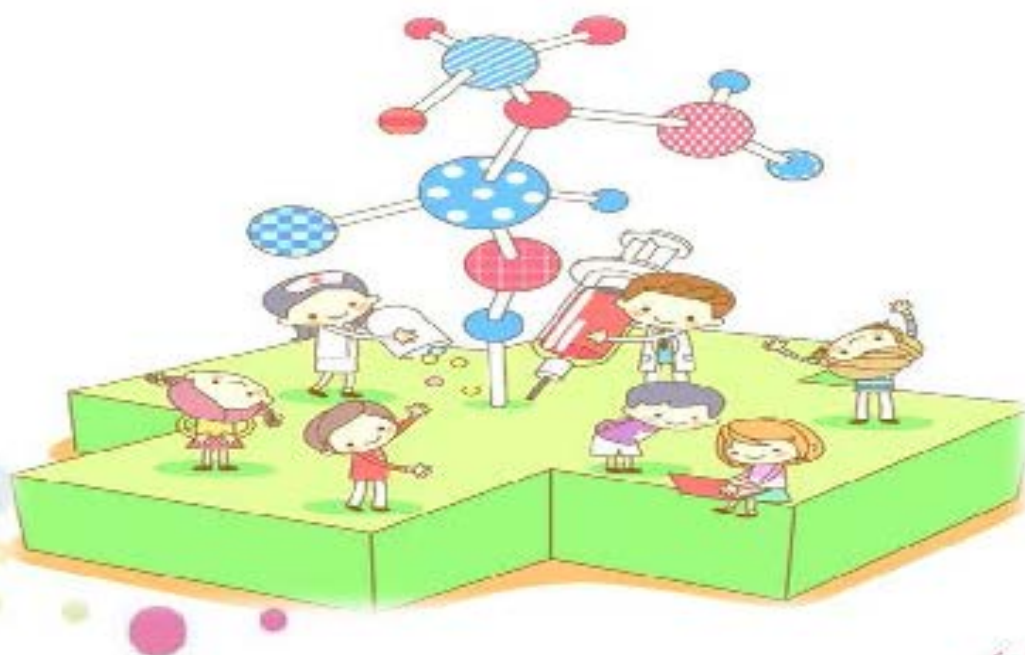


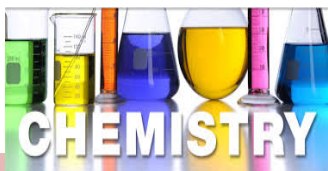
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E
รายวิชาเคมี 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 1

ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



นวนิตย์ เด่นสมบูรณ์
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนกบไกรลาศวิทยา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



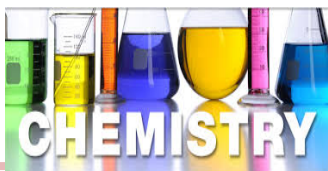
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี รายวิชาเคมี 3 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จัดทำขึ้นตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการประกอบการจัดการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงขึ้น ทำให้การเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างมีคุณภาพ และผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการกลุ่ม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมชุดนี้ ผู้จัดทำได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละชุด โดยเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สืบเสาะหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ใหม่ สามารถคิดวิเคราะห์ สื่อสาร มีจิตวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือของ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะผู้บริหาร คณะครูโรงเรียนกมลวิทย์วิทยาและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษา เสนอแนะแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องตลอดจนให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

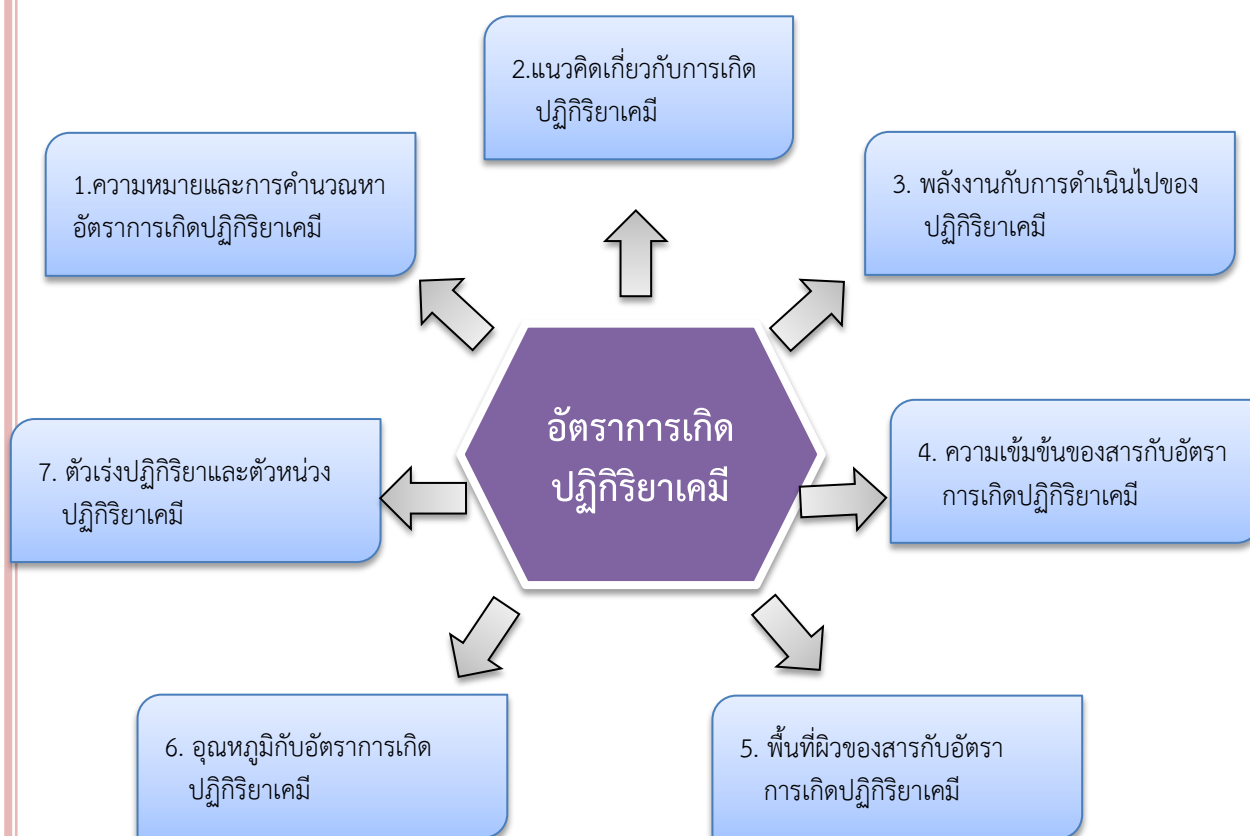
นวนิตย์ เต็นสมบูรณ์

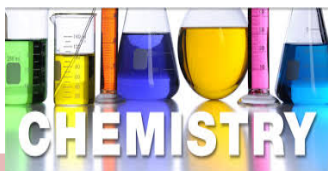




ผังมโนทัศน์

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี รายวิชาเคมี 3 (เพิ่มเติม) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E
ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อ่านคำแนะนำสำหรับนักเรียน



ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน



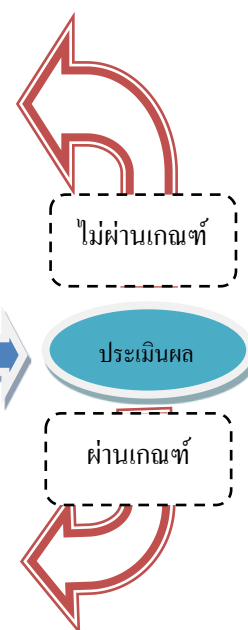
ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E
ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน



ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ชุดต่อไป





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

A large, empty rectangular box with a thin red border, intended for student work or notes.

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

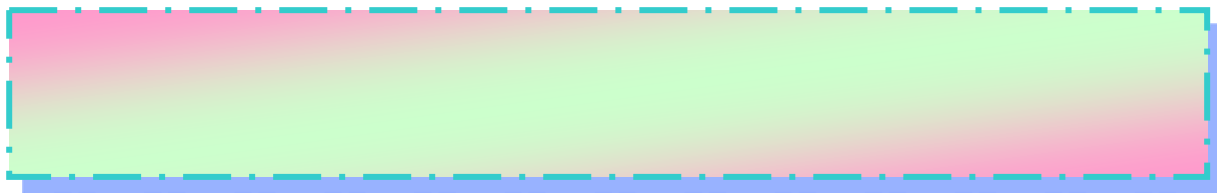
A large rectangular area with a double red border, intended for student work or notes.

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

A large, empty rectangular box with a thin red border, intended for student work or notes.

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

A large rectangular area with a double red border, intended for student work or notes.

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



กิจกรรมที่ 1.1

ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

การทดลอง



ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

คำชี้แจง

1. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์การทดลองและวิธีการทดลองอย่างละเอียด
2. สมาชิกในกลุ่มระดมความคิดเพื่อเขียนแผนผังการทดลอง และออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง
3. ปฏิบัติการทดลองตามแผนผังการทดลองที่เขียนไว้
4. บันทึกผลการทดลองในแบบบันทึกผลการทดลอง ร่วมกันอภิปราย สรุปผลการทดลอง และตอบคำถามท้ายการทดลอง

จุดประสงค์การทดลอง

ได้

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา และแปลผลจากกราฟ
3. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

A large, empty rectangular box with a thin red border, intended for student work or notes.

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

A large, empty rectangular box with a thin red border, intended for student work or notes.

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

A large, empty rectangular box with a thin red border, intended for student work or notes.

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



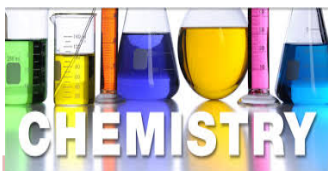


ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

A large, empty rectangular box with a thin red border, intended for student work or notes.

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





บัตรเนื้อหาที่ 1.1

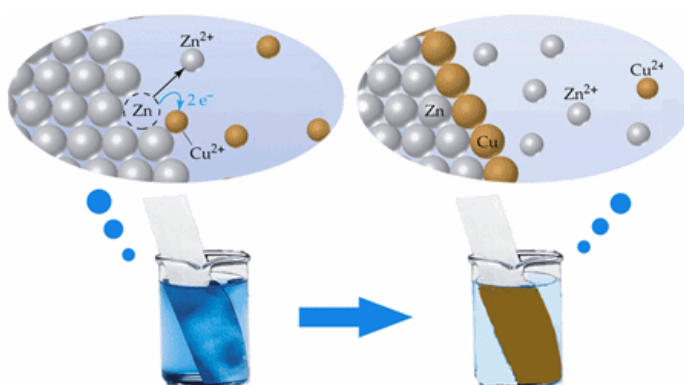
“ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี”

การเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง การที่สารตั้งต้น (reactant) เปลี่ยนไปเป็นสารใหม่หรือสารผลิตภัณฑ์ (product) เมื่อเวลาผ่านไปปริมาณของสารตั้งต้นจะลดลง และปริมาณของสารผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นจนในที่สุด

ก. ปริมาณของสารตั้งต้นหมดไป (ไม่เกิดสมดุลเคมี) เป็นปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันจนหมดเกิดเป็นผลิตภัณฑ์อย่างสมบูรณ์โดยไม่ย้อนกลับเรียกว่า ปฏิกิริยาไปข้างหน้าอย่างเดียว หรือปฏิกิริยาสมบูรณ์ (Irreversible reaction) เช่น



ข. ปริมาณของสารตั้งต้นยังเหลืออยู่ (ทุกตัว) และมีสารผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น (เกิดสมดุลเคมี) เป็นปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากัน เกิดผลิตภัณฑ์และขณะเดียวกันผลิตภัณฑ์บางส่วนทำปฏิกิริยากันกลับเป็นสารตั้งต้นใหม่ทำให้ปฏิกิริยาเกิดไม่สมบูรณ์ไม่ว่าจะใช้เวลานานเท่าใดก็ตาม เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ (Reversible reaction) เช่น

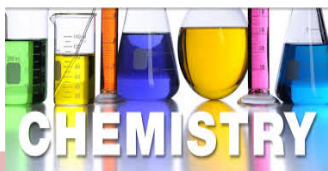


ภาพที่ 1 แสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ที่มา : <http://www.siamchemi.com>

สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2559





การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร

ในขณะที่ปฏิกิริยาเคมีดำเนินไป สารตั้งต้นจะถูกใช้ไป ดังนั้นปริมาณสารตั้งต้นจึงลดลง ส่วนปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นใหม่จะเพิ่มขึ้น โดยในการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณสารที่เปลี่ยนไป กับช่วงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงนั้นอยู่ในรูปความสัมพันธ์ที่เรียกว่า “อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” (Rate of reaction) ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงหมายถึงปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลา หรือปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงในหนึ่งหน่วยเวลา

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

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

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

วิธีการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะพิจารณาจากการวัดปริมาณของสารตั้งต้น หรือสารผลิตภัณฑ์ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวกของการทดลอง ขึ้นอยู่กับลักษณะและสมบัติของสารที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น

1. ถ้าในปฏิกิริยาเกี่ยวข้องเป็นแก๊ส อาจวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากปริมาณของแก๊สที่เกิดขึ้น หรือวัดจากความดันของระบบที่เปลี่ยนแปลงไป

2. ถ้าในปฏิกิริยาเกี่ยวข้องกับสารที่มีสี อาจวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากความเข้มข้นของสีที่ลดลงของสารตั้งต้น หรือความเข้มข้นของสีที่เพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์

3. ถ้าในปฏิกิริยาเกี่ยวข้องกับสารละลาย จะวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากความเข้มข้นของสารละลายที่เปลี่ยนไป

นอกจากนี้ยังสามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาด้วยวิธีการอย่างอื่น เช่น ถ้าเป็นของแข็ง ใช้วิธีการชั่งมวล ถ้าเป็นสารละลายที่เกี่ยวข้องกับกรด-เบส ใช้วิธีวัด pH เป็นต้น

หน่วยของเวลา ขึ้นอยู่กับชนิดของปฏิกิริยา ถ้าปฏิกิริยาเกิดเร็วก็อาจจะวัดเป็นนาที่ หรือวินาที ถ้าเกิดช้าอาจจะวัดเป็นชั่วโมงหรือเป็นวัน

หน่วยของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ขึ้นอยู่กับหน่วยปริมาณของสารและเวลา เช่น แก๊สใช้ลูกบาศก์เซนติเมตร/วินาที หรือ มิลลิเมตร/วินาที ของแข็งใช้เป็น กรัม/วินาที สารละลายใช้เป็น โมล/ลิตร-วินาที เป็นต้น

หน่วยของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ใช้มากคือ โมล/ลิตร-วินาที



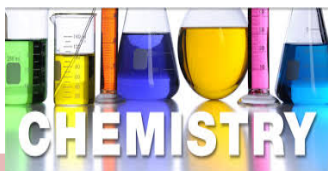


ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

A large rectangular area with a double red border, intended for student work or notes.

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชนิดของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรืออาจจะเรียกย่อ ๆ ว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

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



1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ย หมายถึง อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงหรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นปฏิกิริยาจนถึงสิ้นสุดการเกิดปฏิกิริยาหรือสิ้นสุดการทดลองในหนึ่งหน่วยเวลามีได้ค่าเดียว

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

ตัวอย่าง สาร X สลายตัวให้สาร Y ดังสมการ $X \rightarrow Y$ วัดปริมาณสาร Y ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดปฏิกิริยาได้ข้อมูลดังนี้

เวลา(s)	0	1	2	3	4	5
ความเข้มข้นของสาร Y (mol/L)	0	5	10	13	14	15

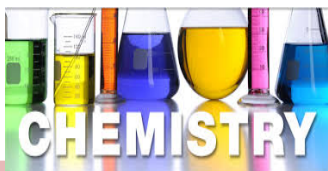
จงคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ย

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

ดังนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3 โมลต่อวินาที



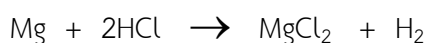




3.การเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ วินาทีหนึ่ง หาโดยตรงไม่ได้ เพราะ 1 วินาทีเร็วมาก หาได้โดยการนำ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปเขียนกราฟ (ให้ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงเป็นแกนตั้ง เวลาเป็นแกนนอน) เมื่อต้องการทราบอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เวลาใดก็ให้ลากเส้นสัมผัสกราฟ ตรงจุดนั้นแล้วหาค่าความชัน (Slope) ของเส้นสัมผัส ค่าความชันจะเท่ากับ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ เวลานั้น



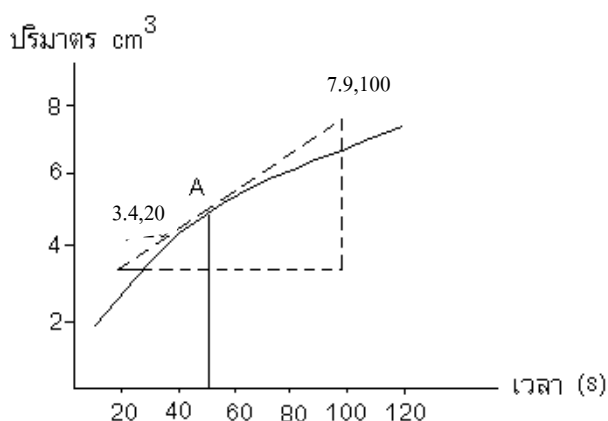
ตัวอย่าง จากการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Mg กับ HCl ตามสมการ



ผลการทดลองได้ดังนี้

ปริมาตร H ₂ (cm ³)	เวลา (s)	ปริมาตร H ₂ (cm ³)	เวลา (s)
1	7	4	32
2	15	6	60
3	23	8	105

ถ้าเขียนกราฟระหว่างปริมาตรของแก๊ส H₂ ที่เกิดขึ้นกับเวลาที่ใช้ โดยให้แกนตั้งแทนปริมาตร และ แกนนอนแทนเวลา ค่า $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ ก็คือความชัน (slope) ของกราฟนั่นเอง ดังนั้นเมื่อต้องการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่งจะทำได้โดยการหาความชันจากกราฟ ณ จุดหนึ่งๆ จากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ เขียนเป็นกราฟได้ดังนี้



ภาพที่ 2 กราฟแสดงการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีหนึ่ง

ที่มา : <https://www.slideshare.net/yao2524/12-5330056>

สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2559





เมื่อต้องการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ เวลา 50 วินาที ก็ทำได้โดยลากเส้นขนานกับแกนตั้งจากจุด 50 วินาที ขึ้นไปตัดกราฟที่จุด A หลังจากนั้นลากเส้นสัมผัสให้ผ่านจุด A แล้วหาค่าความชัน (slope) ที่จุด A ค่าความชันก็คือค่า อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ เวลานั้น

$$\begin{aligned}\text{จากกราฟ ความชัน} &= \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \\ &= \frac{7.9 - 3.4}{100 - 20} \\ &= 0.056 \text{ cm}^3/\text{s}\end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เวลา 50 วินาที = $0.056 \text{ cm}^3/\text{s}$

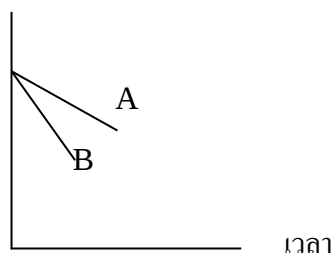
ข้อสรุปเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ในปฏิกิริยาหนึ่ง ๆ มีขั้นตอนในการเกิดปฏิกิริยาหลายขั้นตอน บางขั้นเกิดเร็ว บางขั้นเกิดช้า ขั้นควบคุมปฏิกิริยาหรือขั้นกำหนดอัตรา (rate determining step) คือ ขั้นที่ดำเนินไปช้าที่สุด
2. ในขณะที่ยปฏิกิริยาดำเนินไปเริ่มต้นปฏิกิริยาจะเกิดเร็ว เพราะปริมาณสารตั้งต้นยังมีมาก แต่ช่วงหลังอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าลง เพราะปริมาณสารตั้งต้นลดลง
3. สารแต่ละตัวในสมการจะมีอัตราเร็วไม่เท่ากัน เช่น ปฏิกิริยา



ในที่นี้สาร B เกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสาร A เขียนเป็นกราฟแสดงการเกิดปฏิกิริยาได้ดังนี้

อัตราการเกิดปฏิกิริยา



ภาพที่ 3 กราฟแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สารมีอัตราเร็วในการสลายตัวไม่เท่ากัน

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

สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2559

4. การหาอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา หาจากสารตัวใดก็ได้ เช่น

- ถ้าเป็นของแข็งหาโดยการชั่งน้ำหนัก
- ถ้าเป็นของเหลวหาโดยชั่งน้ำหนักหรือวัดปริมาณ
- ถ้าเป็นสารละลายหาความเข้มข้น
- ถ้าเป็นแก๊สจะต้องหาโดยวัดปริมาตรหรือวัดความดัน





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



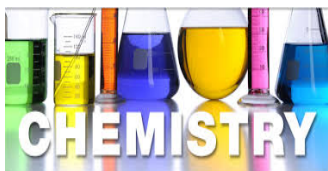


ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

A large rectangular area with a double red border, intended for student work or notes.

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





เกณฑ์การให้คะแนน

แบบฝึกทักษะที่ 1.1 “ความหมายและการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” (24 คะแนน)

ข้อ 1 เติมคำตอบให้ถูกต้อง รวม 1 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
1	คำตอบถูกต้องสอดคล้องกับแนวคำตอบ
0	คำตอบไม่สอดคล้องกับแนวคำตอบ ไม่เติมคำตอบ

ข้อ 2 เติมคำตอบให้ถูกต้อง รวม 1 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
1	คำตอบถูกต้องสอดคล้องกับแนวคำตอบ
0	คำตอบไม่สอดคล้องกับแนวคำตอบ ไม่เติมคำตอบ

ข้อ 3 เติมคำตอบให้ถูกต้อง จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 3 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
1	คำตอบถูกต้องสอดคล้องกับแนวคำตอบ
0	คำตอบไม่สอดคล้องกับแนวคำตอบ ไม่เติมคำตอบ

ข้อ 4 แสดงวิธีการหาคำตอบ จำนวน 2 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน รวม 6 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	แสดงวิธีหาคำตอบได้ เป็นขั้นตอน และตอบคำถามได้ถูกต้อง
2	แสดงวิธีหาคำตอบได้ ไม่เป็นขั้นตอน แต่ตอบคำถามได้ถูกต้อง
1	แสดงวิธีหาคำตอบได้ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
0	ไม่แสดงวิธีหาคำตอบ ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเป็นอย่างอื่น

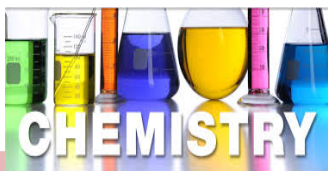
ข้อ 5 แสดงวิธีการหาคำตอบ ข้อ 5.1 – 5.4 จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน รวม 12 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
3	แสดงวิธีหาคำตอบได้ เป็นขั้นตอน และตอบคำถามได้ถูกต้อง
2	แสดงวิธีหาคำตอบได้ ไม่เป็นขั้นตอน แต่ตอบคำถามได้ถูกต้อง
1	แสดงวิธีหาคำตอบได้ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
0	ไม่แสดงวิธีหาคำตอบ ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเป็นอย่างอื่น

ข้อ 5 เติมคำตอบให้ถูกต้อง ข้อ 5.5 รวม 1 คะแนน

ระดับคะแนน	รายการประเมิน
1	คำตอบถูกต้องสอดคล้องกับแนวคำตอบ
0	คำตอบไม่สอดคล้องกับแนวคำตอบ ไม่เติมคำตอบ





บัตรเนื้อหาที่ 1.2

“อัตราการเกิดปฏิกิริยากับความสัมพันธ์ของสมการเคมี”

พิจารณาจากสมการ $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$ จะเห็นได้ว่า Mg ลดลง 1 โมล H_2SO_4 จะลดลง 1 โมลด้วย พร้อมกันนั้น MgSO_4 และ H_2 ก็เกิดขึ้นอย่างละ 1 โมล ดังนั้นในเวลา 1 หน่วยเวลา การเปลี่ยนแปลงปริมาณของ Mg, H_2SO_4 , MgSO_4 และ H_2 จะเท่ากัน เช่น

ถ้าในเวลา 10 นาที ใช้ Mg ไป 0.1 โมล

$$\text{อัตราการลดลงของ Mg} = \frac{0.1}{10} = 0.01 \text{ โมล/นาที}$$

อัตราการเปลี่ยนแปลงของ H_2SO_4 , MgSO_4 และ H_2 ก็จะเป็น 0.01 โมล/นาที

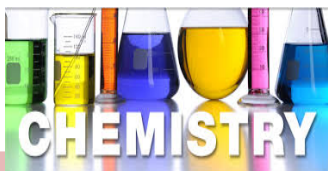
เนื่องจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารทุกตัวต่อ 1 หน่วยเวลามีค่าเท่ากัน ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงสามารถพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของสารใดก็ได้ และในกรณีนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของสาร

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} &= \text{อัตราการลดลงของ } \text{H}_2\text{SO}_4 &= -\frac{\Delta[\text{H}_2\text{SO}_4]}{\Delta t} \\ &= \text{อัตราการลดลงของ Mg} &= -\frac{\Delta[\text{Mg}]}{\Delta t} \\ &= \text{อัตราการเพิ่มขึ้นของ } \text{MgSO}_4 &= +\frac{\Delta[\text{MgSO}_4]}{\Delta t} \\ &= \text{อัตราการเพิ่มขึ้นของ } \text{H}_2 &= +\frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} \end{aligned}$$

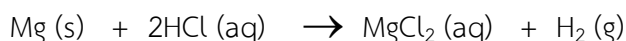
ถ้าให้ R = อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

$$R = -\frac{\Delta[\text{H}_2\text{SO}_4]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[\text{Mg}]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{MgSO}_4]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t}$$





ในกรณีที่ปฏิกิริยาเคมีนั้นเกี่ยวข้องกับสารมากกว่า 1 โมลอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะไม่เท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารนั้น จะต้องมีการเพิ่มแฟกเตอร์บางอย่างเข้าไปจึงจะหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ พิจารณาดังต่อไปนี้



$$\text{อัตราการลดลงของ Mg} = -\frac{\Delta[\text{Mg}]}{\Delta t} \quad \text{.....(1)}$$

$$\text{อัตราการลดลงของ HCl} = -\frac{\Delta[\text{HCl}]}{\Delta t} \quad \text{.....(2)}$$

$$\text{อัตราการเพิ่มขึ้นของ MgSO}_4 = +\frac{\Delta[\text{MgCl}_2]}{\Delta t} \quad \text{..... (3)}$$

$$\text{อัตราการเพิ่มขึ้นของ H}_2 = +\frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} \quad \text{.....(4)}$$

อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารทั้ง 4 ชนิดจะไม่เท่ากัน

จากสมการถ้าใช้ Mg 1 โมล จะต้องใช้ HCl 2 โมล จึงจะได้ MgCl_2 และ H_2 อย่างละ 1 โมล สมมติว่าในเวลา 10 นาที ใช้ Mg ไป 0.1 โมล จะหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารต่างๆ ได้ดังนี้

จากสมการ ถ้าใช้ Mg 0.1 โมลจะใช้ HCl 0.2 โมล และได้ MgCl_2 กับ H_2 อย่างละ 0.1 โมล

$$\text{อัตราการลดลงของ Mg} = \frac{0.1}{10} = 0.01 \text{ โมล/นาที}$$

$$\text{อัตราการลดลงของ HCl} = \frac{0.2}{10} = 0.02 \text{ โมล/นาที}$$

$$\text{อัตราการลดลงของ MgCl}_2 = \frac{0.1}{10} = 0.01 \text{ โมล/นาที}$$

$$\text{อัตราการลดลงของ H}_2 = \frac{0.1}{10} = 0.01 \text{ โมล/นาที}$$

จะเห็นว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารมีค่าไม่เท่ากัน ถ้าอัตราการเกิดปฏิกิริยา คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากสารต่างๆ ก็จะมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งเป็นไปไม่ได้ ทั้งนี้เพราะอัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยาเคมีหนึ่งๆ จะต้องมีความเท่ากันไม่ว่าจะคิดจากสารใด ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงไม่ใช่ อัตราการเปลี่ยนแปลงของสาร แต่สามารถคิดจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารได้





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การที่จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยามีค่าเท่ากันไม่ว่าจะคิดจากสารใด ต้องมีการเพิ่มแฟกเตอร์บางอย่างเข้าไป

พิจารณากรณีของ HCl ถ้าคุณอัตราการลดของ HCl ด้วย $1/2$ จะพบว่าอัตราการเกิดเปลี่ยนแปลงจะเท่ากับสารอื่นๆ

$$1/2 \times \text{อัตราการลดลงของ HCl} = 1/2 \times \frac{0.2}{10} = 0.01 \text{ โมล/นาที่}$$

ตัวเลข “2” ที่เพิ่มเข้าไป ก็คือจำนวนโมลของ HCl นั่นเอง ซึ่งเป็นแฟกเตอร์ที่ต้องเพิ่มเข้าไป เพื่อให้ให้อัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากัน

$$\text{อัตราการลดลงของ Mg} = 0.01 \text{ โมล/นาที่}$$

$$1/2 \times \text{อัตราการลดลงของ HCl} = 0.01 \text{ โมล/นาที่}$$

$$\text{อัตราการลดลงของ MgCl}_2 = 0.01 \text{ โมล/นาที่}$$

$$\text{อัตราการลดลงของ H}_2 = 0.01 \text{ โมล/นาที่}$$

จะเห็นว่าทุกกรณีเท่ากัน

ดังนั้น จึงเขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสารต่างๆ ได้ดังนี้

$$R = -\frac{\Delta[\text{Mg}]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{HCl}]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{MgCl}_2]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t}$$

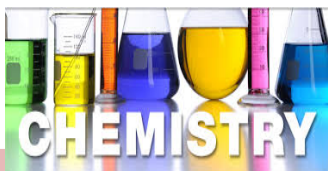
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงมีส่วนสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารผ่านทางแฟกเตอร์เกี่ยวกับจำนวนโมล ซึ่งเขียนความสัมพันธ์ต่างๆ ไป ได้ดังนี้

$$R = \frac{1}{n} \times \text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของสาร}$$

เมื่อ n = จำนวนโมลของสาร X

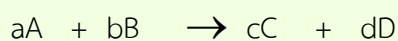
$[X]$ = ความเข้มข้นของสาร X





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

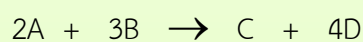
ในกรณีที่พิจารณาสมการทั่วๆ ไป



จะเขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้เป็น

$$R = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{1}{c} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = +\frac{1}{d} \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

ตัวอย่างเช่น



$$R = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[C]}{\Delta t} = +\frac{1}{4} \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

นั่นคือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีคิดจากสารใดก็ได้ แต่ต้องคิดตามความสัมพันธ์ดังกล่าว

ดังนั้นจะได้ว่า

$$\text{อัตราการลดลงของ A} = \frac{1}{2} \text{อัตราการลดลงของ B} = \text{อัตราการเกิด C} = \frac{1}{4} \text{อัตราการเกิด D}$$





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





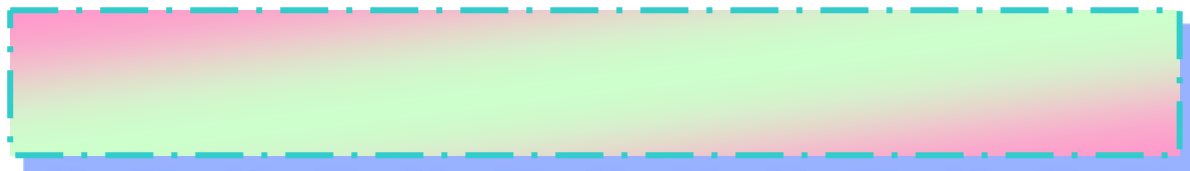
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

A large rectangular area with a light pink border, intended for student work or notes.

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

