
- _____. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 3. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว, 2551.
- อนันต์ ศิริทองสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2549.
- Hsu, L-R. "Using the Predict-Observe-Explain Strategy to Explore Students' Alternative Conceptions of Combustibility", Using the Predict-Observe-Explain Strategy to Explore Students' Alternative Conceptions of Combustibility.
http://scholar.google.co.th/scholar?bav=on.2,or.r_cp.r_qf.&bvm=bv.71778758,d.c2E,pv.xjs.s.th.dkSQuK76Y18.O&biw=1360&bih=667&dpr=1&um=1&ie=UTF-8&lr=&q=related:P01WNqtH8z0wAM:scholar.google.com/. 26 April, 2012.

APPENDIX

ภาคผนวก

การทดลองและผลการทดลองของการจัดการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมี

ตารางที่ 1 เนื้อหา การทดลองและผลการทดลองของการจัดการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมี

แผนที่ 4	เนื้อหา	ความเข้มข้นของสารกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี
	การทดลอง	การฟอกสีผมด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 3%, 6%, 12%
	ปฏิกิริยาเคมี	$2\text{Keratin-SH} + \text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \longrightarrow \text{Keratin-S-S-keratin} + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
	ผลการทดลอง	เมื่อความเข้มข้นของสารมากเกิดปฏิกิริยาเคมีมาก ดังนั้น จากการทดลองสีจะจางลง โดย 12% จางมากที่สุด รองลงมาคือ 6% และ 3%

THE ANSWER : PREDICT

แนวคำตอบ กิจกรรมชั้นทำนาย

การทดลอง (Experiment)	1	2	3
	เส้นผม + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3%	เส้นผม + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6%	เส้นผม + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12%
ทำนายว่า จะเกิดอะไรขึ้น (Predict)	สามารถฟอกสีผมให้อ่อน ได้เล็กน้อย	สามารถฟอกสีผมให้อ่อน ได้ปานกลาง	สามารถฟอกสีผมให้อ่อน ได้ดี
เพราะอะไรจึงทำนาย เช่นนั้น (เหตุผล)	ความเข้มข้นน้อยต้องใช้ เวลามาก และมีความ สามารถในการฟอกน้อย	ความเข้มข้นปานกลางต้อง ใช้เวลาพอสมควร และมี ความสามารถในการฟอก ปานกลาง	ความเข้มข้นมากที่สุดใช้ เวลาน้อยกว่าความเข้มข้น อื่น จะมีความสามารถในการ ฟอกมาก
เรียงลำดับการทดลอง 1,2,3 พอกจาง มากไปน้อย	3	2	1
มั่นใจหรือไม่ ในเหตุผล	<input type="checkbox"/> มั่นใจ <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจ	<input type="checkbox"/> มั่นใจ <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจ	<input type="checkbox"/> มั่นใจ <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจ

ANSWER : OBSERVE

แนวคำตอบ กิจกรรมขั้นสังเกต

Experiment (การทดลอง):	การฟอกสีผม
Objective (จุดประสงค์)	1. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของสารกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการฟอกสีผมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นต่างกัน
Hypothesis (สมมติฐาน)	สารตั้งต้นที่มีความเข้มข้นมากจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าความเข้มข้นน้อย
Independent variable	: ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3%, 6%, 12%
Dependent variable	: ความสามารถในการฟอกสีผม
Control variable	: ผม, ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
Equipment (อุปกรณ์การทดลอง)	1. ปีกเกอร์ขนาด 100 ml 2. แท่งแก้วคนสาร 3. กระจกบอกลวด 4. เส้นผม 5. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3%, 6%, 12%
How to do (วิธีทำการทดลอง)	1. ตวงไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3%, 6%, 12% ปริมาตร 15 cm ³ ใส่ในปีกเกอร์ หลอดที่ 1, 2, 3 ตามลำดับ 2. แช่ผมลงในหลอดทดลองที่ 1-3 เป็นเวลา 1 วัน สังเกตบันทึกผล

Concentration of reactants and chemical reaction

ความเข้มข้นกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

Result (ผลการทดลอง)

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	ผลการสังเกต
3 %	ฟอกสีผมได้สีอ่อนลงเล็กน้อย
6 %	ฟอกสีผมได้สีอ่อนลงปานกลาง
9 %	ฟอกสีได้สีอ่อนลงมากที่สุด

Discussion (อภิปรายผล)

เมื่อนำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นแตกต่างกันมาฟอกสีผม ปรากฏว่า ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 12% สามารถฟอกสีผมให้สีอ่อนได้เร็วและมากที่สุด รองลงมาคือ 6 % และ 3 % ตามลำดับ

Summary (สรุปผล)

สารตั้งต้นที่มีความเข้มข้นมากจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าความเข้มข้นน้อย

THE ANSWER : EXPLAIN

แนวคำตอบ กิจกรรมชั้นอธิบาย

	1	2	3
การทดลอง (Experiment)	เส้นผม + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3%	เส้นผม + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 6%	เส้นผม + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12%
ทำนายว่า จะเกิดอะไรขึ้น (Predict)	สามารถฟอกสีผมให้อ่อน ได้เล็กน้อย	สามารถฟอกสีผมให้อ่อน ได้ปานกลาง	สามารถฟอกสีผมให้อ่อน ได้ดี
ผลการทดลอง (Result)	สามารถฟอกสีผมให้อ่อนได้ เล็กน้อยความเข้มข้นน้อยต้อง ใช้เวลามาก และมี ความสามารถในการฟอกน้อย	สามารถฟอกสีผมให้อ่อนได้ ปานกลาง ความเข้มข้นปาน กลางต้องใช้เวลาพอสมควร และมีความสามารถในการ ฟอกปานกลาง	สามารถฟอกสีผมให้อ่อนได้ ดี ความเข้มข้นมากที่สุดใช้ เวลาน้อยกว่าความเข้มข้น อื่น จะมีความสามารถใน การฟอกมาก
เรียงลำดับการ ทดลอง 1,2,3 ฟอกจาง มากไปน้อย	3	2	1
ความเข้มข้นต่างกัน ส่งผลต่อปฏิกิริยา เคมีอย่างไร	สารตั้งต้นที่มีความเข้มข้นมากจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าความเข้มข้นน้อย		

แนวคำตอบแบบฝึกหัดเรื่อง
ความเข้มข้นของสารกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี



1. 1.นำสาร M ความเข้มข้น 5%,10%,15% ตามลำดับ มาทำปฏิกิริยากับสาร N อย่างละเท่าๆกัน จงเรียงลำดับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างสาร M ความเข้มข้นต่างๆ กับสาร N จากเร็วที่สุดไปหาน้อย
- ความเข้มข้นที่เกิดปฏิกิริยาจากมากไปน้อยคือ .15%..10%..5%

2. จากข้อ 1 เพราะเหตุใดสาร N แต่ละความเข้มข้นทำปฏิกิริยากับ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้เร็วช้า แตกต่างกัน

สารตั้งต้นที่มีความเข้มข้นมากจะ เกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าความเข้มข้นน้อย

3. เพราะเหตุใดสารที่มีความเข้มข้นมากจึงทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วกว่าความเข้มข้นน้อย

ความเข้มข้นของสาร มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี สารใดที่มีความเข้มข้นมาก จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วกว่าสารที่มีความเข้มข้นน้อย

4. ความเข้มข้นมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

สารตั้งต้นที่มีความเข้มข้นมาก จะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าความเข้มข้นน้อย

5. จงเรียงลำดับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างสาร A กับสาร B ต่อไปนี้จากมากไปหาน้อย

การทดลอง	สาร A	สาร B	ลำดับ
ชุดที่1	12%	5%	4
ชุดที่ 2	23%	5%	1
ชุดที่ 3	18%	5%	3
ชุดที่ 4	21%	5%	2

เกณฑ์การประเมิน

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินการออกแบบการทดลอง

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. สมมติฐาน	0	ไม่สามารถระบุสมมติฐานได้เลย
	1	เขียนทำนายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม แต่กำหนดตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามตัวใดตัวหนึ่งไม่ถูกต้อง
	2	เขียนทำนายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม แต่ไม่ให้เกิดผลประกอบ
	3	เขียนทำนายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม พร้อมให้เกิดผลประกอบ
2. การกำหนดตัวแปร	0	ไม่สามารถระบุตัวแปรได้เลย
	1	กำหนดถูกต้อง 1 ตัวแปร
	2	กำหนดถูกต้อง 2 ตัวแปร
	3	บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องทั้ง 3 ตัวแปร
3. อุปกรณ์การทดลอง และสารเคมี	0	กำหนดอุปกรณ์ไม่ถูกต้องเลย
	1	กำหนดอุปกรณ์และสารเคมีได้ ไม่ครบถ้วน 3 อย่างขึ้นไป
	2	กำหนดอุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน 1-2 อย่าง
	3	กำหนดอุปกรณ์และสารเคมีอย่างถูกต้อง ครบถ้วน
4. วิธีดำเนินการทดลอง	0	ไม่สามารถกำหนดวิธีการ ขั้นตอนในการทดลองได้เลย
	1	กำหนดขั้นตอนวิธีการทดลองได้ถูกต้องชัดเจนอย่างน้อย 1 ขั้นตอน
	2	กำหนดขั้นตอนวิธีการทดลองได้ถูกต้องชัดเจนอย่างน้อย 2 ขั้นตอน
	3	กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้องชัดเจนทุกขั้นตอน
5. ตารางบันทึกผล	0	ออกแบบตารางบันทึกผลไม่ได้เลย
	1	ออกแบบตารางบันทึกผลได้ แต่ยังไม่ครบถ้วนมากกว่า 2-3 ประเด็น
	2	ออกแบบตารางบันทึกผลที่เหมาะสมกับข้อมูลแต่ยังไม่ครบถ้วน 1 ประเด็น
	3	ออกแบบตารางบันทึกผลได้ถูกต้องเหมาะสมกับข้อมูล

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการทดลอง

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. วิธีดำเนินการทดลอง	0	ไม่สามารถกำหนดวิธีการ ขั้นตอนในการทดลองได้เลย
	1	กำหนดขั้นตอนวิธีการทดลองได้ถูกต้องชัดเจนอย่างน้อย 1 ขั้นตอน
	2	กำหนดขั้นตอนวิธีการทดลองได้ถูกต้องชัดเจนอย่างน้อย 2 ขั้นตอน
	3	กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้องชัดเจนทุกขั้นตอน
2. การเลือกอุปกรณ์ในการทดลอง	0	เลือกและใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้องกับการทดลองเลย
	1	เลือกและใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน 3 อย่างขึ้นไป
	2	เลือกและใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน 1-2 อย่าง
	3	เลือกและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและครบถ้วน
3. การปฏิบัติการทดลอง	0	ปฏิบัติการทดลองไม่ได้เลยใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง 3 อย่าง
	1	ปฏิบัติการทดลองได้แต่ไม่เป็นขั้นตอน
	2	ปฏิบัติการทดลองได้เป็นขั้นตอนใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง 1 อย่าง
	3	ปฏิบัติการทดลองได้เป็นขั้นตอน ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง
4. ความคล่องแคล่วในการทำการทดลอง	0	ทำการทดลองเสร็จช้ากว่า 20 นาที
	1	ทำการทดลองเสร็จเข้าไป 20 นาที
	2	ทำการทดลองเสร็จช้ากว่า 10 นาที
	3	ทำการทดลองเสร็จทันเวลา
5. การบันทึกผล	0	ไม่บันทึกผลเลย
	1	มีการบันทึกผลเป็นระยะแต่ไม่ครบถ้วน 3 อย่าง
	2	มีการบันทึกผลเป็นระยะ แต่ไม่ครบถ้วน 1 อย่าง
	3	มีการบันทึกผล ครบถ้วนนำเสนอผลการทดลองได้
6. การดูแลและเก็บอุปกรณ์หรือเครื่องมือ	0	ไม่ดูแลอุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทดลอง และไม่ทำความสะอาดเลย
	1	ดูแลอุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทดลอง แต่ไม่ทำความสะอาด แต่เก็บเข้าที่
	2	ดูแลอุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทดลอง ทำความสะอาด แต่เก็บไม่ถูกต้อง
	3	ดูแลอุปกรณ์ หรือเครื่องมือในการทดลองมีการทำความสะอาดและเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินการบันทึกผลการทดลอง

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. สมมติฐาน	0	ไม่เขียนแสดงคำตอบล่วงหน้าเลย
	1	เขียนแสดงคำตอบล่วงหน้าพร้อมเหตุผลได้โดยสัมพันธ์กับตัวแปรต้นหรือตัวแปรตาม
	2	เขียนแสดงคำตอบล่วงหน้าพร้อมเหตุผลได้โดยสัมพันธ์กับตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้
	3	เขียนแสดงคำตอบล่วงหน้าพร้อมเหตุผลได้โดยสัมพันธ์กับตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้อย่างสมเหตุสมผล
2. การกำหนดตัวแปร	0	ไม่สามารถระบุตัวแปรได้เลย
	1	กำหนดถูกต้อง 1 ตัวแปร
	2	กำหนดถูกต้อง 2 ตัวแปร
	3	ระบุตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องทั้ง 3 ตัวแปร
3. อุปกรณ์การทดลองและสารเคมี	0	กำหนดอุปกรณ์ไม่ถูกต้องเลย
	1	กำหนดอุปกรณ์และสารเคมีได้ ถูกต้อง 1-2 อย่าง
	2	กำหนดอุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง 3-4 อย่าง
	3	กำหนดอุปกรณ์และสารเคมีอย่างถูกต้อง ครบถ้วน
4. วิธีดำเนินการทดลอง	0	ไม่สามารถกำหนดวิธีการ ขั้นตอนในการทดลองได้เลย
	1	กำหนดขั้นตอนวิธีการทดลองได้ถูกต้อง 1 ขั้นตอน
	2	กำหนดขั้นตอนวิธีการทดลองได้ถูกต้อง 2 ขั้นตอน
	3	กำหนดขั้นตอนวิธีการทดลองได้ถูกต้องมากกว่า 2 ขั้นตอน
5. ตารางบันทึกผล	0	ออกแบบตารางบันทึกผลไม่ได้เลย
	1	ออกแบบตารางบันทึกผลได้ แต่ยังไม่ครบถ้วน
	2	ออกแบบตารางบันทึกผลที่เหมาะสมกับข้อมูล
	3	ออกแบบตารางบันทึกผลได้ถูกต้องและบันทึกข้อมูลครบถ้วนชัดเจนเข้าใจง่าย
6. อภิปรายผล	0	ไม่อภิปรายผลการทดลอง
	1	อธิบายผลการทดลองแต่ไม่ถูกต้องบางส่วน
	2	อธิบายผลการทดลองถูกต้อง
	3	อธิบายผลการทดลองถูกต้องและอภิปรายว่าสอดคล้องหรือขัดแย้งกับ 1) สมมติฐานที่ตั้งไว้ 2) ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินการบันทึกผลการทดลอง (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
7. สรุปผลการทดลอง	0	ไม่สรุปผลการทดลอง
	1	เขียนแสดงผลของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามตามตารางบันทึกผลการทดลองแต่กำหนดตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามไม่ถูกต้องทั้งสองตัวแปร
	2	เขียนแสดงผลของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามตามตารางบันทึกผลการทดลอง แต่กำหนดตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามตัวใดตัวหนึ่งไม่ถูกต้อง
	3	เขียนแสดงผลของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามตามตารางบันทึกผลการทดลอง และกำหนดตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามได้ถูกต้อง

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินการทำนาย-สังเกต-อธิบาย

การประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ขั้นทำนาย	0	ไม่สามารถทำนายได้เลย
	1	เขียนทำนายคำตอบล่วงหน้าได้แต่ไม่ให้เหตุผล
	2	เขียนทำนายคำตอบล่วงหน้าได้แต่ให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับการทำนาย
	3	เขียนทำนายคำตอบล่วงหน้าพร้อมให้เหตุผลประกอบถูกต้อง (ตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์)
ขั้นสังเกต	0	ทักษะการทดลองอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์
	1	ทักษะการทดลองอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำถึงปานกลาง
	2	ทักษะการทดลองอยู่ในระดับค่อนข้างดีถึงดี
	3	ทักษะการทดลองอยู่ในระดับดีมากถึงดีเยี่ยม
ขั้นอธิบาย	0	ไม่อธิบายผลการทดลอง
	1	อธิบายผลการทดลองแต่ไม่ถูกต้องบางส่วน
	2	อธิบายผลการทดลองถูกต้อง แต่ไม่อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์
	3	อธิบายผลการทดลองถูกต้องและครบถ้วน พร้อมอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์

Concentration of reactants and chemical reaction

ความเข้มข้นกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

สำหรับการให้ความหมายของค่าที่วัดได้ กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ค่าเฉลี่ยเป็นรายด้านและรายข้อ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 6 ความหมายของระดับคะแนนในแบบประเมินทักษะการทดลอง

ที่	คะแนน (ร้อยละ)	ความหมาย
1	80 – 100	ดีเยี่ยม
2	75-79	ดีมาก
3	70 -74	ดี
4	65-69	ค่อนข้างดี
5	60-64	ปานกลาง
6	55-59	ควรปรับปรุง
7	50-54	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
8	0-49	ไม่ผ่านเกณฑ์