

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้  
วิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว32223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ชุดที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



นางสาวอโนทัย ดาทอง  
ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ชำนาญการ



โรงเรียนมหิธรวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33  
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

## คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีนี้ จัดทำเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร เป็นชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตามแนวคิดจากนโยบายการจัดการศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 นวัตกรรมทางการศึกษาและการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และข้าพเจ้าได้พยายามศึกษาค้นคว้าเอกสารและตำราต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดความชัดเจนถูกต้องตามหลักวิชา ดังนั้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี 3 (ว32223) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่จัดทำขึ้นทั้งหมดจำนวน 7 ชุด ดังนี้

### ชุดที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 3 พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 4 ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 5 พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 6 อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 7 ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

แต่ละชุดกิจกรรมเน้นการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพ มีคุณภาพมาตรฐานการเรียนรู้และพัฒนาสมรรถนะสำคัญให้เกิดขึ้นกับนักเรียนทั้งด้านความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และการใช้เทคโนโลยี ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชุดที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม ใบกิจกรรมการเรียนรู้ แบบฝึกหัด แบบทดสอบ สามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนสามารถนำไปศึกษาด้วยตนเอง ทบทวนเนื้อหาหรือสามารถนำไปศึกษาเพิ่มเติม ในกรณีที่นักเรียนนั้นเรียนไม่ทันเพื่อนได้ หรือสามารถนำไปใช้ในการเรียนซ่อมเสริมในกรณีที่เรียนแล้วสอบไม่ผ่าน นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักการสังเกต กล้าแสดงออกในสิ่งที่เหมาะสม มีคุณธรรม สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ คงจะเกิดประโยชน์ต่อนักเรียน ครูผู้สอน และผู้สนใจ ตลอดจนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ดีขึ้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงและเป็นตัวอย่างแก่ผู้ที่สนใจต่อไป

อโณทัย ดาทอง



## สารบัญ

หัวข้อเรื่อง

หน้า



|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| คำนำ.....                                          | ก  |
| สารบัญ.....                                        | ข  |
| ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....            | ค  |
| ชุดที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี..... | 1  |
| วัตถุประสงค์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....          | 1  |
| คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....           | 1  |
| บทบาทของนักเรียน.....                              | 2  |
| สาระสำคัญ.....                                     | 3  |
| มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด.....                  | 3  |
| การวัดผลประเมินผล.....                             | 6  |
| แบบทดสอบก่อนเรียน.....                             | 7  |
| กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน.....                  | 11 |
| ใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.....                     | 12 |
| การทดลองที่ 1.....                                 | 13 |
| แนวคำตอบการทดลองที่ 1.....                         | 18 |
| ใบความรู้ที่ 1.....                                | 21 |
| แบบฝึกหัด.....                                     | 29 |
| เฉลยแบบฝึกหัด.....                                 | 31 |
| แบบทดสอบหลังเรียน.....                             | 33 |
| กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน.....                  | 39 |
| เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน.....               | 40 |
| เอกสารอ้างอิง.....                                 | 41 |



ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1  
เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1

ศึกษาวัตถุประสงค์ คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2

ศึกษาบทบาทของนักเรียน

3

ศึกษาสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ของการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล

4

ทดสอบก่อนเรียน

5

ปฏิบัติกิจกรรมตามใบกิจกรรมการเรียนรู้

6

ทดสอบหลังเรียน

ไม่ผ่านเกณฑ์

ผ่านเกณฑ์

7

ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 2  
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1

2

3

4

5

6

7



## ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

### เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

#### วัตถุประสงค์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1. เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม รายวิชาเคมี 3 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 3 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
4. เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมการทำงานกลุ่มและพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

#### คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ให้นักเรียนทุกคนศึกษาผลการเรียนรู้ ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและศึกษาเนื้อหาอย่างละเอียด
2. การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดให้ อย่างเคร่งครัดและมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง
3. ถ้านักเรียนสงสัยหรือมีปัญหาที่ไม่เข้าใจ สามารถขอคำแนะนำจากครูผู้สอนได้ตลอดเวลา
4. เมื่อนักเรียนศึกษาและทำกิจกรรมชุดการเรียนรู้จบแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน





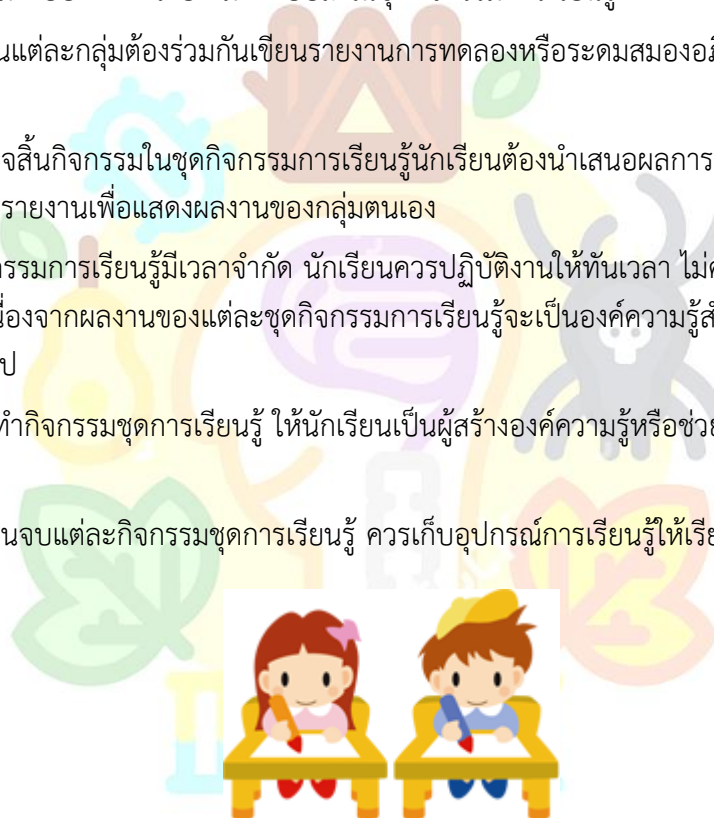


## บทบาทของนักเรียน



ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาคู่่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ และปฏิบัติตามกิจกรรมตามลำดับชั้นอย่างละเอียด และถูกต้อง ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แบ่งหน้าที่ กำหนดบทบาทสมาชิกให้ชัดเจน หากมีปัญหาให้ปรึกษาครูผู้สอน
2. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดอย่างละเอียด พร้อมทั้งทำกิจกรรม แบบฝึกหัด โดยเติมคำตอบลงในชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมกันเขียนรายงานการทดลองหรือระดมสมองอภิปรายคำถามพัฒนาความคิด
4. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนต้องนำเสนอผลการศึกษา หรือรายงานการทดลอง เป็นรูปเล่มรายงานเพื่อแสดงผลงานของกลุ่มตนเอง
5. ทุกกิจกรรมการเรียนรู้มีเวลาจำกัด นักเรียนควรปฏิบัติงานให้ทันเวลา ไม่ควรปล่อยทิ้งงานหรือสะสมงานค้างไว้ เนื่องจากผลงานของแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะเป็นองค์ความรู้สำหรับกิจกรรมชุดการเรียนรู้ในลำดับต่อไป
6. ในการทำกิจกรรมชุดการเรียนรู้ ให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้หรือช่วยกันค้นคว้าด้วยความตั้งใจ
7. เมื่อเรียนจบแต่ละกิจกรรมชุดการเรียนรู้ ควรเก็บอุปกรณ์การเรียนรู้ให้เรียบร้อยทุกครั้ง



## ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

### สาระสำคัญ

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง “ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาใน 1 หน่วยเวลา” การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงเป็นการวัดปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นใน 1 หน่วยเวลา เขียนเป็นความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลา}}$$

เวลา หมายถึง ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา

การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะพิจารณาจากการวัดปริมาณของสารตั้งต้น หรือสารผลิตภัณฑ์ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวกของการทดลอง ขึ้นอยู่กับลักษณะและสมบัติของสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \text{อัตราการลดลงของสารตั้งต้น} = \text{อัตราการเพิ่มขึ้นของสารผลิตภัณฑ์}$$

เขียนรวมกันได้เป็น

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลา}} = \frac{\text{ปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลา}}$$

### มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.4-6/2 ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

ทดลอง อภิปราย และอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



## จุดประสงค์การเรียนรู้

### 1. ด้านความรู้ความคิด (K-Knowledge)

- 1) บอกความหมายของอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง
- 2) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชันกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารที่ปรากฏในกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาได้

### 2. ด้านทักษะกระบวนการ (P-Process)

- 1) ทำการทดลองเพื่อศึกษาการวัดปริมาณสารที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ ในปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้
- 2) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา และคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาต่างๆ รวมทั้งอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่งจากกราฟได้
- 3) เขียนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารต่างๆ ในปฏิกิริยาเคมีจากสมการที่ดุลแล้วได้

### 3. ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (A-Attitude)

- 1) ความอยากรู้อยากเห็น มีความกระตือรือร้นและสนใจในการสืบค้นและศึกษาข้อมูล
- 2) ความมีเหตุผล ยอมรับคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่นเพียงพอ อธิบาย หรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลได้
- 3) ความใจกว้าง รับฟังข้อโต้แย้งหรือความคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น พิจารณาและประเมินความคิดเห็นของผู้อื่นได้
- 4) ความซื่อสัตย์ บันทึกผลหรือข้อมูลตามความจริง

### 4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (C-Competencies of learners)

- 1) นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารเพื่อสรุปองค์ความรู้ในการเรียนรู้เรื่อง ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
- 2) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียนรู้เรื่องความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
- 3) นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับเนื้อหาและและโจทย์ปัญหาเรื่องความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
- 4) นักเรียนมีการใช้ทักษะชีวิตในการทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่นได้
- 5) นักเรียนมีความสามารถใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้



### สาระการเรียนรู้

ปริมาณของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลา เรียกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาสามารถบอกได้ 3 กรณี คือ

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ขณะใดขณะหนึ่ง
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ วินาทีหนึ่ง

ปริมาณของสารที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น อาจวัดจากความเข้มข้น ปริมาตร หรือมวลของสาร ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสารในปฏิกิริยาเคมี สารตั้งต้น  $\longrightarrow$  ผลิตภัณฑ์  
(ลดลง) (เพิ่มขึ้น)

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} &= \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลง}} \\ \text{หรือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} &= \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลง}} \\ \text{ดังนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} &= \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลง (ลด/เพิ่ม)}}{\text{เวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลง}} \end{aligned}$$

### วิธีการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา

การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะพิจารณาจากการวัดปริมาณของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์ก็ได้ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความสะดวกของการทดลอง ขึ้นอยู่กับลักษณะและสมบัติของสารที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น

1. ถ้าในปฏิกิริยาเกี่ยวข้องเป็นก๊าซ อาจวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากปริมาณของก๊าซที่เกิดขึ้น หรือวัดจากความดันของระบบที่เปลี่ยนแปลงไป
2. ถ้าในปฏิกิริยาเกี่ยวข้องกับสารที่มีสี อาจวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากความเข้มข้นของสีที่ลดลงของสารตั้งต้น หรือความเข้มของสีที่เพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์
3. ถ้าในปฏิกิริยาเกี่ยวข้องกับสารละลาย จะวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากความเข้มข้นของสารละลายที่เปลี่ยนไป

นอกจากนี้ก็ยังสามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาด้วยวิธีการอย่างอื่น เช่น ถ้าเป็นของแข็ง ใช้วิธีการชั่งมวล ถ้าเป็นสารละลายที่เกี่ยวข้องกับกรด-เบส ใช้วิธีวัด pH เป็นต้น

เวลาที่ใช้ในการศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 จำนวน 3 ชั่วโมง

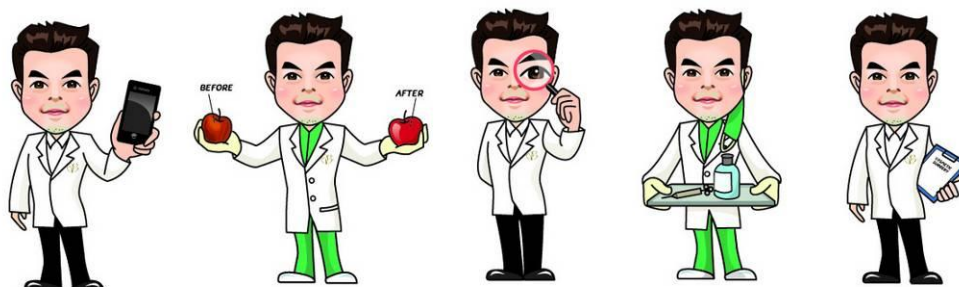
## การวัดผลประเมินผล

### วิธีวัด

1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
2. ประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัด
4. ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน

### เครื่องมือวัด

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
2. แบบประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง
3. แบบฝึกหัด
4. แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน



**แบบทดสอบก่อนเรียน**  
**ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**  
**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ**

\*\*\*\*\*

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย x ข้อที่ถูกที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

**คำชี้แจง** ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1 – 2

การทดลองครั้งหนึ่งใช้สาร A และสาร B อย่างละ 10 กรัม ทำปฏิกิริยาเคมีกัน ปฏิกิริยาสิ้นสุดลงในเวลา 5 นาที หลังจากสิ้นสุดปฏิกิริยาพบว่า มีสาร A เหลืออยู่ 4 กรัม สาร C เกิดขึ้น 14 กรัม และเกิดก๊าซ D จำนวนหนึ่ง

ข้อสรุปเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารต่าง ๆ เป็นดังนี้

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร A เท่ากับ 0.8 กรัม / นาที
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร B เท่ากับ 2.0 กรัม / นาที
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร C เท่ากับ 2.8 กรัม / นาที

1. ข้อสรุปใดถูกต้อง

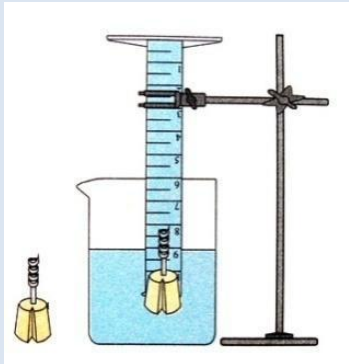
- ก. ข้อ 1 และ 2
- ข. ข้อ 2 และ 3
- ค. ข้อ 1 และ 3
- ง. ข้อ 1, 2 และ 3

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสาร D เท่ากับ กี่กรัม/นาที

- ก. 0.4
- ข. 0.6
- ค. 0.8
- ง. 1.2

**คำชี้แจง** ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 3 – 4

จากผลการทดลองวัดปริมาตรแก๊ส  $H_2$  ที่เกิดขึ้น ณ เวลาต่างๆที่ผ่านพ้นไป เมื่อใช้ลวด  $Mg$  ทำปฏิกิริยากับสารละลาย  $HCl$  ในกระบอกตวงได้ข้อมูลดังนี้



| ปริมาตรแก๊ส $H_2$ ( $cm^3$ ) | เวลา (s) |
|------------------------------|----------|
| 5                            | 30       |
| 10                           | 65       |
| 15                           | 100      |
| 20                           | 155      |

3. ถ้าต้องการเก็บแก๊สไฮโดรเจนเพิ่มอีก  $5\text{ cm}^3$  คือจากปริมาตร  $25\text{ cm}^3$  เป็น  $30\text{ cm}^3$  คาดว่าจะต้องเสียเวลาเพิ่มขึ้นอีกเท่าใด เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยายังมีแนวโน้มเช่นนี้อีกต่อไป

ก. ไม่เกิน 30 วินาที

ข. 55 วินาที

ค. 70 วินาที

ง. ไม่น้อยกว่า 85 วินาที

4. อัตราการเกิดปฏิกิริยา  $H_2$  มีค่าเท่าใด

ก.  $5 / 30\text{ cm}^3/\text{s}$  ข

.  $15 / 100\text{ cm}^3/\text{s}$

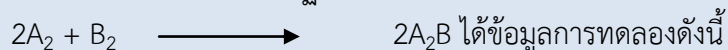
ค.  $20 / 155\text{ cm}^3/\text{s}$

ง

.  $25 / 225\text{ cm}^3/\text{s}$

**คำชี้แจง** ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 5 – 6

ข้อมูลการทดลองเผาไหม้สารในภาชนะปิด มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นดังสมการ



| สารตั้งต้นที่เหลือ |             | สารผลิตภัณฑ์ที่เกิด | เวลาที่ใช้ |
|--------------------|-------------|---------------------|------------|
| $A_2$ (mol)        | $B_2$ (mol) | $A_2B$ (mol)        | (s)        |
| 2.0                | 1.0         | 0                   | 0          |
| 1.6                | 0.8         | 0.4                 | 10         |
| 1.2                | 0.6         | 0.8                 | 25         |
| 0.8                | 0.4         | 1.2                 | 55         |
| 0.6                | 0.3         | 1.4                 | 80         |
| 0.4                | 0.2         | 1.6                 | 110        |

5. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยของ  $A_2B$  เป็นกี่  $\text{mol/s}$

ก.  $2.10 \times 10^{-2}$  ข

.  $1.75 \times 10^{-2}$

ค.  $1.45 \times 10^{-2}$  ง

.  $1.25 \times 10^{-2}$

6. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของ  $A_2B$  ระหว่างช่วงวินาทีที่ 0-10 และช่วงวินาทีที่ 55-58 ต่างกันกี่ mol/s

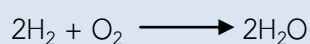
ก.  $2.10 \times 10^{-2}$

ข.  $2.70 \times 10^{-2}$

ค.  $3.20 \times 10^{-2}$

ง.  $3.70 \times 10^{-2}$

7. เชื้อเพลิงสะอาดชนิดหนึ่งที่สามารถใช้ในเครื่องยนต์ในอนาคคือ



เมื่อความเข้มข้นของ  $O_2$  มีอัตราการลดลงเป็น  $0.23 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$  อัตราการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ  $H_2O$  จะเป็นเท่าใด

ก.  $0.23 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

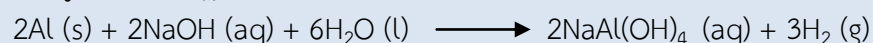
ข.  $0.46 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

ค.  $0.56 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

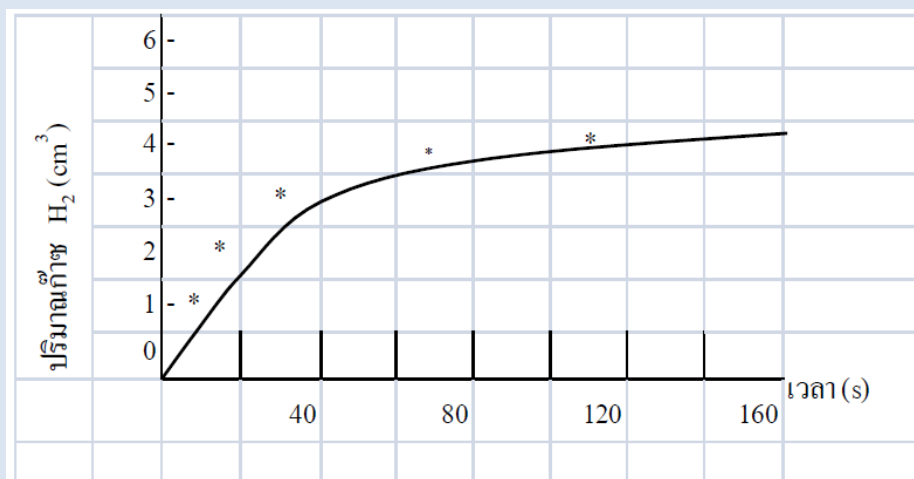
ง.  $0.64 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

**คำชี้แจง** ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม 8 – 9

เมื่อนำแผ่นอลูมิเนียมทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้ก๊าซไฮโดรเจน ดังสมการ

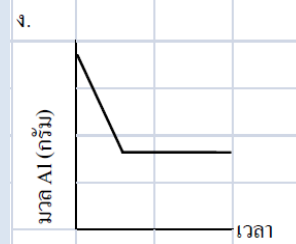
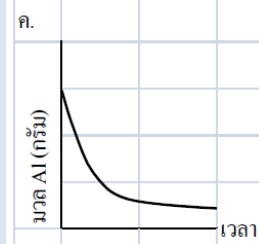
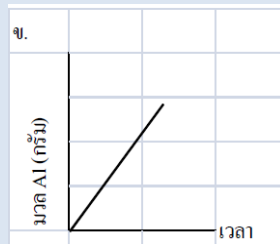
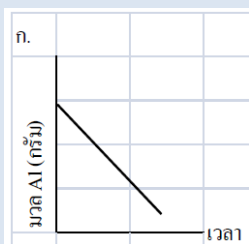


ความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซ  $H_2$  ที่เกิดกับเวลาได้ผลตามแผนภูมิที่แสดงดังนี้





8. เมื่อปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาไปเรื่อยๆ จน Al ถูกใช้ในปฏิกิริยาหมดไป นำเอามวล Al มาเขียนแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์กับเวลา จะได้แผนภูมิมีรูปลักษณะอย่างไรต่อไปนี



9. อัตราการเกิดก๊าซ  $H_2$  ณ วินาทีที่ 60 มีค่าประมาณกี่  $cm^3/s$

ก.  $1.2 \times 10^{-2}$

ข.  $1.7 \times 10^{-2}$

ค.  $2.5 \times 10^{-2}$

ง.  $3.3 \times 10^{-2}$

10. อัตราการเกิดน้ำเท่ากับ  $0.56 \text{ mol/s}$  จากปฏิกิริยา  $2O_3(g) + 3N_2H_4(g) \longrightarrow 6H_2O(l) + 3N_2(g)$  อัตราการลดลงของแก๊ส  $O_3$  ควรเป็นเท่าใด

ก.  $0.68 \text{ mol/s}$

ข.  $0.17 \text{ mol/s}$

ค.  $0.19 \text{ mol/s}$

ง.  $5.40 \text{ mol/s}$

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน  
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

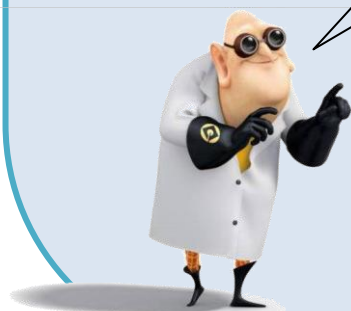
ชื่อ - สกุล.....เลขที่.....  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ..... วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบในแบบทดสอบแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุด

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| 1   |   |   |   |   |
| 2   |   |   |   |   |
| 3   |   |   |   |   |
| 4   |   |   |   |   |
| 5   |   |   |   |   |
| 6   |   |   |   |   |
| 7   |   |   |   |   |
| 8   |   |   |   |   |
| 9   |   |   |   |   |
| 10  |   |   |   |   |

| คะแนน | ก่อนเรียน |
|-------|-----------|
| เต็ม  | 10        |
| ได้   |           |

ดูเฉลยด้านหลัง...นะครับ



## ใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

### วิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว32223 เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

\*\*\*\*\*

ชื่อ - สกุล..... เลขที่.....  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ..... วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....



เมื่อนักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้จบแล้ว นักเรียนควรจะบรรลุเป้าหมายตามผลการเรียนรู้ดังนี้ครับ

#### ผลการเรียนรู้

1. สังเกตและอธิบายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
2. สามารถคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากปฏิกิริยาเคมีต่างๆได้

#### ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มๆละ 5-6 คน และรับเอกสารชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชุดที่ 1 เรื่องความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คนละ 1 ชุด
2. นักเรียนศึกษาขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างละเอียด และทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทดลองและวางแผนทำการทดลองที่ 1 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก จากใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ครูคอยให้คำแนะนำ การใช้อุปกรณ์พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีปฏิบัติกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม เมื่อนักเรียนเกิดความสงสัยและข้อควรระวังในการทำกิจกรรม
4. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองตามที่ออกแบบไว้ และเขียนรายงานการทดลอง
5. นักเรียนแต่ละคนระดมสมอง อภิปรายผลการทดลอง และตอบคำถามหลังการทดลองเพื่อสรุปผลการทดลอง
6. สุ่มนักเรียนกลุ่มตัวอย่างนำเสนอผลการทดลอง คำตอบของคำถามหลังการทดลองและสรุปผลการทดลอง
7. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
8. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการศึกษา เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่
9. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
10. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วตรวจคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนจากเฉลยแบบทดสอบและประเมินผลการทำแบบทดสอบ ถ้าไม่ผ่านให้นักเรียนกลับไปทบทวนเนื้อหาอีกครั้งหนึ่ง แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนจนกว่าจะผ่านเกณฑ์

## การทดลองที่ 1

### ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

\*\*\*\*\*

#### จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา และแปลผลจากกราฟได้
3. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกในช่วงเวลาต่างๆได้



#### สารเคมีและอุปกรณ์

| รายการ                                                    | ต่อ 1 กลุ่ม        |
|-----------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>สารเคมี</b>                                            |                    |
| 1. โลหะแมกนีเซียมขนาด 0.5 cm x 10 cm                      | 1 ชิ้น             |
| 2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.2 mol/dm <sup>3</sup> | 20 cm <sup>3</sup> |
| <b>อุปกรณ์</b>                                            |                    |
| 1. กระจกบอขวด ขนาด 10 cm <sup>3</sup>                     | 1 ใบ               |
| 2. ปีกเกอร์ ขนาด 100 cm <sup>3</sup>                      | 1 ใบ               |
| 3. จุกคอร์กหรือจุกยางสำหรับปิดกระจกบอขวด                  | 1 อัน              |
| 4. นาฬิกาจับเวลาหรือนาฬิกาที่มีเข็มวินาที                 | 1 เรือน            |
| 5. กระดาษทรายขนาด 3 cm x 3 cm                             | 1 ชิ้น             |
| 6. ไบมีดโกน                                               | 1 ใบ               |

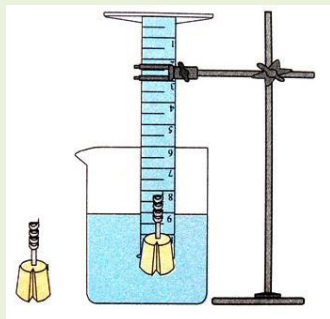
มาเริ่มทดลองกันเล่นนะครับ

เพื่อนๆ



### วิธีการทดลอง

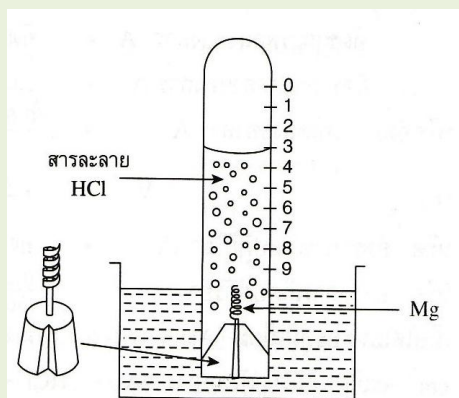
จัดอุปกรณ์ศึกษาปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ดังภาพ



ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1437>

ดำเนินวิธีการทดลองดังนี้

1. ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริก  $0.2 \text{ mol/dm}^3$  ในกระบอกตวงขนาด  $10 \text{ cm}^3$  จนเต็ม
2. นำจุกคอร์กขนาดพอดีกับปากกระบอกตวงมาบากด้านข้างตามแนวยาวให้เป็นร่องเล็กๆ เพื่อให้ของเหลวไหลออกมาได้ และกรีดกลางจุกคอร์กให้เป็นแนวเล็กๆ สำหรับเสียบลวดแมกนีเซียม
3. นำลวดแมกนีเซียมที่ขัดสะอาดแล้ว ยาวประมาณ  $10 \text{ cm}$  มาขดให้คล้ายสปริงและเสียบที่จุกคอร์กตรงรอยกรีด แล้วนำมาปิดปากกระบอกตวง
4. คว่ำกระบอกตวงลงในบีกเกอร์ขนาด  $100 \text{ cm}^3$  ซึ่งใส่น้ำไว้ประมาณ  $50 \text{ cm}^3$  จับเวลาเมื่อของเหลวในกระบอกตวงอยู่ที่ขีดแรก และทุกระยะที่ของเหลวลดลง  $1 \text{ cm}^3$  จนถึงขีดก่อนที่ลวดแมกนีเซียมจะแผ่ลงพื้นสารละลาย บันทึกผลการทดลอง



ภาพแสดงการวัดอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน

บันทึกผลการทดลอง

1. จับเวลาการเกิดแก๊สไฮโดรเจนทุก  $1 \text{ cm}^3$  ได้ดังนี้

| ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจน ( $\text{cm}^3$ ) ระหว่างขีดที่ | เวลา (s)   |            |            |        |
|-----------------------------------------------------|------------|------------|------------|--------|
|                                                     | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย |
| 0                                                   |            |            |            |        |
| 1                                                   |            |            |            |        |
| 2                                                   |            |            |            |        |
| 3                                                   |            |            |            |        |
| 4                                                   |            |            |            |        |
| 5                                                   |            |            |            |        |
| 6                                                   |            |            |            |        |
| 7                                                   |            |            |            |        |
| 8                                                   |            |            |            |        |
| 9                                                   |            |            |            |        |

2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา เป็นดังนี้

ติดกระดาษกราฟ



### 3. คำนวณหาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาต่างๆ ดังนี้

3.1 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 1-2  $\text{cm}^3$

---

---

---

---

---

3.2 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 4-5  $\text{cm}^3$

---

---

---

---

---

3.3 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 8-9  $\text{cm}^3$

---

---

---

---

---

3.4 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ย

---

---

---

---

---

เพื่อนๆ ทุกคนตั้งใจและสังเกตการทดลอง แล้วอภิปรายสรุปผลการทดลองในกลุ่มเพื่อน นำเสนอหน้าชั้นเรียน..นะครับ



### อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

1. การเกิดแก๊สในแต่ละช่วงปริมาตรใช้เวลาเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สกับเวลา จงอธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. มีวิธีการใดอีกบ้างที่ใช้วัดปริมาณสารในปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### แนวคำตอบ

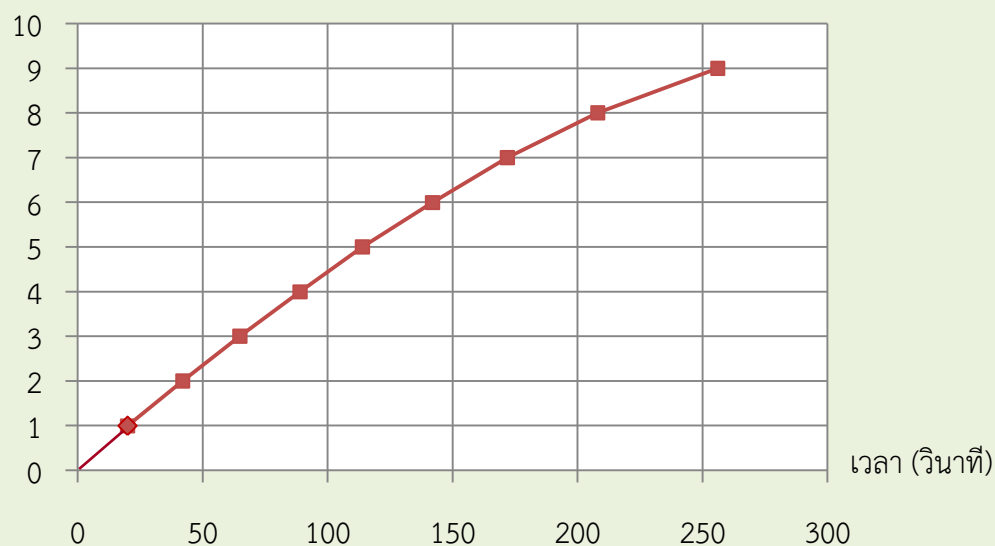
#### ผลการทดลอง

1. จับเวลาการเกิดแก๊สไฮโดรเจนทุก  $1 \text{ cm}^3$  ได้ดังนี้

| ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจน ( $\text{cm}^3$ ) ระหว่างขีดที่ | เวลา (s)   |            |            |        |
|-----------------------------------------------------|------------|------------|------------|--------|
|                                                     | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย |
| 0                                                   | 0          | 0          | 0          | 0      |
| 1                                                   | 19         | 20         | 21         | 20     |
| 2                                                   | 41         | 42         | 43         | 42     |
| 3                                                   | 64         | 65         | 66         | 65     |
| 4                                                   | 88         | 89         | 90         | 89     |
| 5                                                   | 113        | 114        | 115        | 114    |
| 6                                                   | 141        | 142        | 143        | 142    |
| 7                                                   | 171        | 172        | 173        | 172    |
| 8                                                   | 207        | 208        | 209        | 208    |
| 9                                                   | 255        | 256        | 257        | 256    |

2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา เป็นดังนี้

ปริมาตรแก๊ส  $\text{H}_2$  ( $\text{cm}^3$ )



### 3. คำนวณหาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาต่างๆ ดังนี้

3.1 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 1-2  $\text{cm}^3$

$$\text{วิธีทำ อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน} = \frac{2 - 1 \text{ cm}^3}{20 - 0 \text{ s}} = \frac{1}{22 \text{ s}} = 0.050 \text{ cm}^3/\text{s}$$

3.2 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 4-5  $\text{cm}^3$

$$\text{วิธีทำ อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน} = \frac{5 - 4 \text{ cm}^3}{89 - 65 \text{ s}} = \frac{1}{24 \text{ s}} = 0.042 \text{ cm}^3/\text{s}$$

3.3 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 8-9  $\text{cm}^3$

$$\text{วิธีทำ อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน} = \frac{9 - 8 \text{ cm}^3}{208 - 172 \text{ s}} = \frac{1}{36 \text{ s}} = 0.028 \text{ cm}^3/\text{s}$$

3.4 อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ย

$$\text{วิธีทำ อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน} = \frac{10 - 1 \text{ cm}^3}{256 - 0 \text{ s}} = \frac{9}{256 \text{ s}} = 0.035 \text{ cm}^3/\text{s}$$

คำนวณถูกต้อง  
ไหมครับเพื่อนๆ



### อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

#### 1. การเกิดแก๊สในแต่ละช่วงปริมาตรใช้เวลาเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

จากการทดลองปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก มีแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้ดังนี้



การวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรใช้เวลาไม่เท่ากัน โดยในช่วงแรกใช้เวลาน้อยและต่อมาใช้เวลามากขึ้นตามลำดับ

#### 2. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สกับเวลา จงอธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

จากกราฟแสดงให้เห็นว่าปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ได้แก๊สไฮโดรเจนเป็นผลิตภัณฑ์นั้น ในช่วงเวลาเริ่มต้นปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้นปริมาณมากในระยะเวลานั้น และค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ เมื่อเวลามากขึ้น แสดงให้เห็นว่าแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้นได้เร็วตอนเริ่มต้นและเกิดช้าลงเมื่อเวลาผ่านไป

#### 3. มีวิธีการใดอีกบ้างที่ใช้วัดปริมาณสารในปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

นอกจากจะวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นแล้ว ยังสามารถวัดมวลของโลหะแมกนีเซียมและความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ลดลง หรือวัดความเข้มข้นของแมกนีเซียมไอออนที่เกิดขึ้นได้ แต่ในทางปฏิบัติจะใช้วิธีวัดที่สะดวกที่สุด คือการวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น

อภิปรายผลถูกต้องกัน  
ไหมเอ๋ย





## ใบความรู้ที่ 1

## เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

## ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง การที่สารตั้งต้น (reactant) เปลี่ยนไปเป็นสารใหม่หรือสารผลิตภัณฑ์ (product) ซึ่งมีสมบัติเฉพาะตัวที่ต่างไปจากเดิม โดยปริมาณหรือความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะลดลง แต่ปริมาณหรือความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 1 แสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ที่มา : <http://krukwanka.wordpress.com>

สารตั้งต้นผสมกันแล้วเกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์ขึ้น ซึ่งจัดว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ในการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารมีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงเร็วช้าต่างกัน ในการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณสารที่เปลี่ยนไปกับช่วงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนปลงนั้นอยู่ในรูปความสัมพันธ์ที่เรียกว่า “อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” โดยกำหนดให้

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนไป}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงของสาร}}$$

### อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (rate of chemical reaction)

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง ปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลงในหนึ่งหน่วยเวลา หรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นใหม่ในหนึ่งหน่วยเวลา (วินาที, นาที หรือ ชั่วโมง)

ปริมาณของสารที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น อาจวัดจากค่าความเข้มข้น ปริมาตร หรือมวลของสาร ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสารในปฏิกิริยาเคมี

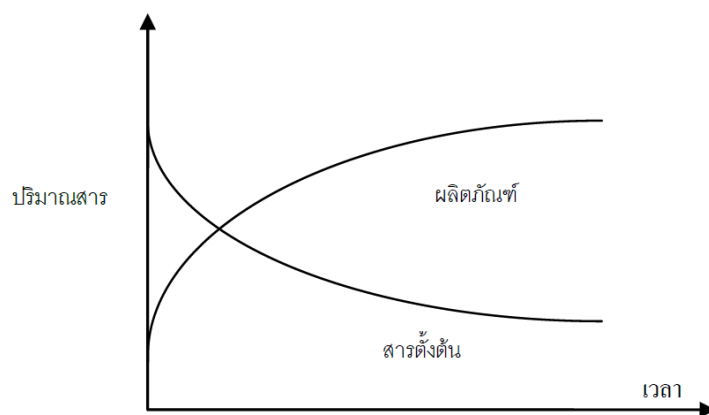
(ลดลง)

สารตั้งต้น → สารผลิตภัณฑ์  
(เพิ่มขึ้น)

### การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร

ในขณะที่ปฏิกิริยาเคมีดำเนินไป สารตั้งต้นจะถูกใช้ไป ดังนั้นปริมาณสารตั้งต้นจึงลดลง ส่วนปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นใหม่จะเพิ่มขึ้น

เมื่อนำปริมาณของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์มาเขียนความสัมพันธ์กับเวลา แสดงได้ดังกราฟต่อไปนี้



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์กับเวลา

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาร คือ ปริมาณสารตั้งต้นจะลดลงในเวลาเดียวกันกับปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ดังนั้นการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารจึงสามารถวัดได้ 2 ทางดังนี้

- (1) ทางด้านสารตั้งต้นที่ลดลง โดยกำหนดให้

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารตั้งต้น} = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$$

- (2) ทางด้านผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นใหม่ โดยกำหนดให้

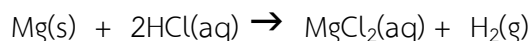
$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารผลิตภัณฑ์} = \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$$



การวัดปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นหรือสารตั้งต้นที่ลดลง อาจทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะและสมบัติของสาร เช่น ชั่งมวลเมื่อสารเป็นของแข็ง วัดปริมาตรเมื่อสารเป็นก๊าซหรือวัดความเข้มข้นเมื่อเป็นสารละลาย ส่วนเวลาวัดเป็นวินาที นาที หรือชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาว่าจะเกิดเร็วช้าเพียงใด

### ตัวอย่างการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จากการทดลองนำโลหะแมกนีเซียมไปทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้



ปฏิกิริยานี้สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้หลายวิธี ได้แก่

1. วัดมวลของแมกนีเซียมที่ลดลงต่อเวลา (หน่วยเป็นกรัมต่อวินาที)
2. วัดความเข้มข้นของ HCl ที่ลดลงต่อเวลา (หน่วยเป็น  $\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ )
3. วัดความเข้มข้นของ  $\text{MgCl}_2$  ที่เกิดขึ้นต่อเวลา (หน่วยเป็น  $\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ )
4. วัดปริมาตรของก๊าซ  $\text{H}_2$  ที่เกิดขึ้นต่อเวลา (หน่วยเป็น  $\text{cm}^3/\text{s}$ )

\*\*\* แต่วิธีที่สะดวกที่สุด คือ การวัดปริมาตรของก๊าซ  $\text{H}_2$  ที่เกิดขึ้นต่อเวลา โดยการนำก๊าซที่เกิดขึ้นเข้าสู่อุปกรณ์วัดปริมาตร

**ตัวอย่างที่ 1** เมื่อใช้  $\text{CaCO}_3$  จำนวน 40 กรัม (g) ทำปฏิกิริยากับกรด HCl จำนวนมากเกินพอ ปรากฏว่าเมื่อเวลาผ่านไป 80 วินาที(s) นำ  $\text{CaCO}_3$  ที่เหลือนำมาชั่งหามวล พบว่าเหลืออยู่เพียง 30 กรัม (g)

จงหา (ก) อัตราการเกิดปฏิกิริยาของ  $\text{CaCO}_3$  เป็น g/s

(ข) อัตราการเกิดปฏิกิริยาของ  $\text{CO}_2$  เป็น  $\text{cm}^3/\text{s}$  ที่ STP

(ก) อัตราการเกิดปฏิกิริยาของ  $\text{CaCO}_3$  เป็น g/s

**วิธีทำ**  $\text{CaCO}_3$  ทำปฏิกิริยากับกรด HCl ดังสมการ



เริ่มต้นมี  $\text{CaCO}_3\text{(s)}$  40 g เมื่อเวลาผ่านไป 80 s เหลือ  $\text{CaCO}_3\text{(s)}$  30 g

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารตั้งต้น =  $\frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

นั่นคือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของ  $\text{CaCO}_3$  =  $\frac{\text{ปริมาณ } \text{CaCO}_3 \text{ ที่ลดลง}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

$$= \frac{40 - 30}{80} = \frac{10}{80} = 0.125 \text{ g/s}$$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาของ  $\text{CaCO}_3$  = 0.125 g/s

(ข) อัตราการเกิดปฏิกิริยาของ  $\text{CO}_2$  เป็น  $\text{cm}^3/\text{s}$  ที่ STP

วิธีทำ ปริมาณ  $\text{CaCO}_3$  ที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมี = 10 g คิดเป็น  $\text{mol} = \frac{\text{g}}{\text{M}} = \frac{10}{100} = 0.1 \text{ mol}$

จากสมการอัตราส่วนโดย mol ของ  $\text{CaCO}_3 : \text{CO}_2$

1 : 1 mol

ดังนั้น ใช้  $\text{CaCO}_3$  0.1 mol จึงเกิด  $\text{CO}_2$  0.1 mol ด้วย คิดเป็นปริมาตรที่ STP

จาก จำนวนโมล ( n ) =  $\frac{\text{ปริมาตรที่ STP (dm}^3\text{)}}{22.4 \text{ dm}^3 \text{ ที่ STP}}$

จะได้ ปริมาตรที่ STP =  $n \times 22.4$   
 $= 0.1 \times 22.4 = 2.24 \text{ dm}^3$  หรือ  $2,240 \text{ cm}^3$

จาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารผลิตภัณฑ์ =  $\frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของ  $\text{CO}_2$  =  $\frac{\text{ปริมาณ } \text{CO}_2 \text{ ที่เกิดขึ้น}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของ  $\text{CO}_2$  =  $\frac{2,240}{80} = 28 \text{ cm}^3/\text{s}$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาของ  $\text{CO}_2$  =  $28 \text{ cm}^3/\text{s}$  ที่ STP

วิธีวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี  
อาจแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย หมายถึง อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารทั้งหมด (ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงหรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น) ใน 1 หน่วยเวลา

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{ระยะเวลาทั้งหมดที่สารเกิดการเปลี่ยนแปลง}}$$

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง หมายถึง อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากปริมาณสารที่เปลี่ยนไป (ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงหรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น) ณ ช่วงใดช่วงหนึ่ง ขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินอยู่ใน 1 หน่วยเวลา

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนไป ณ ช่วงใดช่วงหนึ่ง}}{\text{ระยะเวลา ณ ช่วงที่สารเกิดการเปลี่ยนแปลง}}$$

3. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง หมายถึง อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงไป (ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงหรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น) ณ เวลาใด เวลาหนึ่งในช่วงสั้น ๆ ขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินอยู่ใน 1 หน่วยเวลา

อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง หาได้จากกราฟซึ่งเป็นค่าความชันของกราฟระหว่างปริมาณสารที่เปลี่ยนไปกับเวลา

**ตัวอย่างที่ 2** เมื่อนำสังกะสีจำนวน 100 g ใส่ลงในกรดไฮโดรคลอริกจำนวนหนึ่ง ปรากฏว่าเกิดก๊าซไฮโดรเจนขึ้น ดังสมการ



ได้ทดลองจับเวลาเก็บก๊าซไฮโดรเจน ( $\text{H}_2$ ) ทุก  $1 \text{ cm}^3$  ได้ผลการทดลอง ดังนี้

| ปริมาตร $\text{H}_2$ ( $\text{cm}^3$ ) | เวลา (s) |
|----------------------------------------|----------|
| 1                                      | 10       |
| 2                                      | 22       |
| 3                                      | 36       |
| 4                                      | 52       |
| 5                                      | 75       |
| 6                                      | 105      |
| 7                                      | 160      |
| 8                                      | 220      |

จงหา ก. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยของก๊าซ  $\text{H}_2$

ข. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของก๊าซ  $\text{H}_2$  ระหว่างปริมาตรที่ 1-2

ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของก๊าซ  $\text{H}_2$  ณ วินาทีที่ 30 และ 120

ก. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยของก๊าซ  $\text{H}_2$

**วิธีทำ** อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยของ  $\text{H}_2$  =  $\frac{\text{ปริมาณก๊าซ } \text{H}_2 \text{ ที่เกิดขึ้น}}{\text{เวลาทั้งหมดที่เกิดก๊าซ } \text{H}_2}$

$$= \frac{8 \text{ cm}^3}{220 \text{ s}}$$

$$= 0.036 \text{ cm}^3/\text{s}$$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยของ  $\text{H}_2 = 0.036 \text{ cm}^3/\text{s}$

ข. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของก๊าซ  $\text{H}_2$  ระหว่างปริมาตรที่ 1-2

**วิธีทำ** อัตราการเกิดปฏิกิริยาของก๊าซ  $\text{H}_2$  ระหว่างปริมาตรที่ 1-2 =  $\frac{\text{ปริมาตรที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{เวลาที่เปลี่ยนแปลงไป}}$

$$= \frac{2-1}{22-10} = \frac{1}{12} = 0.083 \text{ cm}^3/\text{s}$$

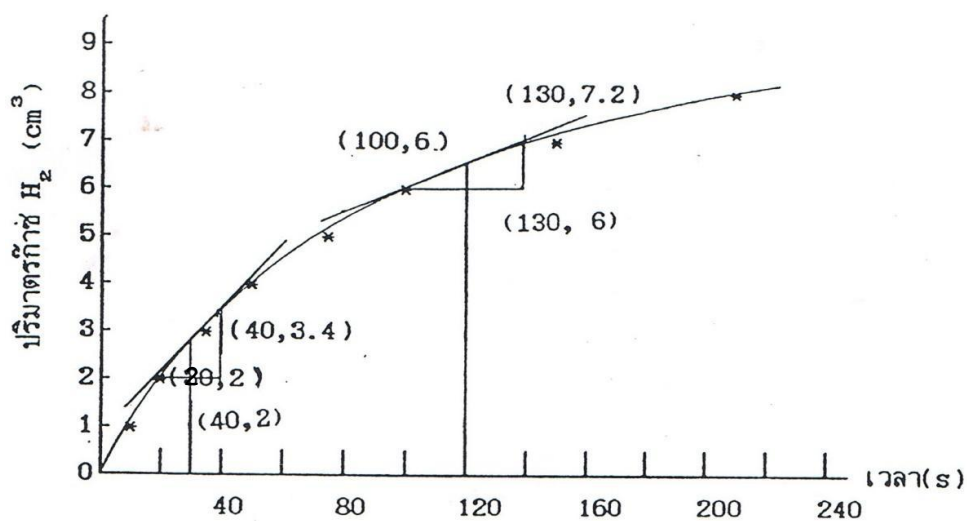
อัตราการเกิดปฏิกิริยาของก๊าซ  $\text{H}_2$  ระหว่างปริมาตรที่ 1-2 =  $0.083 \text{ cm}^3/\text{s}$



ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของก๊าซ  $H_2$  ณ วินาทีที่ 30 และ 120

วิธีทำ

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรก๊าซ  $H_2$  กับเวลาที่เกิดขึ้น



อัตราการเกิดปฏิกิริยาของก๊าซ  $H_2$  ณ วินาทีที่ 30 =  $\frac{\Delta H_2}{\Delta t}$

แทนค่า

$$= \frac{3.4 - 2.0}{40 - 20}$$

$$= \frac{1.4}{20}$$

$$= 0.070 \text{ cm}^3 / \text{s}$$

จะได้

อัตราการเกิดปฏิกิริยาของก๊าซ  $H_2$  ณ วินาทีที่ 120 =  $\frac{\Delta H_2}{\Delta t}$

แทนค่า

$$= \frac{7.2 - 6.0}{130 - 100}$$

$$= \frac{1.2}{30}$$

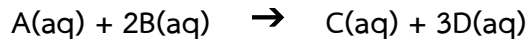
$$= 0.04 \text{ cm}^3 / \text{s}$$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาของก๊าซ  $H_2$  ณ วินาทีที่ 30 =  $0.07 \text{ cm}^3 / \text{s}$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาของก๊าซ  $H_2$  ณ วินาทีที่ 120 =  $0.04 \text{ cm}^3 / \text{s}$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาจากความสัมพันธ์ของสมการเคมี

สมการ



จะเห็นได้ว่า

เมื่อ A ลดลง 1 โมล      B จะลดลง 2 โมล      C เกิดขึ้น 1 โมล      และ D เกิดขึ้น 3 โมล  
 ดังนั้น โมล A ที่ลด =  $\frac{1}{2}$  ของโมล B ที่ลด = โมล C ที่เกิด =  $\frac{1}{3}$  โมล D ที่เกิด

จะได้  $\frac{\text{โมล A ที่ลด}}{\text{เวลาที่ใช้}} = \frac{1}{2} \frac{\text{โมล B ที่ลด}}{\text{เวลาที่ใช้}} = \frac{\text{โมล C ที่เกิด}}{\text{เวลาที่ใช้}} = \frac{1}{3} \frac{\text{โมล D ที่เกิด}}{\text{เวลาที่ใช้}}$

อัตราการลดลงของ A =  $\frac{1}{2}$  อัตราการลดลงของ B = อัตราการเกิดของ C =  $\frac{1}{3}$  อัตราการเกิดของ D

**ตัวอย่างที่ 3** การรวมตัวของแก๊สไนโตรเจน และแก๊สไฮโดรเจน เป็นดังสมการ  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$   
 ถ้าอัตราการลดลงของแก๊ส  $N_2$  เท่ากับ  $1.5 \times 10^{-2} \text{ cm}^3 \cdot \text{s}$  จงหา

ก. อัตราการเกิดแก๊ส  $NH_3$

ข. อัตราการลดลงของแก๊ส  $H_2$

**วิธีทำ** จากสมการการเกิดปฏิกิริยา  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$  จะได้ความสัมพันธ์ ดังนี้  
 อัตราการลดลงของ  $N_2 = \frac{1}{3}$  อัตราการลดลงของ  $H_2 = \frac{1}{2}$  อัตราการเกิดของ  $NH_3$

(ก.)  $\frac{1}{2}$  อัตราการเกิดของ  $NH_3 = \text{อัตราการลดลงของ } N_2$

แทนค่า  $\frac{1}{2}$  อัตราการเกิดของ  $NH_3 = 1.5 \times 10^{-2} \text{ cm}^3 \cdot \text{s}$

จะได้ อัตราการเกิดของ  $NH_3 = 2 \times (1.5 \times 10^{-2} \text{ cm}^3 \cdot \text{s})$   
 $= 3 \times 10^{-2} \text{ cm}^3 \cdot \text{s}$

ดังนั้น อัตราการเกิดแก๊ส  $NH_3$  มีค่าเท่ากับ  $3 \times 10^{-2} \text{ cm}^3 \cdot \text{s}$

(ข.)  $\frac{1}{3}$  อัตราการลดลงของ  $H_2 = \text{อัตราการลดลงของ } N_2$

แทนค่า  $\frac{1}{3}$  อัตราการลดลงของ  $H_2 = 1.5 \times 10^{-2} \text{ cm}^3 \cdot \text{s}$

อัตราการลดลงของ  $H_2 = 3 \times (1.5 \times 10^{-2} \text{ cm}^3 \cdot \text{s})$   
 $= 4.5 \times 10^{-2} \text{ cm}^3 \cdot \text{s}$

ดังนั้น อัตราการลดลงของแก๊ส  $H_2$  มีค่าเท่ากับ  $4.5 \times 10^{-2} \text{ cm}^3 \cdot \text{s}$



แบบฝึกหัดชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1  
เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ - สกุล ..... เลขที่ .....

\*\*\*\*\*

ข้อ 1 ทดลองนำโลหะแมกนีเซียม (Mg) ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นดังนี้



วัดปริมาตรของแก๊ส  $\text{H}_2$  ที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาดังนี้

| เวลา (s)                  | 0 | 10 | 20 | 35 | 50 | 80 | 130 |
|---------------------------|---|----|----|----|----|----|-----|
| ปริมาตร ( $\text{cm}^3$ ) | 0 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6   |

ก. จงคำนวณหาอัตราการเกิดแก๊ส  $\text{H}_2$  โดยเฉลี่ย

.....

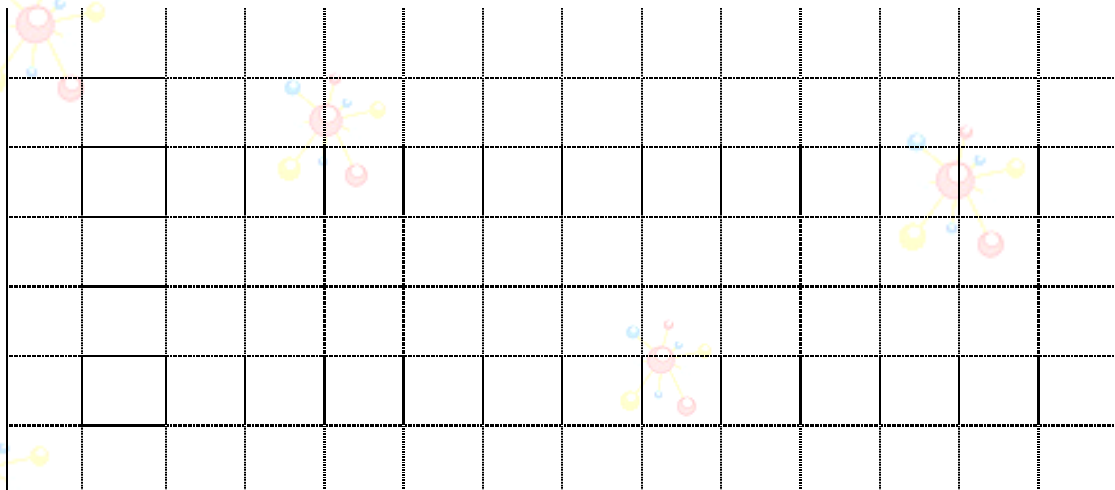
.....

ข. จงคำนวณหาอัตราการเกิดแก๊ส  $\text{H}_2$  ที่ช่วงเวลา 20-35 วินาที

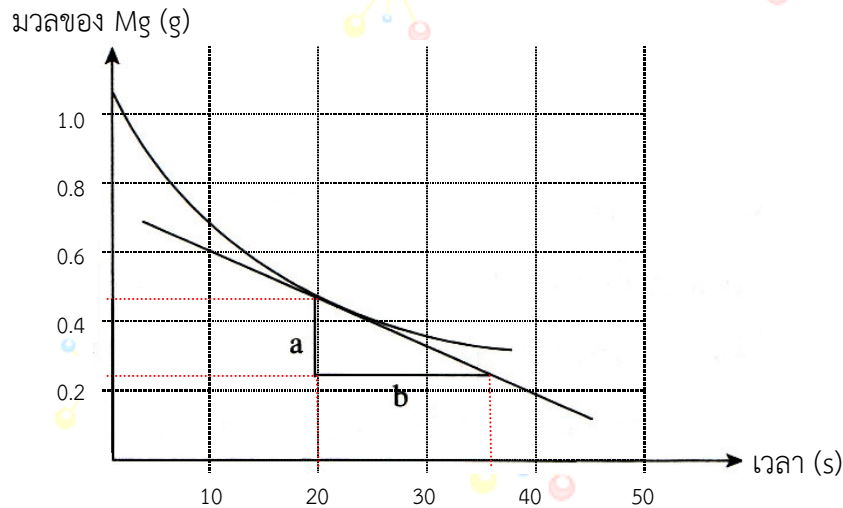
.....

.....

ค. จงเขียนกราฟระหว่างปริมาตรของแก๊ส  $\text{H}_2$  ที่เกิดขึ้นกับเวลา



ข้อ 2 นำโลหะแมกนีเซียมมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก นำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลของแมกนีเซียมกับเวลาได้ดังนี้



จงคำนวณหาอัตราการลดลงของ Mg ณ วินาทีที่ 20

.....

.....

.....

ข้อ 3 แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ได้รับความร้อนจะเกิดการสลายตัว ดังสมการ  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$  ถ้าอัตราการสลายตัวของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $\text{NO}_2$ ) เท่ากับ  $4.5 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$  อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน ( $\text{O}_2$ ) จะเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

ข้อ 4 ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของแอมโมเนียเป็นดังสมการ  $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  หากแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) มีอัตราการเผาไหม้เป็น  $0.24 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$  จงหาอัตราการเกิดน้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ )

.....

.....

.....



เฉลยแบบฝึกหัดชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1  
เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

\*\*\*\*\*

ข้อ 1 ทดลองนำโลหะแมกนีเซียม (Mg) ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นดังนี้



วัดปริมาตรของแก๊ส  $\text{H}_2$  ที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาดังนี้

| เวลา (s)                  | 0 | 10 | 20 | 35 | 50 | 80 | 130 |
|---------------------------|---|----|----|----|----|----|-----|
| ปริมาตร ( $\text{cm}^3$ ) | 0 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6   |

ก. จงคำนวณหาอัตราการเกิดแก๊ส  $\text{H}_2$  โดยเฉลี่ย

วิธีทำ อัตราการเกิดแก๊ส  $\text{H}_2$  เฉลี่ย =  $\frac{\text{ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}}$

$$= \frac{6 \text{ cm}^3}{130 \text{ s}}$$

$$= 0.046 \text{ cm}^3/\text{s}$$

ดังนั้น อัตราการเกิดแก๊ส  $\text{H}_2$  โดยเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ  $0.046 \text{ cm}^3/\text{s}$

ข. จงคำนวณหาอัตราการเกิดแก๊ส  $\text{H}_2$  ที่ช่วงเวลา 20-35 วินาที

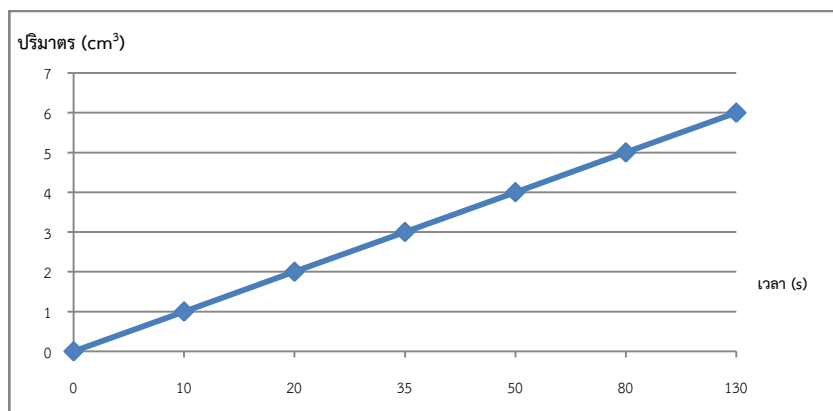
วิธีทำ อัตราการเกิดแก๊ส  $\text{H}_2$  ที่ช่วงเวลา 20-35 วินาที =  $\frac{\text{ปริมาตรแก๊ส } \text{H}_2 \text{ ที่เกิดช่วงเวลา 20-35 วินาที}}{\text{เวลาช่วง}}$

$$= \frac{3 - 2 \text{ cm}^3}{35 - 20 \text{ s}}$$

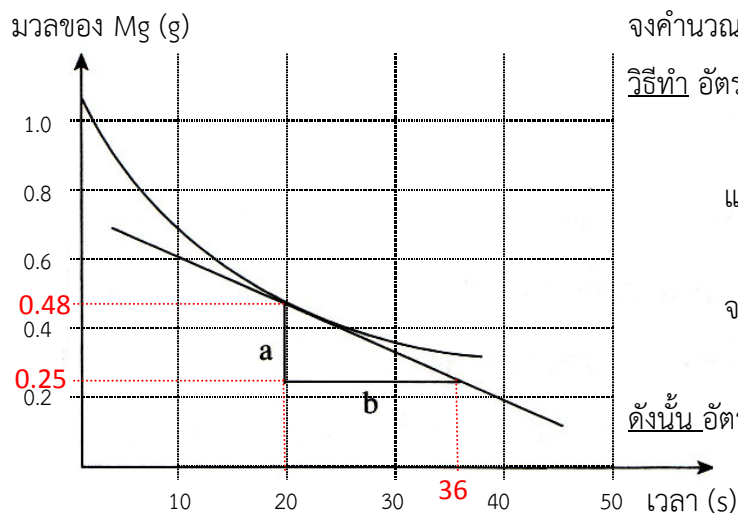
$$= 0.067 \text{ cm}^3/\text{s}$$

ดังนั้น อัตราการเกิดแก๊ส  $\text{H}_2$  ที่ช่วงเวลา 20-35 วินาที มีค่าเท่ากับ  $0.067 \text{ cm}^3/\text{s}$

ค. จงเขียนกราฟระหว่างปริมาตรของแก๊ส  $\text{H}_2$  ที่เกิดขึ้นกับเวลา



ข้อ 2 นำโลหะแมกนีเซียมมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก นำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลของแมกนีเซียมกับเวลาได้ดังนี้



จงคำนวณหาอัตราการลดลงของ Mg ณ วินาทีที่ 20

วิธีทำ อัตราการลดลงของแมกนีเซียม ณ วินาทีที่ 20 =  $\frac{\Delta \text{Mg}}{\Delta t}$

แทนค่า =  $\frac{0.48 - 0.25 \text{ g}}{36 - 20 \text{ s}}$

จะได้ =  $\frac{0.23 \text{ g}}{16 \text{ s}}$

ดังนั้น อัตราการลดลงของ Mg ณ วินาทีที่ 20 มีค่าเท่ากับ 0.0144 หรือ  $1.44 \times 10^{-2} \text{ g/s}$

ข้อ 3 แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ได้รับความร้อนจะเกิดการสลายตัว ดังสมการ  $2\text{NO}_2 (\text{g}) \rightarrow 2\text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$  ถ้าอัตราการสลายตัวของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $\text{NO}_2$ ) เท่ากับ  $4.5 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$  อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน ( $\text{O}_2$ ) จะเป็นเท่าใด

วิธีทำ  $\frac{1}{2}$  อัตราการลดลงของ  $\text{NO}_2$  =  $\frac{1}{2}$  อัตราการเกิดของ  $\text{NO}$  = อัตราการเกิดของ  $\text{O}_2$

ดังนั้น อัตราการเกิดของ  $\text{O}_2$  =  $\frac{1}{2}$  อัตราการลดลงของ  $\text{NO}_2$

แทนค่า =  $\frac{1}{2} (4.5 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s})$

จะได้ =  $2.25 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

ดังนั้น อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน ( $\text{O}_2$ ) มีค่าเท่ากับ  $2.25 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

ข้อ 4 ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของแอมโมเนียเป็นดังสมการ  $4\text{NH}_3 (\text{g}) + 5\text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 4\text{NO} (\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O} (\text{g})$  หากแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) มีอัตราการเผาไหม้เป็น  $0.24 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$  จงหาอัตราการเกิดน้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ )

วิธีทำ  $\frac{1}{6}$  อัตราการเกิดของ  $\text{H}_2\text{O}$  =  $\frac{1}{4}$  อัตราการเกิดของ  $\text{NH}_3$

แทนค่า  $\frac{1}{6}$  อัตราการเกิดของ  $\text{H}_2\text{O}$  =  $\frac{1}{4} (0.24 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s})$

=  $\frac{1}{4} \times 6 (0.24 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s})$

จะได้ =  $0.36 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

ดังนั้น อัตราการเกิดน้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) มีค่าเท่ากับ  $0.36 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

**แบบทดสอบหลังเรียน**  
**ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**  
**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ**

\*\*\*\*\*

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย x ข้อที่ถูกที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

**คำชี้แจง** ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1 – 2

การทดลองครั้งหนึ่งใช้สาร A และสาร B อย่างละ 10 กรัม ทำปฏิกิริยาเคมีกัน ปฏิกิริยาสิ้นสุดลงในเวลา 5 นาที หลังจากสิ้นสุดปฏิกิริยาพบว่า มีสาร A เหลืออยู่ 4 กรัม สาร C เกิดขึ้น 14 กรัม และเกิดก๊าซ D จำนวนหนึ่ง

ข้อสรุปเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารต่าง ๆ เป็นดังนี้

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร A เท่ากับ 0.8 กรัม / นาที
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร B เท่ากับ 2.0 กรัม / นาที
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร C เท่ากับ 2.8 กรัม / นาที

1. ข้อสรุปใดถูกต้อง

- ก. ข้อ 1 และ 2
- ข. ข้อ 1 และ 3
- ค. ข้อ 2 และ 3
- ง. ข้อ 1, 2 และ 3

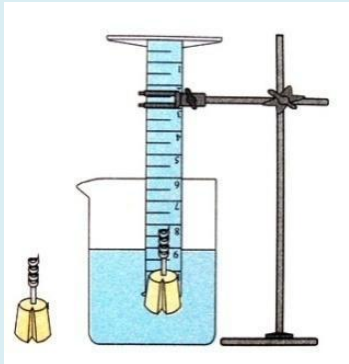
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสาร D เท่ากับ กี่กรัม/นาที

- ก. 1.2
- ข. 0.8
- ค. 0.6
- ง. 0.4



**คำชี้แจง** ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 3 – 4

จากผลการทดลองวัดปริมาตรแก๊ส  $H_2$  ที่เกิดขึ้น ณ เวลาต่างๆที่ผ่านพ้นไป เมื่อใช้ลวด Mg ทำปฏิกิริยากับสารละลาย HCl ในกระบอกตวงได้ข้อมูลดังนี้



| ปริมาตรแก๊ส $H_2$ ( $cm^3$ ) | เวลา (s) |
|------------------------------|----------|
| 5                            | 30       |
| 10                           | 65       |
| 15                           | 100      |
| 20                           | 155      |

3. ถ้าต้องการเก็บแก๊สไฮโดรเจนเพิ่มอีก  $5\text{ cm}^3$  คือจากปริมาตร  $25\text{ cm}^3$  เป็น  $30\text{ cm}^3$  คาดว่าจะต้องเสียเวลาเพิ่มขึ้นอีกเท่าใด เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยายังมีแนวโน้มเช่นนี้อีกต่อไป

ก. ไม่เกิน 30 วินาที

ข. ไม่น้อยกว่า 85 วินาที

ค. 55 วินาที

ง. 70 วินาที

4. อัตราการเกิดปฏิกิริยา  $H_2$  มีค่าเท่าใด

ก.  $25 / 225\text{ cm}^3/\text{s}$  ข

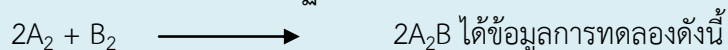
.  $20 / 155\text{ cm}^3/\text{s}$

ค.  $15 / 100\text{ cm}^3/\text{s}$

ง .  $5 / 30\text{ cm}^3/\text{s}$

**คำชี้แจง** ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 5 – 6

ข้อมูลการทดลองเผาไหม้สารในภาชนะปิด มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นดังสมการ



| สารตั้งต้นที่เหลือ |             | สารผลิตภัณฑ์ที่เกิด | เวลาที่ใช้ |
|--------------------|-------------|---------------------|------------|
| $A_2$ (mol)        | $B_2$ (mol) | $A_2B$ (mol)        | (s)        |
| 2.0                | 1.0         | 0                   | 0          |
| 1.6                | 0.8         | 0.4                 | 10         |
| 1.2                | 0.6         | 0.8                 | 25         |
| 0.8                | 0.4         | 1.2                 | 55         |
| 0.6                | 0.3         | 1.4                 | 80         |
| 0.4                | 0.2         | 1.6                 | 110        |

5. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยของ  $A_2B$  เป็นกี่ mol/s

ก.  $1.25 \times 10^{-2}$  ข

.  $1.45 \times 10^{-2}$

ค.  $1.75 \times 10^{-2}$  ง

.  $2.10 \times 10^{-2}$

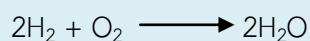




6. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของ  $A_2B$  ระหว่างช่วงวินาทีที่ 0-10 และช่วงวินาทีที่ 55-58 ต่างกันกี่ mol/s

- ก.  $3.70 \times 10^{-2}$
- ข.  $3.20 \times 10^{-2}$
- ค.  $2.70 \times 10^{-2}$
- ง.  $2.10 \times 10^{-2}$

7. เชื้อเพลิงสะอาดชนิดหนึ่งที่สามารถใช้ในเครื่องยนต์ในอนาคคือ

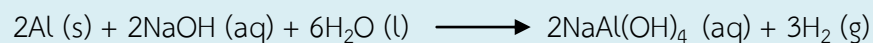


เมื่อความเข้มข้นของ  $O_2$  มีอัตราการลดลงเป็น  $0.23 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$  อัตราการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ  $H_2O$  จะเป็นเท่าใด

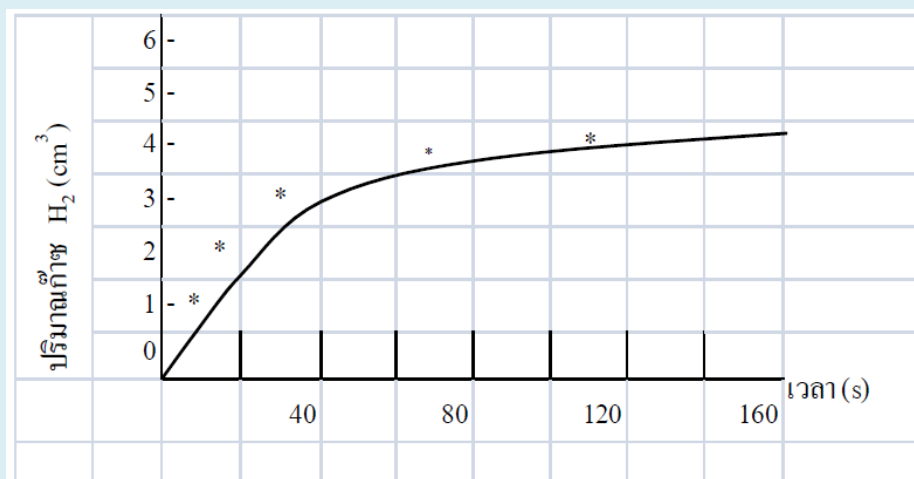
- ก.  $0.64 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
- ข.  $0.56 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
- ค.  $0.46 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
- ง.  $0.23 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

**คำชี้แจง** ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม 8 – 9

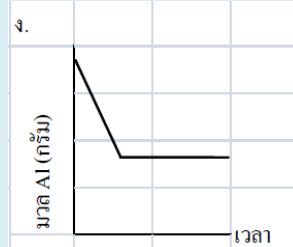
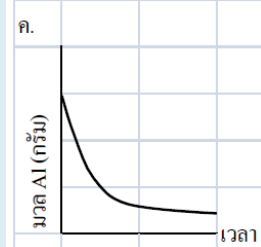
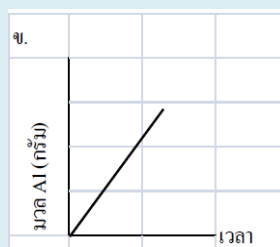
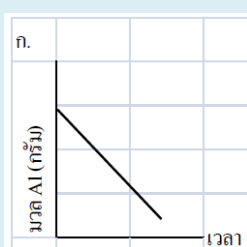
เมื่อนำแผ่นอลูมิเนียมทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้ก๊าซไฮโดรเจน ดังสมการ



ความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซ  $H_2$  ที่เกิดกับเวลาได้ผลตามแผนภูมิที่แสดงดังนี้



8. เมื่อปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาไปเรื่อยๆ จน Al ถูกใช้ในปฏิกิริยาหมดไป นำเอามวล Al มาเขียนแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์กับเวลา จะได้แผนภูมิมีรูปลักษณะอย่างไรต่อไป



9. อัตราการเกิดก๊าซ  $H_2$  ณ วินาทีที่ 60 มีค่าประมาณกี่  $cm^3/s$

ก.  $3.3 \times 10^{-2}$

ข.  $2.5 \times 10^{-2}$

ค.  $1.7 \times 10^{-2}$

ง.  $1.2 \times 10^{-2}$

10. อัตราการเกิดน้ำเท่ากับ  $0.56 \text{ mol/s}$  จากปฏิกิริยา  $2O_3(g) + 3N_2H_4(g) \longrightarrow 6H_2O(l) + 3N_2(g)$  อัตราการลดลงของแก๊ส  $O_3$  ควรเป็นเท่าใด

ก.  $5.40 \text{ mol/s}$

ข.  $0.19 \text{ mol/s}$

ค.  $0.17 \text{ mol/s}$

ง.  $0.68 \text{ mol/s}$



กระดาษคำตอบ แบบทดสอบหลังเรียน  
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ - สกุล.....เลขที่.....  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ..... วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบในแบบทดสอบแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุด

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| 1   |   |   |   |   |
| 2   |   |   |   |   |
| 3   |   |   |   |   |
| 4   |   |   |   |   |
| 5   |   |   |   |   |
| 6   |   |   |   |   |
| 7   |   |   |   |   |
| 8   |   |   |   |   |
| 9   |   |   |   |   |
| 10  |   |   |   |   |

| คะแนน | หลังเรียน |
|-------|-----------|
| เต็ม  | 10        |
| ได้   |           |

ดูเฉลยด้านหลัง...นะครับ



เฉลยแบบทดสอบก่อน – หลังเรียน  
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

\*\*\*\*\*

คำชี้แจง ให้นักเรียนตรวจคำตอบในแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากการเฉลยคำตอบดังนี้

ก่อนเรียน

| ข้อ | ตัวเลือกถูก |
|-----|-------------|
| 1   | ข           |
| 2   | ก           |
| 3   | ง           |
| 4   | ง           |
| 5   | ค           |
| 6   | ค           |
| 7   | ข           |
| 8   | ค           |
| 9   | ง           |
| 10  | ค           |

หลังเรียน

| ข้อ | ตัวเลือกถูก |
|-----|-------------|
| 1   | ค           |
| 2   | ง           |
| 3   | ข           |
| 4   | ก           |
| 5   | ข           |
| 6   | ข           |
| 7   | ค           |
| 8   | ค           |
| 9   | ก           |
| 10  | ข           |

การทดสอบหลังเรียนเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ว่านักเรียนศึกษาแล้ว มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเพียงใด

- ✓ ถ้านักเรียนได้คะแนนน้อยกว่า 5 คะแนน ไม่ต้องเสียใจ ให้นักเรียนเริ่มศึกษาเนื้อหาใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้ง
- ✓ ถ้านักเรียนได้คะแนน 5-7 คะแนน แสดงว่านักเรียนผ่านเกณฑ์ให้ศึกษาเรื่องต่อไป
- ✓ ถ้านักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ 8-10 คะแนน แสดงว่านักเรียนผ่านเกณฑ์และอยู่ในระดับดีเยี่ยม ให้ศึกษากรอบต่อไปได้ และให้รักษามาตรฐานที่ดีเยี่ยมไว้....นะครับ



### เอกสารอ้างอิง

สถาบันกวดวิชาติวเตอร์พอยท์. Ultra Chemistry สรุปเคมี มัธยมปลาย. กรุงเทพฯ : กรีนไลฟ์ พรินติ้ง เฮ้า, 2558.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2554.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2554.

สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี. คู่มือเตรียมสอบเคมี ม.4-5-6 สารการการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง, มปป.

สำราญ พุกษ์สุนทร. คู่มือสารการการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม กลุ่มสารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม3. กรุงเทพฯ : พ.ศ.พัฒนา, มปป.

สุทัศน์ ไตรสถิตวร และคณะ. คู่มือเตรียมสอบ A-NET และเข้ามหาวิทยาลัยในระบบรับตรงทุกแห่ง เคมี. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง, มปป.

