

ชุดที่ 1

ตอน 1

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E

รายวิชาอัตราการเกิดปฏิกิริยา สมดุลเคมี กรด-เบส (ว30223)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จากการใช้สูตร

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



นางนุชรินทร์ สุขสง

ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการ

โรงเรียนพัทลุง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง

คำนำ

รายวิชาอัตราการเกิดปฏิกิริยาสมดุลเคมี กรด-เบส (ว30223) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทั้งหมด 3 หน่วยการเรียนรู้คือ หน่วยที่ 1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน่วยที่ 2 สมดุลเคมี และหน่วยที่ 3 กรด-เบส สำหรับในหน่วยที่ 1 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผู้สอนได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ขึ้นเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอนทั้งครูและนักเรียนได้ใช้ประกอบการเรียนการสอน ช่วยลดเวลาเรียน มีกิจกรรมหลากหลายตามกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ซึ่งประกอบด้วยขั้นการเรียนรู้ 5 ขั้น คือ การสร้างความสนใจ การสำรวจค้นหา การอธิบายและลงข้อสรุป การขยายความรู้ และการประเมินผล เป็นกระบวนการที่ให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบด้วยตนเองโดยการสอดแทรกกลวิธีเรียน การคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดอย่างมีวิจารณญาณ จากการใช้คำถามของครูเพื่อกระตุ้นยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และอำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้ลงมือวางแผนสำรวจตรวจสอบ ปฏิบัติการแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปสร้างองค์ความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมและขยายความรู้ต่อยอดในเชิงลึกหรือปรับใช้กับการดำรงชีวิต ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งเป็น 5 ชุดย่อย ดังนี้

ชุดที่ 1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 3 พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 4 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 5 การประยุกต์ใช้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับชีวิตประจำวัน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้เป็นชุดที่ 1 ตอนที่ 1 เรื่องการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสูตรใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยได้จัดลำดับกิจกรรมตามขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้ ข้าพเจ้าหวังว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนสามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เต็มศักยภาพ

นางนุชรินทร์ สุขสง

สารบัญ

หน้า

คำนำ.....	I
สารบัญ	II
สารบัญตาราง.....	III
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู.....	IV
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน	VI
ชุดกิจกรรมชุดที่ 1 ตอนที่ 1.....	1
มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ สาระสำคัญ.....	2
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	3
ใบกิจกรรม1.1 เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินว่าเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	11
ใบกิจกรรม1.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีคืออะไร.....	13
ใบกิจกรรม1.3 มาทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกันเถอะ.....	15
ใบกิจกรรม1.4 ตอบคำถาม อภิปราย สรุป	18
ใบกิจกรรม 1.5 การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสูตร.....	24
ใบกิจกรรม 1.6 ใบงานที่ 1 การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสูตร.....	32
เอกสารอ้างอิง.....	39

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ณ เวลาต่างที่อุณหภูมิ 55 °C ของปฏิกิริยา $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$	26
ตารางที่ 2 อัตราการสลายตัวของแก๊ส N_2O_5 และอัตราการเกิดแก๊ส NO_2 อัตราการเกิดแก๊ส O_2	29

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู

1. เอกสารฉบับนี้เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ชุดที่ 1 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี รายวิชาอัตราการเกิดปฏิกิริยาสมดุลเคมี กรด-เบส (ว30223) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 1 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 หน่วยที่ 1 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ต้องการให้นักเรียนสามารถอธิบายความหมาย คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการทดลองโดยใช้สูตร และสามารถเขียนกราฟ และหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากความชันของกราฟได้

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมี 2 ตอน คือ 1) ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสูตร 2) การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากความชันของกราฟ โดยมี 10 กิจกรรมย่อย ดังนี้

- กิจกรรม 1.1 เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- กิจกรรม 1.2 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยา
- กิจกรรม 1.3 มาทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกันเถอะ
- กิจกรรม 1.4 ตอบคำถาม อภิปราย สรุป
- กิจกรรม 1.5 การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสูตร
- กิจกรรม 1.6 ทำใบงานที่ 1
- กิจกรรม 1.7 ประเภทของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- กิจกรรม 1.8 การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากความชันกราฟ
- กิจกรรม 1.8 ศึกษาตัวอย่างและสรุปหลักการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากความชันกราฟ
- กิจกรรม 1.9 ตรวจสอบความเข้าใจด้วยใบงานที่ 2
- กิจกรรม 1.10 ทดสอบหลังเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4.ชุดกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 ประกอบด้วยกิจกรรมที่ 1.1-1.5 ส่วนชุดกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 ประกอบด้วยกิจกรรมที่ 1.6 - 1.10

5. กิจกรรมการเรียนรู้ในชุดกิจกรรมจัดเรียงลำดับตามกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E โดยมีขั้นตอน ดังนี้

5.1 การสร้างความสนใจ

5.2 การสำรวจและค้นหา

5.3 การอธิบายและลงข้อสรุป

5.4 การขยายความรู้

5.5 การประเมินผล

6. ครูควรเตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่1 อุปกรณ์และสารเคมีให้พอกับจำนวนนักเรียน

7. ควรใช้เวลาในการศึกษาและทำกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 1 รวม 6 ชั่วโมง

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

1. อ่านคำชี้แจงให้เข้าใจก่อนที่จะลงมือศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของชุดกิจกรรมอย่าง ตั้งใจ ดังนี้
 - 1) ขั้นทดสอบก่อนเรียนให้ นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 15 ข้อ
 - 2) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนจับคู่ช่วยกันหาคำตอบเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีและ
รวมอภิปรายกลุ่มเกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - 3) ขั้นสำรวจและค้นหาให้นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของการทดลอง วิธีทดลอง
ปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลองและนำเสนอผลการทดลอง
 - 4) ขั้นอธิบายลงข้อสรุป ให้นักเรียนเขียนกราฟโดยใช้ข้อมูลจากการทดลอง ตอบ
คำถามหรือวิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง
 - 5) ขั้นขยายความรู้ ให้ศึกษาวิธีคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากตัวอย่างการ
คำนวณและฝึกแก้ปัญหาโจทย์โดยการทำให้ปฏิกิริยาเคมี 1 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กรณีที่ไม่เข้าใจให้
สอบถามครูทันที
 - 6) ขั้นประเมินผลให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้า
ในการเรียนด้วยความซื่อสัตย์
3. ควรให้ความร่วมมือต่อการปฏิบัติงานภายในกลุ่มอย่างเต็มความสามารถ
4. เก็บรวบรวมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งคืนครูผู้สอนให้ครบจำนวนและอยู่ในสภาพเรียบร้อย
5. ในการตรวจคำตอบ ให้นักเรียนมีความซื่อสัตย์ต่อตนเองโดยไม่แก้คำตอบในกรณีที่ตอบผิด

ชุดกิจกรรมที่ 1

ตอนที่ 1

การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการใช้สูตร



มาตรฐานการเรียนรู้



ว3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยามีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้



1. คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

จุดประสงค์การเรียนรู้



1. อธิบายความหมายและประเภทของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
2. ทดลองเพื่อศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างกรดไฮโดรคลอริกกับสารบางชนิด (P)
3. เขียนและแปลความหมายจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สที่เกิดขึ้นกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา (P)
4. คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสูตร (K)
5. สนใจใฝ่เรียนรู้ในการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (A)
6. มีความสามารถในการคิดคำนวณเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (C)

สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาเคมี เกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะสมบัติของสารตั้งต้น และ ภาวะที่เหมาะสม เมื่อมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น สารตั้งต้นจะลดลงส่วนสารผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี วัดได้จากปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไปในหนึ่งหน่วยเวลา

แบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราการเกิดปฏิกิริยา
รหัสวิชา ว30223 รายวิชา อัตราการเกิดปฏิกิริยา สมดุลเคมี กรด – เบส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เวลา 20 นาที คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีจำนวน 15 ข้อ
คำสั่ง ให้นักเรียนพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วกากบาทลงใน
กระดาษคำตอบ

ผลการเรียนรู้ที่ 1 คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. สาร A สลายตัวเป็นสาร B และสาร C ดังสมการ และได้ข้อมูลดังตาราง



[A] mol/dm ³	เวลา(วินาที)
5.0	0
3.5	2
2.5	4
2.2	6
2.0	8

จงหาอัตราการสลายตัวเฉลี่ยรวมของสาร A ตลอดเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลง

- 0.30 mol/dm³.s
- 0.375 mol/dm³.s
- 0.40 mol/dm³.s
- 3.00 mol/dm³.s

2. จากตารางในข้อ 1 จงหาอัตราการสลายของสาร A ระหว่างวินาทีที่ 4-6

1. 0.5 mol/dm³.s
2. 1.0 mol/dm³.s
3. 1.5 mol/dm³.s
4. 2.0 mol/dm³.s

3. จากตารางในข้อ 1 จงคำนวณหาอัตราการเกิดสาร B ในระหว่างวินาทีที่ 4-6

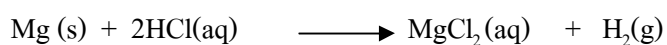
1. 0.10 mol/dm³.s
2. 0.15 mol/dm³.s
3. 0.25 mol/dm³.s
4. 0.30 mol/dm³.s

4. แก๊ส N₂O₅ สลายตัวดังสมการ $2\text{N}_2\text{O}_5 \longrightarrow 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ ถ้าอัตราการสลายของ N₂O₅ มีค่าคงที่เท่ากับ 2.0×10^{-5} โมล/วินาที เมื่อเวลาผ่านไป 5 วินาที จงคำนวณว่าจะเกิดแก๊สออกซิเจน กี่โมล

1. 1.0×10^{-5} mol
2. 5.0×10^{-5} mol
3. 1.0×10^{-4} mol
4. 2.5×10^{-4} mol



5. ลวดแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับ กรดไฮโดรคลอริก ดังสมการ



พบว่าเมื่อเวลาผ่านไปความเข้มข้นของ HCl ลดลง ดังตารางจงหาอัตราการลดลงของ HCl

ในช่วง 5-10 วินาที

เวลา(s)	[HCl] (mol/dm ³)
0	2.00
5	1.75
10	1.69
15	1.64

1. 0.010 mol/dm³.s
2. 0.012 mol/dm³.s
3. 0.030 mol/dm³.s
4. 0.050 mol/dm³.s

6. ในการเกิดแก๊สแอมโมเนีย ดังสมการ $\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{NH}_3\text{(g)}$ ถ้าอัตราการลดลงของ N_2

เท่ากับ $1.5 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ จงหาอัตราการเกิด NH_3 เป็นเท่าใด

1. $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
2. $1.5 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
3. $3.0 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
4. $4.5 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
- 5.



7. จากปฏิกิริยา $A + B \rightarrow 2C$ ในสารละลาย 2 dm³ มีสาร A 0.50 mol ทำปฏิกิริยากับสาร B

0.30 mol เมื่อเวลาผ่านไป 50 วินาที พบว่าเกิดสาร C 0.20 mol ข้อใดคืออัตราการลดลงของ

สาร A (mol/s) ในช่วงเวลา 0 – 50 วินาที

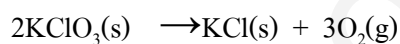
1. 0.001
2. 0.002
3. 0.003
4. 0.004

8. แก๊ส AB₂ สลายตัวได้ ตามสมการ $2AB_2 \rightarrow 2AB(g) + B_2(g)$

ถ้าอัตราการสลายตัวของ AB₂ เท่ากับ K₁ mol/dm³ .s⁻¹ อัตราการเกิด B₂ จะเป็นเท่าใด

1. 1/4K₁
2. 1/2K₁
3. K₁
4. 2K₁

9. เมื่อเผาโพแทสเซียมคลอเรต (KClO₃) จะได้โพแทสเซียมคลอไรด์และออกซิเจน ดังสมการ



จากปฏิกิริยาดังกล่าวถ้าต้องการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เราควรวัดปริมาณสารใดจึงจะสะดวกและรวดเร็วที่สุด

1. ปริมาณ 2KClO₃ ที่ใช้ไป
2. ปริมาณ KCl ที่เกิดขึ้น
3. ปริมาณ O₂ ที่เกิดขึ้น
4. สัมประสิทธิ์ของ KClO₃ ที่เปลี่ยนไป

10. ปริมาณสังกะสีลดลง 30 กรัม เมื่อจุ่มลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก เป็นเวลา 6 นาที จงหาว่า

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย

1. 2 กรัม/นาที
2. 3 กรัม/นาที
3. 4 กรัม/นาที
4. 5 กรัม/นาที



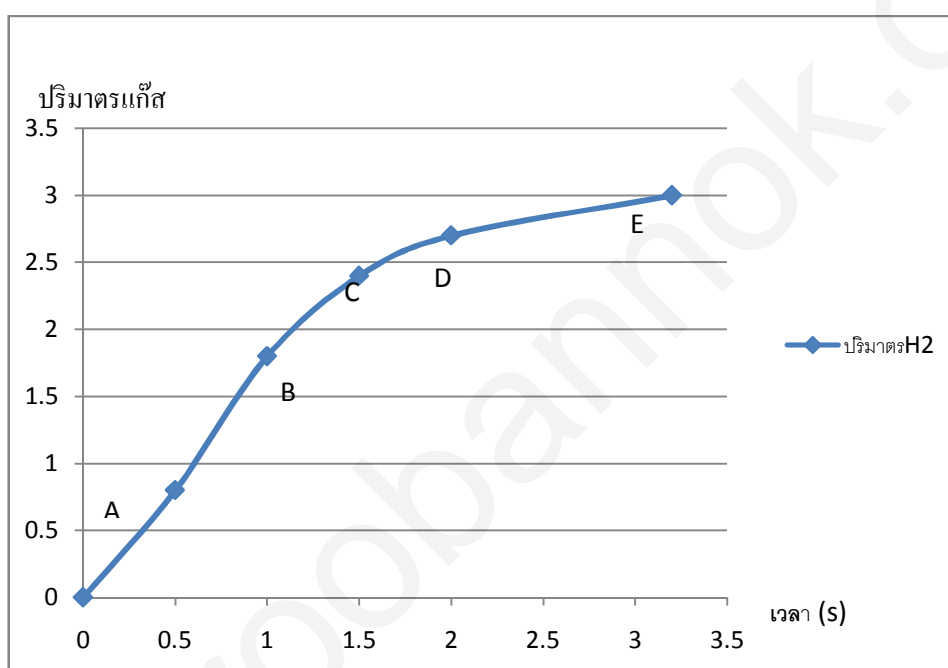
ผลการเรียนรู้ 2 เขียนและแปลความหมายกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับ

เวลา รวมทั้งสามารถหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากกราฟได้

คำชี้แจง

กราฟและข้อความต่อไปนี้ ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 1 – 3

เมื่อนำแผ่นโลหะแมกนีเซียมมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก จะได้แก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้น ถ้าจับเวลาและปริมาตรของแก๊สจะได้ผลดังกราฟ



11. กราฟช่วงใดที่แสดงว่าแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้นในอัตราที่รวดเร็วที่สุด

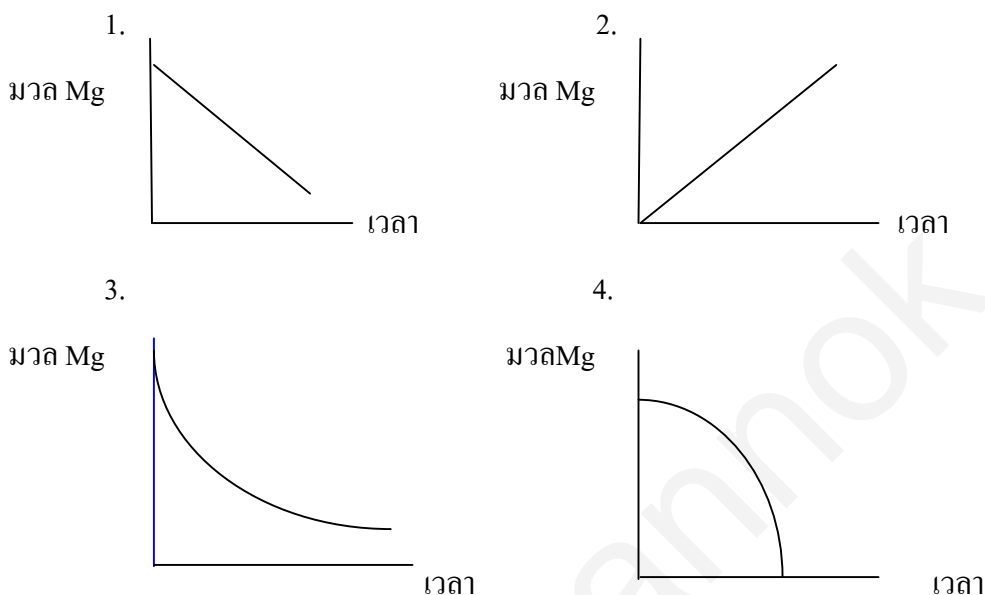
1. AB
2. BC
3. CD
4. DE

12. ถ้าแผ่นโลหะแมกนีเซียมที่มีขนาดเป็นแผ่นใหญ่ขึ้น กราฟที่ได้จะมีลักษณะอย่างไร

1. กราฟจะเป็นเส้นตรง
2. กราฟจะมีลักษณะและอยู่ในตำแหน่งเดิม
3. กราฟจะชันมากขึ้นและสูงกว่ากราฟนี้
4. กราฟจะชันน้อยลงและอยู่ต่ำกว่ากราฟนี้



13. เมื่อปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาไปเรื่อย ๆ จนแมกนีเซียมถูกใช้หมดไป ถ้านำเอามวลของแมกนีเซียมมาเขียนกราฟสัมพันธ์กับเวลา จะได้กราฟมีรูปลักษณะอย่างไร



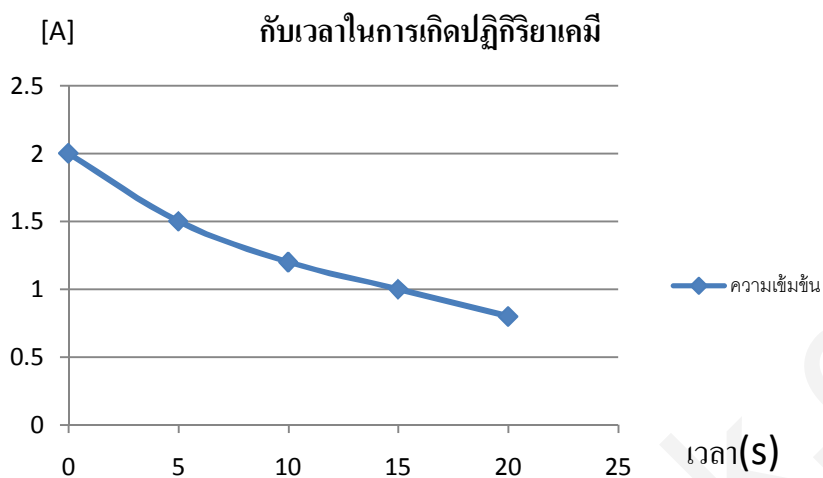
คำชี้แจง

สาร A สลายตัวได้ดังสมการ $A \rightarrow 2B + C$ เมื่อวัดความเข้มข้นของสาร A ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาการสลายตัวพบว่าได้ข้อมูลดังตารางต่อไปนี้และเขียนกราฟได้ดังนี้

เวลา(วินาที)	[A] (mol/dm ³)
0.00	2.00
5.00	1.50
10.00	1.20
15.00	1.00
20.00	0.80



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสาร A



ถ้าอัตราการสลายของสาร $A \rightarrow 2B + C$

ใช้ข้อมูลจากกราฟ หาค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารต่าง ๆ และตอบคำถาม ข้อ 14 - 15

14. จงหาอัตราการสลายปฏิกิริยาของสาร A ในช่วงเวลา 0 – 5 วินาที (ในหน่วย $\text{mol/dm}^3.\text{s}$)

1. 0.1
2. 0.2
3. 0.3
4. 0.4

15. จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสาร B ในช่วงเวลา 5 – 10 วินาที (ในหน่วย $\text{mol/dm}^3.\text{s}$)

1. 0.04
2. 0.08
3. 0.12
4. 0.16



กระดาษคำตอบ แบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ข้อที่	ตัวเลือก			
	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 E

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ

กิจกรรมที่ 1.1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี



คำชี้แจงตอนที่ 1 ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม เมื่อผสมสารบางชนิดเข้าด้วยกันจะทราบได้อย่างไรว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นหรือไม่ โดยใช้กลวิธีคิดคู่ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนและช่วยกันคิดหาคำตอบของคำถามดังกล่าว ให้เวลาคิดและตอบ 5 นาที ครูสุ่มให้นักเรียนนำเสนอคำตอบ 2-3 คู่ แล้วให้นักเรียนทุกคนช่วยกันสรุป และเพิ่มเติมกรณี ยังได้คำตอบไม่สมบูรณ์ นักเรียนบันทึกคำตอบให้สมบูรณ์

สิ่งที่สังเกตได้เมื่อสารทำปฏิกิริยาเคมีกัน ได้แก่

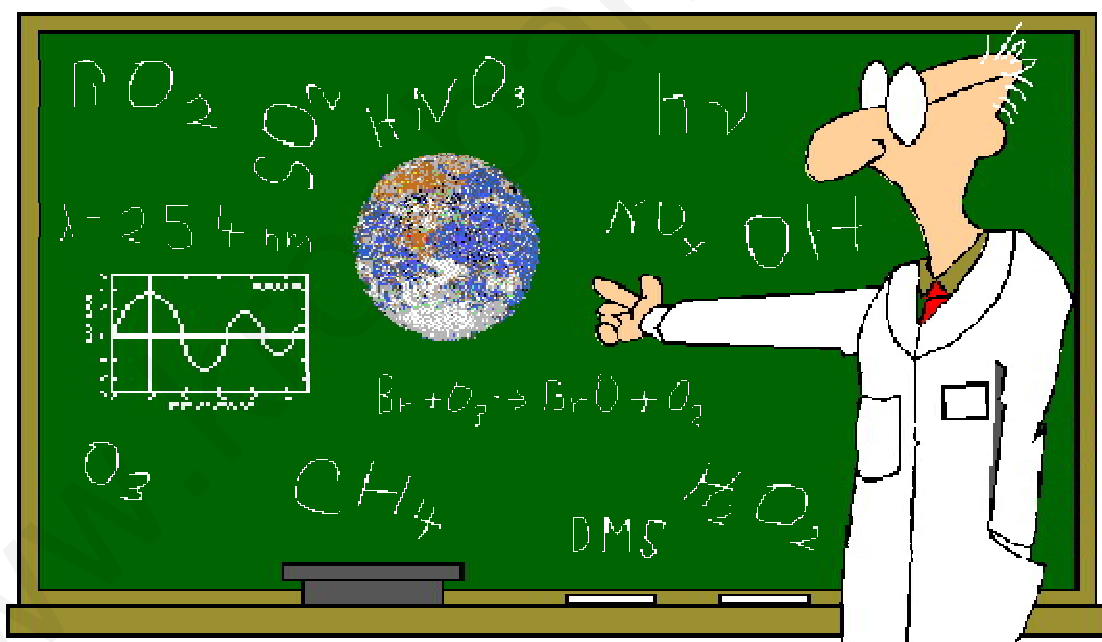
- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....
- 9.....
- 10.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ตอบถูก	คะแนน	ระดับคุณภาพ
มากกว่า 5 ข้อ	5	ดีมาก
4	4	ดี
3	3	พอใช้
2	2	ปรับปรุง
1	1	ปรับปรุงอย่างยิ่ง



กิจกรรมที่ 1.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยา คืออะไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนศึกษาความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้กลวิธีคิดกลุ่มและร่วมกันอภิปรายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี....คืออะไร

คำตอบของกลุ่มที่.....

[illegible]

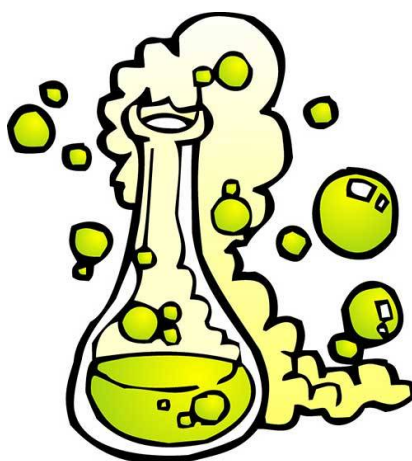
สมาชิกในกลุ่ม.....

.....



เกณฑ์การให้คะแนน

ลักษณะการตอบ	คะแนน	ระดับคุณภาพ
ตอบถูกต้องครบถ้วน	5	ระดับดีมาก
ตอบถูกต้องครบถ้วน	4	ระดับดี
ตอบถูกต้องบางส่วน	3	ระดับพอใช้
ตอบถูกเป็นส่วนน้อย	2	ระดับปรับปรุง
ตอบไม่ถูกต้อง	1	ระดับปรับปรุงอย่างยิ่ง



ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา

กิจกรรมที่ 1.3 มาทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกันเถอะ

คำชี้แจง

โดยให้แต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรมการทดลองจากครู แล้วศึกษารายละเอียดของกิจกรรม ชื่อกิจกรรม วัตถุประสงค์ของกิจกรรม ตั้งสมมติฐาน เตรียมอุปกรณ์ตามวิธีการทดลอง ถ้ามีข้อสงสัยให้ถามครู และทดลองด้วยความสนใจใฝ่รู้

การทดลองเรื่อง

ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา และแปลผลจากกราฟได้
3. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก
4. คำนวณหาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนจากการทดลองได้

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....



อุปกรณ์และสารเคมี



รายการอุปกรณ์	จำนวน/กลุ่ม
1. กระจกบดวงขนาด 10 cm ³	1 อัน
2. ปีกเกอร์ขนาด 250 cm ³	1 ใบ
3. ขาดึงพร้อมที่จับ	1 ชุด
4. นาฬิกาจับเวลา	1 เรือน
5. ขวดรูปชมพู่ขนาด 100 cm ³	1 อัน
6. จุกยางพร้อมหลอดนำแก๊สสำหรับปิดขวดรูปชมพู่	1 ชุด
รายการสารเคมี	ปริมาณต่อ กลุ่มโดยประมาณ
1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก	15 cm ³
2. โลหะแมกนีเซียม	1 ชิ้น

ภาพแสดงการทดลอง



วิธีทดลอง

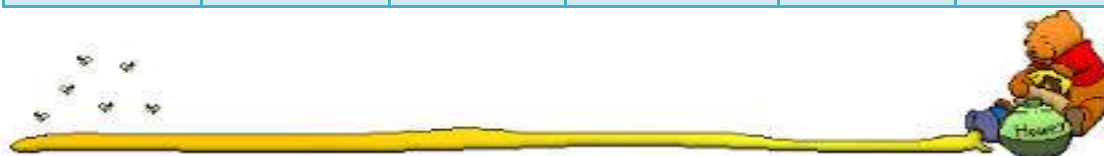


1. ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.2 mol/dm^3 ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 cm^3 จำนวน 20 cm^3
2. นำจุกยางที่มีหลอดนำแก๊สเสียบอยู่มาปิดที่ขวดรูปชมพู่
3. นำลวดแมกนีเซียมที่ขัดสะอาดแล้วยาวประมาณ 10 cm มางอเป็นเป็นตัวยู (U) ตั้งไว้ก่อน
4. ใส่น้ำในกระบอกตวงจนเต็มปิดปากแล้วคว่ำในบีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 ที่มีน้ำเกือบเต็ม นำปลายสายยางอีกด้านหนึ่งมางอเล็กน้อยแล้วสอดใต้ปากกระบอกตวงที่มีน้ำอยู่เต็ม เตรียมจับเวลา
5. เมื่อพร้อมแล้วให้ใส่ลวดแมกนีเซียมที่เตรียมไว้ลงในสารละลายกรดในขวดรูปชมพู่แล้วรีบปิดจุกยางให้แน่น เริ่มจับเวลาเมื่อของเหลวอยู่ที่ขีดแรก และทุกระยะที่ของเหลวลดลง 1 cm^3 ไปเรื่อยจนแก๊สเกือบเต็มหลอด ประมาณ 10 cm^3 บันทึกผลการทดลองและนำเสนอผลการทดลอง
6. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปเขียนกราฟระหว่างปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนกับเวลาที่ใช้ และตอบคำถามจากกราฟ

ตารางผลการทดลองตอนที่ 1



ปริมาตรแก๊ส $\text{H}_2(\text{cm}^3)$	เวลารวม ที่ใช้(s)	เวลา/ 1cm^3	ปริมาตรแก๊ส $\text{H}_2(\text{cm}^3)$	เวลารวมที่ใช้ (s)	เวลา/ 1cm^3
1-2			6-7		
2-3			7-8		
3-4			8-9		
4-5			9-10		
5-6			10-11		



ขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป

กิจกรรมที่ 1.4 ตอบคำถามอภิปรายและสรุป

คำชี้แจง

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1.4 ตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่าง HCl กับ Mg

.....

.....

2. การเกิดแก๊ส ไฮโดรเจน (H_2) 1 cm^3 ระหว่างขีดที่ 1-2 ขีดที่ 2-3 และขีดที่ 3-4 และขีดอื่นๆ ใช้เวลาเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

3. อัตราการเกิดแก๊ส H_2 ในแต่ละ 1 cm^3 เป็นเท่าใด และอัตราการเกิดแก๊ส H_2 เฉลี่ยเป็นเท่าใด

ปริมาตรที่ cm^3	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
อัตราการเกิด ปฏิกิริยา									

.....

.....

4. จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นกับ
เวลารวมในการเกิดแก๊สโดยให้ปริมาตรอยู่ที่แกนยืนและเวลาอยู่ที่แกนนอน

5. กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไรสามารถแปลผลจากกราฟได้อย่างไร

.....

.....

.....

6. อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเพราะเหตุใด

.....

.....

.....



7. นักเรียนคิดว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีนี้ จะวัดด้วยวิธีการอื่นๆ ได้อีกหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สมาชิกในกลุ่ม

.....



แบบประเมินการทำการทดลอง

รหัสวิชา ว30223 รายวิชา อัตราการเกิดปฏิกิริยา สมดุลเคมี กรด-เบส ชั้น ม.5/.....

กิจกรรม 1.3

การทดลองอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน่วยที่ 1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

กลุ่ม ที่	ชื่อกลุ่ม	ทดลองตามแผน	การใช้อุปกรณ์	การบันทึกผล	การนำเสนอผล	การตอบคำถาม	การสรุปผลการ	การเขียนรายงาน	การเก็บอุปกรณ์	รวมคะแนน (24)
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										



1) เกณฑ์การให้คะแนนแบบการประเมินตามสภาพจริงตามพฤติกรรมกาปฏิบัติกาทดลอง

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การทดลองตามแผนที่กำหนด	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ อย่างถูกต้อง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยครูเป็นผู้แนะนำในบางส่วน มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง	ทดลองไม่ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือทดลองข้ามขั้นตอน
2. การใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ แต่ไม่คล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือไม่ถูกต้อง
3. การบันทึกผลการทดลอง	บันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้อง มีระเบียบ และเป็นไปตามการทดลอง	บันทึกผลเป็นระยะ ไม่ระบุหน่วย ไม่เป็นระเบียบ และเป็นไปตามการทดลอง	บันทึกผลไม่ครบ ไม่มีการระบุหน่วย และไม่เป็นไปตามการทดลอง
4. การนำเสนอผล	นำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ อย่างชัดเจน ถูกต้อง	นำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ แต่ยังไม่ต้อง	นำเสนอไม่สื่อความหมายและไม่ชัดเจน
5. การจัดกระทำข้อมูลการตีความ	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ	จัดกระทำข้อมูลอย่างไม่เป็นระบบ
6. การสรุปผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทดลองได้ตามความคิดเห็น โดยไม่ใช้ข้อมูลจากการทดลอง
7. การเขียนรายงานการทดลอง	เขียนรายงานการทดลองได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน	เขียนรายงานการทดลองได้อย่างถูกต้องแต่ยังไม่เป็นขั้นตอนที่สมบูรณ์	เขียนรายงานการทดลองยังไม่ถูกต้อง ไม่ครบขั้นตอน

8. การดูแลและการเก็บอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองและมีการทำความสะอาดและเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ	ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองและมีการทำความสะอาด แต่เก็บไม่ถูกต้อง	ไม่ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองและไม่สนใจทำความสะอาดรวมทั้งเก็บไม่ถูกต้อง
---	---	--	--

ระดับคุณภาพ

คะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
20-24	5	ดีมาก
15-19	4	ดี
10-14	3	ปานกลาง
5-9	2	น้อย
1-4	1	น้อยมาก



ขั้นที่ 4 การขยายความรู้

กิจกรรมที่ 1.5 การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสูตร

เพื่อให้ นักเรียนสามารถคิดคำนวณหาค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยให้ศึกษาจากสูตร
ในการคำนวณ ดังนี้

อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตั้งต้น

หรือ อัตราการลดลงของสารตั้งต้น

อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารผลิตภัณฑ์

หรือ อัตราการเพิ่มขึ้นของสารผลิตภัณฑ์

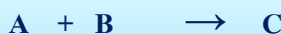
= $-\frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

= $-\frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

= $\frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

= $\frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

สำหรับปฏิกิริยาเคมีใดๆ เช่น สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B เกิดสาร C เขียนสมการได้ดังนี้



ถ้าจะหาอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาร A สามารถทำได้โดยวัดความเข้มข้นของสาร A เมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยา สมมติว่าได้ $[A]_1$ ณ เวลา t_1 เมื่อปฏิกิริยาดำเนินต่อไประยะเวลาหนึ่งวัดความเข้มข้นของสาร A อีกครั้ง สมมติว่าได้ $[A]_2$ ที่เวลา t_2 ดังนั้น



$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการลดลงของสาร A} &= - \frac{\text{ความเข้มข้นของสาร A ที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลง}} \\
 &= - \frac{[A]_2 - [A]_1}{t_2 - t_1} \\
 &= - \frac{\Delta[A]}{\Delta t}
 \end{aligned}$$

เมื่อ Δ แทนการเปลี่ยนแปลง

Δt แทนระยะเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลง

[] แทนความเข้มข้นของสารมีหน่วยเป็น โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาร B ก็สามารถหาได้ในทำนองเดียวกันเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการลดลงของสาร B} &= - \frac{\text{ความเข้มข้นของสาร B ที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลง}} \\
 &= - \frac{[B]_2 - [B]_1}{t_2 - t_1} \\
 &= - \frac{\Delta[B]}{\Delta t}
 \end{aligned}$$

สำหรับ สาร C ซึ่งเป็นสารผลิตภัณฑ์เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของสาร C จะเพิ่มขึ้น นั่นคือ $[C]_1$ เป็นความเข้มข้นเริ่มต้นที่เวลา t_1 $[C]_2$ เป็นความเข้มข้นที่เวลาผ่านไปเป็น t_2 ซึ่ง $[C]_2$ มากกว่า $[C]_1$ เสมอ จึงเขียนความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการเพิ่มขึ้นของสาร C} &= \frac{\text{ความเข้มข้นของสาร C ที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{ระยะเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลง}} \\
 &= \frac{[C]_2 - [C]_1}{t_2 - t_1} \\
 &= \frac{\Delta[C]}{\Delta t}
 \end{aligned}$$

ครูให้นักเรียนศึกษากรณีตัวอย่างเกี่ยวกับ อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีของปฏิกิริยา $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ซึ่งเกิดในภาชนะปิด

ตาราง 1

แสดงความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ณ เวลาต่างที่อุณหภูมิ 55°C ของปฏิกิริยา $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

เวลา(s)	ความเข้มข้น(mol/dm ³)		
	N ₂ O ₅	NO ₂	O ₂
0	0.0200	0.0000	0.0000
100	0.0169	0.0063	0.0016
200	0.0142	0.0115	0.0029
300	0.0120	0.0160	0.0040
400	0.0101	0.0197	0.0049
500	0.0086	0.0229	0.0057
600	0.0072	0.0256	0.0064

ที่มา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556:5)



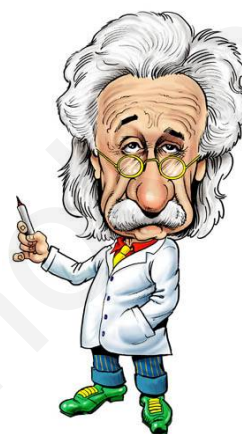
- ในช่วงเวลา 0 - 100 และ 500 - 600 วินาที อัตราการสลายตัวของแก๊ส N_2O_5 มีค่าเท่าใด และสรุปว่าอย่างไร
- ในช่วงเวลา 0 - 100 และ 500 - 600 วินาที อัตราการเกิดของแก๊ส NO_2 มีค่าเท่าใด และสรุปว่าอย่างไร

ให้นักเรียนศึกษาวิธีคิดคำนวณโดยนำข้อมูลในตารางมาแทนค่าในสูตรคำนวณ ดังนี้

$$\text{อัตราการสลายตัวของแก๊ส } N_2O_5 = - \frac{\Delta[N_2O_5]}{\Delta t}$$

$$\text{อัตราการเกิดแก๊ส } NO_2 = \frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t}$$

$$\text{อัตราการเกิดแก๊ส } O_2 = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$



จากข้อมูลในตารางข้างต้น สามารถคำนวณอัตราการสลายตัวของแก๊ส N_2O_5 ในช่วงเวลา 0-100 และ 500 - 600 วินาทีได้ดังนี้
ที่ช่วงเวลา 0 - 100 วินาที

$$\begin{aligned} \text{อัตราการสลายตัวของแก๊ส } N_2O_5 &= - \frac{[N_2O_5]_{100} - [N_2O_5]_0}{t_{100} - t_0} \\ &= - \left(\frac{0.0169 \text{ mol/dm}^3 - 0.0200 \text{ mol/dm}^3}{100 \text{ s} - 0 \text{ s}} \right) \\ &= - \frac{(-0.0031) \text{ mol/dm}^3}{100 \text{ s}} \\ &= 3.1 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s} \end{aligned}$$



ในช่วงเวลา 500 - 600 วินาที

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการสลายตัวของแก๊ส } \text{N}_2\text{O}_5 &= - \frac{[\text{N}_2\text{O}_5]_{600} - [\text{N}_2\text{O}_5]_{500}}{t_{600} - t_{500}} \\
 &= - \frac{0.0072 \text{ mol/dm}^3 - 0.0086 \text{ mol/dm}^3}{600 \text{ s} - 500 \text{ s}} \\
 &= - (-0.0014) \text{ mol/dm}^3 \\
 &= 1.4 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}
 \end{aligned}$$

การคำนวณพบว่าในช่วงเวลา 0 - 100 วินาทีอัตราการสลายตัวของแก๊ส $\text{N}_2\text{O}_5 = 3.1 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

และในช่วงเวลา 500 - 600 วินาที อัตราการสลายตัวของแก๊ส $\text{N}_2\text{O}_5 = 1.4 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

ซึ่งแสดงว่าช่วงแรกแก๊ส N_2O_5 สลายตัวเร็วกว่าช่วงหลัง

ส่วนอัตราการเกิดแก๊ส NO_2 ที่ช่วงเวลา 0 - 100 วินาทีเป็นดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการเกิดแก๊ส } \text{NO}_2 &= \frac{[\text{NO}_2]_{100} - [\text{NO}_2]_0}{t_{100} - t_0} \\
 &= \frac{0.0063 \text{ mol/dm}^3 - 0.0000 \text{ mol/dm}^3}{100 \text{ s} - 0 \text{ s}} \\
 &= 6.3 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}
 \end{aligned}$$

ส่วนอัตราการเกิดแก๊ส NO_2 ที่ช่วงเวลา 500 - 600 วินาทีเป็นดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการเกิดแก๊ส } \text{NO}_2 &= \frac{[\text{NO}_2]_{600} - [\text{NO}_2]_{500}}{t_{600} - t_{500}} \\
 &= \frac{0.0056 \text{ mol/dm}^3 - 0.0229 \text{ mol/dm}^3}{600 \text{ s} - 500 \text{ s}} \\
 &= \frac{0.0027 \text{ mol/dm}^3}{100 \text{ s}} \\
 &= 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณพบว่าอัตราการเกิดแก๊ส NO_2 ที่ช่วงเวลา 0-100 วินาที เท่ากับ $6.3 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ และอัตราการเกิดแก๊ส NO_2 ที่ช่วงเวลา 500-600 วินาที เท่ากับ $2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ แสดงว่า อัตราการเกิดแก๊ส NO_2 ในช่วงแรกเร็วกว่าช่วงหลัง

ซึ่งอัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน จะเกิดนานองเดียวกับ แก๊ส NO_2 ดังตาราง 6.2 อัตราการสลายตัวของแก๊ส N_2O_5 และอัตราการเกิดแก๊ส NO_2 อัตราการเกิดแก๊ส O_2

ตาราง 2 อัตราการสลายตัวของแก๊ส N_2O_5 และอัตราการเกิดแก๊ส NO_2 อัตราการเกิดแก๊ส O_2

ช่วงเวลา(s)	$-\frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t}$ $\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$	$\frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t}$ $\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$	$\frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t}$ $\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$
0 – 100	3.1×10^{-5}	6.3×10^{-5}	1.6×10^{-5}
100 – 200	2.7×10^{-5}	5.2×10^{-5}	1.3×10^{-5}
200 – 300	2.2×10^{-5}	4.5×10^{-5}	1.1×10^{-5}
300 – 400	1.9×10^{-5}	3.7×10^{-5}	0.9×10^{-5}
400 – 500	1.5×10^{-5}	3.2×10^{-5}	0.8×10^{-5}
500 – 600	1.4×10^{-5}	2.7×10^{-5}	0.7×10^{-5}

ที่มา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556:8)

จากตารางพบว่า อัตราการสลาย ของแก๊ส N_2O_5 และอัตราการเกิดแก๊ส NO_2 อัตราการเกิดแก๊ส O_2 ในแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกันโดยในช่วงแรก จะสูงกว่าช่วงหลัง แสดงว่าช่วงแรกปฏิกิริยาเกิดเร็วกว่าช่วงหลัง ถ้าศึกษา ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาการสลายตัวของไดไนโตรเจนเพนทอกไซด์ ดังสมการ



แสดงว่า แก๊ส $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ 2 mol สลายตัวให้แก๊ส NO_2 4 mol และแก๊ส O_2 1 mol

ดังนั้น อัตราการเกิดออกซิเจนซึ่งมีจำนวน 1 โมลจะทำกับอัตราการเกิดปฏิกิริยารวม เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

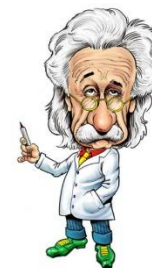
$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดออกซิเจน} &= \frac{1}{4} (\text{อัตราการเกิดแก๊ส NO}_2) = -\frac{1}{2} (\text{อัตราการสลายตัวของ N}_2\text{O}_5) \\ \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} &= \frac{1}{4} \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t} \end{aligned}$$

หรือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี \longrightarrow

$$= \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t}$$

$$= \frac{1}{4} \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t}$$

$$= -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t}$$



นั่นคือในปฏิกิริยาที่ดุลแล้ว อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารต่างๆ จะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณที่เป็น โมล หรือ โมลาร์ ของสารแต่ละชนิด หากด้วย สัมประสิทธิ์แสดงจำนวน โมล ของสารนั้นๆ ซึ่งเป็นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ย

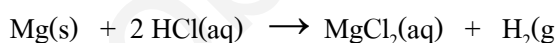
ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างการคำนวณเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากโจทย์คำนวณต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1

เมื่อนำ Mg มา 5 กรัม ใส่ลงในสารละลาย HCl 2.5 mol/dm³ จำนวน 100 cm³ หลังจากเวลาผ่านไป

ไป 50 วินาที ปรากฏว่า เหลือ Mg อยู่จำนวนหนึ่ง ส่วนกรดใช้หมดไปพอดี จงคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยเป็น mol/s

วิธีคิด เขียนสมการ



จำนวนโมล 1 2 1 1

$$\text{หาจำนวนโมลของ HCl ที่ใช้ } n = \frac{MV}{1000 \text{ cm}^3}$$

$$= \frac{2.5 \text{ mol/dm}^3 \times 100 \text{ cm}^3}{1000 \text{ cm}^3}$$

$$= 0.25 \text{ mol}$$

$$\text{ในเวลา 50 วินาที อัตราการลดลงของ HCl} = 0.25 \text{ mol}$$

$$= 0.005 \text{ mol/s}$$

$$\text{ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} = \frac{1}{2} \text{ อัตราการลดลงของ HCl}$$

$$= \frac{0.005 \text{ mol/s}}{2}$$

$$\text{ตอบ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol/s}$$

ตัวอย่างที่ 2

สารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.3 mol/dm^3 100 cm^3 ทำปฏิกิริยากับ HCl 0.2 mol/dm^3 100 cm^3

ใช้เวลา 20 วินาที ปฏิกิริยาจึงสิ้นสุด จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยเมื่อคิดมวลของ S เป็นกรัมต่อวินาที

(กำหนดสมการ $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s})$)

วิธีทำ จากสมการ $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s})$

1. หาจำนวนโมล $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ H^+ H_2O SO_2 S

$$2. \text{ หาจำนวนโมลของ } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ ที่ใส่ } n = \frac{0.3 \text{ mol/dm}^3}{1000} \times 100 \text{ cm}^3$$

$$= 0.03 \text{ mol}$$

$$\text{หาจำนวนโมลของ HCl ที่ใช้ } n = \frac{0.2 \text{ mol/dm}^3}{1000} \times 100 \text{ cm}^3$$

$$= 0.02 \text{ mol}$$

ปฏิกิริยานี้สิ้นสุดโดย HCl หมด เพราะมีจำนวนโมลน้อยที่สุด

$$3. \text{ หาอัตราการลดลงของ HCl 20 วินาที} = \frac{0.02 \text{ mol}}{20 \text{ s}}$$

$$= 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/s}$$

$$4. \text{ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} = \text{อัตราการเกิดกำหนด} = \frac{1}{2} \text{ อัตราการลดลงของ HCl}$$

$$= \frac{1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/s}}{2}$$

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} = 5.0 \times 10^{-4} \text{ mol/s}$$

$$\text{อัตราการเกิดกำหนด} = 5.0 \times 10^{-4} \text{ mol/s}$$

$$= 0.016 \text{ กรัม/วินาที}$$

นักเรียนแต่ละคนสรุปความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และหลักการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสูตร



ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล
กิจกรรมที่ 1.6 ทำใบงานที่ 1

ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่องการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจำนวน 8 ข้อ โดยให้แต่ละกลุ่มคิดหาคำตอบกลุ่มละ 1 ข้อ แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน ครูชื่นชมกลุ่มที่ทำถูกต้องและร่วมกันแก้ไขกลุ่มที่ทำผิดให้ถูกต้อง ให้คะแนนแต่ละกลุ่ม

ให้นักเรียนแต่ละคนรวบรวมคำตอบของแต่ละกลุ่มทำแบบฝึกหัดตามใบงานที่ 1 จนครบทุกข้อ เป็นการบ้านนำส่งครูเพื่อตรวจสอบความรับผิดชอบ ดังนี้

ใบงานที่ 1
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง

.....

.....

.....

2. ในสมการเคมีที่ดุลแล้ว อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารต่างๆ จะเท่ากับ

.....

.....

.....

3. จงอธิบายว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย กับอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่งแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

4. สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ได้สาร C เมื่อวัดความเข้มข้นของสาร A ขณะเกิดปฏิกิริยาได้ผล

ดังตาราง

เวลา(s)	ความเข้มข้นของสาร A (mol/dm^3)
0	1.000
20	0.818
40	0.669
60	0.548
80	0.448
100	0.367

4.1 จงหาอัตราการลดลงของสาร A ในช่วงเวลา 0 - 20 วินาที

.....

.....

.....

4.2 จงหาอัตราการลดลงของสาร A ในช่วงเวลา 40 - 60 วินาที

.....

.....

.....

.....

4.3 จงหาอัตราการลดลงของสาร A เฉลี่ย มีค่าเท่าใด

.....

.....

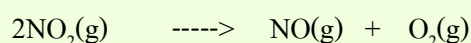
.....

5. สาร X ทำปฏิกิริยากับสาร Y เกิดเป็นสาร Z จากการทดลองพบว่าอัตราการลดลงของสาร X มีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2}$ ของอัตราการลดลงของสาร Y และมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{3}$ ของอัตราการเพิ่มขึ้นของสาร Z จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

.....

.....

6. แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ได้รับความร้อนจะเกิดการสลายตัวดังสมการ



เมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยามีแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ 0.1103 mol/dm^3 หลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้ว 60 วินาที มีแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์เหลืออยู่ 0.1076 mol/dm^3 จงหาอัตราการสลายของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ และอัตราการเกิดแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) และอัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน

- 6.1 อัตราการสลายของแก๊ส NO_2

.....

.....

.....

.....

.....

- 6.2 อัตราการเกิดแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO)

.....

.....

.....

.....

.....

6.3 อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจน

.....

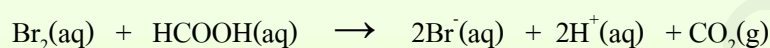
.....

.....

.....

.....

7. ที่อุณหภูมิ 25 °C สารละลายโบรมีนทำปฏิกิริยากับกรดฟอร์มิก ดังสมการ



เมื่อวัดความเข้มข้นของสารละลายโบรมีนได้ผลดังตาราง

เวลา(s)	ความเข้มข้นของสารละลาย Br_2 (mol/dm^3)
0	0.0120
50	0.0101
100	0.0084
150	0.0071
200	0.0059

ก. อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโบรมีนกับกรดฟอร์มิกในแต่ละช่วงเวลาเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ข. ณ วินาทีที่ 100 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

8. กำหนดให้สาร A และสาร B ทำปฏิกิริยากันได้สาร C และสาร D เมื่อผสมสารละลาย A กับสารละลาย B อย่างละ 50 cm^3 จับเวลาหลังจากผสมสารตั้งต้นเป็นนาที (min) และวิเคราะห์จำนวนโมลของสารในสารละลาย 100 cm^3 ได้ผลดังนี้

เวลา (min)	จำนวนโมลของสาร			
	A	B	C	D
0	1.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}	0	0
0.5	8.0×10^{-3}	1.4×10^{-2}	8.0×10^{-3}	4.0×10^{-3}
1.0	7.0×10^{-3}	1.1×10^{-2}	X	6.0×10^{-3}
1.5	Y	9.5×10^{-3}	1.4×10^{-2}	Z

8.1 อัตราการสลายของ A

.....

.....

.....

.....

.....

8.2 อัตราการสลายของ B

.....

.....

.....

.....

.....



8.3 อัตราการเกิดของ C

.....

.....

.....

.....

.....

8.4 อัตราการเกิดของ D

.....

.....

.....

.....

.....

8.5 ความเข้มข้นในหน่วย mol/dm^3 ของ X,Y และ Z

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เกณฑ์การให้คะแนนตามแบบประเมินคุณลักษณะความรับผิดชอบ และความสามารถคิดวิเคราะห์

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน			
	3 (ดีเยี่ยม)	2 (ดี)	1 (ผ่าน)	0 (ไม่ผ่าน)
มีความรับผิดชอบ	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ มีการพัฒนางานให้ดีขึ้น	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย	ไม่รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย
สามารถคิดวิเคราะห์	สามารถแปลความหมาย จำแนกองค์ประกอบ ระบุความเชื่อมโยงสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผลถูกต้องชัดเจน	สามารถแปลความหมาย จำแนกองค์ประกอบ ระบุความเชื่อมโยงสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้อง	สามารถแปลความหมาย จำแนกองค์ประกอบ ระบุความเชื่อมโยงสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ไม่ถูกต้อง	ไม่สามารถแปลความหมาย จำแนกองค์ประกอบ ระบุความเชื่อมโยงสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ

ระดับคุณภาพ

คะแนนที่ได้	ระดับคุณภาพ	การแปลผล
5-6	3	ดีเยี่ยม
3-4	2	ดี
1-2	1	ผ่าน
0	0	ไม่ผ่าน (ไม่สอบ, ไม่ส่งงาน)



เอกสารอ้างอิง

วรารักษ์ หิรัญญาภินันท์, เทคนิคการเรียนรู้เคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
ฟิสิกซ์เซ็นส์, 2555.

ศรีลักษณ์ พลวัฒนะ และคณะ, หนังสือเรียนเสริมมาตรฐาน แม่คออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี. กรุงเทพฯ:
บริษัท เซเวนพรี้นติ้งกรุ๊ป 2548.

สำราญ พฤกษ์สุนทร, คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเคมี ม.5 เล่ม 3.กรุงเทพมหานคร:
บริษัท พ.ศ.พัฒนา จำกัด, 2553.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมีเล่ม 3. พิมพ์ครั้งที่ 3 ; กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2556.