

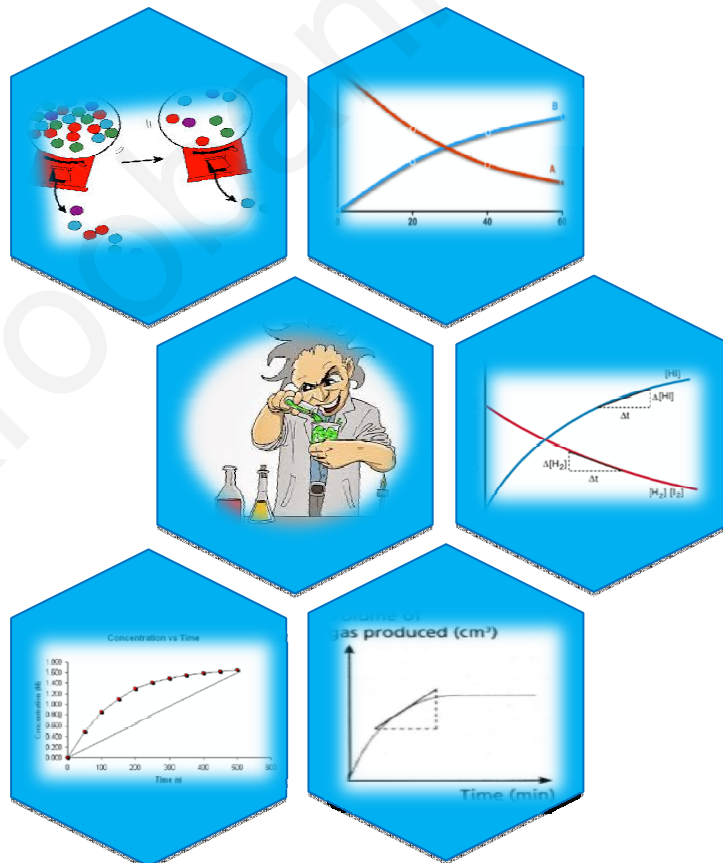
ชุดการทดลองเคมี 3

เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา



พัชร ลิ้มสุวรรณ

โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11

คำนำ

ชุดการสอนนี้ เป็นสื่อการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประกอบในการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว30223 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ซึ่งมีเนื้อหาสาระที่นักเรียนสามารถศึกษา ค้นคว้า สร้างองค์ความรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองจากกิจกรรมที่กำหนดไว้ และนักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมได้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ตลอดจนการนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น สำหรับชุดการสอนชุดนี้เป็นชุดการสอน ชุดที่ 2 คำนวนอัตราการเกิดปฏิกิริยา ประกอบด้วย 2 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 2.1 หาอัตราการเกิดปฏิกิริยา

กิจกรรมที่ 2.2 รู้เฟื่องเรื่องอัตรา

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดการสอนนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา ค้นคว้า อย่างเป็นระบบ ต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาตนเองให้เกิดการเรียนรู้ได้เต็มศักยภาพต่อไป

พัชรี ลิ้มสุวรรณ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ.....	ข
บทบาทของนักเรียน.....	1
แนวทางการใช้ชุดการสอนสำหรับนักเรียน.....	2
ขั้นตอนการศึกษา.....	3
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน.....	4
ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้.....	5
ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดการสอน.....	6
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	7
บัตรเนื้อหาที่ 2 หอไตรการเกิดปฏิกิริยา.....	12
บัตรกิจกรรมที่ 2.1 หอไตรการเกิดปฏิกิริยา.....	17
แบบบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.1.....	19
บัตรกิจกรรมที่ 2.2 รู้เฟื่องเรื่องอตรา.....	21
แบบฝึกหัด.....	23
แบบทดสอบหลังเรียน	27
บรรณานุกรม	32
ภาคผนวก	33
แบบบันทึกการทดสอบ	34
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน.....	35
เฉลยกิจกรรมที่ 2.1	36
เฉลยกิจกรรมที่ 2.2	42
เฉลยแบบฝึกหัด.....	43
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	47



บทบาทของนักเรียน

นักเรียน

นักเรียนในแต่ละกลุ่มเลือกประธานและเลขานุการกลุ่ม

ประธานกลุ่ม มีหน้าที่

1. อ่านบัตรกิจกรรมให้สมาชิกในกลุ่มรับทราบ
2. เป็นผู้นำในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ
3. ควบคุมดูแลการปฏิบัติกิจกรรมภายในกลุ่ม
4. ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ให้เรียบร้อยก่อนและหลังปฏิบัติกิจกรรม
5. เป็นผู้ประสานงานกับครูและสมาชิกเมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัย

เลขานุการกลุ่ม มีหน้าที่

1. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม
2. เป็นผู้นำเสนอผลการอภิปรายกลุ่ม

สมาชิกในกลุ่ม มีหน้าที่

1. ปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจและให้ทันตามเวลาที่กำหนด
2. ตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ การทำแบบฝึกหัด ในชุดการสอนอย่างเต็มความสามารถ
3. ช่วยกันเก็บวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เรียบร้อยเมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จสิ้นทุกครั้ง
4. ใช้ชุดการสอนอย่างระมัดระวังและไม่ขีดเขียนข้อความลงในชุดการสอน





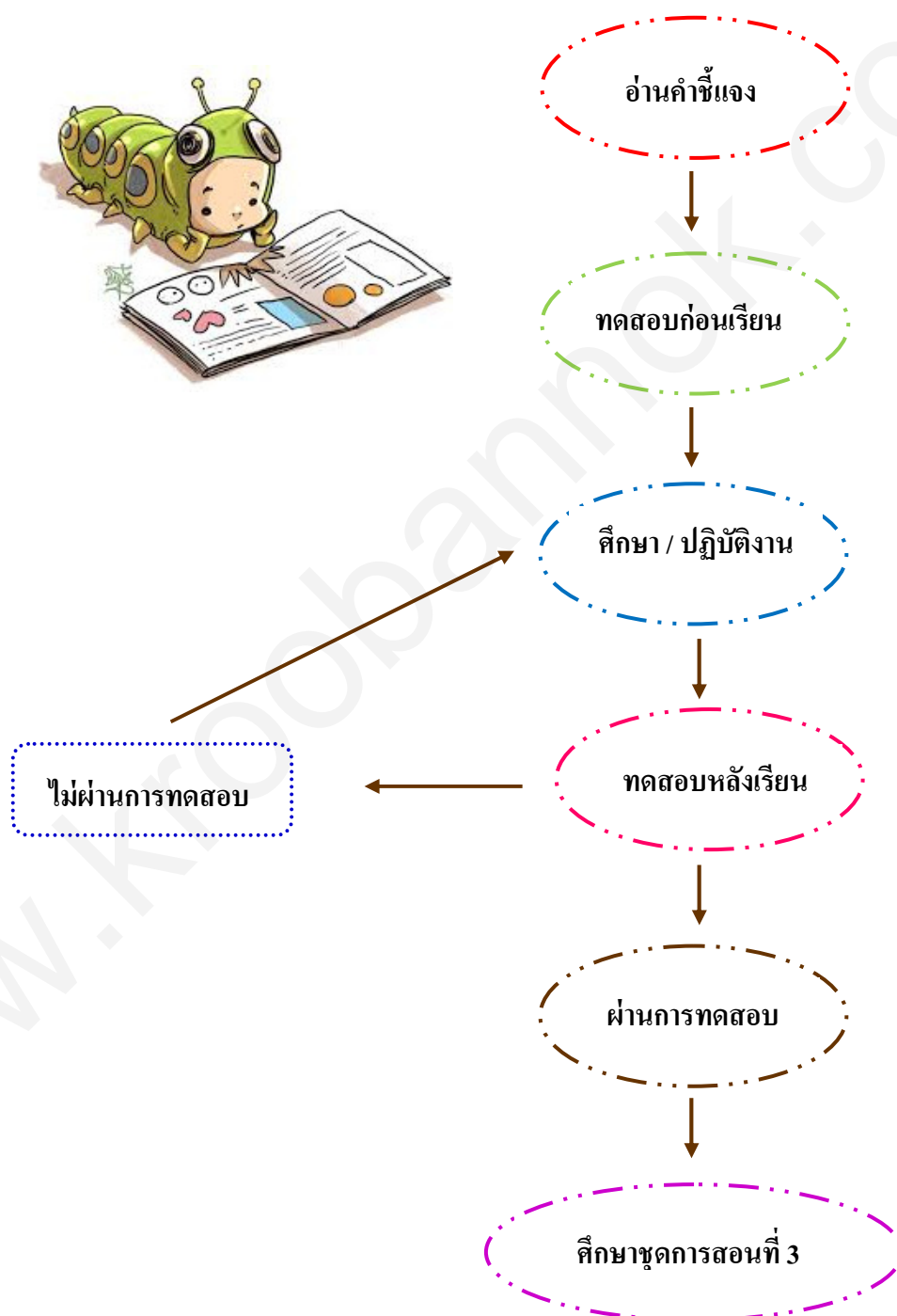
แนวทางการใช้ชุดการสอนสำหรับนักเรียน

คำชี้แจง

1. ชุดการสอน ชุดที่ 2 จำนวนอัตราการเกิดปฏิกิริยา ประกอบด้วย
 - 1.1 บัตรกิจกรรม
 - กิจกรรมที่ 2.1 หาอัตราการเกิดปฏิกิริยา
 - กิจกรรมที่ 2.2 รู้เฟื่องเรื่องอัตรา
 - 1.2 บัตรเนื้อหา
 - เนื้อหาที่ 2.1 หาอัตราการเกิดปฏิกิริยา
 - 1.3 แบบฝึกหัด อัตราการเกิดปฏิกิริยา
 - 1.4 แบบทดสอบ หาอัตราการเกิดปฏิกิริยา
 - แบบทดสอบก่อนเรียน
 - แบบทดสอบหลังเรียน
2. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของชุดการสอนก่อนใช้
3. ศึกษาผลการเรียนรู้และจุดประสงค์ของชุดการสอน ก่อนจะเริ่มศึกษาหาความรู้ในลำดับต่อไป
4. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที
5. ศึกษาหาความรู้ในชุดการสอน ตามลำดับที่จัดไว้ ด้วยความเอาใจใส่
6. ตรวจสอบความถูกต้องจากเฉลย หลังจากทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมในชุดการสอนเสร็จ
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที
8. ในกรณีที่นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ไม่ถึง 7 ข้อ ให้นักเรียนกลับไปศึกษาชุดการสอนชุดนี้อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้เวลานานอกเหนือคาบเรียน แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนใหม่จนกว่าจะได้คะแนนผ่านเกณฑ์การประเมิน
9. นักเรียนสามารถขอคำแนะนำจากครูได้ตลอดเวลา เมื่อเกิดข้อสงสัย



ขั้นตอนการศึกษา





คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

ชุดที่ 2 คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา

เวลา 2 ชั่วโมง

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนชุดที่ 2 คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา ก่อนศึกษาหาความรู้โดยใช้ชุดการสอน จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที เพื่อประเมินความรู้เดิมและใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาตนเอง แล้วบันทึกคะแนนที่ได้ลงในแบบบันทึกผลการประเมินด้านความรู้
2. ศึกษาหาความรู้ ด้วยชุดการสอนตามลำดับที่จัดเรียงไว้
3. ในการปฏิบัติกิจกรรมขอให้นักเรียนทำด้วยความตั้งใจให้ความร่วมมือและมีความซื่อสัตย์
4. ตรวจสอบความถูกต้องของการปฏิบัติกิจกรรม
5. ทำแบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 2 คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา หลังศึกษาหาความรู้โดยใช้ชุดการสอน จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที เพื่อประเมินผลการพัฒนาตนเองบันทึกคะแนนที่ได้ในแบบบันทึกผลการประเมินด้านความรู้





ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำแนกประเภทของอัตราการเกิดปฏิกิริยา คำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งได้

จุดประสงค์การเรียนรู้



1. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย และ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่งได้
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาได้
3. คำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง จากกราฟและสมการได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชันกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารที่ปรากฏในกราฟได้

พร้อมแล้วเริ่มต้นเรียน

กันเถอะ... !!!





ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดการสอน

ชุดที่ 2 **คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา**

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ตรวจคำตอบโดยรับบัตรเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน บันทึกผลการทดสอบ
3. เลือกประธาน 1 คน เลขานุการ 1 คน
4. ศึกษาบัตรเนื้อหาที่ 2 : หาอัตราการเกิดปฏิกิริยา
5. ปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.1 : หาอัตราการเกิดปฏิกิริยา แล้วนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน
5. ปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.2 : รู้เฟื่องเรื่องอัตรา
6. ทำแบบฝึกหัด
8. รับบัตรเฉลยแบบฝึกหัดจากครู เพื่อตรวจสอบความถูกต้องถ้ามีข้อผิดให้แก้ไขให้ถูกต้อง
9. ทำแบบทดสอบหลังเรียน



แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง **คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา**



คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องตัวเลือก 1 2 3 และ 4 ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวในกระดาษคำตอบ

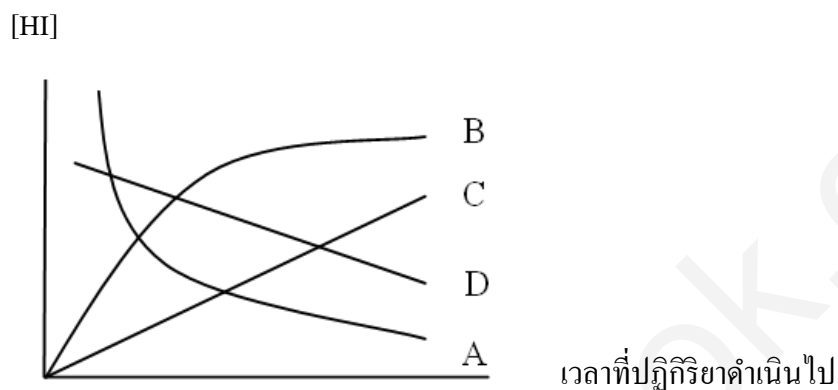
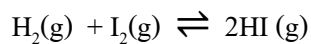
คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1 – 2

สาร A กับ สาร B ทำปฏิกิริยากันดังสมการ $A(aq) + B(aq) \rightarrow 2C(aq)$ เมื่อใช้สารละลาย A เข้มข้น 0.2 mol/dm^3 จำนวน 3 cm^3 ผสมกับสารละลาย B เข้มข้น 0.2 mol/dm^3 จำนวน 3 cm^3 แล้วจับเวลาทันทีที่สารละลายผสมกัน หลังจากเวลาผ่านไป 10 วินาที นำสารละลายไปวิเคราะห์หาจำนวนโมลของสาร C ทันที ปรากฏว่ามีสาร C เกิดขึ้น 2.3×10^{-4} โมล

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีค่าเท่าใด
 1. อัตราการลดลงของสาร A = 0.19×10^{-2} โมลต่อลิตร วินาที
 2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = 1.92×10^{-2} โมลต่อลิตร วินาที
 3. $\frac{\text{ความเข้มข้นของสาร C ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยา}}{\text{เวลา}} = 2.3 \times 10^{-5}$ โมลต่อลิตร วินาที
 4. $\frac{\text{ความเข้มข้นของสาร A ที่ลดลงเนื่องจากปฏิกิริยา}}{\text{เวลา}} = 3.8 \times 10^{-5}$ โมลต่อลิตร วินาที
2. หลังจากปฏิกิริยาดำเนินไปได้ 10 วินาที ความเข้มข้นของสาร B ในหลอดทดลองเป็นเท่าใด
 1. 0.193 mol/l
 2. 0.181 mol/l
 3. $8.10 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$
 4. $9.81 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$

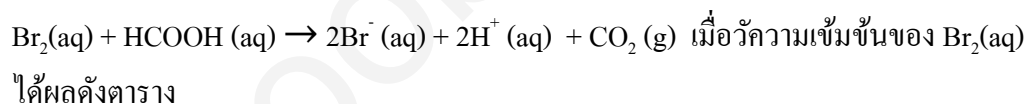


3. กราฟในข้อใดแทนความสัมพันธ์ระหว่าง [HI] กับ เวลาที่ปฏิกิริยาดำเนินไปของปฏิกิริยา



1. A
2. B
3. C
4. D

4. ที่อุณหภูมิ 25 °C โบรมีนทำปฏิกิริยากับกรดฟอร์มิกดังสมการ



เวลา(s)	0	10	20	30	40
$[\text{Br}_2] \text{ M}$	0.100	0.070	0.050	0.010	0.003

อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่วินาทีที่ 15 มีค่าเท่าใด

1. 0.020 Ms^{-1}
2. $2.00 \times 10^{-3} \text{ Ms}^{-1}$
3. $2.45 \times 10^{-3} \text{ Ms}^{-1}$
4. $3.0 \times 10^{-3} \text{ Ms}^{-1}$



5. หลอดทดลอง A และ B ซึ่งบรรจุสารละลายดังนี้ กรดออกซาลิก 0.5 mol/dm^3 2 cm^3 กรดซัลฟูริก 1.0 mol/dm^3 1 cm^3 โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.05 mol/dm^3 2 cm^3 โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิแตกต่างกัน คือ หลอด A ที่ 40°C หลอด B ที่ 60°C พบว่าภายในเวลา 1800 วินาที สารละลายในหลอด A จะเปลี่ยนแปลงเป็นไม่มีสี และสีของสารละลาย ในหลอด B จะหายไปภายในเวลาที่เร็วกว่าหลอด A 1200 วินาที จงหาว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาในหลอด B เป็นกี่เท่าของอัตราการเกิดปฏิกิริยาในหลอด A

1. 3.0
2. 2.5
3. 1.5
4. 0.33

6. เมื่อนำแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) มาทำปฏิกิริยากับแก๊สคลอรีน (Cl_2) ทำให้ได้แก๊สไนโตรซิลคลอไรด์ (NOCl) ถ้าความเข้มข้นของแก๊สไนโตรซิลคลอไรด์เพิ่มขึ้นด้วยอัตรา $0.030 \text{ mol/dm}^3 \text{ s}$ อัตราการหายไปของแก๊สคลอรีน ณ ช่วงเวลาเดียวกันมีค่าเท่าไร

1. $0.015 \text{ mol/dm}^3 \text{ s}$
2. $0.030 \text{ mol/dm}^3 \text{ s}$
3. $0.060 \text{ mol/dm}^3 \text{ s}$
4. $0.010 \text{ mol/dm}^3 \text{ s}$



7. ในการทดลองวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะอะลูมิเนียมกับสารละลายไฮโดรคลอริกโดยจับเวลา ที่เก็บแก๊สได้ทุกๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา แล้วหาค่าความชันของกราฟ ณ เวลา 50 , 100 ,150 ,200 และ 300 วินาที ถ้าผลการทดลองถูกต้อง ความชันของกราฟ ณ เวลาใดที่สูงที่สุด

1. 50 วินาที
2. 150 วินาที
3. 200 วินาที
4. 300 วินาที

8. ในการทดลองเพื่อหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี $A(aq) + B(aq) \rightarrow C(aq)$ ได้ข้อมูลดังนี้

การทดลองที่	[A] (mol/dm ³)	[B] (mol/dm ³)	อัตราการเกิดปฏิกิริยา (mol/dm ³ min)
1	1.0	1.0	0.15
2	2.0	1.0	0.30
3	3.0	1.0	0.45
4	1.0	2.0	0.15
5	1.0	3.0	?

ข้อความต่อไปนี้ข้อใดผิด

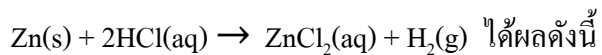
1. ในการทดลองที่ 5 อัตราการเกิดปฏิกิริยา = 0.15 mol/dm³ min
2. ถ้าอัตราการเกิดปฏิกิริยา = k[A] จะได้ k = 0.15 min⁻¹
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นสัดส่วน โดยตรงกับ [B]
4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นสัดส่วน โดยตรงกับ [A]

9. จากปฏิกิริยา $2A \rightarrow 3B$ ถ้าความเข้มข้นของ A ลดลงจาก 0.568 M เป็น 0.552 M ในช่วงเวลา 2.50 นาที จงคำนวณหาอัตราการเกิดสาร B

1. 1.07×10^{-4} M/s
2. 1.60×10^{-4} M/s
3. 3.55×10^{-5} M/s
4. 11×10^{-5} M/s



10. จากการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Zn(s) กับ HCl(aq) ตามสมการ



ปริมาณแก๊ส H_2 (cm^3)	เวลา (s)
1	20
2	30
3	50
4	70
5	100

ผลสรุปจากการทดลองข้อใดถูกต้อง

1. อัตราการเกิด H_2 เฉลี่ย มีค่ามากกว่าอัตราการเกิด H_2 ที่ปริมาตรระหว่าง 4 - 5
2. อัตราการเกิด H_2 เฉลี่ย มีค่ามากกว่าอัตราการเกิด H_2 ที่ปริมาตรระหว่าง 1 - 2
3. อัตราการเกิด H_2 ที่ปริมาตรระหว่าง 4 - 5 cm^3 มีค่าเท่ากับที่ปริมาตรระหว่าง 3 - 4
4. อัตราการเกิด H_2 ที่ปริมาตรระหว่าง 2 - 3 cm^3 มีค่าน้อยกว่าที่ปริมาตรระหว่าง 3 - 4



เป็นอย่างไรบ้าง
ทำถูกกี่ข้อเอ่ย

บัตรเนื้อหาที่ 2.1

หาอัตราการเกิดปฏิกิริยา



❖ ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยา

อัตราการเกิดปฏิกิริยา หมายถึง ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงไปในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งสามารถหาได้จาก การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้น และ สารผลิตภัณฑ์

$$\begin{aligned}\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} &= \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงไป}}{\text{เวลา}} \\ &= \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลา}} \\ &= \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลา}}\end{aligned}$$

❖ ประเภทของอัตราการเกิดปฏิกิริยา

ประเภทของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. **อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย (Average rate)** หมายถึง ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงหรือ ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นปฏิกิริยาจนถึงสิ้นสุดการเกิดปฏิกิริยา ในเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา มีได้ค่าเดียว

$$\begin{aligned}\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} &= \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลา}} \\ &= \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลา}}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 1 การสลายตัวของ N_2O_5 ดังสมการ $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ มีดังนี้

เวลา (s)	$[\text{N}_2\text{O}_5]$ (mol/dm^3)
0	1.4
200	1.24
400	1.1
600	0.98
800	0.87
1000	0.78

จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยของปฏิกิริยานี้

วิธีทำ จากสูตร อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = $\frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลา}}$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} &= \frac{1}{2} \frac{0.78 - 1.40}{1000} \text{ Ms}^{-1} \\ &= -3.10 \times 10^{-4} \text{ Ms}^{-1} \end{aligned}$$

ตอบ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย $3.10 \times 10^{-4} \text{ Ms}^{-1}$

ตัวอย่างที่ 2 ปฏิกิริยา $\text{Mg}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ เมื่อทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ได้ข้อมูลดังนี้

$\text{H}_2(\text{cm}^3)$	1	2	3	4	5	6
เวลา (s)	20	42	65	86	109	184

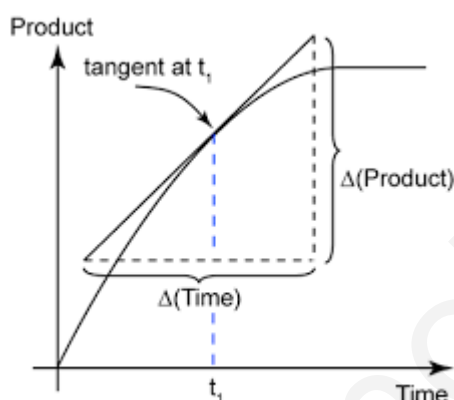
จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยของปฏิกิริยานี้

วิธีทำ จากสูตร อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = $\frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลา}}$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} &= \frac{6}{184} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1} \\ &= 0.03 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

ตอบ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย $0.03 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง (Instantaneous rate) หมายถึง ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง ณ ขณะใดขณะหนึ่ง หรือ ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ณ ขณะใดขณะหนึ่ง ต่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาในช่วงนั้น ซึ่งหาได้จากความชัน (slope) ของกราฟ



รูปที่ 1 การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใด ขณะหนึ่ง

ที่มา : mind42.com วันที่สืบค้น 15 มีนาคม 2557

อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง มี 2 ชนิด คือ

1) อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เช่น ระหว่างช่วงเวลา 250 - 400 วินาที หาได้จาก ความชัน (slope) ของกราฟโดยลากเส้นเชื่อมต่อระหว่างเวลา 400 - 250 (ตัวอย่างที่ 3)

2) อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ จุดใดจุดหนึ่ง เช่น ณ เวลา 300 วินาที หาได้โดยลากเส้นขนานกับแกน y จากจุด 300 วินาที ขึ้นไปตัดกราฟที่จุด A หลังจากนั้นลากเส้นสัมผัสให้ผ่านจุด A แล้วหาค่าความชันที่จุด A ค่าความชันก็คือ ค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ เวลานั้น (ตัวอย่างที่ 4)

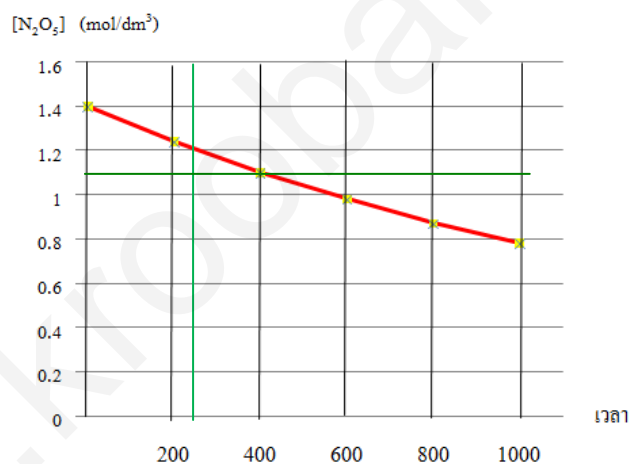
ตัวอย่างที่ 3 การสลายตัวของ N_2O_5 ดังสมการ $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ มีดังนี้

เวลา (s)	$[\text{N}_2\text{O}_5]$ (mol/dm^3)
0	1.40
200	1.24
400	1.10
600	0.98
800	0.87
1000	0.78

จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ 250 - 400 s

วิธีทำ

เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $[\text{N}_2\text{O}_5]$ กับเวลา ได้ดังนี้



จุดตัดที่แกน x และ แกน y คือ (400 , 1.10) และ (250 , 1.20)

$$\begin{aligned}
 \text{จากกราฟ ความชัน} &= \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} \\
 &= \frac{1.10 - 1.20}{400 - 250} \text{ Ms}^{-1} \\
 &= -6.67 \times 10^{-4} \text{ Ms}^{-1}
 \end{aligned}$$

ตอบ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ 250 - 400 s = $3.34 \times 10^{-4} \text{ Ms}^{-1}$

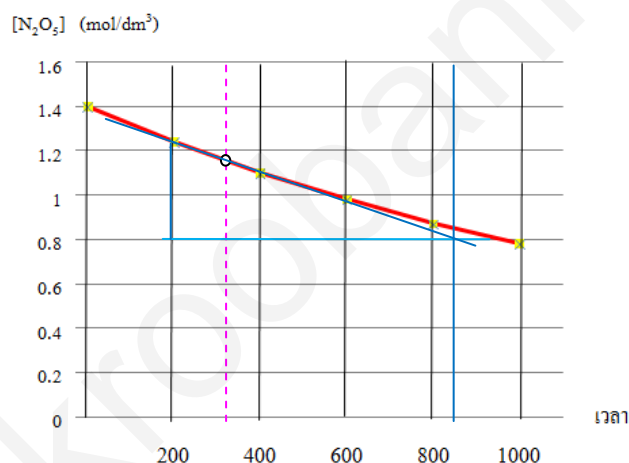
ตัวอย่างที่ 4 การสลายตัวของ N_2O_5 ดังสมการ $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ มีดังนี้

เวลา (s)	$[\text{N}_2\text{O}_5]$ (mol/dm^3)
0	1.40
200	1.24
400	1.10
600	0.98
800	0.87
1000	0.78

จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 300

วิธีทำ

เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $[\text{N}_2\text{O}_5]$ กับเวลา ได้ดังนี้



จุดตัดที่แกน x และ แกน y คือ (850 , 0.80) และ (200 , 1.24)

$$\begin{aligned}
 \text{จากกราฟ ความชัน} &= \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} \\
 &= - \frac{0.80 - 1.24}{850 - 200} \text{ Ms}^{-1} \\
 &= - 6.77 \times 10^{-4} \text{ Ms}^{-1}
 \end{aligned}$$

ตอบ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 300 = $3.39 \times 10^{-4} \text{ Ms}^{-1}$



บัตรกิจกรรมที่ 2.1



เรื่อง หาอัตราการเกิดปฏิกิริยา

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาได้
2. คำนวณคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง จากกราฟและสมการได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชันกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารที่ปรากฏในกราฟได้

คำชี้แจง

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน 10 กลุ่ม เลือกประธานและเลขานุการ
2. นักเรียนศึกษาบัตรเนื้อหา เรื่อง การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา
3. เขียนกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $[N_2O_5]$ กับ เวลา โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel (ใช้ข้อมูลการสลายตัวของ N_2O_5 จากตารางที่ 1)
4. คำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย และ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่งดังต่อไปนี้
กลุ่มที่ 1-2 ช่วงเวลา 0 - 100 s และ วินาทีที่ 150
กลุ่มที่ 2-4 ช่วงเวลา 100 - 200 s และ วินาทีที่ 250
กลุ่มที่ 4-6 ช่วงเวลา 200 - 300 s และ วินาทีที่ 350
กลุ่มที่ 6-8 ช่วงเวลา 300 - 400 s และ วินาทีที่ 450
กลุ่มที่ 9-10 ช่วงเวลา 400 - 500 s และ วินาทีที่ 550
5. ให้แต่ละกลุ่ม ส่งตัวแทน นำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
6. ตอบคำถามหลังปฏิบัติกิจกรรม

อุปกรณ์

1. ตารางที่ 1 แสดงการสลายตัวของ N_2O_5 ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ
2. คอมพิวเตอร์กลุ่มละ 1 เครื่อง

ปฏิกิริยาการสลายตัวของ N_2O_5

ปฏิกิริยาการสลายตัวของแก๊สไนโตรเจนเพนทอกไซด์ เมื่ออยู่ในระบบปิดได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ ซึ่งมีสีน้ำตาลกับแก๊สออกซิเจน ดังสมการ



เมื่อวัดความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ได้ผล ดังนี้

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของ N_2O_5 ณ เวลาต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ $55^\circ C$

ปฏิกิริยา $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$

เวลา (s)	$[N_2O_5]$ M
0	0.0200
100	0.0169
200	0.0142
300	0.0120
400	0.0101
500	0.0086
600	0.0072



ใช้ข้อมูลในตาราง สำหรับ
เขียนกราฟ นะครับ

แบบบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.1



กลุ่มที่ชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1.....เลขที่.....

2.....เลขที่.....

3.....เลขที่.....

4.....เลขที่.....

5.....เลขที่.....

วัน/เดือน/ปี.....

ผลการปฏิบัติกิจกรรม

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย =

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ N_2O_5 กับ เวลา

$[\text{N}_2\text{O}_5]$ (mol/dm^3)

เวลา (s)

อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลา

จุดตัดของกราฟ คือกับ

$$\begin{aligned}\text{Slope} &= \frac{\text{.....}}{\text{.....}} \\ &= \text{.....}\end{aligned}$$

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลา เท่ากับ

อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่

จุดตัดของกราฟ คือกับ

$$\begin{aligned}\text{Slope} &= \frac{\text{.....}}{\text{.....}} \\ &= \text{.....}\end{aligned}$$

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ เท่ากับ

คำถาม

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างไร

.....
.....

2. การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย และอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง แตกต่าง
กันอย่างไร

.....
.....



บัตรกิจกรรมที่ 2.2



เรื่อง รู้เฟื่องเรื่องอัตราร

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เขียนสรุปความแตกต่างระหว่าง อัตรารการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย และอัตรารการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง เป็นผังมโนทัศน์ได้

คำชี้แจง

ให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนและจัดทำเป็น Mind map เรื่อง การหาอัตรารการเกิดปฏิกิริยา ในประเด็นต่อไปนี้

- อัตรารการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย
- อัตรารการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

อุปกรณ์

1. ปากกาเมจิก
2. ดินสอสี

Mind map เรื่อง



(ครูพิจารณาผลงานนักเรียน)



เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาบัตรเนื้อหาที่ 2.1 การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา แล้วตอบคำถาม ต่อไปนี้

1. เติมข้อความในตารางให้สมบูรณ์ (2 คะแนน)

รายการ	ปฏิกิริยาเฉลี่ย	ปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง	
		ปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใด เวลาหนึ่ง	ปฏิกิริยา ณ จุดใดจุด หนึ่ง
ความหมาย

วิธีการหา

2. จากการเกิดปฏิกิริยาเคมีดังสมการ $X(aq) \rightarrow Y(aq)$ มีข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

เวลา (s)	0	5	10	15	20
ความเข้มข้นของ Y (mol/dm ³)	0	3	6	8	9

จงหา

2.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย (1 คะแนน)

.....

.....

.....

2.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วงของการเกิดสาร Y ณ 5 – 15 วินาที (2 คะแนน)

กราฟแสดงความเข้มข้นของ Y กับเวลา เขียนได้ดังนี้

จุดตัดของกราฟคือ กับ

ความชันของกราฟ =

.....

=

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ 5 – 15 วินาที =

2.3 อัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วงของการเกิดสาร Y ณ วินาทีที่ 9 (2 คะแนน)

จุดตัดของกราฟ คือกับ

ความชันของกราฟ = $\frac{\text{.....}}{\text{.....}}$
=

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 9 =

3. ในการทำความสะอาดพื้นห้องน้ำ โดยใช้น้ำยาล้างห้องน้ำ ซึ่งมี HCl เข้มข้น 10 % w/v พบว่า
เมื่อนำน้ำยาล้างห้องน้ำ 50 cm³ ใช้เวลา 10 วินาที ได้ผลการทดลอง ดังนี้

เวลา	ปริมาณ CO ₂ (cm ³)
0	0.00
2	0.70
4	1.10
6	1.25
8	1.35
10	1.38

จงหา

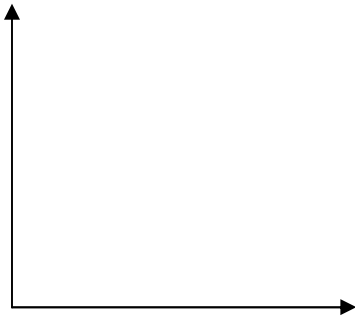
3.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย (1 คะแนน)

.....
.....
.....
.....

3.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วง 4 - 6 วินาที (1 คะแนน)



3.3 อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 3 (1 คะแนน)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

www.kroobannok.com

แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา



คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องตัวเลือก 1 2 3 และ 4 ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวในกระดาษคำตอบ

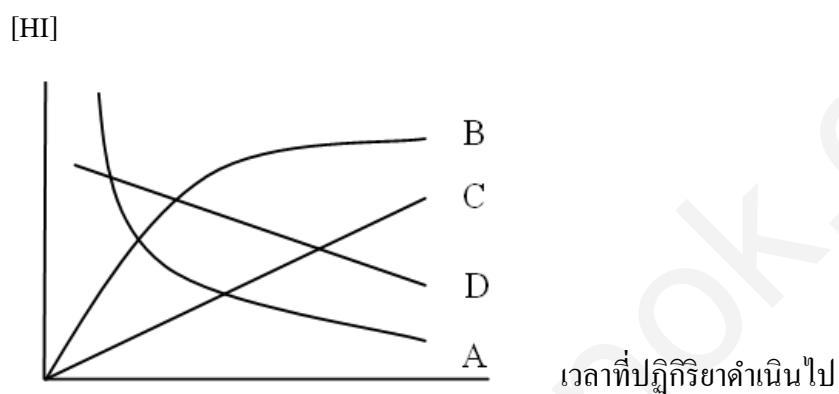
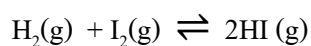
คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1 – 2

สาร A กับ สาร B ทำปฏิกิริยากันดังสมการ $A(aq) + B(aq) \rightarrow 2C(aq)$
เมื่อใช้สารละลาย A เข้มข้น 0.2 mol/dm^3 จำนวน 3 cm^3 ผสมกับสารละลาย B เข้มข้น 0.2 mol/dm^3 จำนวน 3 cm^3 แล้วจับเวลาทันทีที่สารละลายผสมกัน หลังจากเวลาผ่านไป 10 วินาที นำสารละลายไปวิเคราะห์หาจำนวนโมลของสาร C ทันที ปรากฏว่ามีสาร C เกิดขึ้น 2.3×10^{-4} โมล

1. หลังจากปฏิกิริยาดำเนินไปได้ 10 วินาที ความเข้มข้นของสาร B ในหลอดทดลองเป็นเท่าใด
 1. 0.193 mol/l
 2. 0.181 mol/l
 3. $8.10 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$
 4. $9.81 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีค่าเท่าใด
 1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = 1.92×10^{-2} โมลต่อลิตร วินาที
 2. อัตราการลดลงของสาร A = 0.19×10^{-2} โมลต่อลิตร วินาที
 3. $\frac{\text{ความเข้มข้นของสาร C ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยา}}{\text{เวลา}} = 2.3 \times 10^{-5}$ โมลต่อลิตร วินาที
 4. $\frac{\text{ความเข้มข้นของสาร A ที่ลดลงเนื่องจากปฏิกิริยา}}{\text{เวลา}} = 3.8 \times 10^{-5}$ โมลต่อลิตร วินาที

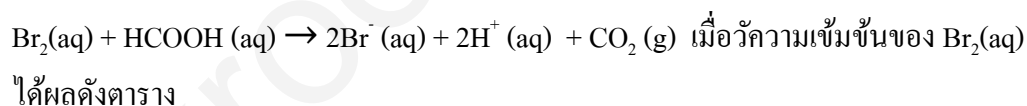


3. กราฟในข้อใดแทนความสัมพันธ์ระหว่าง $[H_2]$ กับ เวลาที่ปฏิกิริยาดำเนินไปของปฏิกิริยา



1. A
2. B
3. C
4. D

4. ที่อุณหภูมิ $25^\circ C$ โบรมีนทำปฏิกิริยากับกรดฟอร์มิกดังสมการ



เวลา(s)	0	10	20	30	40
$[Br_2]$ M	0.100	0.070	0.050	0.010	0.003

อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่วินาทีที่ 15 มีค่าเท่าใด

1. 0.020 Ms^{-1}
2. $2.00 \times 10^{-3} \text{ Ms}^{-1}$
3. $2.45 \times 10^{-3} \text{ Ms}^{-1}$
4. $3.0 \times 10^{-3} \text{ Ms}^{-1}$



5. หลอดทดลอง A และ B ซึ่งบรรจุสารละลายดังนี้ กรดออกซาลิก 0.5 mol/dm^3 2 cm^3 กรดซัลฟูริก 1.0 mol/dm^3 1 cm^3 โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.05 mol/dm^3 2 cm^3 โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิแตกต่างกัน คือ หลอด A ที่ 40°C หลอด B ที่ 60°C พบว่าภายในเวลา 1800 วินาที สารละลายในหลอด A จะเปลี่ยนแปลงเป็นไม่มีสี และสีของสารละลาย ในหลอด B จะหายไปภายในเวลาที่เร็วกว่าหลอด A 1200 วินาที จงหาว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาในหลอด B เป็นกี่เท่าของอัตราการเกิดปฏิกิริยาในหลอด A
1. 0.33
 2. 1.5
 3. 2.5
 4. 3.0
6. เมื่อนำแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) มาทำปฏิกิริยากับแก๊สคลอรีน (Cl_2) ทำให้ได้แก๊สไนโตรซิลคลอไรด์ (NOCl) ถ้าความเข้มข้นของแก๊สไนโตรซิลคลอไรด์เพิ่มขึ้นด้วยอัตรา $0.030 \text{ mol/dm}^3 \text{ s}$ อัตราการหายไปของแก๊สคลอรีน ณ ช่วงเวลาเดียวกันมีค่าเท่าไร
1. $0.010 \text{ mol/dm}^3 \text{ s}$
 2. $0.015 \text{ mol/dm}^3 \text{ s}$
 3. $0.030 \text{ mol/dm}^3 \text{ s}$
 4. $0.060 \text{ mol/dm}^3 \text{ s}$
7. ในการทดลองวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะอะลูมิเนียมกับสารละลายไฮโดรคลอริกโดยจับเวลาที่เก็บแก๊สได้ทุกๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา แล้วหาค่าความชันของกราฟ ณ เวลา 50 , 100 , 150 , 200 และ 300 วินาที ถ้าผลการทดลองถูกต้อง ความชันของกราฟ ณ เวลาใดที่สูงที่สุด
1. 300 วินาที
 2. 200 วินาที
 3. 150 วินาที
 4. 50 วินาที



8. ในการทดลองเพื่อหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี $A(aq) + B(aq) \rightarrow C(aq)$ ได้ข้อมูลดังนี้

การทดลองที่	[A] (mol/dm ³)	[B] (mol/dm ³)	อัตราการเกิดปฏิกิริยา (mol/dm ³ min)
1	1.0	1.0	0.15
2	2.0	1.0	0.30
3	3.0	1.0	0.45
4	1.0	2.0	0.15
5	1.0	3.0	?

ข้อความต่อไปนี้ข้อใดผิด

1. ในการทดลองที่ 5 อัตราการเกิดปฏิกิริยา = 0.15 mol/dm³ min
2. ถ้าอัตราการเกิดปฏิกิริยา = $k[A]$ จะได้ $k = 0.15 \text{ min}^{-1}$
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นสัดส่วน โดยตรงกับ [B]
4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นสัดส่วน โดยตรงกับ [A]

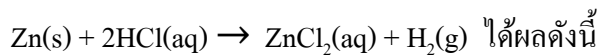
9. จากปฏิกิริยา $2A \rightarrow 3B$ ถ้าความเข้มข้นของ A ลดลงจาก 0.568 M เป็น 0.552 M ในช่วงเวลา

2.50 นาที จงคำนวณหาอัตราการเกิดสาร B

1. $1.07 \times 10^{-4} \text{ M/s}$
2. $1.60 \times 10^{-4} \text{ M/s}$
3. $3.55 \times 10^{-5} \text{ M/s}$
4. $11 \times 10^{-5} \text{ M/s}$



10. จากการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Zn(s) กับ HCl(aq) ตามสมการ



ปริมาณแก๊ส H_2 (cm^3)	เวลา (s)
1	20
2	30
3	50
4	70
5	100

ผลสรุปจากการทดลองข้อใดถูกต้อง

1. อัตราการเกิด H_2 ที่ปริมาตรระหว่าง 4 - 5 cm^3 มีค่าเท่ากับที่ปริมาตรระหว่าง 3 - 4
2. อัตราการเกิด H_2 ที่ปริมาตรระหว่าง 2 - 3 cm^3 มีค่าน้อยกว่าที่ปริมาตรระหว่าง 3 - 4
3. อัตราการเกิด H_2 เฉลี่ย มีค่ามากกว่าอัตราการเกิด H_2 ที่ปริมาตรระหว่าง 1 - 2
4. อัตราการเกิด H_2 เฉลี่ย มีค่ามากกว่าอัตราการเกิด H_2 ที่ปริมาตรระหว่าง 4 - 5



เป็นอย่างไรบ้าง
ทำถูกกี่ข้อเอ่ย

บรรณานุกรม



- กระทรวงศึกษาธิการ. (มปป). **สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์ และ คณิดา ตั้งคณานุรักษ์.(2544). **เคมี ม. 5 เล่ม 3**. กรุงเทพฯ ฯ : บริษัทสำนักพิมพ์แม็คจำกัด
- ราณี สุวรรณพฤษ (2555) . **เคมีทั่วไป เล่ม2** . กรุงเทพฯ ฯ:บริษัทออฟเวทพลัส จำกัด.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน.(2546). **คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ ฯ : ศรีเมืองการพิมพ์.
- _____. (2548). **การวัดและประเมินผลกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 และ 4**. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักวิทยาศาสตร์.
- _____. (2556) .**หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3** . พิมพ์ครั้งที่ 3 ; กรุงเทพฯ ฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว ,
- _____. (2554) .**คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3** . พิมพ์ครั้งที่ 1 ; กรุงเทพฯ ฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว ,
- สุดจิต สวงนเรือง , จุนเจือ โล่ห์สุวรรณ , นันธมน คุณแสง . (2553) .**เคมีทั่วไป เล่ม 2 ทฤษฎีแบบฝึกหัดและเฉลย** , กรุงเทพฯ : หจก.วิ.เจ.พรินต์ติ้ง
- สำราญ พฤษสุนทร . **เคมี 3 ฉบับสมบูรณ์ (ว307)** ,(2542). กรุงเทพฯ.สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา ,
- _____. (2553) . **คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เคมี 4 เล่ม 3** . กรุงเทพฯ ฯ . พ.ศ. พัฒนา.
- อุไรวรรณ ศิวัะกุล. **อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี** :โรงเรียนกวดวิชาวรรณสรณ์ , กรุงเทพฯ .
- เว็บไซต์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต**
- การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใด ขณะหนึ่ง . [online]. เข้าถึงได้จาก mind42.com [2557, มีนาคม 15].

ภาคผนวก

แบบบันทึกการทดสอบ



ประจำชุดที่ 2 คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา

กระดาษคำตอบ แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อ	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				



กระดาษคำตอบ แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อ	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

สรุปคะแนนสอบก่อนเรียน

10

สรุปคะแนนสอบหลังเรียน

10

เกณฑ์การประเมิน

- 9 – 10 คะแนน ระดับ ดีมาก
- 7 – 8 คะแนน ระดับ ดี
- 5 – 6 คะแนน ระดับ พอใช้
- 0 – 4 คะแนน ระดับ ปรับปรุง

สรุปการประเมิน

รวมได้คะแนน.....

คิดเป็นร้อยละ.....

อยู่ในเกณฑ์.....

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 2 : คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา

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

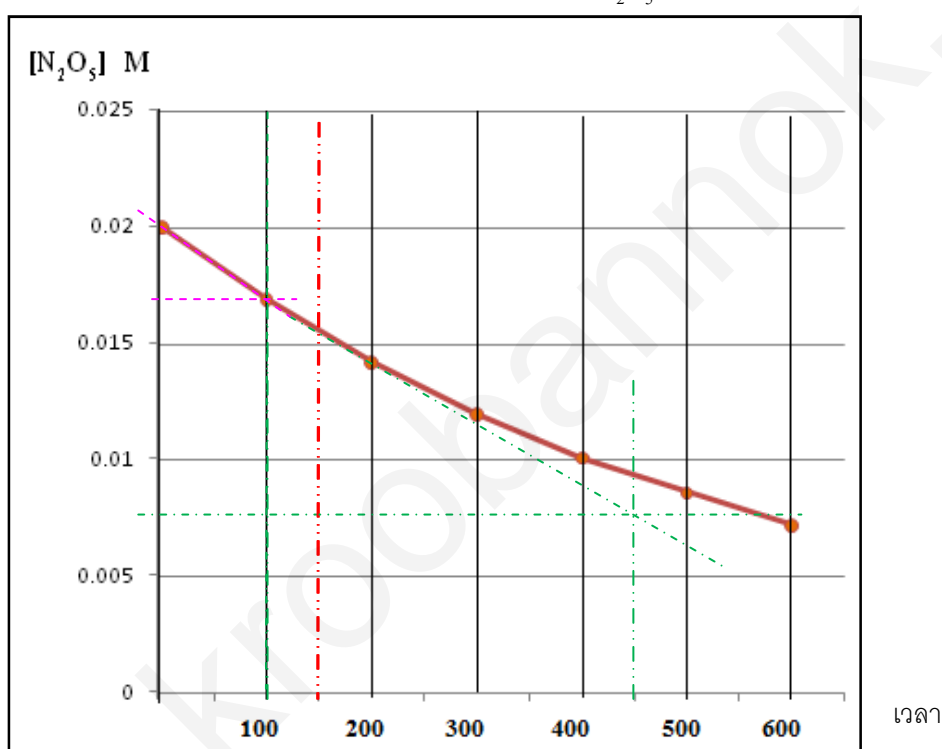
ทำถูกก็ขอครับ



เฉลยกิจกรรมที่ 2.1

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} = \frac{2.13 \times 10^{-5}}{2} = 1.067 \times 10^{-5} \text{ Ms}^{-1}$$

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ N_2O_5 กับ เวลา



อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลา 0 - 100 s

จุดตัดของกราฟ คือ (100, 0.0169) กับ (0, 0.0200)

$$\begin{aligned} \text{Slope} &= \frac{(0.0169 - 0.0200)}{(100 - 0)} \\ &= -3.1 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

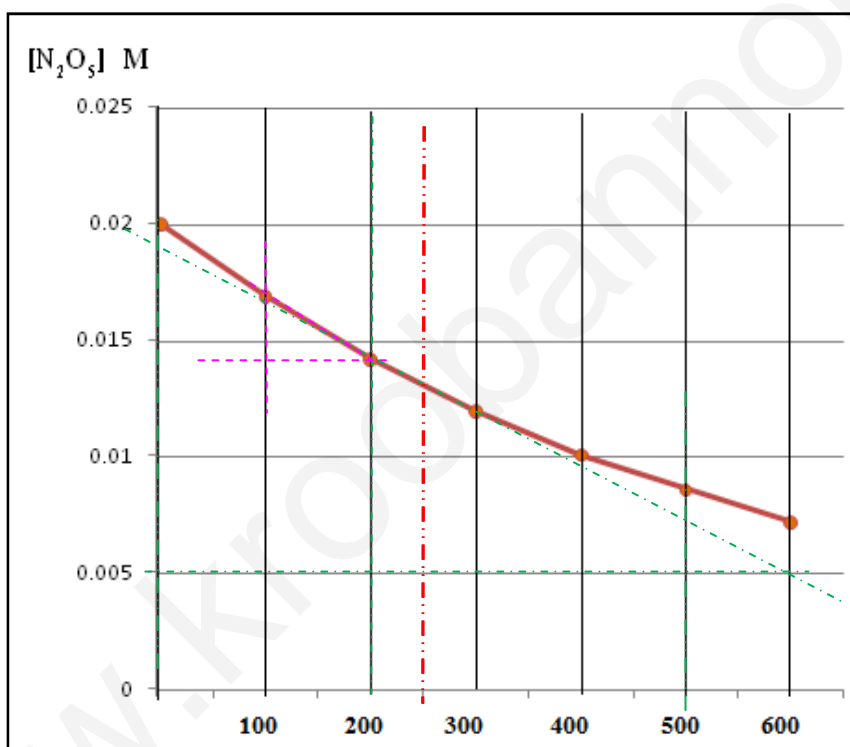
$$\therefore \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลา 0 - 100 s เท่ากับ } \frac{3.10 \times 10^{-5}}{2} = 1.55 \times 10^{-5} \text{ Ms}^{-1}$$

อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 150

จุดตัดของกราฟ คือ (450 , 0.0075) กับ (100 , 0.0169)

$$\begin{aligned}\text{Slope} &= \frac{0.0075 - 0.0169}{450 - 100} \\ &= -2.69 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 150 เท่ากับ $1.34 \times 10^{-5} \text{ Ms}^{-1}$



อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลา 100 - 200 s

จุดตัดของกราฟ คือ (200 , 0.0142) กับ (100 , 0.0169)

$$\begin{aligned}\text{Slope} &= \frac{0.0142 - 0.0169}{200 - 100} \\ &= -2.70 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

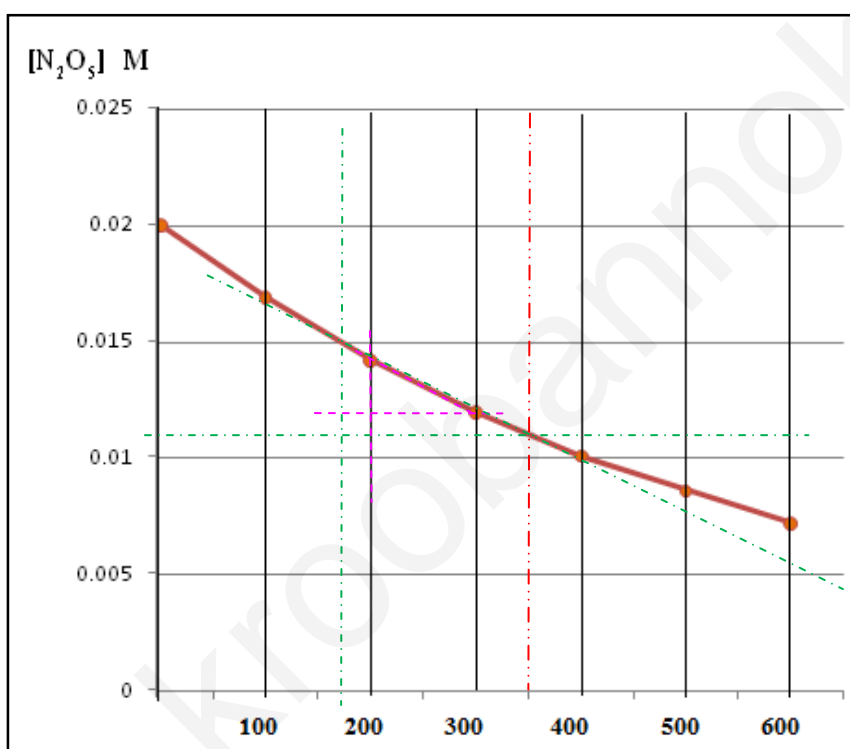
∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลา 100 - 200 s เท่ากับ $1.35 \times 10^{-5} \text{ Ms}^{-1}$

อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 250

จุดตัดของกราฟ คือ (590 , 0.005) กับ (0 , 0.0188)

$$\begin{aligned}\text{Slope} &= \frac{0.005 - 0.0188}{590 - 0} \\ &= -2.34 \times 10^{-5} \text{ Ms}^{-1}\end{aligned}$$

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 250 เท่ากับ $1.17 \times 10^{-5} \text{ Ms}^{-1}$



อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลา 200 - 300 s

จุดตัดของกราฟ คือ (300, 0.0120) กับ (200, 0.0142)

$$\begin{aligned}\text{Slope} &= \frac{0.0120 - 0.0142}{300 - 200} \\ &= -2.20 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

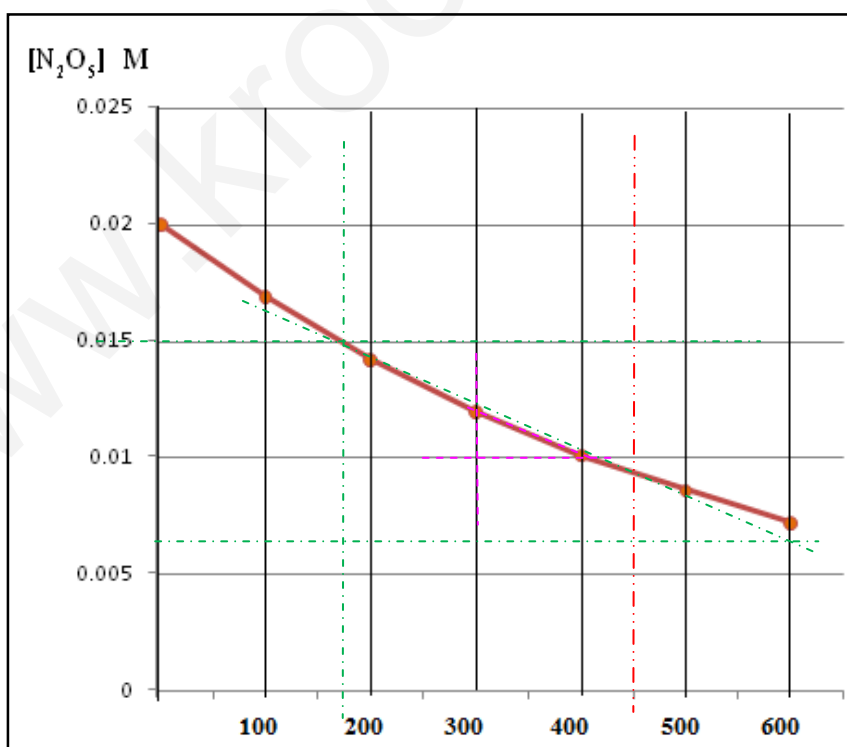
∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลา 200 – 300 s เท่ากับ $1.10 \times 10^{-5} \text{ Ms}^{-1}$

อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 350

จุดตัดของกราฟ คือ (350, 0.0108) กับ (175, 0.015)

$$\begin{aligned}\text{Slope} &= \frac{0.0108 - 0.015}{350 - 175} \\ &= -2.40 \times 10^{-5} \text{ Ms}^{-1}\end{aligned}$$

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 350 เท่ากับ $1.20 \times 10^{-5} \text{ Ms}^{-1}$



อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลา 300 - 400 s

จุดตัดของกราฟ คือ (400 , 0.0101) กับ (300 , 0.0120)

$$\begin{aligned}\text{Slope} &= \frac{0.0101 - 0.0120}{400 - 300} \\ &= 1.90 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

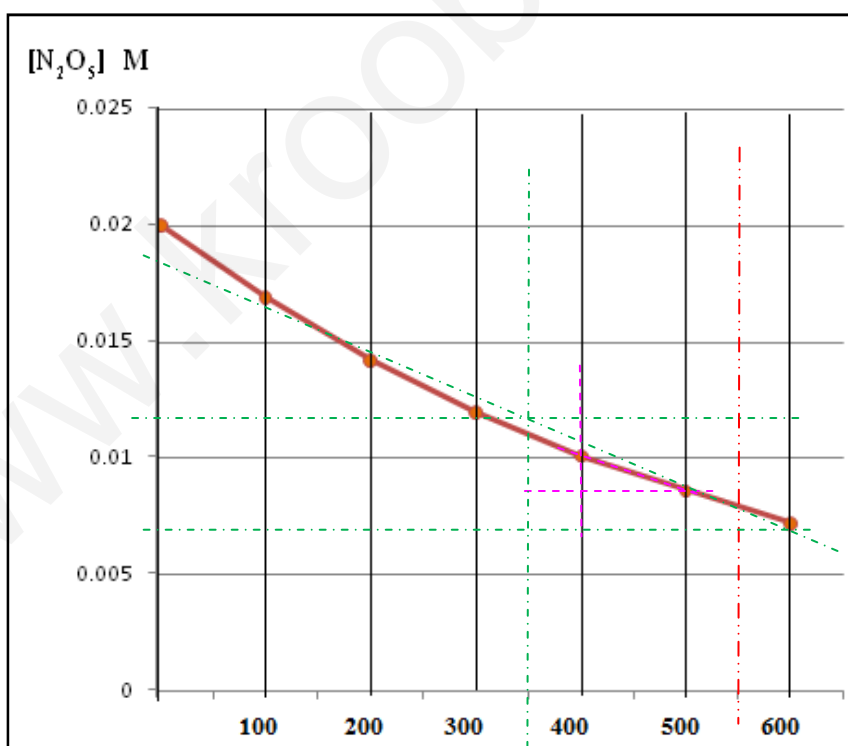
∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลา 300 - 400 s เท่ากับ $9.50 \times 10^{-6} \text{ Ms}^{-1}$

อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 450

จุดตัดของกราฟ คือ (600 , 0.006) กับ (175 , 0.015)

$$\begin{aligned}\text{Slope} &= \frac{0.006 - 0.015}{600 - 175} \\ &= 2.12 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 450 เท่ากับ $1.06 \times 10^{-5} \text{ Ms}^{-1}$



อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลา 400 - 500 s

จุดตัดของกราฟ คือ (500 , 0.0086) กับ (400 , 0.0101)

$$\begin{aligned}\text{Slope} &= \frac{0.0086-0.0101}{500-400} \\ &= 1.50 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลา 400 -500 เท่ากับ $7.50 \times 10^{-6} \text{ Ms}^{-1}$

อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 550

จุดตัดของกราฟ คือ (600 , 0.0068) กับ (350 , 0.0117)

$$\begin{aligned}\text{Slope} &= \frac{0.0068-0.0117}{600-350} \\ &= -1.96 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 550 เท่ากับ $9.8 \times 10^{-5} \text{ Ms}^{-1}$

คำถาม

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างไรร

ในช่วงแรกมีอัตราการเกิดปฏิกิริยามากกว่าในช่วงหลัง

2. การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย และอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง แตกต่างกันอย่างไรร

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย หาได้จากการทดลอง โดยใช้ข้อมูลจากตาราง ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด

ปฏิกิริยา จากสูตร อัตราการเกิดปฏิกิริยา = $\frac{\text{การเปลี่ยนแปลงของสาร}}{\text{เวลา}}$

อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง หาได้กราฟ โดยนำความเข้มข้นของสาร และเวลาไปเขียนกราฟ แล้วหาค่าความชันของกราฟ ค่าความชันที่ได้ คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะนั้น

เฉลยกิจกรรมที่ 2.2

Mide map เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา



อัตราการเกิดปฏิกิริยา

ความหมาย

ประเภท

อัตราการเกิดปฏิกิริยา หมายถึง ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงไปในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งสามารถหาได้จาก การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้น และ สารผลิตภัณฑ์

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

1. **อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย (Average rate)** หมายถึง ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงหรือ ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นปฏิกิริยาจนสิ้นสุดการเกิดปฏิกิริยา ในเวลา ที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา มีได้ค่าเดียว

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} &= \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลา}} \\ &= \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลา}} \end{aligned}$$

2. **อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง (Instantaneous rate)** หมายถึง ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง ณ ขณะใดขณะหนึ่ง หรือ ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ณ ขณะใดขณะหนึ่ง ต่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาในช่วงนั้น ซึ่งหาได้จากความชัน (slope) ของกราฟ **มี 2 ชนิดคือ**

2.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใด เวลาหนึ่ง

2.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ จุดใดจุดหนึ่ง

เฉลยแบบฝึกหัด

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาบัตรเนื้อหา เรื่อง การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. เติมข้อความในตารางให้สมบูรณ์

รายการ	ปฏิกิริยาเฉลี่ย	ปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง	
		ปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง	ปฏิกิริยา ณ จุดใดจุดหนึ่ง
ความหมาย	ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงหรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นปฏิกิริยาจนสิ้นสุดการเกิดปฏิกิริยา ในเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยามีได้ค่าเดียว	ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง หรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ต่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาในช่วงเวลานั้น	ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง หรือ ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ณ เวลาใด เวลาหนึ่ง ต่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาในขณะนั้น
วิธีการหา	ปริมาณสารที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงทั้งหมด ในปฏิกิริยาหารด้วยเวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยา	หาได้จากความชัน (slope) ของกราฟระหว่างความเข้มข้นกับเวลา	หาได้จากความชัน (slope) ของกราฟระหว่างความเข้มข้นกับเวลา

2. จากการเกิดปฏิกิริยาเคมีดังสมการ $X(aq) \rightarrow Y(aq)$ มีข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

เวลา (s)	0	5	10	15	20
ความเข้มข้นของ Y (mol/dm ³)	0	3	6	8	9

จงหา

2.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย

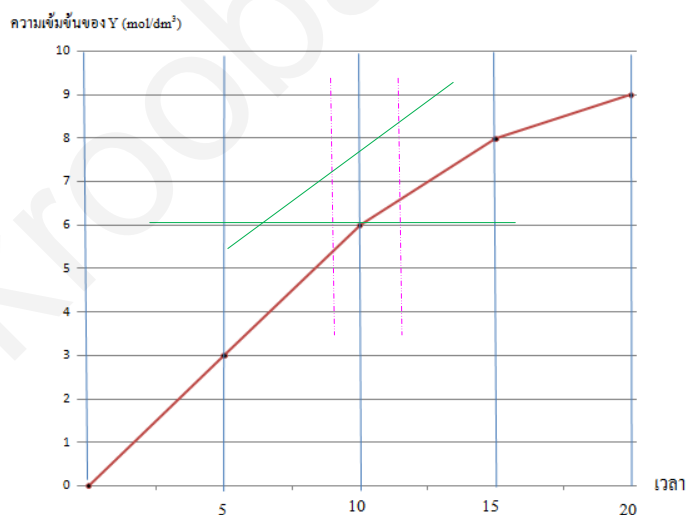
วิธีทำ จากสูตร อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = $\frac{\Delta[Y]}{\text{เวลา}}$

แทนค่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = $\frac{9}{20} \text{ Ms}^{-1} = 0.45 \text{ Ms}^{-1}$

ตอบ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = 0.45 Ms^{-1}

2.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วงของการเกิดสาร Y ณ 5 – 15 วินาที

วิธีทำ กราฟแสดงความเข้มข้นของ Y กับเวลา เขียนได้ดังนี้



จุดตัดของกราฟคือ (15 , 8) กับ (10 , 5.8)

ความชันของกราฟ = $\frac{8 - 5.8}{15 - 10} = 0.44$

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ 5 – 15 วินาที = 0.44 Ms^{-1}

ตอบ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ 5- 15 วินาที = 0.44 Ms^{-1}

2.3 อัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วงของการเกิดสาร Y ณ วินาทีที่ 9

วิธีทำ (ใช้กราฟจากข้อ 2.2)

จุดตัดของกราฟคือ (13 , 7) กับ (5 , 3.6)

$$\begin{aligned}\text{ความชันของกราฟ} &= \frac{7 - 3.6}{13 - 5} \\ &= 0.57\end{aligned}$$

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 9 = 0.57 Ms^{-1}

ตอบ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 9 = 0.57 Ms^{-1}

3. ในการทำความสะอาดพื้นห้องน้ำ โดยใช้ยาล้างห้องน้ำ ซึ่งมี HCl เข้มข้น 10 % w/v พบว่าเมื่อนำยาล้างห้องน้ำ 50 cm^3 ใช้เวลา 10 วินาที ได้ผลการทดลอง ดังนี้

เวลา	ปริมาณ CO_2 (cm^3)
0	0.00
2	0.70
4	1.10
6	1.25
8	1.35
10	1.38

จงหา

3.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย

วิธีทำ จากสูตร อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = $\frac{\Delta[\text{CO}_2]}{\text{เวลา}}$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} &= \frac{1.38 - 0}{10 - 0} \\ &= 0.138 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}\end{aligned}$$

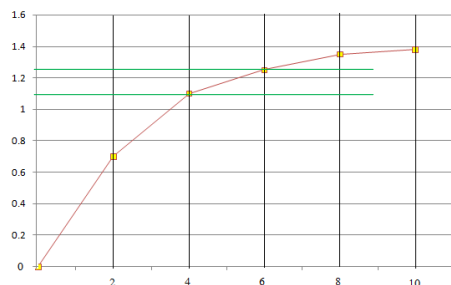


∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = $0.138 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$

ตอบ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = $0.138 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$

3.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วง 4 - 6 วินาที

ปริมาณ CO_2 (cm^3)



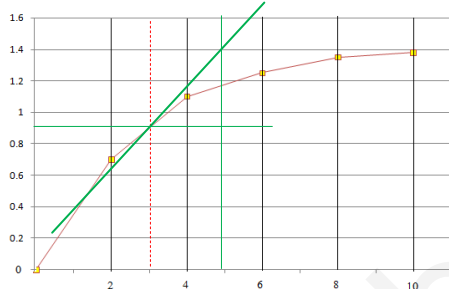
$$\begin{aligned}\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} &= \frac{1.25 - 1.10}{6 - 4} \\ &= 0.075\end{aligned}$$

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วง 4 - 6 วินาที

$$= 0.075 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$$

3.3 อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 3

ปริมาณ CO_2 (cm^3)



$$\begin{aligned}\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} &= \frac{1.40 - 0.90}{4.9 - 3} \\ &= 0.26\end{aligned}$$

∴ อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 3

$$= 0.26 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$$

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

แบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 2 : คำนวนอัตราการเกิดปฏิกิริยา

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

ทำถูกก็ขอครับ

