

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
วิชาเคมี3 (ว30223) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ชุดที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



นางสาวชัชฎาภรณ์ หล้าสกุล
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ

โรงเรียนน่านประชาอุทิศ อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

การจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี3 (ว30223) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีชุดนี้จัดทำเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพ ข้าพเจ้าได้นำแนวคิดจากนโยบายการจัดการศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 นวัตกรรมทางการศึกษาและการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และได้พยายามศึกษาค้นคว้าเอกสารและตำราต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดความชัดเจนถูกต้องตามหลักวิชา ดังนั้นชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี3 (ว30223) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่จัดทำขึ้นทั้งหมด มีจำนวน 7 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 3 พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 4 ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 5 พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 6 อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 7 ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

ในแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนสามารถนำไปศึกษาได้ด้วยตนเอง ทบทวนเนื้อหา หรือสามารถนำไปศึกษาเพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเรียนไม่ทันเพื่อน หรือสามารถนำไปใช้ในการเรียนซ่อมเสริมในกรณีที่เรียนแล้วสอบไม่ผ่าน นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักสังเกต กล้าแสดงออกในสิ่งที่เหมาะสม มีคุณธรรม สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ซึ่งข้าพเจ้าได้พยายามนำเสนอรายละเอียดความสำคัญที่จำเป็นในชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกเล่มได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และได้นำไปใช้เพื่อทดลองหาประสิทธิภาพแล้ว จึงสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาและพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ได้อย่างดี ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงและเป็นตัวอย่างแก่ผู้ที่สนใจได้ต่อไป

ชัชฎาภรณ์ หล้าสกุล

สารบัญ

	หน้า
คำนำ.....	ก
สารบัญ	ข
ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	ค
ชุดที่ 1 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	1
วัตถุประสงค์ของชุดการเรียนรู้.....	1
คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนรู้.....	1
บทบาทของนักเรียน.....	2
สาระสำคัญ.....	3
มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด.....	3
การวัดผลประเมินผล.....	4
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	5
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน.....	8
ใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1	9
การทดลองที่ 1	11
แนวคำตอบการทดลองที่ 1	16
ใบความรู้ที่ 1	19
แบบฝึกหัด	26
เฉลยแบบฝึกหัด	28
แบบทดสอบหลังเรียน	30
กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน.....	33
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน.....	34
เอกสารอ้างอิง.....	35



ก่อนเรียนชุดการเรียนรู้เล่มนี้ นักเรียนต้องศึกษา
ขั้นตอนการใช้ชุดการเรียนรู้ให้เข้าใจก่อนนะ



ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1
เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ศึกษาวัตถุประสงค์ คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนรู้



ศึกษาบทบาทของนักเรียน



ศึกษาสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
จุดประสงค์ของการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล



ปฏิบัติกิจกรรมตามใบกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1



ทดสอบหลังเรียน

ไม่ผ่านเกณฑ์



ผ่านเกณฑ์

ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 2
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



วัตถุประสงค์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1. เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาเคมี 3 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี3 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อแก้ปัญหาคาดสื่อการเรียนการสอนวิชาเคมี3 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
4. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และมีเป้าหมายในการศึกษาค้นคว้าที่ชัดเจน

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ให้นักเรียนทุกคนศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาอย่างละเอียด
2. การเรียนด้วยชุดการเรียนรู้จะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดให้ อย่างเคร่งครัดและมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง
3. ถ้านักเรียนสงสัยหรือมีปัญหาที่ไม่เข้าใจ สามารถขอคำแนะนำจากครูผู้สอนได้ตลอดเวลา
4. เมื่อนักเรียนศึกษาและทำกิจกรรมชุดการเรียนรู้จบแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

บทบาทของนักเรียน

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาคู่่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ และปฏิบัติกิจกรรมตามลำดับชั้นอย่างละเอียดและถูกต้อง ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แบ่งหน้าที่ กำหนดบทบาทสมาชิกให้ชัดเจน หากมีปัญหาให้ปรึกษาครูผู้สอน
2. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาในชุดการเรียนรู้ทั้งหมดอย่างละเอียด พร้อมทั้งทำกิจกรรม แบบฝึกหัด โดยเติมคำตอบลงในชุดการเรียนรู้
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมกันเขียนรายงานการทดลองหรือระดมสมองอภิปรายคำถามพัฒนาความคิด
4. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมในชุดเรียน นักเรียนจะต้องนำเสนอผลการศึกษา หรือรายงานการทดลอง เป็นรูปเล่มรายงานเพื่อแสดงผลงานของกลุ่มตนเอง
5. ทุกกิจกรรมการเรียนรู้มีเวลาจำกัด นักเรียนควรปฏิบัติงานให้ทันเวลา ไม่ควรปล่อยทิ้งงานหรือสะสมงานค้างไว้ เนื่องจากผลงานของแต่ละกิจกรรมชุดการเรียนรู้จะเป็นองค์ความรู้สำหรับกิจกรรมชุดการเรียนรู้ในลำดับต่อไป
6. ในการทำกิจกรรมชุดการเรียนรู้ ให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้หรือช่วยกันค้นคว้าด้วยความตั้งใจ
7. เมื่อเรียนจบแต่ละกิจกรรมของชุดการเรียนรู้ ควรเก็บอุปกรณ์การเรียนรู้ให้เรียบร้อยทุกครั้ง



อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



สาระสำคัญ

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีวัดได้จากความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่ลดลงหรือความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไปในหนึ่งหน่วยเวลา

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

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

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. บอกความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. เขียนและแปลความหมายของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา รวมทั้งสามารถหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากกราฟได้

สาระการเรียนรู้

● ปริมาณของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลา เรียกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาสามารถบอกได้ 4 กรณี คือ

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

ปริมาณของสารที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น อาจวัดจากค่าความเข้มข้น ปริมาตร หรือมวลของสาร ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสาร ในปฏิกิริยาเคมี สารตั้งต้น \rightarrow ผลิตภัณฑ์
(ลดลง) (เพิ่มขึ้น)

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

หรือ

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลาที่ใช้ไป}}$$

ดังนั้น

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลง (ลด/เพิ่ม)}}{\text{เวลา}}$$

การวัดผลประเมินผล

วิธีวัด

1. สังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม
2. ประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัด
4. ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

เครื่องมือวัด

1. แบบสังเกตการณ์ปฏิบัติงานกลุ่ม
2. แบบประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง
3. แบบฝึกหัด
4. แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

เวลาที่ใช้ในการศึกษาชุดการเรียนรู้ที่ 1 จำนวน 3 ชั่วโมง

แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน
ชุดการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนทำเครื่องหมาย X ข้อที่ถูกที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

1. จากปฏิกิริยา $\text{Mg (s)} + 2\text{HCl (aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2 \text{ (aq)} + \text{H}_2 \text{ (g)}$ สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้หลายวิธี วิธีที่สะดวกที่สุดคือวิธีใด
 - ก. วัดมวลของแมกนีเซียมที่ลดลงต่อเวลา
 - ข. วัดความเข้มข้นของ HCl ที่ลดลงต่อเวลา
 - ค. วัดความเข้มข้นของ MgCl_2 ที่เกิดขึ้นต่อเวลา
 - ง. วัดปริมาตรของก๊าซ H_2 ที่เกิดขึ้นต่อเวลา
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หาได้จากความสัมพันธ์ใด
 - ก. ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงต่อหนึ่งหน่วยเวลา
 - ข. ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นหนึ่งหน่วยเวลา
 - ค. ปริมาณสารตั้งต้นที่เหลืออยู่ต่อเวลาในการดำเนินปฏิกิริยา
 - ง. ถูกทั้ง ก. และ ข.

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 3 - 5

จากปฏิกิริยา $2\text{A}_2\text{B(g)} \leftrightarrow 2\text{A}_2\text{(g)} + \text{B}_2\text{(g)}$ สาร A_2B มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นดังนี้

เวลา (s)	ความเข้มข้นของ A_2B (mol/dm^3)
0	5
5	3.5
10	X
15	2.0
20	1.7
25	1.5

3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยมีค่าเท่าใด

ก. $0.06 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$	ข. $0.14 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$
ค. $0.18 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$	ง. $0.32 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$

4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างวินาทีที่ 5-15 มีค่าเท่าใด

- ก. $0.70 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$
- ข. $0.13 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$
- ค. $0.15 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$
- ง. ไม่สามารถคำนวณได้เนื่องจากไม่ทราบค่า X

5. ถ้าอัตราการเกิดปฏิกิริยาช่วง 5-10 วินาที มีค่าเท่ากับ $0.20 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$ X มีค่าเท่าใด

- ก. 0.5 mol/dm^3
- ข. 3.5 mol/dm^3
- ค. 4.5 mol/dm^3
- ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ

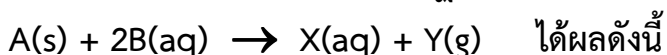
6. จากการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียม กับ กรดไฮโดรคลอริกได้ผลดังตาราง

เวลา (นาท)	มวลของโลหะแมกนีเซียม (กรัม)
0	0.50
1	0.45
2	0.41
3	0.38
4	0.36
5	0.35

อัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วง 1-4 นาที มีค่าเท่าใดในหน่วยกรัมต่อนาที

- ก. 0.02
- ข. 0.03
- ค. 0.35
- ง. 0.38

7. จากการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง A กับ B ตามสมการ



เวลา (วินาที)	20	40	70	90	120
ปริมาตรก๊าซ Y (cm^3)	1	2	3	4	5

ผลสรุปจากการทดลองนี้ข้อใดถูกต้อง

- ก. อัตราการเกิด Y ที่ปริมาตรระหว่าง $2 - 3 \text{ cm}^3$ มีค่าน้อยกว่าที่ปริมาตร $3 - 4 \text{ cm}^3$
- ข. อัตราการเกิด Y เฉลี่ย มีค่ามากกว่าอัตราการเกิด Y ที่ปริมาตรระหว่าง $1 - 2 \text{ cm}^3$
- ค. อัตราการเกิด Y เฉลี่ย มีค่าน้อยกว่าอัตราการเกิด Y ที่ปริมาตร ระหว่าง $4 - 5 \text{ cm}^3$
- ง. อัตราการเกิด Y ที่ปริมาตรระหว่าง $4 - 5 \text{ cm}^3$ มีค่าเท่ากับที่ปริมาตร $3 - 4 \text{ cm}^3$

8. ก๊าซ NO_2 สลายตัวตามสมการ $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ถ้าอัตราการสลายตัวของ $\text{NO}_2(\text{g})$ เท่ากับ $4.4 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ อัตราการเกิด $\text{O}_2(\text{g})$ จะเป็นเท่าใด
- ก. 1.1×10^{-5}
 ข. 2.2×10^{-5}
 ค. 4.4×10^{-5}
 ง. 8.8×10^{-5}
9. ก๊าซ AB_2 สลายตัวได้ตามสมการ $2\text{AB}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{AB}(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g})$ ถ้าอัตราการสลายตัวของ AB_2 เท่ากับ $k_1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ อัตราการเกิด B_2 จะเป็นเท่าไร
- ก. $\frac{k_1}{4}$
 ข. $\frac{k_1}{2}$
 ค. k_1
 ง. $2k_1$
10. จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ของแอมโมเนีย $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ หากแอมโมเนียถูกเผาไหม้ด้วยอัตราเร็ว $0.24 \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$ จงหาอัตราการเกิดน้ำจากปฏิกิริยา
- ก. $9.6 \text{ mol L}^{-1}\text{min}^{-1}$
 ข. $9.6 \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$
 ค. $22 \text{ mol L}^{-1}\text{min}^{-1}$
 ง. $22 \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$

ตรวจสอบคำตอบด้านหลังครับ



กระดาษคำตอบ แบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ - สกุลเลขที่.....

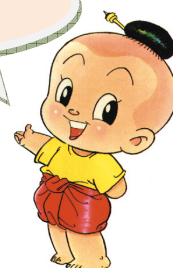
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

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...ครับ



ใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

วิชาเคมี 3 ว30223

เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ - สกุล เลขที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้จบแล้ว นักเรียนควรจะ
บรรลุเป้าหมายตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังนี้ครับ



ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. บอกความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. เขียนและแปลความหมายของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา รวมทั้งสามารถหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากกราฟได้

ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 6 คน และรับเอกสารชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชุดที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คนละ 1 ชุด
2. นักเรียนศึกษาขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างละเอียด
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทดลองและวางแผนทำการทดลองที่ 1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก จากใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ครูคอยให้คำแนะนำการใช้อุปกรณ์พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีปฏิบัติกิจกรรมของแต่ละกลุ่มเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัยและข้อควรระวังในการทำกิจกรรม
4. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองตามที่ออกแบบไว้ และเขียนรายงานการทดลอง

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมอง อภิปรายผลการทดลอง และตอบคำถามหลังการทดลอง เพื่อสรุปผลการทดลอง
6. สุ่มนักเรียนกลุ่มตัวอย่างนำเสนอผลการทดลอง คำตอบของคำถามหลังการทดลอง และสรุปผลการทดลอง
7. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองตอบคำถามพัฒนาความคิด
8. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
9. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการศึกษา เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่
10. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
11. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
นักเรียนตรวจคำตอบแบบทดสอบหลังเรียนจากเฉลยแบบทดสอบและประเมินผลการทำแบบทดสอบ ถ้าไม่ผ่านให้นักเรียนกลับไปทบทวนเนื้อหาอีกครั้งหนึ่ง แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนจนกว่าจะผ่านเกณฑ์



ถ้าพร้อมแล้วเริ่มเข้าสู่บทเรียนกันเลยครับ

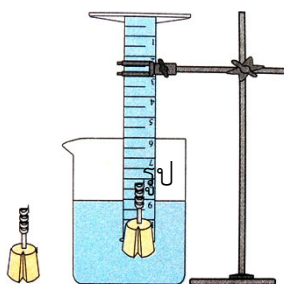
การทดลองที่ 1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา
และแปลผลจากกราฟได้
3. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกในช่วงเวลาต่างๆ ได้

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

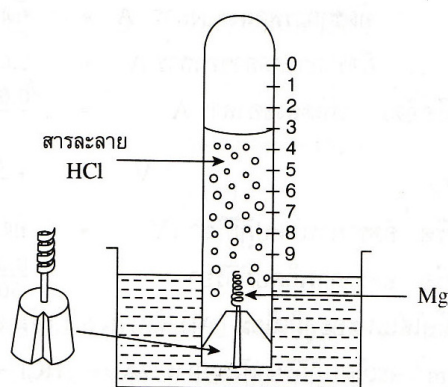
รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. โลหะแมกนีเซียมขนาด 0.5 cm x 10 cm	3 ชิ้น
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.5 mol/dm ³	20 cm ³
อุปกรณ์	
1. กระจกบอทดวงขนาด 10 cm ³	1 ใบ
2. บีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	1 ใบ
3. จุกคอร์กสำหรับปิดกระจกบอทดวง	1 อัน
4. นาฬิกาจับเวลาหรือนาฬิกามีเข็มวินาที	1 เรือน
5. กระดาษทรายขนาด 3 cm x 3 cm	1 ชิ้น
6. คัตเตอร์	1 ใบ



1.2 อุปกรณ์ศึกษาปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียม
กับกรดไฮโดรคลอริก
(ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2554,2)

วิธีการทดลอง

1. นำหลอดทดลองขนาดกลาง 1 หลอดมาทำเครื่องหมายบนข้างหลอดเป็นระยะเท่า ๆ กันประมาณ 1 cm ให้ขีดที่อยู่ใกล้กันหลอดเป็นขีดศูนย์
2. นำจุกยางขนาดพอดีกับหลอดทดลองมาบากตามแนวด้านข้างให้เป็นร่องเล็ก ๆ พอที่ของเหลวจะไหลออกได้ และกรีดกลางจุกยางให้เป็นแนวเล็ก ๆ สำหรับเสียบลวดแมกนีเซียม
3. นำลวดแมกนีเซียมที่ขัดสะอาดแล้วยาวประมาณ 10 cm มาขดให้คล้ายสปริงแล้วเสียบไว้ที่จุกยางตรงรอยกรีด
4. รินสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.2 mol/dm^3 ใส่จนเต็มหลอดทดลอง ปิดด้วยจุกยางที่ลวดแมกนีเซียมเสียบอยู่ คว่ำหลอดทดลองลงในบีกเกอร์ 100 cm^3 ซึ่งใส่น้ำไว้ประมาณ 50 cm^3
5. เริ่มจับเวลาตั้งแต่สารละลายในหลอดทดลองลดลงมาอยู่ที่ขีดศูนย์ โดยจับเวลาที่เกิดก๊าซไฮโดรเจนทุก ๆ 1 ขีดบอกปริมาตรเรื่อยไปจนถึงขีดก่อนที่ลวดแมกนีเซียมจะโผล่พ้นสารละลายกรด บันทึกผล



รูป 1.3 แสดงการวัดอัตราการเกิดก๊าซ H_2

ให้แต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลอง
หาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน แล้ว
อภิปราย สรุปผลการทดลองในกลุ่ม
เพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน



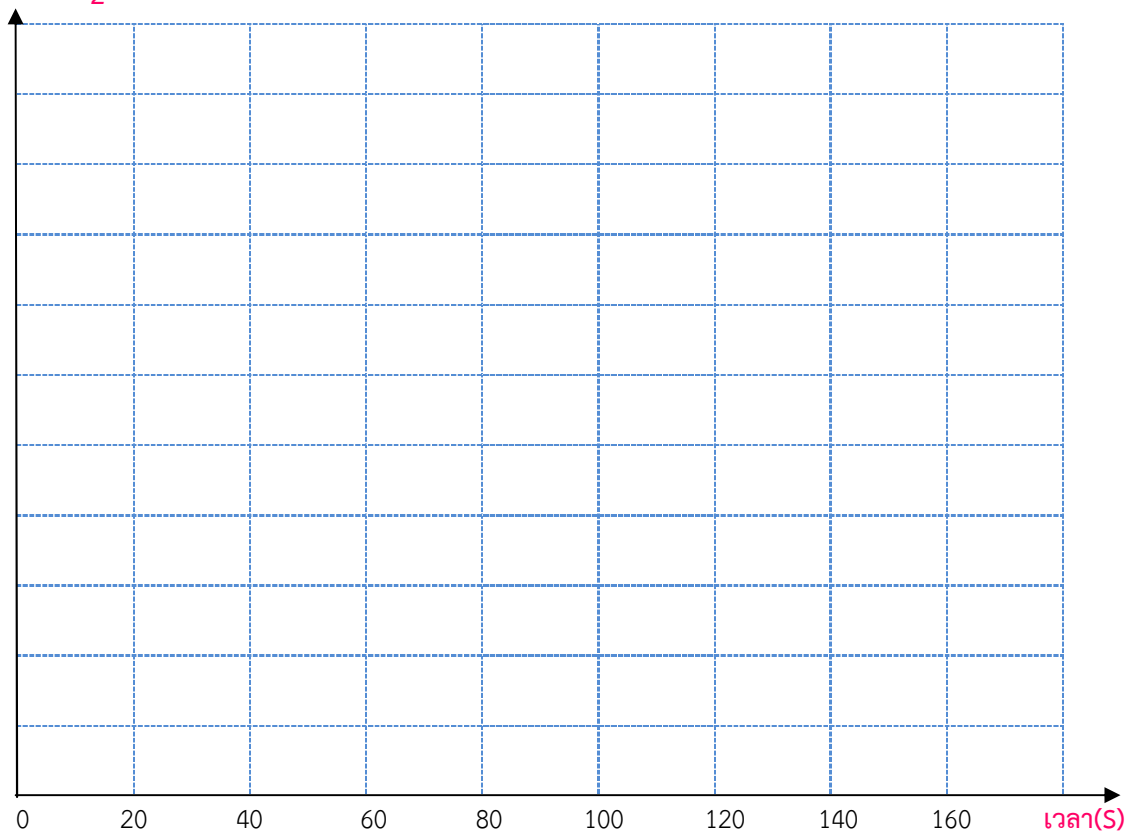
ผลการทดลอง

1. จับเวลาการเกิดแก๊สไฮโดรเจนทุกๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ดังนี้

ปริมาตรก๊าซไฮโดรเจน(cm^3) เมื่อถึงขีดที่	เวลา(วินาที)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เวลาเฉลี่ย
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา

ปริมาตรแก๊ส H_2 (cm^3)



3. คำนวณหาอัตราการเกิดไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาต่างๆ ดังนี้

3.1 อัตราการเกิดก๊าซไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาที่เกิดก๊าซ 2 – 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร

.....

.....

.....

.....

.....

3.2 อัตราการเกิดก๊าซไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาที่เกิดก๊าซ 5 – 6 ลูกบาศก์เซนติเมตร

.....

.....

.....

.....

.....

3.3 อัตราการเกิดก๊าซไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาที่เกิดก๊าซ 9 - 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

.....

.....

.....

.....

.....

3.4 หาอัตราการเกิดก๊าซไฮโดรเจนเฉลี่ย

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

1. แก๊สที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิกิริยาแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก คือแก๊สอะไร จง
สืบค้นแล้วเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมี

.....

.....

.....

2. จงเปรียบเทียบและอธิบายอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงเวลา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. อัตราการเกิดไฮโดรเจนเฉลี่ยหาได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกนอกจากหาจากอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนแล้ว น่าจะมีวิธีอื่นหรือไม่

.....

.....

.....

.....

แนวคำตอบครับ

การทดลองที่ 1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียม
กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก



ผลการทดลอง

1. จับเวลาการเกิดแก๊สไฮโดรเจนทุกๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ดังนี้

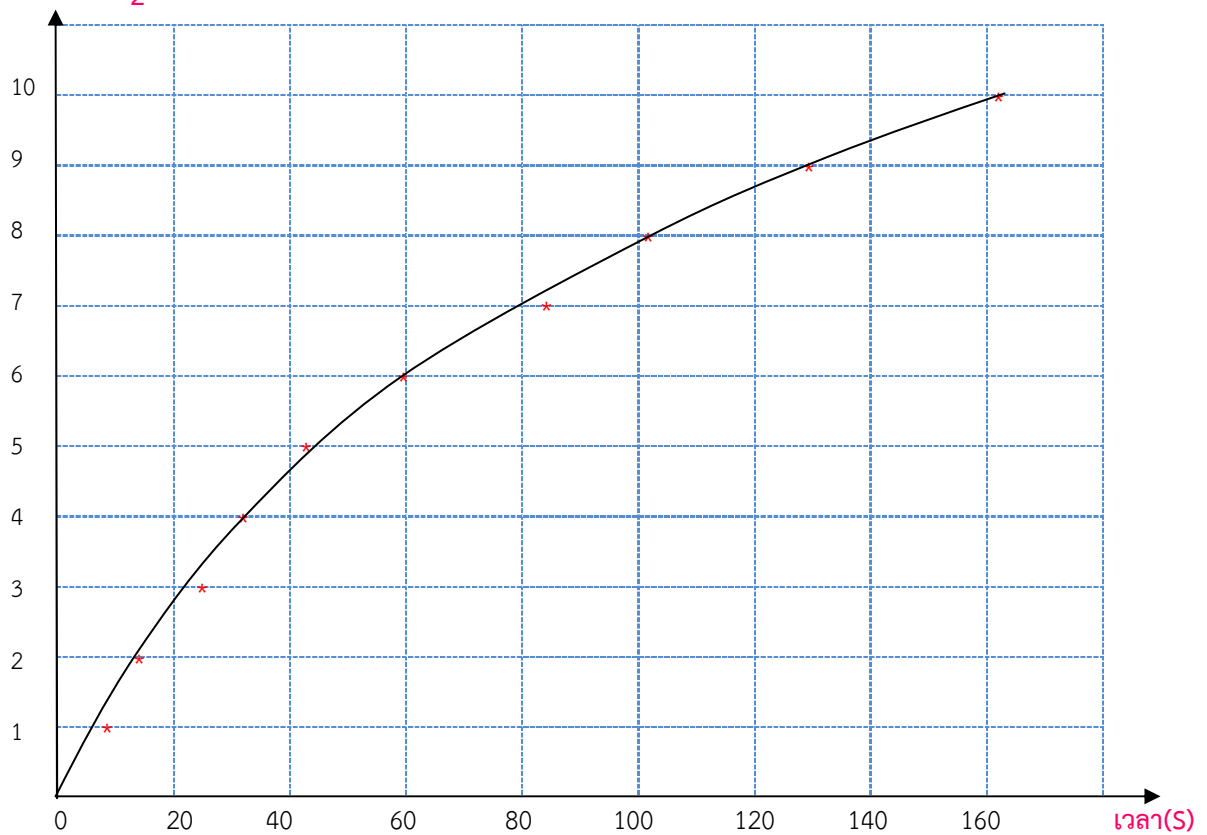
ปริมาตรก๊าซไฮโดรเจน(cm^3) เมื่อถึงขีดที่	เวลา(วินาที)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เวลาเฉลี่ย
1	9	9	10	9
2	15	14	16	15
3	23	23	23	23
4	31	32	33	32
5	45	47	46	46
6	60	59	61	60
7	86	85	84	85
8	105	104	106	105
9	133	135	135	134
10	163	164	165	164



ดูข้อต่อไปเลยครับ

2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา

ปริมาตรแก๊ส H₂ (cm³)



3. คำนวณหาอัตราการเกิดไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาต่างๆ ดังนี้

3.1 อัตราการเกิดก๊าซไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาที่เกิดก๊าซ 2 – 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร

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

3.2 อัตราการเกิดก๊าซไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาที่เกิดก๊าซ 5 – 6 ลูกบาศก์เซนติเมตร

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

3.3 อัตราการเกิดก๊าซไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลาที่เกิดก๊าซ 9 – 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

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

3.4 หาอัตราการเกิดก๊าซไฮโดรเจนเฉลี่ย

$$\text{อัตราการเกิดก๊าซไฮโดรเจนเฉลี่ย} = \frac{9 \text{ cm}^3}{164 \text{ s}} = 0.055 \text{ cm}^3/\text{s}$$

อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

1. แก๊สที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิกิริยาแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก คือแก๊สอะไร จงสืบค้นแล้วเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมี

แก๊สที่เกิดขึ้น คือ แก๊สไฮโดรเจน เขียนและดุลสมการเคมีได้ดังนี้



2. จงเปรียบเทียบและอธิบายอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงเวลา

- 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. อัตราการเกิดไฮโดรเจนเฉลี่ยหาได้อย่างไร

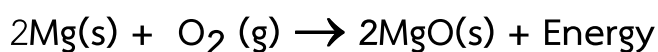
หาได้จากปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมดต่อหนึ่งหน่วยเวลา คิดจากปริมาตรแก๊สไฮโดรเจน 9 ลูกบาศก์เซนติเมตร หารด้วยเวลา 164 วินาที

4. การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก นอกจากหาจากอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนแล้ว น่าจะมีวิธีอื่นหรือไม่

อาจหาได้จากอัตราการลดลงของมวลแมกนีเซียม หรืออัตราการลดลงของความเข้มข้นกรดไฮโดรคลอริก แต่ในทางปฏิบัติการวัดมวลหรือความเข้มข้นของสารโดยตรงทำได้ยาก โดยทั่วไปจึงเลือกวัดปริมาณของสารในปฏิกิริยาด้วยวิธีที่สะดวกที่สุดซึ่งในการทดลองนี้คือการวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ปัจจุบันมีปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญทางด้านอุตสาหกรรม ซึ่งให้ผลิตภัณฑ์ที่สำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมจำนวนมาก การศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้นำมาสู่การเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของสารขณะเกิดปฏิกิริยา ปฏิกิริยาเคมีแต่ละชนิดเกิดขึ้นในอัตราที่แตกต่างกัน บางปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น ปฏิกิริยา ที่เกิดขึ้นกับดอกไม้ไฟที่สวยงาม เป็นการระเบิดของสารเคมี ทำให้เห็นสีสันที่สวยงาม เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว รุนแรงและเป็นอันตราย เพราะมีการคายพลังงานออกมา โดยมีแมกนีเซียม (Mg) ทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน (O₂) ได้แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ดังปฏิกิริยา



ภาพที่ 1 การจุดพลุ ดอกไม้ไฟ
(ที่มา : <http://www.thaigoodview.com>)

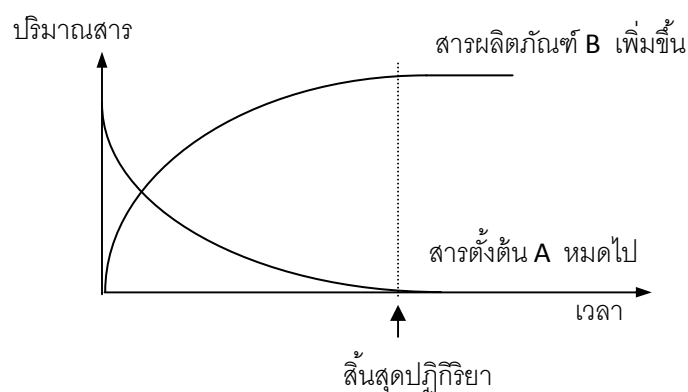
ในขณะที่ บางปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างช้าๆ เช่น การหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ การเกิดสนิมเหล็ก ต้องใช้เวลาในการเกิดนานเป็นเดือนเป็นปี ถือว่าเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ช้ามาก เป็นต้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ควรศึกษาเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

เราใช้วิธีการใดในการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา และ เพราะเหตุใดแต่ละปฏิกิริยาจึงเกิดขึ้นในอัตราที่แตกต่างกัน

ความหมายของปฏิกิริยาเคมี

การเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ การที่สารตั้งต้นเปลี่ยนไป เป็นสารใหม่ เรียกว่า “ผลิตภัณฑ์” ซึ่งมีสมบัติเฉพาะตัว ที่ต่างไปจากเดิม โดยปริมาณหรือความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะลดลง ส่วนโดยปริมาณหรือความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์หรือสารใหม่จะเพิ่มขึ้น

สมการทั่วไปเป็น $A \rightarrow B$ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไป ปริมาณสาร A และ B เปลี่ยนแปลงไป ดังรูป 1.1



รูป 1.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จากกราฟ เราจะเห็นว่าความเข้มข้นของสาร A จะค่อย ๆ ลดลงในขณะที่ สาร B จะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แสดงว่า มีการเกิดปฏิกิริยาเกิดขึ้น

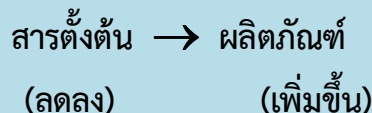
สรุปได้ว่า ในขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไป ปริมาณของสารตั้งต้นจะลดลง และปริมาณผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น จนกระทั่งสารตั้งต้นหมดไป ปฏิกิริยาจึงสิ้นสุดลง ณ ภาวะนั้นปริมาณของผลิตภัณฑ์จะคงที่



ความหมายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (rate of chemical reaction) หมายถึง ปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลงในหนึ่งหน่วยเวลา หรือปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลา (วินาที , นาที หรือ ชั่วโมง)

ปริมาณของสารที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น อาจวัดจากค่าความเข้มข้น ปริมาตร หรือมวลของสาร ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสาร ในปฏิกิริยาเคมี



สามารถเขียนสูตรความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

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

หรือ

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลาที่ใช้ไป}}$$

ดังนั้น

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลง (ลด/เพิ่ม)}}{\text{เวลา}}$$

ตัวอย่างการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จากการทดลองนำโลหะแมกนีเซียมไปทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้
 $\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ ปฏิกิริยานี้สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้หลายวิธี ได้แก่

1. วัดมวลของแมกนีเซียมที่ลดลงต่อเวลา (หน่วยเป็นกรัมต่อวินาที)
2. วัดความเข้มข้นของ HCl ที่ลดลงต่อเวลา (หน่วยเป็น $\text{mol/dm}^3\cdot\text{s}$)
3. วัดความเข้มข้นของ MgCl_2 ที่เกิดขึ้นต่อเวลา (หน่วยเป็น $\text{mol/dm}^3\cdot\text{s}$)
4. วัดปริมาตรของก๊าซ H_2 ที่เกิดขึ้นต่อเวลา (หน่วยเป็น cm^3/s)

*** แต่วิธีที่สะดวกที่สุดคือ วัดปริมาตรของก๊าซ H_2 ที่เกิดขึ้นต่อเวลา ทำได้โดยการนำก๊าซที่เกิดขึ้นเข้าสู่อุปกรณ์วัดปริมาตร

ประเภทและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา

การบอกอัตราการเกิดปฏิกิริยาสามารถบอกได้ 3 ลักษณะ คือ

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

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย หมายถึง อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงหรือ ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นปฏิกิริยาจนสิ้นสุดการเกิดปฏิกิริยา หรือสิ้นสุดการทดลองในหนึ่งหน่วยเวลามีได้ค่าเดียว

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ย} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}}$$

ตัวอย่างที่ 1

สาร X สลายตัวให้สาร Y ดังสมการ $X \rightarrow Y$ วัดปริมาณสาร Y ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดปฏิกิริยาได้ข้อมูลดังนี้

เวลา(วินาที)	0	1	2	3	4	5
จำนวนโมลสาร Y	0	5	10	13	14	15

จงคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} &= \frac{\text{ปริมาณสาร Y ที่เกิดขึ้นทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}} \\ &= \frac{15 \text{ โมล}}{5 \text{ วินาที}} \\ &= 3 \text{ โมล/วินาที} \end{aligned}$$

ไม่ยากเลยค่ะ....ศึกษา
ต่อหน้าถัดไปเลยค่ะ....



อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ขณะใดขณะหนึ่ง หมายถึง อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง หรือ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง อัตราการเกิดปฏิกิริยานี้มีได้หลายค่า ที่เวลาต่างกันจะมีค่าไม่เท่ากัน คือ ตอนเริ่มต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่ามาก เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไป อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะลดลงตามลำดับ เพราะความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณสาร ณ ช่วงเวลาขณะนั้น}}{\text{เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาช่วงนั้น}}$$

ตัวอย่างที่ 2

จากการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง A กับ B ตามสมการ $2A(g) + B(aq) \rightarrow C(aq)$ วัดปริมาณสาร C ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดปฏิกิริยาได้ข้อมูลดังนี้

เวลา (วินาที)	5	10	15	20	25	30
ความเข้มข้น C (mol/dm ³)	10	15	20	23	25	26

จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ช่วงเวลา 5 ถึง 10 วินาที

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} &= \frac{\text{ปริมาณสาร C ที่เกิดขึ้นช่วงเวลา 5 - 10 วินาที}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}} \\ &= \frac{15 - 10 \text{ mol/dm}^3}{10 - 5 \text{ วินาที}} \\ &= \frac{5 \text{ mol/dm}^3}{5 \text{ วินาที}} \\ &= 1 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s} \end{aligned}$$

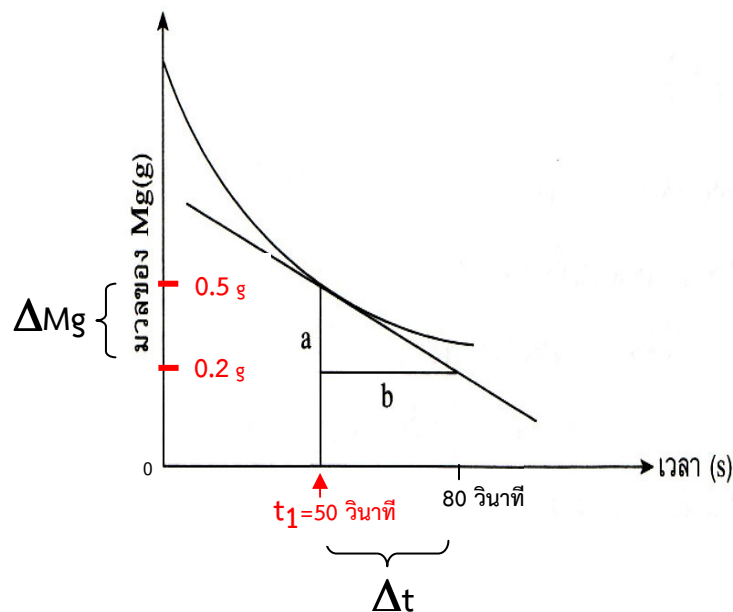


ไม่ยากเลยค่ะ....ศึกษาต่อ
หน้าถัดไปเลยค่ะ....

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ วินาทีหนึ่ง หาโดยตรงไม่ได้ เพราะ 1 วินาทีเร็วมาก หาได้โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปเขียนกราฟ (ให้ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงเป็น แกนตั้ง เวลาเป็นแกนนอน) เมื่อต้องการทราบอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เวลาใดก็ให้ลากเส้นสัมผัสกราฟตรงจุดนั้นแล้วหาค่าความชัน (Slope) ของเส้นสัมผัส ค่าความชันจะเท่ากับ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ เวลา นั้น

ตัวอย่างที่ 3

นำโลหะแมกนีเซียมมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก นำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างมวลของแมกนีเซียมกับเวลาได้ดังนี้



จงหาอัตราการลดลงของแมกนีเซียม ณ วินาทีที่ 50

วิธีทำ อัตราการลดลงของแมกนีเซียม ณ วินาทีที่ 50

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Delta M_g}{\Delta t} \\
 &= \frac{0.2 - 0.5 \text{ กรัม}}{80 - 50 \text{ วินาที}} \\
 &= \frac{-0.3 \text{ กรัม}}{3 \text{ วินาที}} \\
 &= -0.1 \text{ กรัม/วินาที}
 \end{aligned}$$

คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาแล้วมีค่าติดลบ
ไม่ต้องตกใจนะค่ะ หมายความว่าค่าที่คำนวณเป็น
อัตราการลดลงจะ



อัตราการเกิดปฏิกิริยาจากความสัมพันธ์ของสมการเคมี

สมมุติสมการ $A(aq) + 2B(aq) \rightarrow C(aq) + 3D(aq)$ จะเห็นได้ว่า

เมื่อ A ลดลง 1 โมล B จะลดลง 2 โมล C เกิดขึ้น 1 โมล และ D เกิดขึ้น 3 โมล

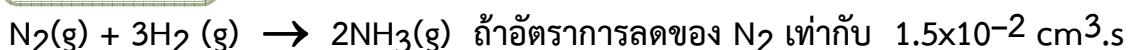
ดังนั้น โมล A ที่ลด = $\frac{1}{2}$ โมล B ที่ลด = โมล C ที่เกิด = $\frac{1}{3}$ โมล D ที่เกิด

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

$$\text{อัตราการลด A} = \frac{1}{2} \text{อัตราการลด B} = \text{อัตราการเกิด C} = \frac{1}{3} \text{อัตราการเกิด D}$$

ตัวอย่างที่ 4

การรวมตัวของแก๊สไนโตรเจน และแก๊สไฮโดรเจน เป็นดังสมการ



ก) จงหาอัตราการเกิดของ $NH_3(g)$

วิธีทำ จากสมการจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{อัตราการลด } N_2 = \frac{1}{3} \text{อัตราการลด } H_2 = \frac{1}{2} \text{อัตราการเกิด } NH_3$$

$$\text{ดังนั้น } \frac{1}{2} \text{อัตราการเกิด } NH_3 = \text{อัตราการลด } N_2$$

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

$$\text{อัตราการเกิด } NH_3 = 2 (1.5 \times 10^{-2})$$

$$= 3 \times 10^{-2} \text{ cm}^3.s$$

ข) จงหาอัตราการลดของ $H_2(g)$

$$\text{วิธีทำ } \text{อัตราการลด } N_2 = \frac{1}{3} \text{อัตราการลด } H_2 = \frac{1}{2} \text{อัตราการเกิด } NH_3$$

$$\text{ดังนั้น } \frac{1}{3} \text{อัตราการลด } H_2 = \text{อัตราการลด } N_2$$

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

$$\text{อัตราการเกิด } H_2 = 3 (1.5 \times 10^{-2}) \text{ cm}^3.s$$

$$= 4.5 \times 10^{-2} \text{ cm}^3.s$$

แบบฝึกหัดชุดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ - สกุล เลขที่.....

ข้อ 1 ทดลองละลาย Mg ด้วย HCl มีปฏิกิริยาดังนี้ $\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$
วัดปริมาตรแก๊ส H_2 ที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาดังนี้

เวลา (s)	4	10	18	28	40	58	80	124
ปริมาตร H_2 (cm^3)	1	2	3	4	5	6	7	8

จงคำนวณหา

ก. อัตราการเกิดแก๊ส H_2 เฉลี่ย

ตั้งใจทำแบบฝึกหัดนะจ๊ะ



.....

.....

.....

.....

ข. อัตราการเกิดแก๊ส H_2 ช่วงเวลา 10 – 18 วินาที

.....

.....

.....

.....

ค. อัตราการเกิดแก๊ส H_2 ช่วงเวลา 40 – 80 วินาที

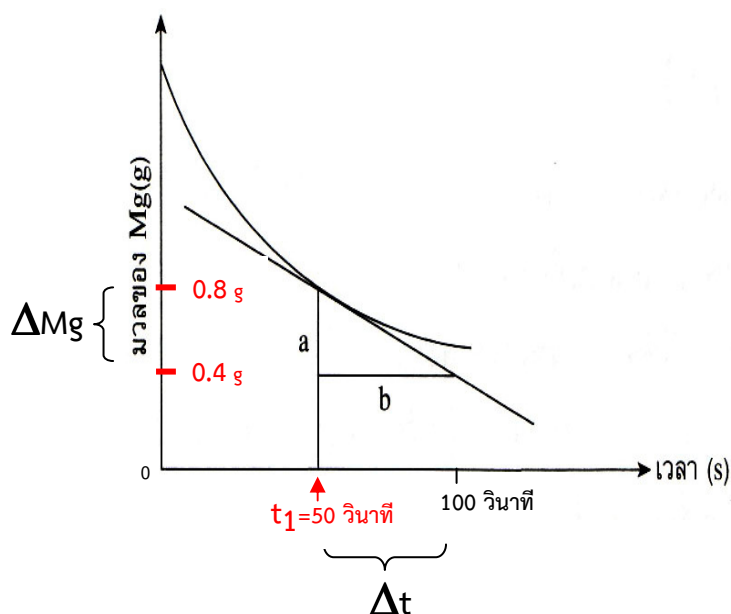
.....

.....

.....

.....

ข้อ 2 นำโลหะแมกนีเซียมมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก นำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างมวลของแมกนีเซียมกับเวลาได้ดังนี้



จงคำนวณอัตราการลดลงของ Mg ณ วินาทีที่ 50

ข้อ 3 ก๊าซ NO_2 สลายตัวตามสมการ $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ถ้าอัตราการสลายตัวของ NO_2 เท่ากับ $4.4 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ อัตราการเกิด O_2 จะเป็นเท่าใด

ข้อ 4 จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ของแอมโมเนีย $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ หากแอมโมเนียถูกเผาไหม้ด้วยอัตราเร็ว $0.24 \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$ จงหาอัตราการเกิดน้ำจากปฏิกิริยา



เก่งมากครับ ...ตรวจคำตอบด้านหลังเลยครับ

เฉลยแบบฝึกหัดชุดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ข้อ 1 ทดลองละลาย Mg ด้วย HCl มีปฏิกิริยาดังนี้ $\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$
วัดปริมาตรแก๊ส H_2 ที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาดังนี้

เวลา (s)	4	10	18	28	40	58	80	124
ปริมาตร H_2 (cm^3)	1	2	3	4	5	6	7	8

ก. อัตราการเกิดแก๊ส H_2 เฉลี่ย

วิธีทำ อัตราการเกิดแก๊ส H_2 เฉลี่ย = $\frac{\text{ปริมาตรก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}}$

$$= \frac{8 \text{ cm}^3}{5 \text{ s}}$$

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

มาดูเฉลยกันครับ



ตอบ อัตราการเกิดก๊าซไฮโดรเจนเฉลี่ย มีค่า $0.065 \text{ cm}^3/\text{s}$

ข. อัตราการเกิดแก๊ส H_2 ช่วงเวลา 10 – 18 วินาที

วิธีทำ อัตราการเกิดแก๊ส H_2 (10 – 18s) = $\frac{\text{ปริมาตรก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นช่วง 10 – 18 s}}{\text{เวลาช่วง 10 – 18 s}}$

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

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

ตอบ อัตราการเกิดแก๊ส H_2 ช่วงเวลา 10 – 18 วินาที มีค่า $0.125 \text{ cm}^3/\text{s}$

ค. อัตราการเกิดแก๊ส H_2 ช่วงเวลา 40 – 80 วินาที

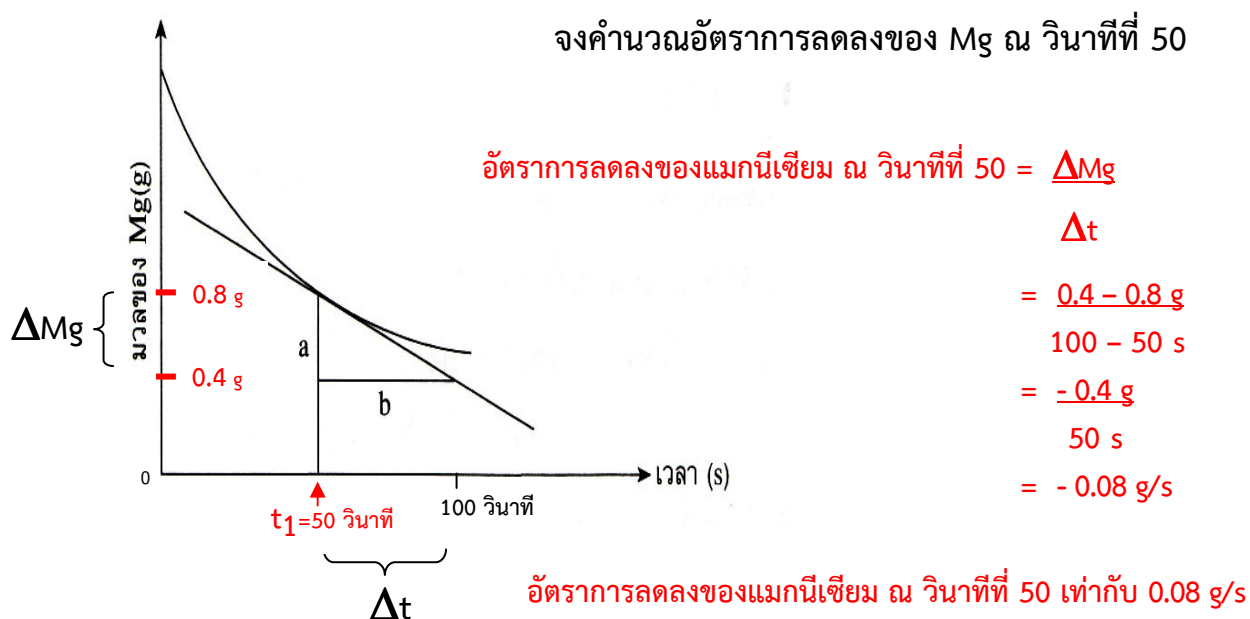
วิธีทำ อัตราการเกิดแก๊ส H_2 (40 – 80s) = $\frac{\text{ปริมาตรก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นช่วง 40 – 80 s}}{\text{เวลาช่วง 40 – 80 s}}$

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

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

ตอบ อัตราการเกิดแก๊ส H_2 ช่วงเวลา 40 – 80 วินาที มีค่า $0.05 \text{ cm}^3/\text{s}$

ข้อ 2 นำโลหะแมกนีเซียมมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก นำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างมวลของแมกนีเซียมกับเวลาได้ดังนี้



ข้อ 3 ก๊าซ NO_2 สลายตัวตามสมการ $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ถ้าอัตราการสลายตัวของ NO_2 เท่ากับ $1.2 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ อัตราการเกิด O_2 จะเป็นเท่าใด

วิธีทำ $\frac{1}{2} \text{ อัตราการลด } \text{NO}_2 = \frac{1}{2} \text{ อัตราการลด } \text{NO} = \text{อัตราการเกิด } \text{O}_2$

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

แทนค่า $= \frac{1}{2} (1.2 \times 10^{-5}) \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

อัตราการเกิด $\text{O}_2 = 0.6 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

ข้อ 4 จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ของแอมโมเนีย $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ หากแอมโมเนียถูกเผาไหม้ด้วยอัตราเร็ว $1.60 \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$ จงหาอัตราการเกิดน้ำจากปฏิกิริยา

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

แทนค่า $\frac{1}{6} \text{ อัตราการเกิด } \text{H}_2\text{O} = \frac{1}{4} (1.60) \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

อัตราการเกิด $\text{H}_2\text{O} = 2.4 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน
ชุดการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนทำเครื่องหมาย X ข้อที่ถูกที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

- จากปฏิกิริยา $\text{Mg (s)} + 2\text{HCl (aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2 \text{ (aq)} + \text{H}_2 \text{ (g)}$ สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้หลายวิธี วิธีที่สะดวกที่สุดคือวิธีใด
 - วัดมวลของแมกนีเซียมที่ลดลงต่อเวลา
 - วัดความเข้มข้นของ HCl ที่ลดลงต่อเวลา
 - วัดความเข้มข้นของ MgCl_2 ที่เกิดขึ้นต่อเวลา
 - วัดปริมาตรของก๊าซ H_2 ที่เกิดขึ้นต่อเวลา
- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หาได้จากความสัมพันธ์ใด
 - ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงต่อหนึ่งหน่วยเวลา
 - ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นหนึ่งหน่วยเวลา
 - ปริมาณสารตั้งต้นที่เหลืออยู่ต่อเวลาในการดำเนินปฏิกิริยา
 - ถูกทั้ง ก. และ ข.

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 3 - 5

จากปฏิกิริยา $2\text{A}_2\text{B(g)} \leftrightarrow 2\text{A}_2\text{(g)} + \text{B}_2\text{(g)}$ สาร A_2B มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นดังนี้

เวลา (s)	ความเข้มข้นของ A_2B (mol/dm^3)
0	5
5	3.5
10	X
15	2.0
20	1.7
25	1.5

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยมีค่าเท่าใด

ข. $0.06 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$	ข. $0.14 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$
ค. $0.18 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$	ง. $0.32 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$

4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างวินาทีที่ 5-15 มีค่าเท่าใด

- ก. $0.70 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$
- ข. $0.13 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$
- ค. $0.15 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$
- ง. ไม่สามารถคำนวณได้เนื่องจากไม่ทราบค่า X

5. ถ้าอัตราการเกิดปฏิกิริยาช่วง 5-10 วินาที มีค่าเท่ากับ $0.20 \text{ mol/dm}^3/\text{s}$ X มีค่าเท่าใด

- ก. 0.5 mol/dm^3
- ข. 3.5 mol/dm^3
- ค. 4.5 mol/dm^3
- ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ (ข้อ ค)

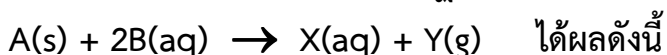
6. จากการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียม กับ กรดไฮโดรคลอริกได้ผลดังตาราง

เวลา (นาท)	มวลของโลหะแมกนีเซียม (กรัม)
0	0.50
1	0.45
2	0.41
3	0.38
4	0.36
5	0.35

อัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วง 1-4 นาที มีค่าเท่าใดในหน่วยกรัมต่อนาที

- ก. 0.02
- ข. 0.03
- ค. 0.35
- ง. 0.38 (ข้อ ข)

7. จากการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง A กับ B ตามสมการ



เวลา (วินาที)	20	40	70	90	120
ปริมาตรก๊าซ Y (cm^3)	1	2	3	4	5

ผลสรุปจากการทดลองนี้ข้อใดถูกต้อง (ข้อ ก)

- ก. อัตราการเกิด Y ที่ปริมาตรระหว่าง $2 - 3 \text{ cm}^3$ มีค่าน้อยกว่าที่ปริมาตร $3 - 4 \text{ cm}^3$
- ข. อัตราการเกิด Y เฉลี่ย มีค่ามากกว่าอัตราการเกิด Y ที่ปริมาตรระหว่าง $1 - 2 \text{ cm}^3$
- ค. อัตราการเกิด Y เฉลี่ย มีค่าน้อยกว่าอัตราการเกิด Y ที่ปริมาตร ระหว่าง $4 - 5 \text{ cm}^3$
- ง. อัตราการเกิด Y ที่ปริมาตรระหว่าง $4 - 5 \text{ cm}^3$ มีค่าเท่ากับที่ปริมาตร $3 - 4 \text{ cm}^3$

8. ก๊าซ NO_2 สลายตัวตามสมการ $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ถ้าอัตราการสลายตัวของ $\text{NO}_2(\text{g})$ เท่ากับ $4.4 \times 10^{-5} \text{ mol.dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ อัตราการเกิด $\text{O}_2(\text{g})$ จะเป็นเท่าใด
- 1.1×10^{-5}
 - 2.2×10^{-5}
 - 4.4×10^{-5}
 - 8.8×10^{-5}
9. ก๊าซ AB_2 สลายตัวได้ตามสมการ $2\text{AB}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{AB}(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g})$ ถ้าอัตราการสลายตัวของ AB_2 เท่ากับ $k_1 \text{ mol.dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ อัตราการเกิด B_2 จะเป็นเท่าไร
- $\frac{k_1}{4}$
 - $\frac{k_1}{2}$
 - k_1
 - $2k_1$
10. จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ของแอมโมเนีย $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ หากแอมโมเนียถูกเผาไหม้ด้วยอัตราเร็ว $0.24 \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$ จงหาอัตราการเกิดน้ำจากปฏิกิริยา
- $9.6 \text{ mol L}^{-1}\text{min}^{-1}$
 - $9.6 \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$
 - $22 \text{ mol L}^{-1}\text{min}^{-1}$
 - $22 \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$

ตั้งใจทำแบบทดสอบนะครับ



กระดาษคำตอบ แบบทดสอบหลังเรียน
ชุดการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ - สกุลเลขที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่วันที่.....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...ครับ



เฉลยแบบทดสอบก่อน – หลังเรียน
ชุดการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง ให้นักเรียนตรวจคำตอบของการทดสอบก่อนเรียนจากการเฉลยคำตอบดังนี้

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

การทดสอบหลังเรียนเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเมื่อนักเรียนศึกษาแล้ว มีความรู้เข้าใจในเนื้อหาเพียงใด

* ถ้านักเรียนได้คะแนนน้อยกว่า 5 ข้อ ไม่ต้องเสียใจ ขอให้นักเรียนเริ่มศึกษาเนื้อหาใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้ง

* ถ้านักเรียนได้คะแนน 5 - 7 ข้อ แสดงว่านักเรียนผ่านเกณฑ์ให้ศึกษาเรื่องต่อไป

* ถ้านักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ 8 - 10 ข้อ แสดงว่านักเรียนผ่านเกณฑ์และอยู่ในระดับดีเยี่ยม ให้ศึกษากรอบต่อไปได้ และให้รักษามาตรฐานที่ดีเยี่ยมไว้ให้..นะครับ



เอกสารอ้างอิง

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2554.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2554.
- สำราญ พุกษ์สุนทร. คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้
 วิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 3. กรุงเทพฯ ฯ : พ.ศ.พัฒนา, มปป.
- สุทัศน์ ไตรสถิตวร และคณะ. คู่มือเตรียมสอบ A-NET และเข้ามหาวิทยาลัยในระบบรับตรง
 ทุกแห่ง เคมี. กรุงเทพฯ ฯ : ไอเอ็ดพับลิชชิง , มปป.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. เคมี เล่ม1. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ ฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2533.

