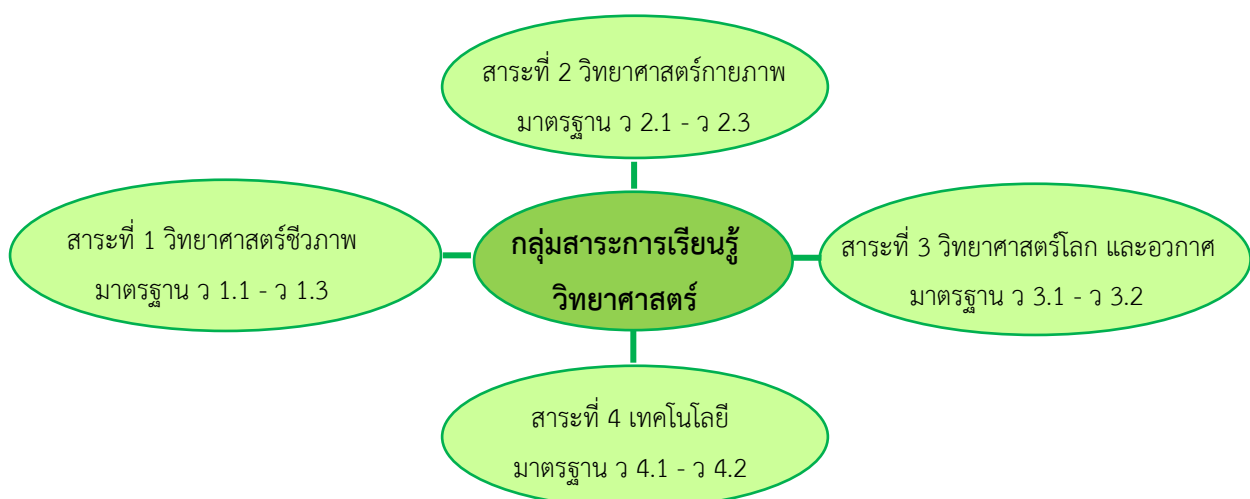


สรุปหลักสูตรฯ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ *

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดสาระการเรียนรู้ 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี รวมทั้งยังมีสาระเพิ่มเติมอีก 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

องค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาในแต่ละชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ ทัดเทียมกับนานาชาติ



วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม - สาระชีววิทยา - สาระเคมี - สาระฟิสิกส์ - สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระเคมี *

สาระเคมี

- เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	1. สืบค้นข้อมูล สมบัติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม	● นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโครงสร้างของอะตอม และเสนอแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ จากการศึกษาข้อมูล การสังเกต การตั้งสมมติฐาน และผลการทดลอง ● แบบจำลองอะตอมมีวิวัฒนาการ โดยเริ่มจากดอลตันเสนอว่าธาตุประกอบด้วยอะตอมซึ่งเป็นอนุภาคขนาดเล็ก ไม่สามารถแบ่งแยกได้ ต่อมาทอมสันเสนอว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน และอนุภาคประจุบวก รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอว่าประจุบวกที่เรียกว่า โปรตอน รวมตัวกันอยู่ตรงกึ่งกลางอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งมีขนาดเล็กมาก และมีอิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียส โบร์เสนอว่าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงรอบนิวเคลียส โดยแต่ละวงมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่รวดเร็วรอบนิวเคลียส และไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้ จึงเสนอแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งแสดงโอกาสการพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส
	2. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป	● สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอม ซึ่งแสดงจำนวนโปรตอน และเลขมวลซึ่งแสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอน อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน เรียกว่า ไอโซโทป

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	3. อธิบายและเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก และระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ	● การศึกษาสเปกตรัมการเปล่งแสงของอะตอมแก๊สทำให้ทราบว่า อิเล็กตรอนจัดเรียงอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสในระดับพลังงานหลักต่าง ๆ และแต่ละระดับพลังงานหลักยังแบ่งเป็นระดับพลังงานย่อย ซึ่งมีบริเวณที่จะพบอิเล็กตรอน เรียกว่า ออร์บิทัล ได้แตกต่างกัน และอิเล็กตรอนจะจัดเรียงในออร์บิทัลให้มีระดับพลังงานต่ำที่สุดสำหรับอะตอมในสถานะพื้น
	4. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะของธาตุ เพรรี-เซนเททิฟ และธาตุ แทรนซิชันในตารางธาตุ	● ตารางธาตุในปัจจุบันจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมและสมบัติที่คล้ายคลึงกันเป็นหมู่และคาบ โดยอาจแบ่งธาตุในตารางธาตุเป็นกลุ่มธาตุโลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ นอกจากนี้ อาจแบ่งเป็นกลุ่มธาตุ เพรรีเซนเททิฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน
ม.4	5. วิเคราะห์และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเพรรีเซนเททิฟตามหมู่และตามคาบ	● ธาตุเพรรีเซนเททิฟในหมู่เดียวกันมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักเดียวกัน ธาตุเพรรีเซนเททิฟมีสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกันตามหมู่ และมีแนวโน้มสมบัติบางประการเป็นไปตามหมู่และตามคาบ เช่น ขนาดอะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออไนเซชัน อิเล็กโตร-เนกาติวิตี สมรรถภาพอิเล็กตรอน
	6. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเพรรีเซนเททิฟ	● ธาตุแทรนซิชันเป็นโลหะที่ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน มีจุดเดือด จุดหลอมเหลว และความหนาแน่นสูง เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ากว่าธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเพรรี-เซนเททิฟ เมื่อเกิดเป็นสารประกอบส่วนใหญ่จะมีสี
	7. อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี	● ธาตุแต่ละชนิดมีไอโซโทป ซึ่งในธรรมชาติบางธาตุมีไอโซโทปที่แผ่รังสีได้ เนื่องจากนิวเคลียสไม่เสถียร เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี สำหรับธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทปสามารถแผ่รังสีได้รังสีที่เกิดขึ้น เช่น รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา โดยครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสีเป็นระยะเวลาที่ไอโซโทป กัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแต่ละไอโซโทปกัมมันตรังสี

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	8. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่องานมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ทำให้สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้การนำธาตุไปใช้ต้องตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสารกัมมันตรังสี ซึ่งต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม
	9. อธิบายการเกิดไอออน และการเกิดพันธะ ไอออนิก โดยใช้แผนภาพ หรือสัญลักษณ์แบบจุดของลิทวีส	- สารเคมีเกิดจากการยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเคมี ซึ่งเกี่ยวข้องกับแวนเดอร์วาลส์ที่แสดงได้ด้วยสัญลักษณ์แบบจุดของลิทวีส โดยการเกิดพันธะเคมีส่วนใหญ่เป็นไปตามกฎออกเตต - พันธะไอออนิกเกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่างประจุไฟฟ้าของไอออนบวกกับไอออนลบ ส่วนใหญ่ไอออนบวกเกิดจากโลหะเสียอิเล็กตรอนและไอออนลบเกิดจากโลหะรับอิเล็กตรอน สารประกอบที่เกิดจากพันธะไอออนิก เรียกว่า สารประกอบไอออนิก สารประกอบไอออนิกไม่อยู่ในรูปโมเลกุล แต่เป็นโครงผลึกที่ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบจัดเรียงตัวต่อเนื่องกันไปทั้งสามมิติ
	10. เขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก	- สารประกอบไอออนิกเขียนแสดงสูตรเคมีโดยให้สัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกไว้ข้างหน้า ตามด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขแสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนไอออนที่เป็นองค์ประกอบ - การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกทำได้โดยเรียกชื่อไอออนบวกแล้วตามด้วยชื่อไอออนลบ สำหรับสารประกอบไอออนิกที่เกิดจากโลหะที่มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ต้องระบุเลขออกซิเดชันของโลหะด้วย
ม.4	11. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์	ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากธาตุเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน มีทั้งที่เป็นปฏิกิริยาดูดพลังงานและคายพลังงาน ซึ่งแสดงได้ด้วยวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ และพลังงานของปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกเป็นผลรวมของพลังงานทุกขั้นตอน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	12. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก	● สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็งเปราะ มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออน เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อเป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า แต่ถ้าทำให้หลอมเหลวหรือละลายในน้ำจะนำไฟฟ้า ● สารละลายของสารประกอบไอออนิกแสดงสมบัติความเป็นกรด-เบสต่างกัน สารละลายของสารประกอบคลอไรด์มีสมบัติเป็นกลาง และสารละลายของสารประกอบออกไซด์มีสมบัติเป็นเบส
	13. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก	● ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก สามารถเขียนแสดงด้วยสมการไอออนิกหรือสมการไอออนิกสุทธิ โดยที่สมการไอออนิกแสดงสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่แตกตัวได้ในรูปของไอออน ส่วนสมการไอออนิกสุทธิแสดงเฉพาะไอออนที่ทำปฏิกิริยากัน และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น
	14. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ด้วยโครงสร้างลิวอิส	● พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นภายในโมเลกุลจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันของธาตุ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นธาตุอโลหะ โดยทั่วไปจะเป็นไปตามกฎออกเตต สารที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ เรียกว่า สารโคเวเลนต์ พันธะโคเวเลนต์เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้ด้วยโครงสร้างลิวอิส โดยแสดงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะด้วยจุดหรือเส้น และแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของแต่ละอะตอมด้วยจุด
	15. เขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์	● สูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ โดยทั่วไปเขียนแสดงด้วยสัญลักษณ์ของธาตุเรียงลำดับตามค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีจากน้อยไปมาก โดยมีตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมของธาตุที่มีมากกว่า 1 อะตอมในโมเลกุล ● การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ทำได้โดยเรียกชื่อธาตุที่อยู่หน้าก่อนแล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัดมา โดยมีคำนำหน้าระบุจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	16. วิเคราะห์และเปรียบเทียบความยาวพันธะ และพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้งคำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ	● ความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ขึ้นกับชนิดของอะตอมคู่ร่วมพันธะและชนิดของพันธะ โดยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม มีความยาวพันธะและพลังงานพันธะแตกต่างกัน นอกจากนี้ โมเลกุลโคเวเลนต์บางชนิดมีค่าความยาวพันธะและพลังงานพันธะแตกต่างจากของพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ซึ่งสารเหล่านี้สามารถเขียนโครงสร้างลิวอิสที่เหมาะสมได้มากกว่า 1 โครงสร้างที่เรียกว่า โครงสร้างเรโซแนนซ์ ● พลังงานพันธะนำมาใช้ในการคำนวณพลังงานของปฏิกิริยาซึ่งได้จากผลต่างของพลังงานพันธะรวมของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์
ม.4	17. คาดคะเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ และระบุสภาพขั้วของโมเลกุล โคเวเลนต์	● รูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์อาจพิจารณาโดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (VSEPR) ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง โมเลกุลโคเวเลนต์มีทั้งโมเลกุลมีขั้ว และไม่มีขั้ว สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์เป็นผลรวมปริมาณเวกเตอร์สภาพขั้วของแต่ละพันธะตามรูปร่างโมเลกุล
	18. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์	● แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลซึ่งอาจเป็นแรงลอนดอน แรงดึงดูดระหว่างขั้ว และพันธะไฮโดรเจนมีผลต่อจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสาร นอกจากนี้ สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่ยังมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำกว่าสารประกอบไอออนิก เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมีค่าน้อยกว่าพันธะไอออนิก ● สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ และไม่ละลายในน้ำ สำหรับสารโคเวเลนต์ที่ละลายน้ำมีทั้งแตกตัวและไม่แตกตัวเป็นไอออน สารละลายที่ได้จากสารที่ไม่แตกตัวเป็นไอออนจะไม่นำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ ส่วนสารละลายที่ได้จากสารที่แตกตัวเป็นไอออนจะนำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลาย อิเล็กโทรไลต์ สารละลายของสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์จะมีสมบัติเป็นกรด

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	19. สืบค้นข้อมูลและอธิบายสมบัติของสารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่ายชนิดต่าง ๆ	● สารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่และมีพันธะโคเวเลนต์ต่อเนื่องเป็นโครงร่างตาข่าย จะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง สารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่ายที่มีธาตุองค์ประกอบเหมือนกัน แต่มีสูตรต่างกันจะมีสมบัติต่างกัน เช่น เพชร แกรไฟต์
	20. อธิบายการเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ	● พันธะโลหะเกิดจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนของทุกอะตอมของโลหะเคลื่อนที่อย่างอิสระไปทั่วทั้งโลหะ และเกิดแรงยึดเหนี่ยวกับโปรตอนในนิวเคลียสทุกทิศทาง ● โลหะส่วนใหญ่เป็นของแข็ง มีผิวมันวาว สามารถตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นได้ นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง
	21. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะได้อย่างเหมาะสม	● สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ มีสมบัติเฉพาะตัวบางประการที่แตกต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลายน้ำ การนำไฟฟ้า จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม

2. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	1. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด	- ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุ ไม่เปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้ อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี - การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้อะตอมของธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน
	2. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีมีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึงสัดส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้
	3. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย	
	4. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	
	5. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม
	6. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี	ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนเรียกว่า สารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่นที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	7. คำนวณผลได้ ร้อยละ ของ ผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	1. บอกและอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่น และสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ	● การทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น จึงควรศึกษาข้อปฏิบัติของการทำปฏิบัติการเคมี เช่น ความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์และสารเคมี การป้องกันอุบัติเหตุระหว่างการทดลอง การกำจัดสารเคมี
	2. เลือกและใช้อุปกรณ์ หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	● อุปกรณ์และเครื่องมือชั่ง ตวง วัด แต่ละชนิดมีวิธีการใช้งานและการดูแลแตกต่างกัน ซึ่งการวัดปริมาณต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงและความแม่นยำในระดับนัยสำคัญที่ต้องการ ต้องมีการเลือกและใช้อุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการอย่างเหมาะสม
	3. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลอง และเขียนรายงานการทดลอง	● การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวางแผนการทดลอง การทำการทดลอง การบันทึกข้อมูล สรุปและวิเคราะห์ นำเสนอข้อมูล และการเขียนรายงานการทดลองที่ถูกต้อง โดยการทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
	4. ระบุหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และเปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย	● การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร การบอกปริมาณของสารอาจจะอยู่ในหน่วยต่าง ๆ ดังนั้น เพื่อให้มีมาตรฐานเดียวกัน จึงมีการกำหนดหน่วยในระบบเอสไอให้เป็นหน่วยสากล ซึ่งการเปลี่ยนหน่วยเพื่อให้เป็นหน่วยสากลสามารถทำได้ด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย
	5. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร	● มวลอะตอมของธาตุ เป็นมวลของธาตุ 1 อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน แต่เนื่องจากอิเล็กตรอนมีมวลน้อยมากเมื่อเทียบกับโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้น มวลอะตอมจึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวมของมวลโปรตอนและนิวตรอน

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		● มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุนั้นตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ ● มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น
	6. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP	● โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาค มวลของสาร 1 โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP
	7. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุ องค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่	● สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบคงที่เสมอ ตามกฎสัดส่วนคงที่
	8. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร	● สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัล หรือสูตรอย่างง่าย และสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่ายคำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุลของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้
	9. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ	● สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยร้อยละส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลาลิตี และเศษส่วนโมล
	10. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด	● การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดยการละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ในตัวทำละลาย หรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้นมาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ
	11. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุด	● สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไปจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของตัวทำละลาย

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	เดือตและจุดเยือกแข็งของ สารละลาย	

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 60 ชั่วโมง/ปี

ศึกษาเกี่ยวกับมวลอะตอมของธาตุ มวลของธาตุ 1 อะตอม มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ศึกษาหน่วยและการคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย การทดลองเตรียมสารละลาย การเปรียบเทียบจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย ศึกษาความหมายและเขียนสูตรโมเลกุล สูตรเอมพิริคัล หรือสูตรอย่างง่าย และสูตรโครงสร้าง การคำนวณหามวลเป็นร้อยละจากสูตร การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลของสาร ศึกษาการเขียนและดุลสมการเคมี ทดลองและคำนวณหาอัตราส่วนจำนวนโมลของสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน ศึกษาสมบัติของระบบปิดและระบบเปิด ศึกษาและฝึกคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เป็นไปตามกฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ ศึกษาทดลองและคำนวณปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีตามกฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดร ศึกษาและฝึกคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีนั้น ๆ และสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ สารกำหนดปริมาณ และผลได้ร้อยละ

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตรได้
2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้
3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสารได้
5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ ได้
6. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนดได้
7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายได้
8. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิดได้

9. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสารได้
10. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลายได้
11. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊สได้
12. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอนได้
13. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมีได้
14. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีได้

รวม 14 ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชา เคมี ม.4 เล่ม 2

ลำดับ	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชม.)
1.	ปริมาณสัมพันธ์	1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตรได้ 2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้ 3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้ 4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสารได้	มวลอะตอมของธาตุเป็นมวลของธาตุ 1 อะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุนั้นๆตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ มวลโมเลกุลเป็นผลรวมของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสาร สาร 1 โมล มี 6.02×10^{23} อนุภาค มีมวลเท่ากับมวลอะตอม หรือมวลโมเลกุลของสารนั้น และสารที่มีสถานะเป็นแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP สารประกอบเกิดจากธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมตัวกัน โดยมีอัตราส่วนโดยมวลตามกฎสัดส่วนคงที่สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรอย่างง่าย และสูตรโมเลกุล	17
2.	สารละลาย	5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ ได้ 6. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนดได้ 7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายได้	การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้น การเตรียมสารละลายสามารถทำได้โดยการเตรียมจากสารบริสุทธิ์ และเตรียมจากสารละลายเข้มข้น สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลาย	17

ลำดับ	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชม.)
3.	ปริมาณ สัมพันธ์ใน ปฏิกิริยา เคมี	8. แปลความหมายสัญลักษณ์ใน สมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมี ของปฏิกิริยาเคมีบางชนิดได้ 9. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยา เคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสารได้ 10. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยา เคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของ สารละลายได้ 11. คำนวณปริมาณของสารใน ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตร แก๊สได้ 12. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยา เคมีหลายขั้นตอนได้ 13. ระบุสารกำหนดปริมาณและ คำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ใน ปฏิกิริยาเคมีได้ 14. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ ในปฏิกิริยาเคมีได้	ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ มีสารใหม่เกิดขึ้น เขียนแสดงได้ด้วย สมการเคมี เลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณ ของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความ เข้มข้นของสารละลาย และปริมาตร ของแก๊สได้ ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลาย ขั้นตอน พิจารณาได้จากเลข สัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำ ปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำ ปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่า สารกำหนด ปริมาณ ค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ ร้อยละ	26

โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เคมี ม.4 เล่ม 2

เวลา 60 ชั่วโมง

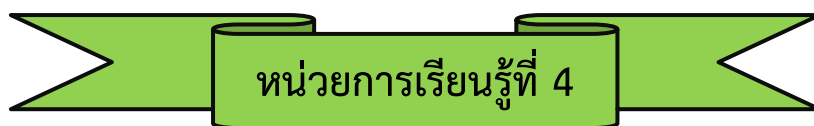
หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิด/รูปแบบการสอน/ วิธีการสอน/เทคนิค	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
4. ปริมาณสัมพันธ์	แผนที่ 1 มวลอะตอม และ มวลโมเลกุล	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการตีความหมายและ ลงข้อสรุป	- ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบฝึกหัด - ตรวจใบงานที่ 4.1 เรื่อง มวลอะตอม ของธาตุ - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	5
	แผนที่ 2 โมล	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการตีความหมายและ ลงข้อสรุป	- ตรวจสอบฝึกหัด - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตพฤติกรรมการนำเสนอ - สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	7
	แผนที่ 3 สูตรเคมี	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการวิเคราะห์	- ตรวจสอบทดสอบหลังเรียน - ตรวจสอบฝึกหัด - ตรวจใบงานที่ 4.2 เรื่อง สูตรเคมี	5

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิด/รูปแบบการสอน/ วิธีการสอน/เทคนิค	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
				- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	
5. สารละลาย	แผนที่ 1 ความเข้มข้นของสารละลาย	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการวิเคราะห์	- ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบฝึกหัด - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	6
	แผนที่ 2 การเตรียมสารละลาย	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทดลอง - ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร - ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	- ตรวจสอบฝึกหัด - ประเมินการปฏิบัติการ เรื่อง การเตรียมสารละลาย - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการนำเสนอ - สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	5
	แผนที่ 3 สมบัติบางประการของสารละลาย	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการวิเคราะห์	- ตรวจสอบทดสอบหลังเรียน - ตรวจสอบฝึกหัด	6

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิด/รูปแบบการสอน/ วิธีการสอน/เทคนิค	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
			- ทักษะการทดลอง - ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร - ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	- ประเมินการปฏิบัติการ เรื่อง การหาจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตพฤติกรรมการนำเสนอ - สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	
6. ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี	แผนที่ 1 สมการเคมี	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทดลอง - ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	- ตรวจสอบบทก่อนก่อนเรียน - ตรวจสอบฝึกหัด - ตรวจสอบงานที่ 6.1 เรื่อง สมการเคมี - ประเมินการปฏิบัติการ เรื่อง อัตราส่วนโดยโมลที่เข้าทำปฏิกิริยากันพอดี - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตพฤติกรรมการนำเสนอ - สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	5

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิด/รูปแบบการสอน/ วิธีการสอน/เทคนิค	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
	แผนที่ 2 มวลของสาร ใน ปฏิกิริยาเคมี	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการวิเคราะห์	- ตรวจแบบฝึกหัด - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	5
	แผนที่ 3 ปริมาตรของ แก๊สในปฏิกิริยาเคมี	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทดลอง - ทักษะการตีความหมายและ ลงข้อสรุป	- ตรวจแบบฝึกหัด - ประเมินการปฏิบัติการ เรื่อง ศึกษา ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยา - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	5
	แผนที่ 4 ความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณของสารใน ปฏิกิริยาเคมี	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการวิเคราะห์	- ตรวจแบบฝึกหัด - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	6
	แผนที่ 5 การคำนวณ จากสมการ เคมีที่เกี่ยวข้อง มากกว่า หนึ่งสมการ	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการวิเคราะห์	- ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจใบงานที่ 6.2 เรื่อง การคำนวณ จากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่ง สมการ - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	2

หน่วยการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิด/รูปแบบการสอน/ วิธีการสอน/เทคนิค	ทักษะที่ได้	การประเมิน	เวลา (ชั่วโมง)
				- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	
	แผนที่ 6 ผลได้ร้อยละ	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการวิเคราะห์	- ตรวจสอบทดสอบหลังเรียน - ตรวจสอบฝึกหัด - ตรวจสอบใบงานที่ 6.3 เรื่อง ผลได้ ร้อยละ - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	3



ปริมาณสัมพันธ์

เวลา 17 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร
2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร

2. สารการเรียนรู้

2.1 สารการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) มวลอะตอมของธาตุเป็นมวลของธาตุ 1 อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน แต่เนื่องจากอิเล็กตรอนมีมวลน้อยมากเมื่อเทียบกับโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้น มวลอะตอมจึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวมของมวลโปรตอนและนิวตรอน
- 2) มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุชนิดนั้นตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ
- 3) มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น
- 4) โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาค มวลของสาร 1 โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP
- 5) สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัล หรือสูตรอย่างง่าย และสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่ายคำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุลของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

มวลอะตอมเป็นมวลเปรียบเทียบที่บอกให้ทราบว่ามวลของธาตุ 1 อะตอมหนักเป็นกี่เท่าของมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม ส่วนมวลโมเลกุลเป็นมวลเปรียบเทียบที่บอกให้ทราบว่าสารนั้น 1 โมเลกุล มีมวลเป็นกี่เท่าของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม

โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาค มวลของสาร 1 โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุล หรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

สารประกอบเกิดจากธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมตัวกัน โดยมีอัตราส่วนโดยมวลตามกฎสัดส่วนคงที่ สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรอย่างง่าย และสูตรโมเลกุล

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ใบสรุปความรู้ เรื่อง มวลอะตอมและมวลโมเลกุล

ใบสรุปความรู้ เรื่อง โมล

ใบสรุปความรู้ เรื่อง สูตรเคมี

6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)	- ตรวจใบสรุปความรู้ เรื่อง มวลอะตอมและมวลโมเลกุล	- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
	- ตรวจใบสรุปความรู้ เรื่อง โมล	- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
	- ตรวจสอบใบสรุปความรู้ เรื่อง สูตรเคมี	- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระ งาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.2 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์	ตรวจแบบทดสอบ ก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
6.3 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม 1) มวลอะตอมและ มวลโมเลกุล	- ตรวจสอบใบงานที่ 4.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 4.1 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) โมล	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
3) สูตรเคมี	- ตรวจสอบใบงานที่ 4.2 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 4.2 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
4) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอ ผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.4 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์	ตรวจแบบทดสอบ หลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

7. กิจกรรมการเรียนรู้

- แผนฯ ที่ 1 : มวลอะตอมและมวลโมเลกุล
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 5 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 2 : โมล
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 7 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 3 : สูตรเคมี
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 5 ชั่วโมง

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 3) ใบงานที่ 4.1 เรื่อง มวลอะตอมของธาตุ
- 4) ใบงานที่ 4.2 เรื่อง สูตรเคมี
- 5) PowerPoint เรื่อง มวลอะตอม
- 6) PowerPoint เรื่อง มวลโมเลกุล
- 7) PowerPoint เรื่อง โมล
- 8) PowerPoint เรื่อง สูตรเคมี
- 9) PowerPoint เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- สารในข้อใดต่อไปนี้เป็นอะตอม
 1. Cl
 2. K_2O
 3. CO
 4. NaO
 5. HCN
- 1 amu มีค่าเท่ากับข้อใด
 1. 1.66×10^{-23} กรัม
 2. 1.66×10^{-24} กรัม
 3. 1.66×10^{23} กรัม
 4. 1.66×10^{24} กรัม
 5. 6.02×10^{23} กรัม
- ธาตุ X มีมวลอะตอมเท่ากับ 33 ธาตุ X 5 อะตอม จะมีมวลเท่าใด
 1. 33 กรัม
 2. 165 กรัม
 3. $33 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
 4. $165 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
 5. $165 \times 6.02 \times 10^{23}$ กรัม
- ธาตุ A 2 อะตอม มีมวลเท่ากับ $40 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม อยากทราบว่าธาตุ B มีมวลอะตอมเท่าใด
 1. 20
 2. 40
 3. $20 \times 1.66 \times 10^{-24}$
 4. $40 \times 1.66 \times 10^{-24}$
 5. $20 \times 6.02 \times 10^{23}$
- ธาตุซิลิคอนมี 3 ไอโซโทป คือ มีมวลอะตอม 27.977 28.976 และ 29.974 และมีปริมาณในธรรมชาติร้อยละ 92.21 4.70 และ 3.09 ตามลำดับ จงหา มวลอะตอมเฉลี่ยธาตุซิลิคอน
 1. 27.09
 2. 27.45
 3. 28.09
 4. 29.07
 5. 29.45
- มวลโมเลกุลของ $(NH_4)_2CO_3$ มีค่าเท่าใด (มวลอะตอม H = 1, C = 12, N = 14, O = 16)
 1. 69
 2. 96
 3. 106
 4. 192
 5. 288
- แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1.806×10^{24} โมเลกุล มีกี่โมล
 1. 1
 2. 1.5
 3. 2
 4. 2.5
 5. 3
- น้ำ 2 โมล มีกี่โมเลกุล
 1. 6.02×10^{23}
 2. 6.02×10^{24}
 3. 1.204×10^{23}
 4. 1.204×10^{24}
 5. 1.806×10^{24}
- H_2SO_4 2 โมเลกุลหนักกี่กรัม (มวลอะตอม H = 1, S = 32, O = 16)
 1. 98
 2. 196
 3. $98 \times 1.66 \times 10^{-24}$
 4. $196 \times 1.66 \times 10^{-24}$
 5. $196 \times 6.02 \times 10^{-23}$
- สารชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และคลอรีน จากการทดลองเมื่อนำสารนี้มา 125 กรัม วิเคราะห์พบว่า มีคาร์บอนอยู่ 48 กรัม ไฮโดรเจน 6 กรัม ที่เหลือเป็นคลอรีน สูตรเคมีของสารนี้เป็นอย่างไร (มวลอะตอม C = 12, H = 1, Cl = 35.5)
 1. C_2H_3Cl
 2. C_8HCl_{12}
 3. $C_4H_3Cl_2$
 4. C_4H_6Cl
 5. $C_4H_6Cl_2$

แบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- สารในข้อใดต่อไปนี้เป็นโมเลกุล
1. H_2 2. Na 3. Cu 4. Fe 5. Ni
- 1.66×10^{-24} กรัม มีค่าเท่ากับข้อใด
1. 1 ppm 2. 1 ppb 3. 1 aum
4. 1 amu 5. 1 STP
- ธาตุ A มีมวลอะตอมเท่ากับ 48 ธาตุ X อะตอมจะมีมวลเท่าใด
1. 48 กรัม 2. 192 กรัม
3. $48 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
4. $48 \times 6.02 \times 10^{23}$ กรัม
5. $192 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
- ธาตุ Z3 อะตอม มีมวลเท่ากับ $75 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม อยากทราบว่าธาตุ Z มีมวลอะตอมเท่าใด
1. 25 2. 75
3. $25 \times 1.66 \times 10^{-24}$
4. $75 \times 1.66 \times 10^{-24}$
5. $225 \times 1.66 \times 10^{-24}$
- ธาตุ Y ในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป มีมวลอะตอม 39.00 และ 40.00 ตามลำดับ จงหาร้อยละโดยมวลของแต่ละไอโซโทป เมื่อธาตุ Y มีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 39.25
1. ร้อยละ 15 ร้อยละ 85 โดยมวล ตามลำดับ
2. ร้อยละ 25 ร้อยละ 75 โดยมวล ตามลำดับ
3. ร้อยละ 75 ร้อยละ 25 โดยมวล ตามลำดับ
4. ร้อยละ 85 ร้อยละ 15 โดยมวล ตามลำดับ
5. ร้อยละ 90 ร้อยละ 10 โดยมวล ตามลำดับ
- จงหามวลโมเลกุลของ $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ (มวลอะตอม O = 16, S = 32, H = 1, Co = 59)
1. 155 2. 173 3. 281
4. 365 5. 562
- แก๊สแอมโมเนีย 1.806×10^{23} โมเลกุล มีกี่โมล
1. 0.1 2. 0.3 3. 1
4. 1.5 5. 3
- หินปูน 0.5 โมล มีกี่โมเลกุล
1. 3.01×10^{22} 2. 3.01×10^{23}
3. 6.02×10^{22} 4. 1.204×10^{22}
5. 1.204×10^{23}
- H_2CO_3 5 โมเลกุลหนักกี่กรัม (มวลอะตอม H = 1, C = 12, O = 16)
1. 62 2. 310
3. $62 \times 1.66 \times 10^{-24}$
4. $310 \times 1.66 \times 10^{-24}$
5. $310 \times 6.02 \times 10^{-23}$
- กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) เป็นกรดที่ใช้ในการชักล้าง กรดนี้จะมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบร้อยละเท่าใดโดยมวล (มวลอะตอม H = 1, P = 31, O = 16)
1. 45.34 2. 56.78 3. 65.31
4. 71.23 5. 82.54

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

แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) แผนฯ ที่ 1-3

แบบประเมินใบสรุปความรู้

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินชิ้นงาน/ภาระงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความตรงต่อเวลา				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินใบสรุปความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่ และเป็นระบบ	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่ แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีแนวคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่มีความน่าสนใจ และไม่แสดงถึงแนวคิดแปลกใหม่
4. ความตรงต่อเวลา	ส่งชิ้นงานภายในเวลาที่กำหนด	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 2 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 3 วันขึ้นไป

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	☐	☐	☐
2	ความคิดสร้างสรรค์	☐	☐	☐
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	☐	☐	☐
4	การนำไปใช้ประโยชน์	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	☐	☐	☐
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	☐	☐	☐
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	☐	☐	☐
4	ความมีน้ำใจ	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดงความ ความคิดเห็น			การยอมรับ ฟังคนอื่น			การทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมาย			ความมี น้ำใจ			การมีส่วนร่วมใน การ ปรับปรุง ผลงานกลุ่ม			รวม 15 คะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยืนตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง และเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อฟังคำสั่งสอนของบิดา-มารดา โดยไม่โต้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

มวลอะตอมและมวลโมเลกุล

เวลา 5 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมและมวลของธาตุ 1 อะตอมได้ (K)
2. อธิบายความหมายของมวลโมเลกุลและมวลของสาร 1 โมเลกุลได้ (K)
3. คำนวณหามวลอะตอมของธาตุและมวลของธาตุ 1 อะตอมได้ (P)
4. คำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ เมื่อทราบมวลอะตอมและปริมาณของแต่ละไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติได้ (P)
5. คำนวณหามวลโมเลกุลของสารและมวลของสาร 1 โมเลกุลได้ (P)
6. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
7. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สาระการเรียนรู้

- มวลอะตอมของธาตุเป็นมวลของธาตุ 1 อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน แต่เนื่องจากอิเล็กตรอนมีมวลน้อยมากเมื่อเทียบกับโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้นมวลอะตอมจึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวมของมวลโปรตอนและนิวตรอน

- มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุชนิดนั้นตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ

- มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

มวลอะตอมเป็นมวลเปรียบเทียบที่บอกให้ทราบว่ามวลของธาตุ 1 อะตอมหนักเป็นกี่เท่าของมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม ส่วนมวลโมเลกุลเป็นมวลเปรียบเทียบที่บอกให้ทราบว่าสารนั้น 1 โมเลกุล มีมวลเป็นกี่เท่าของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้



วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

- ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
- ครูถามคำถามว่า ปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน ตัวอย่างเช่น เมื่อมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น สารที่ใช้ทำปฏิกิริยา หรือสารตั้งต้นจะมีปริมาณลดลง ในขณะเดียวกันสารที่เกิดขึ้นใหม่ หรือผลิตภัณฑ์ก็จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเหล่านี้ในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคาดคะเน หรือคำนวณปริมาณสารที่ต้องใช้ทำปฏิกิริยา เพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ตามต้องการได้)

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูตั้งคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า อนุภาคมูลฐานของอะตอมมีอะไรบ้าง

(แนวตอบ : อนุภาคมูลฐานของอะตอมประกอบด้วยอิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน)

2. ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง มวลอะตอม โดยใช้คำถาม ดังนี้

1) ให้นักเรียนยกตัวอย่างหน่วยการวัดปริมาณต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

(แนวตอบ : ตัวอย่างเช่น กรัม กิโลกรัม หรือตัน ซึ่งหน่วยกรัมและกิโลกรัมใช้บอกปริมาณ
สิ่งของที่มีปริมาณน้อย แต่หน่วยตันจะใช้บอกปริมาณสิ่งของที่มีปริมาณมาก)

2) อนุภาคที่เล็กที่สุดของสารคืออะไร และสามารถที่จะวัด หรือชั่งอนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร
เหล่านั้นเหมือนกับการชั่งน้ำหนักตัวนักเรียนเองได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(แนวตอบ : อนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร คือ อะตอม และไม่สามารถชั่งมวลของอะตอมได้
เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมาก จึงไม่มีเครื่องชั่งใดสามารถชั่งมวลของอะตอมได้)

3) ถ้าต้องการให้เตรียมน้ำ (H_2O) จะสามารถชั่งมวลอะตอมของไฮโดรเจน 2 อะตอม และมวล
อะตอมของออกซิเจน 1 อะตอม ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(แนวตอบ : ไม่สามารถชั่งมวลอะตอมได้ เนื่องจากอะตอมทั้งสองมีขนาดเล็กมาก)

ชั่วโมงที่ 2

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนเข้าใจถึงทฤษฎีอะตอมของดอลตันว่า
อะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะมีมวลไม่เท่ากัน และเน้นว่าอะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก
และไม่สามารถชั่งหามวลได้โดยตรง การหามวลอะตอมจึงต้องใช้วิธีเทียบกับมวลของธาตุที่กำหนด
เป็นมาตรฐาน
2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วร่วมกันศึกษา เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย
จากหนังสือเรียน หรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ แล้วฝึกทำตัวอย่างโจทย์ เรื่อง มวล
อะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย ในหนังสือเรียน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. สุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำโจทย์ เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย ที่ได้ฝึกทำไป
2. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย โดยใช้คำถาม ดังนี้
 - 1) นักเรียนจะมีวิธีหาค่ามวลอะตอมของธาตุได้อย่างไร
(แนวตอบ : ใช้วิธีเปรียบเทียบกับมวลของธาตุที่กำหนดเป็นมาตรฐาน เช่น C-12 หรือใช้เครื่อง
แมสสเปกโตรมิเตอร์ เพื่อหามวลอะตอมของธาตุ และปริมาณของแต่ละไอโซโทป)
3. ครูอภิปรายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับมวลของอะตอม หรือมวลอะตอมของธาตุ
เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า “มวลอะตอมของธาตุ คือ ตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลอะตอมกับมวล
ของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม”

ชั่วโมงที่ 3

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำใบงานที่ 4.1 เรื่อง มวลอะตอมของธาตุ เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจว่า ธาตุแต่ละชนิดมีมวลแตกต่างกัน และทราบค่ามวลอะตอมจากการเทียบ มาตรฐาน โดยครูอธิบายและแนะนำการใช้ทักษะต่าง ๆ ดังนี้
 - 1) สร้างเครื่องชั่งสองแขน โดยนำวัสดุมาทำเป็นเสาแกนกลาง และนำวัสดุอีกชิ้นมาทำเป็นแขนทั้งสองข้าง โดยระยะทั้งสองฝั่งต้องเท่ากัน จากนั้นนำภาชนะสำหรับวางสิ่งของมาประกอบทั้งสองข้าง เพื่อใช้สำหรับชั่งสิ่งของ หรือครูอาจหาซื้อเครื่องชั่งสองแขนมาเตรียมไว้ล่วงหน้า
 - 2) นำภาชนะทรงรีคล้ายไข่แบบเปิดฝาได้ มาใส่ดินน้ำมันที่หนัก 1 กรัม เข้าไป แล้วปิดฝาทิ้งจนครบ 12 ลูก
 - 3) นำภาชนะทรงรีคล้ายไข่แบบเปิดฝาได้ มาใส่ดินน้ำมันที่หนัก 12 กรัม เข้าไป แล้วปิดฝาทิ้งจนครบ 1 ลูก
 - 4) นำภาชนะทรงรีคล้ายไข่ไปวางบนเครื่องชั่ง จากนั้นค่อย ๆ ใส่ภาชนะทรงรีคล้ายไข่ลงไปเรื่อย ๆ จนกว่าแขนทั้งสองข้างจะสมดุลกัน (แขนทั้งสองข้างเท่ากัน)

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่ม เพื่อออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม หน้าชั้นเรียน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการทำใบงานที่ 4.1 โดยใช้คำถาม ดังนี้
 - 1) มวลอะตอมของธาตุมีค่าเท่ากันหรือไม่
(แนวตอบ : ไม่เท่ากัน เนื่องจากมวลอะตอมเป็นสมบัติเฉพาะตัวของธาตุแต่ละชนิด)
 - 2) มวลอะตอมมาตรฐานคืออะไร
(แนวตอบ : มวลอะตอมที่ทราบค่าแน่นอน)
 - 3) การหามวลอะตอมของธาตุทำได้อย่างไร
(แนวตอบ : ทำได้โดยการเปรียบเทียบมวลอะตอมที่ไม่ทราบค่ากับมวลอะตอมมาตรฐานที่ทราบค่าแน่นอนแล้ว)
 - 4) จากกิจกรรมสามารถสรุปได้อย่างไร
(แนวตอบ : จากกิจกรรมสามารถสรุปได้ว่า อะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีมวลไม่เท่ากัน แม้ขนาดอะตอมจะใกล้เคียงกัน และสามารถหามวลอะตอมที่ไม่ทราบค่าได้โดยการเทียบกับมวลอะตอมมาตรฐานที่ทราบค่ามวลอะตอมแน่นอน)

3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการทำกิจกรรม เพื่อให้ได้แนวข้อสรุป ดังนี้ อะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีมวลอะตอมไม่เท่ากัน ถึงแม้ขนาดอะตอมจะใกล้เคียงกัน และสามารถหามวลอะตอมที่ไม่ทราบค่าได้โดยวิธีเปรียบเทียบกับมวลอะตอมมาตรฐานที่ทราบค่ามวลอะตอมแน่นอน โดยสามารถใช้อ้างอิงเปรียบเทียบกันได้

ชั่วโมงที่ 4

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างอะตอมของธาตุกับโมเลกุลของสารและเน้นย้ำให้นักเรียนเข้าใจว่า มวล 1 โมเลกุลของสารมีค่าน้อยมาก ซึ่งไม่มีเครื่องชั่งใดชั่งมวลขนาดนี้ได้ จึงบอกด้วยมวลโมเลกุลของสารแทน ซึ่งเป็นค่าเปรียบเทียบเช่นเดียวกับมวลอะตอม
2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วร่วมกันศึกษา เรื่อง มวลโมเลกุล จากหนังสือเรียนหรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ แล้วฝึกทำตัวอย่างโจทย์ เรื่อง มวลโมเลกุล ในหนังสือเรียน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำโจทย์ เรื่อง มวลโมเลกุล ที่ได้ฝึกทำไป
2. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับมวลโมเลกุล โดยใช้คำถาม ดังนี้
 - 1) นักเรียนจะมีวิธีหาค่ามวลโมเลกุลของสารได้อย่างไร
(แนวตอบ : ใช้วิธีเปรียบเทียบกับมวลของธาตุที่กำหนดเป็นมาตรฐาน เช่น C-12 เช่นเดียวกับการหามวลอะตอม)
3. ครูอภิปรายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับมวลโมเลกุลของสาร เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า “มวลโมเลกุลของสาร คือ ตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลโมเลกุลของสารนั้นกับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม”
4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความหมายของหน่วย amu หรือ atomic mass unit ซึ่งครูอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล เรื่อง amu หรือ atomic mass unit เพิ่มเติม

ชั่วโมงที่ 5

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

- ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับองค์ประกอบของมวลอะตอมและมวลโมเลกุล จากหนังสือในห้องสมุด หรือจากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน
- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมา และจากการทำกิจกรรม หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัย ให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ
- นักเรียนร่วมกันประเมินการทำกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาใดบ้าง พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการแก้ไข
- ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
- ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยการใช้แนวคำถาม เช่น
 - มวลอะตอมของธาตุแตกต่างจากน้ำหนักอะตอมของธาตุอย่างไร
(แนวตอบ : มวลอะตอมของธาตุเป็นค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะวัดค่ามวลที่สภาวะใดก็ตาม ส่วนน้ำหนักอะตอมเป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงได้)
 - มวลอะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีค่าเท่ากันหรือไม่
(แนวตอบ : ไม่เท่ากัน เนื่องจากมวลอะตอมของธาตุเป็นสมบัติเฉพาะตัวของธาตุ)
 - มวลอะตอมมาตรฐานคืออะไร
(แนวตอบ : มวลอะตอมที่ทราบค่าแน่นอน)
 - การหามวลอะตอมของธาตุทำได้อย่างไร
(แนวตอบ : ทำได้โดยการเปรียบเทียบมวลอะตอมที่ไม่ทราบค่ากับมวลอะตอมมาตรฐานที่ทราบค่าแน่นอนแล้ว)
 - การหาค่ามวลอะตอมของธาตุ นอกจากวิธีที่ได้ศึกษาไปแล้ว ยังสามารถหาได้ด้วยวิธีการใดได้อีก
(แนวตอบ : ใช้เครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์เพื่อหามวลอะตอมของธาตุและปริมาณของแต่ละไอโซโทป)
 - ค่ามวลอะตอมที่แสดงในตารางธาตุเป็นค่ามวลอะตอมแบบใด
(แนวตอบ : เป็นค่ามวลอะตอมเฉลี่ย)
- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 4.1 เรื่อง มวลอะตอมของธาตุ
4. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
5. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง มวลอะตอมและมวลโมเลกุล
6. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบ ก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์	ตรวจแบบทดสอบ ก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
7.2 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม 1) มวลอะตอมและ มวลโมเลกุล	- ตรวจใบงานที่ 4.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 4.1 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 2) ใบงานที่ 4.1 เรื่อง มวลอะตอมของธาตุ
- 4) PowerPoint เรื่อง มวลอะตอม
- 5) PowerPoint เรื่อง มวลโมเลกุล

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 4.1

เรื่อง มวลอะตอมของธาตุ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด แล้วบันทึกผล

อุปกรณ์	วิธีการทดลอง
• เครื่องชั่ง • ภาชนะพลาสติกรูปไข่ • ดินน้ำมัน • เครื่องชั่งสองแขน	1. ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อชั่งมวลอะตอมของธาตุ โดยเตรียมอุปกรณ์ ดังภาพ
	2. นำดินน้ำมันมาชั่ง ให้มีน้ำหนักประมาณ 1 กรัม ชั่งเตรียมไว้ประมาณ 15 ลูก
	3. เปิดภาชนะพลาสติกรูปไข่ แล้วใส่ดินน้ำมันที่ชั่งแล้วเข้าไปในแต่ละลูก แล้วอาจจะติดฉลากระบุน้ำหนักไว้ข้างใน จากนั้นปิดฝา
	4. นำดินน้ำมันมาชั่ง ให้มีน้ำหนักประมาณ 12 กรัม ชั่งเตรียมไว้ประมาณ 1 ลูก
	5. นำภาชนะพลาสติกรูปไข่ที่มีน้ำหนัก 12 กรัม มาวางไว้บนตราชั่งข้างใดข้างหนึ่ง
	6. ค่อย ๆ ใส่ภาชนะพลาสติกรูปไข่ที่เหลือลงในตราชั่งอีกด้านหนึ่ง พร้อมสังเกตผล บันทึกผลจนกว่าตราชั่งทั้งสองข้างจะเท่ากัน
ภาพการทดลอง	
 ภาชนะพลาสติกรูปไข่  ดินน้ำมัน  เครื่องชั่งสองแขน	

ตารางบันทึกผล

ครั้งที่	สิ่งที่สังเกต
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม

จากการทดลองทั้ง 12 ครั้ง โดยการชั่งภาชนะพลาสติกรูปไข่ ที่สมมติว่าเป็นอะตอมของธาตุ สามารถหามวลอะตอมของธาตุที่ไม่ทราบค่าได้หรือไม่ จงอธิบายและให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 4.1

เฉลย

เรื่อง มวลอะตอมของธาตุ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด แล้วบันทึกผล

อุปกรณ์	วิธีการทดลอง
• เครื่องชั่ง • ภาชนะพลาสติกรูปไข่ • ดินน้ำมัน • เครื่องชั่งสองแขน	1. ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อชั่งมวลอะตอมของธาตุ โดยเตรียมอุปกรณ์ ดังภาพ
	2. นำดินน้ำมันมาชั่ง ให้มีน้ำหนักประมาณ 1 กรัม ชั่งเตรียมไว้ประมาณ 15 ลูก
	3. เปิดภาชนะพลาสติกรูปไข่ แล้วใส่ดินน้ำมันที่ชั่งแล้วเข้าไปในแต่ละลูก แล้วอาจจะติดฉลากระบุน้ำหนักไว้ข้างใน จากนั้นปิดฝา
	4. นำดินน้ำมันมาชั่ง ให้มีน้ำหนักประมาณ 12 กรัม ชั่งเตรียมไว้ประมาณ 1 ลูก
	5. นำภาชนะพลาสติกรูปไข่ที่มีน้ำหนัก 12 กรัม มาวางไว้บนตราชั่งข้างใดข้างหนึ่ง
	6. ค่อย ๆ ใส่ภาชนะพลาสติกรูปไข่ที่เหลือลงในตราชั่งอีกด้านหนึ่ง พร้อมสังเกตผล บันทึกผลจนกว่าตราชั่งทั้งสองข้างจะเท่ากัน
ภาพการทดลอง	
 ภาชนะพลาสติกรูปไข่  ดินน้ำมัน  เครื่องชั่งสองแขน	

ตารางบันทึกผล

ครั้งที่	สิ่งที่สังเกต
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

บันทึกผลที่สังเกตได้จริง

สรุปผล

ต้องใส่ภาชนะพลาสติกกรุ๊ปไข่ที่บรรจุดินน้ำมันประมาณ 12 ใบ ลงไปในตาชั่ง จึงจะทำให้แขนทั้งสองของตาชั่งเท่ากันพอดี จึงสรุปได้ว่า เราสามารถเปรียบเทียบน้ำหนักของดินน้ำมันในภาชนะพลาสติกกรุ๊ปไข่ได้ โดยเทียบกับดินน้ำมันที่มีน้ำหนักประมาณ 12 กรัม

คำถาม

จากการทดลองทั้ง 12 ครั้ง โดยการชั่งภาชนะพลาสติกกรุ๊ปไข่ ที่สมมติว่าเป็นอะตอมของธาตุ สามารถหามวลอะตอมของธาตุที่ไม่ทราบค่าได้หรือไม่ จงอธิบายและให้เหตุผลประกอบ

หาได้ โดยนำมาเทียบกับอะตอมมาตรฐานที่ทราบค่ามวลอะตอมที่แน่นอน ซึ่งก็คือดินน้ำมันที่มีน้ำหนักประมาณ 12 กรัม จากกิจกรรมจึงสามารถสรุปได้ว่า อะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีมวลไม่เท่ากัน แม้ขนาดอะตอมจะใกล้เคียงกัน และสามารถหามวลอะตอมที่ไม่ทราบค่าได้โดยการเทียบกับมวลอะตอมมาตรฐานที่ทราบค่ามวลอะตอมแน่นอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

โมล

เวลา 7 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

1. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของปริมาณสาร 1 โมลและเลขอาโวกาโดรได้ (K)
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับจำนวนอนุภาค โมลกับมวลของสาร และโมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้ (K)
3. คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร มวล ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง (P)
4. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
5. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลข อาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาค มวลของสาร 1 โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุล หรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาค มวลของสาร 1 โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุล หรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้



วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

- ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง ปริมาณของสิ่งของในชีวิตประจำวันว่ามีมวลและปริมาตรเป็นอย่างไรบ้าง โดยให้นักเรียนยกตัวอย่าง เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมขั้นสำรวจค้นหา และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้
 - นักเรียนทราบหรือไม่ว่าหน่วยของการบอกจำนวนปริมาตรและมวลในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
 (แนวตอบ : หน่วยของปริมาตร เช่น แกลอน มิลลิลิตร ลิตร ซีซี หรือลูกบาศก์เซนติเมตร
 หน่วยของมวล เช่น มิลลิกรัม กรัม กิโลกรัม หรือตัน)
 - นักเรียนทราบหรือไม่ว่าหน่วยที่ใช้บอกสิ่งของจำนวนมากๆ เช่น กระดาษ 1,000 แผ่น ไข่ไก่ 1,000 ฟอง คืออะไร
 (แนวตอบ : รีมและโหล)
- ครูถามคำถามว่า หน่วยวัดปริมาตรของสารคืออะไร
 (แนวตอบ : หน่วยวัดปริมาตรของสารมีอยู่หลายหน่วย เช่น ลูกบาศก์เมตร ลูกบาศก์เซนติเมตร ลิตร เป็นต้น)

ชั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูเกริ่นนำว่า อนุภาคของสารนั้นมีขนาดเล็กมาก แล้วถามคำถามให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดว่า นักเรียนคิดว่าเราสามารถบอกปริมาณของสารที่มีขนาดเล็กมาก ๆ นี้ได้อย่างไร (เว้นช่วงให้นักเรียนได้คิด)
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบเกี่ยวกับความหมายของหน่วยโมล โดยใช้คำถาม ดังนี้
 - 1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่าหน่วยที่ใช้บอกปริมาณในทางเคมีนิยมใช้หน่วยอะไร

(แนวตอบ : โมล)

ชั่วโมงที่ 2

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วร่วมกันศึกษา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล และจำนวนอนุภาค จากหนังสือเรียนหรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำตัวอย่าง ดังนี้

- 1) คาร์บอน-12 จำนวน 1 อะตอม มีมวลเท่าใด พร้อมให้เขียนความสัมพันธ์ในรูปอัตราส่วน

(แนวตอบ : มีมวล $12 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม และเขียนความสัมพันธ์ในรูปอัตราส่วนได้ ดังนี้

$$\frac{\text{C-12 1 อะตอม}}{\text{C-12 } 12 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}}$$

- 2) จากความสัมพันธ์ในข้อ 1) สามารถนำไปหาจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม ได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : หาได้โดยสมมติให้คาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ a กรัม แล้วนำมาเขียนเป็นอัตราส่วน ดังนี้

$$\begin{aligned} \frac{\text{C-12 1 อะตอม}}{\text{C-12 } 12 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}} &= \frac{\text{C-12 a อะตอม}}{\text{C-12 12 กรัม}} \\ \text{C-12 a อะตอม} &= \frac{\text{C-12 1 อะตอม} \times \text{C-12 12 กรัม}}{\text{C-12 } 12 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}} \\ &= 6.02 \times 10^{23} \text{ อะตอม} \end{aligned}$$

แสดงว่า ประกอบด้วยอนุภาคจำนวน 6.02×10^{23} อะตอมดังนั้น ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม คือ สาร 1 โมลซึ่งมีจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 มวล 12 กรัม และเรียกจำนวน 6.02×10^{23}

นี้ว่า เลขอาโวกาโดร)

ชั่วโมงที่ 3

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลและจำนวนอนุภาคหน้าชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของปริมาณสาร 1 โมล เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า “สาร 1 โมล หมายถึง ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม และมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค และเรียกจำนวน 6.02×10^{23} นี้ว่า เลขอาโวกาโดร” หรือเขียนความสัมพันธ์ในรูปอัตราส่วนได้ ดังนี้

$$\frac{\text{สาร 1 โมล}}{\text{สาร } 6.02 \times 10^{23} \text{ อนุภาค}} \text{ หรือ } \frac{\text{สาร } 6.02 \times 10^{23} \text{ อนุภาค}}{\text{สาร 1 โมล}}$$

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

- 1) สาร 1 โมล มีปริมาณสารเท่าใด

(แนวตอบ : สาร 1 โมล หมายถึง ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม และมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค)

- 2) เลขอาโวกาโดรคืออะไร

(แนวตอบ : เลขอาโวกาโดร คือ จำนวน 6.02×10^{23})

- 3) คำนวณหาจำนวนโมลของสารได้จากความสัมพันธ์ใด

(แนวตอบ : จำนวนโมลของสารได้จากความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\frac{\text{สาร 1 โมล}}{\text{สาร } 6.02 \times 10^{23} \text{ อนุภาค}} \text{ หรือ } \frac{\text{สาร } 6.02 \times 10^{23} \text{ อนุภาค}}{\text{สาร 1 โมล}})$$

3. ครูใช้แนวการตั้งคำถามให้นักเรียนพิจารณาถึงข้อแตกต่างของชนิดของอนุภาค เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า สารใดที่อยู่ในสภาพที่เป็นอะตอม โมลของสารเรียกว่า โมลอะตอม สารใดที่อยู่ในสภาพที่เป็นโมเลกุล โมลของสารเรียกว่า โมลโมเลกุล สารใดที่อยู่ในสภาพที่เป็นไอออน โมลของสารเรียกว่า โมลไอออน
4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการตอบคำถาม เพื่อให้ได้แนวข้อสรุป ดังนี้ สาร 1 โมล หมายถึง ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม และมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค และเรียกจำนวน 6.02×10^{23} นี้ว่า เลขอาโวกาโดร
5. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ชั่วโมงที่ 4

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วร่วมกันศึกษา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวลของสาร จากหนังสือเรียนหรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำตัวอย่าง ดังนี้

- 1) ออกซิเจนจำนวน 1 โมลอะตอม จะมีมวลเป็นกรัมเท่าใด

$$\begin{array}{lcl} \text{(แนวตอบ : } O & 1 & \text{อะตอม มีมวล } 16 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม} \\ & O & 6.02 \times 10^{23} \text{ อะตอม มีมวล } \frac{16 \times 1.66 \times 10^{-24}}{6.02 \times 10^{23}} \text{ กรัม} \\ & & = \frac{16}{6.02} \text{ กรัม} \end{array}$$

- 2) แก๊สออกซิเจนจำนวน 1 โมลโมเลกุล จะมีมวลเป็นกรัมเท่าใด

$$\begin{array}{lcl} \text{(แนวตอบ : } O_2 & 1 & \text{โมเลกุล มีมวล } 32 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม} \\ & O_2 & 6.02 \times 10^{23} \text{ โมเลกุล มีมวล } \frac{32 \times 1.66 \times 10^{-24}}{6.02 \times 10^{23}} \text{ กรัม} \\ & & = \frac{32}{6.02} \text{ กรัม} \end{array}$$

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวลของสารหน้าชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของปริมาณสารเป็นกรัมของสาร 1 โมล
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

- 1) ธาตุ 1 โมลอะตอม จะมีมวลเป็นกรัมเท่าใด

(แนวตอบ : ธาตุ 1 โมลอะตอมจะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลอะตอมของธาตุนั้น)

- 2) สาร 1 โมลโมเลกุล จะมีมวลเป็นกรัมเท่าใด

(แนวตอบ : สาร 1 โมลโมเลกุลจะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลโมเลกุลของสารนั้น)

- 3) ไอออนของธาตุใด ๆ 1 โมลไอออน จะมีมวลเป็นกรัมเท่าใด

(แนวตอบ : ไอออนของธาตุใด ๆ 1 โมลไอออน จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลอะตอมของธาตุนั้น)

3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการตอบคำถาม เพื่อให้ได้แนวข้อสรุป ดังนี้ “สาร 1 โมล จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลโมเลกุลของสารนั้น ในกรณีที่สารอยู่ในรูปอื่น เช่น อะตอมหรือไอออน ก็จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลอะตอมหรือมวลไอออนชนิดนั้น”

4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ชั่วโมงที่ 5

สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วร่วมกันศึกษา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล กับปริมาตรของแก๊ส จากหนังสือเรียน เคมี ม.4 เล่ม 2 หรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ
- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถาม ดังนี้
 - อุณหภูมิและความดันมาตรฐานมีค่าเท่าใด
(แนวตอบ : อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ)
 - แก๊สใด ๆ จำนวน 1 โมล จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP
(แนวตอบ : 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP)
 - แก๊ส H_2 0.089 กรัม มีปริมาตร 1 ลิตร ที่ STP แก๊ส H_2 2 กรัม จะมีปริมาตรกี่ลิตร ที่ STP
(แนวตอบ : แก๊ส H_2 0.089 กรัม มีปริมาตร 1 ลิตร

$$\text{แก๊ส } H_2 \quad 2 \text{ กรัม มีปริมาตร } \frac{1 \times 2}{0.089} = 22.4 \text{ ลิตร}$$
)
 - แก๊ส NH_3 1.518 กรัม มีปริมาตร 2 ลิตร ที่ STP แก๊ส NH_3 17 กรัม จะมีปริมาตรกี่ลิตร ที่ STP
(แนวตอบ : แก๊ส NH_3 1.518 กรัม มีปริมาตร 2 ลิตร

$$\text{แก๊ส } NH_3 \quad 17 \text{ กรัม มีปริมาตร } \frac{2 \times 17}{1.518} = 22.4 \text{ ลิตร}$$
)

อธิบายความรู้ (Explain)

- ครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตรของแก๊ส หน้าชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของปริมาตรของแก๊สใด ๆ 1 โมล ที่ STP
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - แก๊สไนโตรเจนจำนวน 1 โมล และแก๊สออกซิเจนจำนวน 1 โมล จะมีปริมาตรที่ STP เท่ากันหรือไม่
(แนวตอบ : เท่ากัน เพราะแก๊สใด ๆ จำนวน 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP)
 - แก๊สฮีเลียมจำนวน 2 โมล จะมีปริมาตรกี่ลิตร ที่ STP
(แนวตอบ : 44.8 ลิตร ที่ STP)
 - นักเรียนคิดว่าสารชนิดเดียวกันที่อยู่ในสถานะต่างกันจะมีปริมาตรต่อโมลเท่ากันหรือไม่
(แนวตอบ : สารชนิดเดียวกันที่อยู่ในสถานะต่างกันจะมีปริมาตรต่อโมลไม่เท่ากัน)

3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการตอบคำถาม เพื่อให้ได้แนวข้อสรุป ดังนี้ “แก๊สใด ๆ จำนวน 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ 22.4 ลิตร ที่ STP”
4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ชั่วโมงที่ 6

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่า สิ่งของบางสิ่งอาจบอกปริมาณได้หลายหน่วย และสามารถเปลี่ยนจากหน่วยหนึ่งไปเป็นอีกหน่วยหนึ่งได้ โดยใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย
2. ครูนำเข้าสู่การอภิปรายและให้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส
3. ครูให้นักเรียนฝึกทำตัวอย่างโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส ในหนังสือเรียน เคมี ม.4-6 เล่ม 2

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส ที่ได้ฝึกทำไป
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ เรื่อง โมล จนนักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ชั่วโมงที่ 7

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายความรู้ เรื่อง โมล
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับโมลจากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ และเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมา และจากการทำกิจกรรม หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัย ให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ
4. นักเรียนร่วมกันประเมินการทำกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาใดบ้าง พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการแก้ไข
5. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง โมล
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม			
1) โมล	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้**8.1 สื่อการเรียนรู้**

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 3) PowerPoint เรื่อง โมล

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

สูตรเคมี

เวลา 5 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

1. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้
2. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสารได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างสูตรเคมีแต่ละประเภทได้ (K)
2. คำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบหรือโมเลกุลของน้ำจากสูตรที่กำหนดให้ได้ (P)
3. คำนวณหาสูตรอย่างง่าย เมื่อทราบมวลเป็นกรัมและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบได้ (P)
4. คำนวณหาสูตรโมเลกุลของสาร เมื่อทราบสูตรเอมพิริคัลและมวลโมเลกุลของสารได้ (P)
5. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
6. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัล หรือสูตรอย่างง่าย และสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่าย คำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุลของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

สารประกอบเกิดจากธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมตัวกัน โดยมีอัตราส่วนโดยมวลตามกฎสัดส่วนคงที่ สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรอย่างง่าย และสูตรโมเลกุล

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้



วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับเป็นสารประกอบไอออนิกและสารประกอบโคเวเลนต์ โดยอธิบายว่าสารประกอบ

ไอออนิก คือ สารที่เกิดจากไอออนบวกของธาตุโลหะและไอออนลบของธาตุอโลหะยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิก และสารประกอบโคเวเลนต์ คือ สารประกอบที่อะตอมของธาตุใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันเพื่อให้เกิดเป็นโมเลกุลที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์

2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง สูตรเคมี โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

- 1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่าสูตรเคมีมีกี่ประเภท อะไรบ้าง

(แนวตอบ : 3 ประเภท คือ สูตรเคมีฟิสิกส์หรือสูตรอย่างง่าย สูตรโมเลกุล และสูตรโครงสร้าง)

- 2) นักเรียนทราบหรือไม่สูตรแต่ละชนิดมีลักษณะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : ขึ้นอยู่กับกับดุลยพินิจของครูผู้สอน ซึ่งอาจไม่ต้องเฉลยคำตอบ)

3. ครูใช้แนวคำถามเกี่ยวกับสูตรเคมีของสารประกอบทั้ง 2 ประเภท และครูอาจใช้สื่อประกอบ เช่น PowerPoint แสดงสูตรของสารประกอบ หรืออาจให้นักเรียนเขียนบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าสูตรใดเป็นสูตรของสารประกอบไอออนิก และสูตรใดเป็นสูตรของสารประกอบโคเวเลนต์ โดยตัวอย่างแนวคำถาม เช่น

- 1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่าสูตรของสารประกอบต่อไปนี้ NaCl H_2O CO_2 CaCO_3 NaOH CH_4 CCl_4 และ CuSO_4 สูตรใดเป็นสูตรของสารประกอบไอออนิก และสูตรใดเป็นสูตรของสารประกอบ

โคเวเลนต์

(แนวตอบ : สูตรของสารประกอบไอออนิก คือ NaCl CaCO_3 NaOH และ CuSO_4

สูตรของสารประกอบโคเวเลนต์ คือ H_2O CO_2 CH_4 และ CCl_4)

ชั่วโมงที่ 2

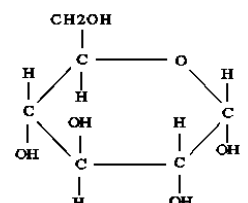
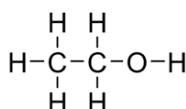
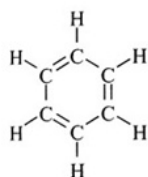
ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วศึกษา เรื่อง สูตรเคมี จากหนังสือเรียน เคมี ม.4 เล่ม 2 หรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสูตรเคมี โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบงานที่ 4.2 เรื่อง สูตรเคมี ข้อที่ 1 เพื่อให้จำแนกประเภทของสูตรเคมีของสารประกอบบางชนิด
3. หลังจากจำแนกประเภทของสูตรเคมีของสารประกอบบางชนิดแล้ว ให้พิจารณาเพิ่มเติมว่าสูตรแต่ละประเภทประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง และมีอัตราส่วนของจำนวนอะตอมเป็นอย่างไร จากใบงานที่ 4.2 เรื่อง สูตรเคมี ข้อที่ 2

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม หรือสืบค้นถึงความหมายของประเภทของสูตรเคมี โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเกี่ยวกับโมเลกุลของสารที่มีน้ำหลัก สูตรโมเลกุล และสูตรเอมพิริคัลตามรายละเอียดในหนังสือเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมาอภิปรายร่วมกัน
2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง สูตรเคมี เช่น
 - 1) สูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่ายคืออะไร พร้อมเขียนตัวอย่างประกอบ
(แนวตอบ : สูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย คือ สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น C_2H_5 H_2O CH_2O เป็นต้น)
 - 2) สูตรโมเลกุลคืออะไร พร้อมเขียนตัวอย่างประกอบ
(แนวตอบ : สูตรโมเลกุล คือ สูตรที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่จริงใน 1 โมเลกุลของสาร ตัวอย่างเช่น $C_6H_{12}O_6$ C_3H_8 C_6H_6 เป็นต้น)
 - 3) สูตรโครงสร้างคืออะไร พร้อมเขียนตัวอย่างประกอบ
(แนวตอบ : สูตรโครงสร้าง คือ สูตรที่แสดงการจัดเรียงอะตอมของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่จริงใน 1 โมเลกุลของสารนั้น ตัวอย่างเช่น



ชั่วโมงที่ 3

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วศึกษา เรื่อง การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร และการคำนวณสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล จากหนังสือเรียน เคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 17-22 หรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ

2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร และการคำนวณสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล โดยยกตัวอย่างคำถาม เช่น

1) จงคำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุแต่ละชนิดในแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์

(แนวตอบ : แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีสูตรโมเลกุล คือ SO_2

SO_2 มีมวลโมเลกุล 64

$$\text{ร้อยละของธาตุ S} = \frac{(1 \times 32)}{64} \times 100 = 50$$

$$\text{ร้อยละของธาตุ S} = \frac{(2 \times 16)}{64} \times 100 = 50$$

ดังนั้น ในแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ประกอบด้วยธาตุ S ร้อยละ 50 และธาตุ O ร้อยละ 50)

2) จงคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลของสารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ ดังนี้ โพแทสเซียมร้อยละ 31.90 โดยมวล คลอรีนร้อยละ 28.93 โดยมวล และออกซิเจนร้อยละ 39.17 โดยมวล และถ้าสารประกอบชนิดนี้มีมวลโมเลกุล 271.5 จงหาสูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้

(แนวตอบ : อัตราส่วน

K : Cl : O

31.90 : 28.93 : 39.17 โดยมวล

$\frac{31.90}{39} : \frac{28.93}{35.5} : \frac{39.17}{16}$ โดยโมล

0.818 : 0.815 : 2.448 โดยโมล

$\frac{0.818}{0.815} : \frac{0.815}{0.815} : \frac{2.448}{0.815}$ โดยโมล

1 : 1 : 3 โดยมวล

ดังนั้น สูตรเอมพิริคัลของสารประกอบนี้ คือ $KClO_3$

มวลโมเลกุล = (มวลของสูตรเอมพิริคัล) $\times$ n

$$271.5 = (KClO_3)n$$

$$271.5 = (39 + 35.5 + 48)n$$

$$271.5 = 90.5n$$

$$n = 3$$

ดังนั้น สูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้ คือ $K_3Cl_3O_9$

ชั่วโมงที่ 4

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูนำอภิปรายเพื่อให้นักเรียนสรุปถึงขั้นตอนของการคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล ดังนี้

การหาสูตรเอมพิริคัล

- 1) หาอัตราส่วนโดยมวลเป็นกรัมของธาตุองค์ประกอบ
- 2) หาจำนวนโมลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ
- 3) ทำอัตราส่วนจำนวนโมลอะตอมให้เป็นอย่างต่ำ และทำให้เป็นจำนวนเต็ม
- 4) เปลี่ยนจำนวนโมลอะตอมให้เป็นจำนวนอะตอม
- 5) เขียนสูตรเอมพิริคัลตามจำนวนอะตอมที่คำนวณได้

การหาสูตรโมเลกุล

$$\text{สูตรโมเลกุล} = (\text{สูตรเอมพิริคัล}) \times n$$

$$\text{โดย มวลโมเลกุล} = (\text{มวลของสูตรเอมพิริคัล}) \times n$$

2. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงการคำนวณหาสูตรเอมพิริคัล เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า “เมื่อทราบมวล

เป็น
กรัมและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบแล้ว จะสามารถคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลได้ และจะคำนวณหาสูตรโมเลกุลของสารได้ เมื่อทราบสูตรเอมพิริคัลและมวลโมเลกุลของสาร”

3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ชั่วโมงที่ 5

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายความรู้ เรื่อง สูตรเคมี
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับสูตรเคมี สูตรเอมพิริคัล สูตรโมเลกุล และการคำนวณเป็นร้อยละจากสูตร จากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ และเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและจากการทำกิจกรรม หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ

4. นักเรียนร่วมกันประเมินการทำกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาใดบ้าง พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการแก้ไข
5. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
6. ครูให้นักเรียนอ่าน summary ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์ เพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมา
7. ครูให้นักเรียนทำ Self Check จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 24 เพื่อตรวจสอบตนเอง
8. ครูให้นักเรียนทำ Unit Question 4 จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 25
9. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 4.2 เรื่อง สูตรเคมี
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอ เรื่อง สูตรเคมี
5. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Self Check
6. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Unit Question 4
7. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
8. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) สูตรเคมี	- ตรวจใบงานที่ 4.2 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 4.2 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ	- สังเกตความมีวินัย	- แบบประเมิน	ระดับคุณภาพ 2

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
อันพึงประสงค์	ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์
7.2 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์	ตรวจแบบทดสอบหลัง เรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ประเมินตามสภาพจริง

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 3) ใบงานที่ 4.2 เรื่อง สูตรเคมี
- 4) PowerPoint เรื่อง สูตรเคมี
- 5) PowerPoint เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 4.2

เรื่อง สูตรเคมี

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติตามคำสั่งต่อไปนี้

1. พิจารณาสถาปัตยกรรมของสารประกอบที่กำหนดให้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างในตารางให้ถูกต้อง

สูตรของสารประกอบ	สารประกอบไอออนิก	สารประกอบโคเวเลนต์
แคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2)		
เอทิลีน (C_2H_4)		
แอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)		
ไดไนโตรเจนออกไซด์ (N_2O_4)		
คอปเปอร์ (II) ออกไซด์ (CuO)		
อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Al}(\text{OH})_3$)		
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)		
ไดคลอรีนเฮปตะออกไซด์ (Cl_2O_7)		
โพแทสเซียมไซยาไนด์ (KCN)		
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)		

2. จากสูตรของสารประกอบในข้อ 1. สูตรแต่ละประเภทประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง และมีอัตราส่วนจำนวนอะตอมเป็นอย่างไรบ้าง

สูตรของสารประกอบ	ธาตุองค์ประกอบ	อัตราส่วนจำนวนอะตอม
แคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2)		
เอทิลีน (C_2H_4)		
แอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)		
ไดไนโตรเจนออกไซด์ (N_2O_4)		
คอปเปอร์ (II) ออกไซด์ (CuO)		
อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Al}(\text{OH})_3$)		
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)		
ไดคลอรีนเฮปตะออกไซด์ (Cl_2O_7)		
โพแทสเซียมไซยาไนด์ (KCN)		
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)		

ใบงานที่ 4.2

เรื่อง สูตรเคมี

เฉลย

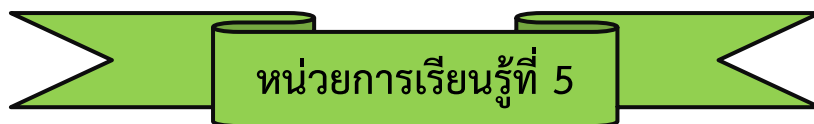
คำชี้แจง : คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติตามคำสั่งต่อไปนี้

1. พิจารณาสสูตรเคมีของสารประกอบที่กำหนดให้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างในตารางให้ถูกต้อง

สูตรของสารประกอบ	สารประกอบไอออนิก	สารประกอบโคเวเลนต์
แคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2)	✓	
เอทิลีน (C_2H_4)		✓
แอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)	✓	
ไดไนโตรเจนออกไซด์ (N_2O_4)		✓
คอปเปอร์ (II) ออกไซด์ (CuO)	✓	
อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Al}(\text{OH})_3$)	✓	
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)		✓
ไดคลอรีนเฮปตะออกไซด์ (Cl_2O_7)		✓
โพแทสเซียมไซยาไนด์ (KCN)	✓	
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)		✓

2. จากสูตรของสารประกอบในข้อ 1. สูตรแต่ละประเภทประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง และมีอัตราส่วนจำนวนอะตอมเป็นอย่างไรบ้าง

สูตรของสารประกอบ	ธาตุองค์ประกอบ	อัตราส่วนจำนวนอะตอม
แคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2)	Ca และ F	1 : 2
เอทิลีน (C_2H_4)	C และ H	2 : 4
แอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)	N H S และ O	2 : 8 : 1 : 4
ไดไนโตรเจนออกไซด์ (N_2O_4)	N และ O	2 : 4
คอปเปอร์ (II) ออกไซด์ (CuO)	Cu และ O	1 : 1
อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Al}(\text{OH})_3$)	Al O และ H	1 : 3 : 3
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	C และ O	1 : 2
ไดคลอรีนเฮปตะออกไซด์ (Cl_2O_7)	Cl และ O	2 : 7
โพแทสเซียมไซยาไนด์ (KCN)	K C และ N	1 : 1 : 1
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)	S และ F	1 : 6



สารละลาย

เวลา 17 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ
6. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด
7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

2. สาระการเรียนรู้

2.1 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยร้อยละส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลลิตี และเศษส่วนโมล
- 2) การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดยการละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ในตัวทำละลาย หรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้นมาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ
- 3) สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไปจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของตัวทำละลาย

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้น

การเตรียมสารละลายสามารถทำได้โดยการเตรียมจากสารบริสุทธิ์และเตรียมจากสารละลายเข้มข้น สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลาย

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 6) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ใบสรุปความรู้ เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

ใบสรุปความรู้ เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ

6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน (รวบยอด)	- ตรวจใบสรุปความรู้ เรื่อง ความเข้มข้น ของสารละลาย - ตรวจใบสรุปความรู้ เรื่อง สมบัติ คอลลิเกทีฟ	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน - แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.2 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบ ก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย	ตรวจแบบทดสอบ ก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.3 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) ความเข้มข้นของสารละลาย	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การเตรียมสารละลาย	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
3) สมบัติบางประการของสารละลาย	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
4) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.4 การประเมินหลังเรียน			
- แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย	ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

7. กิจกรรมการเรียนรู้

- แผนฯ ที่ 1 : ความเข้มข้นของสารละลาย

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

เวลา 6 ชั่วโมง

- แผนฯ ที่ 2 : การเตรียมสารละลาย

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

เวลา 5 ชั่วโมง

- แผนฯ ที่ 3 : สมบัติบางประการของสารละลาย

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

เวลา 6 ชั่วโมง

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 3) PowerPoint เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย
- 4) PowerPoint เรื่อง การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์
- 5) PowerPoint เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย (สมบัติคอลลิเกทีฟ)

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- สารละลายที่ประกอบด้วย C_2H_5OH 20.0 กรัม ละลายในสารละลาย 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีความเข้มข้นกี่โมลาร์
1. 1.6 2. 2.4 3. 3.2 4. 4.0 5. 4.8
- ถ้าต้องการเตรียมสารละลายกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวล จำนวน 500 กรัม จะต้องใช้ตัวละลายกี่กรัม
1. 5 2. 10 3. 50 4. 100 5. 500
- จงคำนวณหาเศษส่วนโมลของแต่ละองค์ประกอบในสารละลายที่ประกอบด้วย H_2O 9.0 กรัม CH_3COOH 120.0 กรัม และ C_2H_5OH 115.0 กรัม ตามลำดับ
1. 0.1 0.4 0.5 2. 0.1 0.5 0.4
3. 0.4 0.1 0.5 4. 0.4 0.5 0.1
5. 0.5 0.4 0.1
- ในการเจือจางสารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 0.6 โมลาร์ จำนวน 20.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้มีความเข้มข้นเป็น 0.1 โมลาร์ จะต้องเติมน้ำลงไปกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
1. 25 2. 50 3. 75 4. 100 5. 150
- ต้องชั่งสารละลาย $NaCl$ เข้มข้นร้อยละ 5.0 โดยมวล ปริมาณกี่กรัม จึงจะได้เนื้อ $NaCl$ จำนวน 3.2 กรัม อยู่ในสารละลายนี้
1. 24 2. 32 3. 48 4. 56 5. 64
- จงคำนวณหาจุดเยือกแข็งของสารละลายที่ประกอบด้วยสารประกอบชนิดหนึ่งหนัก 2.0 กรัม ที่มีมวลโมเลกุล 125 ในการบูร 50.0 กรัม (จุดเยือกแข็งของการบูรบริสุทธิ์ = $178.4^{\circ}C$ มี $K_f = 40.0^{\circ}C/m$)
1. 178.4 2. 180.3 3. 183.5
4. 187.1 5. 191.2
- สารละลาย $NaOH$ มีความหนาแน่น 1.20 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 100.0 กรัม จะมีปริมาตร กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
1. 76.7 2. 79.5 3. 81.4
4. 83.3 5. 85.2
- ต้องใช้สารละลาย $Pb(NO_3)_2$ เข้มข้น 2.00 โมลาร์ ปริมาตรกี่มิลลิลิตร จึงจะได้ปริมาณ Pb^{2+} จำนวน 600.0 มิลลิกรัม
1. 1.123 2. 1.456 3. 1.567
4. 1.776 5. 1.869
- ลูกเหม็นมีจุดเยือกแข็ง $178.4^{\circ}C$ มี $K_f = 40.0^{\circ}C/m$ จงหาว่าจุดเยือกแข็งของสารละลายจะลดลงเท่าใด ถ้ามีสาร A ($M_w = 125g/mol$) 1.50 กรัม ละลายอยู่ในลูกเหม็น 35.0 กรัม
1. $11.5^{\circ}C$ 2. $12.3^{\circ}C$ 3. $13.7^{\circ}C$
4. $14.1^{\circ}C$ 5. $14.9^{\circ}C$
- จะต้องใช้ NH_4Cl กี่กรัม เพื่อเตรียมสารละลาย NH_4Cl เข้มข้น 2 โมลาร์ ปริมาตร 150 cm^3
1. 16.05 2. 17.03 3. 18.11
4. 19.07 5. 19.92

แบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- สารละลาย NaOH เข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวล และมีความหนาแน่น 2 g/cm^3 จะมีความเข้มข้นกี่โมลแอล
 1. 4.5
 2. 5.2
 3. 6.7
 4. 7.1
 5. 8.3
- จากสารละลายกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้นร้อยละ 38 โดยมวล มี HNO_3 อยู่ 10.0 กรัม จงคำนวณหาจำนวนกรัมของสารละลายนี้
 1. 16.3
 2. 26.3
 3. 36.3
 4. 46.3
 5. 56.3
- สารละลายประกอบด้วยน้ำ 36.0 กรัม และสาร X 46.0 กรัม เศษส่วนโมลของน้ำเท่ากับ 0.8 โมลโมเลกุลของสาร X เป็นเท่าใด
 1. 36
 2. 46
 3. 69
 4. 84
 5. 92
- ผสมสารละลายกรดชนิดเดียวกัน 2 ชนิด ที่มีความเข้มข้น 0.1 M ปริมาตร 100 cm^3 กับความเข้มข้น 0.3 M ปริมาตร 100 cm^3 อยากทราบว่าสารละลายใหม่จะมีความเข้มข้นเท่าใดในหน่วยโมลาร์
 1. 0.2
 2. 0.3
 3. 0.4
 4. 0.5
 5. 0.6
- ต้องการเตรียมสารละลาย NaCl เข้มข้นร้อยละ 15 โดยมวล จะต้องใช้ NaCl กี่กรัม ละลายในน้ำ 100 กรัม
 1. 15.00
 2. 17.65
 3. 20.25
 4. 21.75
 5. 25.50
- เอทานอลบริสุทธิ์มีจุดเดือด 78.35°C และมีค่า K_b เท่ากับ 1.20°C/m จงคำนวณหาสูตรโมเลกุลของน้ำตาลชนิดหนึ่งที่มี C 40.0% H 6.7% และ O 53.3% โดยมวล ในสารละลายที่มีน้ำตาลชนิดนี้ 11.7 กรัม ในเอทานอล 325 กรัม ที่จุดเดือด 78.59°C
 1. CH_2O
 2. $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$
 3. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
 4. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_8$
 5. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
- จงคำนวณความเข้มข้นเป็นโมลาลิตีของสารละลายที่มีน้ำตาลซูโครส ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) จำนวน 20.0 กรัม ละลายในน้ำ 125.0 กรัม
 1. 0.468
 2. 0.512
 3. 0.578
 4. 0.623
 5. 0.687
- ในสารละลาย 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร มี K_2SO_4 ละลายอยู่ 43.5 กรัม จงคำนวณหาความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร
 1. 6.7
 2. 7.2
 3. 7.8
 4. 8.7
 5. 9.4
- ละลายสารประกอบเกลือของโพแทสเซียม(KX) จำนวน 8.00 กรัม ในน้ำ 100 กรัม สารละลายนี้แข็งตัวที่ -1.25°C จงหาว่า X คือธาตุใดของหมู่ 7A
 1. I
 2. F
 3. Br
 4. Cl
 5. At
- จะต้องใช้ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ กี่กรัมเพื่อเตรียมสารละลาย $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ เข้มข้นร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตร ปริมาตร 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 1. 1.25
 2. 2.5
 3. 12.5
 4. 25.0
 5. 27.5

แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) แผนฯ ที่ 1 และ 3

แบบประเมินใบสรุปความรู้

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินชิ้นงาน/ภาระงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความตรงต่อเวลา				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินใบสรุปความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ และเป็นระบบ	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีความคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่มีความน่าสนใจ และไม่แสดงถึงแนวคิดแปลกใหม่
4. ความตรงต่อเวลา	ส่งชิ้นงานภายในเวลาที่กำหนด	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 2 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 3 วันขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-16	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	☐	☐	☐
2	ความคิดสร้างสรรค์	☐	☐	☐
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	☐	☐	☐
4	การนำไปใช้ประโยชน์	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	☐	☐	☐
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	☐	☐	☐
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	☐	☐	☐
4	ความมีน้ำใจ	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดงความ ความคิดเห็น			การยอมรับ ฟังคนอื่น			การทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมาย			ความมี น้ำใจ			การมีส่วนร่วมใน การ ปรับปรุง ผลงานกลุ่ม			รวม 15 คะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยืนตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง และเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อฟังคำสั่งสอนของบิดา-มารดา โดยไม่โต้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ความเข้มข้นของสารละลาย

เวลา 6 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลลิตี และเศษส่วนโมลได้ (K)
2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ โมลาริตี โมลลิตี เศษส่วนโมล ส่วนในล้านส่วน และส่วนในพันล้านส่วนได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
4. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

- สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลลิตี และเศษส่วนโมล

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้น

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้



วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
2. ครูถามคำถามว่า ถ้าต้องการบอกปริมาณของสารที่อยู่ในรูปสารละลายจะทำได้อย่างไร
(แนวตอบ : บอกเป็นความเข้มข้นของสารละลาย)
3. ครูนำสารละลายหรือรูปสารละลายในชีวิตประจำวัน เช่น แอลกอฮอล์ล้างแผล 70% น้ำเกลือล้างแผล 0.9% เป็นต้น แล้วตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้
 - 1) นักเรียนคิดว่า สารที่นำมาจัดเป็นสารประเภทใด (แนวตอบ : สารละลาย)
 - 2) ตัวเลข 70% หรือ 0.9% แสดงถึงสิ่งใด (แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลาย)
 - 3) นักเรียนคิดว่า แอลกอฮอล์ล้างแผล 70% และน้ำเกลือล้างแผล 0.9% ระบุความเข้มข้นในหน่วยเดียวกันหรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน โดยมีแนวตอบ เช่น ระบุความเข้มข้นคนละหน่วย โดยแอลกอฮอล์ล้างแผล 70% จะระบุความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยปริมาตร ส่วนน้ำเกลือล้างแผล 0.9% จะระบุความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร เป็นต้น)
- 4) นักเรียนคิดว่า นอกจากหน่วยร้อยละโดยปริมาตรและร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรแล้ว ยังสามารถระบุความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยอื่น ๆ อีกได้หรือไม่
(แนวตอบ : ได้ เช่น ร้อยละโดยมวล โมลาร์ โมลาล ppm ppb เป็นต้น)

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า ความเข้มข้นของสารละลายบอกให้ทราบปริมาณใดในสารละลาย
(แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายบอกให้ทราบปริมาณตัวละลายและตัวทำละลาย)
2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยคละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วศึกษาเรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย จากหนังสือเรียนเคมีหรือจาก PPT จากนั้นให้สรุปความรู้ลงในกระดาษ A4 ส่งครูผู้สอน

ชั่วโมงที่ 2

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้เรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวล ร้อยละโดยปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร โดยสุ่มตัวแทนนักเรียนมาอธิบายความหมายของความเข้มข้นในหน่วยต่าง ๆ หน้าชั้นเรียน จากนั้นตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันตอบ ดังนี้
 - 1) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละหมายถึงอะไร
(แนวตอบ : เป็นการบอกปริมาณของตัวละลายต่อร้อยละส่วนของสารละลาย)
2. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ (ที่จับคู่กันในชั่วโมงที่แล้ว) ร่วมกันฝึกคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละต่าง ๆ จากตัวอย่างที่ 5.1-5.7 ในหนังสือเรียนเคมี จากนั้นสุ่มนักเรียน 7 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

ชั่วโมงที่ 3

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้เรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี โมลลิตี เศษส่วนโมล ส่วนในล้านส่วน และส่วนในพันล้านส่วน โดยสุ่มตัวแทนนักเรียนมาอธิบายความหมายของความเข้มข้นในหน่วยต่างๆ หน้าชั้นเรียน จากนั้นตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันตอบ ดังนี้
 - 1) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตีหมายถึงอะไร มีหน่วยเป็นอย่างไร
(แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ 1 ลิตร จึงมีหน่วยเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร หรือโมลต่อลิตร (โมลาร์))
 - 2) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลลิตีหมายถึงอะไร มีหน่วยเป็นอย่างไร
(แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลลิตี หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม จึงมีหน่วยเป็นโมลต่อกิโลกรัม (โมลล))
 - 3) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลหมายถึงอะไร
(แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมล หมายถึง อัตราส่วนจำนวนโมลของสารนั้นกับจำนวนโมลรวมของสารทั้งหมดในสารละลาย)
 - 4) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนหมายถึงอะไร
(แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วน หมายถึง ปริมาณของตัวละลายต่อล้านส่วนของสารละลาย ในหน่วยมวลหรือปริมาตรเดียวกัน)

ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในพันล้านส่วน หมายถึง ปริมาณของตัว
ละลายต่อพันล้านส่วนของสารละลาย ในหน่วยมวลหรือปริมาตรเดียวกัน)

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ (ที่จับคู่กันในชั่วโมงที่แล้ว) ร่วมกันฝึกคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละต่าง ๆ จากตัวอย่างที่ 5.8-5.15 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 33-36 จากนั้น
สุ่มนักเรียน 8 คู่ (ไม่ซ้ำคู่เดิม) ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง
โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

ชั่วโมงที่ 4

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูเกริ่นนำโดยถามนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่าความเข้มข้นหน่วยหนึ่งจะสามารถเปลี่ยนหรือเขียน
ในรูป
ของความเข้มข้นอีกหน่วยหนึ่งได้หรือไม่ หากสามารถทำได้นักเรียนคิดว่าจะทำได้อย่างไร จากนั้นครูเว้นระยะ
ให้นักเรียนตอบคำถาม
2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า หน่วยความเข้มข้นของสารละลายที่ได้ศึกษาไปนั้นมีความสัมพันธ์กัน และ
สามารถเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยหนึ่งไปเป็นอีกหน่วยหนึ่งได้ เช่น ร้อยละเป็นโมลาร์
โมลาร์เป็นโมลแอล เป็นต้น
3. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ (ที่จับคู่กันในชั่วโมงที่แล้ว) ร่วมกันฝึกคำนวณการเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้น
ของ
สารละลาย จากตัวอย่างที่ 5.16-5.21 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 37-39 จากนั้นสุ่มนักเรียน 6 คู่ (ไม่
ซ้ำคู่เดิม) ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่
นักเรียนยังไม่เข้าใจ

ชั่วโมงที่ 5

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาสรุปความรู้เกี่ยวกับความเข้มข้นในหน่วยต่าง ๆ และการเปลี่ยน
หน่วย
ความเข้มข้นหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนทั้งห้องแสดงความคิดเห็นร่วมกัน โดยครูสรุปเนื้อหาที่ถูกต้องให้
นักเรียนฟังอีกครั้งหนึ่ง จนนักเรียนทั้งห้องเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องตรงกัน
2. ครูอาจอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นว่า การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นมี
สูตรลัด
ในการคำนวณ เช่น

- การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นระหว่างหน่วยโมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร กับ หน่วยร้อยละโดยมวล สามารถคำนวณโดยใช้สูตรลัดได้ ดังนี้

$$\text{mol/dm}^3 = \frac{10 \times d \times \%}{\text{MW}}$$

เมื่อ d คือ ความหนาแน่นของสารละลาย

MW คือ มวลโมเลกุลของตัวละลาย

% คือ ร้อยละโดยมวลของสารละลาย

- การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นระหว่างหน่วยโมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร กับ หน่วยร้อยละโดยปริมาตร ซึ่งการเปลี่ยนหน่วยนี้สามารถเขียนเป็นสูตรลัดได้ ดังนี้

$$\text{mol/dm}^3 = \frac{10 \times d \times \%}{\text{MW}}$$

เมื่อ d คือ ความหนาแน่นของสารละลาย

MW คือ มวลโมเลกุลของตัวละลาย

% คือ ร้อยละโดยปริมาตรของสารละลาย

- การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นระหว่างหน่วยโมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร กับ หน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร ซึ่งการเปลี่ยนหน่วยนี้สามารถเขียนเป็นสูตรลัดได้ ดังนี้

$$\text{mol/dm}^3 = \frac{10 \times \%}{\text{MW}}$$

เมื่อ MW คือ มวลโมเลกุลของตัวละลาย

% คือ ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรของสารละลาย

3. ครูให้นักเรียนฝึกคำนวณการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นโดยใช้สูตรลัด ดังนี้

- 1) น้ำส้มสายชูเข้มข้นร้อยละ 8 โดยปริมาตร หากกรดแอสติกมีความหนาแน่น 1.08 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำส้มสายชูจะมีความเข้มข้นกี่โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร (กำหนดให้ มวลอะตอมของ C = 12 H = 1 และ O = 16)

(แนวตอบ : % = 8 v/v d = 1.08 g/cm³)

$$\text{MW ของ CH}_3\text{COOH} = (12 \times 2) + (16 \times 2) + 4 = 60$$

$$\begin{aligned} \text{mol/dm}^3 &= \frac{10 \times d \times \%}{\text{MW}} \\ &= \frac{10 \times 1.08 \times 8}{60} \\ &= 1.44 \end{aligned}$$

ดังนั้น สารละลายมีความเข้มข้น 1.44 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร)

- 2) สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.2 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร จะมีความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่าใด (กำหนดให้ มวลอะตอมของ Na = 23 และ Cl = 35.5)

(แนวตอบ : $\text{mol/dm}^3 = 0.2$)

$$\text{MW ของ NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5$$

$$\text{mol/dm}^3 = \frac{10 \times \%}{\text{MW}}$$

$$\text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร} = \frac{\text{mol/dm}^3 \times \text{MW}}{10}$$

$$= \frac{0.2 \times 58.5}{10}$$

$$= 1.17$$

ดังนั้น สารละลายโซเดียมคลอไรด์จะมีความเข้มข้นร้อยละ 1.17 โดยมวลต่อปริมาตร)

- 3) สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 15 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร มีความหนาแน่น 1.19 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีความเข้มข้นร้อยละเท่าใดโดยมวล (กำหนดให้ มวลอะตอมของ H = 1 และ Cl = 35.5)

(แนวตอบ : $\text{mol/dm}^3 = 15$ $d = 1.19 \text{ g/cm}^3$)

$$\text{MW ของ HCl} = 1 + 35.5 = 36.5$$

$$\text{mol/dm}^3 = \frac{10 \times d \times \%}{\text{MW}}$$

$$\text{ร้อยละโดยมวล} = \frac{\text{mol/dm}^3 \times \text{MW}}{10 \times d}$$

$$= \frac{15 \times 36.5}{10 \times 1.19}$$

$$= 46.01$$

ดังนั้น สารละลายกรดไฮโดรคลอริกนี้ จะมีความเข้มข้นร้อยละ 46.01 โดยมวล)

ชั่วโมงที่ 6

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ ดังนี้ ร้อยละ (percentage) โมลาริตี (molarity) โมลลิตี (molality) เศษส่วนโมล (mole fraction) ส่วนในล้านส่วน (parts per million) และส่วนในพันล้านส่วน (parts per billion) จากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย
5. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย	ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
7.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) ความเข้มข้นของสารละลาย	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม	ระดับคุณภาพ 2

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
การทำงานรายบุคคล	การทำงานรายบุคคล	การทำงานรายบุคคล	ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 3) PowerPoint เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

การเตรียมสารละลาย

เวลา 5 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

- อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการได้ (K)
- คำนวณและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการได้ (P)
- ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
- ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
- ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
- รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดยการละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ในตัวทำละลาย หรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้นมาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การเตรียมสารละลายสามารถทำได้โดยการเตรียมจากสารบริสุทธิ์และเตรียมจากสารละลายเข้มข้น

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
- ความสามารถในการสื่อสาร - ความสามารถในการคิด - ทักษะการสังเกต - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการวิเคราะห์ - ทักษะการทดลอง	- มีวินัย - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
5) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 6) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	

6. กิจกรรมการเรียนรู้

 วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูยกตัวอย่างสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ เช่น สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 โมลาร์ สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 โมลาร์ เป็นต้น แล้วตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนดังนี้

- นักเรียนคิดว่า สารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ครูยกตัวอย่างมานี้มีสิ่งใดแตกต่างกัน
(แนวตอบ : สารละลายกรดไฮโดรคลอริกทั้งสองมีความเข้มข้นแตกต่างกัน)
- นักเรียนคิดว่า สารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันนี้ จะสามารถทำให้มีความเข้มข้นเท่ากันได้หรือไม่
(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน โดยมีแนวตอบ คือ สามารถทำสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นมากกว่าให้เจือจางลง โดยการเติมตัวทำละลาย และทำสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าให้เข้มข้นขึ้น โดยการระเหยตัวทำละลาย)
- นักเรียนคิดว่า ยังสามารถเตรียมสารละลายด้วยวิธีอื่นได้อีกหรือไม่
(แนวตอบ : นักเรียนอาจจะไม่ทราบคำตอบที่ถูกต้อง ครูอาจไม่ต้องเฉลย เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนต่อไป)

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูตั้งคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า สารละลายชนิดหนึ่งสามารถเปลี่ยนความเข้มข้นได้หรือไม่อย่างไร

(แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายสามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยการเติมตัวทำละลายเพื่อทำให้สารละลายเจือจางลง หรือระเหยตัวทำละลายออกเพื่อทำให้สารละลายเข้มข้นขึ้น)

2. ครูเปิดสื่อการสอนเกี่ยวกับการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์และการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้นจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศให้นักเรียนดู เช่น

- <https://www.youtube.com/watch?v=2uHxgYpvjGI>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ovdA0QpvT4A>
- <https://www.youtube.com/watch?v=b5ICKJpuJaQ>

เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน และได้รับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเตรียมสารละลายก่อนเริ่มเรียนเนื้อหาและลงมือทำการทดลองจริงในคาบเรียนต่อ ๆ ไป

ชั่วโมงที่ 2

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วศึกษาเรื่อง การเตรียมสารละลาย จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หรือจาก PPT จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการเตรียมสารละลายว่ามีวิธีการใดบ้าง และต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันตอบ ดังนี้

- 1) ถ้าต้องการเตรียมสารละลายน้ำเชื่อมจากน้ำตาลทรายให้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ จะต้องทำอย่างไร

(แนวตอบ : คำนวณปริมาณน้ำตาลที่ต้องการใช้ แล้วชั่งน้ำตาลให้ได้ตามที่ต้องการ จากนั้นนำมาละลายน้ำและเติมน้ำจนได้ปริมาตรที่ต้องการ ก็จะได้สารละลายน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นตามที่ต้องการ)

- 2) ถ้าต้องการเตรียมสารละลายน้ำเชื่อมให้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ โดยเตรียมจากสารละลายน้ำเชื่อมเข้มข้น จะต้องทำอย่างไร

(แนวตอบ : ปิเปตต์สารละลายน้ำเชื่อมเข้มข้นตามปริมาณที่ต้องการใช้ จากนั้นนำเติมน้ำจนได้ปริมาตรที่ต้องการ ก็จะได้สารละลายน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นตามที่ต้องการ)

- 3) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า การเตรียมสารละลายต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

(แนวตอบ : ต้องคำนึงถึงการคำนวณ การชั่งมวลสารให้ถูกต้องแม่นยำ การนำสารมาละลายน้ำให้ได้ปริมาตรตามต้องการ)

ชั่วโมงที่ 3

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลองเรื่อง การเตรียมสารละลาย จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2
2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ
 - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
3. ครูให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - 1) ในการเตรียมสารละลายมีการใช้อุปกรณ์ใดบ้าง
(แนวตอบ : เครื่องชั่ง ขวดวัดปริมาตร ปีกเกอร์ ปิเปตต์ ลูกยาง แท่งแก้วคนสาร กรวยกรอง ขวดน้ำกลั่น หลอดหยด)
 - 2) ในการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น เพราะเหตุใดจึงต้องใช้ปิเปตต์ในการตวงปริมาตรของสารละลาย
(แนวตอบ : การใช้ปิเปตต์ในการตวงปริมาตรจะทำให้ได้ปริมาตรใกล้เคียงกับค่าที่ถูกต้อง มากกว่าการใช้กระบอกตวง หรือปิกเกอร์)
 - 3) การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นของแข็งกับการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้นมีวิธีการเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ : ต่างกัน โดยการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นของแข็งต้องคำนวณมวลที่ต้องการใช้และชั่งสารให้ได้มวลตามที่คำนวณ แล้วนำมาละลายในน้ำให้ได้ปริมาตรตามต้องการ ส่วนวิธีการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น ทำได้โดยนำสารละลายเข้มข้นและมีปริมาตรตามที่ได้จากการคำนวณ มาเติมตัวทำละลายเพิ่มจนได้ปริมาตรและความเข้มข้นตามต้องการ โดยใช้อุปกรณ์วัดปริมาตรที่เหมาะสม)

ชั่วโมงที่ 4

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอาจถามคำถามต่อยอดจากการทดลองที่นักเรียนได้ร่วมกันทำไปในคาบเรียนที่แล้ว โดยตั้งคำถาม เช่น

- 1) จากการทดลองในตอนต้นที่ 1 ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย NaCl เข้มข้น 0.25 mol/dm^3 ปริมาตร 500 cm^3 จะต้องชั่ง NaCl มากี่กรัม

(แนวตอบ : สารละลาย NaCl เข้มข้น 0.25 mol/dm^3 หมายความว่า

$$\begin{array}{llllll} \text{สารละลาย} & 1000 & \text{cm}^3 & \text{มี NaCl ละลายอยู่} & 0.25 & \text{mol} \\ \text{สารละลาย} & 500 & \text{cm}^3 & \text{มี NaCl ละลายอยู่} & \frac{0.25 \times 500}{1000} & \text{mol} \\ & & & & = 0.125 & \times 58.5 \text{ g} \\ & & & & = 7.3125 & \text{g} \end{array}$$

ดังนั้น ต้องใช้ NaCl จำนวน 7.3125 กรัม)

- 2) จากการทดลองในตอนต้นที่ 2 ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย CuSO_4 เข้มข้น 0.005 mol/dm^3 ปริมาตร 200 cm^3 จากสารละลาย CuSO_4 ที่เตรียมได้ในตอนต้นที่ 2 จะต้องทำอย่างไร

(แนวตอบ : สารละลาย CuSO_4 ที่เตรียมได้ในตอนต้นที่ 2 มีความเข้มข้น 0.01 mol/dm^3

สารละลาย CuSO_4 เข้มข้น 0.005 mol/dm^3 หมายความว่า

$$\begin{array}{llllll} \text{สารละลาย} & 1000 & \text{cm}^3 & \text{มี CuSO}_4 \text{ ละลายอยู่} & 0.005 & \text{mol} \\ \text{สารละลาย} & 200 & \text{cm}^3 & \text{มี CuSO}_4 \text{ ละลายอยู่} & \frac{0.005 \times 200}{1000} & \text{mol} \\ & & & & = 0.001 & \text{mol} \end{array}$$

สารละลาย CuSO_4 เข้มข้น 0.01 mol/dm^3 หมายความว่า

$$\begin{array}{llllll} \text{สารละลาย} & 0.01 & \text{mol} & \text{ในสารละลาย} & 1000 & \text{cm}^3 \\ \text{สารละลาย} & 0.001 & \text{cm}^3 & \text{ในสารละลาย} & \frac{1000 \times 0.001}{0.01} & \text{cm}^3 \\ & & & & = 100 & \text{cm}^3 \end{array}$$

ดังนั้น ต้องนำสารละลาย CuSO_4 เข้มข้น 0.01 mol/dm^3 มาจำนวน 100 cm^3 แล้วเติมน้ำอีก 100 cm^3 จะได้สารละลาย CuSO_4 เข้มข้น 0.005 mol/dm^3)

2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยคละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วฝึกทำโจทย์เกี่ยวกับการเตรียมสารละลายจากตัวอย่างที่ 5.22-5.25 จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 จากนั้นสุ่มนักเรียน 4 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

ชั่วโมงที่ 5

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยในแต่ละกลุ่มจะต้องประกอบด้วยนักเรียนเก่ง นักเรียนปานกลาง และนักเรียนอ่อน แล้วทำใบสรุปความรู้ เรื่อง การเตรียมสารละลาย โดยให้แต่ละกลุ่มเลือกสารบริสุทธิ์มา 1 ชนิด ที่ไม่ใช่ NaCl และ CuSO₄ แล้วดำเนินการเขียนขั้นตอนการเตรียมสารละลายตามความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการ จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง การเตรียมสารละลาย
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) การเตรียมสารละลาย	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 3) PowerPoint เรื่อง การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

สมบัติบางประการของสารละลาย

เวลา 6 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ได้ (K)
2. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีตัวละลายต่างชนิดกันในตัวทำละลายชนิดเดียวกันและมีความเข้มข้นเท่ากันได้ (K)
3. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันได้ (K)
4. บอกความหมายของค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (K_b) และค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (K_f) ได้ (K)
5. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
6. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
7. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
8. รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สาระการเรียนรู้

สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไปจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของตัวทำละลาย

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลาย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 6) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้



วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย โดยใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

1) ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารละลายที่รู้จักในชีวิตประจำวัน

(แนวตอบ : ตัวอย่างเช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำอัดลม อากาศ เป็นต้น)

2) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า สารละลายดังกล่าวมีสารชนิดใดเป็นตัวทำละลายและตัวละลาย

(แนวตอบ : น้ำเกลือมีน้ำเป็นตัวทำละลาย และเกลือเป็นตัวละลาย น้ำเชื่อมมีน้ำเป็นตัวทำละลายและน้ำตาลเป็นตัวละลาย น้ำอัดลมมีน้ำเป็นตัวทำละลาย และมีน้ำตาล แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ สีผสมอาหาร และส่วนผสมอื่น ๆ เป็นตัวละลาย)

3) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารละลายและสารบริสุทธิ์ซึ่งเป็นตัวทำละลายของสารละลายนั้นต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : ต่างกัน สารละลายมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของตัวละลายและตัวทำละลาย ส่วนสารบริสุทธิ์ซึ่งเป็นตัวทำละลายของสารละลายมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของตัวทำละลายเท่านั้น)

- 4) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารมีผลต่อจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : ถ้าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูง จะส่งผลให้สารมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง)

- 5) นักเรียนคิดว่า สารละลายและสารบริสุทธิ์ซึ่งเป็นตัวทำละลายของสารละลายนั้นจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : แตกต่างกัน โดยสารละลายจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงกว่าสารบริสุทธิ์ซึ่งเป็นตัวทำละลายของสารละลายนั้น เพราะสารละลายมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงกว่าสารบริสุทธิ์ซึ่งเป็นตัวทำละลายของสารละลายนั้น)

2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน ก่อนเริ่มเรียนเนื้อหาและลงมือทำการทดลองจริง โดยเกริ่นนำเกี่ยวกับสมบัติคอลลิเกทีฟ แล้วถามนักเรียนว่า นักเรียนรู้จักสมบัติคอลลิเกทีฟหรือไม่ และสมบัติคอลลิเกทีฟมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือไม่ อย่างไร แล้วให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น ซึ่งคำตอบของนักเรียนอาจเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนจะทราบคำตอบที่ถูกต้อง เมื่อได้เรียนเนื้อหาในคาบเรียนต่อ ๆ ไป

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

5. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยในกลุ่มต้องประกอบด้วยเด็กเก่ง เด็กปานกลาง และเด็กอ่อน แล้วทำการทดลอง ตอนที่ 1 เรื่อง การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย จากหนังสือเรียน เคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 50-51

6. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ
- สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
- สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
- สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง

7. ครูให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ซึ่งควรได้ข้อสรุป ดังนี้
 - จุดเดือดของสารละลายสูงกว่าจุดเดือดของสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลาย
 - สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ไม่ว่าตัวละลายจะเป็นสารใด ถ้ามีความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อกิโลกรัม (โมลล) เท่ากัน จะมีจุดเดือดเท่ากัน โดยตัวละลายจะต้องเป็นสารที่ระเหยยากและไม่แตกตัวเป็นไอออน
 - สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน สารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยหน่วยโมลต่อกิโลกรัม (โมลล) มากกว่าจะมีจุดเดือดสูงกว่า

ชั่วโมงที่ 3

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามเดิมเหมือนชั่วโมงที่แล้ว จากนั้นทำการทดลอง ตอนที่ 2 เรื่อง การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 50-51
2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ
 - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
3. ครูให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ซึ่งควรได้ข้อสรุป ดังนี้
 - สารบริสุทธิ์จะมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวแคบกว่าสารละลายที่มีสารบริสุทธิ์นั้นเป็นตัวทำละลาย
 - สารบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าสารละลายที่มีสารบริสุทธิ์นั้นเป็นตัวทำละลาย
 - สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะมีจุดหลอมเหลวน้อยกว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า

ชั่วโมงที่ 4

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่อง การเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของสารละลาย และการลดลงของจุดเยือกแข็งของสารละลาย จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 52-56 หรือจาก PPT
2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยคละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วฝึกทำโจทย์เกี่ยวกับการเตรียมสารละลายจากตัวอย่างที่ 5.26-5.32 จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 56-59 จากนั้นสุ่มนักเรียน 7 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ
3. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายสรุปความรู้ เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย จุดเดือดและจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลายและสารบริสุทธิ์

ชั่วโมงที่ 5

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย เช่น
 - 1) จากการทดลอง การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย สารละลายและสารบริสุทธิ์มีจุดเดือดเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร
(แนวตอบ : ต่างกัน สารละลายจะมีจุดเดือดที่สูงกว่าสารบริสุทธิ์)
 - 2) จากการทดลองหาจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารบริสุทธิ์กับสารละลาย เหมือนหรือต่างกัน อย่างไร
(แนวตอบ : จุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลายจะต่ำกว่าจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์)
 - 3) สมบัติคอลลิเกทีฟคืออะไร
(แนวตอบ : สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ถ้ามีความเข้มข้นเป็นโมแลลเท่ากัน จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวเท่ากัน แต่ถ้ามีความเข้มข้นแตกต่างกัน จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวไม่เท่ากัน โดยไม่ขึ้นกับชนิดของตัวละลาย แต่ขึ้นกับชนิดของตัวทำละลาย)
2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมา และจากการทำการทดลอง ยังมีส่วนใดที่นักเรียนสงสัยหรือไม่ หากมีข้อสงสัยใด ให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ
3. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากหัวข้อที่เรียนมา และจากการทำการทดลอง และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

ชั่วโมงที่ 6

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แล้วศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมบัติคอลลิเกทีฟและการนำสมบัติคอลลิเกทีฟมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ จากนั้นสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2
3. ครูให้นักเรียนทำผังมโนทัศน์สรุปความรู้เรื่อง สารละลาย
4. ครูให้นักเรียนอ่าน summary ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย เพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมา
5. ครูให้นักเรียนทำ Self Check จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 61 เพื่อตรวจสอบตนเอง
6. ครูให้นักเรียนทำ Unit Question 5 จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 62-63
7. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย
4. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Self Check
5. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Unit Question 5
6. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
7. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) สมบัติบางประการของสารละลาย	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7.2 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย	ตรวจแบบทดสอบหลัง เรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ประเมินตามสภาพจริง

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 3) PowerPoint เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย (สมบัติคอลลิเกทีฟ)

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี

เวลา 26 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

8. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด
9. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
10. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
11. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส
12. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน
13. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี
14. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

2. สาระการเรียนรู้

2.1 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้ อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้อะตอมของธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน
- 3) การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีมีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึงสัดส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้
- 4) ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม

- 5) ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนเรียกว่า สารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่นที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา
- 6) ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้น เขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี เลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมีสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้

ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม

ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่า สารกำหนดปริมาณ ค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ใบสรุปความรู้ เรื่อง สมการเคมี

ใบสรุปความรู้ เรื่อง กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่

ใบสรุปความรู้ เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดร

ใบสรุปความรู้ เรื่อง สารกำหนดปริมาณ

ใบสรุปความรู้ เรื่อง ผลได้ตามทฤษฎีและผลได้ร้อยละ

ผังมโนทัศน์ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี

6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน (รวบยอด)	- ตรวจใบสรุปความรู้เรื่อง สมการเคมี - ตรวจใบสรุปความรู้เรื่อง กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ - ตรวจใบสรุปความรู้เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซกและกฎของอาวกาโดร - ตรวจใบสรุปความรู้เรื่อง สารกำหนดปริมาณ - ตรวจใบสรุปความรู้เรื่อง ผลได้ตามทฤษฎีและผลได้ร้อยละ - ตรวจผังมโนทัศน์ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน - แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน - แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน - แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน - แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน - แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.2 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบ ก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ในปฏิกิริยาเคมี	ตรวจแบบทดสอบ ก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
6.3 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม 1) สมการเคมี	- ตรวจใบงานที่ 6.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 6.1 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) มวลของสารใน ปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
3) ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
4) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
5) การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ	- ตรวจใบงานที่ 6.2 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 6.2 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
6) ผลได้ร้อยละ	- ตรวจใบงานที่ 6.3 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 6.3 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
7) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
8) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
9) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
10) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.4 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี	ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

7. กิจกรรมการเรียนรู้

- แผนฯ ที่ 1 : สมการเคมี
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 5 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 2 : มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 5 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 3 : ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 5 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 4 : ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 6 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 5 : การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 2 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 6 : ผลได้ร้อยละ
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 3 ชั่วโมง

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 3) ใบงานที่ 6.1 เรื่อง สมการเคมี
- 4) ใบงานที่ 6.2 เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ
- 5) ใบงานที่ 6.3 เรื่อง ผลได้ร้อยละ
- 6) PowerPoint เรื่อง สมการเคมี
- 7) PowerPoint เรื่อง กฎทรงมวล
- 8) PowerPoint เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่
- 9) PowerPoint เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซก
- 10) PowerPoint เรื่อง กฎของอาโวกาโดร
- 11) PowerPoint เรื่อง ผลได้ร้อยละ

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

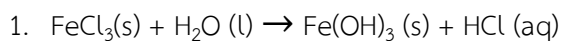
คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ปฏิกิริยา $\text{Al (s)} + \text{Cl}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{AlCl}_3 \text{ (s)}$ เมื่อดุลสมการแล้ว เลขสัมประสิทธิ์หน้าสารแต่ละตัวจะเป็นเท่าใด ตามลำดับ
 1. 2 1 2 2. 2 3 2
 3. 3 2 2 4. 3 3 2
 5. 3 3 3
- $2\text{C (s)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow 2\text{CO (g)}$ ถ้าเผาคาร์บอน 40 กรัม จะได้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์กี่โมล
 1. 6.66 2. 4.995
 3. 3.33 4. 1.665
 5. 0.8325
- เผา KClO_3 12.25 กรัม จะเกิดแก๊ส O_2 ที่ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ STP
 1. 2.24 2. 3.36
 3. 2,240 4. 3,360
 5. 6,720
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (s)} + 3\text{CO (g)} \rightarrow 2\text{Fe (s)} + 3\text{CO}_2 \text{ (g)}$ จากปฏิกิริยา เมื่อนำ Fe_2O_3 40.0 กรัม มาทำปฏิกิริยากับ CO 15.0 กรัม สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ
 1. Fe 2. CO
 3. CO_3 4. Fe_2O_3
 5. ไม่มีสารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ
- $\text{Mg (s)} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{MgO (s)}$ จากปฏิกิริยา เมื่อนำแมกนีเซียม 100.0 กรัม และแก๊สออกซิเจน 5.0 โมล มาทำปฏิกิริยากัน จะเกิด MgO กี่กรัม (มวลอะตอมของ Mg= 24 O=16)
 1. 4.115 2. 92.176
 3. 112.00 4. 165.83
 5. 201.50
- $2\text{CH}_3\text{CHO (l)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH (l)}$ จากปฏิกิริยา ถ้านำ CH_3CHO 50 กรัม มาทำปฏิกิริยากับ O_2 1.25 โมล ปรากฏว่า เกิด CH_3COOH 60 กรัม ผลได้ร้อยละของปฏิกิริยานี้มีค่าเท่าใด
 1. 11.97 2. 25.00 3. 75.00
 4. 88.03 5. 100.00
- เมื่อนำ Ca 60 กรัม และแก๊ส N_2 42 กรัม มาทำปฏิกิริยากัน เกิดเป็น Ca_3N_2 อยากทราบว่าเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลง จะมีสารใดเหลือ และเหลือกี่กรัม
 1. N_2 เหลือ 14 กรัม 2. N_2 เหลือ 28 กรัม
 3. Ca เหลือ 20 กรัม 4. Ca เหลือ 40 กรัม
 5. สารทั้งสองทำปฏิกิริยาหมดพอดี
- จากปฏิกิริยา $3\text{MnO}_2 \text{ (s)} \rightarrow \text{Mn}_3\text{O}_4 \text{ (s)} + \text{O}_2 \text{ (g)}$ ถ้า MnO_2 สลายตัวไป 32.625 กรัม จะเกิดแก๊ส O_2 กี่โมล
 1. 0.125 2. 0.375 3. 1.25
 4. 2.50 5. 3.75
- ถ้าต้องการเผาไหม้แก๊ส CH_4 ปริมาตร 1,344 ลิตร ให้สมบูรณ์ ที่ STP จะต้องใช้แก๊ส O_2 อย่างน้อยกี่กรัม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็น ดังนี้

$$\text{CH}_4 \text{ (g)} + 2\text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + 2\text{H}_2\text{O (g)}$$
 1. 38.4 2. 384 3. 192
 4. 1,920 5. 3,840
- $\text{CaC}_2 \text{ (s)} + 2\text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \text{ (aq)} + \text{C}_2\text{H}_2 \text{ (g)}$ ถ้าใช้ CaC_2 256 กรัม ทำปฏิกิริยากับน้ำที่มีปริมาณมากเกินพอ จะเกิด C_2H_2 กี่โมล
 1. 2.408×10^{23} 2. 6.02×10^{23}
 3. 2.408×10^{24} 4. 3.01×10^{24}
 5. 6.02×10^{24}

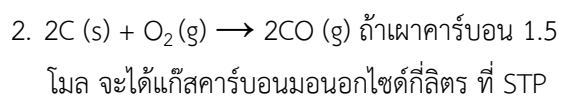
แบบทดสอบหลังเรียน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

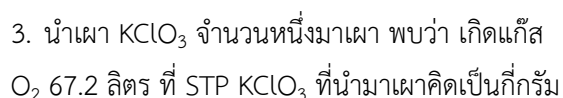


เมื่อดุลสมการแล้ว เลขสัมประสิทธิ์หน้าสารแต่ละตัวจะเป็นเท่าใด ตามลำดับ

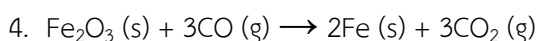
1. 1 3 1 3 2. 1 1 3 3
3. 1 3 3 1 4. 3 1 3 1
5. 3 1 1 3



1. 11.2 2. 22.4 3. 33.6
4. 44.8 5. 56.0

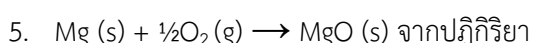


1. 122.5 2. 245.0 3. 367.5
4. 490.0 5. 612.5



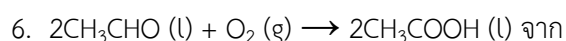
จากปฏิกิริยา เมื่อนำ Fe_2O_3 40.0 กรัม มาทำปฏิกิริยากับ CO 15.0 กรัม จะเกิด CO_2 กี่ลิตร ที่ STP

1. 0.5600 2. 1.1200 3. 1.2096
4. 11.200 5. 12.096



เมื่อนำแมกนีเซียม 100.0 กรัม และแก๊สออกซิเจน 5.0 โมล มาทำปฏิกิริยากัน สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ

1. O_2 2. Mg 3. MgO_2 4. O_2 และ Mg
5. ไม่มีสารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ

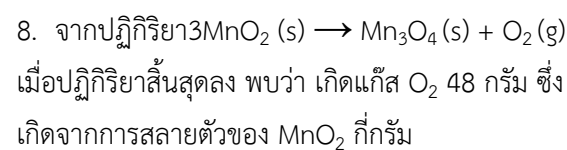


ปฏิกิริยา ถ้านำ CH_3CHO 1.135 โมล มาทำปฏิกิริยากับ O_2 48 กรัม ปรากฏว่า เกิด CH_3COOH 45 กรัม ผลได้ร้อยละของปฏิกิริยานี้มีค่าเท่าใด

1. 12.50 2. 25.00 3. 33.99
4. 50.00 5. 66.01

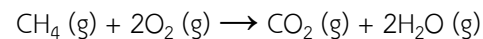
7. เมื่อนำ Ca 60 กรัม และแก๊ส N_2 42 กรัม มาทำปฏิกิริยากัน เกิดเป็น Ca_3N_2 อยากทราบว่าเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลง จะเกิด Ca_3N_2 กี่กรัม

1. 3.7 2. 7.4 3. 37
4. 74 5. 148

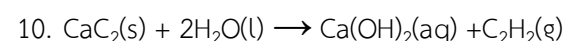


1. 87.0 2. 130.5
3. 261.0 4. 348.0
5. 391.5

9. ถ้าต้องการเผาไหม้แก๊ส CH_4 ปริมาตร 1,344 ลิตร ให้สมบูรณ์ ที่ STP โดยใช้ O_2 มากเกินพอ จะเกิดแก๊ส CO_2 กี่กรัม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็น ดังนี้



1. 132 2. 264
3. 1,320 4. 2,640
5. 5,280



ถ้าใช้ CaC_2 256 กรัม ทำปฏิกิริยากับน้ำที่มีปริมาณมากเกินพอ จะเกิด C_2H_2 กี่ลิตร ที่ STP

1. 22.4 2. 44.8
3. 89.6 4. 134.4
5. 179.2

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

แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) แผนฯ ที่ 1-4, 6

แบบประเมินผังมโนทัศน์/ใบสรุปความรู้

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินชิ้นงาน/ภาระงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความตรงต่อเวลา				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินผังมโนทัศน์/ใบสรุปความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ และเป็นระบบ	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีความคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่มีความน่าสนใจ และไม่แสดงถึงแนวคิดแปลกใหม่
4. ความตรงต่อเวลา	ส่งชิ้นงานภายในเวลาที่กำหนด	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 2 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 3 วันขึ้นไป

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	☐	☐	☐
2	ความคิดสร้างสรรค์	☐	☐	☐
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	☐	☐	☐
4	การนำไปใช้ประโยชน์	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	☐	☐	☐
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	☐	☐	☐
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	☐	☐	☐
4	ความมีน้ำใจ	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดงความ ความคิดเห็น			การยอมรับ ฟังคนอื่น			การทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมาย			ความมี น้ำใจ			การมีส่วนร่วมใน การ ปรับปรุง ผลงานกลุ่ม			รวม 15 คะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยืนตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง และเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อฟังคำสั่งสอนของบิดา-มารดา โดยไม่โต้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สมการเคมี

เวลา 5 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

8. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของสมการเคมีได้ (K)
2. เขียนและดุลสมการเคมี พร้อมทั้งแปลความหมายจากสมการเคมี เมื่อทราบสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ได้ (K)
3. ทำการทดลองและคำนวณหาอัตราส่วนจำนวนโมลของสารที่ทำปฏิกิริยากันพอดีเพื่อนำไปใช้เขียนสมการเคมีได้ (P)
4. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
5. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
6. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
7. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้ อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้อะตอมของธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้น เขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้



วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
2. ครูถามคำถามว่า สมการเคมีช่วยในการศึกษาปริมาณสัมพันธ์ได้อย่างไร

(แนวตอบ : เลขสัมประสิทธิ์ของสารแต่ละตัวในสมการเคมีสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้)

3. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง สมการเคมี โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้น หรือนำภาพการเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น โลหะที่เป็นสนิม การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เป็นต้น และร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุการเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบต่าง ๆ แล้วตั้งคำถาม ดังนี้

- 1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นแต่ละปฏิกิริยามีสารใดเป็นสารตั้งต้น และมีสารใดเป็นผลิตภัณฑ์

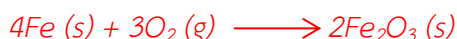
(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน โดยมีแนวตอบ เช่น
- โลหะที่เป็นสนิม สารตั้งต้น คือ โลหะ น้ำ และแก๊สออกซิเจน สารผลิตภัณฑ์ คือ สารประกอบโลหะออกไซด์

- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง สารตั้งต้น คือ เชื้อเพลิงและแก๊สออกซิเจน สารผลิตภัณฑ์ คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ
- การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สารตั้งต้น คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ สารผลิตภัณฑ์ คือ น้ำตาลกลูโคสและแก๊สออกซิเจน

2) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า สามารถเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้ในลักษณะใด

(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน โดยมีแนวตอบ เช่น

- โลหะที่เป็นสนิม สามารถเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาเคมีได้ ดังนี้



- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เช่น มีเทน สามารถเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาเคมีได้ ดังนี้



- การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สารตั้งต้น คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ สารผลิตภัณฑ์ คือ น้ำตาลกลูโคสและแก๊สออกซิเจน



4. ครูให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า สมการเคมีกับสมการทางคณิตศาสตร์มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : แตกต่างกัน โดยสมการเคมี หมายถึง กลุ่มสัญลักษณ์ที่เขียนแทนปฏิกิริยาเคมี เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในระบบ โดยประกอบด้วยสัญลักษณ์แสดงสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และเงื่อนไขแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น พร้อมด้วยลูกศรทิศทางแสดงของปฏิกิริยา ส่วนสมการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ประโยคสัญลักษณ์ที่เชื่อมด้วยเครื่องหมายเท่ากับ (=) ซึ่งจะเป็นจริงหรือเท็จก็ได้)

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลองเรื่อง อัตราส่วนโดยโมลที่เข้าทำปฏิกิริยาพอดีกัน จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 65-66
3. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ
 - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
4. ครูให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
 5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการทำการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - 1) จากการทดลอง เมื่อผสมสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) กับสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เข้าด้วยกันจะได้ผลการทดลองอย่างไร

(แนวตอบ : ได้ตะกอนสีขาวของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) เป็นผลิตภัณฑ์ โดยพบว่า ความสูงของตะกอนเริ่มคงที่ตั้งแต่หลอดที่ 2 แสดงว่า สารละลาย Ca(OH)_2 0.5 mol/dm^3 ปริมาตร 2 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย Na_2CO_3 1.0 mol/dm^3 ปริมาตร 1 cm^3)

- 2) การตรวจสอบสารละลายที่เหลือในแต่ละหลอดทดลองหลังเกิดปฏิกิริยาทำได้อย่างไร และจะได้ผลเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : การทดสอบสารละลายที่เหลือชุดที่ 1 ทำได้โดยเติมสารละลาย Na_2CO_3 ลงไปในทุกหลอดการทดลอง พบว่า หลอดที่ 1 มีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น แสดงว่า มีสารละลาย Ca(OH)_2 เหลืออยู่ การทดสอบสารละลายที่เหลือชุดที่ 2 ทำได้โดยเติมสารละลาย Ca(OH)_2 ลงไปในทุกหลอดการทดลอง พบว่า หลอดที่ 3-6 มีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น แสดงว่า มีสารละลาย Na_2CO_3 เหลืออยู่ทั้ง 4 หลอด จึงสรุปได้ว่า หลอดที่ 2 เป็นหลอดที่สารละลาย Na_2CO_3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย Ca(OH)_2)

- 3) อัตราส่วนโดยโมลของสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) กับสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : อัตราส่วนโดยโมลเท่ากับ 1 : 1)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการทำการทดลอง เพื่อให้ได้แนวสรุป ดังนี้ ปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) กับสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันมีอัตราส่วนโดยโมลเท่ากับ 1 : 1

ชั่วโมงที่ 3

สำรวจค้นหา (Explore)

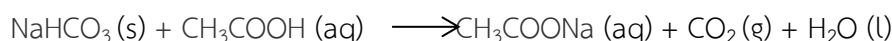
1. ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่อง สมการเคมี จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 67-68 หรือจาก PPT จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษา จนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

2. ครูอภิปรายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเคมีมากยิ่งขึ้นว่า การอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารด้วยประโยคข้อความสามารถทำให้สั้นและเข้าใจตรงกัน โดยใช้สัญลักษณ์และสูตรเคมี ซึ่งเรียกว่า สมการเคมี เช่น ประโยคข้อความ : ผงฟูหรือโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดแอซิก ได้สารละลายโซเดียมแอซเตต แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นผลิตภัณฑ์

สมการข้อความ :

โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต + กรดแอซิก $\longrightarrow$ โซเดียมแอซเตต + คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ

สมการเคมี :



3. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความหมายและความสำคัญของตัวอักษรในวงเล็บที่อยู่ด้านขวาของสูตรโมเลกุลของสารแต่ละชนิด ลูกศรที่ใช้ และตัวเลขที่อยู่หน้าโมเลกุลของสารแต่ละชนิดในสมการ ดังนี้

(s) ใช้แทนของแข็ง (solid)

(l) ใช้แทนของเหลว (liquid)

(g) ใช้แทนแก๊ส (gas)

(aq) ใช้แทนสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (aqueous)

$\longrightarrow$ ใช้แสดงให้เห็นถึงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยาจากซ้ายมือไปขวามือ

$\rightleftharpoons$ ใช้แสดงการเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ คือ สารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ เป็นปฏิกิริยาไปข้างหน้า และผลิตภัณฑ์เปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้น เป็นปฏิกิริยาย้อนกลับ

ส่วนตัวเลขที่อยู่หน้าโมเลกุลของสารแต่ละชนิด เป็นการกำหนดจำนวนอะตอมของสารตั้งต้นให้เท่ากับจำนวนอะตอมของผลิตภัณฑ์ โดยการดุลสมการเคมี

4. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจว่า เมื่อมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น สารตั้งต้นจะมีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์ โดยอะตอมของแต่ละธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ต้องมีจำนวนเท่ากัน ซึ่งทำได้โดยการดุลสมการเคมี โดยการนำตัวเลขที่เหมาะสมซึ่งเรียกว่า เลขสัมประสิทธิ์ มาเติมหน้าสูตรของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ โดยไม่มีการเปลี่ยนสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์

ชั่วโมงที่ 4

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการใช้แนวคำถาม เช่น

- 1) สมการเคมีคืออะไร

(แนวตอบ : สมการเคมี คือ สัญลักษณ์ที่แสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารตั้งต้น แล้วเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ โดยเขียนสัญลักษณ์และสูตรเคมีของสารทุกชนิดที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยา โดยเขียนสารตั้งต้นไว้ทางด้านซ้าย แล้วเขียนลูกศรไว้ตรงกลาง ชี้ไปยังสารผลิตภัณฑ์ซึ่งเขียนไว้ทางด้านขวา)

- 2) สัญลักษณ์ s l g และ aq แทนสิ่งใดในสมการเคมี

(แนวตอบ : แทนสถานะหรือสภาวะของสาร โดย s แทนสถานะของแข็ง l แทนสถานะของเหลว g แทนสถานะแก๊ส และ aq แทน สภาวะสารละลายโดยมีน้ำเป็นตัวทำละลาย)

- 3) ตัวเลขที่อยู่หน้าสารแต่ละตัวหมายถึงอะไร

(แนวตอบ : ตัวเลขที่อยู่หน้าโมเลกุลของสารแต่ละชนิด เป็นการกำหนดจำนวนอะตอมของสารเริ่มต้นให้เท่ากับจำนวนอะตอมของผลิตภัณฑ์โดยการดุลสมการเคมี)

2. ครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าสมการเคมีต่าง ๆ นั้นเขียนขึ้นจากผลการทดลอง การเขียนสมการเคมีทุกครั้งจะต้องดุลสมการเพื่อให้เป็นไปตามกฎทรงมวล และอธิบายเพิ่มเติมว่าในบางกรณีการดุลสมการของปฏิกิริยาเดียวกัน อาจได้สมการที่ดุลแล้วมากกว่า 1 สมการ ดังนั้น ต้องใช้ผลจากการทดลองและศึกษาปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจริงในการตัดสินใจว่าสมการใดถูกต้อง

ชั่วโมงที่ 5

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับสมการเคมี จากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
2. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 6.1 เรื่อง สมการเคมี
3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 6.1 เรื่อง สมการเคมี
4. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
5. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง สมการเคมี
6. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ในปฏิกิริยาเคมี	ตรวจแบบทดสอบ ก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
7.2 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม	- ตรวจใบงานที่ 6.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 6.1 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 3) ใบงานที่ 6.1 เรื่อง สมการเคมี
- 4) PowerPoint เรื่อง สมการเคมี

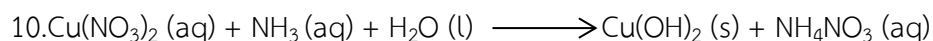
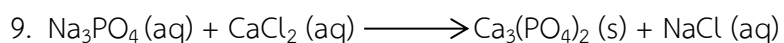
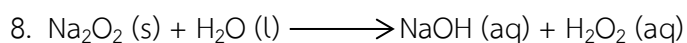
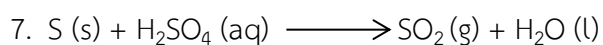
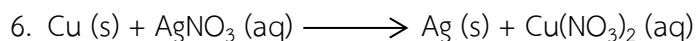
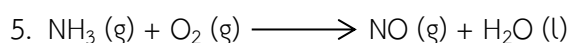
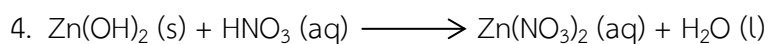
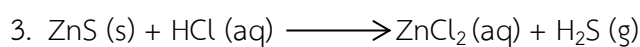
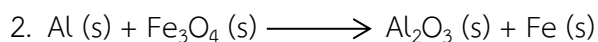
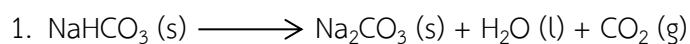
8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 6.1

เรื่อง สมการเคมี

คำชี้แจง : จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

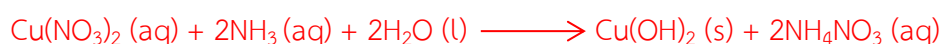
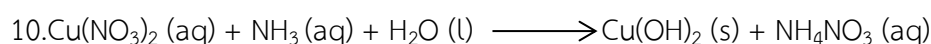
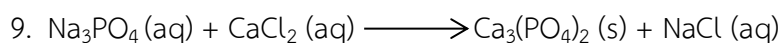
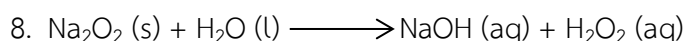
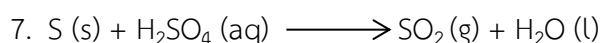
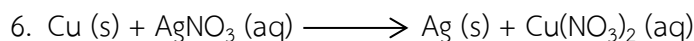
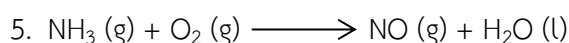
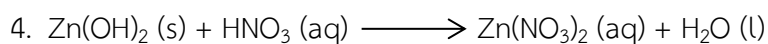
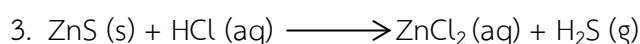
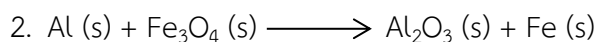
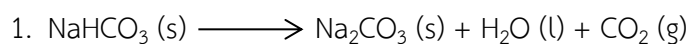


ใบงานที่ 6.1

เรื่อง สมการเคมี

เฉลย

คำชี้แจง : จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้ให้ถูกต้อง



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี

เวลา 5 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

9. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
10. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของระบบกับสิ่งแวดล้อมและภาวะของระบบได้ (K)
2. อธิบายความหมายของระบบปิดและระบบเปิด พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบได้ (K)
3. สรุปสาระสำคัญของกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ได้ (K)
4. ใช้กฎทรงมวลคำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
5. ใช้กฎสัดส่วนคงที่คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบได้ (P)
6. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
7. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สาระการเรียนรู้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี มีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึงสัดส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมีสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

 วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี โดยครู ทบทวนความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณสาร ได้แก่ โมล จำนวนอนุภาค มวล ปริมาตรของแก๊ส และความเข้มข้นของสารละลาย โดยครูยกตัวอย่างปริมาณใดปริมาณหนึ่ง แล้วให้นักเรียนคำนวณเพื่อหาคำตอบใน ปริมาณที่ต้องการ เช่น

- 1) แก๊สออกซิเจน 1 โมล จะมีมวล จำนวนอนุภาค และปริมาตรเท่าใด

(แนวตอบ : แก๊สออกซิเจน (O_2) 1 โมล จะมีมวล 32 กรัม มีจำนวนอนุภาค 6.02×10^{23} อนุภาค และมีปริมาตร 22.4 ลิตร ที่ STP)

- 2) แก๊สแอมโมเนีย 34 กรัม จะมีจำนวนโมล จำนวนอนุภาค และปริมาตรเท่าใด

(แนวตอบ : แก๊สออกซิเจน (NH_3) 34 กรัม จะมีจำนวน 2 โมล มีจำนวนอนุภาค 1.204×10^{24} อนุภาค และมีปริมาตร 44.8 ลิตร ที่ STP)

- 3) กรดซัลฟิวริก 3.01×10^{23} อนุภาค จะมีจำนวนโมล มวล และปริมาตรเท่าใด

(แนวตอบ : กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) 3.01×10^{23} อนุภาค จะมีจำนวน 0.5 โมล มีมวล 49 กรัม ส่วนปริมาตรไม่สามารถระบุได้ เพราะกรดซัลฟิวริกไม่ใช่แก๊ส)

- 4) แก๊สคลอรีน 67.2 ลิตร ที่ STP จะมีจำนวนโมล มวล และจำนวนอนุภาคเท่าใด

(แนวตอบ : แก๊สคลอรีน (Cl_2) 67.2 ลิตร ที่ STP จะมีจำนวน 3 โมล มีมวล 213 กรัม และมีจำนวนอนุภาค 1.806×10^{24} อนุภาค)

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมลในสมการเคมี แสดงถึงสัดส่วนของจำนวนโมเลกุล โมล และปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน

2. ครูอธิบายเกี่ยวกับเลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมลในสมการเคมีว่าสามารถนำมาใช้ในการคำนวณ เกี่ยวกับปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมีได้ เช่น มวล ความเข้มข้นของสารละลาย ดังนั้น เมื่อทราบปริมาณ ของสารชนิดใดชนิดหนึ่ง จะสามารถคำนวณปริมาณของสารอื่น ๆ ที่ต้องการทราบในปฏิกิริยานั้นได้

3. ครูอภิปรายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของปริมาณสัมพันธ์ว่าเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารตั้งต้นและปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาเคมี ซึ่งพิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี

ชั่วโมงที่ 2

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้อย่างไร

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาเคมีเกิดจากสารตั้งต้นเกิดการสลายพันธะ และสร้างพันธะใหม่เกิดเป็นผลิตภัณฑ์)

2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วศึกษาเรื่อง ระบบสิ่งแวดล้อม และกฎทรงมวล จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 69-71 หรือจาก PPT จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษา จนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

3. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันฝึกการคำนวณปริมาณสารตามกฎทรงมวล จากตัวอย่างที่ 6.1-6.5 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 จากนั้นสุมนักเรียน 5 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องกฎทรงมวล เช่น

1) กฎทรงมวลกล่าวไว้ว่าอย่างไร(แนวตอบ : มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาจะเท่ากับมวลของสารหลังทำปฏิกิริยา)

2) เมื่อให้ปรอท 30 กรัม ทำปฏิกิริยากับอากาศ 10 กรัม ปรากฏว่า ปรอททำปฏิกิริยาไม่หมด และได้มวลของปรอทออกไซด์ที่เป็นผลิตภัณฑ์และปรอทที่เหลือรวมเป็น 32.1 กรัม ถ้าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นไปตามกฎทรงมวล อากาศที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาประกอบด้วยออกซิเจนร้อยละเท่าใดโดยมวล

(แนวตอบ : จากกฎทรงมวล : มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยา = มวลของสารหลังทำปฏิกิริยา

$$m_{Hg} + m_{อากาศ} = m_{HgO} + m_{Hg\text{ที่เหลือ}} + m_{อากาศ\text{ที่เหลือ}}$$

$$30 \text{ g} + 10 \text{ g} = 32.1 \text{ g} + m_{อากาศ\text{ที่เหลือ}}$$

$$m_{อากาศ\text{ที่เหลือ}} = 40 \text{ g} - 32.1 \text{ g}$$

$$= 7.9 \text{ g}$$

$$\text{มวลของอากาศที่ทำปฏิกิริยา} = 10 \text{ g} - 7.9 \text{ g}$$

$$= 2.1 \text{ g} = \text{มวลของออกซิเจน}$$

$$\text{ร้อยละโดยมวลของออกซิเจน} = \frac{100 \times 2.1 \text{ g}}{10 \text{ g}}$$

$$= 21$$

ดังนั้น อากาศที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาประกอบด้วยออกซิเจนร้อยละ 21 โดยมวล)

ชั่วโมงที่ 3

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วศึกษาเรื่อง กฎสัดส่วนคงที่ จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 74 หรือจาก PPT จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษา จนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
2. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันฝึกการคำนวณปริมาณสารตามกฎสัดส่วนคงที่ จากตัวอย่างที่ 6.6-6.7 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 75 จากนั้นสุ่มนักเรียน 2 คู่ (ไม่ซ้ำคู่เดิม) ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องกฎสัดส่วนคงที่ เช่น
 - 1) กฎสัดส่วนคงที่กล่าวไว้ว่าอย่างไร
(แนวตอบ : สารประกอบแต่ละชนิดมีอัตราส่วนมวลของธาตุที่เป็นส่วนประกอบคงที่เสมอ)
 - 2) สารประกอบเหล็กซัลไฟด์ประกอบด้วยเหล็กและกำมะถัน โดยมีเหล็กเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 49 โดยมวล ถ้าใช้เหล็กและกำมะถันอย่างละ 10 กรัม จะเกิดสารประกอบเหล็กซัลไฟด์กี่กรัม
(แนวตอบ : อัตราส่วนมวลของเหล็ก : กำมะถัน = 49 : 51

$$\text{เหล็ก } 10 \text{ กรัม ต้องใช้กำมะถัน } 10 \times \frac{51}{49} = 10.4 \text{ กรัม ซึ่งมีกำมะถันไม่เพียงพอ}$$

$$\text{กำมะถัน } 10 \text{ กรัม ต้องใช้เหล็ก } 10 \times \frac{49}{51} = 9.6 \text{ กรัม ซึ่งมีเหล็กมากเกินไป}$$

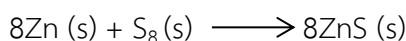
$$\text{ดังนั้น เกิดเหล็กซัลไฟด์ } 10 \times \frac{100}{51} = 19.6 \text{ กรัม}$$
 จะสังเกตได้ว่า มวลของเหล็กซัลไฟด์ 19.6 กรัม มีค่าเท่ากับผลรวมของมวลเหล็ก (9.6 กรัม) และกำมะถัน (10 กรัม) ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน)

ชั่วโมงที่ 4

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจว่า ปริมาณสารนิยมนวัดเป็นมวล เนื่องจากสะดวกต่อการวัด และมวลของสารมีความสัมพันธ์กับจำนวนโมล จึงสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน โมลของสารในสมการเคมีกับมวลของสารได้ โดยใช้มวลต่อโมลในการเปลี่ยนโมลให้เป็นมวลของสาร ดังตัวอย่างการคำนวณต่อไปนี้

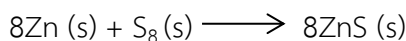
จากปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้



ต้องใช้กำมะถัน (S_8) กี่โมล จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกับโลหะสังกะสี 5.22 กรัม

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 พิจารณาว่าสมการดุลแล้วหรือไม่ ซึ่งจากโจทย์สมการดุลแล้ว



ขั้นที่ 2 ระบุแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยที่จะใช้ ดังนี้

$$\frac{1 \text{ mol Zn}}{65.38 \text{ g Zn}} \quad (\text{จากมวลต่อโมลของ Zn} = 65.38 \text{ g/mol})$$

$$\frac{1 \text{ mol S}_8}{8 \text{ mol Zn}} \quad (\text{จากสมการเคมี อัตราส่วนโดยโมลของ Zn : S}_8 = 8 : 1)$$

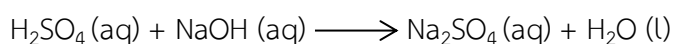
ขั้นที่ 3 คำนวณโดยใช้วิธีเทียบหน่วย

$$\begin{aligned} \text{โมลของ S}_8 &= 5.22 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65.38 \text{ g Zn}} \times \frac{1 \text{ mol S}_8}{8 \text{ mol Zn}} \\ &= 0.0998 \text{ mol S}_8 \end{aligned}$$

ดังนั้น ต้องใช้กำมะถัน (S_8) 0.0998 โมล จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกับโลหะสังกะสี 5.22 กรัม

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจว่า ปฏิกิริยาเคมีหลายชนิดจะอยู่ในรูปสารละลาย ซึ่งปริมาณของตัวละลายมีหลายหน่วย สำหรับวิชาเคมีนิยมใช้หน่วยโมลาร์หรือโมลต่อลิตร เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับจำนวนโมลโดยตรง จึงสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลของสารในสมการเคมีกับหน่วยความเข้มข้นของสารละลายได้ การคำนวณปริมาณสารสำหรับปฏิกิริยาเคมีที่เป็นสารละลายแสดงดังตัวอย่างต่อไปนี้

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาตร 50.0 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.200 โมลต่อลิตร ปริมาตร 12.4 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีความเข้มข้นกี่โมลต่อลิตร ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเป็น ดังนี้



วิธีทำ

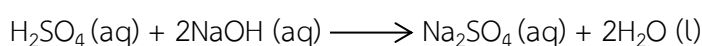
ใช้ปริมาตรและความเข้มข้นของ H_2SO_4 ที่โจทย์กำหนด เพื่อหาจำนวนโมลของ H_2SO_4 จากนั้นใช้สมการเคมีเพื่อหาจำนวนโมลของ NaOH แล้วหาความเข้มข้นของ NaOH จากปริมาตรที่โจทย์กำหนด ดังนี้



โจทย์กำหนด

โจทย์ให้หา

ขั้นที่ 1 พิจารณาว่าสมการดุลแล้วหรือไม่ ซึ่งจากโจทย์สมการยังไม่ดุล จึงดุลสมการ ดังนี้



ขั้นที่ 2 ระบุแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยที่จะใช้ ดังนี้

$$\frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \text{ และ } \frac{0.200 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L}} \text{ (จากความเข้มข้นของ H}_2\text{SO}_4\text{)}$$

$$\frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \text{ (จากสมการเคมี อัตราส่วนโดยโมลของ H}_2\text{SO}_4 : \text{NaOH} = 1 : 2)$$

$$\frac{1}{50.0 \text{ mL}} \text{ และ } \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \text{ (จากปริมาตรของ NaOH)}$$

ขั้นที่ 3 คำนวณโดยใช้วิธีเทียบหน่วย

ความเข้มข้นของ NaOH

$$= 12.4 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.200 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L}} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \times \frac{1}{50.0 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$$

$$= 4.96 \times 10^{-3} \text{ mol/L NaOH}$$

ดังนั้น สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 4.96×10^{-3} โมลต่อลิตร

ชั่วโมงที่ 5

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่จากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอ เรื่อง กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม 1) มวลของสารใน ปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 3) PowerPoint เรื่อง กฎทรงมวล
- 4) PowerPoint เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี

เวลา 5 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

- 1.1. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สรุปสาระสำคัญของกฎเกย์-ลุสแซกได้ (K)
2. สรุปสาระสำคัญของกฎอาโวกาโดรได้ (K)
3. คำนวณหาปริมาตรของแก๊สที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมี และคำนวณหาสูตรโมเลกุลของแก๊สเมื่อทราบปริมาตรของแก๊สที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
4. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
5. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
6. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
7. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สาระการเรียนรู้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี มีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึงสัดส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมีสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	

6. กิจกรรมการเรียนรู้



วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนความรู้ให้นักเรียนว่า จากการศึกษที่ผ่านมา เราสามารถคำนวณมวลของสารในปฏิกิริยาเคมีได้ โดยใช้ความรู้ในเรื่องกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่
2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยสอบถามว่า นักเรียนคิดว่าการหาปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีสามารถทำได้เหมือนการหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร
3. ครูให้นักเรียนทั้งห้องร่วมกันแสดงความคิดเห็น ซึ่งคำตอบของนักเรียนอาจจะถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ โดยครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับการหาปริมาตรแก๊สในปฏิกิริยาเคมีในลำดับต่อไป

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเรื่องสมบัติของแก๊สว่าสามารถฟุ้งกระจายได้จนเต็มภาชนะที่บรรจุเสมอ และอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการวัดปริมาตรของแก๊สที่อยู่ในปฏิกิริยาเคมีว่า นิยมวัดเป็นปริมาตร ณ อุณหภูมิและความดันในขณะทำการทดลอง
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าไม่สามารถใช้กฎทรงมวลในการคำนวณในปฏิกิริยาเคมีที่เป็นแก๊สได้ จึงต้องใช้การคำนวณปริมาณสัมพันธ์จากปฏิกิริยาของแก๊สแทน

ชั่วโมงที่ 2

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปในชั่วโมงที่แล้วเกี่ยวกับการคำนวณปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี ซึ่งไม่สามารถใช้กฎทรงมวลมาคำนวณได้
2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยในแต่ละกลุ่มต้องประกอบด้วยเด็กเรียนเก่ง เด็กเรียนปานกลาง และเด็กเรียนอ่อน แล้วทำการทดลองเรื่อง ศึกษาปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยา จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 76-77
3. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ
 - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
4. ครูให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการทำการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - 1) เมื่อนำแก๊ส NO และแก๊ส O_2 มาผสมกัน ปริมาตรของแก๊สในกระบอกตวงจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
 (แนวตอบ : ปริมาตรแก๊สในกระบอกตวงจะลดลง และระดับน้ำในกระบอกตวงสูงขึ้น เนื่องจากแก๊ส O_2 ทำปฏิกิริยากับแก๊ส NO ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซึ่งมีสีแดง และละลายน้ำได้ดี ซึ่งเมื่อแก๊ส NO_2 ละลายน้ำ ความดันของแก๊สในกระบอกตวงจึงลดลง น้ำจากภายนอกจึงเข้ามาแทนที่)
 - 2) แก๊สที่เหลือในกระบอกตวงคือแก๊สชนิดใด และทราบได้อย่างไร
 (แนวตอบ : แก๊ส O_2 เนื่องจากเป็นแก๊สที่ช่วยให้ไฟติด)
 - 3) อัตราส่วนของแก๊ส NO และแก๊ส O_2 ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันมีค่าเท่าใด และคงที่หรือไม่
 (แนวตอบ : 2 : 1 โดยปริมาตร และมีค่าใกล้เคียงกันทุกครั้งที่ทำทดลอง)
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการทำการทดลอง เพื่อให้ได้แนวสรุป ดังนี้ การทดลองทุกครั้งได้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่า แก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊สออกซิเจน (O_2) ด้วยอัตราส่วน 2 : 1 โดยปริมาตร แต่ไม่สามารถวัดปริมาตรของแก๊สผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาได้ เนื่องจากเป็นแก๊สที่ละลายในน้ำ จึงไม่ทราบปริมาตรของแก๊สหลังเกิดปฏิกิริยา ทำให้สรุปไม่ได้ว่าปริมาตรของแก๊สก่อนทำปฏิกิริยาและปริมาตรของแก๊สหลังเกิดปฏิกิริยามีอัตราส่วนเป็นเท่าใด

ชั่วโมงที่ 3

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยคณะกรรมการทางวิทยาศาสตร์ แล้วศึกษาเรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดร จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 78-80 หรือจาก PPT จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษา จนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
2. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันฝึกการคำนวณปริมาตรของแก๊สและสูตรโมเลกุลของแก๊สจากกฎของเกย์-ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดร จากตัวอย่างที่ 6.8-6.10 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 จากนั้นสุ่มนักเรียน 3 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง กฎของเกย์-ลุสแซกและกฎของอาโวกาโดร เช่น

- 1) กฎของเกย์-ลุสแซกกล่าวว่าอย่างไร

(แนวตอบ : อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยากันพอดี และปริมาตรของแก๊ส
ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยา ซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะเป็นเลข
จำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ)

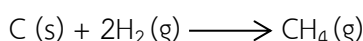
- 2) กฎของอาโวกาโดรกล่าวอย่างไร

(แนวตอบ : แก๊สที่มีปริมาตรเท่ากันที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน)

ชั่วโมงที่ 4

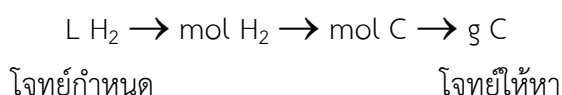
อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจว่า สำหรับแก๊สซึ่งมีมวลน้อยมาก การวัดมวลของแก๊สทำได้ยากจึงนิยามวัดในหน่วยปริมาตร ซึ่งการคำนวณปริมาตรของแก๊สที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมี สามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP ดังตัวอย่างต่อไปนี้
- ปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้

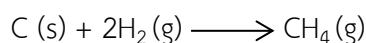


ถ้าใช้แก๊สไฮโดรเจน 13.44 ลิตร ที่ STP จะทำปฏิกิริยาพอดีกับถ่านกัมมันต์

วิธีทำ ใช้ปริมาตรของแก๊ส H_2 ที่โจทย์กำหนด เพื่อหาจำนวนโมลของ H_2 จากนั้นใช้สมการเคมีเพื่อหาจำนวนโมลของ C แล้วเปลี่ยนเป็นมวล ดังนี้



ขั้นที่ 1 พิจารณาสมการว่าดุลแล้วหรือไม่ ซึ่งจากโจทย์สมการดุลแล้ว



ขั้นที่ 2 ระบุแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยที่จะใช้

$$\frac{1 \text{ mol H}_2}{22.4 \text{ L H}_2} \quad (\text{จากแก๊ส 1 mol มีปริมาตร 22.4 L ที่ STP})$$

$$\frac{1 \text{ mol C}}{2 \text{ mol H}_2} \quad (\text{จากสมการเคมี อัตราส่วนโดยโมลของ C : H}_2 = 1 : 2)$$

$$\frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} \quad (\text{จากมวลต่อโมลของ C = 12.01 g/mol})$$

ขั้นที่ 3 คำนวณโดยใช้วิธีเทียบหน่วย

$$\begin{aligned} \text{กรัมของ C} &= 13.44 \text{ L H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{22.4 \text{ L H}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}}{2 \text{ mol H}_2} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} \\ &= 3.603 \text{ g C} \end{aligned}$$

ดังนั้น ถ้าใช้แก๊สไฮโดรเจน 13.44 ลิตร ที่ STP จะทำปฏิกิริยาพอดีกับถ่าน 3.603 กรัม

ชั่วโมงที่ 5

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

- ครูให้นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับกฎของเกย์-ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดรจากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ตรวจสอบผล (Evaluate)

- ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
- ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
- ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดร
- ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม 1) ปริมาตรของแก๊สใน ปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 3) PowerPoint เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซก
- 4) PowerPoint เรื่อง กฎของอาโวกาโดร

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี

เวลา 6 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

13. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายวิธีการหาจำนวนโมล มวล หรือปริมาตรของสารใดสารหนึ่ง เมื่อทราบปริมาณของสารอื่นในปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
2. คำนวณหาจำนวนโมล มวล หรือปริมาตรของสารใดสารหนึ่ง เมื่อทราบปริมาณของสารอื่นในปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
4. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนเรียกว่า สารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่นที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่า สารกำหนดปริมาณ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้



วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง สารกำหนดปริมาณ โดยใช้คำถาม ดังนี้

- 1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ปฏิกริยาเคมีที่มีปริมาณของสารตั้งต้นบางชนิดมากกว่าสัดส่วนที่ทำปฏิกริยาพอดีกันตามสมการเคมีจะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : จะมีสารบางชนิดที่ทำปฏิกริยาหมดก่อนสารอื่น)

2. ครูกำหนดบทบาทสมมติ โดยยกตัวอย่างการทำแซนด์วิช โดยกำหนดให้การทำแซนด์วิช 1 ชิ้น ต้องใช้ขนมปัง 2 แผ่น ผักกาด 1 ชิ้น และแฮม 2 ชิ้น แต่มีวัตถุดิบในการทำแซนด์วิชเป็นขนมปัง 19 แผ่น ผักกาด 10 ชิ้น และแฮม 20 ชิ้น จากนั้นให้นักเรียนลองทำแซนด์วิชจริง หรือลองวาดภาพแซนด์วิชที่จะทำได้ และร่วมกันอภิปรายว่าวัตถุดิบที่สามารถทำแซนด์วิชได้กี่ชิ้น

- 1) จากวัตถุดิบที่มีให้ นักเรียนสามารถทำแซนด์วิชได้กี่ชิ้น เพราะอะไร

(แนวตอบ : ทำแซนด์วิชได้ 9 ชิ้น เนื่องจากขนมปังหมดก่อน จึงมีวัตถุดิบไม่เพียงพอในการทำแซนด์วิชชิ้นต่อไป)

3. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำแซนด์วิชว่า ถ้าเปรียบเทียบวัตถุดิบแต่ละชนิด (ขนมปัง ผักกาด และแฮม) เป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกริยาเคมี แล้วเข้ามาทำปฏิกริยากัน จนได้ผลิตภัณฑ์เป็นแซนด์วิชออกมา จำนวนแซนด์วิชที่ทำได้จะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่มีปริมาณน้อยที่สุด หากวัตถุดิบชนิดใดหมดลงก่อน ก็จะสามารถทำแซนด์วิชได้พอดีกับจำนวนของวัตถุดิบที่หมดลงก่อน เปรียบได้กับสารเคมีบางชนิดที่ทำปฏิกริยากันไม่พอดี สารเคมีใดหมดก่อน ปฏิกริยาก็จะสิ้นสุดลง

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละประมาณ 25 คน หรือมากกว่า 20 คน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำตัวอย่าง ดังนี้

- 1) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเล่นเกมเก้าอี้ดนตรี โดยนำเก้าอี้ 20 ตัว มาเรียงเป็นวงกลม

2) ให้แต่ละกลุ่มเริ่มเล่นเกมเก้าอี้ดนตรี โดยเปิดเพลงหรือร้องเพลงไปด้วย เมื่อเสียงเพลงจบแล้วให้นับจำนวนนักเรียนที่มีเก้าอี้ที่นั่ง และนักเรียนที่ไม่มีเก้าอี้ที่นั่ง

2. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรม โดยใช้ประเด็นคำถามต่อไปนี้

1) นักเรียนสามารถนั่งเก้าอี้ได้กี่คน แล้วมีอีกกี่คนที่ไม่มีเก้าอี้ที่นั่ง

(แนวตอบ : นักเรียนนั่งเก้าอี้ได้ 20 คน ส่วนนักเรียนที่เหลือไม่มีเก้าอี้ที่นั่ง)

2) นักเรียนหรือเก้าอี้เป็นตัวกำหนดการนั่งของนักเรียน

(แนวตอบ : เก้าอี้เป็นตัวกำหนดการนั่งของนักเรียน)

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีที่มีปริมาณของสารตั้งต้นบางชนิดมากกว่าสัดส่วนที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันตามสมการเคมี และสารกำหนดปริมาณซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนสารอื่น จึงเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

1) นักเรียนคิดว่า จากเกมเก้าอี้ดนตรีที่ได้เล่นไปแล้วนั้น ถ้าเปรียบเทียบเก้าอี้และนักเรียนเป็นสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกิริยาเคมีกัน สิ่งใดเป็นสารกำหนดปริมาณ

(แนวตอบ : เก้าอี้เปรียบได้กับสารกำหนดปริมาณ เนื่องจากเป็นสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน และเป็นตัวกำหนดจำนวนนักเรียนที่จะได้นั่งเก้าอี้ หรือปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น)

ชั่วโมงที่ 3

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูนำนักเรียนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับอนุภาค มวล และปริมาตร

2. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษา จนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

3. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วร่วมกันฝึกการคำนวณเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี จากตัวอย่างที่ 6.11-6.16 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 จากนั้นสุ่มนักเรียน 6 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

ชั่วโมงที่ 4

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ที่จับคู่กันในชั่วโมงที่ผ่านมา ร่วมกันฝึกการคำนวณเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี จากตัวอย่างที่ 6.17-6.24 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 จากนั้นสุ่มนักเรียน 8 คู่ (ไม่ซ้ำคู่เดิม) ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง สารกำหนดปริมาณ เช่น

1) สารกำหนดปริมาณคืออะไร

(แนวตอบ : การทดลองในห้องปฏิบัติการเคมี ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หรือในอุตสาหกรรม การผลิตสารเคมีชนิดต่าง ๆ โดยทั่วไปจะมีปริมาณของสารตั้งต้นบางชนิดมากกว่าสัดส่วนที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันตามสมการเคมี สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนสารอื่นจะเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น)

2) ถ้าปริมาณของสารตั้งต้นบางชนิดมากกว่าสัดส่วนที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันตามสมการเคมี จะหาสารกำหนดปริมาณได้อย่างไร และจะคำนวณปริมาณสารตั้งต้นที่เหลือและผลิตภัณฑ์ได้อย่างไร

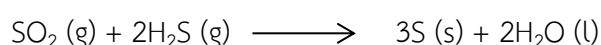
(แนวตอบ : ต้องหาสารกำหนดปริมาณก่อน โดยคำนวณว่าสารใดที่ทำปฏิกิริยาหมด แล้วใช้สารกำหนดปริมาณในการคำนวณปริมาณสารตั้งต้นที่เหลือและผลิตภัณฑ์)

ชั่วโมงที่ 5

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี เช่น

1) นำแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) 16 กรัม และแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) 17 กรัม มาทำปฏิกิริยากัน เมื่อเกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ จะเหลือสารใด และเหลืออยู่กี่กรัม กำหนดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นให้ ดังนี้



$$(แนวตอบ : SO_2 \ 16 \ g = \frac{16}{64} = 0.25 \ mol)$$

$$H_2S \ 17 \ g = \frac{1}{34} = 0.5 \ mol$$



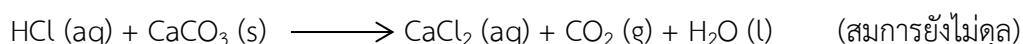
เริ่มต้น $0.25 \quad 0.5 \quad - \quad - \quad mol$

เปลี่ยนแปลง $-0.25 \quad -0.5 \quad +0.75 \quad +0.5 \quad mol$

คงเหลือ $- \quad - \quad +0.75 \quad +0.5 \quad mol$

ดังนั้น แก๊ส SO_2 และแก๊ส H_2S ทำปฏิกิริยากันพอดี และไม่มีสารใดเหลือ

2) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ดังสมการ

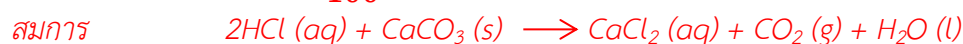


จะเกิดแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) กี่กรัม เมื่อใช้กรดไฮโดรคลอริก 0.5 โมล ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนต 75 กรัม

(แนวตอบ : สมการที่ดุลแล้วเป็น ดังนี้)



$$CaCO_3 \ 75 \ g = \frac{75}{100} = 0.75 \ mol$$



เริ่มต้น $0.5 \quad 0.75 \quad - \quad - \quad - \quad mol$

เปลี่ยนแปลง $-0.5 \quad -0.25 \quad +0.25 \quad +0.25 \quad +0.25 \quad mol$

คงเหลือ $- \quad +0.5 \quad +0.25 \quad +0.25 \quad +0.25 \quad mol$

ดังนั้น เกิด $CaCl_2 = 0.25 \times 110 = 27.75 \text{ กรัม}$

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและจากการทำกิจกรรม หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัย ให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ

3. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

ชั่วโมงที่ 6

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับสารกำหนดปริมาณ จากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอ เรื่อง สารกำหนดปริมาณ
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

เวลา 2 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

12. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายวิธีการหาจำนวนโมล มวล หรือปริมาตรของสารใดสารหนึ่งจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการได้ (K)
2. คำนวณหาจำนวนโมล มวล หรือปริมาตรของสารใดสารหนึ่งจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
4. รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้



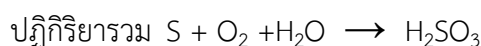
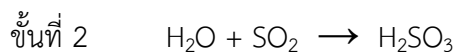
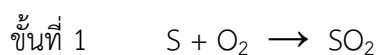
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่มีหลายขั้นตอน เช่น การเผาไหม้ของซัลเฟอร์ทำให้เกิดแก๊ส (SO_2) ผสมอยู่ในบรรยากาศ เมื่อฝนตกแก๊ส SO_2 ก็จะละลายรวมตัวกับน้ำฝน กลายเป็นกรดซัลฟิวรัส (H_2SO_3) น้ำฝนจึงมีสมบัติเป็นฝนกรด ซึ่งมีขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยา ดังนี้



แล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า ปฏิกิริยาเคมีทั้ง 2 ปฏิกิริยามีความเกี่ยวเนื่องกันอย่างไร

2. ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เช่น

1) จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ ถ้าทราบปริมาณซัลเฟอร์ (S) ที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา จะสามารถหาปริมาณกรดซัลฟิวรัส (H_2SO_3) ที่เกิดขึ้นได้หรือไม่

(แนวตอบ : ได้ เนื่องจากปฏิกิริยาทั้ง 2 ปฏิกิริยามีความเกี่ยวเนื่องกัน เมื่อทราบปริมาณของสารใดสารหนึ่ง ก็จะสามารถหาปริมาณของสารอื่น ๆ ได้)

2) จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ ถ้าใช้ซัลเฟอร์ (S) จำนวน 1 โมล ในการทำปฏิกิริยา จะเกิดกรดซัลฟิวรัส (H_2SO_3) กี่โมล

(แนวตอบ : 1 โมล)

3) จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ ถ้าใช้แก๊สออกซิเจน (O_2) จำนวน 2 โมล ในการทำปฏิกิริยา จะเกิดกรดซัลฟิวรัส (H_2SO_3) กี่โมล

(แนวตอบ : 2 โมล)

3. ครูชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ว่าสามารถพิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม

ชั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วร่วมกันฝึกการคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ จากตัวอย่างที่ 6.25-6.27 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 จากนั้นสุ่มนักเรียน 3 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

ชั่วโมงที่ 2

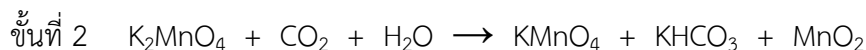
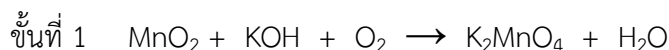
อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ เช่น

- 1) ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอนสามารถพิจารณาได้จากสิ่งใด

(แนวตอบ : เลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม)

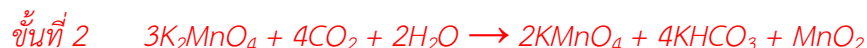
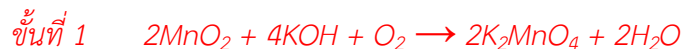
- 2) ปฏิกิริยาในการเตรียม KMnO_4 เป็น ดังนี้



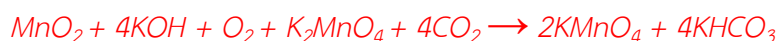
ถ้าเริ่มต้นมี MnO_2 348 กรัม จะเตรียม KMnO_4 ได้มากที่สุดกี่กรัม (กำหนดให้มวลอะตอมของ

$\text{K} = 39$ $\text{Mn} = 55$ $\text{O} = 16$)

(แนวตอบ : ดุลสมการ



สมการเคมีรวม



MnO_2 348 กรัม = $\frac{348}{87} = 4$ โมล

จากสมการเคมีรวม



ดังนั้น จะเตรียม KMnO_4 ได้ = $8 \times (39 + 55 + 64) = 1,264$ กรัม)

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนค้นคว้าเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่มีหลายขั้นตอน จากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วฝึกการคำนวณปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในปริมาณต่าง ๆ เช่น โมล กรัม โมเลกุล ลิตร ที่ STP เป็นต้น โดยกำหนดให้ใช้สารตั้งต้นในปริมาณต่าง ๆ เช่น โมล กรัม โมเลกุล ลิตร ที่ STP เป็นต้น จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
2. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 6.2 เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ
3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 6.2 เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง การคำนวณจากสมการที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ
5. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ	- ตรวจใบงานที่ 6.2 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 6.2 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมินคุณ ลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 3) ใบงานที่ 6.2 เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

8.2 แหล่งการเรียนรู้

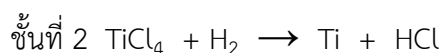
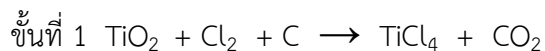
- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 6.2

เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

คำชี้แจง : จงคำนวณปริมาณสารจากปฏิกิริยาที่กำหนดให้

1. ในการผลิตโลหะไทเทเนียมจาก TiO_2 ทำได้โดยนำ TiO_2 มาผสมกับผงถ่าน และแก๊ส Cl_2 แล้วเผาให้ร้อนจัด ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังสมการ



ถ้าใช้ TiO_2 2.4 กรัม จะต้องใช้แก๊สไฮโดรเจนกี่ลิตร ที่ STP (กำหนดให้ มวลอะตอมของ Ti = 48 และ Cl = 35.5)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. กำหนดปฏิกิริยาต่าง ๆ ดังนี้



เมื่อใช้ Al จำนวน 1.35 กรัม ทำปฏิกิริยากับ NaOH จำนวนมากเกินพอ ปรากฏว่าได้ H_2 จำนวนหนึ่ง ซึ่งทำปฏิกิริยาพอดีกับ N_2O ที่เกิดจากการสลายตัวของ NH_4NO_3 มวลของ NH_4NO_3 ที่ใช้เป็นกี่กรัม (กำหนดให้ มวลอะตอมของ Al = 27 Na = 23 O = 16 N = 14 H = 1)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

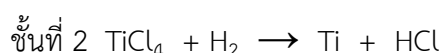
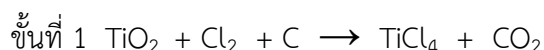
ใบงานที่ 6.2

เฉลย

เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

คำชี้แจง : จงคำนวณปริมาณสารจากปฏิกิริยาที่กำหนดให้

1. ในการผลิตโลหะไทเทเนียมจาก TiO_2 ทำได้โดยนำ TiO_2 มาผสมกับผงถ่าน และแก๊ส Cl_2 แล้วเผาให้ร้อนจัด ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังสมการ



ถ้าใช้ TiO_2 2.4 กรัม จะต้องใช้แก๊สไฮโดรเจนกี่ลิตร ที่ STP (กำหนดให้ มวลอะตอมของ Ti = 48 และ Cl = 35.5)



$$\text{TiO}_2 \ 2.4 = \frac{2.4}{80} = 0.03 \text{ โมล}$$

จากสมการเคมีรวม

TiO_2 1 โมล จะต้องใช้ H_2 2 โมล

TiO_2 0.03 โมล จะต้องใช้ H_2 0.06 โมล

ดังนั้น จะต้องใช้แก๊สไฮโดรเจน $0.06 \times 22.4 = 0.672$ ลิตร ที่ STP

2. กำหนดปฏิกิริยาต่าง ๆ ดังนี้



เมื่อใช้ Al จำนวน 1.35 กรัม ทำปฏิกิริยากับ NaOH จำนวนมากเกินพอ ปรากฏว่าได้ H_2 จำนวนหนึ่ง ซึ่งทำปฏิกิริยาพอดีกับ N_2O ที่เกิดจากการสลายตัวของ NH_4NO_3 มวลของ NH_4NO_3 ที่ใช้เป็นกี่กรัม (กำหนดให้ มวลอะตอมของ Al = 27 Na = 23 O = 16 N = 14 H = 1)

$$\text{Al } 1.35 \text{ กรัม} = \frac{1.35}{27} = 0.05 \text{ โมล}$$

จากสมการที่ (1) Al 2 โมล ได้ H_2 3 โมล

$$\text{Al } 0.05 \text{ โมล ได้ } \text{H}_2 \quad \frac{3 \times 0.05}{2} = 0.075 \text{ โมล}$$

จากสมการที่ (3) H_2 1 โมล ทำปฏิกิริยาพอดีกับ N_2O 1 โมล

H_2 0.075 โมล ทำปฏิกิริยาพอดีกับ N_2O 0.075 โมล

จากสมการที่ (2) N_2O 1 โมล เกิดจากการสลายตัวของ NH_4NO_3 1 โมล
 N_2O 0.075 โมล เกิดจากการสลายตัวของ NH_4NO_3 0.075 โมล
ดังนั้น มวลของ NH_4NO_3 ที่ใช้เป็น $0.075 \times (28 + 4 + 48) = 6$ กรัม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

ผลได้ร้อยละ

เวลา 3 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

14. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายวิธีการหาผลได้ร้อยละได้ (K)
2. คำนวณหาผลได้ร้อยละจากการทดลองได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
4. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่ มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้



วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง ผลได้ร้อยละ โดยใช้คำถาม ดังนี้
 - 1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ในทางปฏิบัติปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับผลที่คำนวณได้ตามทฤษฎีหรือไม่
(แนวตอบ : ไม่เท่ากัน)
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพของปฏิกิริยาโดยการแสดงด้วยผลได้ร้อยละ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วร่วมกันฝึกการคำนวณผลได้ร้อยละ จากตัวอย่างที่ 6.28-6.29 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 94-95 จากนั้นสุ่มนักเรียน 2 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ หรือศึกษาเพิ่มเติมจาก PPT
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่คำนวณได้จากสารกำหนดปริมาณตามสมการเคมี เรียกว่า ผลได้ตามทฤษฎี (theoretical yield) แต่ในทางปฏิบัติปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริง เรียกว่า ผลได้จริง (actual yield) ซึ่งส่วนใหญ่จะมีค่าน้อยกว่าผลได้ตามทฤษฎี จากนั้น ตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันตอบ ดังนี้
 - 1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ผลได้จริงส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่าผลได้ตามทฤษฎี ซึ่งอาจเกิดจากหลายปัจจัย ซึ่งมาจากสาเหตุใดบ้าง
(แนวตอบ : ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์หรือมีปฏิกิริยาข้างเคียงที่ไม่ให้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ หรือเกิดการสูญหายของผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการเก็บหรือแยกผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ ความผิดพลาดในการวัดปริมาณผลิตภัณฑ์ระหว่างการทดลองยังอาจทำให้ผลได้จริงมีค่าน้อยหรือมากกว่าผลได้ตามทฤษฎี)

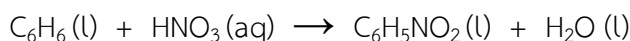
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการทำปฏิกิริยาอาจวัดได้จากการเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ ซึ่งเรียกว่า ผลได้ร้อยละ (percent yield, % yield) ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้

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

ชั่วโมงที่ 2

อธิบายความรู้ (Explain)

- ครูให้นักเรียนร่วมกันทำตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับผลได้ร้อยละ ดังนี้
 - 1) ถ้านำเบนซีน (C_6H_6) จำนวน 15.6 กรัม มาทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก (HNO_3) จำนวนมากเกินไปพอ พบว่าเกิดไนโตรเบนซีน ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$) 18.0 กรัม จงหาผลได้ร้อยละของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็น ดังนี้



วิธีทำ

- ขั้นที่ 1 หามวลของไนโตรเบนซีนตามทฤษฎี
 คำนวณมวลของ $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ จาก C_6H_6 15.6 g โดยใช้วิธีเทียบหน่วยได้ ดังนี้
 มวลของ $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$

$$\begin{aligned} &= 15.6 \text{ g C}_6\text{H}_6 \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_6}{78.12 \text{ g C}_6\text{H}_6} \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_5\text{NO}_2}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_6} \times \frac{123.12 \text{ g C}_6\text{H}_5\text{NO}_2}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_5\text{NO}_2} \\ &= 24.6 \text{ g C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 \end{aligned}$$

นั่นคือ มวลของไนโตรเบนซีนตามทฤษฎีเท่ากับ 24.6 กรัม

- ขั้นที่ 2 หาผลได้ร้อยละ

$$\begin{aligned} \text{ผลได้ร้อยละ} &= \frac{\text{ผลได้จริง}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}} \times 100 \\ &= \frac{18.0 \text{ g}}{24.6 \text{ g}} \times 100 \\ &= 73.2 \end{aligned}$$

ดังนั้น ปฏิกิริยานี้มีผลได้ร้อยละเท่ากับ 73.2

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลได้ร้อยละ เช่น

1) ผลได้ตามทฤษฎีและผลได้จริงคืออะไร

(แนวตอบ : ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่คำนวณได้จากสารกำหนดปริมาณตามสมการเคมี เรียกว่า ผลได้ตามทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริง เรียกว่า ผลได้จริง ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่าผลได้ตามทฤษฎี)

2) ผลได้ร้อยละคืออะไร

(แนวตอบ : ประสิทธิภาพของการทำปฏิกิริยา อาจวัดได้จากการเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ ซึ่งเรียกว่า ผลได้ร้อยละ)

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แล้วศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลได้ตามทฤษฎีและผลได้ร้อยละ จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ จากนั้นสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน
2. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 6.3 เรื่อง ผลได้ร้อยละ
3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2
4. ครูให้นักเรียนทำผังมโนทัศน์สรุปความรู้เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
5. ครูให้นักเรียนอ่าน summary ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี เพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมา
6. ครูให้นักเรียนทำ Self Check จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 97 เพื่อตรวจสอบตนเอง
7. ครูให้นักเรียนทำ Unit Question 6 จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 98-99
8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 6.3 เรื่อง ผลได้ร้อยละ
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง ผลได้ตามทฤษฎีและผลได้ร้อยละ
5. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Self Check
6. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Unit Question 6
7. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
8. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม 1) ผลได้ร้อยละ	- ตรวจใบงานที่ 6.3 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 6.3 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7.2 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ในปฏิกิริยาเคมี	ตรวจแบบทดสอบหลัง เรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ประเมินตามสภาพจริง

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 4) ใบงานที่ 6.3 เรื่อง ผลได้ร้อยละ
- 3) PowerPoint เรื่อง ผลได้ร้อยละ

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 6.3

เรื่อง ผลไ้ร่อยละ

คำชี้แจง : จงคำนวณเกี่ยวกับผลได้ร้อยละ

1. กลุ่มแม่บ้านกลุ่มหนึ่งได้ทดลองผลิตสบู่โดยใช้ส่วนผสม ดังนี้ น้ำมันพืช ($C_{17}H_{33}COOH$) 200 กรัม โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 91.7 กรัม และเติมกลีเซอรีนสังเคราะห์ และได้สบู่จำนวน 210 กรัม ในการผลิตจะได้ผลผลิตร้อยละเท่าใด (กำหนดให้ มวลอะตอมของ C = 12 O = 16 K = 39 และ H = 1)

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

ใบงานที่ 6.3

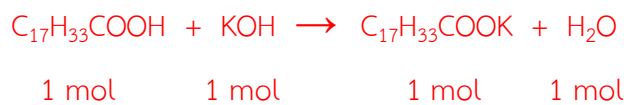
เฉลย

เรื่อง ผลได้ร้อยละ

คำชี้แจง : จงคำนวณเกี่ยวกับผลได้ร้อยละ

1. กลุ่มแม่บ้านกลุ่มหนึ่งได้ทดลองผลิตสบู่โดยใช้ส่วนผสม ดังนี้ น้ำมันพืช ($C_{17}H_{33}COOH$) 200 กรัม โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 91.7 กรัม และเติมกลีเซอรีนสังเคราะห์ และได้สบู่จำนวน 210 กรัม ในการผลิตจะได้ผลผลิตร้อยละเท่าใด (กำหนดให้ มวลอะตอมของ C = 12 O = 16 K = 39 และ H = 1)

การผลิตสบู่จะเกิดปฏิกิริยา ดังนี้



หาสารกำหนดปริมาณ

$$\text{mol } C_{17}H_{33}COOH = \frac{200}{282} = 0.7 \text{ mol}$$

$$\text{mol } KOH = \frac{91.7}{56} = 1.6 \text{ mol}$$

ดังนั้น $C_{17}H_{33}COOH$ เป็นสารกำหนดปริมาณ จึงสามารถคำนวณหาจำนวนของสบู่ที่ผลิตได้ตามทฤษฎี ดังนี้

$$\text{mol } C_{17}H_{33}COOK = 0.7 \times 321 = 224.7$$

ในการทดลองผลิตสบู่ในครั้งนี้ ได้ผลผลิตร้อยละ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ผลผลิตร้อยละ} &= \frac{\text{ผลผลิตจริง}}{\text{ผลผลิตตามทฤษฎี}} \times 100 \\ &= \frac{210}{224.7} \times 100 \\ &= 93.4 \end{aligned}$$