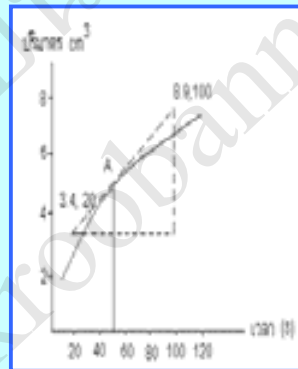


ชุดกิจกรรมเคมี  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เล่ม 1 เรื่อง ศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ชญธรณ์ วิสุทธีเมธากร

โรงเรียนไทยเจริญวิทยา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3

## คำนำ

ชุดกิจกรรมวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบ่งเป็น 8 เล่ม ใช้เวลาเรียนเล่มละ 2 ชั่วโมง  
สำหรับชุดกิจกรรมวิชาเคมี เล่ม 1 เรื่อง ศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี  
นักเรียนจะได้ทดลองเพื่อศึกษา อธิบาย อภิปราย อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี  
ฝึกสร้างกราฟ และคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากการปฏิบัติ  
กิจกรรม จะส่งผลให้นักเรียน มีความรู้ ความเข้าใจ และเกิดการพัฒนา  
ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

ชัยรัตน์ วิสุทธิเมธากร

# คำชี้แจง



1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ศึกษาสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ศึกษากิจกรรมการเรียนรู้
4. ทำกิจกรรมที่ 3.1
5. ศึกษาการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
6. ทำกิจกรรมที่ 3.2
7. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

# สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
คำชี้แจง	ข
แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน.....	1
1. สารสำคัญ .....	4
2. จุดประสงค์การเรียนรู้.....	4
3. กิจกรรมการเรียนรู้.....	5
3.1 สร้างความสนใจ.....	5
3.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	6
- กิจกรรมที่ 3.1.....	9
- แนวคำตอบกิจกรรมที่ 3.1 .....	15
3.3 การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	18
- กิจกรรมที่ 3.2 .....	21
- แนวคำตอบกิจกรรมที่ 3.2 .....	23
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน .....	28
หนังสืออ้างอิง	

## แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน

ชุดกิจกรรมวิชาเคมี เล่ม 1 ศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ข้อสอบ 10 ข้อ เวลา 10 นาที คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หาได้จากความสัมพันธ์ใด
  - ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงต่อหนึ่งหน่วยเวลา
  - ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นหนึ่งหน่วยเวลา
  - ปริมาณสารตั้งต้นที่เหลืออยู่ต่อเวลาในการดำเนินปฏิกิริยา
  - ถูกทั้ง ก. และ ข.
- จากปฏิกิริยา  $\text{Mg(s)} + 2 \text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$  วิธีวัดปริมาณของสารในปฏิกิริยา ที่สะดวกที่สุดคือวิธีใด
  - วัดปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น
  - วัดมวลของโลหะแมกนีเซียมที่ลดลง
  - วัดความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ลดลง
  - วัดความเข้มข้นของแมกนีเซียมคลอไรด์ที่เกิดขึ้น
- รูปไม้ทayahมองใช้เวลาลูกติดไฟ 6 วินาที จะมีอัตราการลูกติดไฟเท่าใด ถ้าแทนรูปลูกติดไฟด้วย 1 หน่วย
 

ก. 0.167 หน่วย/วินาที	ข. 0.25 หน่วย/วินาที
ค. 1 หน่วย/วินาที	ง. 6 หน่วย/วินาที
- เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นเวลา 10 นาที เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีค่าตรงตามข้อใด
 

ก. 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที	ข. 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที
ค. 15 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที	ง. 20 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

5. เสาสารประกอบไฮโดรคาร์บอน 100 กรัม พบว่าเกิดน้ำขึ้น 20 มิลลิลิตร โดยใช้เวลาในการเผา 10 นาที จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีนี้

- ก. 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที      ข. 1 มิลลิลิตรต่อนาที  
 ค. 1.5 มิลลิลิตรต่อนาที      ง. 2 มิลลิลิตรต่อนาที

ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 6-8

จากผลการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้ผลดังต่อไปนี้

ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน (cm <sup>3</sup> )	เวลา (s)
1	20
2	40
3	70
4	90
5	110

6. อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ย มีค่าที่ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที

- ก.  $\frac{4}{90}$       ข.  $\frac{4}{100}$       ค.  $\frac{5}{110}$       ง.  $\frac{5}{320}$

7. อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ที่ปริมาตรระหว่าง 1-2 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีค่าที่ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที

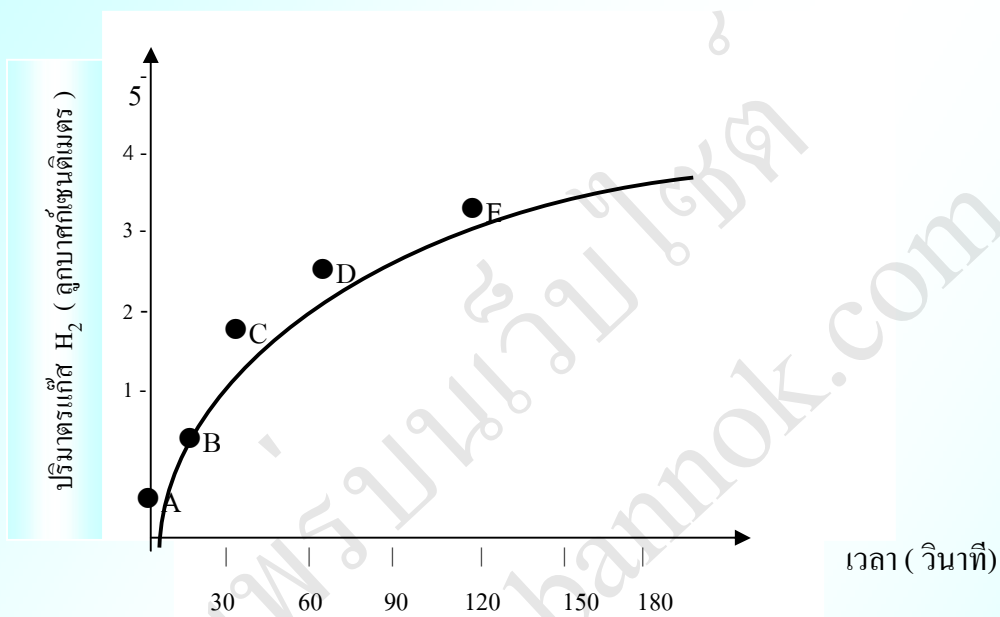
- ก.  $\frac{1}{20}$       ข.  $\frac{1}{30}$       ค.  $\frac{1}{40}$       ง.  $\frac{2}{60}$

8. อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ที่ปริมาตรระหว่าง 2-3 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีค่าที่ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที

- ก.  $\frac{1}{20}$       ข.  $\frac{1}{30}$       ค.  $\frac{3}{50}$       ง.  $\frac{3}{70}$

**คำชี้แจง** ใช้กราฟและข้อความต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 9-10

เมื่อเอาแผ่นโลหะแมกนีเซียมมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง จะได้แก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้น ถ้าจับเวลาและปริมาตรของแก๊ส จะได้ผลตามกราฟ



9. กราฟช่วงใดที่แสดงว่าแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้นในอัตราที่รวดเร็วมากที่สุด  
 ก. AB      ข. CD      ค. BD      ง. DE
10. กราฟช่วงใดที่แสดงว่าแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้นในอัตราที่ช้าที่สุด  
 ก. AB      ข. CD      ค. BD      ง. DE

## ชุดกิจกรรมวิชาเคมี เล่ม 1

### ศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

#### 1. สารสำคัญ

##### อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของสารในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งหาได้จาก ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงต่อหนึ่งหน่วยเวลา หรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลา เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลาในการดำเนินปฏิกิริยา}}$$

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น}}{\text{เวลาในการดำเนินปฏิกิริยา}}$$

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
- 2) ทดลองเพื่อศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีได้
- 3) คำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
- 4) บอกและเลือกวิธีวัดปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลง เพื่อหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้



### 3. กิจกรรมการเรียนรู้

#### 3.1 สร้างความสนใจ



ครูบ่มกล้วยอยู่ 2 โถง โถงใบแรก  
ใส่แคลเซียมคาร์ไบด์หรือถ่านแก๊ส ส่วน  
อีกโถงหนึ่งไม่ใส่ถ่านแก๊ส ทิ้งไว้ 3 วัน  
กล้วยในโถงแรกสุกหมด แต่โถงหนึ่ง  
พบว่า 5 วันจึงสุก การบ่มกล้วยแบบไหน  
มีอัตราการสุกเร็วกว่ากัน

อัตราการสุกเป็นอย่างไร  
หนูรู้แต่ว่ากล้วยที่บ่มโดยใช้  
ถ่านแก๊สสุกเร็วกว่าค่ะ



การสุกของกล้วยเป็นปฏิกิริยาเคมี  
อย่างหนึ่ง ถ้านักเรียนอยากทราบว่า  
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีคืออะไร  
จะได้ศึกษาดังต่อไปนี้

### 3.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ครุมีรูป 2 ดอก รูปดอกแรกทายาหม่องไว้ที่ปลายรูป ส่วนดอกที่สองไม่ทายาหม่องให้เพื่อนทดลองจุดรูป และจับเวลาตั้งแต่เริ่มจุดรูปจนรูปลุกติดไฟ แล้วให้อัตราการติดไฟของรูปทั้งสอง



ภาพ : รูปทายาหม่องกับรูปที่ไม่ทายาหม่อง



ภาพ : รูปที่ทายาหม่องลุกติดไฟ

ที่มา : ชัญชนัน วิสุทธีเมธากร

ถ่ายภาพที่โรงเรียนไทยเจริญวิทยา 8 มกราคม 2551



ตั้งแต่เริ่มจุดรูปจนกระทั่งรูปลुकติดไฟ  
ใช้เวลากี่วินาที ให้หาอัตราการลुकติดไฟ  
ของรูปทั้งสอง

หาอัตรา  
การลुकติดไฟ  
ดังนี้



รูปทายาหม่องใช้เวลา  
ลुकติดไฟ 1 วินาที  
รูปไม่ทายาหม่อง ใช้  
เวลาลुकติดไฟ 6 วินาทีละ

$$\text{อัตราการลुकติดไฟ} = \frac{\text{รูปลुकติดไฟ}}{\text{เวลา}}$$

$$\text{อัตราการลुकติดไฟของรูปทายาหม่อง} = \frac{\text{รูปลुकติดไฟ (แทนด้วย 1 หน่วย)}}{\text{เวลา (วินาที)}}$$

$$= \frac{1 \text{ หน่วย}}{1 \text{ วินาที}}$$

$$= 1 \text{ หน่วย / วินาที}$$

$$\text{อัตราการลुकติดไฟของรูปไม่ทายาหม่อง} = \frac{\text{รูปลुकติดไฟ (แทนด้วย 1 หน่วย)}}{\text{เวลา (วินาที)}}$$

$$= \frac{1 \text{ หน่วย}}{6 \text{ วินาที}}$$

$$= 0.167 \text{ หน่วย / วินาที}$$



รูปอันไหนมีอัตราการลุกติดไฟเร็วกว่ากันคะ

รูปทนายหม่อง ครับ



สำหรับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอื่น ๆ  
หาได้ในทำนองเดียวกัน คือ หาได้จากปริมาณสาร  
ที่เกิดขึ้นต่อเวลา หรือหาได้จากปริมาณสารตั้งต้น  
ที่ลดลงต่อเวลา ดังการทดลองต่อไปนี้

สรุป

**อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**

หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของสารในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งหาได้จาก  
ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงต่อหนึ่งหน่วยเวลา หรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์  
ที่เกิดขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลา

## กิจกรรมที่ 1.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียม กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

### จุดประสงค์

- 1) ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีได้
- 2) กำหนด และเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ ได้
- 3) บอกและเลือกวิธีวัดปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลง เพื่อหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

### สารเคมี-วัสดุอุปกรณ์/กลุ่ม

- 1) บีกเกอร์ขนาด  $100 \text{ cm}^3$  จำนวน 1 ใบ
- 2) กระจกบดวงขนาด  $10 \text{ cm}^3$  จำนวน 1 ใบ
- 3) นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 เรือน
- 4) คัตเตอร์ จำนวน 1 อัน
- 5) ที่จับหลอดทดลอง จำนวน 1 อัน
- 6) กรดไฮโดรคลอริก  $0.2 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $50 \text{ cm}^3$
- 7) ลวดแมกนีเซียมที่ขัดสะอาดแล้ว ขนาด  $0.5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  จำนวน 3 ชิ้น
- 8) จุกคอร์กสำหรับปิดปากกระจกบดวง จำนวน 1 อัน



(7)



(8)

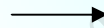
ภาพ : อุปกรณ์การทดลอง

ที่มา : รัชชธรณ์ วิสุทธิ์เมธากร

ถ่ายภาพที่โรงเรียนไทยเจริญวิทยา 8 มกราคม 2551

### การเตรียมวัสดุ

- เหลาปลายจุกคอรั้งให้มีขนาดพอดีกับปากกระบอกตวง กรีดกลางจุกคอรั้งให้เป็นแนวเล็ก ๆ แล้วเสียบลวดแมกนีเซียมที่พับทบ ดังภาพ



### วิธีทดลอง

- 1) ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกในกระบอกตวงขนาด 10 cm<sup>3</sup>จนเต็ม
- 2) นำจุกคอรั้งไปปิดปากกระบอกตวง ดังภาพ



ภาพ : การนำจุกคอรั้งปิดปากกระบอกตวง

ที่มา : รัชชธรณ์ วิสุทธิ์เมธากร

ถ่ายภาพที่โรงเรียนไทยเจริญวิทยา

8 มกราคม 2551

- 3) คำนวณระบอบดวงลงในบีกเกอร์ซึ่งใส่น้ำไว้ประมาณ  $50 \text{ cm}^3$  เริ่มจับเวลาเมื่อของเหลวในระบอบดวงอยู่ที่ขีด  $1 \text{ cm}^3$  และทุกระยะที่ของเหลวลดลง  $1 \text{ cm}^3$  จนถึงขีด  $10 \text{ cm}^3$  บันทึกผลการทดลอง



ภาพ : การคำนวณปากกระบอกดวงลงในอ่างน้ำ

- 4) อ่านปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่ผ่านไป แล้วทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง



ภาพ : ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น

ที่มา : รัชชธรณ์ วิสุทธิ์เมธากร

ถ่ายภาพที่โรงเรียนไทยเจริญวิทยา 8 มกราคม 2551

ให้แต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลอง  
หาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน แล้ว  
อภิปราย สรุปผลการทดลองในกลุ่ม  
เพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน



**ผลการทดลอง**

1. จับเวลาการเกิดแก๊สไฮโดรเจนทุก ๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ดังนี้

ปริมาตรแก๊ส ไฮโดรเจน (cm <sup>3</sup> ) เมื่อถึงขีดที่	เวลาที่ใช้ (s)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เวลาเฉลี่ย
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

2. คำนวณหาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.1 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาที่เกิดแก๊ส 2 - 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร

$$= \frac{\text{ผลต่างของปริมาตรแก๊สช่วง 2 - 3 cm}^3 \text{ (cm}^3\text{)}}{\text{ผลต่างของเวลาที่ใช้ในการเกิดแก๊สช่วง 2 - 3 cm}^3 \text{ (s)}}$$

= .....

= .....



2.2 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาที่เกิดแก๊ส 5 - 6 ลูกบาศก์เซนติเมตร

$$= \frac{\text{ผลต่างของปริมาตรแก๊สช่วง 5 - 6 cm}^3 \text{ (cm}^3\text{)}}{\text{ผลต่างของเวลาที่ใช้ในการเกิดแก๊สช่วง 5 - 6 cm}^3 \text{ (s)}}$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots$$

2.3 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาที่เกิดแก๊ส 9 -10 cm<sup>3</sup>

$$= \frac{\text{ผลต่างของปริมาตรแก๊สช่วง 9 -10 cm}^3 \text{ (cm}^3\text{)}}{\text{ผลต่างของเวลาที่ใช้ในการเกิดแก๊สช่วง 9 -10 cm}^3 \text{ (s)}}$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots$$

2.4 หาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ยได้ดังนี้

$$= \frac{\text{ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมด (cm}^3\text{)}}{\text{เวลาทั้งหมด (s)}}$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots$$

**อภิปรายและสรุปผลการทดลอง**

- 1) แก๊สที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก คือแก๊สอะไร จงสืบค้นแล้วเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมี

.....

.....

.....

2) จงเปรียบเทียบและอธิบายอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงเวลา

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3) อัตราการเกิดไฮโดรเจนเฉลี่ย หาได้อย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....

4) การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก นอกจากหาจากอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนแล้ว น่าจะมีวิธีอื่นหรือไม่

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

คะแนนเต็ม 10 ได้.....คะแนน

## แนวคำตอบ

**กิจกรรมที่ 1.1** อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียม  
กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

ตัวอย่างผลการทดลอง

1. จับเวลาการเกิดแก๊สไฮโดรเจนทุกๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ดังนี้

ปริมาณแก๊ส ไฮโดรเจน (cm <sup>3</sup> ) เมื่อถึงขีดที่	เวลาที่ใช้ (s)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เวลาเฉลี่ย
2	15	14	16	15
3	23	23	23	23
4	31	32	33	32
5	45	47	46	46
6	60	59	61	60
7	86	85	84	85
8	105	104	106	105
9	133	135	134	134
10	163	164	165	164

2. หาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาต่างๆ ได้ดังนี้

- 2.1 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาที่เกิดแก๊ส 2 - 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร

$$= \frac{3 - 2 \text{ cm}^3}{23 - 15 \text{ s}} = \frac{1 \text{ cm}^3}{8 \text{ s}} = 0.125 \text{ cm}^3/\text{s}$$

- 2.2 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาที่เกิดแก๊ส 5 - 6 ลูกบาศก์เซนติเมตร

$$= \frac{6 - 5 \text{ cm}^3}{60 - 46 \text{ s}} = \frac{1 \text{ cm}^3}{14 \text{ s}} = 0.071 \text{ cm}^3/\text{s}$$

## แนวคำตอบ

2.3 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาที่เกิดแก๊ส  $9-10 \text{ cm}^3$

$$= \frac{10 - 9 \text{ cm}^3}{164 - 134 \text{ s}} = \frac{1 \text{ cm}^3}{20 \text{ s}} = 0.050 \text{ cm}^3/\text{s}$$

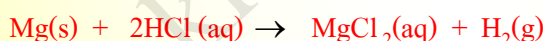
2.4 หาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ย ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ย} &= \frac{9 \text{ cm}^3}{164 \text{ s}} \\ &= 0.055 \text{ cm}^3/\text{s} \end{aligned}$$

### อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

1) แก๊สที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก คือแก๊สอะไร จงสืบค้นแล้วเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมี

แก๊สที่เกิดขึ้น คือ แก๊สไฮโดรเจน เขียนและดุลสมการเคมีได้ดังนี้



2) จงเปรียบเทียบ และอธิบายอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงเวลา

อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 15 – 23 วินาที มีค่า  $0.125 \text{ cm}^3/\text{s}$

อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 46 – 60 วินาที มีค่า  $0.071 \text{ cm}^3/\text{s}$

อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 134 – 164 วินาที มีค่า  $0.050 \text{ cm}^3/\text{s}$

จะพบว่าอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงเวลามีค่าไม่เท่ากัน

โดยในช่วงวินาทีแรก ๆ มีค่าสูง และในช่วงหลังมีค่าน้อยลงตามลำดับ แสดงว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วในช่วงเริ่มต้น แล้วมีแนวโน้มช้าลงเรื่อย ๆ

3) อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ยหาได้อย่างไร

หาได้จากปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมดต่อหนึ่งหน่วยเวลา  
คิดจากปริมาตรแก๊สไฮโดรเจน 9 ลูกบาศก์เซนติเมตร หารด้วยเวลา 164 วินาที

4) การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดสารละลาย  
กรดไฮโดรคลอริก นอกจากหาจากอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนแล้ว น่าจะมีวิธีอื่น  
หรือไม่

อาจหาได้จากอัตราการลดลงของมวลแมกนีเซียม หรืออัตราการลดลงของ  
ความเข้มข้นกรดไฮโดรคลอริก แต่ในทางปฏิบัติการวัดมวลหรือความเข้มข้นของสาร  
โดยตรงทำได้ยาก โดยทั่วไปจึงเลือกวัดปริมาณของสารในปฏิกิริยาด้วยวิธีที่สะดวกที่สุด  
ซึ่งในการทดลองนี้คือการวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น



## สรุป

เมื่อโลหะแมกนีเซียมทำปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริก จะสังเกตเห็นว่ามีแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้น โดยในช่วงเริ่มต้นของปฏิกิริยา จะเกิดแก๊สไฮโดรเจนเร็วกว่าช่วงใกล้สิ้นสุดปฏิกิริยา

การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ช่วงเวลาหนึ่งของปฏิกิริยาคู่นี้ หาได้จากปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิด ณ ช่วงเวลานั้นหารด้วยเวลาช่วงนั้น

การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยของปฏิกิริยาคู่นี้ หาได้จากปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมดหารด้วยเวลาในการดำเนินปฏิกิริยา

### 3.3 การคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมี 3 ประเภทดังนี้

**3.3.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ย** คือ ค่าที่แสดงถึงการลดลงของสารตั้งต้น หรือการเพิ่มขึ้นของสารผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดปฏิกิริยาต่อหนึ่งหน่วยเวลา

**ตัวอย่าง** จากผลการทำกิจกรรมที่ 1.1 เรื่องปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก พบว่าใช้เวลา 164 วินาที เกิดแก๊สไฮโดรเจน 9 ลูกบาศก์เซนติเมตร หาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} &= \frac{\text{ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมด (cm}^3\text{)}}{\text{เวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยา (s)}} \\ &= \frac{9 \text{ cm}^3}{164 \text{ s}} \\ &= 0.055 \text{ cm}^3/\text{s} \end{aligned}$$

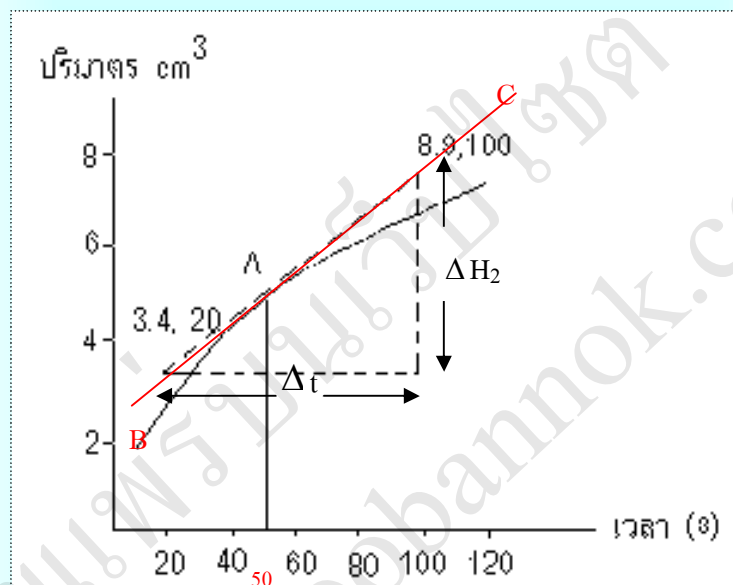
**3.3.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ช่วงเวลาหนึ่ง** คือ ค่าที่แสดงถึงการลดลงของสารตั้งต้นหรือเพิ่มขึ้นของสารผลิตภัณฑ์ ณ ช่วงเวลาหนึ่งขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินอยู่

**ตัวอย่าง** จากผลการทำกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก พบว่าที่เวลา 15 วินาที เกิดแก๊สไฮโดรเจน 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร และที่เวลา 32 วินาทีเกิดแก๊สไฮโดรเจน 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ช่วงเวลา 15 – 32 วินาที ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} &= \frac{\text{ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนช่วงเวลา 15 - 32 วินาที (cm}^3\text{)}}{\text{ช่วงเวลา 15 - 32 (s)}} \\ &= \frac{4 - 2 \text{ cm}^3}{32 - 15 \text{ s}} \\ &= \frac{2 \text{ cm}^3}{17 \text{ s}} \\ &= 0.117 \text{ cm}^3/\text{s} \end{aligned}$$

3.3.3 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ จุดเวลาหนึ่ง คือ ค่าที่แสดงถึงการลดลงของสารตั้งต้น หรือการเพิ่มขึ้นของสารผลิตภัณฑ์ ณ จุดเวลาหนึ่งของปฏิกิริยา สามารถหาได้จากกราฟ

ตัวอย่าง จากผลการทำกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก นำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของ แก๊สไฮโดรเจนกับเวลา ได้ดังนี้



ภาพ : กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา

ที่มา : สักคือนันต์ อนันตสุข , 2550 : 10

การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากกราฟ ณ เวลา 50 วินาที ทำได้ดังนี้

- 1) ลากเส้นจากจุดวินาทีที่ 50 ตั้งฉากกับแกนเวลาขึ้นไปตัดกราฟที่จุด A
- 2) ลากเส้น BC ให้สัมผัสเส้นกราฟผ่านจุด A
- 3) สร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้เส้นสัมผัส โดยให้เส้นสัมผัสเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก

$$\begin{aligned} \text{จากกราฟ ผลต่างของปริมาตรแก๊ส ณ เวลา 50 วินาที} &= 8.9 - 3.4 \text{ cm}^3 \\ &= 5.5 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ผลต่างของเวลา ณ เวลา 50 วินาที} &= 100 - 20 \text{ s} \\ &= 80 \text{ s} \end{aligned}$$



จากกราฟ อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ เวลา 50 วินาที

$$= \frac{\text{ผลต่างของปริมาตรแก๊สไฮโดรเจน ณ เวลา 50 วินาที (cm}^3\text{)}}{\text{ผลต่างของเวลา ณ 50 วินาที (s)}}$$

$$= \frac{5.5 \text{ cm}^3}{80 \text{ s}}$$

$$= 0.069 \text{ cm}^3/\text{s}$$

ไม่ยากเลยนะ สนุกดี



ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

### กิจกรรมที่ 1.2

#### การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คะแนนเต็ม 10

ได้.....คะแนน

1. ในการศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยา  $\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$

โดยการวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน( $\text{H}_2$ ) ที่เกิดขึ้นกับเวลา ได้ผลดังนี้

ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจน ( $\text{cm}^3$ )	เวลาที่ใช้ (s)
1	4
2	10
3	18
4	28
5	40
6	58
7	80
8	124

จงคำนวณหา

1.1 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนช่วงเวลา 10-18 วินาที

.....  
.....  
.....

1.3 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนช่วงเวลา 40-80 วินาที

.....  
.....  
.....

1.4 สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

1.5 หาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนหรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ วินาทีที่ 50

.....  
.....  
.....  
.....

## แนวคำตอบ

## กิจกรรมที่ 1.2

## การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ในการศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยา  $\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$

โดยการวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน ( $\text{H}_2$ ) ที่เกิดขึ้นกับเวลา ได้ผลดังนี้

ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจน ( $\text{cm}^3$ )	เวลาที่ใช้ (s)
1	4
2	10
3	18
4	28
5	40
6	58
7	80
8	124

จงคำนวณหา

1.1 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ย

$$\text{อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ย} = \frac{\text{ปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมด}(\text{cm}^3)}{\text{เวลาที่ใช้ (s)}}$$

$$= \frac{8 \text{ cm}^3}{124 \text{ s}}$$

$$= 0.065 \text{ cm}^3/\text{s}$$

ดังนั้น อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ย มีค่า  $0.065 \text{ cm}^3/\text{s}$

1.2 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนช่วงเวลา 10-18 วินาที

**แนวคำตอบ**

ดังนั้น อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนช่วงเวลา 10-18 วินาที มีค่า  $0.125 \text{ cm}^3/\text{s}$

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนช่วงเวลา 10 - 18 วินาที (cm}^3\text{)}}{\text{ช่วงเวลา 10 - 18 (s)}}$$

$$= \frac{3 - 2 \text{ cm}^3}{18 - 10 \text{ s}}$$

$$= \frac{1 \text{ cm}^3}{8 \text{ s}}$$

$$= 0.125 \text{ cm}^3/\text{s}$$

ดังนั้น อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนช่วงเวลา 10-18 วินาที มีค่า  $0.125 \text{ cm}^3/\text{s}$

1.3 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนช่วงเวลา 40-80 วินาที

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนช่วงเวลา 40 - 80วินาที (cm}^3\text{)}}{\text{ช่วงเวลา 40 - 80 (s)}}$$

$$= \frac{7 - 5 \text{ cm}^3}{80 - 40 \text{ s}}$$

$$= \frac{2 \text{ cm}^3}{40 \text{ s}}$$

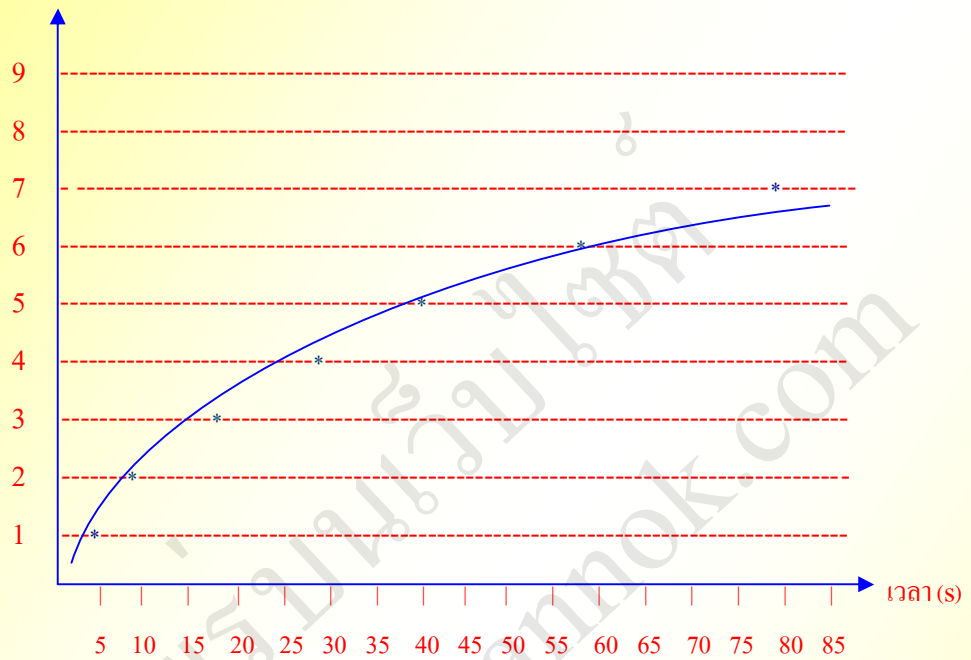
$$= 0.05 \text{ cm}^3/\text{s}$$

อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนช่วงเวลา 40-80 วินาที มีค่า  $0.05 \text{ cm}^3/\text{s}$

1.4 สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา

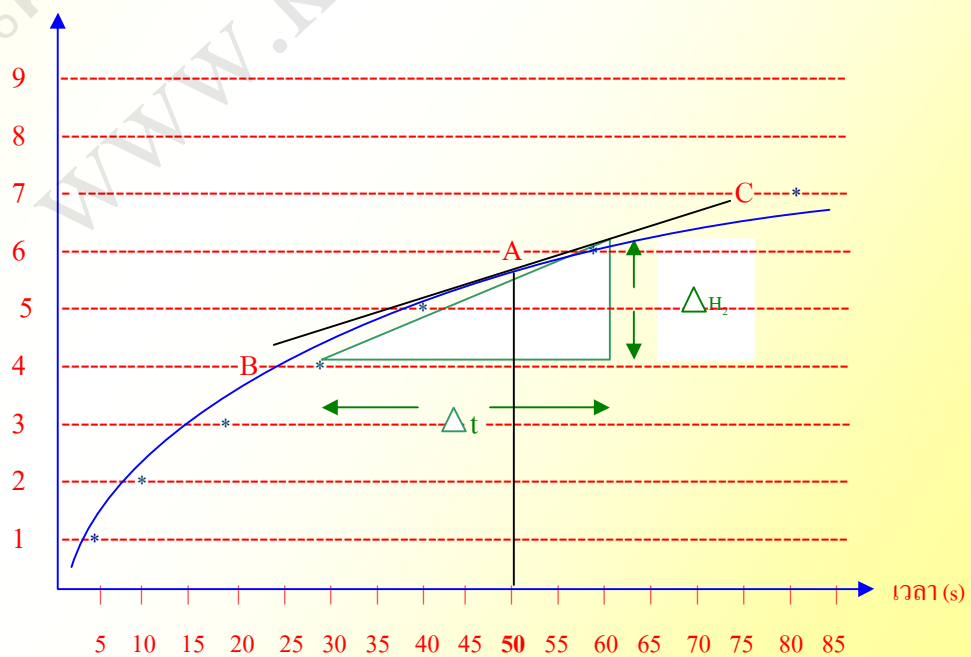
**แนวคำตอบ**

ปริมาตรของ  $H_2$  ( $cm^3$ )



1.5 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนหรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ วินาทีที่ 50

ปริมาตรของ  $H_2$  ( $cm^3$ )



**แนวคำตอบ**

การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากกราฟ ณ เวลา 50 วินาที ทำได้ดังนี้

- 1) ลากเส้นจากจุดวินาทีที่ 50 ตั้งฉากกับแกนเวลาขึ้นไปตัดกราฟที่จุด A
- 2) ลากเส้น BC ให้สัมผัสเส้นกราฟผ่านจุด A
- 3) สร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใต้เส้นสัมผัส โดยให้เส้นสัมผัสเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก

$$\begin{aligned} \text{จากกราฟ ผลต่างของปริมาตรแก๊ส ณ เวลา 50 วินาที} &= 6 - 4 \text{ cm}^3 \\ &= 2 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ผลต่างของเวลา ณ เวลา 50 วินาที} &= 60 - 30 \text{ s} \\ &= 30 \text{ s} \end{aligned}$$

จากกราฟ อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ เวลา 50 วินาที

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{ผลต่างของปริมาตรแก๊สไฮโดรเจน ณ เวลา 50 วินาที (cm}^3\text{)}}{\text{ผลต่างของเวลา ณ 50 วินาที (s)}} \\ &= \frac{2 \text{ cm}^3}{30 \text{ s}} \\ &= 0.067 \text{ cm}^3/\text{s} \end{aligned}$$

**เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน**

ข้อ 1) ง

ข้อ 2) ก

ข้อ 3) ค

ข้อ 4) ก

ข้อ 5) ง

ข้อ 6) ค

ข้อ 7) ก

ข้อ 8) ข

ข้อ 9) ก

ข้อ 10) ง

เผยแพร่บนเว็บไซต์  
www.kroobannok.com



## หนังสืออ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2547). คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม

เคมีเล่ม 3. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.

\_\_\_\_\_. (2547). หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม

เคมีเล่ม 3. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2548). ชุดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานที่เน้น

ผู้เรียนเป็นสำคัญ : เคมี ม.4. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ จำกัด.

วรารกร หิรัญญาภินันท์. (2550). เทคนิคการเรียนรู้เคมี:อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซนเตอร์.

วินัย วิทยาลัย. (2542). 12 ปีเคมีเอ็นทรานส์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์

เซนเตอร์.

วิรัช สัจจแพรวพันธ์. (2549). วิทยาศาสตร์เคมี ม.4-ม.6. กรุงเทพฯ :

อักษรเจริญทัศน์.

ศรีลักษณ์ ผลวัطنนะ. (2547). เคมีพื้นฐานช่วงชั้นที่ 4 ( ม.4-ม.6 ). กรุงเทพฯ :

สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด.

ศรีลักษณ์ ผลวัطنนะ. (2548). หนังสือเรียนเสริมมาตรฐานแม่ค อัตราการ

เกิดปฏิกิริยาเคมี. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด.

ตำราญ พุกภัยสุนทร. (2551). คัมภีร์ เคมี ม.4-5-6 Entrance A-NET

ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา.

เสกสรร ศิริวัฒนวิบูลย์. (ม.ป.ป.). เคมี ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) เล่ม 3. กรุงเทพฯ :

สำนักพิมพ์ SCIENCE CENTER.