



หนังสือชุดเทคนิคการเรียนเคมี



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี

- ✕ เข้าใจง่ายและเรียนรู้ได้ไว
- ✕ ประกอบด้วยแบบฝึกหัดและข้อสอบ
เข้ามหาวิทยาลัย
- ✕ มีเฉลยละเอียดทุกแบบฝึกหัด

ฝ่ายวิชาการ สำนักพิมพ์พิสิทส์เซ็นเตอร์

เทคนิคการเขียนเคมี : อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เขียนโดย ฝ่ายวิชาการ สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

ISBN (E-book) 2026-0822-0105-8

จำหน่ายอีบุ๊ก สิงหาคม 2569

ราคา 72 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558

เนื้อหา รูปเล่ม และภาพประกอบในหนังสือเล่มนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์
ห้ามคัดลอก ยกเว้นได้รับอนุญาต

บรรณาธิการ กวียา เนาวประทีป

ปก/รูปเล่ม ฝ่ายศิลปกรรม สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

จัดทำโดย

ทจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

เลขที่ 45 ซอยจรัญสนิทวงศ์ 40 ถนนจรัญสนิทวงศ์

แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700

โทรศัพท์ : 0-2433-7755-7 โทรสาร : 0-2433-7703

จัดจำหน่ายในรูปแบบสิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์โดย

บริษัท เกรท มีเดีย เอเจนซี จำกัด

85 ซอยบรมราชชนนี 75 แขวงบางระมาด เขตตลิ่งชัน กรุงเทพฯ 10170

โทร. 0-2433-7755-7, 086-330-6425

คำนำ

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า เป้าหมายของการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นั้นมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายและเหมาะสมกับระดับชั้น

วิชาเคมีก็เป็นแขนงหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้เขียนจึงได้จัดทำหนังสือ **เทคนิคการเรียนรู้เคมี : อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี** เล่มนี้ขึ้นมา โดยมีทั้งโจทย์พื้นฐาน และโจทย์เอนทรานซ์เก่าผสมกัน ซึ่งจะทำให้ผู้อ่านได้เข้าใจถึงหลักการในแต่ละหัวข้อของวิชาเคมี และสนุกสนานไปกับการอ่านและการเรียนรู้ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับชีวิตประจำวันของตนได้อีกด้วย

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ครู-อาจารย์ผู้สอนได้ตามสมควร หากมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใดผู้เขียนต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ด้วยความปรารถนาดี

ฝ่ายวิชาการ สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

สารบัญ

1. ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	7
2. ประเภทของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	11
3. การคำนวณเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	11
3.1 การคำนวณเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสูตร	11
3.2 การคำนวณเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากกราฟ	24
4. แนวคิดของการเกิดปฏิกิริยาเคมี	26
4.1 ทฤษฎีการชนกัน (Collision Theory)	26
4.2 พลังงานก่อกัมมันต์ (Activation Energy)	26
4.3 ทฤษฎีสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น (Activated Complex Theory) หรือทฤษฎีสถานะแทรนซิชัน (Transition State Theory)	28
5. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	29
5.1 ธรรมชาติของสารตั้งต้น	29
5.2 ความเข้มข้นของสาร	30
5.3 อุณหภูมิ	33
5.4 พื้นที่ผิวของสาร	33
5.5 สารเติมแต่ง	36
5.6 ความดัน	40
6. กฎอัตรา	51

7. พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	65
7.1 ปฏิกิริยาดูดพลังงาน (Endothermic reaction)	65
7.2 ปฏิกิริยาคายพลังงาน (Exothermic reaction)	65
8. กราฟของปฏิกิริยาที่ผันกลับได้	72
9. กราฟของปฏิกิริยาที่มีหลายขั้นตอน	75
แบบทดสอบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชุดที่ 1	79
แบบทดสอบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชุดที่ 2	87

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง การวัดปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น หรือวัดปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลงต่อหนึ่งหน่วยเวลา โดยสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{อัตราปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลาในการดำเนินปฏิกิริยา}}$$

$$\text{หรือ อัตราปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลาในการดำเนินปฏิกิริยา}}$$

หน่วยของอัตราปฏิกิริยานี้มีได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับวิธีการวัดของสารว่าเป็นสารชนิดใดหรือมีสมบัติใด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าวัดในหน่วยเมื่อเป็นก๊าซ จะมีลักษณะของหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที (cm^3/s) หรือลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (m^3/s) เป็นต้น ถ้าวัดในหน่วยของสารละลาย อาจจะมีลักษณะของหน่วยเป็นความเข้มข้นที่เปลี่ยนแปลงไปต่อเวลา เช่น โมลต่อลิตรต่อวินาที (Mol/L.s) เป็นต้น

สรุป

$$\begin{aligned}\text{อัตราปฏิกิริยาเคมี (R)} &= \frac{\text{ปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลาในการดำเนินปฏิกิริยา}} \\ &= \frac{\text{ปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลาในการดำเนินปฏิกิริยา}}\end{aligned}$$

ตัวอย่าง ปริมาณสังกะสีลดลง 50 กรัม เมื่อจุ่มลงในกรดซัลฟุริก เป็นเวลา 10 วินาที จงหาอัตราปฏิกิริยาเคมีนี้

วิธีทำ ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง = 50 กรัม

เวลาในการดำเนินปฏิกิริยาเคมี = 10 วินาที

$$\begin{aligned}\text{อัตราปฏิกิริยาเคมี} &= \frac{\text{ปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลาในการดำเนินปฏิกิริยา}} \\ &= \frac{50 \text{ กรัม}}{10 \text{ วินาที}} = 5 \text{ กรัมต่อวินาที}\end{aligned}$$

ดังนั้น อัตราปฏิกิริยาเคมีนี้เท่ากับ 5 กรัมต่อวินาที

แบบฝึกหัดที่ 1

1. ปริมาณของ HCl ที่เพิ่มขึ้น 20 มิลลิลิตร เมื่อก๊าซไฮโดรเจนทำปฏิกิริยากับก๊าซคลอรีน เป็นเวลา 5 นาที จงหาอัตราปฏิกิริยาเคมี

2. ปริมาณของ AgCl ที่เพิ่มขึ้น 80 กรัม จากปฏิกิริยาระหว่าง AgNO_3 และ NaCl โดยใช้เวลา 40 นาที จงหาอัตราปฏิกิริยาเคมี

3. เริ่มต้นมีคาร์บอน 10 กรัม เมื่อให้ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศเป็นเวลา 5 วินาที ปรากฏว่าคาร์บอนมีน้ำหนักลดลงไป 5 กรัม จงหาอัตราปฏิกิริยาเคมี

4. ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นเวลา 10 นาที จงหาอัตราปฏิกิริยาเคมี

5. เมื่อจุ่มสังกะสี 1,000 กรัม ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเป็นเวลา 20 นาที นำสังกะสีไปชั่งใหม่พบว่าเหลือน้ำหนักเพียง 250 กรัม จงหาอัตราปฏิกิริยานี้
6. เผาสารประกอบไฮโดรคาร์บอน 100 กรัม พบว่าเกิดน้ำขึ้น 20 มิลลิลิตร โดยใช้เวลาในการเผา 10 นาที จงหาอัตราปฏิกิริยานี้
7. นำหินปูนน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ผสมกับกรดไฮโดรคลอริก 1,000 ลิตร พบว่าเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในเวลา 20 นาที จงหาอัตราปฏิกิริยานี้

8. เมื่อผสมกรดไฮโดรคลอริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ด้วยกันเกิดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ขึ้น นำสารละลายนี้ไประเหย ปรากฏว่าเหลือของแข็งอยู่ 100 กรัม โดยใช้เวลาเกิดปฏิกิริยาทั้งหมด 20 นาที จงหาอัตราปฏิกิริยานี้

9. เมื่อนำซิลเวอร์ไนเตรต 20 กรัม มาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก 100 มิลลิลิตร เมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดพบว่าเกิดตะกอนในสารละลาย จึงนำไปกรองแล้วไปชั่งน้ำหนักของแข็งนั้นๆ พบว่าของแข็งมีน้ำหนัก 15 กรัม โดยใช้ในเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมี 5 นาที จงหาอัตราปฏิกิริยาเคมีนี้

10. เกิดไฟฟ้าซึ่งเกิดจากการเผาต้นไม้แห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ นักวิทยาศาสตร์ได้พบว่าเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอัตรา 20 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที ถ้าใช้เวลาในการวัด 10 นาที จงหาว่าในเวลา 10 นาทีนี้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

2. ประเภทของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1. **อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย** คือ การคิดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดปฏิกิริยา โดยเทียบกับ 1 หน่วยเวลา
2. **อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง** คือ การคิดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ขณะที่ปฏิกิริยายังคงดำเนินไปอยู่
3. **อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ จุดเวลาหนึ่ง** คือ การคิดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่งของปฏิกิริยา สามารถหาได้จากกราฟ

3. การคำนวณเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.1 การคำนวณเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสูตร

สมมติปฏิกิริยาทั่วไป คือ $aA + bB \rightarrow cC + dD$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

1. อัตราการลดลงของสาร A = $\frac{\text{ปริมาณของสาร A ที่ลดลง}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา}}$
2. อัตราการลดลงของสาร B = $\frac{\text{ปริมาณของสาร B ที่ลดลง}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา}}$
3. อัตราการเพิ่มขึ้นของสาร C = $\frac{\text{ปริมาณการเพิ่มขึ้นของสาร C}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา}}$
4. อัตราการเพิ่มขึ้นของสาร D = $\frac{\text{ปริมาณการเพิ่มขึ้นของสาร D}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา}}$
5. $\frac{\text{อัตราการลดลงของสาร A}}{\text{อัตราการลดลงของสาร B}} = \frac{a}{b}$
6. $\frac{\text{อัตราการลดลงของสาร A}}{\text{อัตราการเพิ่มขึ้นของสาร C}} = \frac{a}{c}$
7. $\frac{\text{อัตราการลดลงของสาร A}}{\text{อัตราการเพิ่มขึ้นของสาร D}} = \frac{a}{d}$

$$\begin{aligned}
 8. \quad \frac{\text{อัตราการลดลงของสาร B}}{\text{อัตราการเพิ่มขึ้นของสาร C}} &= \frac{b}{c} \\
 9. \quad \frac{\text{อัตราการลดลงของสาร B}}{\text{อัตราการเพิ่มขึ้นของสาร D}} &= \frac{b}{d} \\
 10. \quad \frac{\text{อัตราการเพิ่มขึ้นของสาร C}}{\text{อัตราการเพิ่มขึ้นของสาร D}} &= \frac{c}{d}
 \end{aligned}$$

สรุป

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี(R) = อัตราการลดลงของสาร A, B = อัตราการเพิ่มขึ้นของสาร C, D

$$\text{หรือ } R = -\frac{1}{a}R_A = -\frac{1}{b}R_B = +\frac{1}{c}R_C = +\frac{1}{d}R_D$$

หมายเหตุ เครื่องหมายลบ-บวกเป็นเครื่องหมายที่แสดงว่าสารมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางลดลงหรือเพิ่มขึ้น โดยเครื่องหมายบวก บ่งบอกว่าสารจะเพิ่มขึ้น ส่วนเครื่องหมายลบจะบอกว่าสารจะลดลง แต่ไม่มีผลต่อการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ไม่ต้องเอาเครื่องหมายมาคำนวณ)

ตัวอย่าง

จากปฏิกิริยา $A(l) + 2B(l) \rightarrow 3C(l) + 4D(l)$ เริ่มต้นมีสาร A 100 โมล เมื่อทำปฏิกิริยากับสาร B เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที พบว่าเกิดสาร C ขึ้น 30 โมล จงหาอัตราปฏิกิริยาต่อไปนี้

1. อัตราการเกิดของสาร C
2. อัตราการลดลงของสาร A
3. อัตราการลดลงของสาร B
4. อัตราการเกิดของสาร D
5. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 1. \quad \text{อัตราการเกิดของสาร C} &= \frac{30}{10} = 3 \text{ โมลต่อนาที} \\
 2. \quad \text{อัตราการลดลงของสาร A} &= \frac{1}{3} \text{ อัตราการเกิดของสาร C} \\
 &= \frac{1}{3} \times 3 = 1 \text{ โมลต่อนาที}
 \end{aligned}$$

3. $\frac{1}{2}$ อัตราการลดลงของสาร B = $\frac{1}{3}$ อัตราการเกิดของสาร C
 อัตราการลดลงของสาร B = $\frac{2}{3} \times 3 = 2$ โมลต่อวินาที
4. $\frac{1}{4}$ อัตราการเกิดของสาร D = $\frac{1}{3}$ อัตราการเกิดของสาร C
 อัตราการเกิดของสาร D = $\frac{4}{3} \times 3 = 4$ โมลต่อวินาที
5. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = $\frac{1}{3}$ อัตราการเกิดของสาร C
 = $\frac{1}{3} \times 3 = 1$ โมลต่อวินาที

แบบฝึกหัดที่ 3.1

1. เมื่อนำสาร A 40 โมล มาทำปฏิกิริยากับสาร B เกิดปฏิกิริยาดังนี้ $6A + B \rightarrow 2C + 4D$
 เมื่อปล่อยให้ A ทำปฏิกิริยากับสาร B 20 วินาที พบว่า เกิดสาร C ขึ้น 80 โมล จงหา
- 1.1 อัตราการเกิดของสาร C

- 1.2 อัตราการลดลงของสาร A

- 1.3 อัตราการลดลงของสาร B

- 1.4 อัตราการเกิดของสาร D
