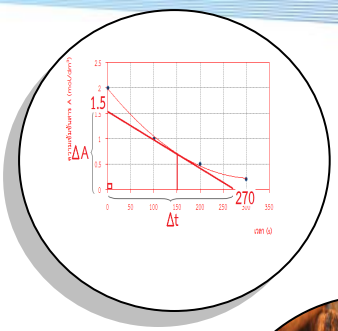
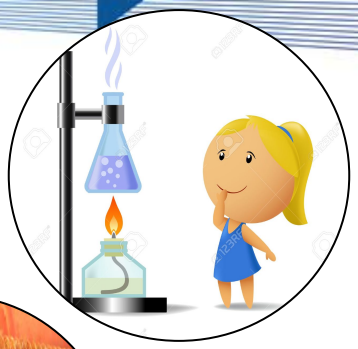
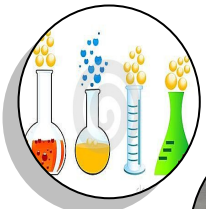
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้เทคนิคปฏิบัติการเคมีย่อส่วน (Small Scale)
วิชาเคมี 3 (ว 30223) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 1

ความหมายและการคำนวณ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี







นางปวีณา พันทอง

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสิงห์สมุทร

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคปฏิบัติการเคมีย่อส่วน (Small Scale) รายวิชาเคมี 3 (ว30223) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชุดที่ 1 ความหมาย และการคำนวณ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น สามารถพัฒนาตนเองได้ซึ่งถือว่าเป็นไปตามแนวทางการจัดการศึกษาของชาติที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และสนองตอบต่อพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้กระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสารการตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันให้นักเรียนได้ตระหนักถึงการประหยัด และรักธรรมชาติ โดยการใช้สารปริมาณน้อย ประหยัดค่าใช้จ่าย ลดภาระการขจัด ของเสียจากการทดลอง เปลี่ยนจากการใช้เครื่องแก้วเป็นการใช้อุปกรณ์ที่ทำด้วยพอลิเมอร์ หรือพลาสติกตลอดจน มีจิตวิทยาศาสตร์คุณธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและครูผู้สอนที่นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี หากมีสิ่งใดในเอกสารนี้ผิดพลาดประการใดผู้จัดทำยินดีรับข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

นางปวีณา พันทอง

สารบัญ

หน้า

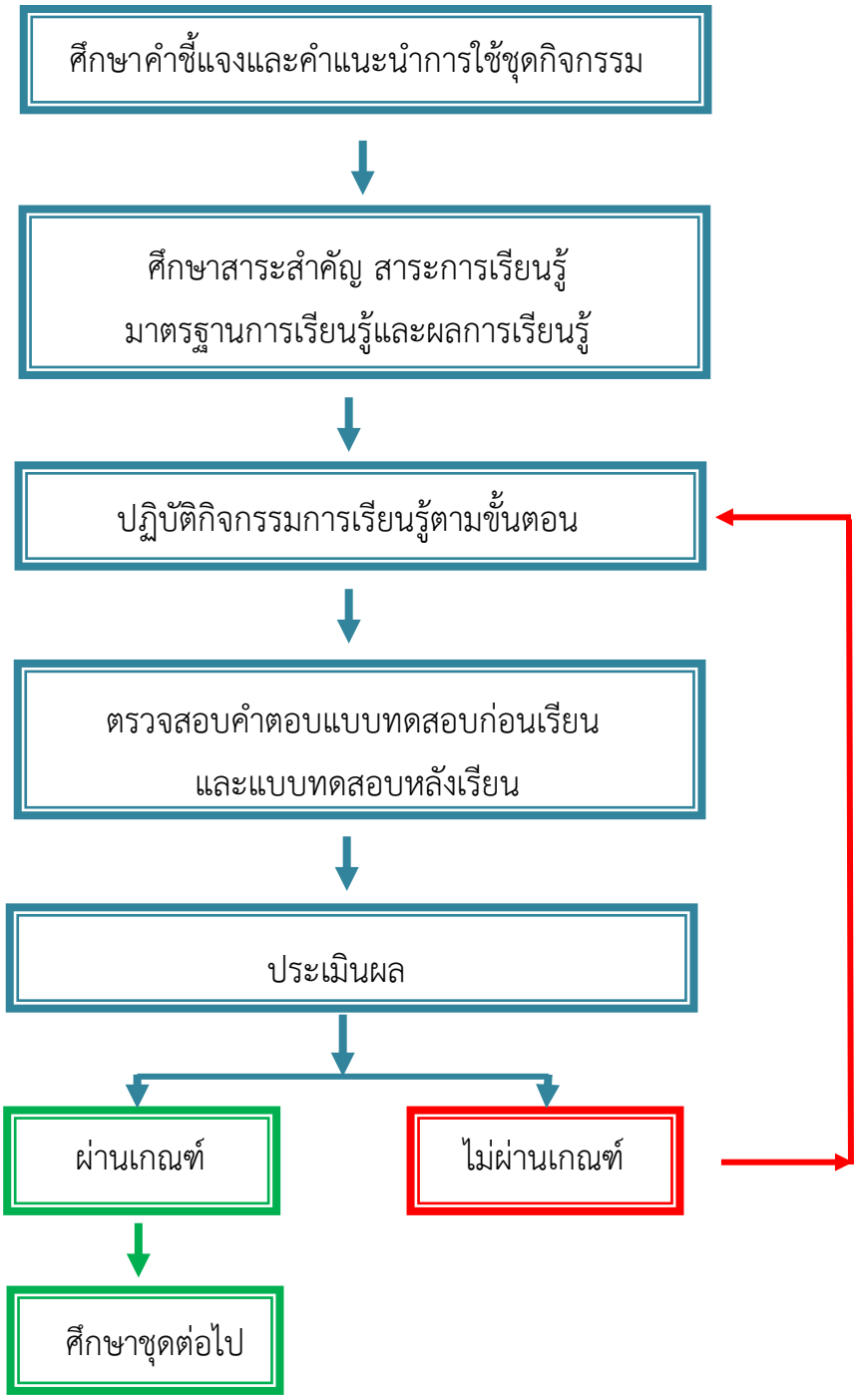
คำนำ ..... ก
สารบัญ ..... ข
คำชี้แจง ..... ง
ลำดับขั้นการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม ..... จ
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู ..... ฉ
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน ..... ช
ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1
สาระสำคัญ 1
สาระ 1
มาตรฐานการเรียนรู้ 1
ตัวชี้วัดการเรียนรู้ 2
ผลการเรียนรู้ 2
จุดประสงค์การเรียนรู้ 2
แบบทดสอบก่อนเรียน 3
กิจกรรม 1.1 จำได้ไหมเอ่ย 7
แนวคำตอบกิจกรรม 1.1 จำได้ไหมเอ่ย 9
กิจกรรม 1.2 ตอบได้หรือเปล่า 10
แนวคำตอบกิจกรรม 1.2 ตอบได้หรือเปล่า 11
กิจกรรม 1.3 จุดให้ติด... ใครเร็วกว่า 12
แนวคำตอบกิจกรรม 1.3 จุดให้ติด... ใครเร็วกว่า 13
กิจกรรม 1.4 ปฏิกิริยาระหว่างกรดแอซิติกกับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 14
แนวคำตอบกิจกรรม 1.4 20
ใบความรู้ที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 24
แบบฝึกหัด 32
เฉลยแบบฝึกหัด 36

แบบบันทึกหลังเรียน 40
แบบทดสอบหลังเรียน 41
เฉลยแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน 45
กิจกรรม 1.5 อัตราการเกิดปฏิกิริยาในชีวิตประจำวัน 46
แนวคำตอบกิจกรรม 1.5 อัตราการเกิดปฏิกิริยาในชีวิตประจำวัน 47
บรรณานุกรม 48
ภาคผนวก 49

คำชี้แจง

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว30223 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 6 ชุด ดังนี้
   - ชุดที่ 1 เรื่องความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
   - ชุดที่ 2 เรื่องแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี
   - ชุดที่ 3 เรื่องความเข้มข้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
   - ชุดที่ 4 เรื่องพื้นที่ผิวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
   - ชุดที่ 5 อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
   - ชุดที่ 6 ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้เป็น **ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี** ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 แผน เวลา 3 ชั่วโมง
3. ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ ประกอบด้วย คำชี้แจง คำแนะนำสำหรับครู คำแนะนำสำหรับนักเรียน แผนผังแสดงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ เฉลยแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน และเฉลยกิจกรรม
4. ผู้ใช้ชุดกิจกรรมนี้ควรศึกษาคำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนใช้ และปฏิบัติตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ลำดับขั้นการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม



คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคปฏิบัติการเคมีย่อส่วน (Small Scale) รายวิชาเคมี 3 (ว30223) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี **ชุดที่ 1 เรื่องความหมายและการคำนวณอัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี** ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมและปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาที่สอน เอกสารชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคำชี้แจงต่างๆ ให้เข้าใจ และยืดหยุ่นกิจกรรมตามความเหมาะสม
2. เตรียมสื่ออุปกรณ์สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อมและครบจำนวนนักเรียนในชั้นเรียนแต่ละกลุ่ม และทดลองก่อนการจัดการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
3. เมื่อมีกิจกรรมกลุ่ม ให้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน โดยคละเพศและคละนักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน ให้มีการเลือกประธานและเลขานุการกลุ่ม และให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในกลุ่ม
4. เมื่อมีการทดลอง ครูต้องชี้แจงข้อควรระวังก่อนการทดลองทุกครั้ง เพื่อความปลอดภัยขณะปฏิบัติการทดลอง
5. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบบทบาทของตนเอง แนะนำแนวปฏิบัติ ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้และการปฏิบัติกิจกรรมอย่างรอบคอบ
6. ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ครูคอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และกระตุ้นให้นักเรียนในกลุ่มเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน พร้อมทั้งสังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน
7. การวัดและประเมินผล ประเมินจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กิจกรรมแบบบันทึกผลการทดลอง การเขียนรายงานผลการทดลอง และพฤติกรรมขณะทำการทดลองหรือปฏิบัติงานกลุ่ม
8. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนเก็บสื่ออุปกรณ์ให้เรียบร้อย และแจ้งให้นักเรียนเตรียมความพร้อม สำหรับการเรียนรู้ชุดกิจกรรมต่อไป

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 **ชุดที่ 1 เรื่องความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี** ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความซื่อสัตย์และตั้งใจดังนี้

1. อ่านคำชี้แจงให้เข้าใจก่อนลงมือศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ทำแบบทดสอบก่อน จำนวน 10 ข้อ โดยใช้เวลา 15 นาที เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐาน
3. ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้
4. หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาเพื่อนในกลุ่ม หากยังไม่เข้าใจให้ปรึกษาครูผู้สอนได้ทันที
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วให้ตรวจสอบคำตอบได้จากแบบเฉลยกิจกรรม
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ โดยใช้เวลา 15 นาที เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียน
7. หลังจากทำกิจกรรมการเรียนการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนเก็บวัสดุอุปกรณ์ประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เรียบร้อย

กำหนดเกณฑ์ผ่านการประเมินในกิจกรรมและแบบทดสอบหลังเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไป หากนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินในกิจกรรมใดหรือแบบทดสอบใด ให้นักเรียนรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปศึกษาเพิ่มเติม แล้วทำการประเมินผลใหม่ ถ้าทำคะแนนได้มากขึ้น แสดงว่านักเรียนเข้าใจมากขึ้น

ชุดที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ เกิดขึ้นได้ช้าเร็ว แตกต่างกัน การที่จะทราบว่าปฏิกิริยาเกิดได้ช้าหรือเร็ว อาจพิจารณาได้จากอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ การวัดปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงหรือผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไปในหนึ่งหน่วยเวลา

สาระ

1. ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. วิธีการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาและคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. ประเภทของอัตราการเกิดปฏิกิริยา
4. กราฟการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารกับเวลา

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

1. คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. เขียนและแปลความหมายกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา รวมทั้งสามารถหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากกราฟได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณสารที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ ในปฏิกิริยาระหว่างกรดแอซิติกกับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตได้ (P)
3. คำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของสารกับเวลา คำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากกราฟได้ (P)
5. มีความตระหนักถึงการประหยัด และรักธรรมชาติ (A)
6. มีวินัย ความใฝ่เรียนรู้ และมีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A)

แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 15 นาที

2. ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาหาได้จากความสัมพันธ์ใด

ก. ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงต่อหนึ่งหน่ายเวลา

ข. ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลา

ค. ปริมาณสารตั้งต้นที่เหลืออยู่ต่อหนึ่งหน่วยเวลา

ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.

2. จากปฏิกิริยา $NaHCO_3(s) + CH_3COOH(aq) \longrightarrow CH_3COONa(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$
วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาด้วยวิธีใดสะดวกที่สุด

ก. วัดปริมาตรของ CO_2 ที่เกิดขึ้นต่อเวลา

ข. วัดความเข้มข้นของ CH_3COOH ที่ลดลงต่อเวลา

ค. วัดความเข้มข้นของ CH_3COONa ที่เกิดขึ้นต่อเวลา

ง. วัดมวลของ $NaHCO_3$ ที่ลดลงต่อเวลา

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถาม ข้อ 3-5
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สลายตัวได้น้ำและแก๊สออกซิเจนดังสมการ

$H_2O_2(aq) \longrightarrow H_2O(l) + O_2(g)$

วัดปริมาณแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้น ณ เวลาต่างๆ แล้วบันทึกข้อมูลได้ดังนี้

ปริมาตร O_2 (cm^3)	1	2	3	4	5	6
เวลา (s)	4	12	21	32	51	66

3. อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจนเฉลี่ย มีค่าเท่าใด

ก. 1/10 cm^3/s ข. 1/11 cm^3/s

ค. 1/12 cm^3/s ง. 1/13 cm^3/s

4. อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจนในช่วงปริมาตร 1-2 cm^3 มีค่าเท่าใด

ก. 1/4 cm^3/s ข. 1/6 cm^3/s

ค. 1/8 cm^3/s ง. 1/10 cm^3/s

5. อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจนในช่วงปริมาตร 3-4 cm^3 มีค่าเท่าใด

ก. 1/10 cm^3/s ข. 1/11 cm^3/s

ค. 1/12 cm^3/s ง. 1/13 cm^3/s

6. ก๊าซ NO_2 สลายตัวตามสมการ $2NO_2(g) \rightarrow 2NO(g) + O_2(g)$ ถ้าอัตราการสลายตัวของ $NO_2(g)$ เท่ากับ 4.4×10^{-5} $mol.dm^{-3}.s^{-1}$ อัตราการเกิด $O_2(g)$ จะเป็นเท่าใด

ก. 1.1×10^{-5} ข. 2.2×10^{-5}

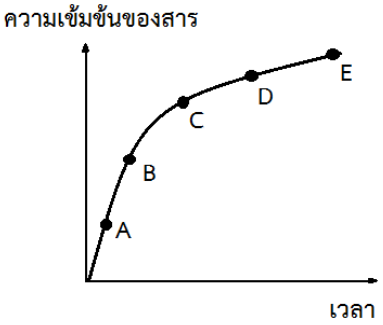
ค. 4.4×10^{-5} ง. 8.8×10^{-5}

7. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้ $2Al + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$ ผลการทดลองพบว่าในเวลา 10 นาที ใช้ Al หมดไป 27 กรัม อัตราการเกิด H_2 มีค่าเท่าใด ในหน่วยโมล/นาที (มวลอะตอม Al = 27)

ก 0.050 โมล/นาที ข. 0.075 โมล/นาที

ค. 0.100 โมล/นาที ง. 0.150 โมล/นาที

8. จากปฏิกิริยา X + Y $\rightarrow$ Z ถ้าจับเวลาและความเข้มข้นสาร Z ที่เกิดขึ้นได้ผลดังกราฟ



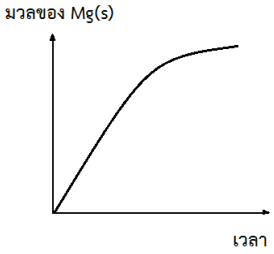
จากกราฟช่วงใดที่แสดงให้เห็นว่าเกิดสาร Z ขึ้นในอัตราที่เร็วที่สุด

ก AB ข. BC

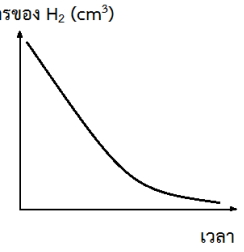
ค. CD ง. DE

9. จากการทดลองนำโลหะแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ได้ข้อสรุปว่า อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนตอนเริ่มต้นเร็วและค่อยๆ ช้าลง ตามลำดับกราฟในข้อใด มีความหมายตามข้อสรุปดังกล่าว

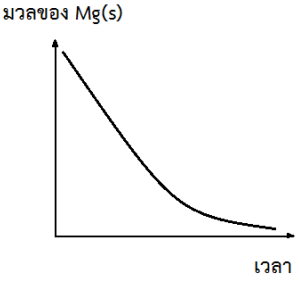
ก.



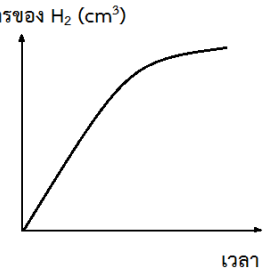
ข.



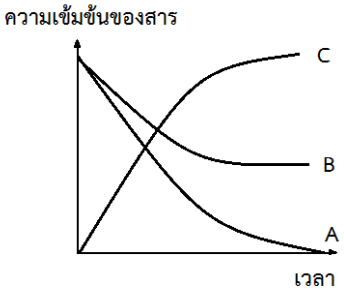
ค.



ง.



10. กราฟแสดงความเข้มข้นของสาร A B และ C ตามเวลาที่ผ่านไปของปฏิกิริยาปรากฏดังกราฟ



การเปลี่ยนแปลงสารเป็นไปตามสมการในข้อใด

ก. $2A + B \longrightarrow 2C$

ข. $A + B \longrightarrow 2C$

ค. $C \longrightarrow 2A + B$

ง. $A + 2B \longrightarrow 2C$

กระดาษคำตอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง ความหมาย และคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่ .....

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

คะแนน	ก่อนเรียน
คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	

กิจกรรม 1.1 จำได้ไหมเอ่ย ???

คำชี้แจง จากภาพการเปลี่ยนแปลงของสาร จงทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ ที่มี“การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ” หรือ “การเปลี่ยนแปลงทางเคมี” ให้สอดคล้องกับรูปภาพต่อไปนี้

รูปที่ 1
การละลายของน้ำแข็ง
จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทาง
☐ กายภาพ
☐ เคมี

ที่มา : http://pr.moph.go.th/iprg/include/admin_hotnew/show_hotnew.php?idHot_new=72222

รูปที่ 2
การเกิดสนิม
จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทาง
☐ กายภาพ
☐ เคมี

ที่มา : http://www.scimath.org/article-science/item/4742-2015-04-21-01-43-49

รูปที่ 3
การเกิดพลุไฟ
จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทาง
☐ กายภาพ
☐ เคมี

ที่มา : http://www.marumura.com/kansai-fireworks/

รูปที่ 4
การละลายของน้ำตาล
จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทาง
☐ กายภาพ
☐ เคมี

ที่มา : https://www.pim.in.th/thai-dessert/644-cassova

รูปที่ 5
การเกิดเพลิงไหม้
จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทาง
☐ กายภาพ
☐ เคมี

ที่มา : http://eitprblog.blogspot.com/2015/03/1_30.html

แนวคำตอบกิจกรรม 1.1 จำได้ไหมเอ่ย ???

คำชี้แจง จากภาพการเปลี่ยนแปลงของสาร จงทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ ที่มี“การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ” หรือ “การเปลี่ยนแปลงทางเคมี” ให้สอดคล้องกับรูปภาพต่อไปนี้

รูปที่ 1 การละลายของน้ำแข็ง
จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทาง
☑ กายภาพ
☐ เคมี

รูปที่ 2 การเกิดสนิม
จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทาง
☐ กายภาพ
☑ เคมี

รูปที่ 3 การเกิดพลุไฟ
จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทาง
☐ กายภาพ
☑ เคมี

รูปที่ 4 การละลายของน้ำตาล
จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทาง
☑ กายภาพ
☐ เคมี

รูปที่ 5 การเกิดเพลิงไหม้
จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทาง
☐ กายภาพ
☑ เคมี

กิจกรรม 1.2 ตอบได้หรือเปล่า

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับเรื่อง “การเปลี่ยนแปลงทางเคมี” และ “การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ” ลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพต่างกันอย่างไร

ประเด็นเปรียบเทียบ	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี	การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ
- การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในของสาร		
- การเกิดสารใหม่		
- สมบัติของสาร		
- ตัวอย่างรูปแบบการเปลี่ยนแปลง		

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นเกิดช้าหรือเร็วต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

แนวคำตอบกิจกรรม 1.2 ตอบได้หรือเปล่า

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับเรื่อง “การเปลี่ยนแปลงทางเคมี” และ “การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ” ลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพต่างกันอย่างไร

ประเด็นเปรียบเทียบ	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี	การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ
- การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในของสาร	มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายใน	ไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายใน
- การเกิดสารใหม่	เกิดสารใหม่	ไม่เกิดสารใหม่
- สมบัติของสาร	สมบัติของสารเปลี่ยนแปลง	สมบัติของสารไม่เปลี่ยนแปลง
- ตัวอย่างรูปแบบการเปลี่ยนแปลง	การเผาไหม้, การสุกของผลไม้, การเกิดสนิม	การละลายของสาร, การระเหิด, การฉีกกระดาษ

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นเกิดช้าหรือเร็วต่างกันหรือไม่ อย่างไร

เกิดเร็วต่างกัน คือ

- ไฟไหม้และพลุไฟ เกิดเร็ว
- การเกิดสนิม เกิดช้า

กิจกรรม 1.3 จุดให้ติด...ใครเร็วกว่า

คำชี้แจง ครูมีเทียน 2 เล่ม

เทียนเล่มที่ 1 ทายาหม่องไว้ที่ปลายเทียน

เทียนเล่มที่ 2 ไม่ทายาหม่อง

ให้นักเรียนทดลองจุดเทียน และจับเวลาตั้งแต่เริ่มจุดเทียน จนเทียนลุกติดไฟ แล้วให้ตอบคำถาม

เทียนเล่มที่ 1 ใช้เวลาในการจุด .....

เทียนเล่มที่ 1 ใช้เวลาในการจุด.....

อัตราเร็วในการติดไฟเท่ากันหรือไม่.....

เทียนเล่มไหนติดเร็วกว่า .....

เด็กๆ จุดไฟด้วยความระมัดระวังนะครับ

แนวคำตอบกิจกรรม 1.3 จุดให้ติด...ใครเร็วกว่า

คำชี้แจง **ครูมีเทียน 2 เล่ม**

เทียนเล่มที่ 1 ทายาหม่องไว้ที่ปลายเทียน

เทียนเล่มที่ 2 ไม่ทายาหม่อง

ให้นักเรียนทดลองจุดเทียน และจับเวลาตั้งแต่เริ่มจุดเทียน จนเทียนลุกติดไฟ แล้วให้ตอบคำถาม

จุดเทียนเล่มที่ 1

จุดเทียนเล่มที่ 2

เทียนเล่มที่ 1 ใช้เวลาในการจุด 2 วินาที

เทียนเล่มที่ 1 ใช้เวลาในการจุด 4 วินาที

อัตราเร็วในการติดไฟเท่ากันหรือไม่ ไม่เท่ากัน

เทียนเล่มไหนติดเร็วกว่า . เล่มที่ 1

สำหรับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของปฏิกิริยาอื่น ๆ ก็หาได้ในทำนองเดียวกัน โดยคิดจากปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงกับเวลา

กิจกรรม 1.4 ปฏิกิริยาระหว่างกรดแอซิติก (CH_3COOH) กับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$)

คำชี้แจง ให้นักเรียนร่วมกันทำการทดลองในกิจกรรม 1.4

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่างกรดแอซิติกกับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตได้
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับเวลาและแปลผลจากกราฟได้
3. สรุปและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างกรดแอซิติกกับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตในช่วงเวลาต่างๆ ได้

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
น้ำส้มสายชู เข้มข้น 5 % (กรดแอซิติก, CH_3COOH)	3 cm^3
ผงฟู (โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต, $NaHCO_3$)	0.3 กรัม
อุปกรณ์	
ชุดการทดลอง ประกอบด้วย - กระบอกฉีดยา ขนาด 10 cm^3 - ขวดทรงกลม ขนาด 30 cm^3 (วิธีสร้างชุดทดลองอยู่ในภาคผนวก)	1 ชุด
นาฬิกาจับเวลา (หรือโทรศัพท์จับเวลา)	1 เรือน
กระบอกฉีดยา	1 อัน
ช้อนตักสาร เบอร์ 2	1 อัน

วิธีทดลอง

1. ตักโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 1 ช้อน (ประมาณ 0.1 กรัม) ใส่ในขวด

2. นำกระบอกฉีดยา ขนาด 10 cm^3 ดูดสารละลายกรดแอซิติกความเข้มข้น 5% โดยปริมาตร จำนวน 1 cm^3 ใส่ในขวด รีบปิดฝาขวดชุดทดลอง

3. ให้เริ่มจับเวลาเมื่อก้านกระบอกฉีดยาอยู่ตรงตำแหน่งขีดที่ 1 cm^3 ซึ่งถือว่าเป็นจุดเริ่มต้น และจับเวลาทุกระยะที่ก้านกระบอกฉีดยาดันขึ้น 1 cm^3 จนถึงตำแหน่งขีดที่ 10 cm^3 บันทึกผล

4. ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 1-3 อีก 2 ครั้ง

ขณะอ่านปริมาตรของแก๊ส สายตาของผู้อ่านต้องอยู่ ระดับเดียวกับขีดปริมาตร ที่อ่านนะคะ....

ผลการทดลอง

จับเวลาการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทุกๆ 1 cm^3

ปริมาตร CO_2 (cm^3) ที่เกิดขึ้น	เวลา (วินาที, s)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เวลาเฉลี่ย
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

หมายเหตุ เริ่มจับเวลาเมื่อก้านกระบอกฉีดยาอยู่ตำแหน่งที่ปริมาตร 1 cm^3

คำถามเพื่อวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างกรดแอซิติกกับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต เขียนสมการได้ดังนี้

   .....

2. ผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยา คือ .....

   ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่วัดง่ายคือ .....

3. คำนวณหาอัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากการทดลอง ดังนี้

   3.1 อัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วงเกิดแก๊ส 1-2 cm^3

   $$\text{อัตราการเกิด } CO_2 \text{ ในช่วง 1-2 } cm^3 = \frac{\text{ผลต่างปริมาณสาร } CO_2 \text{ ที่เกิดขึ้นในช่วง 1-2 } cm^3}{\text{ผลต่างเวลาที่เกิด } CO_2 \text{ ในช่วง 1-2 } cm^3}$$

   .....

   .....

   .....

   .....

3.2 อัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วงเกิดแก๊ส 3-4 cm^3

อัตราการเกิด CO_2 ในช่วง 3-4 cm^3 = $\frac{\text{ผลต่างปริมาณสาร } CO_2 \text{ ที่เกิดขึ้นในช่วง 3-4 } cm^3}{\text{ผลต่างเวลาที่เกิด } CO_2 \text{ ในช่วง 3-4 } cm^3}$

.....

.....

.....

.....

.....

3.3 อัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วงเกิดแก๊ส 6-7 cm^3

อัตราการเกิด CO_2 ในช่วง 6-7 cm^3 = $\frac{\text{ผลต่างปริมาณสาร } CO_2 \text{ ที่เกิดขึ้นในช่วง 6-7 } cm^3}{\text{ผลต่างเวลาที่เกิด } CO_2 \text{ ในช่วง 6-7 } cm^3}$

.....

.....

.....

.....

.....

3.4 อัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย

อัตราการเกิด CO_2 เฉลี่ย = $\frac{\text{ผลต่างปริมาณสาร } CO_2 \text{ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด}}{\text{ผลต่างเวลาที่เกิด } CO_2 \text{ ขึ้นทั้งหมด}}$

.....

.....

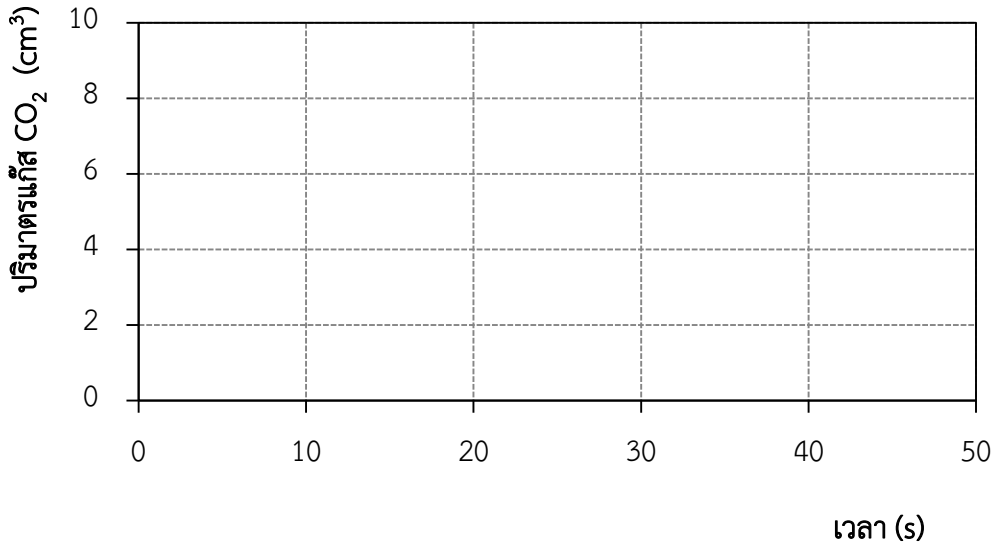
.....

.....

.....

4. นำข้อมูลการทดลองมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับเวลา



5. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊ส CO_2 กับเวลา ที่ใช้ในการทดลอง มีลักษณะอย่างไร และแนวโน้มอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

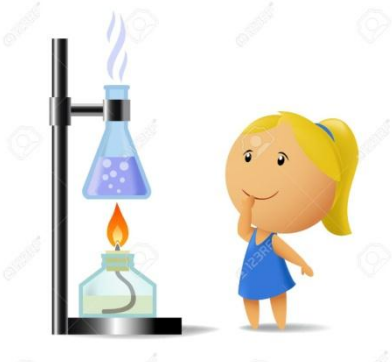
.....

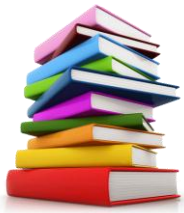
.....

.....

.....

.....





แนวคำตอบ

ผลการทดลอง

จับเวลาการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทุกๆ 1 cm^3

ปริมาตร CO_2 (cm^3) ที่เกิดขึ้น	เวลา (วินาที, s)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เวลาเฉลี่ย
1	2	2	3	2.3
2	4	4	5	4.3
3	7	7	8	7.3
4	10	11	12	12.0
5	16	16	16	16.0
6	21	22	22	21.7
7	27	28	28	27.7
8	35	36	35	35.3
9	47	48	46	47.0

คำถามเพื่อวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างกรดแอซิติกกับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต เขียนสมการได้ดังนี้

   $NaHCO_3(aq) + CH_3COOH(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

2. ผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยา คือ $CH_3COONa(aq)$, $H_2O(l)$ และ $CO_2(g)$

   ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่วัดง่ายคือ $CO_2(g)$

3. คำนวณหาอัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากการทดลอง ดังนี้

   3.1 อัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วงเกิดแก๊ส 1-2 cm^3

$$\text{อัตราการเกิด } CO_2 \text{ ในช่วง 1-2 } cm^3 = \frac{\text{ผลต่างปริมาณสาร } CO_2 \text{ ที่เกิดขึ้นในช่วง 1-2 } cm^3}{\text{ผลต่างเวลาที่เกิด } CO_2 \text{ ในช่วง 1-2 } cm^3}$$

$$= \frac{2.0\text{-}1.0 \text{ } cm^3}{4.3\text{-}2.3 \text{ s}} = \frac{1.0 \text{ } cm^3}{2.0 \text{ s}}$$

$$= 0.50 \text{ } cm^3.s^{-1}$$

3.2 อัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วงเกิดแก๊ส 3-4 cm^3

อัตราการเกิด CO_2 ในช่วง 3-4 cm^3 = $\frac{\text{ผลต่างปริมาณสาร } CO_2 \text{ ที่เกิดขึ้นในช่วง 3-4 } cm^3}{\text{ผลต่างเวลาที่เกิด } CO_2 \text{ ในช่วง 3-4 } cm^3}$

$= \frac{4.0-3.0\ cm^3}{12.0-7.3\ s}$

$= \frac{1.0\ cm^3}{4.7\ s}$

$= 0.21\ cm^3.s^{-1}$

3.3 อัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วงเกิดแก๊ส 6-7 cm^3

อัตราการเกิด CO_2 ในช่วง 6-7 cm^3 = $\frac{\text{ผลต่างปริมาณสาร } CO_2 \text{ ที่เกิดขึ้นในช่วง 6-7 } cm^3}{\text{ผลต่างเวลาที่เกิด } CO_2 \text{ ในช่วง 6-7 } cm^3}$

$= \frac{7.0-6.0\ cm^3}{27.7-21.7\ s}$

$= \frac{1.0\ cm^3}{6.0\ s}$

$= 0.17\ cm^3.s^{-1}$

3.4 อัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย

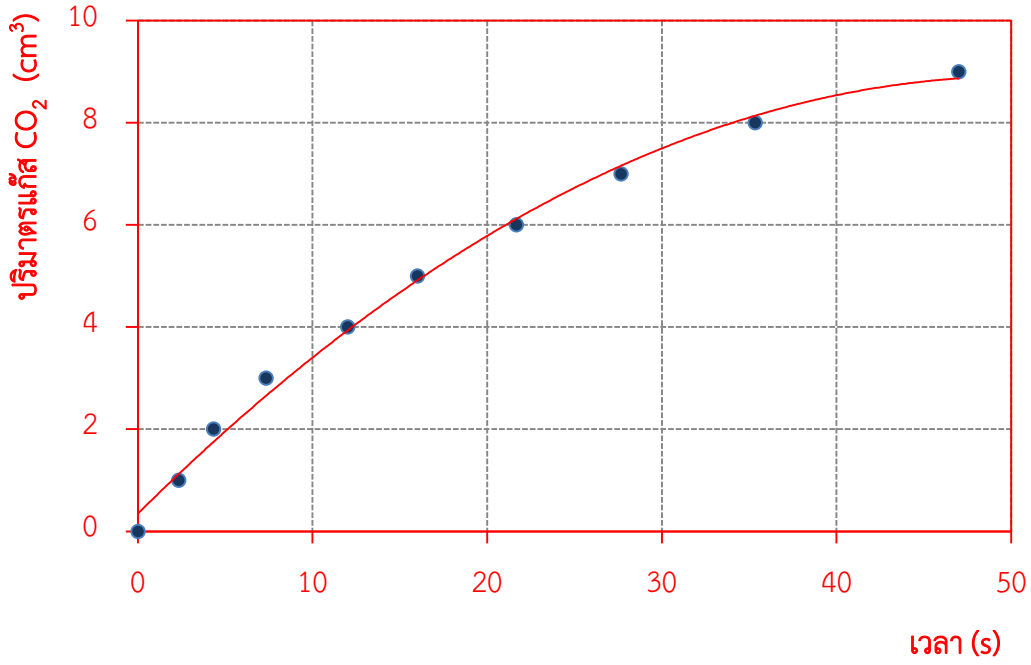
อัตราการเกิด CO_2 เฉลี่ย = $\frac{\text{ผลต่างปริมาณสาร } CO_2 \text{ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด}}{\text{ผลต่างเวลาที่เกิด } CO_2 \text{ ขึ้นทั้งหมด}}$

$= \frac{9.0-0\ cm^3}{47.0-0.0\ s}$

$= \frac{9.0\ cm^3}{47.0\ s}$

$= 0.19\ cm^3.s^{-1}$

4. นำข้อมูลการทดลองมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับเวลา



5. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊ส CO_2 กับเวลา ที่ใช้ในการทดลอง มีลักษณะอย่างไร และแนวโน้มอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นอย่างไร

เริ่มต้นเส้นกราฟมีความชันมาก เมื่อเวลาผ่านไปความชันของเส้นกราฟลดลงตามแนวนอน แสดงว่าแนวโน้มอัตราการเกิดปฏิกิริยาช่วงแรกเกิดเร็ว เส้นกราฟมีความชันมาก เมื่อเวลาผ่านไปอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะลดลง เส้นกราฟจึงมีความชันลดลง

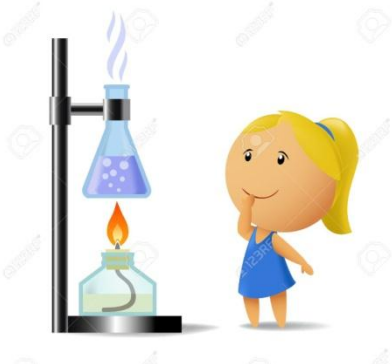
สรุปผลการทดลอง

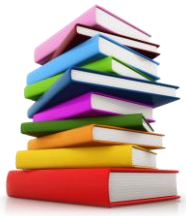
ปฏิกิริยาระหว่างกรดแอซิติก (CH_3COOH) กับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เกิดผลิตภัณฑ์คือ โซเดียมอะซิเตต (CH_3COONa) น้ำ (H_2O) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สารที่สังเกตการเปลี่ยนแปลงได้สะดวกที่สุด คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จากการทดลองพบว่าอัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละช่วงเวลามีค่าไม่เท่ากัน โดยในช่วงแรกมีค่าสูงและช่วงหลังมีค่าน้อยลง ตามลำดับ แสดงว่า ปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วในช่วงแรกและช้าลงในช่วงหลัง อัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย มีค่า 0.19 cm^3/s

.....

.....

หมายเหตุ ค่าอัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นกับผลการทดลองของนักเรียน





ใบความรู้ที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง ปริมาณสารตั้งต้น หรือ ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งสามารถเขียนสูตรความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{เวลาที่เปลี่ยนแปลง}}$$

สำหรับปฏิกิริยาเคมีใดๆ เช่น สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ได้สาร C ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $A + B \longrightarrow C$

ในขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไป สาร A และ B จะถูกใช้ไป มีผลให้ความเข้มข้นของสาร A และ B ลดลง ส่วนความเข้มข้นสาร C ที่เป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น การวัดอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี มีความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\text{อัตราการลดลงของสาร A} = -\frac{\text{ความเข้มข้นสาร A ที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{ระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลง}} = -\frac{[A]_2-[A]_1}{t_2-t_1} = -\frac{\Delta A}{\Delta t}$$

$$\text{อัตราการเพิ่มขึ้นของสาร C} = \frac{\text{ความเข้มข้นสาร C ที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{ระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลง}} = \frac{[C]_2-[C]_1}{t_2-t_1} = \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

เมื่อ ΔA = การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้น A มีค่าเป็นลบ เนื่องจากเมื่อเวลาผ่านไปสารตั้งต้นจะลดลง จึงมีเครื่องหมายลบ (-) ด้านหน้า เพื่อให้ค่าที่คำนวณได้ของอัตราการลดลงของสาร A มีค่าเป็นบวก มีหน่วยเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร หรือโมลต่อลิตร

ΔC = การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ B มีค่าเป็นบวก เนื่องจากเมื่อเวลาผ่านไปผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น มีหน่วยเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร หรือโมลต่อลิตร

Δt = ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลง มีหน่วยเป็นชั่วโมง หรือนาที หรือวินาที

การหาอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา หาจากสารตัวใด ในสถานะใดก็ได้ เช่น

สถานะสารที่วัด	วิธีวัด	หน่วยอัตราการเกิดปฏิกิริยา
ของแข็ง (s)	ชั่งมวลสาร	มวล/เวลา เช่น g/s หรือ kg/s
ของเหลว (l)	ชั่งมวลสารหรือวัดปริมาตร	มวล/เวลา เช่น g/s หรือ ปริมาตร/เวลา เช่น cm^3/s
สารละลาย (aq)	ความเข้มข้น	ความเข้มข้น/เวลา เช่น $mol/dm^3.s$
แก๊ส (g)	วัดปริมาตรหรือวัดความดัน	ปริมาตร/เวลา เช่น cm^3/s ความดัน/เวลา เช่น atm/s

ตัวอย่างการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จากการทดลองนำโลหะแมกนีเซียมไปทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้ $Mg(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ ปฏิกิริยานี้สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้หลายวิธี ได้แก่

1. วัดมวลของแมกนีเซียมที่ลดลงต่อเวลา (หน่วยเป็น g/s)
2. วัดความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ลดลงต่อเวลา (หน่วยเป็น $mol/dm^3.s$)
3. วัดความเข้มข้นของแมกนีเซียมคลอไรด์ที่ลดลงต่อเวลา (หน่วยเป็น $mol/dm^3.s$)
4. วัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นต่อเวลา (หน่วยเป็น cm^3/s)

*** **แต่วิธีที่สะดวกที่สุด คือ วัดปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นต่อเวลา**

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มี 3 ชนิด

1. **อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย** คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดปฏิกิริยาต่อหนึ่งหน่วยเวลา
2. **อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงใดช่วงหนึ่ง** คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินอยู่
3. **อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ จุดใดจุดหนึ่งของเวลา** คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากปริมาณสาร ณ เวลาใดเวลาหนึ่งในช่วงสั้นๆ ขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินอยู่ ใน 1 หน่วยเวลา อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่จุดใดจุดหนึ่งของเวลา หาได้จากกราฟ คือ ค่าความชัน (slope) ของกราฟระหว่างปริมาณของสารที่เปลี่ยนแปลงกับเวลา

ตัวอย่าง

ข้อที่ 1 จากการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสาร A กับ B ตามสมการ

$2A(s) + B(s) \longrightarrow C(aq)$ วัดความเข้มข้นสาร C ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดปฏิกิริยาได้ผลดังนี้

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

จงหา

ก. อัตราการเกิดสาร C เฉลี่ย

ข. อัตราการเกิดสาร C ในช่วงเวลา 5-10 วินาที

ค. อัตราการเกิดสาร C ที่เวลา 13 วินาที

วิธีทำ

$$\text{อัตราการเกิดสาร C เฉลี่ย} = \frac{\text{ความเข้มข้น C ที่เกิดขึ้นทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}}$$

$$= \frac{26\ mol/dm^3}{30\ s}$$

$$= 0.87\ mol/dm^3.s$$

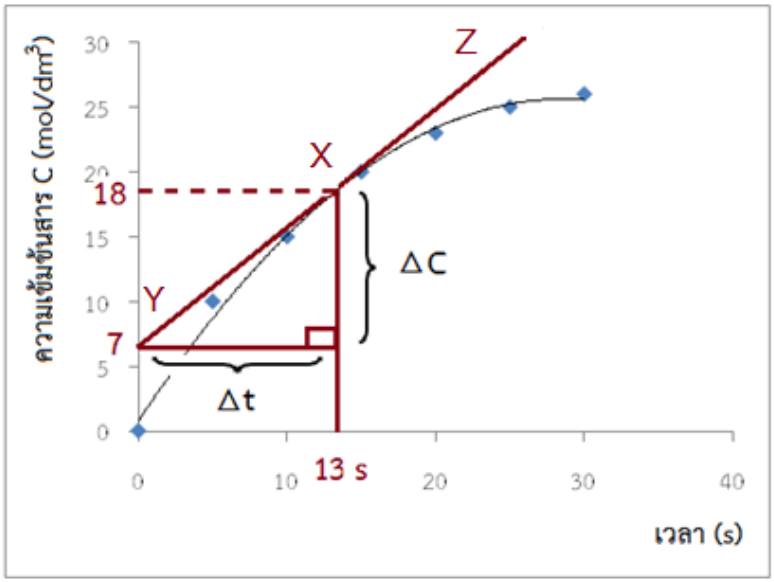
$$\text{อัตราการเกิดสาร C ในช่วง 5-10 วินาที} = \frac{\text{ความเข้มข้น C ที่เกิดขึ้นในช่วง 5-10 วินาที}}{\text{เวลาที่ในช่วง 5-10 วินาที}}$$

$$= \frac{15\text{-}10\ mol/dm^3}{10\text{-}5\ s}$$

$$= \frac{5\ mol/dm^3}{5\ s}$$

$$= 1.00\ mol/dm^3.s$$

อัตราการเกิดสาร C ที่เวลา 13 วินาที



หาอัตราการเกิดสาร C ที่เวลา 13 วินาที จากกราฟ ทำได้ดังนี้

1. ลากเส้นจากวินาทีที่ 13 ตั้งฉากกับเวลาขึ้นไปตัดกราฟที่จุด X
2. ลากเส้น YZ ให้สัมผัสเส้นกราฟผ่านจุด X
3. สร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใต้เส้นสัมผัส โดยเส้นสัมผัสเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก

อัตราการเกิดสาร C ที่เวลา 13 วินาที $= \frac{\Delta C}{\Delta t}$

$= \frac{18 - 7 \text{ mol/dm}^3}{13 - 0 \text{ s}}$

$= \frac{11 \text{ mol/dm}^3}{13.0 \text{ s}}$

$= 0.85 \text{ mol/dm}^3\text{.s}$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากความสัมพันธ์ของสมการเคมี

จากสมการเคมีสามารถคำนวณอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา หาจากสารตัวใดก็ได้ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณเป็นโมลของสารแต่ละชนิด หารด้วยสัมประสิทธิ์บอกจำนวนโมลของสารนั้นในสมการที่ดุลแล้ว เช่น

$$A + 3B \longrightarrow 2C + 4D$$

จากสมการพบว่าเมื่อ

A ลดลง 1 โมล B จะลดลง 3 โมล C เพิ่มขึ้น 2 โมล D เพิ่มขึ้น 4 โมล

ดังนั้น

อัตราการลดลงของ A = $\frac{1}{3}$ อัตราการลดลงของ B = $\frac{1}{2}$ อัตราการเกิดของ C = $\frac{1}{4}$ อัตราการเกิดของ D

หรือใช้สูตรดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = -\frac{\Delta A}{\Delta t} = -\frac{1}{3}\frac{\Delta B}{\Delta t} = +\frac{1}{2}\frac{\Delta C}{\Delta t} = +\frac{1}{4}\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

หมายเหตุ

Δ = ผลต่าง

t = เวลา

\- = ลดลง

\+ = เพิ่มขึ้น

ตัวอย่าง

ข้อที่ 2 จากปฏิกิริยา $2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2$ จงเขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาในเทอมของสารต่างๆ

วิธีทำ จากสมการทั่วๆ ไปที่กล่าวมาในตอนต้น สามารถเขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ดังนี้

อัตราการเกิดปฏิกิริยา $= -\frac{1}{2}\frac{\Delta[KMnO_4]}{\Delta t} = -\frac{1}{16}\frac{\Delta[HCl]}{\Delta t} = +\frac{1}{2}\frac{\Delta[KCl]}{\Delta t}$

$= +\frac{1}{2}\frac{\Delta[MnCl_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{8}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} = +\frac{1}{5}\frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t}$

ข้อที่ 3 เมื่อสาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสาร C เพียงชนิดเดียวจากการทดลอง พบว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยา ถ้าคิดจากสาร A จะเท่ากับ 1/2 เท่าของอัตราการลดลงของสาร A ถ้าคิดจากสาร B จะเท่ากับ 2 เท่าของอัตราการลดลงของสาร B และถ้าคิดจากสาร C จะเท่ากับ 1/3 เท่าของอัตราการเพิ่มขึ้นของสาร C จงแสดงสมการที่ใช้แสดงปฏิกิริยา

วิธีทำ จากโจทย์ อัตราการเกิดปฏิกิริยา $= -\frac{1}{2}\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{2}{1}\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{1}{3}\frac{\Delta[C]}{\Delta t}$

$\because$ เลขที่อยู่ข้างหน้าอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารเกี่ยวข้องกับจำนวนโมลของสารนั้น ๆ

ในสมการ เช่น $-\frac{1}{2}\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$ แสดงว่าในสมการจะมี A 2 โมล

$\therefore$ เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$2A + 1/2\ B \rightarrow 3C$

หรือ $4A + B \rightarrow 6C$

ข้อที่ 4 จากปฏิกิริยาต่อไปนี้ $2Al + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$
จากการทดลองพบว่าในเวลา 10 นาที ใช้ Al หมดไป 13.5 กรัม
ก. จงคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลง H_2SO_4 และ H_2 เป็นโมล/นาที
ข. จงคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยจากการทดลองนี้

วิธีทำ ก. หาจำนวนโมลของ H_2SO_4 และ H_2 ที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาจาก Al ก่อนแล้วจึงนำไปคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลง

จากโจทย์ใช้ Al 13.5 กรัม $= 13.5 \text{ กรัม} \times \frac{1 \text{ โมล}}{27 \text{ กรัม}} = 0.5$ โมล

จากสมการถ้าใช้ Al 2 โมล ต้องใช้ $H_2SO_4 = 3$ โมล

$\therefore$ ใช้ Al 0.5 โมล ต้องใช้ $H_2SO_4 = \frac{3}{2} \times 0.5 = 0.75$ โมล

ในทำนองเดียวกัน จะเกิด $H_2 = 0.75$ โมล

ในเวลา 10 นาที เกิด $H_2 = 0.75$ โมล

$\therefore$ อัตราการเกิด $H_2 = \frac{0.75}{10} = 0.075$ โมล/นาที

และอัตราการลดลงของ $H_2SO_4 = \frac{0.75}{10} = 0.075$ โมล/นาที

ข. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา

อัตราการเกิดปฏิกิริยา $= -\frac{1}{3}\frac{\Delta[H_2SO_4]}{\Delta t} = \frac{1}{3} \times 0.075 = 0.025$ โมล/นาที

หมายเหตุ อาจจะคิดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากสารตัวอื่นก็ได้ จะได้คำตอบเท่ากัน

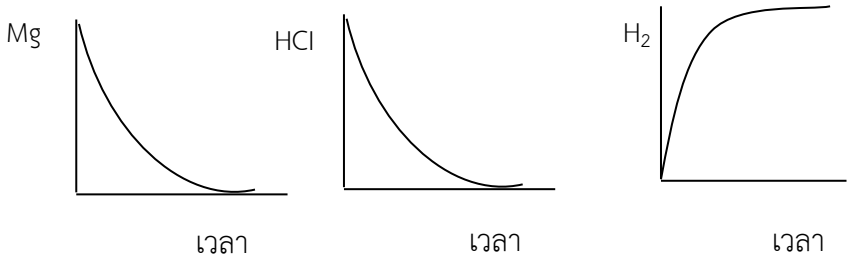
กราฟอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ในขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไปเริ่มต้นปฏิกิริยาจะเกิดเร็ว เพราะปริมาณสารตั้งต้นยังมีมาก แต่ช่วงหลังอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าลง เพราะปริมาณสารตั้งต้นลดลง เช่น

การเกิดปฏิกิริยาของลวดแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

$$Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$$

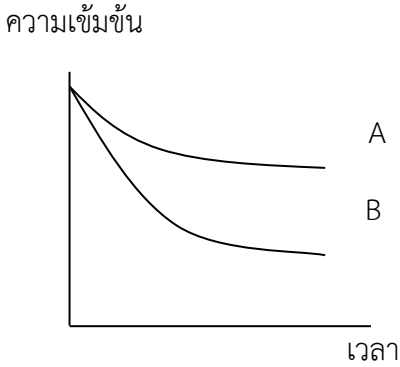
(ถ้า Mg มีมากเกินพอ)



2. สารแต่ละตัวในสมการจะมีอัตราเร็วไม่เท่ากัน เช่น ปฏิกิริยา

$$A + 2B \longrightarrow 3C + 4D$$

ในที่นี้สาร B เกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสาร A เขียนเป็นกราฟแสดงการเกิดปฏิกิริยาได้ดังนี้



แบบฝึกหัด

ข้อที่ 1 สารตั้งต้น A สลายตัวให้ผลิตภัณฑ์ B วัดความเข้มข้นของ A ที่เวลาต่างๆ ได้ผลดังนี้

เวลา (s)	สาร A (mol/dm^3)
0	2.0
100	1.0
200	0.5
300	0.2

ก. อัตราการลดลงของ A เฉลี่ยมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ ..... $mol/dm^3.s$

ข. อัตราการลดลงของ A ในช่วง 100-200 วินาที มีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

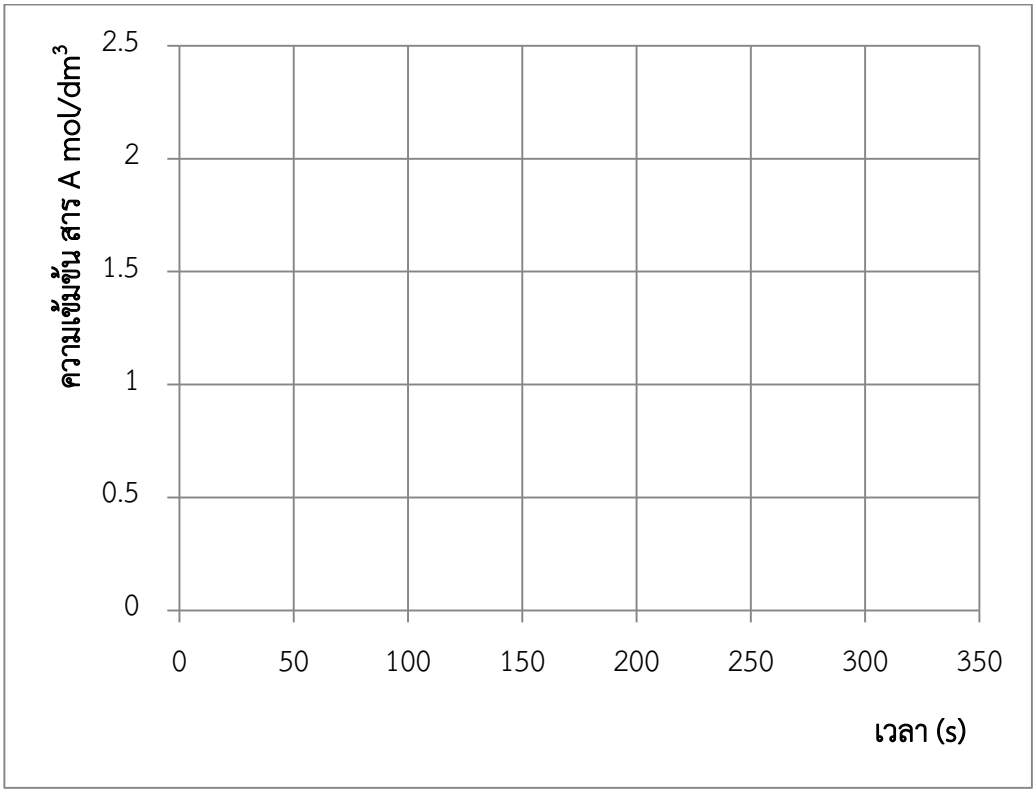
.....

.....

.....

ตอบ ..... $mol/dm^3.s$

ค. อัตราการลดลงของ A ที่ เวลา 150 วินาที



.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ ..... $mol/dm^3.s$

ข้อที่ 2. กำหนดปฏิกิริยาดังสมการ $2C_2H_6 + 7O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 6H_2O$

จงเขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาในเทอมของสารต่างๆ

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 3 กำหนด $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ เมื่อใส่แก๊ส N_2 และ H_2 จำนวนหนึ่งลงในภาชนะให้ทำปฏิกิริยากันในเวลา 4 วินาที เกิดแก๊ส NH_3 34 g (N = 14 , H = 1) จงคำนวณ

ก . อัตราการเกิดแก๊ส NH_3

.....

.....

.....

.....

ตอบ ..... mol/s

ข. อัตราการลดลงของแก๊ส N_2

.....

.....

.....

.....

ตอบ ..... mol/s

ง. อัตราการลดลงของแก๊ส H_2

.....

.....

.....

.....

ตอบ ..... mol/s

ข้อที่ 4 เมื่อใส่แมกนีเซียม (Mg) จำนวน 12 กรัม ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น x mol/dm^3 จะเกิดปฏิกิริยาดังสมการ $Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$ จับเวลาทันทีที่ใส่โลหะแมกนีเซียมลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก หลังจากเวลาผ่านไป 10 นาที พบว่าโลหะแมกนีเซียมยังเหลืออยู่ 6 กรัม (Mg มีมวลอะตอม = 24) จงคำนวณหา

ก. อัตราการลดลงของ Mg

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ ..... mol/min

ข. อัตราการเกิดแก๊ส H_2

.....

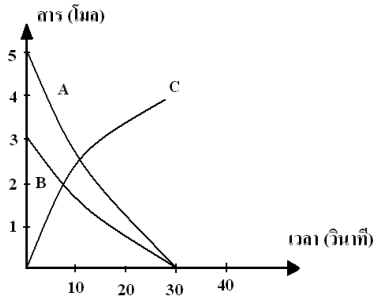
.....

.....

.....

ตอบ ..... mol/min

ข้อที่ 5 กราฟแสดงปฏิกิริยาที่จำนวนโมลกับเวลา



จงตอบคำถามต่อไปนี้

สารตั้งต้นคือ.....

สารผลิตภัณฑ์ คือ.....

สมการเคมี คือ .....

เฉลยแบบฝึกหัด

ข้อที่ 1 สารตั้งต้น A สลายตัวให้ผลิตภัณฑ์ B วัดความเข้มข้นของ A ที่เวลาต่างๆ ได้ผลดังนี้

เวลา (s)	(A) (mol/dm^3)
0	2.0
100	1.0
200	0.5
300	0.2

ก. อัตราการลดลงของ A เฉลี่ยมีค่าเท่าใด

$$\text{อัตราการลดลง A เฉลี่ย} = -\frac{\text{ความเข้มข้นสาร A ที่ลดลงทั้งหมด}}{\text{เวลาทั้งหมด}}$$

$$= -\frac{0.2-2.0\ cm^3}{300-0\ s} = -\frac{(-1.8)\ cm^3}{300.0\ s}$$

$$= 0.006\ cm^3.s$$

ตอบ $6x10^{-3}$ mol/dm^3.s

ข. อัตราการลดลงของ A ในช่วง 100-200 วินาที มีค่าเท่าใด

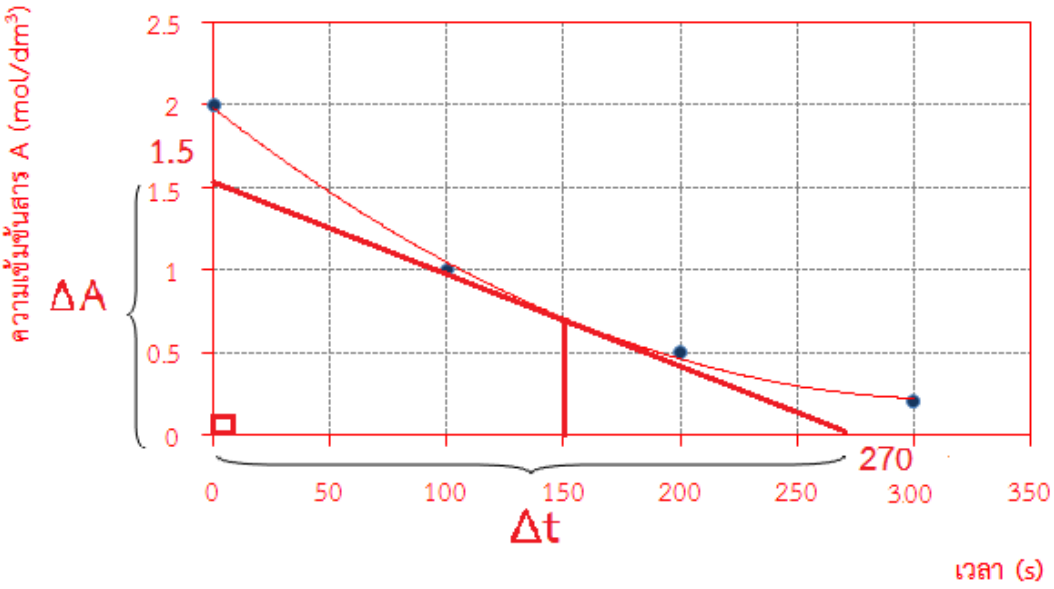
$$\text{อัตราการลดลง A ในช่วง 100-200 s} = -\frac{\text{ความเข้มข้นสาร A ที่ลดลงในช่วง 100-200 s}}{\text{เวลาทั้งหมด}}$$

$$= -\frac{0.5-1.0\ cm^3}{200-100\ s} = -\frac{(-0.5)\ cm^3}{100.0\ s}$$

$$= 0.005\ cm^3.s$$

ตอบ $5x10^{-3}$ mol/dm^3.s

ค. อัตราการลดลงของ A ที่ เวลา 150 วินาที



อัตราการการลดลงของ A ที่ เวลา 150 วินาที $= -\frac{\Delta A}{\Delta t}$

$= -\frac{0\text{-}1.5 \text{ mol/dm}^3}{270 - 0 \text{ s}}$

$= -\frac{(-1.5) \text{ mol/dm}^3}{270.0 \text{ s}}$

$= 0.0056 \text{ mol/dm}^3\text{.s}$

ตอบ 5.6×10^{-3} mol/dm^3.s

ข้อที่ 2. กำหนดปฏิกิริยาดังสมการ $2C_2H_6 + 7O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 6H_2O$

จงเขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาในเทอมของสารต่างๆ

อัตราการเกิดปฏิกิริยา $= \frac{1}{2}$ อัตราการลดลงของ $C_2H_4 = \frac{1}{7}$ อัตราการลดลงของ O_2

$= \frac{1}{4}$ อัตราการเกิดของ $CO_2 = \frac{1}{6}$ อัตราการเกิดของ H_2O

ข้อที่ 3 กำหนด $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ เมื่อใส่แก๊ส N_2 และ H_2 จำนวนหนึ่งลงในภาชนะให้ทำปฏิกิริยากันในเวลา 4 วินาที เกิดแก๊ส NH_3 34 g (N = 14 , H = 1) จงคำนวณ

ก . อัตราการเกิดแก๊ส NH_3

$\text{mol } NH_3 = 34 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{17 \text{ g}} = 2 \text{ mol}$

$\text{อัตราการเกิด } NH_3 = \frac{\text{ปริมาณ } NH_3 \text{ ที่เกิดขึ้น}}{\text{เวลา}}$

$= \frac{2 \text{ mol}}{4 \text{ s}} = 0.5 \text{ mol/s}$

ตอบ 0.5 mol/s

ข. อัตราการลดลงของแก๊ส N_2

อัตราการลดลงของแก๊ส $N_2 = \frac{1}{2}$ อัตราการเกิดของ NH_3

$= \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ mol/s} = 0.25 \text{ mol/s}$

ตอบ 0.25 mol/s

ค. อัตราการลดลงของแก๊ส H_2

$\frac{1}{3}$ อัตราการลดลงของแก๊ส $H_2 = \frac{1}{2}$ อัตราการเกิดของ NH_3

$= 3 \times \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ mol/s}$

$= 0.75 \text{ mol/s}$

ตอบ 0.75 mol/s

ข้อที่ 4 เมื่อใส่แมกนีเซียม (Mg) จำนวน 12 กรัม ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น x mol/dm^3 จะเกิดปฏิกิริยาดังสมการ $Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$ จับเวลาทันทีที่ใส่โลหะแมกนีเซียมลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก หลังจากเวลาผ่านไป 10 นาที พบว่าโลหะแมกนีเซียมยังเหลืออยู่ 6 กรัม (Mg มีมวลอะตอม = 24) จงคำนวณหา

ก. อัตราการลดลงของ Mg

แมกนีเซียมที่เกิดปฏิกิริยา = 12 – 6 g = 6 g

$$\text{mol Mg} = 6\text{ g} \times \frac{1\text{ mol}}{24\text{ g}} = 0.25\text{ mol}$$

$$\text{อัตราการลดลงของ Mg} = \frac{\text{ปริมาณ Mg ที่ลดลง}}{\text{เวลา}}$$

$$= \frac{0.25\text{ mol}}{10\text{ min}}$$

$$= 0.025\text{ mol/min}$$

ตอบ 0.025 mol/min

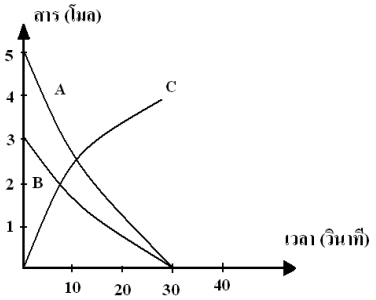
ข. อัตราการเกิดแก๊ส H_2

อัตราการเกิดของแก๊ส H_2 = อัตราการลดลงของ Mg

= 0.025 mol/min

ตอบ 0.025 mol/min

ข้อที่ 5 กราฟแสดงปฏิกิริยาที่จำนวนโมลกับเวลา



จงตอบคำถามต่อไปนี้

สารตั้งต้นคือ A และ B

สารผลิตภัณฑ์ คือ C

สมการเคมี คือ $5A + 3B \longrightarrow 4C$

แบบบันทึกการเรียนรู้หลังเรียน

1. นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนยังสงสัยในเรื่องใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 15 นาที

2. ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ

1. จากปฏิกิริยา $NaHCO_3(s) + CH_3COOH(aq) \longrightarrow CH_3COONa\ (aq) + H_2O\ (l) + CO_2\ (g)$ **วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาด้วยวิธีใดสะดวกที่สุด**

ก. วัดปริมาตรของ CO_2 ที่เกิดขึ้นต่อเวลา

ข. วัดความเข้มข้นของ CH_3COOH ที่ลดลงต่อเวลา

ค. วัดความเข้มข้นของ CH_3COONa ที่เกิดขึ้นต่อเวลา

ง. วัดมวลของ $NaHCO_3$ ที่ลดลงต่อเวลา

2. **อัตราการเกิดปฏิกิริยาหาได้จากความสัมพันธ์ใด**

ก. ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงต่อหนึ่งหน่ายเวลา

ข. ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลา

ค. ปริมาณสารตั้งต้นที่เหลืออยู่ต่อหนึ่งหน่วยเวลา

ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถาม ข้อ 3-5

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สลายตัวได้น้ำและแก๊สออกซิเจนดังสมการ

$H_2O_2(aq) \longrightarrow H_2O(l) + O_2(g)$

วัดปริมาณแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้น ณ เวลาต่างๆ แล้วบันทึกข้อมูลได้ดังนี้

ปริมาตร O_2	1	2	3	4	5	6
เวลา (s)	4	12	21	32	51	66

3. **อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจนเฉลี่ย มีค่าเท่าใด**

ก. 1/10 cm^3/s ข. 1/11 cm^3/s

ค. 1/12 cm^3/s ง. 1/13 cm^3/s

4. อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจนในช่วงปริมาตร 3-4 cm^3 มีค่าเท่าใด

ก. 1/10 cm^3/s ข. 1/11 cm^3/s

ค. 1/12 cm^3/s ง. 1/13 cm^3/s

5. อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจนในช่วงปริมาตร 1-2 cm^3 มีค่าเท่าใด

ก. 1/4 cm^3/s ข. 1/6 cm^3/s

ค. 1/8 cm^3/s ง. 1/10 cm^3/s

6. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้ $2Al + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$ ผลการทดลองพบว่าในเวลา 10 นาที ใช้ Al หมดไป 27 กรัม อัตราการเกิด H_2 มีค่าเท่าใด ในหน่วยโมล/นาที (มวลอะตอม Al = 27)

ก 0.050 โมล/นาที ข. 0.075 โมล/นาที

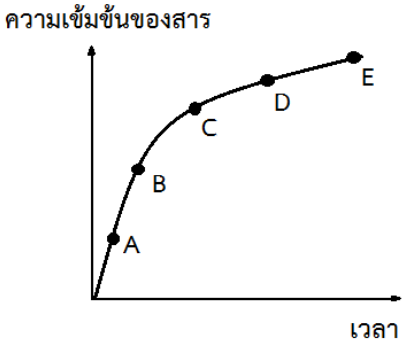
ค. 0.100 โมล/นาที ง. 0.150 โมล/นาที

7. ก๊าซ NO_2 สลายตัวตามสมการ $2NO_2(g) \rightarrow 2NO(g) + O_2(g)$ ถ้าอัตราการสลายตัวของ $NO_2(g)$ เท่ากับ 4.4×10^{-5} $mol.dm^{-3}.s^{-1}$ อัตราการเกิด $O_2(g)$ จะเป็นเท่าใด

ก. 1.1×10^{-5} ข. 2.2×10^{-5}

ค. 4.4×10^{-5} ง. 8.8×10^{-5}

8. จากปฏิกิริยา X + Y $\rightarrow$ Z ถ้าจับเวลาและความเข้มข้นสาร Z ที่เกิดขึ้น ได้ผลดังกราฟ

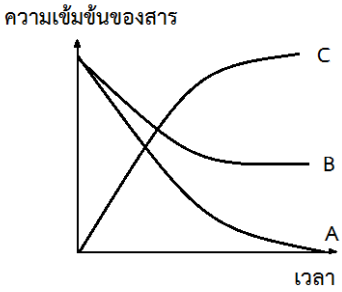


จากกราฟช่วงใดที่แสดงให้เห็นว่าเกิดสาร Z ขึ้นในอัตราที่เร็วที่สุด

ก AB ข. BC

ค. CD ง. DE

9. กราฟแสดงความเข้มข้นของสาร A B และ C ตามเวลาที่ผ่านไปของปฏิกิริยาปรากฏดังกราฟ

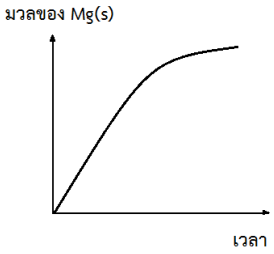


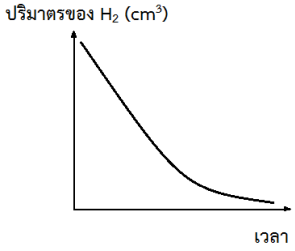
การเปลี่ยนแปลงสารเป็นไปตามสมการในข้อใด

ก. $2A + B \longrightarrow 2C$ ข. $A + B \longrightarrow 2C$

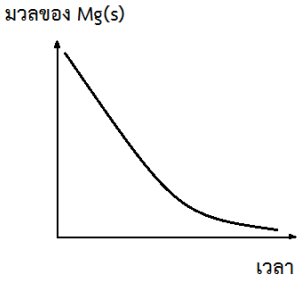
ค. $C \longrightarrow 2A + B$ ง. $A + 2B \longrightarrow 2C$

10. จากการทดลองนำโลหะแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ได้ข้อสรุปว่า อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนตอนเริ่มต้นเร็วและค่อยๆ ช้าลง ตามลำดับกราฟในข้อใดมีความหมายตามข้อสรุปดังกล่าว

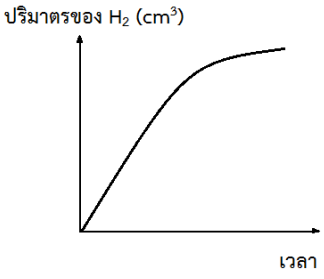




ค.



ง.



กระดาษคำตอบ

แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ความหมายอัตราการเกิดปฏิกิริยา

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่ .....

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

คะแนน	หลังเรียน
คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน

ก่อนเรียน

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

หลังเรียน

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

กิจกรรม 1.5 อัตราการเกิดปฏิกิริยาในชีวิตประจำวัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบการทดลองการศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

ปฏิกิริยาเคมีที่ศึกษา

.....

สารที่จะวัด .....

วิธีทำการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ทำได้.....เก่งจัง

แนวตำตอบกิจกรรม 1.5 อัตราการเกิดปฏิกิริยาในชีวิตประจำวัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบการทดลองการศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

ปฏิกิริยาเคมีที่ศึกษา

ปฏิกิริยาระหว่างเศษกระเบื้องกับน้ำยาล้างห้องน้ำซึ่งเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

$CaCO_3(s) + HCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

สารที่จะวัด แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

วิธีทำการทดลอง

1. นำเศษกระเบื้อง มวล 5 กรัม ใส่ในชุดทดลอง
2. เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 3 cm^3 รีบปิดฝาขวดชุดทดลอง
3. ให้เริ่มจับเวลาเมื่อก้านกระบอกฉีดยาอยู่ตรงตำแหน่งขีดที่ 1 cm^3 ซึ่งถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นและจับเวลาทุกระยะที่ก้านกระบอกฉีดยาดันขึ้น 1 cm^3 จนถึงตำแหน่งขีดที่ 10 cm^3 บันทึกผล
4. ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 1-3 อีก 2 ครั้ง

ชุดทดลอง

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 3* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *คู่มือครูวิชาเคมี เล่ม 3* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์ และคณิตา ตังคณานุรัก. (2548). *เคมีพื้นฐานและเพิ่มเติมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 3.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด.

พุทธบุตร หนูยัง (2556). *มันสำปะหลังเชื่อม.* เข้าถึงได้จาก https://www.pim.in.th/thai-dessert/644-cassova

ภานุวัฒน์ จ้อยกลัด และอมร พิมานมาศ. (2558). *การออกแบบอาคารต้านอัคคีภัย.* เข้าถึงได้จาก http://eitprblog.blogspot.com/2015/03/1_30.html

ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ และประดับ นาคแก้ว. (2553). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *สนิมเกิดจากอะไรและมีวิธีป้องกันอย่างไร. เข้าถึงได้จาก* http://www.scimath.org/article-science/item/4742-2015-04-21-01-43-49

สุวัฒน์ ธาดาวุธ. (2558). *My Chemistry.* นนทบุรี: ธิงค์ บียอนด์ บุ๊ค จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2558). *อย.เผยข้อเท็จจริง กรณีข่าวส่งต่อในโลกออนไลน์ น้ำแข็งผสมฟอร์มาลิน และน้ำใส่คลอรีน.* เข้าถึงได้จากhttp://pr.moph.go.th/iprg/include/admin_hotnew/show_hotnew.php?idHot_new=72222

สำราญ พฤกษ์สุนทร. (2549). *คัมภีร์เคมี ม.4-5-6 Entrance A-NET ฉบับสมบูรณ์.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด.

RAYMOND, C. (2551). *เคมี เล่ม 1 CHEMISTRY 9/e.* (ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย, ยุทธนา ตันติรุ่งโรจน์ชัย, ทินกร เตียนสิงห์ และพรสวรรค์ อมรศักดิ์ชัย, แปล). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แมคกรอ-ฮิล.

_____ (2558). *5 สถานที่ชมเทศการดอกไม้ไฟแถบคันไซ.* เข้าถึงได้จาก : http://www.marumura.com/kansai-fireworks/.

ภาคผนวก

การสร้างชุดทดลอง

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
อุปกรณ์	
ชุดทดลอง ประกอบด้วย	
- กระบอกฉีดยา ขนาด 10 cm^3	1 อัน
- ขวดขนาด 30 cm^3	1 ขวด
กาวร้อน	

1. นำฝาขวดมาเจาะรู

2. ต่อฝาขวดเข้ากับกระบอกฉีดยาโดยทากาวร้อนตรงรูแล้วเสียบกระบอกฉีดยาใส่ตั้งให้ตรง
3. ประกอบชุดทดลอง