

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2

รหัสวิชา ว31222

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้

เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 22 ชั่วโมง

หน่วยย่อยการเรียนรู้ที่ 11

เรื่อง ผลได้ร้อยละ

จำนวน 2 ชั่วโมง

### สาระเคมี

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

### จุดประสงค์การเรียนรู้

คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

### สาระสำคัญ

ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎีซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

### สาระการเรียนรู้

ผลได้ร้อยละ

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ความมีระเบียบวินัย
2. ความรับผิดชอบ

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ประกอบวีดิทัศน์การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

#### ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (E 1 : Engagement) (15 นาที)

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้ โดยครูใช้คำถามกระตุ้นดังนี้

นักเรียนเคยทำไข่เจียวฟู สิ่งที่เราคิด จะฟูสวยงามน่ารับประทาน ฟูนุ่ม แต่พอลงมือกระทำจริง ๆ สิ่งที่ได้ทั้งแบนและดำไม่น่ารับประทาน ซึ่งจะเห็นได้จากผลได้ตามทฤษฎี เหมือนกับการทำไข่เจียวจะต้องใส่ผงฟูลงไป เติมมะนาวนิดหน่อย แต่พอทำตามเขาจริง ๆ ไม่ได้ ผลได้ตามทฤษฎี คือ ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่คำนวณได้จากสารกำหนดปริมาณตามสมการเคมี ผลได้จริง คือ ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการปฏิบัติจริงหรือการลงมือทดลองจริง ๆ นั่นเอง ซึ่งในความเป็นจริงแล้วผลได้จริงมักจะน้อยกว่าผลได้ตามทฤษฎี ยกตัวอย่างเช่น ไข่เจียวฟูไหมค้ะก็อาจฟูแต่ว่าฟูไม่ได้เท่าเขา

2. ผลได้ร้อยละ มาจาก 2 คำ ดังนี้

1. ผลได้ตามทฤษฎี
2. ผลได้ร้อยละ

3. นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ในทางปฏิบัติปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงมีค่าเท่ากับผลที่คำนวณได้ตามทฤษฎีหรือไม่ (แนวคำตอบ ไม่เท่ากัน)

4. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถามเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ เรื่อง ผลลัพธ์

5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน

### ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (E 2 : Exploration) (45 นาที)

1. นักเรียนนั่งตามกลุ่มที่กำหนดให้ ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน คละกัน ซึ่งครูได้กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว โดยมีกลุ่มละ 4-5 คน

2. นักเรียนส่งตัวแทนมารับใบความรู้ เรื่อง ผลลัพธ์ แบบฝึกหัด เรื่อง ผลลัพธ์ ใบกิจกรรม เรื่อง การทดลองผลลัพธ์ของปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก แต่ละกลุ่มศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานตามคำสั่งที่ครูแจกให้

3. แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเนื้อหาจากใบความรู้ เรื่อง ผลลัพธ์ แบบฝึกหัด เรื่อง ผลลัพธ์ ใบกิจกรรม เรื่อง การทดลองผลลัพธ์ของปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก และให้สมาชิกทุกคนลงมือปฏิบัติทำแบบฝึกหัด และกิจกรรม ที่ครูกำหนดให้ โดยให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยเหลือกัน คนที่เข้าใจเนื้อหา ช่วยอธิบายเพื่อนในกลุ่มให้เข้าใจและสามารถทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองได้ ซึ่งครูคอยสังเกตการทำงานกลุ่ม ให้กำลังใจ

4. นักเรียนออกแบบการทดลอง กำหนดวิธีการทดลอง กำหนดอุปกรณ์สารเคมี จากนั้นครูอภิปรายเพิ่มเติม ถึงขั้นตอนการทดลอง การใช้วัสดุอุปกรณ์ เทคนิคการทดลอง การสังเกต การบันทึกผลการทดลอง และข้อมูลต่างๆ ตลอดจนบันทึกข้อบกพร่อง หรือความคลาดเคลื่อนในการทดลอง และข้อเสนอแนะอื่น ๆ

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลอง เรื่อง ผลลัพธ์ของปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการทดลองในแบบรายงานการทดลอง

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลอง และข้อมูลที่ได้รับรวบรวมไว้ในแบบรายงานการทดลองมา นำเสนอ พิจารณา วิเคราะห์ร่วมกัน

7. สมาชิกภายในกลุ่มตรวจสอบผลงานของกันและกัน หากมีเพื่อนคนใดทำไม่ได้หรือทำไม่ถูก ไม่เข้าใจ ให้เพื่อนคนที่เข้าใจอธิบายเพิ่มเติมให้เข้าใจ ถ้ายังไม่เข้าใจอีกจึงปรึกษาครู

8. แต่ละกลุ่มตรวจคำตอบ ประธานกลุ่มรวบรวมผลงานกลุ่มจากสมาชิกทุกคนส่งให้ครู จากนั้นครูนำผลงานกลุ่มของนักเรียนติดแสดงที่ป้ายนิเทศภายในห้องเรียนหรือที่บอร์ดหน้าห้องเรียน

### ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (E 3 : Explanation) (30 นาที)

1. นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องผลลัพธ์ ที่ได้ทำการศึกษา แล้วครูสรุปเพิ่มเติม

2. นักเรียนส่งแบบสรุปเนื้อหา ให้ครูตรวจกลุ่มละ 1 ชุด

3. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเป็นรายบุคคล หลังจากเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เพื่อวัดพัฒนาการทางการเรียนของนักเรียนแล้วตรวจคำตอบพร้อมกับครูจากแบบเฉลย (โดยครูจะนำคะแนนที่ได้ของสมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมาคิดเป็นคะแนนความก้าวหน้าและสรุปเป็นคะแนนสะสมของกลุ่มต่อไป)

#### ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (E 4 : Elaboration) (30 นาที)

1. ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับผลได้ร้อยละ ดังนี้

- ปริมาณของสารใหม่ที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสารกำหนดปริมาณในปฏิกิริยานั้น
- ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่คำนวณได้จากสมการที่ดุลแล้ว เมื่อสารกำหนดปริมาณทำ

ปฏิกิริยาหมดไป เรียกว่า ผลได้ตามทฤษฎี

- ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในทางปฏิบัติเรียกว่า ผลได้จริง ซึ่งจะได้น้อยกว่าหรือเท่ากับผลตามทฤษฎี

- เกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น แยกผลิตภัณฑ์ออกจากสารในปฏิกิริยาไม่หมด ผลิตภัณฑ์ทำปฏิกิริยากันเอง หรือทำปฏิกิริยาสารตั้งต้นเป็นสารใหม่ หรือปฏิกิริยาเกิดไม่สมบูรณ์และสามารถย้อนมาเป็นสารตั้งต้นได้อีก

$$\text{ผลได้ร้อยละ} = \frac{\text{ผลได้จริง}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}} \times 100$$

ดังนั้น ผลได้ร้อยละมีค่าอยู่ในช่วง 0-100

- การรายงานผลการทดลองนิยมเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

2. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับผลได้ตามทฤษฎีว่าเป็นปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่คำนวณได้จากสารกำหนดปริมาณตามสมการเคมี ส่วนผลได้จริงเป็นปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริง รวมทั้งสาเหตุที่ทำให้ผลได้จริงมีค่าน้อยกว่าผลได้ตามทฤษฎี

3. ครูอธิบายเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพของปฏิกิริยาโดยการแสดงด้วยผลได้ร้อยละ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ แล้วให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

##### ตรวจสอบความเข้าใจ

ผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีจากกิจกรรม มีค่าเท่าใด

คำตอบขึ้นกับผลการทดลอง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{ผลได้ร้อยละ} &= \frac{0.78\text{g}}{0.830\text{g}} \times 100 \\ &= 94 \end{aligned}$$

ดังนั้น ปฏิกิริยานี้มีผลได้ร้อยละเท่ากับ 94

#### ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล/รับรองผลงานกลุ่ม (E 5 : Evaluation)

1. ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนจากใบกิจกรรม เรื่อง ผลได้ร้อยละ
2. ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนจากแบบฝึกหัด เรื่อง ผลได้ร้อยละ
3. ครูประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ของนักเรียนโดยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม
4. ครูสรุปผลคะแนนรวมทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล แจ้งนักเรียนทราบเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองและพัฒนาให้ดีขึ้นอีกในชั่วโมงต่อไป

5. เมื่อทดสอบย่อยแต่ละครั้งจะให้รางวัลและประกาศยกย่องชมเชยนักเรียนที่ทำคะแนนความก้าวหน้าดังต่อไปนี้

- ได้คะแนนความก้าวหน้า 20 คะแนนขึ้นไป ให้รางวัลเป็นดินสอ 1 แท่ง และประกาศยกย่องชมเชย

- ได้คะแนนความก้าวหน้า 30 คะแนนขึ้นไป ให้รางวัลเป็นปากกา 1 ด้ามและประกาศยกย่องชมเชย

- เมื่อทดสอบย่อยแต่ละครั้งจะประกาศยกย่องชมเชยกลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าตั้งแต่ 18 คะแนนขึ้นไป เพราะถือเป็นกลุ่มยอดเยี่ยม (Super Team) ให้รางวัลเป็นสมุด 1 เล่ม

#### สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 2

2. ใบความรู้ เรื่อง ผลได้ร้อยละ

3. แบบฝึกหัดทบทวนความรู้ เรื่อง ผลได้ร้อยละ

4. ใบกิจกรรม เรื่อง การทดลองผลได้ร้อยละของปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก

5. แบบทดสอบย่อย เรื่อง ผลได้ร้อยละ

#### การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ (K) คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	- แบบฝึกหัด - ทดสอบวัดความรู้	- แบบฝึกหัด - แบบทดสอบก่อน-หลังเรียนปรนัย 4 ตัวเลือก - แบบบันทึกคะแนน	ได้ 8 คะแนนขึ้นไป จึงจะผ่าน
2. ด้านกระบวนการ (P) กิจกรรม เรื่อง การทดลองผลได้ร้อยละของปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก	สังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม - แบบบันทึกคะแนน	ได้ 8 คะแนนขึ้นไป จึงจะผ่าน
3. ด้านคุณลักษณะ (A) 1. ความมีระเบียบวินัย 2. ความรับผิดชอบ	สังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม - แบบบันทึกคะแนน	ได้ 5 คะแนนขึ้นไป จึงจะผ่าน

#### กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

ข้อเสนอแนะของหัวหน้าสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย (ตรวจสอบ/นิเทศ/รับรอง)

.....  
 .....

ลงชื่อ

(นางญาณิศา วิลาวรรณ)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้**

**ด้านความรู้ (K)** นักเรียนได้ศึกษาใบความรู้ พร้อมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนนักเรียนมีความรู้ ทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การทำแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ นักเรียนทำคะแนนได้เฉลี่ยร้อยละ.....ไม่ผ่านเกณฑ์..... คิดเป็นร้อยละ..... ผ่านเกณฑ์.....คน คิดเป็นร้อยละ.....แบบทดสอบย่อย นักเรียนทำคะแนนได้เฉลี่ยร้อยละ..... ไม่ผ่านเกณฑ์.....คิดเป็นร้อยละ.....ผ่านเกณฑ์.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

**ด้านทักษะ (P)** นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรม เรื่องการทดลองผลได้ร้อยละของปฏิกิริยา ระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก เน้นกระบวนการกลุ่มโดยภายในกลุ่มมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันยึดความสามัคคีในหมู่คณะเพื่อทำให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จากการสังเกตพฤติกรรมกลุ่ม นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ทำคะแนนได้เฉลี่ยร้อยละ.....ไม่ผ่านเกณฑ์.....คน คิดเป็นร้อยละ.....ผ่านเกณฑ์.....คน คิดเป็นร้อยละ..... อยู่ในระดับดีมาก.....คน คิดเป็นร้อยละ.....อยู่ในระดับดี ..... คน คิดเป็นร้อยละ.....

**ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)** นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีความสุข สนุกกับการปฏิบัติกิจกรรม อย่างตั้งใจมีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ทำให้การปฏิบัติกิจกรรมได้ตามเวลาที่กำหนดและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ .....

**ปัญหา / อุปสรรค**

.....  
 .....

**แนวทางแก้ไข / ข้อเสนอแนะ**

.....  
 .....

ลงชื่อ

ครูผู้สอน

(นางยุพิน นาพัว)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

**แบบทดสอบก่อนเรียน**  
**เรื่อง ผลลัพธ์**

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

คำนวณผลลัพธ์ของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน  
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ทั่วอักษร ก ข ค และ ง  
ในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่นักเรียนเลือกตอบ

**เกณฑ์การให้คะแนนตอบถูกข้อละ 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน**

- น้ำหนักร้อยละของธาตุคาร์บอน (C) ใน  $K_4Fe(CN)_6$  มีค่าเท่าไร (K = 39 , Fe = 56 , C = 12 , N = 14)
 

ก. 15.2%	ข. 19.6%	ค. 22.8%	ง. 42.4%
----------	----------	----------	----------
- เมื่อละลายเหรียญเงินอันหนึ่งหนัก 2 กรัม ในกรดไนตริกแล้วเติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีจำนวนมากเกินพอ จะได้ตะกอนขาวหนัก 1.435 กรัม จงคำนวณหามวลเป็นร้อยละของเงินในเหรียญเงินนี้ (H = 1 , O = 16 , N = 14 , Na 23 , Ag = 108 , Cl = 35.5)
 

ก. 25%	ข. 36%	ค. 52%	ง. 54%
--------	--------	--------	--------
- แร่ชนิดหนึ่งประกอบด้วย FeS และสิ่งอื่นที่ไม่ทำปฏิกิริยากับกรด เมื่อนำแร่ขึ้นมา 20 กรัม มาต้มกับกรด  $H_2SO_4$  ที่มีปริมาณมากพอจนปฏิกิริยาสิ้นสุด ปรากฏว่าได้แก๊ส  $H_2S$  ทั้งหมด 3.4 กรัม จงคำนวณหาว่าแร่นี้ประกอบด้วย FeS หนักร้อยละเท่าใด (Fe = 56 , S = 32 , H = 1) ถ้าสมการของปฏิกิริยาดังกล่าว คือ
 
$$FeS + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2S$$

ก. 22	ข. 35	ค. 44	ง. 52
-------	-------	-------	-------
- $CaSO_4$  เมื่อเป็นผลึกปรากฏว่าปริมาณของน้ำผลึกเป็น 20.9% โดยมวล ใน 1 โมล ของผลึกมีน้ำกี่กรัม (Ca = 40 , S 32 , O = 16 , H = 1)
 

ก. 18 กรัม	ข. 36 กรัม	ค. 72 กรัม	ง. 90 กรัม
------------	------------	------------	------------
- ปฏิกิริยาถลุงเหล็ก  $Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$  นำตัวอย่างที่มี  $Fe_2O_3$  หนัก 11.44 กรัม รีดิวซ์ด้วยคาร์บอนมอนอกไซด์จะได้เหล็ก (Fe) หนัก 2.00 กรัม จงคำนวณร้อยละความบริสุทธิ์ของสารตัวอย่าง (Fe = 55.8 , O = 16 , C = 12)
 

ก. 17.5	ข. 25.0	ค. 28.6	ง. 50.0
---------	---------	---------	---------
- เมื่อเผาโซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต 3.36 g จะได้โซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต 169.6 g กับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ ร้อยละของโซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนตเป็นเท่าใด (Na = 23 , H = 1 , O = 16 , C = 12)
 

ก. 80	ข. 60	ค. 50	ง. 40
-------	-------	-------	-------



## ใบความรู้ เรื่อง ผลได้ร้อยละ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

### ผลได้ร้อยละ

ในการคำนวณหาปริมาณผลิตภัณฑ์จากสมการเคมี ค่าที่ได้ เรียกว่า **ผลได้ตามทฤษฎี** แต่ในทางปฏิบัติ ผลได้ตามทฤษฎีมีค่าน้อยกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการและสารเคมีที่ใช้ ผลที่ได้จากทางปฏิบัติเรียกว่า **ผลได้จริง** ในการรายงานผลการทดลอง บอกเป็นร้อยละของผลได้ ซึ่งเป็นค่าเปลี่ยนค่าที่ได้จริงกับค่าตามทฤษฎี ร้อยละของผลได้คำนวณได้ดังนี้

$$\text{ผลได้ร้อยละ} = \frac{\text{ผลได้จริง}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}} \times 100$$

ดังนั้น ผลได้ร้อยละมีค่าอยู่ในช่วง 0-100

### สรุป ผลได้ร้อยละ

- ปริมาณของสารใหม่ที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสารกำหนดปริมาณในปฏิกิริยานั้น
- ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่คำนวณได้จากสมการที่ดุลแล้ว เมื่อสารกำหนดปริมาณทำปฏิกิริยาหมดไป เรียกว่า ผลได้ตามทฤษฎี
- ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในทางปฏิบัติเรียกว่า ผลได้จริง ซึ่งจะได้น้อยกว่าหรือเท่ากับผลตามทฤษฎี
- เกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น แยกผลิตภัณฑ์ออกจากสารในปฏิกิริยาไม่หมด ผลิตภัณฑ์ทำปฏิกิริยากันเอง หรือทำปฏิกิริยาสารตั้งต้นเป็นสารใหม่ หรือปฏิกิริยาเกิดไม่สมบูรณ์และสามารถย้อนมาเป็นสารตั้งต้นได้อีก
- การรายงานผลการทดลองนิยมเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

**ตัวอย่างที่ 1** เมื่อใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ( $\text{KMnO}_4$ ) ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรด

ไฮโดรคลอริก ( $\text{HCl}$ ) จะเกิดแก๊สคลอรีนดังสมการ



เมื่อใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 19.75 กรัม ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น  $1 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $1,500 \text{ cm}^3$  จะเกิดแก๊สคลอรีนเท่าใด จากการทดลองวัดปริมาณแก๊สคลอรีนที่เกิดขึ้นได้เท่ากับ 21.64 กรัม จงคำนวณหาผลได้ร้อยละ (มวลอะตอมของ  $\text{K} = 39$ ,  $\text{Cl} = 35.5$ ,  $\text{O} = 16$ ,  $\text{Mn} = 55$ )

**วิธีทำ**  $\text{KMnO}_4$  มีมวลสูตร =  $39 + 55 + (16 \times 4) = 158$ ,  $\text{Cl}_2$  มีมวลโมเลกุล =  $35.5 \times 2 = 71$

$$\text{KMnO}_4 \ 158 \text{ g} = 1 \text{ mol}$$

$$\text{KMnO}_4 \ 19.75 \text{ g} = \frac{19.75}{158} \text{ mol} = 0.125 \text{ mol}$$



สารละลาย HCl 1,000 cm<sup>3</sup> มีเนื้อ HCl = 1 mol

สารละลาย HCl 1,500 cm<sup>3</sup> มีเนื้อ HCl =  $\frac{1,500}{1,000} = 1.5$  mol

#### จากสมการ

KMnO<sub>4</sub> 2 mol ทำปฏิกิริยาพอดีกับ HCl = 16 mol

ถ้า KMnO<sub>4</sub> 0.125 mol จะทำปฏิกิริยาพอดีกับ HCl =  $\frac{16 \times 0.125}{2} = 1$  mol

แต่โจทย์กำหนดให้ HCl = 1.5 mol ดังนั้น HCl จึงมากเกินไป แต่ KMnO<sub>4</sub> ถูกใช้หมดไปจึงใช้ KMnO<sub>4</sub> เป็นสารกำหนดปริมาณ สามารถคำนวณหาปริมาณแก๊ส Cl<sub>2</sub> ได้ดังนี้

#### จากสมการ

ใช้ KMnO<sub>4</sub> 2 mol เกิดแก๊ส Cl<sub>2</sub> = 5 mol

$$= 5 \times 71 \text{ g}$$

ถ้าใช้ KMnO<sub>4</sub> 0.125 mol จะเกิดแก๊ส Cl<sub>2</sub> =  $\frac{5 \times 71 \times 0.125}{2}$  g

$$= 22.19 \text{ g}$$

∴ แก๊ส Cl<sub>2</sub> ที่เกิดขึ้นตามทฤษฎี (ผลได้ตามทฤษฎี) = 22.19 g

แต่แก๊ส Cl<sub>2</sub> ที่ได้จากการทดลอง (ผลได้จริง) = 21.64 g

ผลได้ร้อยละ =  $\frac{\text{ผลได้จริง}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}} \times 100$

$$= \frac{21.64}{22.19} \times 100$$

$$= 97.52$$

∴ ผลได้ร้อยละ = 97.52

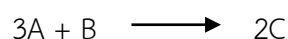
**ตัวอย่างที่ 2**  $3A + B \longrightarrow 2C$  จากการทดลองพบว่าการเตรียมสาร C มีผลได้ร้อยละ = 75 ถ้าต้องการสาร C 120 g จะต้องใช้สาร A และสาร B อย่างละกี่โมล (กำหนดให้สาร C มีมวลโมเลกุล = 40)

**วิธีทำ** สาร C 120 g คิดเป็นโมล =  $\frac{120}{40} = 3$  โมล

ผลได้ร้อยละ =  $\frac{\text{ผลได้จริง}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}} \times 100$

$$75 = \frac{3}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}} \times 100$$

∴ ผลได้ตามทฤษฎี =  $\frac{3 \times 100}{75} = 4$  โมล



จากสมการ

ถ้าต้องการสาร C = 2 โมล ใช้สาร A = 3 โมล และใช้สาร B = 1 โมล

ถ้าต้องการสาร C = 4 โมล จะต้องใช้สาร A =  $\frac{3 \times 4}{2} = 6$  โมล และจะต้องใช้สาร B

$$= \frac{1 \times 4}{2} = 2 \text{ mol}$$

∴ ถ้าต้องการสาร C 120 g จะต้องใช้สาร A = 6 โมล และใช้สาร B = 2 โมล

**แบบฝึกหัดทบทวนความรู้**  
**เรื่อง ผลลัพธ์ย่อย**

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

คำนวณผลลัพธ์ย่อยของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

กิจกรรมรายบุคคล กลุ่มที่ ..... ชื่อกลุ่ม.....

ชื่อ..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่..... เลขที่.....

**คำชี้แจง**

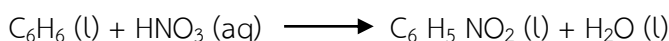
1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ ตอบคำถามจากแบบฝึกหัดทบทวนความรู้
2. เมื่อทำเสร็จให้เปลี่ยนกันตรวจและอธิบายร่วมกันภายในกลุ่ม
3. เตรียมพร้อมอภิปรายผลงานหน้าชั้นเรียน
4. คะแนนเต็ม 10 คะแนน

ผู้ผ่านเกณฑ์ประเมิน ต้องได้คะแนนตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 80

ผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน ได้คะแนนต่ำกว่า 8 คะแนน ต้องเรียนซ่อมเสริมกับครูผู้สอนก่อนถึงมีสิทธิ์  
ตอบคำถามแก้ตัวใหม่

**จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง**

1. ไนโตรเบนซีน ( $C_6H_5NO_2$ ) เป็นสารที่ใช้มากในอุตสาหกรรมการทำสี เตรียมได้จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างเบนซีน ( $C_6H_6$ ) กับกรดไนตริก ( $HNO_3$ ) ดังสมการเคมีต่อไปนี้ (4 คะแนน)



ถ้าใช้เบนซีน 20.30 กรัม ทำปฏิกิริยาเคมีกับกรดไนตริกมากเกินไป จะเกิดไนโตรเบนซีนกี่กรัม และถ้าได้ไนโตรเบนซีนเพียง 28.7 กรัม ผลผลิตที่ได้คิดเป็นร้อยละเท่าใด

แนวคำตอบ.....

2. จากการทดลองนำกรดบิวทานอิก ( $C_4H_8O_2$ ) 10.0 กรัม ทำปฏิกิริยากับเอทานอล ( $C_2H_6O$ ) 3.14 กรัม ได้เอทิลบิวทานอเอต ( $C_6H_{12}O_2$ ) และน้ำ ( $H_2O$ ) จงคำนวณหา (6 คะแนน)

ก. สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ (2 คะแนน)

แนวคำตอบ.....

ข. มวลของเอทิลบิวทานอเอตที่เกิดขึ้น (2 คะแนน)

แนวคำตอบ.....



**เฉลยแบบฝึกหัดทบทวนความรู้**  
**เรื่อง ผลลัพธ์ย่อย**

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

คำนวณผลลัพธ์ย่อยของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

กิจกรรมรายบุคคล กลุ่มที่ ..... ชื่อกลุ่ม.....

ชื่อ..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่..... เลขที่.....

**คำชี้แจง**

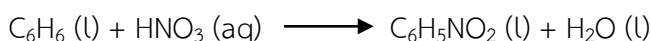
1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ ตอบคำถามจากแบบฝึกหัดทบทวนความรู้
2. เมื่อทำเสร็จให้เปลี่ยนกันตรวจและอธิบายร่วมกันภายในกลุ่ม
3. เตรียมพร้อมอภิปรายผลงานหน้าชั้นเรียน
4. คะแนนเต็ม 10 คะแนน

ผู้ผ่านเกณฑ์ประเมิน ต้องได้คะแนนตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 80

ผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน ได้คะแนนต่ำกว่า 8 คะแนน ต้องเรียนซ่อมเสริมกับครูผู้สอนก่อนถึงมีสิทธิ์  
ตอบคำถามแก้ตัวใหม่

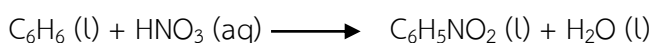
**จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง**

1. ไนโตรเบนซีน ( $C_6H_5NO_2$ ) เป็นสารที่ใช้มากในอุตสาหกรรมการทำสี เตรียมได้จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างเบนซีน ( $C_6H_6$ ) กับกรดไนตริก ( $HNO_3$ ) ดังสมการเคมีต่อไปนี้ (4 คะแนน)



ถ้าใช้เบนซีน 20.30 กรัม ทำปฏิกิริยาเคมีกับกรดไนตริกมากเกินไป จะเกิดไนโตรเบนซีนกี่กรัม  
และถ้าได้ไนโตรเบนซีนเพียง 28.7 กรัม ผลผลิตที่ได้คิดเป็นร้อยละเท่าใด

**แนวคำตอบ** ไนโตรเบนซีน ( $C_6H_5NO_2$ ) เตรียมได้จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างเบนซีน ( $C_6H_6$ ) กับกรดไนตริก ( $HNO_3$ )



$$\text{เบนซีน } 20.30 \text{ กรัม มีจำนวนโมล} = \frac{1 \text{ โมล} \times 20.30 \text{ กรัม}}{78.12 \text{ กรัม}}$$

$$= 0.26 \text{ โมล}$$

จากสมการ

$C_6H_6$  1 โมล ให้  $C_6H_5NO_2$  1 โมล

ดังนั้น  $C_6H_6$  0.26 โมล ให้  $C_6H_5NO_2$  0.26 โมล

$$C_6H_6 \text{ 0.26 โมล มีมวล} = \frac{0.26 \text{ โมล} \times 123.12 \text{ กรัม}}{1.0 \text{ โมล}}$$

$$= 32.01 \text{ กรัม}$$

$$= 32.01 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น ได้ไนโตรเบนซีน 32.01 กรัม

$$\begin{aligned}\text{ผลได้ร้อยละ} &= \frac{\text{ผลได้จริง}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}} \times 100 \\ &= \frac{28.7 \text{ กรัม}}{32.0 \text{ กรัม}} \times 100 \\ &= 89.65\end{aligned}$$

ดังนั้น ปฏิกิริยานี้มีผลได้ร้อยละเท่ากับ 89.65

2. จากการทดลองนำกรดบิวทาโนอิก ( $C_4 H_8 O_2$ ) 10.0 กรัม ทำปฏิกิริยากับเอทานอล ( $C_2 H_6 O$ ) 3.14 กรัม ได้เอทิลบิวทาโนเอต ( $C_6 H_{12} O_2$ ) และน้ำ ( $H_2O$ ) จงคำนวณหา (6 คะแนน)

ก. สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ (2 คะแนน)

**แนวคำตอบ** หาสารกำหนดปริมาณ

ทดลองใช้มวลที่กำหนดให้ของกรดบิวทาโนอิก คำนวณหามวลของเอทานอลที่ทำปฏิกิริยาพอดีได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{มวลของ } C_2 H_6 O &= 10.0 \text{ g } C_4 H_8 O_2 \times \frac{46.0684 \text{ g } C_2 H_6 O}{88.1052 \text{ g } C_4 H_8 O_2} \\ &= 5.23 \text{ g}\end{aligned}$$

จากโจทย์ มีเอทานอลเพียง 3.14 กรัม เอทานอลจะถูกใช้หมดไป ดังนั้น สารกำหนดปริมาณคือ เอทานอล ( $C_2 H_6 O$ )

ข. มวลของเอทิลบิวทาโนเอตที่เกิดขึ้น (2 คะแนน)

**แนวคำตอบ** หามวลของเอทิลบิวทาโนเอต

ใช้เอทานอล 3.14 กรัม ซึ่งเป็นสารกำหนดปริมาณ คำนวณหามวลของเอทิลบิวทาโนเอตได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{มวลของ } C_6 H_{12} O_2 &= 3.14 \text{ g } C_2 H_6 O \times \frac{116.1584 \text{ g } C_6 H_{12} O_2}{46.0684 \text{ g } C_2 H_6 O} \\ &= 7.92 \text{ g}\end{aligned}$$

เอทิลบิวทาโนเอตมีมวลตามทฤษฎี 7.92 กรัม

ค. ถ้าการทดลองพบว่า เกิดเอทิลบิวทาโนเอต 5.30 กรัม ผลได้ร้อยละเป็นเท่าใด (2 คะแนน)

**แนวคำตอบ** ปฏิกิริยา  $C_4 H_8 O_2(aq) + C_2 H_6 O(aq) \longrightarrow C_6 H_{12} O_2(aq) + H_2O(l)$

จำนวนโมล	1	1	1	1
มวล (กรัม)	1 (88.1052)	1 (46.0684)	1 (116.1584)	1 (18.0152)

หาผลได้ร้อยละ

มวลของเอทิลบิวทาโนเอตที่ได้จริง 5.30 กรัม และมีมวลตามทฤษฎี 7.92 กรัม

$$\begin{aligned}\text{ผลได้ร้อยละ} &= \frac{5.30 \text{ g}}{7.92} \times 100 \\ &= 66.9\end{aligned}$$

## กิจกรรม

### เรื่อง การทดลองผลได้ร้อยละของปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก

#### จุดประสงค์การทดลอง

1. ทดลองหามวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก

2. เปรียบเทียบมวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตามทฤษฎีและมวลที่ได้จากการทดลอง

#### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ ตอบคำถาม
2. เมื่อทำเสร็จให้เปลี่ยนกันตรวจและอธิบายร่วมกันภายในกลุ่ม
3. เตรียมพร้อมอภิปรายผลงานหน้าชั้นเรียน
4. คะแนนเต็ม 10 คะแนน

ผู้ผ่านเกณฑ์ประเมิน ต้องได้คะแนนตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 80

ผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน ได้คะแนนต่ำกว่า 8 คะแนน ต้องเรียนซ่อมเสริมกับครูผู้สอนก่อนถึงมีสิทธิ์ตอบคำถามแก้ตัวใหม่

#### วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
<b>สารเคมี</b>	
1. โซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )	2 g
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 1.0 mol/L	40 mL
<b>วัสดุและอุปกรณ์</b>	
1. ปีกเกอร์ขนาด 50 mL	1 ใบ
2. ปีกเกอร์ขนาด 250 mL	1 ใบ
3. ช้อนตักสาร	ใช้ร่วมกัน
4. กระจกบอทวงขนาด 50 mL	ใช้ร่วมกัน
5. เครื่องชั่ง	ใช้ร่วมกัน

#### วิธีการทดลอง

1. ตวง HCl 1.0 mol/L ปริมาตร 40.0 mL. ใส่ลงในปีกเกอร์ขนาด 250 mL. ชั่งและบันทึกมวลของปีกเกอร์ที่บรรจุ HCl

2. ชั่ง  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ให้มีค่าประมาณ 2.0 g และบันทึกมวลที่ชั่งได้

3. ค่อย ๆ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  เท ลงใน HCl อย่างช้า ๆ จนหมด โดยระวังสารกระเด็น เนื่องจากมีฟองแก๊สเกิดขึ้น แกว่งปีกเกอร์จนกระทั่ง  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  หมด

4. ชั่งและบันทึกมวลของปีกเกอร์ที่บรรจุสารหลังเกิดปฏิกิริยาเคมี

### คำถามท้ายการทดลอง

1. สมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร  
แนวคำตอบ.....
2. มวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในการทดลองนี้หาได้อย่างไร และมีค่าเท่าใด  
แนวคำตอบ.....
3. คำนวณสารกำหนดปริมาณจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น  
แนวคำตอบ.....
4. มวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตามทฤษฎีที่คำนวณเป็นเท่าใด  
แนวคำตอบ.....
5. มวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตามทฤษฎีและมวลที่หาได้จากการทดลองนี้แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร  
แนวคำตอบ.....

### การเตรียมล่วงหน้า

เตรียม HCl 1.0 mol/L. ปริมาตร 250 mL. โดยละลาย HCl 6.0 mol/L ปริมาตร 42.00 mL. ในน้ำกลั่นจำนวนหนึ่ง แล้วทำให้สารละลายมีปริมาตรเป็น 250 mL.

### ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1. HCl มีสมบัติกัดกร่อน ควรใช้อย่างระมัดระวัง
2. เตือนนักเรียนให้เท  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ลงในสารละลาย HCl ที่ละน้อยจนหมด และต้องระวังสารกระเด็น เนื่องจากมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น
3. เมื่อผสมสารเข้าด้วยกันแล้วต้องแกว่งปิกเกอร์เพื่อให้สารทำปฏิกิริยากันจนหมดและทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากปิกเกอร์จนหมด
4. ในการคำนวณต้องใช้มวลของ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ที่ได้จากการชั่ง



### เฉลยกิจกรรม

#### เรื่อง การทดลองผลได้ร้อยละของปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก

##### จุดประสงค์การทดลอง

1. ทดลองหามวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก

2. เปรียบเทียบมวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตามทฤษฎีและมวลที่ได้จากการทดลอง

##### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ ตอบคำถาม
2. เมื่อทำเสร็จให้เปลี่ยนกันตรวจและอธิบายร่วมกันภายในกลุ่ม
3. เตรียมพร้อมอภิปรายผลงานหน้าชั้นเรียน
4. คะแนนเต็ม 10 คะแนน

ผู้ผ่านเกณฑ์ประเมิน ต้องได้คะแนนตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 80

ผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน ได้คะแนนต่ำกว่า 8 คะแนน ต้องเรียนซ่อมเสริมกับครูผู้สอนก่อนถึงมีสิทธิ์ตอบคำถามแก้ตัวใหม่

##### ตัวอย่างผลการทดลอง

1. เมื่อผสมสารละลาย  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ลงใน  $\text{HCl}$  จะมีฟองแก๊สเกิดขึ้น
2. ชั่งมวลของสารได้ดังนี้

รายการ	มวล
บีกเกอร์ที่บรรจุ $\text{HCl}$	154.38
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	2.00
มวลของบีกเกอร์ที่บรรจุสารหลังเกิดปฏิกิริยา	155.60

##### อภิปรายผลการทดลอง

1. เมื่อผสม  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  กับ  $\text{HCl}$  จะเกิดฟองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ( $\text{NaCl}$ ) ซึ่งไม่มีสี และน้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) เขียนสมการเคมีได้ดังนี้

##### แนวคำตอบ



2. มวลของ  $\text{CO}_2$  ที่เกิดขึ้นในการทดลองหาได้โดยพิจารณาจากกฎทรงมวล ดังนี้

##### แนวคำตอบ

มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยา = มวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยา

มวลของ  $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$  = (มวลของ  $\text{NaCl}$  และ  $\text{H}_2\text{O}$ ) + มวลของแก๊ส  $\text{CO}_2$

$m_1 + m_2$  =  $m_3 +$  มวลของแก๊ส  $\text{CO}_2$

เมื่อ  $m_1$  คือ มวลของบีกเกอร์ที่บรรจุ  $\text{HCl}$

$m_2$  คือ มวลของ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

$m_3$  คือ มวลของบีกเกอร์ที่บรรจุสารหลังเกิดปฏิกิริยาเคมี

หามวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{มวลของแก๊ส CO}_2 &= (m_1 + m_2) - m_3 \\ &= (154.38 \text{ g} + 2.00 \text{ g}) - 155.60 \text{ g} \\ &= 0.78 \text{ g}\end{aligned}$$

ดังนั้น ในการทดลองมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น 0.78 กรัม

3. คำนวณมวลของ CO<sub>2</sub> ตามทฤษฎี ได้ดังนี้

**แนวคำตอบ**

**ขั้นที่ 1** คำนวณสารกำหนดปริมาณ

คำนวณมวลของ Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ HCl 1.0 mol/L. ปริมาตร 40.0 mL. ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{มวลของ Na}_2\text{CO}_3 &= 40.0 \text{ mL. HCl} \times \frac{1,0 \text{ mol HCl}}{1000 \text{ mL. HCl}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{2 \text{ mol HCl}} \times \frac{105.99 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \\ &= 2.1 \text{ g Na}_2\text{CO}_3\end{aligned}$$

นั่นคือ HCl 1.0 mol/L. ปริมาตร 40.0 mL. จะทำปฏิกิริยาพอดีกับ Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2.1 g แต่ชั่ง Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> มวล 2.00 g ดังนั้น Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> เป็นสารกำหนดปริมาณ

**ขั้นที่ 2** คำนวณมวลของ CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned}\text{คำนวณมวลของ CO}_2 \text{ จากสารกำหนดปริมาณ ซึ่งคือ มวลของ Na}_2\text{CO}_3 \text{ ที่ชั่งได้ ดังนี้} \\ \text{มวลของ CO}_2 &= 2.00 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{105.99 \text{ g Na}_2\text{CO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \times \frac{44.01 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \\ &= 0.830 \text{ g CO}_2\end{aligned}$$

ดังนั้น มวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตามทฤษฎีเท่ากับ 0.830 กรัม

**สรุปผลการทดลอง**

มวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตามทฤษฎีมากกว่ามวลที่ทำได้จากการทดลอง

**แบบทดสอบหลังเรียน**  
**เรื่อง ผลลัพธ์ย่อย**

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

คำนวณผลลัพธ์ย่อยของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน  
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ทั่วอักษร ก ข ค และ ง  
ในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่นักเรียนเลือกตอบ

**เกณฑ์การให้คะแนนตอบถูกข้อละ 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน**

- น้ำหนักร้อยละของธาตุคาร์บอน (C) ใน  $K_4Fe(CN)_6$  มีค่าเท่าไร (K = 39 , Fe = 56 , C = 12 , N = 14)
 

ก. 15.2%	ข. 19.6%	ค. 22.8%	ง. 42.4%
----------	----------	----------	----------
- เมื่อละลายเหรียญเงินอันหนึ่งหนัก 2 กรัม ในกรดไนตริกแล้วเติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีจำนวนมากเกินพอ จะได้ตะกอนขาวหนัก 1.435 กรัม จงคำนวณหามวลเป็นร้อยละของเงินในเหรียญเงินนี้ (H = 1 , O = 16 , N = 14 , Na 23 , Ag = 108 , Cl = 35.5)
 

ก. 25%	ข. 36%	ค. 52%	ง. 54%
--------	--------	--------	--------
- แร่ชนิดหนึ่งประกอบด้วย FeS และสิ่งอื่นที่ไม่ทำปฏิกิริยากับกรด เมื่อนำแร่ขึ้นมา 20 กรัม มาต้มกับกรด  $H_2SO_4$  ที่มีปริมาณมากพอจนปฏิกิริยาสิ้นสุด ปรากฏว่าได้แก๊ส  $H_2S$  ทั้งหมด 3.4 กรัม จงคำนวณหาว่าแร่ชิ้นประกอบด้วย FeS หนักร้อยละเท่าใด (Fe = 56 , S = 32 , H = 1) ถ้าสมการของปฏิกิริยาดังกล่าว คือ
 
$$FeS + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2S$$

ก. 22	ข. 35	ค. 44	ง. 52
-------	-------	-------	-------
- $CaSO_4$  เมื่อเป็นผลึกปรากฏว่าปริมาณของน้ำผลึกเป็น 20.9% โดยมวล ใน 1 โมล ของผลึกมีน้ำกี่กรัม (Ca = 40 , S 32 , O = 16 , H = 1)
 

ก. 18 กรัม	ข. 36 กรัม	ค. 72 กรัม	ง. 90 กรัม
------------	------------	------------	------------
- ปฏิกิริยาถลุงเหล็ก  $Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$  นำตัวอย่างที่มี  $Fe_2O_3$  หนัก 11.44 กรัม รีดิวซ์ด้วยคาร์บอนมอนอกไซด์จะได้เหล็ก (Fe) หนัก 2.00 กรัม จงคำนวณร้อยละความบริสุทธิ์ของสารตัวอย่าง (Fe = 55.8 , O = 16 , C = 12)
 

ก. 17.5	ข. 25.0	ค. 28.6	ง. 50.0
---------	---------	---------	---------
- เมื่อเผาโซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต 3.36 g จะได้โซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต 169.6 g กับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ ร้อยละของโซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนตเป็นเท่าใด (Na = 23 , H = 1 , O = 16 , C = 12)
 

ก. 80	ข. 60	ค. 50	ง. 40
-------	-------	-------	-------

7. เมื่อนำสารผสมของ  $MgCO_3$  กับ  $CaCO_3$  หนัก 13.0 g มาทำปฏิกิริยากับกรด HCl ที่มากเกินไป วัดปริมาตรของ  $CO_2$  ที่เกิดขึ้นที่สภาวะมาตรฐานได้เป็น  $3.36 \text{ dm}^3$  น้ำหนักร้อยละของ  $MgCO_3$  ในของแข็งผสมนั้นเป็นดังข้อใด ( $Mg = 24$  ,  $Ca = 40$  ,  $C = 12$  ,  $O = 16$ )
- ก. 19.3                      ข. 59.6                      ค. 40.4                      ง. 80.7
8. สาร A ประกอบด้วยฟอสฟอรัสและคลอรีน นำสาร A 13.75 กรัม ไปทำปฏิกิริยากับน้ำจนปฏิกิริยาสิ้นสุดได้กรดฟอสฟอริก 9.8 กรัม และกรดไฮโดรคลอริก 10.95 กรัม สาร A ประกอบด้วยคลอรีนร้อยละเท่าใดโดยมวล ( $H = 1$  ,  $P = 31$  ,  $O = 16$ )
- ก. 22.5                      ข. 25.8                      ค. 77.5                      ง. 53.3
9. หินปูนตัวอย่างประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตและสิ่งเจือปนอื่นๆ ถ้านำหินปูนตัวอย่าง 1.00 kg มาเผาจนแคลเซียมคาร์บอเนตสลายตัวอย่างสมบูรณ์ พบว่าเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หนักเท่ากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้โพรเพน 110 g อย่างสมบูรณ์ จงคำนวณหาร้อยละของแคลเซียมคาร์บอเนตในหินปูนตัวอย่าง ( $Ca = 40$  ,  $C = 12$  ,  $O = 16$  ,  $H = 1$ )
- ก. 75                      ข. 80                      ค. 85                      ง. 90
10. แก๊สผสมประกอบด้วย  $N_2$  และ  $CO_2$  หนัก 12.8 g บรรจุในภาชนะขนาด  $2 \text{ dm}^3$  เมื่อผ่านแก๊สผสมนี้ลงในสารละลาย NaOH ปรากฏว่าสารละลาย NaOH มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 4.4 g แก๊สผสมนี้ประกอบด้วย  $N_2$  ร้อยละเท่าใดโดยปริมาตร (แนะนำ : NaOH สามารถทำปฏิกิริยากับ CO เกิดผลิตภัณฑ์  $Na_2CO_3$ )
- ก. 25                      ข. 34                      ค. 65                      ง. 75

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง ผลไม้ร้อยละ

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

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

เรื่อง ผลไม้ร้อยละ

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

## เกณฑ์คะแนนพัฒนาการ

คะแนนทดสอบย่อย	คะแนนพัฒนาการ
คะแนนต่ำกว่าคะแนนพื้นฐานตั้งแต่ 5 คะแนนลงไป	0
คะแนนต่ำกว่าคะแนนพื้นฐานระหว่าง 1-4 คะแนน	10
คะแนนสูงกว่าคะแนนพื้นฐานระหว่าง 0-4 คะแนน	20
คะแนนสูงกว่าคะแนนพื้นฐาน 5 คะแนนขึ้นไป	30

## เกณฑ์กำหนดรายบุคคลที่ให้รางวัล

คะแนนค่าเฉลี่ยรายบุคคล	รางวัล
0 คะแนน	ปรับปรุง
10 คะแนน	พอใช้
20 คะแนน	ดี (ดินสอ 1 แท่ง ประกาศยกย่องชมเชย)
30 คะแนน	ดีมาก (ปากกา 1 ด้าม ประกาศยกย่องชมเชย)

## เกณฑ์กำหนดกลุ่มที่ให้รางวัล

คะแนนค่าเฉลี่ยของกลุ่ม	รางวัล
8-12 คะแนน	ดี
13-17 คะแนน	ดีมาก
18 คะแนนขึ้นไป	ยอดเยี่ยม (สมุด 1 เล่ม ประกาศยกย่องชมเชย)

แบบบันทึกคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล  
เรื่อง ผลได้ร้อยละ

เลขที่	ชื่อ - สกุล	คะแนน ทดสอบย่อย	คะแนน พื้นฐาน	ผลต่างของคะแนน ทดสอบย่อย กับคะแนนพื้นฐาน	คะแนน ความก้าวหน้า
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

## แบบบันทึกคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล (ต่อ)

เลขที่	ชื่อ - สกุล	คะแนน ทดสอบย่อย	คะแนน พื้นฐาน	ผลต่างของคะแนน ทดสอบย่อย กับคะแนนพื้นฐาน	คะแนน ความก้าวหน้า
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

ลงชื่อ

ครูผู้สอน

(นางยุพิน นานิ้ว)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ



แบบบันทึกคะแนนกลุ่ม  
เรื่อง ผลได้ร้อยละ

ชื่อกลุ่ม	เลขที่	คะแนนความก้าวหน้า
A	5	
	8	
	13	
	14	
	25	
คะแนนรวม		
คะแนนเฉลี่ย		

ชื่อกลุ่ม	เลขที่	คะแนนความก้าวหน้า
B	1	
	2	
	7	
	15	
	17	
คะแนนรวม		
คะแนนเฉลี่ย		

ชื่อกลุ่ม	เลขที่	คะแนนความก้าวหน้า
C	3	
	4	
	6	
	21	
คะแนนรวม		
คะแนนเฉลี่ย		

## แบบบันทึกคะแนนกลุ่ม (ต่อ)

ชื่อกลุ่ม	เลขที่	คะแนนความก้าวหน้า
D	9	
	22	
	29	
	30	
คะแนนรวม		
คะแนนเฉลี่ย		

ชื่อกลุ่ม	เลขที่	คะแนนความก้าวหน้า
E	18	
	24	
	27	
	28	
คะแนนรวม		
คะแนนเฉลี่ย		

ชื่อกลุ่ม	เลขที่	คะแนนความก้าวหน้า
F	10	
	11	
	23	
	26	
คะแนนรวม		
คะแนนเฉลี่ย		

## แบบบันทึกคะแนนกลุ่ม (ต่อ)

ชื่อกลุ่ม	เลขที่	คะแนนความก้าวหน้า
G	12	
	16	
	19	
	20	
คะแนนรวม		
คะแนนเฉลี่ย		

สรุป กลุ่มที่ได้คะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยเกิน 18 คะแนน ได้สมุดกลุ่มละ 1 เล่ม ได้แก่ กลุ่มที่ A , B , C , D , E , F และ G



## แบบบันทึกคะแนนแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ (ต่อ)

เลขที่	ชื่อ - สกุล	เกณฑ์การประเมิน					ผลการประเมิน	
		ดีมาก 9-10	ดี 7-8	ปานกลาง 5-6	พอใช้ 3-4	ปรับปรุง 0-2	ผ่าน	ไม่ผ่าน
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								

ลงชื่อ

ครูผู้สอน

(นางยุพิน นาค้าว)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

**แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมกลุ่ม**  
**กิจกรรม เรื่อง การทดลองผลได้ร้อยละของปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนต**  
**กับกรดไฮโดรคลอริก**

กลุ่ม	การทำงานกลุ่ม					
	การแบ่งหน้าที่	การช่วยเหลือ กันและกัน	การยอมรับ ความคิดเห็น	ตรวจสอบ ผลงาน	การสรุปผล งานร่วมกัน	รวม คะแนน
	2	2	2	2	2	10
A						
B						
C						
D						
E						
F						
G						

**เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมกลุ่ม**

2 หมายถึง ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมนั้นสม่ำเสมอ

1 หมายถึง ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมนั้นบ่อยครั้ง

เกณฑ์การให้คะแนน		
คะแนน	ระดับคุณภาพ	
9 – 10	5	ดีมาก
7 – 8	4	ดี
5 - 6	3	ปานกลาง
3 – 4	2	พอใช้
0 – 2	1	ปรับปรุง

ผลการประเมินพฤติกรรมกลุ่ม	
<input type="radio"/> ดีมาก	<input type="radio"/> ดี
<input type="radio"/> ปานกลาง	<input type="radio"/> พอใช้
<input type="radio"/> ปรับปรุง	

ชื่อ \_\_\_\_\_ ครูผู้สอน

(นางยุพิน นาท้ว)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ







**เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์  
ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้  
เรื่อง ผลลัพธ์ย่อย**

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1. ความมีระเบียบวินัย	นักเรียนตรงต่อเวลาเตรียมวัสดุอุปกรณ์ตามที่ได้รับมอบหมาย เข้าเรียนตามเวลาและปฏิบัติตามที่ได้รับมอบหมาย	ปฏิบัติตามที่ได้รับมอบหมาย เข้าเรียนช้าแต่ไม่เกิน 5 นาที	ปฏิบัติตามที่ได้รับมอบหมาย เข้าเรียนช้าแต่เกิน 5 นาที
2. ความรับผิดชอบ	นักเรียนช่วยเหลือเพื่อน ความตั้งใจในการเรียน ส่งงานตามเวลาที่กำหนด	นักเรียนช่วยเหลือเพื่อน มีความตั้งใจในการเรียน แต่ส่งงานช้ากว่ากำหนด หลังชั่วโมงเรียน	ตั้งใจเรียน แต่ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1 วัน

**การแปลความหมาย**

ได้คะแนน	6	คะแนน	มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในระดับดีมาก
ได้คะแนน	5	คะแนน	มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในระดับดี
ได้คะแนน	3-4	คะแนน	มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในระดับพอใช้
ได้คะแนน	1-2	คะแนน	มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในระดับปรับปรุง

**เกณฑ์การตัดสิน**

ได้คะแนน	6	คะแนน	ผ่านเกณฑ์ระดับดีมาก
ได้คะแนน	5	คะแนน	ผ่านเกณฑ์ระดับดี
ได้คะแนนต่ำกว่า	4	คะแนน	ไม่ผ่าน



## แบบประเมินคะแนนพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ต่อ)






เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน/สังเกต						สรุป	ผลจากการประเมิน	
		ความมีระเบียบวินัย			ความรับผิดชอบ				ผ่าน	ไม่ผ่าน
		3	2	1	3	2	1	6		
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

ลงชื่อ ครูผู้สอน  
 (นางยุพิน นาท้ว)  
 ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

**แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**  
**เรื่อง ผลไม้ร้อยละ**

	เครื่องมือวัดและประเมินผล	คะแนน	
		เต็ม	ได้
จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบฝึกหัดทบทวนความรู้	10	
	พฤติกรรมกลุ่ม กิจกรรม การทดลองผลได้ร้อยละของปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริก	10	
	แบบทดสอบย่อย	10	
	รวม	30	

เกณฑ์การให้คะแนน		
คะแนน	ระดับคุณภาพ	
25 – 30	5	ดีมาก
19 – 24	4	ดี
13 - 18	3	ปานกลาง
7 – 12	2	พอใช้
0 – 6	1	ปรับปรุง

ผลการประเมินระดับคุณภาพ	
 5 (ดีมาก)	 4 (ดี)
 3 (ปานกลาง)	 2 (พอใช้)
 1 (ปรับปรุง)	

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้ประเมิน

(นางยุพิน นาคพัฑ)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

สรุปผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เรื่อง ผลได้ร้อยละ

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			รวมคะแนน	ผลการประเมิน	หมายเหตุ														
		แบบฝึกหัด	พฤติกรรมการกลุ่ม	แบบทดสอบย่อย																	
		10	10	10																	
				30																	
1							<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th colspan="2">เกณฑ์การให้คะแนน</th> </tr> <tr> <td>คะแนนรวม</td> <td>ระดับคุณภาพ</td> </tr> <tr> <td>25 - 30</td> <td>ดีมาก</td> </tr> <tr> <td>19 - 24</td> <td>ดี</td> </tr> <tr> <td>13 - 18</td> <td>ปานกลาง</td> </tr> <tr> <td>7 - 12</td> <td>พอใช้</td> </tr> <tr> <td>0 - 6</td> <td>ปรับปรุง</td> </tr> </table>	เกณฑ์การให้คะแนน		คะแนนรวม	ระดับคุณภาพ	25 - 30	ดีมาก	19 - 24	ดี	13 - 18	ปานกลาง	7 - 12	พอใช้	0 - 6	ปรับปรุง
เกณฑ์การให้คะแนน																					
คะแนนรวม	ระดับคุณภาพ																				
25 - 30	ดีมาก																				
19 - 24	ดี																				
13 - 18	ปานกลาง																				
7 - 12	พอใช้																				
0 - 6	ปรับปรุง																				
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					

## สรุปผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต่อ)

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			รวมคะแนน	ผลการประเมิน	หมายเหตุ
		แบบฝึกหัด	พฤติกรรมกลุ่ม	แบบทดสอบย่อย			
		10	10	10			
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

ลงชื่อ ครูผู้สอน  
 (นางยุพิน นาน้าว)  
 ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ