

ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมีเรื่องความสัมพันธ์
ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2
จังหวัดสุราษฎร์ธานี

นางรุ่งฤดี อ่อนสง

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสอนและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2556

**The Effects of Using Exercises on Chemistry Calculation in the Topic of
the Relationship between Quantity of Substances in Chemical Equation
Problem Solving Solution on Science Achievement of
Mathayom Suksa IV Students at Surat Thani 2
School in Surat Thani Province**

Mrs. Rungruedee Onsong

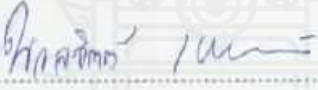
An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University

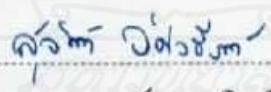
2013

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ชื่อและนามสกุล	นางรุ่งฤดี อ่อนสง
แขนงวิชา	หลักสูตรและการสอน
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 28 สิงหาคม 2556

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์ วิทวธีรานนท์)


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรณพ จินะวัฒน์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคำนวณวิชาเคมี
เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผู้ศึกษา นางรุ่งฤดี อ่อนสง **รหัสนักศึกษา** 2542101213 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
(หลักสูตรและการสอน) **อาจารย์ที่ปรึกษา** รองศาสตราจารย์ ดร. นวลจิตต์ เชาวศิริพิงส์
ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะ การแก้ปัญหาคำนวณวิชาเคมี เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และ (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคำนวณเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 44 คนที่กำลังเรียนอยู่ในปีการศึกษา 2555 ที่โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคำนวณเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า (1) แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคำนวณเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.90/82.39 และ (2) ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคำนวณทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

คำสำคัญ แบบฝึกทักษะ การแก้ปัญหาคำนวณ วิชาเคมี

Independent Study title: The Effects of Using Exercises on Chemistry Calculation in the Topic of the Relationship between Quantity of Substances in Chemical Equation Problem Solving Solution on Science Achievement of Mathayom Suksa IV Students at Surat Thani 2 School in Surat Thani Province

Author: Mrs. Rungruedee Onsong; **ID:** 2542101213;

Degree: Master of Education (Curriculum and Instruction);

Independent Study advisor: Dr. Nuanjid Chaowakeratipong, Associate Professor;

Academic year: 2013

Abstract

The purposes of this research were (1) to develop exercises on chemistry calculation problem solving skill in the topic of the Relationship between Quantity of Substances in Chemical Equation based on the 80/80 efficiency criterion; and (2) to compare science learning achievements of students before and after learning by using exercises on chemistry calculation problem solving skill in the topic of the Relationship between Quantity of Substances in Chemical Equation.

The sample of this research consisted of 44 Mathayom Suksa IV students studying during the 2011 academic year at Surat Thani 2 School under the Office of Secondary Education Service Area 11, obtained by cluster sampling. The treatment instrument was the exercises on chemistry calculation problem solving skill in the topic of the Relationship between Quantity of Substances in Chemical Equation for Mathayom Suksa IV students. The data collecting instrument was a learning achievement test. Statistics used in data analysis were the percentage, mean, standard deviation, and t-test.

The research findings showed that (1) the developed exercises on chemistry calculation problem solving skill in the topic of the Relationship between Quantity of Substances in Chemical Equation for Mathayom Suksa IV students was efficient at 80.90/82.39; and (2) the use of exercises on chemistry calculation problem solving skill resulted in the post-learning science learning achievement of the students being significantly higher than their pre-learning science learning achievement at the .05 level.

Keywords: Exercises, Calculation problem solving, Chemistry

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร. นวลจิตต์ เขาวงกตพิงส์ สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและติดตามการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ นายทวัฒน์ ขุนนະกิจ ครูชำนาญการพิเศษ นางพรทิพย์ ราชเสนา ครูชำนาญการพิเศษ นายเอกชัย รอดกลิ่น ครูชำนาญการ ที่กรุณาเป็นเป็นผู้เชี่ยวชาญและประเมินแบบฝึกทักษะ ตลอดจนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 และคณะครูทุกท่านและขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์วิชาเอกวิทยาศาสตร์ แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนนักศึกษา ครอบครัวและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

รุ่งฤดี อ่อนสง

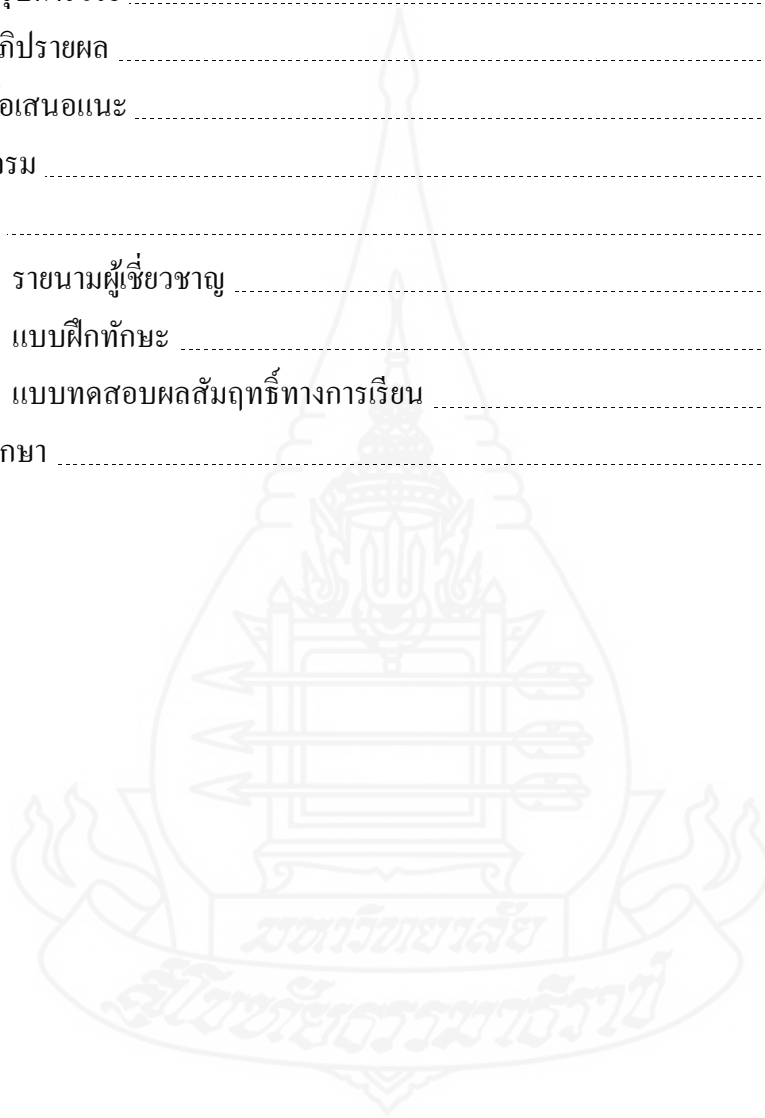
กันยายน 2556

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
สมมติฐานการวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย	3
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	6
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ	6
ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี	17
ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	26
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	26
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	27
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	29
การเก็บรวบรวมข้อมูล	30
การวิเคราะห์ข้อมูล	30
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	34
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ	34
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	36
สรุปการวิจัย	37
อภิปรายผล	38
ข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	46
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	47
ข แบบฝึกทักษะ	49
ค แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	136
ประวัติผู้ศึกษา	155



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ว 31221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2	1
ตารางที่ 3.1 แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง	27
ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80	34
ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง	35



บทที่ 1

บทนำ

1. ความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนผลิตภัณฑ์ต่างๆ ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงานล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง

วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีการคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) เพื่อจะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์มีคุณธรรม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงจะนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่จะช่วยให้คนมีความรู้ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจให้สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและสามารถดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ 2544: 3) หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2540 ได้กล่าวไว้ส่วนหนึ่งว่า “รัฐต้องเร่งรัดและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ” วิชาเคมีเป็นวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่กำหนดให้ผู้เรียน เรียนในช่วงชั้นปีที่ 4 เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดวิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย สรุปผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิด และสามารถคำนวณหาปริมาณสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องได้ การจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการคิดคำนวณจึงมีความจำเป็น เป็นอย่างมากเพราะถ้าผู้เรียนขาดทักษะด้านการคำนวณ จะไม่สามารถที่จะนำความรู้ไปใช้ในระดับสูงขึ้นไปได้ ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน และการพัฒนาศักยภาพของตนเอง และการสอบเข้าเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับนโยบายในการจัดการศึกษาของโรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 พัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนเก่ง คนดี มีคุณภาพ ตามมาตรฐานการศึกษาและมีความเป็นเลิศทางวิชาการและส่งเสริมเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย และได้จัดทำรายงานสำรวจผลการเรียนของนักเรียนพบว่าในรายวิชา ว 31221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด (โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 2552-2554) เป็นบรรณานุกรม 3 เล่มเรียงตาม พุทธศักราช

ตารางที่ 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ว 31221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2

ปี การศึกษา	จำนวน นักเรียน	สรุปผลการเรียน								ผลสัมฤทธิ์	
		จำนวนนักเรียนที่ได้ระดับผลการเรียน								ทางการเรียน	
		4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0	$\bar{X}$	S.D
2552	136	1	13	10	17	15	18	29	26	1.52	1.68
2553	135	9	15	20	15	10	15	35	16	1.95	1.57
2554	136	10	18	19	12	9	12	36	20	1.92	2.34

ที่มา: สมุดประเมินผลรายวิชาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2

จากตาราง 1.1 แสดงให้เห็นว่ารายวิชาเคมี ว 31221 นักเรียนได้ผลการเรียน 0 และ 1 ค่อนข้างมากและมีคะแนนเฉลี่ย ในปีการศึกษา 2552 – 2554 พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 1.79 ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับโรงเรียน

จากข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี ว 31221 ของฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 ปีการศึกษา 2552 ที่ผ่านมานักเรียนร้อยละ 45 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเป้าหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับโรงเรียนซึ่งชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาเคมีที่ผ่านมานั้นไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องแก้ไขและพัฒนาเพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของแบบฝึกทักษะที่ทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดี ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ เรียนรู้ได้เร็วยิ่งขึ้น สามารถเรียนรู้และจดจำสิ่งที่เรียนได้ดีและนำไปใช้ในสถานการณ์ได้จริง

ดังนั้นเพื่อเป็นการเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจมีทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่ดี อันเป็นพื้นฐานที่สำคัญ ในการเรียนรู้ต่อไป มีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่ต้องคำนวณ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการประกอบอาชีพในทุกสาขา ผู้วิจัยจึงจัดทำวิจัยในชั้นเรียนเรื่อง ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมีเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อเป็นการฝึกฝนความรู้ความเข้าใจทำให้เกิดความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิดคำนวณและศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน เพื่อนำแบบฝึกที่สร้างขึ้น ไปแก้ปัญหาด้านทักษะการคำนวณจะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะ การแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน ที่เน้นวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 135 คน จัดนักเรียนเข้าห้องเรียนแบบคละความสามารถ

4.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 1 ห้องเรียนจำนวน 44 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

4.3 ขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปริมาณสัมพันธ์

4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 เวลาที่ใช้ 14 ชั่วโมง

5. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเคมี หมายถึง แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ที่ประกอบด้วย ชื่อเรื่อง จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา ปัญหา แบบฝึกทักษะ เฉลยแบบฝึกทักษะ มีการเรียงลำดับเนื้อหาในการฝึกจากง่ายไปหายากและมีแบบฝึกหัดจำนวนมากให้นักเรียนได้ฝึกฝน

6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคำนวณเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีวัดได้จากแบบทดสอบอัตนัยที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านคำนวณ

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 มีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาคำนวณได้ดีขึ้น เกิดเป็นเจตคติที่ดีต่อวิชาอื่นๆ ที่มีเนื้อหาการคำนวณ

7.2 ผู้สอนได้แบบฝึกทักษะ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี เป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับนักเรียน

7.3 ผู้สอนได้แนวทางในการ นำผลสัมฤทธิ์ที่ได้ไปปรับปรุงการเรียนการสอนในวิชาเคมีที่มีเนื้อหาการคำนวณในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพต่อไป



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารตำราวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ

- 1.1 ความหมายองค์ประกอบและความสำคัญของแบบฝึกทักษะ
- 1.2 ลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดี
- 1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้แบบฝึกทักษะในการจัดการเรียนการสอน
- 1.4 การสร้างและหาคุณภาพแบบฝึกทักษะ

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

- 2.1 ความหมายและขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
- 2.2 การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
- 2.3 การหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

ซึ่งมีเนื้อหารายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ

1.1 ความหมายองค์ประกอบและความสำคัญของแบบฝึกทักษะ

นักการศึกษาหลายท่าน กล่าวถึง ความหมายของแบบฝึกไว้ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545: 813) กล่าวถึงความหมายของแบบฝึกไว้ว่า แบบฝึกหมายถึงคู่มือนักเรียน ที่นักเรียนต้องใช้ควบคู่ไปกับการเรียนจากชุดการสอน มีลักษณะคล้ายกับแบบฝึกหัดแต่ละชุดครอบคลุมกิจกรรมที่ผู้เรียนพึงกระทำมากกว่าแบบฝึกปฏิบัติ

วรสุตา บุญยไวยโรจน์ (2536: 37) แบบฝึกเป็นสื่อการสอนที่จัดทำขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษา ทำความเข้าใจและฝึกฝนจนเกิดแนวคิดที่ถูกต้อง และเกิดทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง นอกจากนั้น แบบฝึกยังเป็นเครื่องช่วยบ่งชี้ให้ครูทราบว่า ผู้เรียนหรือผู้ใช้แบบฝึกมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนและสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ได้มากน้อยเพียงใด ผู้เรียนมีจุดเด่นหรือจุด

ค้อยที่ต้องปรับปรุงแก้ไขตรงไหน แบบฝึกจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ครูทุกคนใช้ในการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาทักษะของนักเรียนในวิชาต่างๆ

จินตนา ใบกาชุย (2535: 17) ให้ความหมายไว้ว่า แบบฝึกหรือแบบฝึกหัด เป็นสื่อการเรียนสำหรับให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนปฏิบัติ เพื่อช่วยเสริมให้เกิดทักษะและความหมายแตกฉานในบทเรียน

จจิรัตน์ หงส์ประสงค์ (2534: 15) ให้ความหมายของแบบฝึกไว้ว่า แบบฝึกเป็นอุปกรณ์การเรียนการสอนอย่างหนึ่ง ที่ครูใช้ฝึกทักษะหลังจากที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาจากแบบเรียนแล้ว โดยสร้างขึ้นเพื่อเสริมทักษะให้กับนักเรียน มีลักษณะเป็นแบบฝึกหัดที่มีกิจกรรมให้นักเรียนกระทำโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า แบบฝึกหมายถึง สื่อการเรียนอย่างหนึ่ง มีลักษณะเป็นแบบฝึกหัดที่มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะในเนื้อหาการเรียน

ความสำคัญของแบบฝึกทักษะ

นักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงความสำคัญของแบบฝึกไว้ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545: 813) กล่าวว่า แบบฝึกมีสำคัญ 4 ประการ คือ

1. แบบฝึกช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน
2. แบบฝึกเป็นสมบัติส่วนตัวของนักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถบันทึกหรือเขียนอะไรลงไปก็ได้
3. แบบฝึกจะช่วยให้นักเรียนได้วัดและประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง
4. แบบฝึกจะแนะแนวทางให้นักเรียนดำเนินไปจนบรรลุจุดหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

เชาวนี เกิดเพทางค์ (2524: 23) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแบบฝึกไว้ว่า “แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และช่วยให้ครูทราบผลการเรียนของนักเรียนอย่างใกล้ชิด”

วีระ ไทยพานิช (2528: 11) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแบบฝึกสรุปได้ว่า แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำจริง เป็นประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน สามารถเรียนรู้ และจดจำสิ่งที่เรียนได้ดีและนำไปใช้ในสถานการณ์เช่นเดียวกันได้

สรุปได้ว่า แบบฝึกมีความสำคัญทั้งต่อครูผู้สอนและนักเรียน สามารถพัฒนาการเรียนของนักเรียนได้ เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน คือ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการ

เรียนรู้เป็นเครื่องมือวัดผลและประเมินผลการเรียน ช่วยให้ครูทราบความก้าวหน้าหรือข้อบกพร่องของนักเรียน และช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียน

1.2 ลักษณะแบบฝึกที่ดี

นักวิชาการหรือนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกทักษะไว้ดังนี้
ปวีณา ยาจิตูรัส (2547: 15) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีว่า แบบฝึกที่ดีควรประกอบด้วยองค์ประกอบต่อไปนี้

1. มีความชัดเจนในเรื่องคำสั่งและวิธีทำ
2. ง่ายต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน
3. เหมาะสมในการวินิจฉัยและแก้ไขข้อบกพร่องได้เป็นอย่างดี
4. การกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง
6. มีรูปแบบที่หลากหลาย
7. ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับวัย
8. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
9. กำหนดเนื้อหาเป็นขั้นตอน
10. สามารถประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนได้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545: 813 – 814) กล่าวว่าไว้ว่า แบบฝึกที่ดีมีองค์ประกอบดังนี้

1. ควรมีคำชี้แจงการใช้แบบฝึกปฏิบัติ ที่มีการกำหนดทิศทางไว้เด่นชัด
2. ควรมีตารางการปฏิบัติงานที่ผู้เรียนจะวางแผนได้เอง
3. ไม่ว่าจะเป็นแบบฝึก แบบแผ่น หรือเป็นเล่ม ควรมีแผนการสอนโดยสังเขปไว้

ด้วยโดยเฉพาะมโนทัศน์ วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียน สื่อการสอน และการประเมินผลเพื่อให้ผู้เรียนทราบทิศทางและบทบาทของตนเอง

4. ในกรณีที่มีกิจกรรมให้นักเรียนตอบ เต็มคำ เขียนภาพ ฯลฯ ควรเตรียมเนื้อที่ไว้ในแบบฝึกให้ตรงกัน โดยใช้หมายเลข และรหัสไว้เด่นชัดพอที่ผู้เรียนจะตอบได้ตรงตามที่ครูกำหนดไว้ และควรมีเฉลยไว้ด้วย

5. ควรออกแบบให้สะดวกตา น่าอ่าน ใช้ภาษาที่เป็นกันเอง และมีการ์ตูนประกอบเนื้อหาให้น่าสนใจ

ริเวอร์ (River, 1968: 97 – 105 อ้างอิงในสุริย์ สุชาติโนบล 2541: 43) กล่าวถึงลักษณะแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอสมควรในเรื่องหนึ่งๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่นต่อไป ทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อการสอบ

2. แต่ละแบบฝึกควรใช้แบบประโยคเพียงหนึ่งแบบเท่านั้น

3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว

4. ประโยคและคำศัพท์ ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้แล้ว

5. เป็นแบบฝึกที่นักเรียนใช้ความคิดด้วย

6. แบบฝึกควรมีหลายๆ แบบ เพื่อให้ให้นักเรียนไม่เกิดความเบื่อหน่าย ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้วไปใช้ในชีวิตประจำวัน

วรสุดา บุญยไวโรจน์ (2536: 37) กล่าวถึงลักษณะแบบฝึกที่ดีไว้ว่า แบบฝึกที่ดีควรมีองค์ประกอบดังนี้

1. มีความชัดเจนทั้งคำสั่งและวิธีทำ คำสั่งหรือตัวอย่างแสดงวิธีทำที่ใช้ไม่ควรยาวเกินไป เพราะจะทำให้เข้าใจยาก ควรปรับให้ง่ายเหมาะสมกับผู้รู้ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้ถ้านักเรียนต้องการ

2. มีความหมายต่อผู้เรียน และตรงตามจุดมุ่งหมายการฝึก ลงทุนน้อย ใช้ได้นาน และทันสมัยอยู่เสมอ

3. ภาษาและภาพที่ใช้ในแบบฝึก ควรเหมาะสมกับวัยและพื้นฐานความรู้ของนักเรียน

4. แยกแบบฝึกเป็นเรื่องๆ แต่ละเรื่องไม่ควรยาวเกินไป แต่ควรมีกิจกรรมหลายรูปแบบ เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ ไม่เบื่อหน่ายในการทำ และเพื่อฝึกทักษะใดทักษะหนึ่งจนเกิดความชำนาญ

5. การเขียนคำตอบ มีทั้งแบบการเลือกใช้คำ ข้อความ หรือรูปภาพในแบบฝึก ควรเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย และตรงกับความสนใจของนักเรียนเพื่อว่าแบบฝึกที่สร้างขึ้นจะได้ออกให้เกิดความเพลิดเพลิน และพอใจแก่ผู้ใช้ซึ่งตรงกับหลักการเรียนรู้ที่ว่า ผู้เรียนมักจะเรียนรู้ได้เร็วในการกระทำที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจ

6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ให้รู้จักค้นคว้า รวบรวมสิ่งที่พบเห็นบ่อยๆ หรือที่ตัวเองเคยใช้ จะทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องนั้นๆ มากยิ่งขึ้น และจะรู้จักนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องมีหลักเกณฑ์ และมองเห็นว่าสิ่งที่เขาได้ฝึกฝนนั้นมีความหมายต่อเขาตลอดไป

7. ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันในหลายๆ ด้าน เช่น ความต้องการ ความสนใจ ความพร้อม ระดับสติปัญญา และประสบการณ์ ฯลฯ

จะเน้นการจัดทำแบบฝึกแต่ละเรื่องควรจัดทำให้มากพอ และมีทุกระดับตั้งแต่ง่าย ปานกลาง จนถึงระดับค่อนข้างยาก เพื่อทั้งเด็กเก่ง ปานกลางและอ่อน จะได้เลือกทำได้ตามความสามารถ ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการทำแบบฝึก

8. สามารถเร้าความสนใจของนักเรียนได้ตั้งแต่หน้าปก ไปจนถึงหน้าสุดท้าย

9. ได้รับการปรับปรุงควบคู่ไปกับหนังสือแบบเรียนอยู่เสมอ และควรใช้ได้ทั้งในและนอกห้องเรียน

10. เป็นแบบฝึกที่สามารถประเมิน และจำแนกความก้าวหน้าของนักเรียนได้

สมจิต สวชนไพบุญ (2535: 39) ได้สรุปข้อดีของแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามศักยภาพความสามารถของแต่ละคน
 2. ช่วยการแก้ปัญหาขาดแคลนครู
 3. ใช้สอนซ่อมเสริมให้นักเรียนที่ยังเรียนไม่ทัน
 4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่าน
 5. ช่วยไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายจากการเรียนจากครูที่ต้องทบทวนซ้ำซาก
 6. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่จำเป็นต้องเรียนให้พร้อมกัน
 7. นักเรียนตอบผิดไม่ต้องอาย
 8. นักเรียนไม่ต้องฟังครูสอน
 9. ช่วยลดภาระของครูในการสอน
 10. ช่วยประหยัดรายจ่ายในการฝึกกับนักเรียนจำนวนมาก
 11. ผู้เรียนจะเรียนเมื่อใดก็ได้ตามความพอใจของตน ไม่ต้องรอผู้อื่น
- นิศยา ฤทธิโยธี (2520: 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับ วัย หรือความสามารถของเด็ก
3. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่ทำให้เด็กเข้าใจได้ง่าย
4. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ใช่เวลานานหรือเร็วเกินไป
5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

สรุปได้ว่า แบบฝึกที่ดีต้องเป็นสื่อการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วย

ตนเองตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนได้ มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกทำ และนักเรียนใช้เป็นเครื่องมือประเมินผลความก้าวหน้าของตนเองได้

1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับใช้แบบฝึกทักษะในการเรียนการสอน

ผู้วิจัยจะนำเสนอทฤษฎีทางจิตวิทยาเกี่ยวกับพัฒนาการของเชาว์ปัญญาของ บรูเนอร์ และกานเย รายละเอียดโดยสังเขป มีดังนี้

1.3.1 ทฤษฎีทางจิตวิทยาของบรูเนอร์ (1956 อ้างถึงใน สุวัฒน์ อุทัยรัตน์ 2544:

102 – 110)

กล่าวว่า มนุษย์เราจะมีความพร้อมด้วยการฝึกฝน คือ ได้รับการฝึกฝน ไม่ใช่ รอคอยให้เกิดความพร้อมขึ้นเอง ความพร้อมในที่นี้หมายถึงทักษะธรรมดาหรือทักษะพื้นฐานหลาย ๆ ด้าน ซึ่งจะทำให้เกิดทักษะขั้นสูงต่อไป ความพร้อมไม่ขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะทั้งหมด แต่ไม่ได้หมายความว่า วุฒิภาวะไม่เป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้อยู่ที่ความตั้งใจและทักษะของครูในการถ่ายทอด ความคิดออกมาเป็นภาษา และครูต้องมีการวางแผนก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะสอนอะไร แก่เด็กวัย ไหน เนื้อหาอะไร และข้อสำคัญคือ ต้องให้เด็กได้ค้นพบสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง ซึ่งบรูเนอร์ให้ข้อสรุปว่า การสอนนั้นควรเน้นความต่อเนื่องและความลึกมากกว่าสอนเนื้อหากว้างและมาก

1.3.2 ทฤษฎีจิตวิทยาของกานเย (1979 อ้างถึงใน กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ 2526: 16)

ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ผู้สอนต้องสอนให้ได้ ทั้งเนื้อหาและกระบวนการโดยจัดสภาพการณ์ของการเรียนรู้ (condition of learning) ให้เป็นขึ้นของ งานการเรียนรู้ (learning task) ที่ผู้เรียนต้องกระทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ซึ่งต้องเรียงลำดับตาม ความต่อเนื่องของเนื้อหาและพฤติกรรม (learning and concept hierarchy)

1.3.3 ทฤษฎีจิตวิทยาของทอนได (Thondike 1968 อ้างอิงใน มาลี จุฑา 2542)

กลุ่มทฤษฎีเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง (S-R Theory) ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบต่อเนื่อง (Connectionism) ของEdward L. Thondike นักจิตวิทยาชาวอเมริกันกล่าวว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองโดยสิ่งเร้าสิ่ง หนึ่ง อาจทำให้เกิดการตอบสนองได้หลายทาง ได้กล่าวว่าเมื่อบุคคลพร้อมแล้วได้กระทำจะเกิด ความพอใจ ถ้าบุคคลได้กระทำสิ่งใดแล้วได้ผลเป็นที่น่าพอใจก็อยากจะกระทำสิ่งนั้นอีก การนำ ความรู้จากทฤษฎีการเรียนรู้แบบต่อเนื่องไปใช้ในการเรียนการสอน ก่อนจะเริ่มดำเนินการสอนครู จะต้องเตรียมตัวให้พร้อมและกระตุ้นให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียนเสียก่อน โดยมีการนำเข้าสู่บทเรียน ทุกครั้ง ควรมีการมอบหมายงานกิจกรรม แบบฝึกหัด และการบ้านให้นักเรียนได้ฝึกหัดกระทำ เพื่อให้บรรลุตามหลักสูตรที่ว่าให้คิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น ใช้หลักการ การให้รางวัลและการลงโทษ

นิตยา ปานทิพย์ (2527: 26-27) กล่าวว่าในการสร้างแบบฝึกต้องอาศัยหลัก สำคัญหมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ประกอบด้วย

1. ความใกล้ชิด (Contiguition) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน จะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน

2. แบบฝึกหัด (Practice) คือการให้ผู้เรียนได้กระกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือการให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่ากระทำของตนเป็นอย่างไรแล้ว ยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย

4. แรงจูงใจ (Motivation) ได้แก่การเรียนแบบฝึกจากง่ายไปหายากและจากแบบฝึกที่สั้นไปสู่แบบฝึกที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างแบบฝึกหัดควรมี หลายรูปแบบ ตลอดจนมีภาพประกอบเรื่อง เพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

สรุปได้ว่า การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะจะต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอเพื่อสร้างความแม่นยำ นักเรียนจึงจะสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ โดยที่ครูมีความตั้งใจในการถ่ายทอดแล้ว เลือกรูปแบบการสอนกับเนื้อหาให้เหมาะสมกับนักเรียน และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียน ย่อมจะทำให้การเรียนการสอนได้ผลดียิ่งขึ้น

1.4 การสร้างและหาคุณภาพแบบฝึกทักษะ

1.4.1 หลักการสร้างแบบฝึก

พรรณธิดา อ่อนแสง (2532: 48) กล่าวว่า ในการสร้างแบบฝึกควรคำนึงหลักการ 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ด้านผู้เรียน แบบฝึกต้องสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง
2. ด้านเนื้อหา เนื้อหาต้องเกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว เหมาะสมกับเวลา มีความหลากหลาย และถูกต้องชัดเจน

3. ด้านวิชาการ แบบฝึกต้องมีคำชี้แจงเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและมีเกณฑ์การประเมิน

เกสร รองเดช (2522: 36-37) ได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบฝึกเสริมทักษะดังนี้

1. สร้างแบบฝึกเสริมทักษะให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน คือ ไม่ง่ายไม่ยากจนเกินไป

2. เรียงลำดับแบบฝึกเสริมทักษะจากง่ายไปหายาก โดยเริ่มจากการฝึกออกเสียงเป็นพยางค์ คำ วลี ประโยค และคำประพันธ์

3. แบบฝึกเสริมทักษะบางแบบควรใช้ภาพประกอบเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียนซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนประสบความสำเร็จในการฝึกและจะช่วยย่นอายุให้ติดตามต่อไปตามหลักของการจูงใจ

4. แบบฝึกเสริมทักษะที่สร้างขึ้นเป็นแบบฝึกสั้นๆ ง่ายๆ ใช้เวลาในการฝึกประมาณ 30 ถึง 45 นาที

5. เพื่อป้องกันความเบื่อหน่าย แบบฝึกต้องมีลักษณะต่างๆ เช่น ประสมคำจากภาพ เล่นกับบัตรภาพ เติมคำลงในช่องว่าง อ่านคำประพันธ์ ฝึกร้องเพลง และใช้เกมต่างๆ ประกอบ

พฐ. ทั้งแดง (2534: 26) ได้กล่าวถึงหลักในการจัดทำแบบฝึกไว้ดังนี้

1. การสร้างแบบฝึกจะต้องใช้ภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียน วัย และความสามารถ

2. คำนึงถึงหลักจิตวิทยา

3. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

4. ส่งเสริมความคิด สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ฉวีวรรณ กิรติกร (2545: 11-12) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึกไว้ดังนี้

1. แบบฝึกที่สร้างขึ้นนั้น ควรสอดคล้องกับจิตวิทยาพัฒนาการและลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ของผู้เรียน เด็กที่เริ่มเรียนมีประสบการณ์น้อย จะต้องสร้างแบบฝึกที่น่าสนใจและจูงใจผู้เรียน ด้วยการเริ่มจากข้อที่ง่ายไปหายาก เพื่อให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการฝึก

2. ให้แบบฝึกหัดที่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการฝึก และต้องมีเวลาเตรียมการไว้ล่วงหน้าอยู่เสมอ

3. แบบฝึกหัด ควรมุ่งส่งเสริมนักเรียนแต่ละกลุ่มตามความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เรียน

4. แบบฝึกหัดแต่ละชุด ควรมีคำชี้แจงง่ายๆ สั้นๆ เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจ หรือมีตัวอย่างแสดงวิธีทำจะช่วยให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

5. แบบฝึกหัด จะต้องถูกต้อง ครูจะต้องพิจารณาให้ค้อยามีข้อผิดพลาดได้

6. แบบฝึกหัด ควรมีหลายๆ แบบ เพื่อให้ผู้เรียนได้แนวคิดที่กว้างไกล

สุทธิพร แจ่มถนอม (2542: 32) กล่าวว่า การสร้างแบบฝึก ควรคำนึงถึงตัวนักเรียนเป็นหลัก โดยมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนว่าฝึกเรื่องอะไร ด้านใด จัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับ

วัตถุประสงค์ เนื้อหาไม่ยากเกินไป และมีรูปแบบหลายแบบที่น่าสนใจ จะเห็นได้ว่า การสร้างแบบฝึกนั้นควรจะคำนึงถึงเรื่องสำคัญ ดังนี้

1. ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. คำนึงถึงภาษาที่ใช้ให้เหมาะสม สั้นๆ และชัดเจน
3. มีจุดมุ่งหมายในการสร้าง
4. มีการกำหนดเนื้อหาชัดเจน ไม่ยากจนเกินไป
5. รูปแบบน่าสนใจ

อารี บัวคุ้มภัย (2540: 21-22) กล่าวว่า การสร้างแบบฝึกควรมีหลักการสร้าง

ดังนี้

1. ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้และพัฒนาของนักเรียนแต่ละวัย
2. ต้องตั้งจุดประสงค์ที่แน่นอนว่าจะฝึกทักษะด้านใดเพื่อจัดเนื้อหาให้ตรงกับจุดประสงค์

กับจุดประสงค์

3. ต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของนักเรียนและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก

4. ต้องมีคำชี้แจงที่เข้าใจง่าย และควรมีตัวอย่างเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจมากขึ้น
5. ต้องมีรูปแบบที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง

ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และไม่ทำให้เกิดความเบื่อหน่าย

6. ต้องมีความถูกต้องด้านเนื้อหา ซึ่งทำได้โดยการตรวจสอบหรือทดลองใช้ก่อนที่จะนำไปใช้จริง

7. ต้องมีรูปภาพประกอบที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน
8. ต้องให้นักเรียนทราบความก้าวหน้าในการทำแบบฝึกทักษะของตน เพื่อเป็นการจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ในโอกาสต่อไป

กานดา ทินวัฒน์ปกรณ์ (2543:46) ได้กล่าวถึงหลักในการทำแบบฝึกสรุป

ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างคร่าวๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร และมีวัตถุประสงค์อย่างไร

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. จำแนกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยคำนึงถึง

ความสามารถของผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในเกมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

6. กำหนดเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

7. การประเมินผลจะเป็นอย่างไร

จากแนวคิดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การสร้างแบบฝึกเสริมทักษะควรมีหลักใน การสร้างดังนี้

1. ต้องยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียนในแต่ละวัย ต้องคำนึงถึงความสามารถ ความสนใจ แรงจูงใจของนักเรียน

2. ต้องตั้งจุดประสงค์ในการฝึกว่าต้องการฝึกเสริมทักษะใด เนื้อหาใด ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไร

3. แบบฝึกเสริมทักษะต้องไม่ยากไม่ง่ายจนเกินไป คำนึงถึงความสามารถของเด็กและต้องเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก

4. ต้องศึกษาขั้นตอนต่างๆ ในการสร้างแบบฝึกเสริมทักษะ ปัญหาและข้อบกพร่องของนักเรียน

5. แบบฝึกเสริมทักษะต้องมีคำชี้แจง และควรมีตัวอย่างเพื่อให้เด็กมีความเข้าใจมากขึ้น และสามารถทำได้ด้วยตนเอง

6. แบบฝึกเสริมทักษะควรมีหลายรูปแบบ หลายลักษณะ เพื่อจูงใจในการทำ ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกรู้ว่ามีจำนวนไม่มาก

7. ควรมีรูปภาพประกอบที่สวยงามเหมาะกับวัยของเด็ก

8. ควรใช้ภาษาสั้นๆ ง่ายๆ ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาหรือคำสั่ง

9. ควรมีการทดลองใช้เพื่อหาข้อบกพร่องต่างๆ ก่อนนำไปใช้จริง

10.ควรจัดทำเป็นรูปเล่ม ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้ง่าย นักเรียนสามารถนำมาทบทวนก่อนสอบได้

1.4.2 การหาประสิทธิภาพของแบบฝึก

การหาประสิทธิภาพของแบบฝึกเป็นการทดสอบคุณภาพของแบบฝึก ที่สร้างขึ้นว่า แบบฝึกมีคุณภาพเป็นอย่างไร ซึ่งชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2532: 949) ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่จะต้องทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนหรือแบบฝึก มีความจำเป็นหลายประการดังนี้ คือ

1. สำหรับหน่วยงานผลิตแบบฝึก เป็นการประกันคุณภาพของแบบฝึกว่า อยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะผลิตออกมาจำนวนมาก หากไม่มีการทดลองประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว ผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี จะต้องทำใหม่เป็นการสิ้นเปลืองเวลาและเงินทอง

2. สำหรับผู้ใช้แบบฝึก แบบฝึกจะทำหน้าที่สอน โดยที่ช่วยสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู ดังนั้นก่อนนำแบบฝึกหัดไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นช่วยให้เรามีแบบฝึกที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. สำหรับผู้ผลิตแบบฝึกการทดสอบประสิทธิภาพ จะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในชุดแบบฝึกง่ายต่อการเข้าใจ อันช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญมากขึ้น

เกณฑ์การหาประสิทธิภาพของแบบฝึก

เกณฑ์การหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ กำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนทำงาน และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อเปอร์เซ็นต์ผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั่นคือ E_1 / E_2 ในเกณฑ์เนื้อหาเป็นทักษะไว้ 80/80 ได้เสนอวิธีคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ ดังนี้

E_1 ได้จากการเอาคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนแต่ละคนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย x เทียบส่วนเป็นร้อยละ

E_2 ได้จากการเอาคะแนนผลการสอบหลังการทดลองของผู้เรียนทั้งหมดมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย เทียบส่วนร้อยละ

อชิพร ศรียมก (2545: 914-917) กล่าวว่าไว้ว่า สาเหตุที่ต้องมีการหาประสิทธิภาพของแบบฝึกนั้น มีสาเหตุ 3 ประการ คือ

1. เพื่อให้มั่นใจว่า แบบฝึกที่ทำขึ้นมีคุณภาพ

2. เพื่อความแน่ใจว่า แบบฝึกนั้นสามารถทำให้การเรียนการสอน บรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างแท้จริง

3. ถ้าผลิตแบบฝึกออกมาเป็นจำนวนมาก การทดสอบหาประสิทธิภาพจะเป็นหลักประกันว่า ผลิตออกแล้วใช้ได้ มิฉะนั้นจะเสียเงิน เสียแรง เสียเวลาเปล่า เพราะผลิตออกมาแล้วใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้

ประสิทธิภาพของแบบฝึกจะกำหนดเกณฑ์ที่ครูผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน

และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อเปอร์เซ็นต์ผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ประสิทธิภาพของกระบวนการ คือ การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior) ของผู้เรียน ได้แก่ การประกอบกิจกรรมกลุ่ม งานที่มอบหมายหรือกิจกรรมอื่น ๆ ที่ผู้สอนกำหนดไว้

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คือ การประเมินผลพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน และการสอบไล่

ระดับของแบบฝึกที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเป็นระดับที่ผู้ทำแบบฝึกพอใจว่าหากแบบฝึกมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แบบฝึกนั้นก็มีความน่าพอใจ เรียกระดับประสิทธิภาพที่น่าพอใจนั้นว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่า เมื่อทำแบบฝึกแล้ว ผู้เรียนสามารถทำคะแนนจากแบบฝึกได้ผลเฉลี่ย 80% และทำคะแนนสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ครูผู้สอนเป็นผู้พิจารณาความพอใจ ซึ่งโดยปกติแล้ว เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะกำหนดไว้ที่ 80/80, 85/85 หรือ 90/90

จากแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของแบบฝึก คุณค่าของแบบฝึก ลักษณะของแบบฝึกที่ดีหลักการสร้างแบบฝึก และการหาประสิทธิภาพของแบบฝึกที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงเชื่อมั่นว่าแบบฝึกน่าจะเป็น นวัตกรรมที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้พัฒนาทักษะการแก้ไขปัญหาโจทย์คำนวณของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

2.1 ความหมายและขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ไพศาล หวังพานิช (2523: 209) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคล อันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์ จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผล (Level of Accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถอย่างไรซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอนคือ

1. การวัดด้วยการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ข้อสอบปฏิบัติ (Performance Test)

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)

ดังนั้น แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) จึงหมายถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว ได้แก่ แบบทดสอบความรู้ด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้การคิดวิเคราะห์ การประเมินค่า

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเองและแบบทดสอบมาตรฐาน

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2545: 95) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้ความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียน เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด โดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้กันทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Test) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้นๆ (Objective Test of Short Answer) เป็นแบบสอบถามที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้นๆ หรือคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างคึกคักมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนน และการแปลความหมายของคะแนน

ประกิจ รัตนสุวรรณ (2525: 210) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นใช้เอง (Teacher – Made Test)

ผู้สอนจัดสร้างขึ้น เพื่อวัดความก้าวหน้าของนักเรียน ภายหลังจากได้มีการเรียนการสอนไประยะหนึ่งแล้วโดยปกติแบบทดสอบประเภทนี้ จะใช้เฉพาะภายในกลุ่มผู้เรียนที่ผู้สอนผู้ออกข้อสอบเป็นผู้สอน จะไม่นำไปใช้กับผู้เรียนกลุ่มอื่น ทั้งนี้โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อตรวจสอบผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้มากเพียงใด และจะนำผลการสอบนี้ไปใช้ทั้งปรับปรุงซ่อมเสริมการเรียนการสอน กับนำไปใช้ตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนด้วยตัวอย่างแบบทดสอบที่ครูใช้ในการสอบปลายภาค หรือปลายปี หรือเมื่อสิ้นสุด การเรียนการสอนในแต่ละบทแต่ละตอน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test)

เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เช่น เดียวกับแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นใช้เองแต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบการเรียนด้านต่างๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นใช้เอง ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียน ที่เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดหรือไม่เพียงใด

2.2 การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

พิชิต ฤทธิ์จิรัฐ (2545: 97-98) กล่าวว่า ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางหลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้า

3. เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

5. ทดลองใช้และใช้วิเคราะห์ข้อสอบ

การทดลองใช้และวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง แล้วนำแบบทดสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ

6. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพ หรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับผู้สอนที่จะใช้ในการตรวจสอบพฤติกรรม หรือผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอันเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของครูว่า ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ หรือมีสัมฤทธิ์ผลในแต่ละรายวิชามากน้อยเพียงใด ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้และเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนของผู้สอนให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การที่จะทำให้ได้ผลการทดสอบมีความถูกต้อง เทียบตรงเชื่อถือได้นั้นจะต้องใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีคุณภาพซึ่งได้ผ่านการสร้างอย่างถูกต้องตามหลักวิชา

2.3 การหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเหมือนกับการหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์โดยทั่วไป คือประกอบด้วย การหาคุณภาพทั้งฉบับ คือความตรงและความเที่ยง และการหาคุณภาพเป็นรายข้อ ได้แก่ ความยากและอำนาจจำแนก ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1 การหาคุณภาพทั้งฉบับ คือความตรงและความเที่ยง

1) ความตรง

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล (2553 :50-53) ได้กล่าวถึงความตรงคือความสามารถของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการวัด โดยผู้วิจัยวัดความตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา เปรียบเทียบคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาที่ต้องการวัด โดยใช้สูตร

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ

IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

R = ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าแน่ใจว่าคำถามวัดตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น +1

ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามวัดตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น 0

ถ้าแน่ใจว่าคำถามวัดไม่ตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น -1

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่า IOC มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อคำถามวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2) ความเที่ยง (reliability) หมายถึง ความคงเส้นคงวาของเครื่องมือในการทดสอบ การวัด การสังเกต หรือการสัมภาษณ์ ซึ่งในความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน อ้างถึงใน กัญจนา ลิขิตตันศิริกุล 2553: 47-50) วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) KR -20 ใช้ในกรณีที่มีการตรวจให้คะแนนเป็นแบบ 0 กับ 1 คือ ตอบผิด ได้ 0 คะแนนและตอบถูกได้ 1 คะแนนคำนวณได้จากสูตร

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเที่ยงของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของคนตอบถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนตอบผิดในแต่ละข้อ

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

2.3.2 การหาคุณภาพเป็นรายข้อ ได้แก่ ความยากและอำนาจจำแนก

1) ความยาก

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล (2553: 58) กล่าวว่า ความยาก คือ สัดส่วนของจำนวนผู้สอบที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก การหาความยากของข้อสอบโดยใช้สูตร

$$P = \frac{R}{T}$$

เมื่อ P คือ ค่าความยาก

R คือ จำนวนผู้สอบที่เลือกคำตอบถูก

T คือ จำนวนผู้สอบทั้งหมด

ค่าความยากของข้อสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-1.00 ถ้าข้อสอบข้อใดมีผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย แต่ถ้าข้อสอบข้อใดมีผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นยาก การแปลความหมายของค่าความยากอาจแบ่งเป็นช่วงดังนี้

ค่าความยาก	การแปลความหมาย
0.81-1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.61-0.80	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
0.41-0.60	เป็นข้อสอบที่ยากพอเหมาะ
0.21-0.40	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก
0.00-0.20	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

2) อำนาจจำแนก

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล (2553: 59) กล่าวว่า อำนาจจำแนก คือ ความสามารถของข้อสอบที่จะจำแนกผู้สอบที่ได้คะแนนสูงออกจากผู้สอบที่ได้คะแนนต่ำ สำหรับในกรณีที่นำคะแนนของผู้สอบมาจัดเรียงตามลำดับจากคะแนนสูงไปหาคะแนนต่ำสุด การหาอำนาจจำแนกสามารถหาได้จากสูตรดังนี้

$$r = \frac{H - L}{N_H}$$

หรือ

$$r = \frac{H - L}{N_L}$$

เมื่อ r = ค่าอำนาจจำแนก

H = จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น

L = จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น

N_L = จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำทั้งหมด

N_H = จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงทั้งหมด

อำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง 1.00 แปลความหมายของค่าอำนาจจำแนกไว้ดังนี้

ค่าอำนาจจำแนก	การแปลความหมาย
0.4 และสูงกว่านี้	เป็นข้อสอบที่ดีมาก
0.3-0.39	เป็นข้อสอบที่ดี
0.20-0.29	เป็นข้อสอบที่อยู่ในระดับพอใช้
ต่ำกว่า 0.19	เป็นข้อสอบที่ไม่ดีควรแก้ไขใหม่
ค่าอำนาจจำแนก	การแปลความหมาย

จากการศึกษาความยากและอำนาจจำแนก ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้จะต้องมีความยากของตัวเลือกที่เป็นตัวถูกเท่ากับ 0.2 ถึง 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนานักเรียนโดยใช้แบบฝึก เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนของครู มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

นิยา วิชัยดิษฐ์ (2538) ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยแบบฝึกกิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนตามแผนการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเป็นนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดป่าเลไลยก์ อำเภอมะนัง จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกกิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยการสอนปกติ

ภัทราวรรณ ลาภเวที (2544) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารรอบตัวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการฝึกทักษะภาคปฏิบัติ พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการฝึกทักษะภาคปฏิบัติคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอน สูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วนในด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะภาคปฏิบัติ พบว่าคะแนนความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับทักษะภาคปฏิบัติ หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

วิไลภรณ์ คำกระปาวัง (2539) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค203 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนแม่ทะประชาสามัคคี จังหวัดลำปาง การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลการพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนจำนวน 100คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละเท่าๆกัน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ ค203 ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยเน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จิรนนท์ โสภณพินิจ (2544) ศึกษาการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนโพธิ์พันช์พิทยการ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 2 ห้องๆ ละ 55คน โดยใช้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ ผลการทดลองพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนอยู่ในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ดิลก ดิลกานนท์ (2534: 69) ได้ทดลองใช้แบบฝึกทักษะการคิดที่สร้างขึ้นกับตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 300 คน ซึ่งแบ่งกลุ่มทดลองใช้แบบฝึก 149 คน และกลุ่ม

ควบคุม 151 คน ผลการทดลองสรุปได้ว่าแบบฝึกทักษะการคิดที่สร้างขึ้นนี้ สามารถ ในการคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้แบบฝึกอย่างมีนัยสำคัญ

งานวิจัยต่างประเทศ

เกย์ และ กาแล็กเกอร์ (Gay and Gallagher, 1976: 51-61 อ้างอิงมาจาก เปตา กิงซ์วงส์ 2545:23) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างผลการสอบและการทำแบบฝึกหัด โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียนวิชาวิจัยเบื้องต้นจำนวน 126 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งให้ทำแบบฝึกหัดสม่ำเสมอขณะเรียนเพียงอย่างเดียว อีกกลุ่มได้รับการทดสอบด้วยคำตอบสั้นๆ และอีกกลุ่มหนึ่งให้เลือกอิสระระหว่างการทำแบบฝึกหัดและการทดสอบ ผลปรากฏว่าคะแนนในการสอบครั้งสุดท้ายของทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ลอเรย์ (Lawrey, 1978: 817-A อ้างอิงใน ธนวรรณ ลิ้มสุนทรชัยพร 2545: 38-39) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนระดับ 1 ถึงระดับ 3 จำนวน 87 คน นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึกทักษะมีคะแนนการทดสอบหลังการทำแบบฝึกมากกว่าคะแนนก่อนทำแบบฝึกและนักเรียนทำแบบทดสอบหลังจากฝึกทักษะแล้วได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 89.8 นั่นคือ แบบฝึกทักษะเป็นเครื่องช่วยให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

Muraski (Muraski, 1979: 11 อ้างอิงใน จวีวรรณ กิรติกร 2537: 11-12) ได้ศึกษาผลของการสอนอ่านในทางคณิตศาสตร์กับความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหา ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลอง กลุ่ม ละ 13 คน กลุ่มทดลองได้รับการอ่านบทเรียน แต่ละบทเรียน แบ่งออกเป็น 5 เรื่อง ใช้เวลา 5 สัปดาห์ ต่อจากวัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ผลการวิจัยปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนขึ้นกับกิจกรรมต่างๆที่นักเรียนได้ปฏิบัติในระหว่างการเรียน และเป็นวิธีการสอนโดยการนำแบบฝึกทักษะไปใช้ สามารถช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ ในด้านการวิเคราะห์ ทักษะการคิดคำนวณ และความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจวิธีการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคำนวณวิชาเคมี เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 135 คน นักเรียนเข้าจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 1 ห้องเรียนจำนวน 44 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

1.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

1.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาในการวิจัย 14 ชั่วโมง

1.5 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest – Posttest design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2536: 216) ซึ่งมีลักษณะของแบบแผนการวิจัย

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อนเรียน	ทดลอง	สอบหลังเรียน
RE	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

R	แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่มตัวอย่าง
E	แทน	กลุ่มทดลอง
T ₁	แทน	การสอบก่อนที่จะทำการทดลอง
T ₂	แทน	การสอบหลังจากทำการทดลอง
X	แทน	การสอนโดยใช้แบบฝึก

2. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น จำนวน 4 แบบฝึก มีขั้นตอนในการจัดทำ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 โดยวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชา หน่วยการเรียนรู้

2.2 วิเคราะห์ปัญหาของนักเรียนเขียนผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่ได้ เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจหลักการเขียนสูตรเคมี นักเรียนไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล นักเรียนไม่สามารถคำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีได้ และใช้คำนวณหา อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบได้ บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีไม่ได้

2.3 ศึกษาค้นคว้าเอกสารประกอบการจัดทำแบบฝึกทักษะ หลักการสร้างแบบฝึกหัด แนวคิดที่เกี่ยวกับแบบฝึก วิธีการ การจัดทำรายงานวิเคราะห์ผล ประเมินผล

2.4 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกทักษะ

2.5 สร้างแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.5.1 สำนวสภาพปัญหาการเรียนวิชาเคมีด้านการคำนวณแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้ผลดังนี้เรื่องที่นักเรียนมีปัญหา 4 เรื่องคือ การเขียนสูตรและการดุลสมการเคมี การคำนวณหาจำนวนโมล การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี การคำนวณเกี่ยวกับโจทย์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี จึงกำหนดเป็นแบบฝึกจำนวน 4 ชุด

2.5.2 กำหนดองค์ประกอบของแบบฝึกแต่ละชุดให้มีองค์ประกอบสำคัญ 5 ส่วนคือ

1) ชื่อเรื่อง: การเขียนสูตรและการดุลสมการเคมี การคำนวณหาจำนวนโมล การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี การคำนวณเกี่ยวกับโจทย์ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

2) จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถเขียนสูตรและดุลสมการได้ นักเรียนสามารถ คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร มวล ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง จุดประสงค์การเรียนรู้: นักเรียนสามารถ คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร มวล ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง นักเรียนสามารถ คำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีได้ และใช้คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบได้

3) เนื้อหา การเขียนสูตรเคมี การเขียนสมการ การดุลสมการ จำนวนโมล ปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

4) แบบฝึกทักษะ แบบฝึกทักษะมี 4 ชุด มีลักษณะการเรียงจากง่ายไปยาก

5) เฉลยแบบฝึกทักษะ

2.6 ตรวจสอบคุณภาพด้านความสามารถของแบบฝึกทักษะ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของแบบฝึกทักษะที่สร้างขึ้นกับโครงสร้างของแบบฝึกทักษะที่กำหนดไว้โดยใช้เทคนิค IOC

2.7 นำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

2.7.1 หาค่า E_1/E_2 กับนักเรียนแบบกลุ่ม 1:1 โดยใช้นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.7.2 หาค่า E_1/E_2 กับนักเรียนแบบกลุ่ม 1:10 โดยใช้นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.34/81.03

2.7.3 นำแบบฝึกทักษะที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียนจำนวน 44 คน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.90/ 82.39

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน 2 ชุดเป็นข้อสอบคู่ขนานจำนวนชุดละ 12 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยใช้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เนื้อหาและขอบเขตใน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ตามที่กำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาการคำนวณ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

3.4 การสร้างแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี เป็นแบบอัตนัยจำนวน 12 ข้อให้แสดงวิธีทำการคำนวณแก้ปัญหาโจทย์และให้คะแนนตามโครงสร้างของแบบฝึก

3.5 นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบและประเมินความตรงโดยพิจารณา ความสอดคล้องกับเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน เพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00

ในการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง(บุญชม ศรีสะอาด 2545: 64)มีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

ให้คะแนน + เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่วัดตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

3.6 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 44 คน

3.7 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดให้ 0 คะแนน เมื่อรวมคะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์

3.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วจำนวน 12 ข้อ เพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้ โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient - α) (สุวิมล ติรกันันท์ 2550: 146) พบว่าแบบทดสอบมีค่าความเที่ยง 0.8

3.9 นำแบบทดสอบการวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

4.1 ทดสอบวัดผลความรู้ด้านทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ของนักเรียนก่อนฝึก (Pre-Test) ตรวจสอบบันทึกผลคะแนนการทดสอบแต่ละแบบทดสอบไว้

4.2 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ตรวจสอบบันทึกคะแนนแต่ละแบบฝึกไว้

4.3 ทดสอบวัดความรู้ด้านทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี หลังฝึก (Post-Test) ตรวจสอบบันทึกคะแนน การทดสอบแต่ละแบบทดสอบไว้

4.4 นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

5. การจัดทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการเกี่ยวกับการกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.2.1 ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่

1) หาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ 2546: 35)

สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทนด้วย ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทนด้วย ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทนด้วย จำนวนนักเรียน

2) หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์ 2546: 65)

สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทนด้วย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทนด้วย ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทนด้วย ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทนด้วย จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

5.2.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1) หาคความตรงตามเนื้อหา (IOC) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการคำนวณโดยใช้ดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้สูตร (สุวิมล ติรทานันท์ 2550: 129)

สูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทนด้วย ดัชนีสอดคล้อง

$\sum R$ แทนด้วย ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทนด้วย จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) ใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา α หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับข้อสอบที่เป็นอัตนัย

สูตรหาค่าความเที่ยง โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient - α) (กัญจนนา ถินทรตันศิริกุล 2553: 72)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา
 n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
 $\sum S_i^2$ แทน ผลรวมค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแต่ละคน

5.2.3 สถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนฝึกและหลังฝึก โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์วัฒน์ 2546)

สูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ t แทนด้วย ค่าสถิติที่ใช้ในการแจกแจงแบบ t
 D แทนด้วย ค่าความต่างของคะแนนก่อนฝึกและหลังฝึก
 D^2 แทนด้วย ค่าผลต่างของคะแนนก่อนฝึกและหลังฝึกยกกำลังสอง
 $\sum D^2$ แทนด้วย ค่าผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนฝึกและหลังฝึกยกกำลังสอง
 n แทนด้วย จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.5.4 คำนวณหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี โดยใช้สูตรดังนี้ (อิทธิพร ศรียมก 2545: 916)

สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{X}}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทนด้วย	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทนด้วย	ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึก
	$\bar{X}$	แทนด้วย	ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึก
	N	แทนด้วย	จำนวนผู้เรียน
	A	แทนด้วย	คะแนนเต็มของแบบฝึกทุกชุดรวมกัน

สูตร

$$E_2 = \frac{\sum Y}{\frac{N}{B}} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{Y}}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทนด้วย	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum Y$	แทนด้วย	ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังฝึก
	$\bar{Y}$	แทนด้วย	ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบหลังฝึก
	N	แทนด้วย	จำนวนผู้เรียน
	B	แทนด้วย	คะแนนเต็มของการสอบหลังฝึก

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการใช้ แบบฝึกทักษะ การแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมีเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอนตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ

การหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ การแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมีเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

คะแนน	$\bar{X}$	ร้อยละ
คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึก (E_1)	31.15	80.90
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (E_2)	32.95	82.39

จากตารางที่ 4.1 ได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึก 31.15 คิดเป็นร้อยละ 80.90 และได้คะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ย 32.95 คิดเป็นร้อยละ 82.39 ดังนั้นแบบฝึกทักษะนี้มีประสิทธิภาพ 80.90/82.39

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนใช้ t-test แบบ dependent

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนเรียน	44	14.70	4.6	762	13518	26.36*
หลังเรียน	44	32.95	2.7			

* $P < .05$

จากตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนทดสอบก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 14.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.6 คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.7 และพบว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นั่นคือภายหลังการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมีเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยตามลำดับได้ดังนี้ คือ

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1 เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะ การแก้โจทย์คำนวณวิชาเคมีที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2. สมมติฐานของการวิจัย

2.1 แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. วิธีการดำเนินวิจัย

3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 135 คนจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 1 ห้องเรียนจำนวน 44 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยดังต่อไปนี้

3.3.1 แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีจำนวน 4 ชุดใช้เวลาเรียน 14 ชั่วโมง

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 12 ข้อ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยดำเนินการดังนี้

3.4.1 ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับตัวอย่างเพื่อทราบข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน

3.4.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์กับกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง

3.4.3 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับตัวอย่างเพื่อทราบข้อมูลของนักเรียนหลังจากที่ได้จัดกิจกรรมไปแล้ว

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าต่างๆ ดังนี้

วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระหว่างค่าเฉลี่ย 2 ค่า คือ การทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน และการทดสอบ โดยทดสอบค่า t-test แบบ dependent

1. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

1.1 แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 80.90/82.39 แสดงว่าแบบฝึกทักษะที่สร้าง ขึ้นมีคุณภาพสูงตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้

1.2 นักเรียนที่ได้รับการเรียนโดยแบบฝึกการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีโดยใช้แบบฝึกการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี จากผลการวิจัยมีประเด็นการอภิปรายดังนี้

2.1 แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์(E_1/E_2) เท่ากับ 80.90/82.39 ตามเกณฑ์ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจาก

2.1.1 แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นได้รับการตรวจสอบปรับปรุง แก้ไข และตรวจสอบคุณภาพจากคณะผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาการใช้ภาษา ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุง ตามข้อเสนอแนะจนทำให้แบบฝึกมีความสมบูรณ์และมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น สามารถนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดีซึ่งสอดคล้องกับวีระ ไทยพานิช (2528: 11) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแบบฝึกว่า แบบฝึกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำจริง เป็นประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน สามารถเรียนรู้ และจดจำสิ่งที่เรียนได้ดีและนำไปใช้ในสถานการณ์เช่นเดียวกันได้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ (Thronldike 1969 อ้างถึงใน มาลี จุฑา 2542) กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองโดยสิ่งเร้าสิ่งหนึ่ง อาจทำให้เกิดการตอบสนองได้หลายทาง ได้กล่าวว่าเมื่อบุคคลพร้อมแล้วได้กระทำจะเกิดความพอใจ ถ้าบุคคลได้กระทำสิ่งใดแล้วได้ผลเป็นที่น่าพอใจก็อยากจะทำสิ่งนั้นอีก ก่อนจะเริ่มดำเนินการสอนครูจะต้องเตรียมตัวให้พร้อมและกระตุ้นให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียนเสียก่อน โดยมีการนำเข้าสู่บทเรียนทุกครั้ง

2.1.2 แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นได้ผ่านกระบวนการขั้นตอนการสร้างอย่างมีระบบ และวิธีการที่เหมาะสม เริ่มจากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับแบบฝึก ได้แก่ ความเหมาะสมของแบบฝึก คุณค่าของแบบฝึก ลักษณะแบบฝึกที่ดี หลักการสร้างแบบฝึก และการหาประสิทธิภาพของแบบฝึก จนเข้าใจ จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 แล้วนำมากำหนดเนื้อหาและขอบเขตของเนื้อหาในการทำแบบฝึกแล้วจัดทำแบบฝึกจำนวน 4 ชุด โดยคำนึงถึงภาวะของนักเรียนมีการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อจัดการเรียงลำดับการฝึกจากเรื่องง่ายไปยากทำให้นักเรียนเกิดกำลังใจเนื่องจากการประสบ

ความสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับหลักการสร้างแบบฝึกของเกสตร รองเดช (2522: 36-37) ที่กล่าวถึงหลักการสร้างแบบฝึกว่า สร้างแบบฝึกเสริมทักษะให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน คือ ไม่ง่ายไม่ยากจนเกินไป เรียงลำดับแบบฝึกเสริมทักษะจากง่ายไปหายาก แบบฝึกเสริมทักษะบางแบบควรใช้ภาพประกอบเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียนซึ่งจะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการฝึกและจะช่วยย่นย่อให้ติดตามต่อไปตามหลักของการจูงใจ แบบฝึกเสริมทักษะที่สร้างขึ้นเป็นแบบฝึกสั้นๆ ง่ายๆ ใช้เวลาในการฝึก และยังมีความสอดคล้องกับนิเทศา ฤทธิโยธี (2520) กล่าวไว้ว่า แบบฝึกที่ดีมีองค์ประกอบคือ ต้องเหมาะสมกับวัยหรือความสามารถของเด็ก ควรมีคำชี้แจงการใช้แบบฝึกปฏิบัติทำให้เด็กเข้าใจได้ง่าย

2.1.3 แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ผ่านการทดลองใช้กับนักเรียน 2 ครั้ง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหากิจกรรมและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆแล้วจึงได้นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างทำให้แบบฝึกทักษะมีความถูกต้อง แม่นยำซึ่งมีความสอดคล้องอารี บัวคุ้มภัย (2540) กล่าวไว้ว่าการสร้างแบบฝึกต้องมีความถูกต้องด้านเนื้อหา มีการตรวจสอบหรือทดลองใช้ก่อนที่จะนำไปใช้จริง

จากแนวคิดและเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้แบบฝึกการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เพื่อพัฒนาคุณภาพนักเรียนเกี่ยวกับการคำนวณต่อไป

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังฝึกสูงกว่าคะแนนก่อนฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ น่าจะมีผลมาจากแบบฝึกที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกทำด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและการฝึกปฏิบัติต่อเนื่องกัน ทำให้เกิดการชำนาญจนเป็นการสั่งสมประสบการณ์การเรียนรู้ เกิดเป็นทักษะทำให้คะแนนทดสอบหลังฝึกสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนฝึกทุกคน สอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับคุณค่าของแบบฝึกที่ ปวีณา ยาจตุรัส (2547:16) กล่าวไว้ว่าแบบฝึกช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มวลประสบการณ์ ให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและสอดคล้องกับงานวิจัยของภัทราวรรณ ลาภเวที (2544) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารรอบตัวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการฝึกทักษะภาคปฏิบัติ พบว่า

นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการฝึกทักษะภาคปฏิบัติคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอน สูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 จากผลการศึกษาที่พบว่าการจัดการเรียนรู้เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี โดยใช้สื่อแบบฝึกทักษะผู้เรียนจะต้องตั้งใจทำกิจกรรม ฝึกทำบ่อยๆ เรียนรู้ด้วยตนเอง เกิดความชำนาญ ความคล่องแคล่ว

3.1.2 การทำแบบฝึกทักษะครูผู้สอนควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจก่อนลงมือศึกษาจากใบความรู้และลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกและให้การช่วยเหลือแนะนำวิธีการเรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อเป็นการเสริมแรงและให้กำลังใจผู้เรียนในการเรียนด้วยตนเองตามหลักจิตวิทยาการเรียนรู้อีกทางหนึ่ง นอกจากนั้นครูผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความซื่อสัตย์ในการทำกิจกรรมโดยเฉพาะการไม่ดูคำตอบก่อนทำกิจกรรม

3.1.3 การจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี โดยใช้แบบฝึกทักษะซึ่งมีกิจกรรมที่หลากหลาย เป็นการเรียนรู้แนวใหม่ ที่น่าสนใจและน่านำไปใช้ ครูผู้สอนควรให้คำแนะนำ คำชี้แจงในการใช้แบบฝึกทักษะอย่างใกล้ชิดเพื่อเป็นกำลังใจในการทำกิจกรรมได้เป็นอย่างดี

3.1.4 การเลือกเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญควรคำนึงถึงความยากง่ายและระดับความสามารถในการทำแบบฝึกทักษะของนักเรียนด้วย หากเนื้อหาใดที่นักเรียนสนใจ นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีเพิ่มมากขึ้น

3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป

3.2.1 ควรพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกทักษะในกลุ่มประสบการณ์อื่นๆ และในระดับชั้นอื่นๆ

3.2.2 ควรพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกทักษะรูปแบบอื่นๆ เพื่อที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น บทเรียนผ่านเว็บ

3.2.3 ควรพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกทักษะในเนื้อหาหรือเรื่องราวอื่นๆ ที่นักเรียนสนใจ เช่น สมดุลเคมี

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ (2544) *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2540* กรุงเทพมหานคร
กรมวิชาการ
- กัญญา ลินทรต้นศิริกุล (2553) *การวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน พิมพ์ครั้งที่ 2* นนทบุรี
สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- กานดา ทินวัฒน์ปกรณ (2543) “ผลการฝึกแบบการคิดที่มีต่อความคิดของของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3” ปรินิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2526) “จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาการ
สอนวิทยาศาสตร์* หน่วยที่ 4 นนทบุรี สาขาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- เกสร รองเดช (2522) “การสร้างแบบฝึกเพื่อสอนซ่อมเสริมการอ่านออกเสียงพยัญชนะ ง ฟ ฝ และ
ข สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ขจิรัตน์ หงส์ประสงค์ (2534) “การสร้างแบบฝึกการเขียนคำพ้องสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 4” ปรินิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- จินตนา ใบกาชุย (2535) *การเขียนสื่อการสอน* กรุงเทพมหานคร สุวีริยาสาสน์
- จิรนนท์ โสภณพินิจ (2544) “ศึกษาการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” วิทยานิพนธ์ปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- ฉวีวรรณ กิรติกร (2537) *เอกสารประกอบการอบรมการพัฒนาการคิดคำนวณของนักเรียนระดับ
ประถมศึกษา* กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- _____. (2545) *การส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณในระดับประถมศึกษา การพัฒนาทักษะ
การคิดคำนวณของนักเรียนในระดับประถมศึกษา* กรุงเทพมหานคร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2532) *ชุดการสอนในระดับประถมศึกษา* นนทบุรี
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545) “การผลิตชุดการสอนระดับมัธยม” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา* หน่วยที่ 8-15 พิมพ์ครั้งที่ 14 กรุงเทพมหานคร ชวนพิมพ์
- เชาวนี เกิดเททางค์ (2524) “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้แบบฝึก กับไม่ใช้ แบบฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ชลีพร แจ่มถนอม (2542) “การสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการฝึกหัดโจทย์คำนวณเคมี เรื่อง สมบัติของก๊าซขึ้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- ชูศรี วงศ์รัตน์ (2546) *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย* พิมพ์ครั้งที่ 14 กรุงเทพมหานคร เทพเนรมิตการพิมพ์
- ดิลก ดิลกานนท์ (2534) “การสร้างแบบฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยหลักสูตรและพัฒนาหลักสูตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- ธนวรรณ ลิ้มสุนทรชัยวงศ์ (2545) “การสร้างชุดการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- นิตยา ปานทิพย์ (2527) “การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษา วิทยาเขต บพิตรมหาราเม กรุงเทพมหานคร” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- นิตยา ฤทธิโยธี (2520) “การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ” *เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการสอนภาษาไทย* กรุงเทพมหานคร กรมสามัญศึกษา
- นียา วิชัยดิษฐ์ (2538) “การศึกษาการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยแบบฝึกกิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนตามแผนการสอนปกติ” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- บุญชม ศรีสะอาด (2545) *การวิจัยเบื้องต้น* พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพมหานคร สุวีริยาสาส์น

- ประกิจ รัตนสุวรรณ (2525) *การวัดผลและประเมินผลการศึกษา* กรุงเทพมหานคร คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- ปวีณา ยาจตุรัส (2547) “รายงานการพัฒนาศึกษาการเรียนการสอนเรื่องการใช้แบบฝึกส่งเสริมการเรียนรู้
การสอนภาษาอังกฤษชั้นประถมศึกษาปีที่ 2” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- เปตา กิ่งชัยวงศ์ (2545) “แบบฝึกทักษะวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3”
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- พฐู ทังแดง (2534) “เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนสะกดคำของนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเลย ที่ใช้แบบฝึกและไม่ใช้แบบฝึก”
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พรรณธิดา อ่อนแสง (2532) “การเปรียบเทียบความสามารถการอ่านออกเสียงควบกล้ำของนักเรียน
ที่พูดภาษาไทยถิ่นไทยลาวในระดับประถมศึกษาปีที่ 2” วิทยานิพนธ์การศึกษา
มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร
ม.ป.ท.
- ไพศาล หวังพานิช (2523) *การวัดผลการศึกษา* กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช
- ภัทราวรรณ ลาภเวที (2544) “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการฝึก
ทักษะ ภาคปฏิบัติ” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- มาลี จุฑา (2542) *ทฤษฎีการเรียนรู้ (Theory of Learning) De Cecco & Crawford* ภาควิชาพื้นฐาน
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม
- โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 (2552) *สมุดประเมินผลรายวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*
โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี อุดมलग
- _____. (2553) *สมุดประเมินผลรายวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*
โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี อุดมलग
- _____. (2554) *สมุดประเมินผลรายวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*
โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี อุดมलग
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2539) *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* กรุงเทพมหานคร ชมรมเด็ก

- วิไลภรณ์ คำภีระปาวงศ์ (2539) “การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค203 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”
 วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตคณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- วรสุตา บุญไวยโรจน์ (2536) *การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาในเรื่องน่ารู้สำหรับครูคณิตศาสตร์* กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช
- วีระ ไทยพานิช (2528) *วิธีการสอน* กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535) *การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์* กรุงเทพมหานคร ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
- สุริย์ สุชาติโนบล (2541) “การศึกษาจากผลการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์”
 วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร
- สุวัฒนา อุทัยรัตน์ (2544) “สมรรถภาพของครูคณิตศาสตร์” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 6* กรุงเทพมหานคร ประชุมช่าง
- สุวิมล ติรกานันท์ (2550) *การสร้างเครื่องมือวัดตัวแปรในการวิจัยทางสังคมศาสตร์แนวทางสู่การปฏิบัติ* กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อารี บัวคุ้มภัย (2540) “การสร้างแบบฝึกเพื่อเสริมทักษะการใช้ถ้อยคำในการเขียนร้อยแก้วสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
 การสอนภาษาไทย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
- อชิพร ศรียมก (2545) “การประเมินผลสื่อการสอน” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา* หน่วยที่ 8 -15 พิมพ์ครั้งที่ 14 กรุงเทพมหานคร ชวนพิมพ์

ภาคผนวก



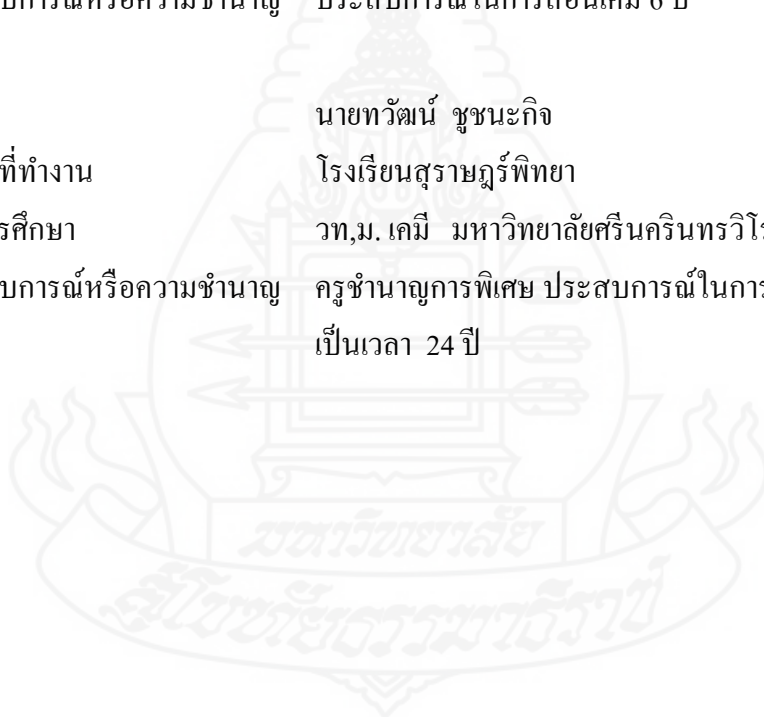
ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ชื่อ นางพรทิพย์ ราชเสนา
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนสุราษฎร์ธานี ๒
 วุฒิการศึกษา ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน)
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ครูชำนาญการพิเศษ ประสบการณ์ในการสอน 20 ปี
2. ชื่อ นายเอกชัย รอดกลิ่น
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนสุราษฎร์ธานี ๒
 วุฒิการศึกษา วท.ม. (เคมี) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ประสบการณ์ในการสอนเคมี 6 ปี
3. ชื่อ นายทวัฒน์ ชูชนะกิจ
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา
 วุฒิการศึกษา วท.ม. เคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ครูชำนาญการพิเศษ ประสบการณ์ในการสอนวิชาเคมี
 เป็นเวลา 24 ปี



ภาคผนวก ข

แบบฝึกทักษะ



แบบฝึกทักษะการคิดคำนวณเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ
ของสารในสมการเคมี
ชุดฝึกที่ 1 การเขียนสมการและการดุลสมการ

นางรุ่งฤดี อ่อนสง
ครู วิทยฐานะชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2
อำเภอเมือง จังหวัด สุราษฎร์ธานี
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 11
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ที่มุ่งหวังให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กำหนดไว้

แบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์ เล่มที่ 1 เรื่อง การเขียนสมการและการดุลสมการ แบบฝึก ประกอบด้วย คำแนะนำการใช้แบบฝึก จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาตัวอย่าง แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งนอกจากจะใช้ประกอบการเรียนการสอนในห้องเรียนแล้วยังใช้เป็นแบบฝึกเสริมทักษะนอกเวลาเรียนเพื่อฝึกทักษะเพิ่มเติม รวมทั้งใช้ฝึกทักษะซ่อมและเสริมสำหรับนักเรียนในการเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ด้วย

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า แบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์เล่มนี้จะเป็นแนวทางสำหรับเพื่อนครูในการนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้ตามความเหมาะสม

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนผู้บริหารและคณะครูผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ที่ให้คำแนะนำในการจัดทำแบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์ให้มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพไว้ ณ โอกาสนี้

รุ่งฤดี อ่อนสง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

แบบฝึกทักษะการคิดคำนวณเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

ชุดฝึกที่ 1 การเขียนสมการและการดุลสมการ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เขียนและดุลสมการเคมี เมื่อทราบสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของสมการเคมี
2. เขียนสมการและดุลสมการเคมี

คำชี้แจง

1. คำชี้แจงสำหรับครู

- 1.1 แบบฝึกทักษะเล่มนี้ใช้ประกอบการสอนรายวิชาเคมี เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 1.2 ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามแบบฝึกทักษะที่กำหนดให้ด้วยตัวเองเป็นรายบุคคล โดยกำหนดเวลาให้เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียน
- 1.3 แนะนำวิธีใช้แบบฝึกทักษะเล่มนี้ให้นักเรียนเข้าใจก่อนนำไปใช้
- 1.4 คอยให้คำแนะนำแก่นักเรียนเมื่อมีปัญหา

2. คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

แบบฝึกทักษะเล่มนี้ สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะได้ประโยชน์จากแบบฝึกทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ด้วยการปฏิบัติตามแนะนำต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

- 2.1 นักเรียนศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนลงมือทำแบบฝึกทักษะ
- 2.2 นักเรียนศึกษาตัวอย่างแบบฝึกทักษะให้เข้าใจก่อน แล้วจึงลงมือทำแบบฝึกทักษะให้ครบทุกข้อ
- 2.3 เมื่อทำกิจกรรมตามแบบฝึกเสร็จแล้ว ส่งคืนครูตามกำหนดเวลา

3. แนวคิด

1. **สัญลักษณ์ของธาตุ** เบร์ซีเลียส (Jakob Berzelius) นักเคมีชาวสวีเดน ได้กำหนดหลักการตั้งสัญลักษณ์ของธาตุไว้ ดังนี้สำหรับธาตุที่ได้ค้นพบมาแต่สมัยก่อนมีชื่อภาษาละตินอยู่แล้วและมีชื่อเป็นภาษาอังกฤษภายหลังจะใช้อักษรตัวแรกหรือ 2 ตัวหลักของชื่อภาษาละตินเป็นสัญลักษณ์

2. **สูตรเคมี** คือ สัญลักษณ์ที่แสดงถึงธาตุ หรือกลุ่มอะตอมของธาตุที่มารวมตัวกันเป็นโมเลกุลของสาร สูตรเคมีมีหลายชนิด เช่น สูตรโมเลกุล สูตรอย่างง่าย (สูตรเอมไพริคัล) สูตรโครงสร้าง

3. **สมการเคมี** เขียนขึ้นเพื่อแสดงสูตรหรือสัญลักษณ์ของสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และสารที่เกิดจากปฏิกิริยา

4. **การดุลสมการ** การดุลสมการเป็นการทำให้จำนวนโมลของสารแต่ละชนิดในสมการเท่ากันระหว่างสารตั้งต้นกับสารผลิตภัณฑ์

เนื้อหาการเรียนรู้ที่ 1.1

สัญลักษณ์ของธาตุ



เนื่องจากการค้นพบธาตุต่างๆหลายชนิดจึงได้มีผู้พยายามคิดสัญลักษณ์ของธาตุเหล่านั้นเพื่อความสะดวกในการจดจำตลอดจนการนำมาใช้งานในทางด้านอื่นๆบุคคลแรกที่คิดสัญลักษณ์คือ

เบอร์ซีเลียส (Jakob Berzelius) นักเคมีชาวสวีเดน ได้กำหนดหลักการตั้งสัญลักษณ์ของธาตุไว้ดังนี้

สำหรับธาตุที่ได้ค้นพบมาแต่สมัยก่อนมีชื่อภาษาละตินอยู่แล้วและมีชื่อเป็นภาษาอังกฤษภายหลังจะใช้อักษรตัวแรกหรือ2ตัวหลักของชื่อภาษาละตินเป็นสัญลักษณ์แต่มีบางธาตุที่ใช้สัญลักษณ์จากภาษาเยอรมัน

ตาราง 2.1 สัญลักษณ์ของธาตุที่มีชื่อภาษาละติน

ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาละติน	สัญลักษณ์
เหล็ก	iron	Ferrum	Fe
ทองแดง	copper	Cuprum	Cu
เงิน	silver	Argentum	Ag
ดีบุก	tin	Stannum	Sn
พลวง	antimony	Stibium	Sb
ทองคำ	gold	Aurum	Au
ปรอท	mercury	Hydragyrum	Hg
ตะกั่ว	lead	Plumbum	Pb
ทังสเตน	tungsten	Wolfram (เยอรมัน)	W
โซเดียม	sodium	Natrium (เยอรมัน)	Na
โพแทสเซียม	potassium	Kalium (เยอรมัน)	K

เนื้อหาการเรียนรู้ที่ 1. 2

สูตรเคมี

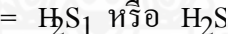
สูตรเคมี คือ สัญลักษณ์ที่แสดงถึงธาตุ หรือกลุ่มอะตอมของธาตุที่มารวมตัวกันเป็นโมเลกุลของสาร สูตรเคมีมีหลายชนิด เช่น สูตรโมเลกุล สูตรอย่างง่าย (สูตรเอมไพริคัล) สูตรโครงสร้าง เป็นต้น

การเขียนสูตรสารประกอบโคเวเลนต์ มีหลักการดังนี้

1) ให้เรียงลำดับธาตุให้ถูกต้องตามหลักสากล ดังนี้ คือ Si , C , Sb , As , P , N , H , Te , Se , S , At , I , Br , Cl , O , F ตามลำดับ

2) ในสารประกอบโคเวเลนต์ ถ้าอะตอมของธาตุมีจำนวนอะตอมมากกว่าหนึ่งให้เขียนจำนวนอะตอมด้วยตัวเลขแสดงไว้มุมล่างทางขวา ในกรณีที่ธาตุในสารประกอบนั้นมีเพียงอะตอมเดียวไม่ต้องเขียนตัวเลขแสดงจำนวนอะตอม

3) หลักการเขียนสูตรสารประกอบโคเวเลนต์ที่มีอะตอมของธาตุจัดเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็นไปตามกฎออกเตต ใช้จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะของแต่ละอะตอมของธาตุคูณไขว้ เช่น สูตรของสารนี้เป็น

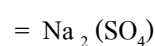
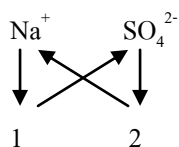


การเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก มีหลักการดังนี้

1) เขียนไอออนบวกของโลหะหรือกลุ่มไอออนบวกไว้ข้างหน้า ตามด้วยไอออนลบของอโลหะ หรือกลุ่มไอออนลบ

2) ไอออนบวกและไอออนลบ จะรวมกันในอัตราส่วนที่ทำให้ผลรวมของประจุเป็นศูนย์ ดังนั้นจึงต้องหาตัวเลขมาคูณกับจำนวนประจุบนไอออนบวก และไอออนลบให้มีจำนวนประจุเท่ากัน แล้วใส่ตัวเลขเหล่านั้นไว้มุมขวาล่างของแต่ละไอออน ซึ่งทำได้โดยใช้จำนวนประจุบนไอออนบวกและไอออนลบคูณไขว้กัน

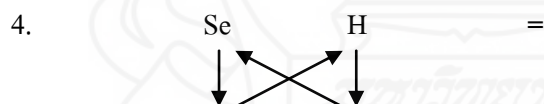
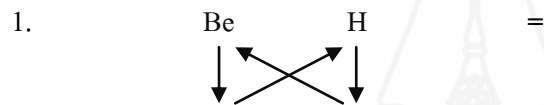
3) ถ้ากลุ่มไอออนบวกหรือกลุ่มไอออนลบมีมากกว่า 1 กลุ่ม ให้ใส่วงเล็บ () และใส่จำนวนกลุ่มไว้ที่มุมล่างขวา



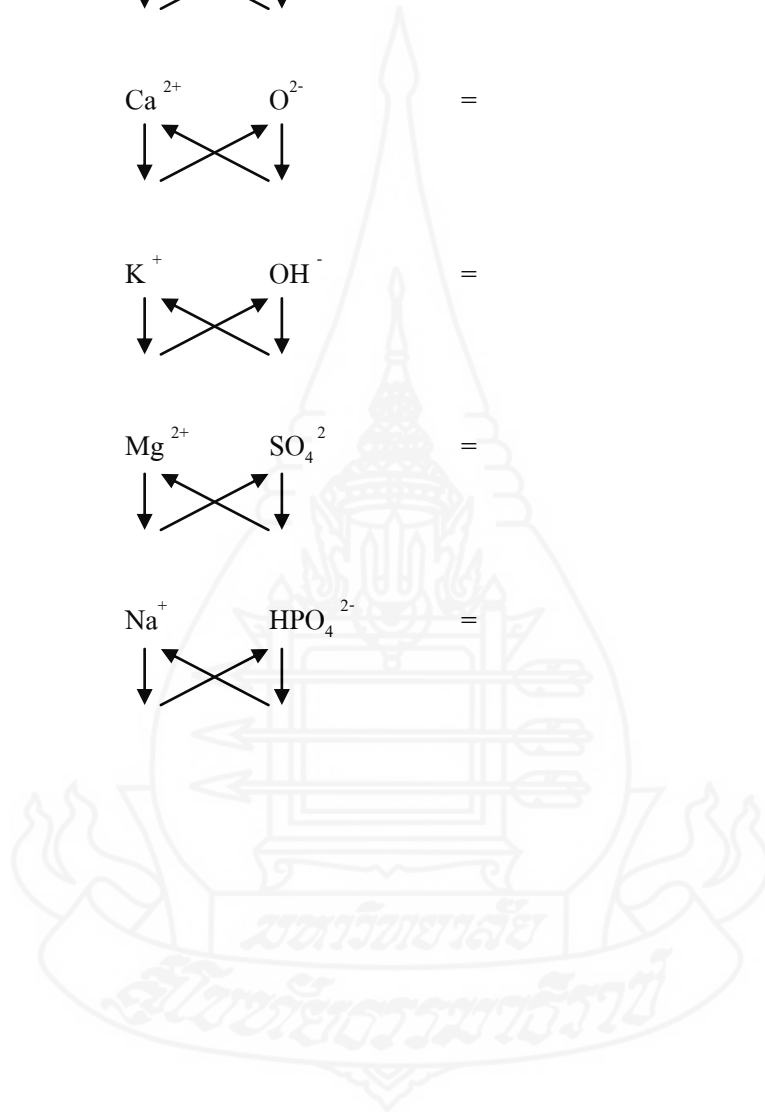
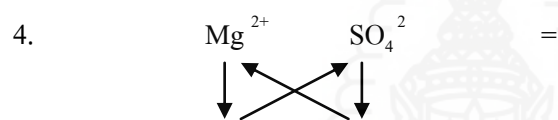
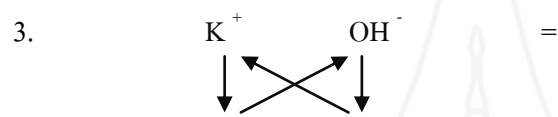
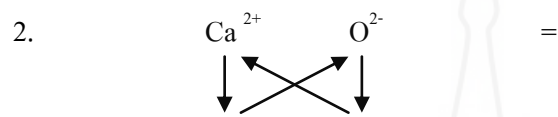
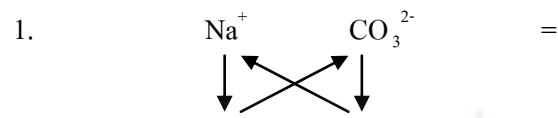
แบบฝึกทักษะที่ 1.1 การเขียนสูตรเคมี
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 1 เรื่อง การเขียนสมการและการดุลสมการ

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น ม.....

คำชี้แจง จงเขียนสูตรเคมีสารประกอบโคเวเลนต์



คำชี้แจง จงเขียนสูตรเคมีสารประกอบไอออนิก



เนื้อหาการเรียนรู้ที่ 1.3

สมการเคมี

สมการเคมี เขียนขึ้นเพื่อแสดงสูตรหรือสัญลักษณ์ของสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และสารที่เกิดจากปฏิกิริยา

องค์ประกอบของสมการเคมี

1) **สารตั้งต้น (reactant)** หมายถึง สารเดิมก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือสารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน อาจมีสารเพียงชนิดเดียวหรือมากกว่า 1 ชนิดเขียนสูตรหรือสัญลักษณ์ไว้ทางซ้ายของสมการ

2) **เครื่องหมายลูกศร** เครื่องหมายลูกศรเขียนเพื่อแสดงทิศทางการเปลี่ยนแปลง เขียนไว้ระหว่างสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ

→ แสดงการเกิดปฏิกิริยาจากซ้ายไปขวามือ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าทางเดียว

⇌ แสดงการเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ซึ่งมีทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้า (→) และปฏิกิริยาย้อนกลับ (←)

ปฏิกิริยาไปข้างหน้า หมายถึง ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาย้อนกลับ หมายถึง ปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงกลับไปเป็นสารตั้งต้น

3) สารผลิตภัณฑ์

สารผลิตภัณฑ์ (product) หมายถึง สารที่เกิดจากปฏิกิริยาหรือสารใหม่ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง อาจมีสารเพียงชนิดเดียวหรือมากกว่า 1 ชนิดก็ได้เขียนสูตรหรือสัญลักษณ์ไว้ทางขวาของสมการเคมี

4) การบอกสถานะของสารในสมการเคมี

สมการเคมีที่สมบูรณ์ต้องบอกสถานะหรือสภาวะของสารในปฏิกิริยาดังนี้

ของแข็ง (solid) = (s)

ของเหลว (liquid) = (l)

แก๊ส (gas) = (g)

สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (aqueous) = (aq)

1) ต้องเขียนสูตรเคมีของสารตั้งต้นแต่ละชนิดได้

2) ต้องทราบว่าในปฏิกิริยาเคมีหนึ่งเกิดสารผลิตภัณฑ์ใดขึ้นบ้าง และเขียนสูตรเคมีของสารผลิตภัณฑ์ได้

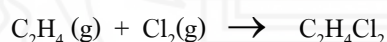
3) เมื่อเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีได้แล้วให้ทำสมการเคมีให้สมดุลด้วยเสมอ คือทำให้จำนวนอะตอมของธาตุทุกชนิดทางซ้ายเท่ากับทางขวา โดยการเติมตัวเลขข้างหน้าสูตรเคมีของสารนั้นๆ

$$\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$$

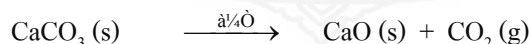
สารตั้งต้น
สารผลิตภัณฑ์

แบ่งชนิดของปฏิกิริยาเคมีอย่างง่ายได้ดังนี้

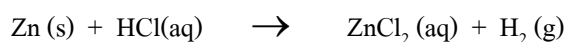
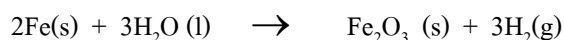
1. ปฏิกิริยาการรวมตัว (combination reaction) เป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดการรวมตัวของสารตั้งต้นตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป อาจได้สารผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียวหรือมากกว่าหนึ่งชนิดก็ได้ เช่น



2. ปฏิกิริยาการสลายตัว (decomposition reaction) เป็นปฏิกิริยาเคมีที่สารประกอบสลายตัวหรือแตกตัวออกเป็นองค์ประกอบย่อยเป็นธาตุหรือสารประกอบ เมื่อได้รับความร้อน เช่น

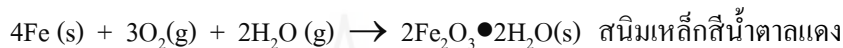


3. ปฏิกิริยาการแทนที่ (displacement reaction) เป็นปฏิกิริยาเคมีที่มีการแทนที่ไอออนหรืออะตอมในสารประกอบด้วยไอออนหรืออะตอมของอีกธาตุหนึ่ง เช่น

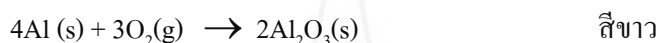


4. ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน

4.1 การผุกร่อนของโลหะ เช่น การผุกร่อนเนื่องจากการเกิดสนิม การเกิดออกไซด์ของอะลูมิเนียม เป็นต้น การเกิดสนิมของเหล็กเกิดจากเหล็กสัมผัสกับน้ำและออกซิเจนในอากาศ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



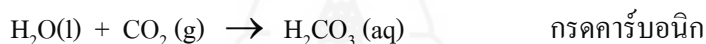
สนิมเหล็กสีน้ำตาลแดง การเกิดออกไซด์ของอะลูมิเนียมเกิดจากอะลูมิเนียมรวมกับออกซิเจนในอากาศ ดังสมการ



สีขาว

4.2 การผุกร่อนของหินปูนเนื่องจากกรด

การผุกร่อนของหินปูนซึ่งมีแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) เป็นองค์ประกอบ เมื่อถูกน้ำฝนที่ละลายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะเกิดปฏิกิริยาดังนี้



กรดคาร์บอนิก



แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตเป็นสารละลายใสเมื่อถูกความร้อนจะเปลี่ยนเป็น CaCO_3 , H_2O และ CO_2 ซึ่งเป็นกระบวนการเกิดหินงอกและหินย้อยตามถ้ำต่างๆ



4.3 การเผาไหม้

การเผาไหม้ เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากสารรวมกับออกซิเจนได้พลังงานความร้อนและแสงสว่าง สารที่เกิดจากการเผาไหม้จัดเป็นสารประเภทเชื้อเพลิง ซึ่งส่วนใหญ่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ

การเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ เป็นการเผาไหม้ของสารที่มีเชื้อเพลิงที่ได้น้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารผลิตภัณฑ์ เช่น

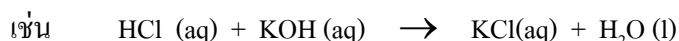


การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

เป็นการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ แล้วมีปริมาณของก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ จะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ได้สารผลิตภัณฑ์เป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) น้ำ และ คาร์บอนไดออกไซด์

4.4 ปฏิกิริยาของกรดกับเบส

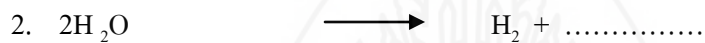
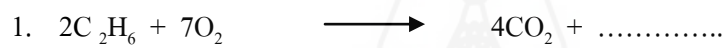
ปฏิกิริยาที่กรดรวมกับเบสได้สารผลิตภัณฑ์ที่เป็นเกลือกับน้ำ เรียกปฏิกิริยานี้ว่า ปฏิกิริยาสะเทิน เขียนแทนด้วยสมการดังนี้ กรด + เบส $\rightarrow$ เกลือ + น้ำ



แบบฝึกทักษะที่ 1.2 การเขียนสมการเคมี
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 1 เรื่อง การเขียนสมการและการดุลสมการ

ชื่อ-สกุล เลขที่ ชั้น ม.
ชื่อ-สกุล เลขที่ ชั้น ม.

คำชี้แจง จงเขียนสมการเคมีของสารประกอบ



เนื้อหาการเรียนรู้ที่ 1.4

การดุลสมการ

การดุลสมการ

การดุลสมการเป็นการทำให้จำนวนโมลของสารแต่ละชนิดในสมการเท่ากันระหว่างสารตั้งต้นกับสารผลิตภัณฑ์

ตัวอย่างเช่น สมการที่ยังไม่ดุลสมการ $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

จะเห็นว่าจำนวนโมลของ O ด้านซ้ายมือเท่ากับ 2 mol แต่ด้านขวามือ เท่ากับ 1 mol

สมการที่ดุลเรียบร้อยแล้ว จะได้ว่า $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

วิธีการดุลสมการเคมี

1. ให้สำรวจดูว่า ธาตุที่อยู่ด้านซ้ายมือมีจำนวนอะตอมเท่ากับธาตุที่อยู่ด้านขวามือหรือไม่ โดยดูทีละธาตุ
2. ธาตุที่จำนวนอะตอมไม่เท่ากันให้เราทำให้เท่ากันโดยการเติมตัวเลขหน้าสารประกอบที่มีธาตุนั้นๆอยู่

**** หมายเหตุ ควรดูธาตุที่มีเพียงหนึ่งตำแหน่งในแต่ละด้านก่อน ตัวอย่างเช่น



สมการพบว่า C ด้านซ้ายมือมีเพียง 1 ตำแหน่ง คือ ในสารประกอบ C_2H_4 ส่วนด้านขวามือ 1 ตำแหน่ง คือ CO_2

ส่วน H ด้านซ้ายมือมีเพียง 1 ตำแหน่ง คือ ในสารประกอบ C_2H_4 ส่วนด้านขวามือ 1 ตำแหน่ง คือ H_2O

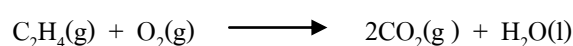
ส่วน O ด้านซ้ายมือมีเพียง 1 ตำแหน่ง คือ ในสารประกอบ O_2 ส่วนด้านขวามือ 2 ตำแหน่ง คือ ใน CO_2 และ H_2O

ดังนั้น ควรดุลอะตอม C หรือ อะตอม H ก่อน และ ดุล O ตอนหลังสุด

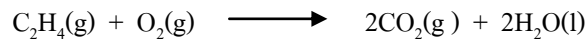
ตัวอย่างการดุลสมการเคมี

ตัวอย่างที่ 1 จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้ $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

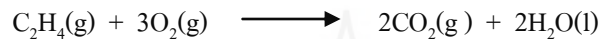
วิธีทำ 1. ดุลอะตอม C ก่อน โดยการเติม 2 หน้า CO_2



2. คูลอะตอม H โดยการเติม 2 หน้า H_2O



3. คูลอะตอม O เมื่อนับอะตอม O ด้านขวามือจะมี O เท่ากับ 6 อะตอม ด้านซ้ายมือเท่ากับ 2 อะตอม ดังนั้นให้เติม 3 หน้า O_2 จะได้

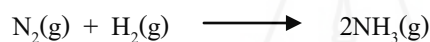


เมื่อนับจำนวนอะตอมของธาตุแต่ละชนิดทั้งสองด้านจะเท่ากันทุกธาตุ ดังนั้นสมการที่ดุลแล้วจะได้ว่า

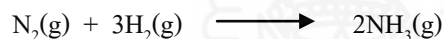


ตัวอย่างที่ 2 จดดุลสมการเคมีต่อไปนี้ $\text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{NH}_3(\text{g})$

- วิธีทำ** 1. คูลอะตอมของ N ก่อน โดยการเติม 2 หน้า NH_3



2. คูลอะตอมของ H จากสมการพบว่า H ด้านซ้ายมือเท่ากับ 2 ด้านขวามือเท่ากับ 6 ดังนั้น ควรเติม 3 หน้า H_2



ตัวอย่างที่ 3 จดดุลสมการเคมีต่อไปนี้ $\text{KClO}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{KCl}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$

- วิธีทำ** 1. อะตอมของ K กับ Cl เท่ากันแล้วทั้งสองด้าน

2. คูลอะตอม O จากสมการพบว่า O ด้านซ้ายมือเท่ากับ 3 ด้านขวามือเท่ากับ 2 ดังนั้น ถ้าต้องการให้อะตอมของ O เท่ากันทั้งสองด้านจะต้องเท่ากับ 6 ซึ่งเป็น ครน. ของ 2 และ 3 ดังนั้นควรเติม 2 หน้า KClO_3 และเติม 3 หน้า O_2



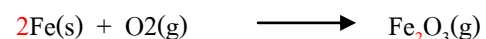
3. พบว่า K และ Cl ด้านซ้ายมือมี 2 อะตอม ดังนั้นจะต้องคูลให้อะตอมของ K และ Cl ด้านขวามือเท่ากับ 2 เช่นกัน โดยการเติม 2 หน้า KCl



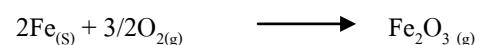
ตัวอย่างที่ 4 จดดุลสมการต่อไปนี้ $\text{Fe}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{g})$

แนวคิด จากสมการ ให้คูล Fe ก่อน ซึ่งด้านซ้ายมี 1 อะตอม ด้านขวามี 2 อะตอม ดังนั้นต้องใส่

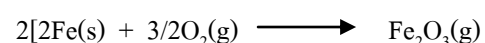
สัมประสิทธิ์ด้านซ้ายเป็น 2



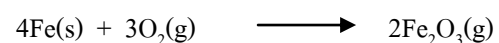
คูล O 2 ด้วย สัมประสิทธิ์ 3/2



ทำให้เป็นเลขจำนวนเต็มโดยการ x 2 ทั้งสมการ



จะได้สมการสุดท้ายคือ



แบบฝึกทักษะที่ 1.3 การดุลสมการ
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 1 เรื่อง การเขียนสมการและการดุลสมการ

ชื่อ-สกุล..... เลขที่..... ชั้น ม.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนดุลสมการที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. จงเขียนสมการเคมีและทำให้ดุลพร้อมทั้งแสดงสถานะของสารด้วย เมื่อนาสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) มาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกได้โซเดียมคลอไรด์ น้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



ดุลธาตุโลหะก่อนคือโซเดียม



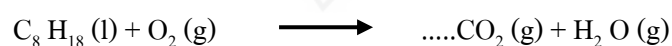
ดุลโลหะอื่นๆที่ไม่ใช่ไฮโดรเจน ออกซิเจน นั่นคือ ดุลคาร์บอนและ ดุลคลอรีนก่อน
 สมการที่ดุลแล้วคือ



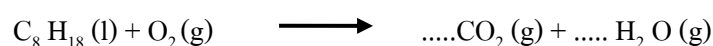
2. จงเขียนสมการเคมีเมื่อเผาไหม้ออกเทน (C_8H_{18}) ในน้ำมันเบนซินกับออกซิเจนจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ



ดุลสมการได้ดังนี้ ดุลคาร์บอนก่อน



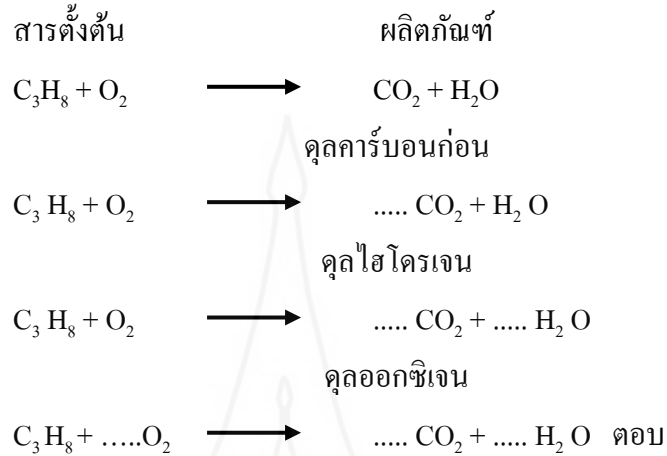
ดุลไฮโดรเจน



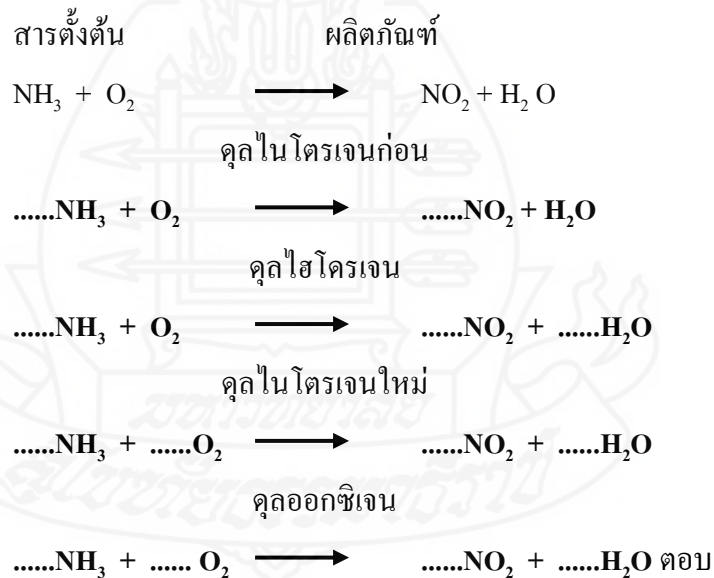
ดุลออกซิเจน



3. จงเขียนสมการเคมีและทำให้ดุลพร้อมทั้งแสดงสถานะของสารด้วย เมื่อนาสารละลาย (C_3H_8) มาทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ น้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



4. จงเขียนสมการเคมีและทำให้ดุลพร้อมทั้งแสดงสถานะของสารด้วย เมื่อนาสารละลาย (NH_3) มาทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ น้ำ และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์



สารตั้งต้น

ผลิตภัณฑ์



คุณคาร์บอนก่อน



คุณไฮโดรเจน



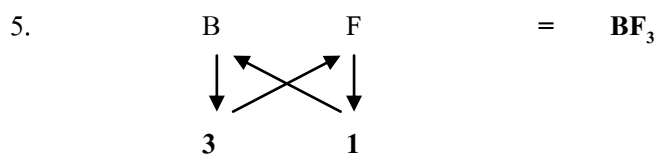
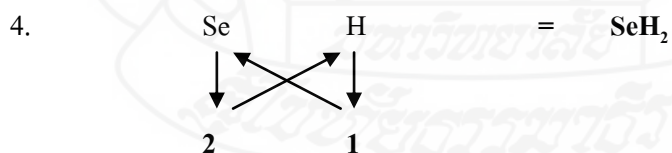
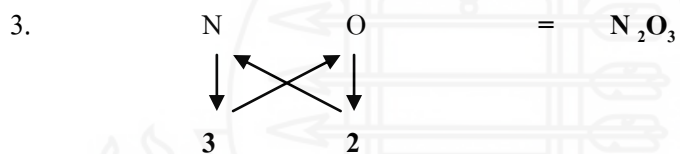
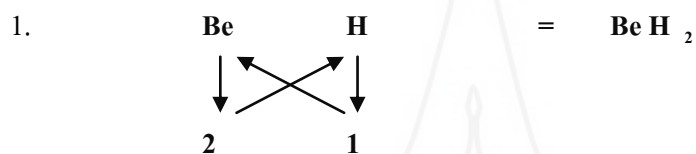
คุดออกซิเจน



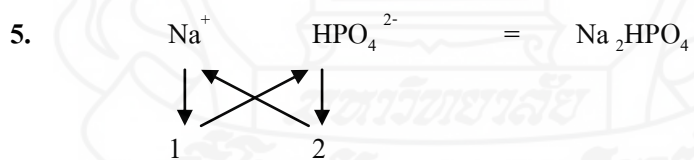
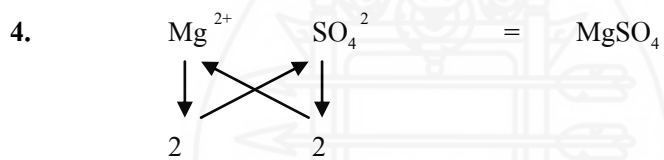
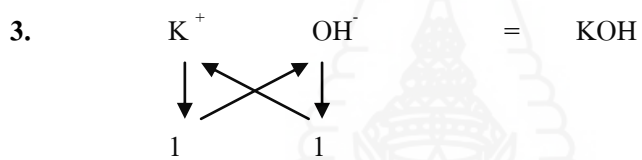
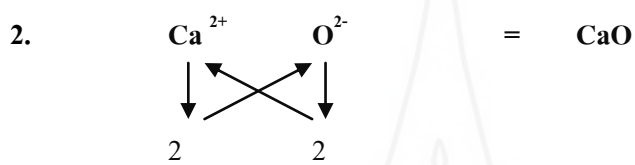
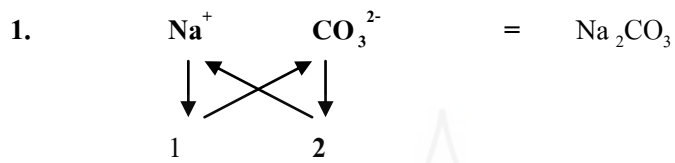
ตอบ

แนวการตอบแบบฝึกทักษะที่ 1.1 การเขียนสูตร
 รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 ชุดที่ 1 เรื่อง การเขียนสมการและการดุลสมการ

คำชี้แจง จงเขียนสูตรสารประกอบโคเวเลนต์

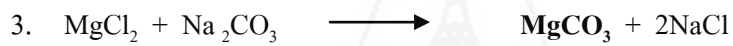
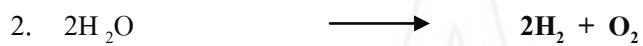
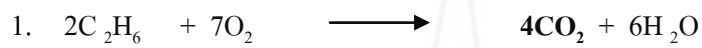


คำชี้แจง จงเขียนสูตรเคมีสารประกอบไอออนิก



แนวการตอบแบบฝึกทักษะที่ 1.2 การเขียนสมการเคมี
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 1 เรื่อง การเขียนสมการและการดุลสมการ

คำชี้แจง จงเขียนสมการเคมีของสารประกอบ



แนวการตอบแบบฝึกทักษะที่ 1.3 การดุลสมการ
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 1 เรื่อง การเขียนสมการและการดุลสมการ

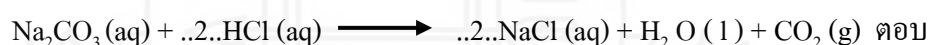


คำชี้แจง จงแสดงวิธีคิดคำนวณให้ถูกต้องโดยเติมลงในช่องว่าง

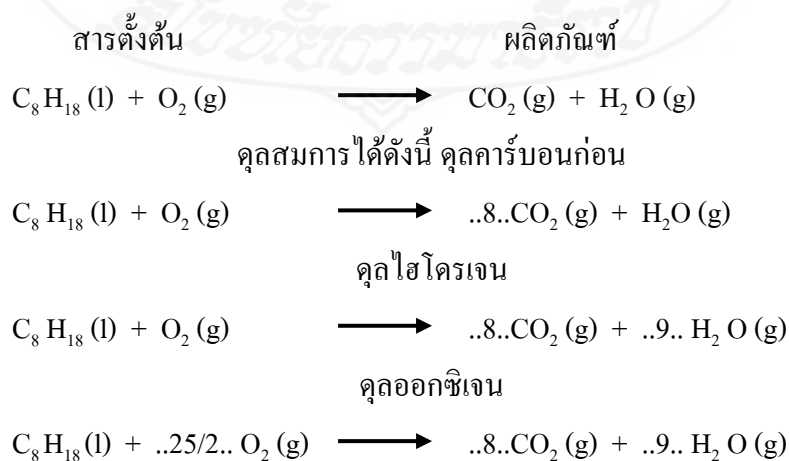
1. จงเขียนสมการเคมีและทำให้ดุลพร้อมทั้งแสดงสถานะของสารด้วย เมื่อนำสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) มาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกได้โซเดียมคลอไรด์ น้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



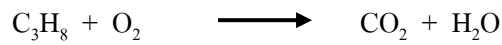
ดุลโลหะอื่นๆที่ไม่ใช่ไฮโดรเจน ออกซิเจน นั่นคือ ดุลคาร์บอนและ ดุลคลอรีนก่อน
 สมการที่ดุลแล้วคือ



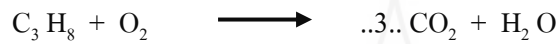
2. จงเขียนสมการเคมีเมื่อเผาไหม้ออกเทน (C_8H_{18}) ในน้ำมันเบนซินกับออกซิเจนจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ



3. จงเขียนสมการเคมีและทำให้ดุลพร้อมทั้งแสดงสถานะของสารด้วย เมื่อนำสารละลาย (C_3H_8) มาทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ น้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



ดุลคาร์บอนก่อน



ดุลไฮโดรเจน



ดุลออกซิเจน



4. จงเขียนสมการเคมีและทำให้ดุลพร้อมทั้งแสดงสถานะของสารด้วย เมื่อนำสารละลาย (NH_3) มาทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ น้ำ และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์



ดุลไนโตรเจนก่อน



ดุลไฮโดรเจน



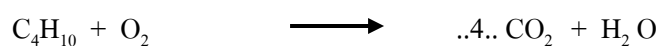
ดุลออกซิเจน



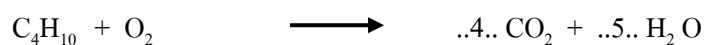
5. จงเขียนสมการเคมีและทำให้ดุลพร้อมทั้งแสดงสถานะของสารด้วย เมื่อนำสารละลาย (C_4H_{10}) มาทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ น้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



ดุลคาร์บอนก่อน



ดุลไฮโดรเจน



ดุลออกซิเจน



เกณฑ์การให้คะแนน

1. การตรวจให้คะแนนแบบฝึกทักษะ กำหนดคะแนน ทำถูกต้องได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน
 - 1.1 ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนสูตรเคมีได้ถูกต้อง
 - 1.2 ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนสารตั้งต้นได้ถูกต้อง
 - 1.3 ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนผลิตภัณฑ์ได้ถูกต้อง
 - a. ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนดุลสมการเคมีได้ถูกต้อง
6. การประเมินผลในแบบฝึกแต่ละชุด ให้กา / ลงใน () แต่ละระดับผลการประเมิน ซึ่งอยู่ท้ายแบบฝึกนั้นๆ ตามเกณฑ์ ดังนี้

แบบฝึกทักษะ	เรื่อง	เกณฑ์ในการผ่าน
แบบฝึกทักษะที่ 1. 1	การเขียนสูตร	ต้องผ่าน 5 ข้อ
แบบฝึกทักษะที่ 1. 2	การเขียนสมการเคมี	ต้องผ่าน 3 ข้อ
แบบฝึกทักษะที่ 1. 3	การดุลสมการ	ต้องผ่าน 3 ข้อ

คติสอนใจ



คนไม่รู้ อวดรู้ อวดสูง ไม่มีศักดิ์ อวดศักดิ์ จัก
 เสียผล
 ไม่มีดี อวดดี อับปรียชน คนยากจน อวดมี ไม่ดี
 เลย

แบบฝึกทักษะการคิดคำนวณเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ
 ของสารในสมการเคมี
 ชุดฝึกที่ 2 การคำนวณหาจำนวนโมล

นางรุ่งฤดี อ่อนสง
 ครู วิทยฐานะชำนาญการ
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2
 อำเภอเมือง จังหวัด สุราษฎร์ธานี
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 11
 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ที่มุ่งหวังให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กำหนดไว้

แบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์ เล่มที่ 2 เรื่อง การคำนวณหาจำนวนโมล แบบฝึกประกอบด้วย คำแนะนำการใช้แบบฝึก จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาตัวอย่าง แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งนอกจากจะใช้ประกอบการเรียนการสอนในห้องเรียนแล้วยังใช้เป็นแบบฝึกเสริมทักษะนอกเวลาเรียนเพื่อฝึกทักษะเพิ่มเติม รวมทั้งใช้ฝึกทักษะซ่อมและเสริมสำหรับนักเรียนในการเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ด้วย

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า แบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์เล่มนี้จะเป็นแนวทางสำหรับเพื่อนครูในการนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้ตามความเหมาะสม

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนผู้บริหารและคณะครูผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ที่ให้คำแนะนำในการจัดทำแบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์ให้มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพไว้ ณ โอกาสนี้

รุ่งฤดี อ่อนสง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
แบบฝึกทักษะการคิดคำนวณเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี
ชุดฝึกที่ 2 การคำนวณหาจำนวนโมล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล จำนวนอนุภาค และปริมาตรของแก๊ส

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายปริมาณของสาร 1 โมลและเลขอาโวกาโดร ได้ (K)
2. คำนวณบอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารต่อไปนี้ได้ (K)
 - 2.1 โมลกับจำนวนอนุภาค
 - 2.2 โมลกับมวล
 - 2.3 โมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP
3. คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร มวล ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือจำนวนโมล ได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง (K)

คำชี้แจง

1. คำชี้แจงสำหรับครู

- 1.1 แบบฝึกทักษะเล่มนี้ใช้ประกอบการสอนรายวิชาเคมี เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 1.2 ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามแบบฝึกทักษะที่กำหนดให้ด้วยตัวเองเป็นรายบุคคล โดยกำหนดเวลาให้ เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียน
- 1.3 แนะนำวิธีใช้แบบฝึกทักษะเล่มนี้ให้นักเรียนเข้าใจก่อนนำไปใช้
- 1.4 คอยให้คำแนะนำแก่นักเรียนเมื่อมีปัญหา

2. คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

แบบฝึกทักษะเล่มนี้ สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะได้ประโยชน์จากแบบฝึกทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ด้วยการปฏิบัติตามแนะนำต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

- 2.1 นักเรียนศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนลงมือทำแบบฝึกทักษะ
- 2.2 นักเรียนศึกษาตัวอย่างแบบฝึกทักษะให้เข้าใจก่อน แล้วจึงลงมือทำแบบฝึกทักษะให้ครบทุกข้อ
- 2.3 เมื่อทำกิจกรรมตามแบบฝึกเสร็จแล้ว ส่งคืนครูตามกำหนด

3. แนวคิด

1. จำนวนโมลของสาร มวลหรือน้ำหนักของสาร 1 โมล คือมวลโมเลกุลหรือมวลอะตอม ตัวอย่างเช่น O_2 1 โมลหนัก 32 กรัม
2. ปริมาตรต่อโมลของก๊าซนักวิทยาศาสตร์กำหนดให้อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศเป็นภาวะมาตรฐาน (Standard Temperature and Pressure) และเรียกย่อว่า STP
3. จำนวนอนุภาคต่อโมลของสารสารทุกชนิด 1 โมลมีจำนวน 6.023×10^{23} อนุภาค (6.023×10^{23} คือเลขอาโวกาโดร)
4. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล มวลปริมาตร และอนุภาคสาร 1 โมลจะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลอะตอมและมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.023×10^{23} อนุภาค และถ้าสารนั้นเป็นก๊าซที่ STP จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร

เนื้อหาการเรียนรู้ที่ 2.1 จำนวนโมลกับมวลของสาร

1. จำนวนโมลของสาร

ความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวลของสารขึ้นอยู่กับชนิดของโมล นักวิทยาศาสตร์พบความสัมพันธ์ระหว่างโมลและมวลของสารดังนี้

1) ปริมาณของสาร 1 โมล (โมเลกุล) ก็คือปริมาณของสารที่มีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลโมเลกุลของสารนั้น เช่น

คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีมวลโมเลกุล 44 ดังนั้น CO_2 1 โมล จึงมีมวล 44 กรัม
ออกซิเจน (O_2) มีมวลโมเลกุล 32 ดังนั้น O_2 1 โมล จึงมีมวล 32 กรัม

2) อะตอมของธาตุใดๆ ปริมาณ 1 โมล จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลอะตอมของธาตุนั้น เช่น

ธาตุออกซิเจนมีมวลอะตอม 16 ดังนั้นออกซิเจน 1 โมลอะตอมจึงมีมวล 16 กรัม
ธาตุโซเดียมมีมวลอะตอม 23 ดังนั้นโซเดียม 1 โมลอะตอมจึงมีมวล 23 กรัม

3) ปริมาณของไอออน 1 โมล จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลไอออนของไอออนนั้นๆ เช่น

คลอไรด์ไอออน (Cl^-) มีมวลไอออน 35.5 ดังนั้น Cl^- 1 โมลจึงมีมวล 35.5 กรัม
ซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) มีมวลไอออน 96 ดังนั้น SO_4^{2-} 1 โมลจึงมีมวล 96 กรัม

4) สารที่มีไม่ได้อยู่ในลักษณะเป็นโมเลกุลอย่างชัดเจน แต่อยู่ในลักษณะของไอออนที่เกาะกันเป็นโครงผลึก ปริมาณของสาร 1 โมล จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับผลบวกของมวลไอออนในโครงผลึกนั้น เช่น

- NaCl 1 โมล มี Na^+ 1 โมล และ Cl^- 1 โมล Na^+ 1 โมล มีมวล 23 กรัม Cl^- 1 โมลมีมวล 35.5 กรัม เพราะฉะนั้น NaCl 1 โมล จึงมีมวล เท่ากับ $23 + 35.5 = 58.5$ กรัม

(ถือว่ามวลของไอออนใด ๆ มีค่าเท่ากับมวลอะตอมของธาตุนั้น ๆ)

โดยสรุป

สาร	1	โมล	มีมวล = มวลโมเลกุล (หน่วยเป็นกรัม)
ธาตุ	1	โมล	มีมวล = มวลอะตอม (หน่วยเป็นกรัม)
ไอออน	1	โมล	มีมวล = มวลไอออน (หน่วยเป็นกรัม)

การหาจำนวนโมลของสาร

หรือ เขียนเป็นสูตรทั่วไปว่า

$$\text{จำนวนโมล} = \frac{\text{มวลของสารเป็นกรัม}}{\text{มวลอะตอม หรือมวลโมเลกุล หรือมวลไอออนของสารนั้น}}$$

$$\text{หรือ } n = \frac{W}{M}$$

ตัวอย่างที่ 1

ก๊าซฮีเลียม 44.8 โมล จะมีมวลกี่กรัม ?

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และมวลเป็นกรัม จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{W}{M} \\ 44.8 &= \frac{W}{4} \\ W &= 176.2 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2

ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) 3.65 กรัม มีกี่โมล

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และมวลเป็นกรัม จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{W}{M} \\ &= \frac{3.65}{36.5} \\ &= 0.1 \text{ โมล} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3

สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 450 กรัม มีกี่โมล

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และมวลเป็นกรัม จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{W}{M} \\ &= \frac{450}{40} \\ &= 11.2 \text{ โมล} \end{aligned}$$

แบบฝึกทักษะที่ 2.1 จำนวนโมลกับมวลของสาร
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 2 เรื่อง การคำนวณหาจำนวนโมล

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น ม.....

คำชี้แจง ให้นักเรียน แสดงวิธีทำ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. จงคำนวณหาจำนวนโมลของสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ก. อะลูมิเนียม (Al) 2.70 g

.....

.....

.....

ข. น้ำ (H_2O) 0.36 g

.....

.....

.....

ค. เลด (II) ไนเตรต ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) 82.75 g

.....

.....

.....

ง. ดีบุก (Sn) 17.5 g

.....

.....

.....

จ. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 100 g

.....

.....

.....

เนื้อหาการเรียนรู้ที่ 2.2 ปริมาตรต่อโมลของก๊าซ

ปริมาตรของก๊าซเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิและความดัน การบอกปริมาตรของก๊าซจึงต้องระบุอุณหภูมิและความดันไว้ด้วย นักวิทยาศาสตร์กำหนดให้อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศเป็นภาวะมาตรฐาน (Standard Temperature and Pressure) และเรียกย่อว่า STP เช่นก๊าซออกซิเจน 32 กรัม (ปริมาณ 1 โมล) มีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าปริมาตรต่อโมลของก๊าซออกซิเจนมีค่า 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

การหาจำนวนโมลของก๊าซ

หรือเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จำนวนโมลของก๊าซ} &= \frac{\text{ปริมาตรของก๊าซ (dm}^3\text{) ที่ STP}}{22.4} \\ \text{หรือ } n &= \frac{V}{22.4} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 1

แก๊ส ไฮโดรเจน 44.8 l มีกี่โมล

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และจำนวนปริมาตร จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{V}{22.4} \\ &= \frac{44.8}{22.4} \\ &= 2 \text{ โมล} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2

แก๊ส ไนโตรเจน 45 โมล มีปริมาตรของแก๊ส

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และจำนวนปริมาตร จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} \frac{V}{22.4} &= n \\ \frac{V}{22.4} &= 45 \\ V &= 45 \times 22.4 \\ &= 1,008 \quad \text{ล} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3

แก๊ส ออกซิเจน 500 โมล มีปริมาตรของแก๊ส

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และจำนวนปริมาตร จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} \frac{V}{22.4} &= n \\ \frac{V}{22.4} &= 500 \\ V &= 500 \times 22.4 \\ &= 11,200 \quad \text{ล} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4

แก๊ส ฮีเลียม 3000 โมล มีปริมาตรของแก๊ส

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และจำนวนปริมาตร จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} \frac{V}{22.4} &= n \\ \frac{V}{22.4} &= 3000 \\ V &= 3000 \times 22.4 \\ &= 67200 \quad \text{ล} \end{aligned}$$

แบบฝึกทักษะที่ 2.2 ปริมาตรต่อโมลของก๊าซ
 รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 ชุดที่ 2 เรื่อง การคำนวณหาจำนวนโมล



ชื่อ-สกุล เลขที่ ชั้น ม.

คำชี้แจง ให้นักเรียน แสดงวิธีทำ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. จงคำนวณหาจำนวนโมลของสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ก. ก๊าซออกซิเจน 0.5 ลิตรที่ STP

.....

.....

.....

ข. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.2 ลิตร ที่ STP..

.....

.....

.....

ค. ก๊าซไฮโดรเจน 0.25 ลิตรที่ STP

.....

.....

.....

ง. ก๊าซไนโตรเจน 14 ลิตรที่ STP

.....

.....

.....

จ. ก๊าซฮีเลียม 3500 cm^3 ที่ STP

.....

.....

.....

เนื้อหาการเรียนรู้ที่ 2.3 จำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร



“โมล คือ หน่วยที่ใช้แทนปริมาณของธาตุ 6.02×10^{23} อะตอม” ดังนั้น ธาตุใดๆ 1 โมล จึงมี 6.02×10^{23} อะตอม

และเพื่อให้ใช้ได้อย่างกว้างขวาง ทั้งกับอะตอม โมเลกุล ไอออน จึงใช้จำนวนอนุภาคแทนจำนวนอะตอม โดยนิยามสาร 1 โมล ดังนี้

“สารใดๆ 1 โมล คือ ปริมาณของสารที่มีจำนวนอนุภาค 6.02×10^{23} อนุภาค”

“อนุภาค” ในวิชาเคมีเป็นคำกล่าวรวมๆ ซึ่งอาจจะหมายถึง โมเลกุล อะตอม หรือ ไอออน หรืออิเล็กตรอนก็ได้ การแบ่งประเภทของโมลจะแบ่งตามชนิดของอนุภาค คือ

- โมลโมเลกุล
- โมลอะตอม
- โมลไอออน

◆ กรณีที่เป็นสารประกอบ โมลจะหมายถึง โมลโมเลกุล

เช่น สารประกอบ A 1 โมล หมายถึงสารประกอบ A 1 โมลโมเลกุล มี A 6.02×10^{23} โมเลกุล

◆ กรณีเป็นธาตุ โมลจะหมายถึง โมลอะตอม

เช่น ธาตุออกซิเจน 1 โมล หมายถึง ธาตุออกซิเจน 1 โมลอะตอม มีออกซิเจน 6.02×10^{23} อะตอม

◆ กรณีของก๊าซ โมลจะหมายถึง โมลโมเลกุล (ก๊าซที่ 1 โมเลกุลมี 2 หรือมากกว่า 2 อะตอม)

หาจำนวนโมลของอนุภาค

เช่น ก๊าซออกซิเจน 1 โมล หมายถึง ก๊าซออกซิเจน 1 โมลโมเลกุล มีออกซิเจน 6.02×10^{23} โมเลกุล

หรือเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

	จำนวนโมล	=	$\frac{\text{จำนวนโมเลกุล}}{6.02 \times 10^{23}}$
หรือ	n	=	$\frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$

ตัวอย่างที่ 1

น้ำตาลกลูโคส 18.45×10^{20} โมเลกุล มีกี่โมล

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และ จำนวนอนุภาค จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\
 &= \frac{18.45 \times 10^{20}}{6.02 \times 10^{23}} \\
 &= 3.06 \times 10^{-3} \text{ โมล}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2

น้ำ 35.56×10^{27} โมเลกุล มีกี่โมล

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และ จำนวนอนุภาค จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\
 &= \frac{35.56 \times 10^{27}}{6.02 \times 10^{23}} \\
 &= 5.90 \times 10^4 \text{ โมล}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3

สารกรดซัลฟิวริก 100 โมล มีกี่โมเลกุล

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และ จำนวนอนุภาค จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}
 \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} &= n \\
 \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} &= 100 \\
 N &= 100 \times 6.02 \times 10^{23} \\
 &= 602 \times 10^{23} \text{ โมเลกุล}
 \end{aligned}$$

แบบฝึกทักษะที่ 2.3 จำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 2 เรื่อง การคำนวณหาจำนวนโมล



ชื่อ-สกุล..... เลขที่..... ชั้น ม.....

คำชี้แจง ให้นักเรียน แสดงวิธีทำ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. จงคำนวณหาจำนวนโมลของสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ก. สารประกอบโซเดียมคลอไรด์ 500×10^{25} โมเลกุล

ข. ธาตุ โซเดียมไอออน 123.89×10^{35} ไอออน

ค. ธาตุแมกนีเซียม 34.45×10^{50} อะตอม

ง. สารโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 78.23×10^{23} โมเลกุล

จ. ใช้น้ำ 246.68×10^{23} โมเลกุล

เนื้อหาการเรียนรู้ที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล มวล ปริมาตร และอนุภาค



จากกฎของอาโวกาโดรที่ว่าภายใต้อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ก๊าซที่มีปริมาตรเท่ากันย่อมจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน แสดงว่าปริมาตรของก๊าซมีความสัมพันธ์กับจำนวนโมเลกุล และเนื่องจากจำนวนโมเลกุลมีความสัมพันธ์กับจำนวนโมล กล่าวคือ สารใดๆ 1 โมล ย่อมประกอบด้วย 6.02×10^{23} โมเลกุล ดังนั้นปริมาตรของก๊าซจึงควรจะมี ความสัมพันธ์กับจำนวนโมลด้วย

การคำนวณเกี่ยวกับโมล

การคำนวณเกี่ยวกับโมล มวล ปริมาตร และอนุภาค นอกจากจะอาศัย ความสัมพันธ์ที่กล่าวมาแล้ว ยังอาจื่อนำมาสรุปเป็นสูตรที่เกี่ยวกับโมลได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จำนวนโมล} &= \frac{\text{มวลของสาร(กรัม)}}{\text{มวลโมเลกุล}} = \frac{\text{ปริมาตรของก๊าซ(dm}^3\text{) ที่ STP}}{22.4} = \frac{\text{จำนวนโมเลกุล}}{6.02 \times 10^{23}} \\ \text{หรือ } n &= \frac{W}{M} = \frac{V}{22.4} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 1

แก๊สชนิดหนึ่งมีสูตรโมเลกุล C_3H_8 ถ้าแก๊สนี้หนัก 2 กรัม จะมี ปริมาตรเท่าใดที่ STP (C=12, H=1)

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ มวล และปริมาตรของแก๊ส จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} \frac{V}{22.4} &= \frac{W}{M} \\ \frac{V}{22.4} &= \frac{2}{44} \\ V &= 1.01 \quad 1 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2

สารชนิดหนึ่งหนัก 0.2 กรัม มีปริมาตร 300 cm^3 ที่ STP แก๊สชนิดนี้มีมวลโมเลกุลเท่าไร

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ มวล และปริมาตรของแก๊ส จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{array}{rcl} \frac{W}{M} & = & \frac{V}{22.4} \\ \frac{2}{M} & = & \frac{0.3}{22.4} \\ M & = & 149.3 \text{ โมเลกุล} \end{array}$$

ตัวอย่างที่ 3

สาร D หนัก 1.2 กรัม เมื่อทำให้เป็นไอจะได้ไอปริมาตร 224 cm^3 ที่ STP ดังนั้นมวลโมเลกุลของสาร D เท่ากับ

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ มวล และปริมาตรของแก๊ส จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{array}{rcl} \frac{W}{M} & = & \frac{V}{22.4} \\ \frac{1.2}{M} & = & \frac{2.24}{22.4} \\ M & = & 12 \end{array}$$

ตัวอย่างที่ 4

แก๊สชนิดหนึ่งเราใช้เครื่องมือตรวจนับจำนวนโมเลกุลได้เท่ากับ 9.03×10^{23} โมเลกุล อยากทราบว่าปริมาตรกี่ลิตรที่ STP

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ ปริมาตรของแก๊ส และ จำนวนโมเลกุล จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{array}{rcl} \frac{V}{22.4} & = & \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\ \frac{V}{22.4} & = & \frac{9.03 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} \\ V & = & 33.6 \text{ ลิตร} \end{array}$$

แบบฝึกทักษะที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตร

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดที่ 2 เรื่อง การคำนวณหาจำนวนโมล



ชื่อ-สกุล เลขที่ ชั้น ม.

คำชี้แจง ให้นักเรียน แสดงวิธีทำ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วย H 1 อะตอม N 1 อะตอม และ O 3 อะตอม สารนี้หนัก 31.5 กรัม จะมีกี่โมเลกุล

.....

2. เพนนิซิลินมีสูตรเคมีเป็น $C_{16}H_{18}O_4N_2S$ 100 กรัม มีกี่โมเลกุล ($C = 12$ $H = 1$ $O = 16$ $N = 14$ $S = 32$)

.....

3. แก๊สอาร์กอน $1,500 \text{ cm}^3$ ที่ STP หนักกี่กรัม ($Ar = 39.95$)

.....

4. แก๊สออกซิเจน 71.45 g จะมีปริมาตรกี่ dm^3 ที่ STP

.....

5. C_2H_4 0.5 โมล มีมวลกี่กรัม

.....

6. Na_2CO_3 5.3 g มีกี่โมล

.....

.....

แนวการตอบแบบฝึกทักษะที่ 2.1
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 2 เรื่อง การคำนวณหาจำนวนโมล



คำชี้แจง ให้นักเรียน แสดงวิธีทำ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. จงคำนวณหาจำนวนโมลของสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ก. อะลูมิเนียม (Al) 2.70 g

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และมวลเป็นกรัม จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{W}{M} \\ &= \frac{2.7}{27} \\ &= 0.1 \text{ โมล} \end{aligned}$$

ข. น้ำ (H_2O) 0.36 g

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และมวลเป็นกรัม จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{W}{M} \\ &= \frac{0.36}{18} \\ &= 0.02 \text{ โมล} \end{aligned}$$

ค. เลด (II) ไนเตรต ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) 82.75 g

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และมวลเป็นกรัม จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{W}{M} \\ &= \frac{82.75}{331} \\ &= 0.25 \text{ โมล} \end{aligned}$$

ง. ดีบุก (Sn) 17.5 g

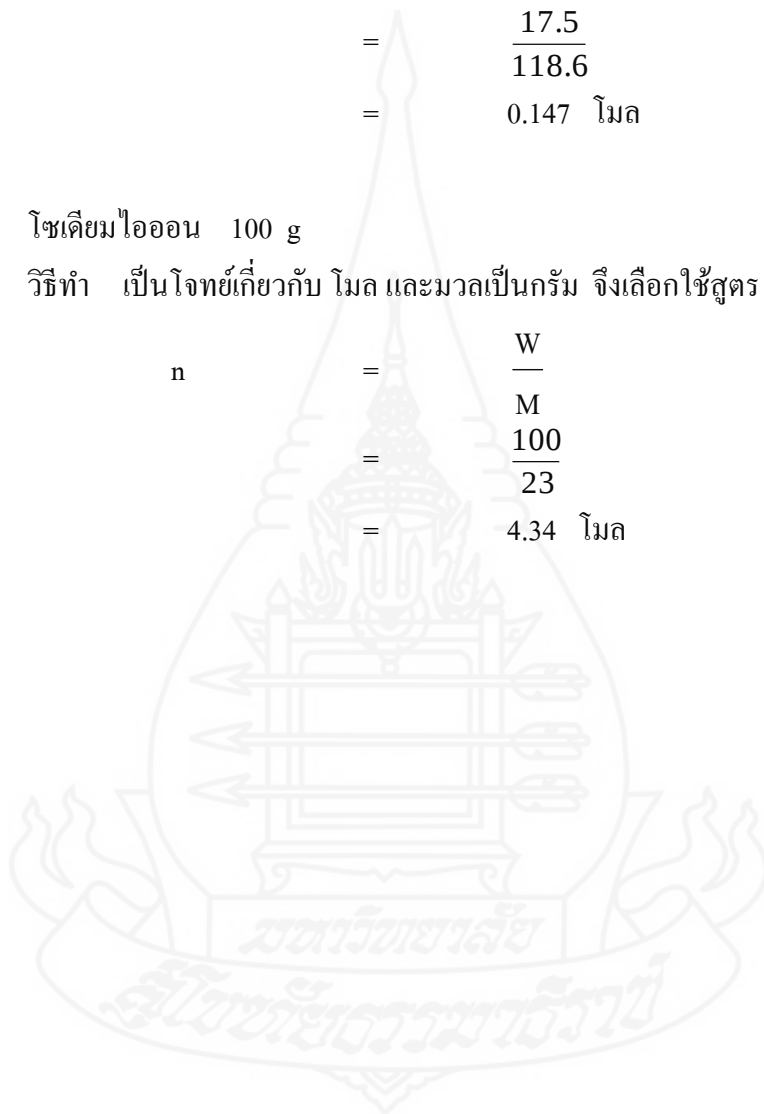
วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และมวลเป็นกรัม จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{W}{M} \\ &= \frac{17.5}{118.6} \\ &= 0.147 \text{ โมล} \end{aligned}$$

จ. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 100 g

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และมวลเป็นกรัม จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{W}{M} \\ &= \frac{100}{23} \\ &= 4.34 \text{ โมล} \end{aligned}$$



แนวการตอบแบบฝึกทักษะที่ 2.2
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 2 เรื่อง การคำนวณหาจำนวนโมล



คำชี้แจง ให้นักเรียน แสดงวิธีทำ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. จงคำนวณหาจำนวนโมลของสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ก. ก๊าซออกซิเจน 0.5 ลิตรที่ STP

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และปริมาตรของแก๊ส จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{V}{22.4} \\ &= \frac{0.5}{22.4} \\ &= 0.022 \text{ โมล} \end{aligned}$$

ข. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.2 ลิตร ที่ STP

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และปริมาตรของแก๊ส จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{V}{22.4} \\ &= \frac{0.2}{22.4} \\ &= 0.008 \text{ โมล} \end{aligned}$$

ค. ก๊าซไฮโดรเจน 0.25 ลิตรที่ STP

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และปริมาตรของแก๊ส จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{V}{22.4} \\ &= \frac{0.25}{22.4} \\ &= 0.011 \text{ โมล} \end{aligned}$$

ง. ก๊าซไนโตรเจน 14 ลิตรที่ STP

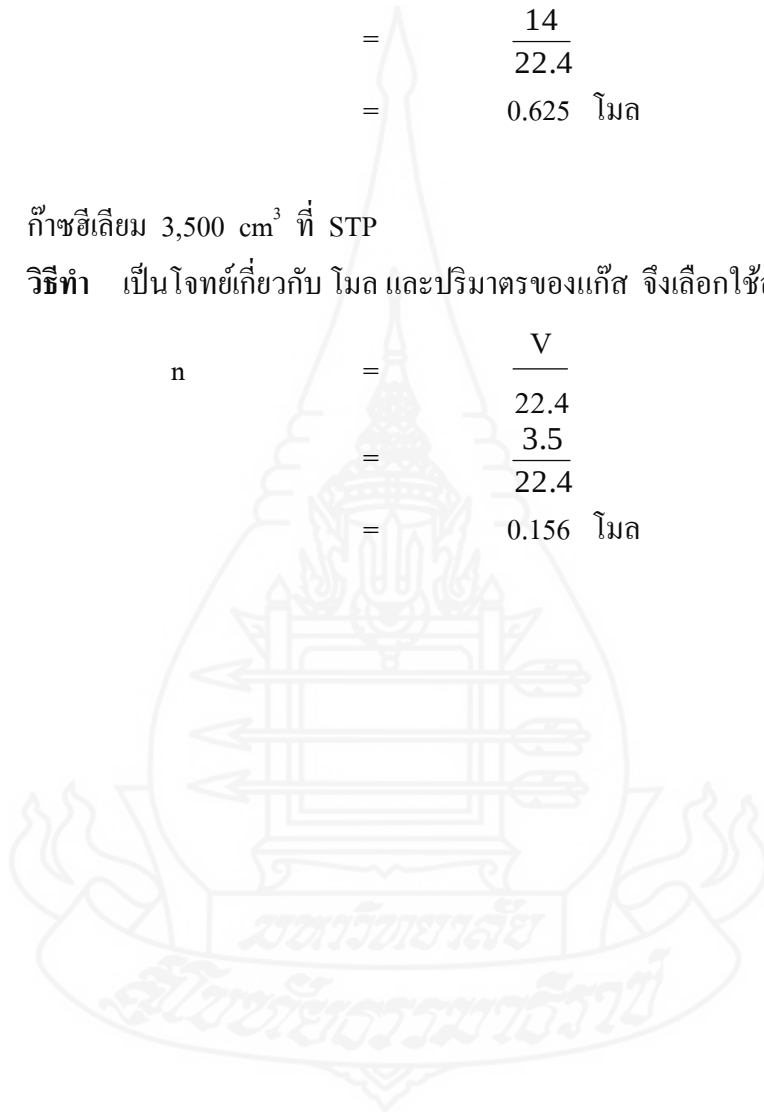
วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และปริมาตรของแก๊ส จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{V}{22.4} \\ &= \frac{14}{22.4} \\ &= 0.625 \text{ โมล} \end{aligned}$$

จ. ก๊าซฮีเลียม 3,500 cm³ ที่ STP

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และปริมาตรของแก๊ส จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{V}{22.4} \\ &= \frac{3.5}{22.4} \\ &= 0.156 \text{ โมล} \end{aligned}$$



แนวการตอบแบบฝึกทักษะที่ 2.3
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 2 เรื่อง การคำนวณหาจำนวนโมล



คำชี้แจง ให้นักเรียน แสดงวิธีทำ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. จงคำนวณหาจำนวนโมลของสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ก. สารประกอบโซเดียมคลอไรด์ 500×10^{27} โมเลกุล

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และจำนวนอนุภาค จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\ &= \frac{500 \times 10^{27}}{6.02 \times 10^{23}} \\ &= 83.05 \times 10^4 \text{ โมล} \end{aligned}$$

ข. ธาตุ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 123.89×10^{35} ไฮดรอกไซด์

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และจำนวนอนุภาค จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\ &= \frac{123.89 \times 10^{35}}{6.02 \times 10^{23}} \\ &= 20.579 \times 10^{12} \text{ โมล} \end{aligned}$$

ค. ธาตุแมกนีเซียม 34.45×10^{50} อะตอม

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และจำนวนอนุภาค จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\ &= \frac{34.45 \times 10^{50}}{6.02 \times 10^{23}} \\ &= 5.722 \times 10^{27} \text{ โมล} \end{aligned}$$

ง. สารประกอบโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 78.23×10^{23} โมเลกุล

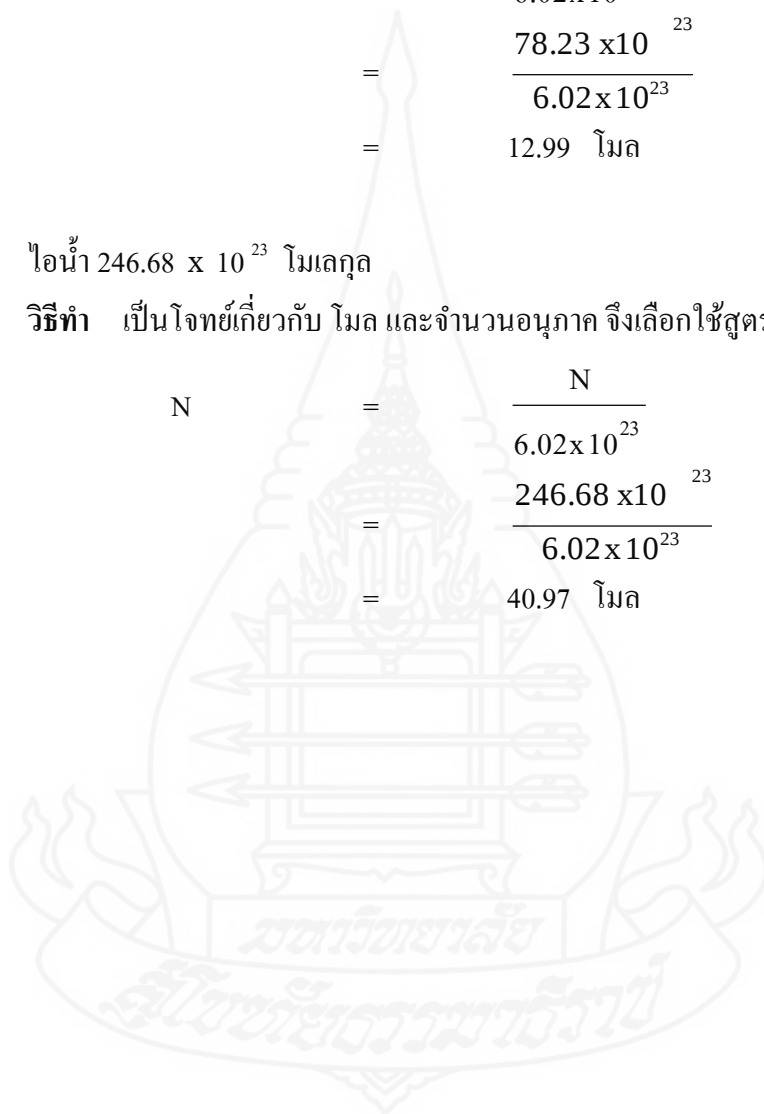
วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และจำนวนอนุภาค จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\ &= \frac{78.23 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} \\ &= 12.99 \text{ โมล} \end{aligned}$$

จ. ใอน้ำ 246.68×10^{23} โมเลกุล

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และจำนวนอนุภาค จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} N &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\ &= \frac{246.68 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} \\ &= 40.97 \text{ โมล} \end{aligned}$$



แนวการตอบแบบฝึกทักษะที่ 2.4

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 2 เรื่อง การคำนวณหาจำนวนโมล



คำชี้แจง ให้นักเรียน แสดงวิธีทำ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

- สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วย H 1 อะตอม N 1 อะตอม และ O 3 อะตอม สารนี้หนัก 31.5 กรัม จะมีกี่โมเลกุล

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ มวล และ โมเลกุล จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} \frac{W}{M} &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\ \frac{31.5}{63} &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\ N &= 3.01 \times 10^{23} \text{ โมเลกุล} \end{aligned}$$

- เพนนิซิลินมีสูตรเคมีเป็น $C_{16}H_{18}O_4N_2S$ 100 กรัม มีกี่โมเลกุล (C = 12 H = 10 O = 16 N = 14 S = 32)

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ มวล และ โมเลกุล จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} \frac{W}{M} &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\ \frac{100}{334} &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\ N &= 1.8 \times 10^{23} \text{ โมเลกุล} \end{aligned}$$

- แก๊สอาร์กอน $1,500 \text{ cm}^3$ ที่ STP หนักกี่กรัม (Ar = 39.95)

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ มวล และ ปริมาตร จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} \frac{W}{M} &= \frac{V}{22.4} \\ \frac{w}{40} &= \frac{1.5}{22.4} \\ W &= 2.67 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

4. แก๊สออกซิเจน 71.45 g จะมีปริมาตรกี่ dm^3 ที่ STP

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ มวล และปริมาตร จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}\frac{V}{22.4} &= \frac{W}{M} \\ \frac{V}{22.4} &= \frac{71.45}{32} \\ V &= 50.015 \quad 1\end{aligned}$$

5. C_2H_4 0.5 โมล มีมวลกี่กรัม

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ มวล และโมล จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}\frac{W}{M} &= n \\ \frac{W}{28} &= 0.5 \\ W &= 14 \quad \text{กรัม}\end{aligned}$$

6. Na_2CO_3 5.3 g มีกี่โมล

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ มวล และโมล จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}n &= \frac{W}{M} \\ &= \frac{5.3}{106} \\ W &= 0.05 \quad \text{กรัม}\end{aligned}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การตรวจให้คะแนนแบบฝึกทักษะ กำหนดคะแนน ทำถูกต้องได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน
 - 1.1 ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนสูตรของจำนวนโมลได้
 - 1.2 ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนแทนค่าของจำนวนโมลได้
 - 1.3 ให้ 1 คะแนนสำหรับหาคำตอบของจำนวนโมลได้
2. การประเมินผลในแบบฝึกแต่ละชุด ให้กา / ลงใน () แต่ละระดับผลการประเมินซึ่งอยู่ท้ายแบบฝึกนั้นๆ ตามเกณฑ์ ดังนี้

แบบฝึกทักษะ	เรื่อง	เกณฑ์ในการผ่าน
แบบฝึกทักษะที่ 2.1	จำนวนโมลกับมวลของสาร	ต้องผ่าน 3 ข้อ
แบบฝึกทักษะที่ 2.2	ปริมาตรต่อโมลของก๊าซ	ต้องผ่าน 3 ข้อ
แบบฝึกทักษะที่ 2.3	จำนวนอนุภาคต่อโมลของสาร	ต้องผ่าน 3 ข้อ
แบบฝึกทักษะที่ 2.4	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตร	ต้องผ่าน 3 ข้อ

คติสอนใจ



กาย วาจา ใจ ที่เกิดแห่งบุญ ใจนั้นคือความคิด จิต หรือใจโดยความหมายเป็นสิ่งเดียวกัน จิตหรือใจ เป็นสภาพเป็นกลางๆ ถ้าคิดเรื่องดีก็เป็นบุญ ถ้าคิดเรื่องไม่ดีก็เป็นบาป สติเป็นหลักปฏิบัติสำคัญของ จิต ฝึกหัดให้เป็นผู้มีสติประจำจิตอยู่เสมอ

แบบฝึกทักษะการคิดคำนวณเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของ
 สารในสมการเคมี
 ชุดฝึกที่ 3 การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี

นางรุ่งฤดี อ่อนสง
 ครู วิทยฐานะชำนาญการ
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2
 อำเภอเมือง จังหวัด สุราษฎร์ธานี
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 11
 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ที่มุ่งหวังให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กำหนดไว้

แบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์ เล่มที่ 3 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี แบบฝึก ประกอบด้วย คำแนะนำการใช้แบบฝึก จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาตัวอย่างแบบฝึกทักษะ แบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งนอกจากจะใช้ประกอบการเรียนการสอนในห้องเรียนแล้วยังใช้เป็นแบบฝึกเสริมทักษะนอกเวลาเรียนเพื่อฝึกทักษะเพิ่มเติม รวมทั้งใช้ฝึกทักษะซ่อมและเสริมสำหรับนักเรียนในการเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ด้วย

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า แบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์เล่มนี้จะเป็นแนวทางสำหรับเพื่อนครูในการนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้ตามความเหมาะสม

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนผู้บริหารและคณะครูผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ที่ให้คำแนะนำในการจัดทำแบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์ให้มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพไว้ ณ โอกาสนี้

รุ่งฤดี อ่อนสง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

แบบฝึกทักษะการคิดคำนวณเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี
 ชุดฝึกที่ 3 การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

คำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาที่เป็นไปตามกฎทรงมวลได้
 คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของระบบกับสิ่งแวดล้อมและภาวะของระบบได้
2. อธิบายความหมายของระบบปิดและระบบเปิดพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบได้
3. สรุปสาระสำคัญของกฎทรงมวลและใช้คำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีได้
4. สรุปสาระสำคัญของกฎสัดส่วนคงที่และใช้คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบได้

คำชี้แจง

1. คำชี้แจงสำหรับครู

- 1.1 แบบฝึกทักษะเล่มนี้ใช้ประกอบการสอนรายวิชาเคมี เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 1.2 ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามแบบฝึกทักษะที่กำหนดให้ด้วยตัวเองเป็นรายบุคคลโดยกำหนดเวลาให้เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียน
- 1.3 แนะนำวิธีใช้แบบฝึกทักษะเล่มนี้ให้นักเรียนเข้าใจก่อนนำไปใช้
- 1.4 คอยให้คำแนะนำแก่นักเรียนเมื่อมีปัญหา

2. คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

แบบฝึกทักษะเล่มนี้ สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะได้ประโยชน์จากแบบฝึกทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ด้วยการปฏิบัติตามแนะนำต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

- 2.1 นักเรียนศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนลงมือทำแบบฝึกทักษะ
- 2.2 นักเรียนศึกษาตัวอย่างแบบฝึกทักษะให้เข้าใจก่อน แล้วจึงลงมือทำแบบฝึกทักษะให้ครบทุกข้อ
- 2.3 เมื่อทำกิจกรรมตามแบบฝึกเสร็จแล้ว ส่งคืนครูตามกำหนดเวลา

3. แนวคิด

3.1 กฎทรงมวลของสาร “มวลของสารทั้งหมดก่อนการเปลี่ยนแปลงจะเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังการเปลี่ยนแปลง”

3.2 กฎสัดส่วนคงที่ “เมื่อธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบ อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั้นย่อมมีค่าคงที่เสมอไม่ว่าสารประกอบนั้นจะเตรียมขึ้นโดยวิธีใด หรือจะเตรียมกี่ครั้งก็ตาม”

เนื้อหาการเรียนรู้ที่ 3.1

กฎทรงมวลของสาร (Law of Conservation of Mass)

ปี ค.ศ. 1774 ลาวัซซีเยร์ (Lavoisier) นักเคมีชาวฝรั่งเศส ได้ทำการทดลองเผาเมอร์คิวรี (II)ออกไซด์ (HgO) ซึ่งเป็นของแข็งในภาชนะปิดพบว่าได้ปรอทและก๊าซออกซิเจน จากการศึกษาพบว่า “มวลของ HgO เท่ากับผลบวกของมวลของ Hg กับ O_2 ” จึงได้สรุปเป็นกฎเกณฑ์ว่า
 “มวลของสารทั้งหมดก่อนการเปลี่ยนแปลงจะเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังการเปลี่ยนแปลง”

ตัวอย่างการคำนวณกฎทรงมวลของสาร

ตัวอย่างที่ 1

นำน้ำ 20 กรัม ไปแยกด้วยไฟฟ้ากรูหนึ่ง พบว่าเกิดก๊าซ H_2 2 กรัม เกิดก๊าซ O_2 16 กรัม และมีน้ำเหลืออยู่ 2 กรัม จึงแสดงให้เห็นว่าการเกิดปฏิกิริยานี้เป็นไปตามกฎทรงมวล

วิธีทำ มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยา = มวลของน้ำ = 20 กรัม

$$\begin{aligned}\text{มวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยา} &= \text{มวลของก๊าซ } \text{H}_2 + \text{มวลของก๊าซ } \text{O}_2 + \text{มวลของน้ำที่เหลือ} \\ &= 2 + 16 + 2 = 20 \text{ กรัม}\end{aligned}$$

มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารหลังปฏิกิริยา

$$W (\text{ก่อน}) = W (\text{หลัง})$$

$$\begin{aligned}\text{มวลของน้ำ} &= \text{มวลของก๊าซ } \text{H}_2 + \text{มวลของก๊าซ } \text{O}_2 + \text{มวลของน้ำที่เหลือ} \\ 20 &= 2 + 16 + 2\end{aligned}$$

นั่นคือ มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารหลังปฏิกิริยา

ตัวอย่างที่ 2

เมื่อใช้ Zn 3.5 กรัม ทำปฏิกิริยากับสารละลาย H_2SO_4 5.2 กรัม พบว่าเกิด ZnSO_4 6.8 กรัม กับก๊าซ H_2 1.4 กรัม จงหาปริมาณ Zn ที่เหลือ

วิธีทำ $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 + \text{มวลของ } \text{Zn} \text{ ที่เหลือ}$

$$3.5 \quad 5.2 \quad \quad 6.8 \quad 1.4 \quad \quad x$$

$$\text{มวลก่อนปฏิกิริยา} = 3.5 + 5.2 = 8.7 \text{ กรัม}$$

$$\text{มวลหลังปฏิกิริยา} = 6.8 + 1.4 + x = 8.2 + x$$

จากกฎทรงมวล	มวลก่อนปฏิกิริยา	=	มวลหลังปฏิกิริยา
	W (ก่อน)	=	W (หลัง)
	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4$	=	$\text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 + \text{มวลของ Zn ที่เหลือ}$
	$3.5 + 5.2$	=	$6.8 + 1.4 + x$
	8.7	=	$8.2 + x$
	x (มวลของ Zn ที่เหลือ)	=	0.5 กรัม

ตัวอย่างที่ 3

นำน้ำจำนวน 20 กรัม ไปแยกด้วยไฟฟ้าไปได้สักรุ่นหนึ่ง พบว่าเมื่อเกิดก๊าซ H_2 2 กรัม ก๊าซ O_2 16 กรัม และเหลือน้ำอยู่ 2 กรัม จึงแสดงให้เห็นว่าการเกิดปฏิกิริยานี้เป็นไปตามกฎทรงมวล

วิธีทำ มวลสารก่อนเกิดปฏิกิริยา = มวลของน้ำ = 20 กรัม

มวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยา = มวลของก๊าซ H_2 + มวลของก๊าซ O_2 + มวลของน้ำที่เหลือ

$= 2 + 16 + 2 = 20 \text{ กรัม}$

จะเห็นว่า มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลสารหลังเกิดปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎทรงมวล

ตัวอย่างที่ 4

เมื่อใส่โลหะแมกนีเซียม 2.4 กรัม ลงในปิกเกอร์ที่มีกรดไฮโดรคลอริก 15.0 กรัม มีก๊าซไฮโดรเจนเกิดขึ้นหลังจากที่ปฏิกิริยาสิ้นสุดลงมีสารเหลืออยู่ 17.2 กรัม ก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นนี้มีมวลเท่าใด

วิธีทำ มวลสารก่อนเกิดปฏิกิริยา = มวลของโลหะแมกนีเซียม + กรดไฮโดรคลอริก

$= 2.4 + 15 = 17.5$

มวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยา = มวลของก๊าซ H_2 + มวลของสารที่เหลือ

จากกฎทรงมวล มวลก่อนปฏิกิริยา = มวลหลังปฏิกิริยา

W (ก่อน) = W (หลัง)

มวลของโลหะแมกนีเซียม + กรดไฮโดรคลอริก = มวลของก๊าซ H_2 + สารที่เหลือ

$2.4 + 15 = X + 17.2$

$X = 0.3$

เพราะฉะนั้น มวลของก๊าซ H_2 เท่ากับ 0.3 กรัม

จะเห็นว่า มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลสารหลังเกิดปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎทรงมวล

ตัวอย่างที่ 5

เมื่อละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 3.32 กรัม ในน้ำจำนวนหนึ่ง แล้วเติมเลด (II) ไนเตรดลงไป 3.5 กรัม หลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้วปรากฏว่าได้เลด (II) ไอโอไดด์และโพแทสเซียมไนเตรดจากการตรวจสอบมีโพแทสเซียมไนเตรดเกิดขึ้น 2.02 กรัม และ จงหามวลของเลด (II) ไอโอไดด์

วิธีทำ มวลสารก่อนเกิดปฏิกิริยา = มวลของโพแทสเซียมไอโอไดด์ + เลด (II) ไนเตรด
 = 3.32 + 3.5

มวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยา = มวลของ เลด (II) ไอโอไดด์ + โพแทสเซียมไนเตรด
 = มวลของ เลด (II) ไอโอไดด์ + 2.02

มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารหลังปฏิกิริยา

W (ก่อน) = W (หลัง)
 6.85 = มวลของ เลด (II) ไอโอไดด์ + 2.02

มวลของ เลด (II) ไอโอไดด์ = 4.82

เพราะฉะนั้น มวลของ มวลของ เลด (II) ไอโอไดด์ เท่ากับ 4.82 กรัม



แบบฝึกทักษะที่ 3.1 กฎทรงมวลของสาร
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 3 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น ม.....

คำชี้แจง ให้นักเรียน แสดงวิธีทำ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. อยากทราบว่าจะต้องใช้ออกซิเจนกี่กรัม จึงจะรวมพอกับแมกนีเซียม 12.5 กรัม เกิดเป็นสารประกอบแมกนีเซียม 32.5 กรัม

.....

2. เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนต จะสลายให้แคลเซียมออกไซด์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าเผา แคลเซียมคาร์บอเนต 150 กรัม จะได้แคลเซียมออกไซด์ 87.6 กรัม จงหา ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดขึ้นเท่าใด

.....

3. เมื่อเผาแมกนีเซียม 1.5 กรัม จะรวมตัวกับ ออกซิเจน 1.0 กรัม ถ้าต้องการเผา เผาแมกนีเซียม 7.6 กรัมให้พอกี จะต้องใช้ออกซิเจนอย่างน้อยกี่กรัม

.....

4. เผา KClO_3 12.26 กรัม ได้ KCl และ O_2 ถ้าได้ KCl 7.46 กรัม จะได้ออกซิเจนกี่กรัม

.....

5. โซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต 8.4 กรัม ทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติก 20.0 กรัม ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น หลังจากที่ทำปฏิกิริยาสิ้นสุดลงมีสารเหลืออยู่ 24.0 กรัม ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าใด

.....

เนื้อหาการเรียนรู้ที่ 3.2

กฎสัดส่วนคงที่(Law of Definite proportion)

กฎสัดส่วนคงที่ กล่าวว่า “ เมื่อธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบ อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั้นย่อมมีค่าคงที่เสมอไม่ว่าสารประกอบนั้นจะเตรียมขึ้นโดยวิธีใด หรือจะเตรียมกี่ครั้งก็ตาม “ เช่น เมื่อธาตุไฮโดรเจนรวมตัวกับธาตุออกซิเจนเป็นน้ำ อัตราส่วนโดยมวลของธาตุไฮโดรเจนต่อธาตุออกซิเจนเท่ากับ 1 : 8 เสมอ ไม่ว่าจะเตรียมน้ำโดยวิธีใดๆ หรือกี่ครั้งก็ตาม

การทดลอง	มวลของธาตุที่ใช้ (กรัม)		มวลของธาตุที่เหลือ (กรัม)		มวลของ H ₂ O(กรัม)	อัตราส่วน โดยมวลของ H:O
	H	O	H	O		
1	2	16	-	-	18	1:8
2	3	16	1	-	18	1:8
3	4	16	2	-	18	1:8
4	4	32	-	-	36	1:8
5	4	50	-	18	36	1:8

ตาราง 3.1 แสดงการรวมตัวระหว่าง H กับ O เป็น H₂O เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

ปี ค.ศ. 1797 เพราส์ (Proust) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้ตั้งกฎสัดส่วนคงที่ มีความว่า “เมื่อธาตุมารวมตัวกันเกิดสารประกอบหนึ่งจะมีสัดส่วนในการรวมตัวโดยมวลเป็นค่าคงที่”

ตัวอย่างการคำนวณกฎสัดส่วนคงที่

ตัวอย่างที่ 1

นำโลหะชนิดหนึ่งหนัก 1.021 กรัมไปละลายในกรดไนตริก (HNO₃) จนหมดได้โลหะไนเตรตซึ่งเมื่อนำไปเผาอย่างแรงจนสลายตัวหมดได้โลหะออกไซด์หนัก 1.1 กรัม ในการทดลองอีกครั้งหนึ่งนำโลหะออกไซด์ชนิดนั้น 5 กรัม มาทำปฏิกิริยากับก๊าซไฮโดรเจน (H₂) จำนวนมากเกินพอที่อุณหภูมิสูงได้โลหะ 4.64 กรัม จงแสดงว่าองค์ประกอบของโลหะออกไซด์เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

วิธีทำ การทดลองครั้งแรก

$$\text{มวลของโลหะ: มวลของออกซิเจน} = 1.021: (1.1 - 1.021) = 1.021: 0.079 = 12.9: 1$$

การทดลองครั้งที่สอง

$$\text{มวลของโลหะ: มวลของออกซิเจน} = 4.64: (5.00 - 4.64) = 4.64: 0.36 = 12.9: 1$$

เนื่องจากอัตราส่วนโดยมวลของโลหะกับออกซิเจนในโลหะออกไซด์ทั้งที่ ดังนั้นจึงเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

ตัวอย่างที่ 2

ก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) ประกอบด้วยธาตุไนโตรเจนร้อยละ 82.4 และธาตุไฮโดรเจนร้อยละ 17.6 โดยมีมวล ถ้าใช้ธาตุไนโตรเจน 10 กรัม ทำปฏิกิริยากับธาตุไฮโดรเจน 3 กรัม จะได้ก๊าซแอมโมเนียกี่กรัม

วิธีทำ อัตราส่วนโดยมวลของ N : H = 82.4 : 17.6 = 4.68 : 1

$$\text{แต่ที่โจทย์กำหนดให้ N : H} = 10 : 3 = 3.33 : 1$$

จะเห็นได้ว่า N ที่โจทย์กำหนดให้ไม่พอ หรือ N ถูกใช้หมดก่อนส่วน H เหลือ

ดังนั้น สามารถคำนวณได้ดังนี้

เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่ถูกใช้หมดไปในการคำนวณจึงต้องใช้ไนโตรเจนเป็นหลัก

$$\text{ใช้ในไตรเจน 82.4 กรัม จะใช้แอมโมเนีย} = 100 \text{ กรัม}$$

$$\text{ใช้ในไตรเจน 10 กรัม จะใช้แอมโมเนีย} = 100 \times 10 = 12.4 \text{ กรัม} \quad 82.4$$

$$\text{เพราะฉะนั้นจะได้แอมโมเนีย} = 12.14 \text{ กรัม}$$

ตัวอย่างที่ 3

เมื่อเผา C จำนวน 1.2 กรัมในอากาศ ปรากฏว่าต้องใช้ ออกซิเจนจำนวน 3.2 กรัม ในการทำปฏิกิริยาพอดีกับ C เพื่อให้เกิด CO_2 หมด และเมื่อนำ CO_2 ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาของหินปูนกับสารละลายกรดเกลือพบว่า CO_2 ที่เกิดขึ้นจำนวน 2.2 กรัม มี C อยู่ 0.6 กรัม จึงแสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบของ CO_2 เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

วิธีทำ เมื่อเผา C ในอากาศ

$$\text{อัตราส่วนโดยมวลของ C : O ใน } \text{CO}_2 = 1.2 : 3.2 = 3 : 8$$

เมื่อหินปูนทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดเกลือ

$$\text{มวลของออกซิเจน ใน } \text{CO}_2 = 2.2 - 0.6 = 1.6$$

$$\text{อัตราส่วนโดยมวลของ C : O ใน } \text{CO}_2 = 0.6 : 1.6 = 3 : 8$$

ดังนั้นจะเห็นว่าอัตราส่วนโดยมวลของ C : O ใน CO_2 จะคงที่เสมอไม่ว่าจะเตรียม

CO_2 ด้วยวิธีใดก็ตาม

แบบฝึกทักษะที่ 3.2 กฎสัดส่วนคงที่
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 2 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ-สกุล เลขที่ ชั้น ม.

คำชี้แจง ให้นักเรียน **จงแสดงวิธีทำ** ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. คาร์บอน 1.2 กรัม ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน 3.2 กรัม ได้ก๊าซไม่มีสี จากการวิเคราะห์ก๊าซชนิดหนึ่ง ซึ่งเตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดไฮโดรคลอริกกับแคลเซียมคาร์บอเนตพบว่าคาร์บอน 27.3 โดยมวล ข้อมูลนี้สนับสนุนกฎอะไร

2. ในการเผาเหล็ก 1.17 กรัม กับกำมะถัน 9.0 กรัม ปรากฏว่ามีกำมะถันเหลืออยู่ 2.02 กรัม และมีสารประกอบไอโรออน(II) ซัลไฟด์ เกิดขึ้น จากการวิเคราะห์พบว่า กำมะถันร้อยละ 36.47 โดยมวล ผลการทดลองเป็นตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

3. โซเดียม 2.3 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับคลอรีน 3.55 กรัม เกิดโซเดียมคลอไรด์ เมื่อนำเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.925 กรัม จากการวิเคราะห์พบว่า ประกอบด้วยคลอรีน 1.775 กรัม ผลการทดลองเป็นตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

4. การวิเคราะห์อูมิเนียมคาร์ไบด์ซึ่งเป็นสารประกอบระหว่างอูมิเนียมกับคาร์บอนให้ผลดังนี้ครั้งที่แรก ใช้อูมิเนียมคาร์ไบด์ 1.44 กรัม พบว่ามีอูมิเนียม 1.08 กรัม ครั้งที่สองอูมิเนียมคาร์ไบด์ 3.6 กรัม พบว่ามีคาร์บอน 0.9 กรัม เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

5. การทดลองเผาเงิน 22.3 กรัม กับไนเตรด 18 กรัม ปรากฏว่ามีสารประกอบซิลเวอร์ไนเตรดเกิดขึ้น และมีไนเตรดเหลืออยู่ 5.2 กรัม เมื่อนำสารประกอบซิลเวอร์ไนเตรด จำนวนหนึ่งมาวิเคราะห์ พบว่ามีไนเตรดเป็นองค์ประกอบร้อยละ 36.5 โดยมวล ผลการทดลองทั้งสองครั้งเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวการตอบแบบฝึกทักษะที่ 3.1

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 3 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง จงแสดงวิธีคิดคำนวณให้ถูกต้อง

1. อยากทราบว่า จะต้องใช้ออกซิเจนกี่กรัม จึงจะรวมพอดีกับแมกนีเซียม 12.5 กรัม เกิดเป็นสารประกอบแมกนีเซียม 32.5 กรัม

วิธีทำ มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารหลังปฏิกิริยา

$$W (\text{ก่อน}) = W (\text{หลัง})$$

$$\text{มวลของออกซิเจน} + \text{มวลของแมกนีเซียม} = \text{มวลของ สารประกอบแมกนีเซียม}$$

$$\text{มวลของออกซิเจน} + 12.5 = 32.5$$

$$\text{มวลของออกซิเจน} = 20 \text{ กรัม}$$

2. เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนต จะสลายให้แคลเซียมออกไซด์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าเผา แคลเซียมคาร์บอเนต 150 กรัม จะได้แคลเซียมออกไซด์ 87.6 กรัม จงหา ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดขึ้นเท่าใด

วิธีทำ มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารหลังปฏิกิริยา

$$W (\text{ก่อน}) = W (\text{หลัง})$$

$$\text{มวลของ CaCO}_3 = \text{มวลของ CaO} + \text{มวลของก๊าซ CO}_2$$

$$150 = 87.6 + \text{มวลของก๊าซ CO}_2$$

$$\text{มวลของก๊าซ CO}_2 = 62.4 \text{ กรัม}$$

3. เมื่อเผาแมกนีเซียม 1.5 กรัม จะรวมตัวกับ ออกซิเจน 1.0 กรัม ถ้าต้องการเผาแมกนีเซียม 7.6 กรัมให้พอดี จะต้องใช้ออกซิเจนอย่างน้อยกี่กรัม

วิธีทำ แมกนีเซียม 1.5 กรัม จะรวมตัวกับ ออกซิเจน 1.0 กรัม

$$\text{ถ้า แมกนีเซียม } 7.6 \text{ กรัม จะรวมตัวกับ ออกซิเจน } \frac{1.0 \times 7.6}{1.5} \text{ กรัม}$$

$$= 5.06 \text{ กรัม}$$

4. เพา KClO 12.26 กรัม ได้ KCl และ O₂ ถ้าได้ KCl 7.46 กรัม จะได้ออกซิเจนกี่กรัม

วิธีทำ มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารหลังปฏิกิริยา

$$W (\text{ก่อน}) = W (\text{หลัง})$$

$$\text{มวลของ KClO} = \text{มวลของ KCl} + \text{มวลของก๊าซ O}_2$$

$$12.26 = 7.46 + \text{มวลของก๊าซ O}_2$$

$$\text{มวลของก๊าซ O}_2 = 4.8 \text{ กรัม}$$

5. โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 8.4 กรัม ทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติก 20.0 กรัม ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น หลังจากที่ทำปฏิกิริยาสิ้นสุดลงมีสารเหลืออยู่ 24.0 กรัม ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าใด

วิธีทำ มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารหลังปฏิกิริยา

$$W (\text{ก่อน}) = W (\text{หลัง})$$

$$\text{มวลของ Na}_2\text{HCO}_3 + \text{มวลของ CH}_3\text{COOH} = \text{มวลของก๊าซ CO}_2 + \text{มวลที่เหลือ}$$

$$8.4 + 20 = \text{มวลของก๊าซ CO}_2 + 24$$

$$\text{มวลของก๊าซ CO}_2 = 4.4 \text{ กรัม}$$

**แนวการตอบแบบฝึกทักษะที่ 3.2 กฎสัดส่วนคงที่
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 3 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี**

คำชี้แจง ให้นักเรียน จงแสดงวิธีทำ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. คาร์บอน 1.2 กรัม ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน 3.2 กรัม ได้ก๊าซไม่มีสี จากการวิเคราะห์ก๊าซชนิดหนึ่งซึ่งเตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดไฮโดรคลอริกกับแคลเซียมคาร์บอเนตพบว่าคาร์บอน 27.3 โดยมวล ข้อมูลนี้สนับสนุนกฎอะไร

วิธีทำ การทดลองครั้งแรก

$$\text{มวลของ C : มวลของ O} = 1.2 : 3.2 = 1 : 2.66$$

การทดลองครั้งที่สอง

$$\text{มวลของ C : มวลของ O} = 27.3 : 72.7 = 1 : 2.66$$

เนื่องจากอัตราส่วนโดยมวลของ คาร์บอนกับออกซิเจน คงที่ ดังนั้นจึงเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

2. ในการเผาเหล็ก 1.17 กรัม กับกำมะถัน 9.0 กรัม ปรากฏว่ามีกำมะถันเหลืออยู่ 2.02 กรัมและมีสารประกอบไอร์ออน(II) ซัลไฟด์ เกิดขึ้น จากการวิเคราะห์พบว่า กำมะถันร้อยละ 63.53 โดยมวล ผลการทดลองเป็นตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

วิธีทำ การทดลองครั้งแรก

$$\text{มวลของ Fe : มวลของ S} = 1.17 : 6.98 = 1 : 5.96$$

การทดลองครั้งที่สอง

$$\text{มวลของ Fe : มวลของ S} = 36.47 : 63.53 = 1 : 1.74$$

เนื่องจากอัตราส่วนโดยมวลของเหล็กกับกำมะถันไม่คงที่ ดังนั้นจึงไม่เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

3. โซเดียม 2.3 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับคลอรีน 3.55 กรัม เกิดโซเดียมคลอไรด์ เมื่อนำเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.925 กรัม จากการวิเคราะห์พบว่า ประกอบด้วยคลอรีน 1.775 กรัม ผลการทดลองเป็นตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

วิธีทำ การทดลองครั้งแรก

$$\text{มวลของ Na : มวลของ Cl} = 2.3 : 3.55 = 1 : 1.54$$

การทดลองครั้งที่สอง

$$\text{มวลของ Na : มวลของ Cl} = 1.15 : 1.775 = 1 : 1.54$$

เนื่องจากอัตราส่วนโดยมวลของโซเดียม กับคลอรีน คงที่ ดังนั้นจึงเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

4. การวิเคราะห์อลูมิเนียมคาร์ไบด์ซึ่งเป็นสารประกอบระหว่างอลูมิเนียมกับคาร์บอนให้ผลดังนี้ ครั้งที่แรก ใช้อลูมิเนียมคาร์ไบด์ 1.44 กรัม พบว่ามีอลูมิเนียม 1.08 กรัม

ครั้งที่สองอลูมิเนียมคาร์ไบด์ 3.6 กรัม พบว่ามีคาร์บอน 0.9 กรัม เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

วิธีทำ การทดลองครั้งแรก

$$\text{มวลของ Al : มวลของ C} = 1.08 : 0.36 = 3 : 1$$

การทดลองครั้งที่สอง

$$\text{มวลของ Al : มวลของ C} = 2.7 : 0.9 = 3 : 1$$

เนื่องจากอัตราส่วนโดยมวลของอลูมิเนียม กับคาร์บอน คงที่ ดังนั้นจึงเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

5. การทดลองเผาเงิน 22.3 กรัม กับไนเตรด 12.8 กรัม ปรากฏว่ามีสารประกอบซิลเวอร์ไนเตรดเกิดขึ้นและมีไนเตรดเหลืออยู่ 5.2 กรัม เมื่อนำสารประกอบซิลเวอร์ไนเตรด จำนวนหนึ่งมาวิเคราะห์ พบว่ามี ไนเตรดเป็นองค์ประกอบร้อยละ 36.5 โดยมวล ผลการทดลองทั้งสองครั้ง เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่ เพราะเหตุใด

วิธีทำ การทดลองครั้งแรก

$$\text{มวลของ Ag : มวลของ NO}_3 = 22.3 : 12.8 = 1 : 1.7$$

การทดลองครั้งที่สอง

$$\text{มวลของ Ag : มวลของ NO}_3 = 63.5 : 36.5 = 1 : 1.7$$

เนื่องจากอัตราส่วนโดยมวลของ เงิน กับไนเตรด คงที่ ดังนั้นจึงเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

เกณฑ์การให้คะแนน

- การตรวจให้คะแนนแบบฝึกทักษะ กำหนดคะแนน ทำถูกต้องได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน
ให้ 1 คะแนนสำหรับการเขียนสูตรได้ถูกต้อง
ให้ 1 คะแนนสำหรับการแทนค่าได้ถูกต้อง
ให้ 1 คะแนนสำหรับการหาคำตอบได้ถูกต้อง
- การประเมินผลในแบบฝึกแต่ละชุด ให้กา / ลงใน () แต่ละระดับผลการประเมิน ซึ่งอยู่ท้ายแบบฝึกนั้นๆ ตามเกณฑ์ ดังนี้

แบบฝึกทักษะ	เรื่อง	เกณฑ์ในการผ่าน
แบบฝึกทักษะที่ 3.1	กฎทรงมวล	ต้องผ่าน 3 ข้อ
แบบฝึกทักษะที่ 3.2	กฎสัดส่วนคงที่	ต้องผ่าน 3 ข้อ

คติสอนใจ



คนไม่รู้ อดรู้ อดสู่นัก ไม่มีศักดิ์ อดศักดิ์ จักเสียผล
ไม่มีดี อดดี อดปรีชชน คนยากจน อดมี ไม่ได้เลย

แบบฝึกทักษะการคิดคำนวณเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของ
 สารในสมการเคมี
 ชุดฝึกที่ 4 การคำนวณเกี่ยวกับโจทย์ ความสัมพันธ์ระหว่าง
 ปริมาณของสารในสมการเคมี

นางรุ่งฤดี อ่อนสง
 ครู วิทยฐานะชำนาญการ
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2
 อำเภอเมือง จังหวัด สุราษฎร์ธานี
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 11
 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ที่มุ่งหวังให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กำหนดไว้

แบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์ เล่มที่ 4 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับ โจทย์ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี แบบฝึก ประกอบด้วย คำแนะนำการใช้แบบฝึก จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาตัวอย่าง แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งนอกจากจะใช้ประกอบการเรียนการสอนในห้องเรียนแล้วยังใช้เป็นแบบฝึกเสริมทักษะนอกเวลาเรียนเพื่อฝึกทักษะเพิ่มเติม รวมทั้งใช้ฝึกทักษะซ่อมและเสริมสำหรับนักเรียนในการเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ด้วย

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า แบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์เล่มนี้จะเป็นแนวทางสำหรับเพื่อนครูในการนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้ตามความเหมาะสม

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนผู้บริหารและคณะครูผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ที่ให้คำแนะนำในการจัดทำแบบฝึกทักษะวิทยาศาสตร์ให้มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพไว้ ณ โอกาสนี้

รุ่งฤดี อ่อนสง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

แบบฝึกทักษะการคิดคำนวณเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

ชุดฝึกที่ 4 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับโจทย์ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ
ของสารในสมการเคมี

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ศึกษาสมการเคมีจากการทดลองปฏิกิริยาเคมีของสาร การคำนวณหาปริมาณของ
สารในปฏิกิริยาเคมี โดยใช้กฎที่เกี่ยวข้องกับปริมาณของสาร

จุดประสงค์

คำนวณหาจำนวนโมล มวล หรือปริมาตรของสารใดสารหนึ่ง เมื่อทราบปริมาณ
ของสารอื่นในปฏิกิริยาเคมี ได้

คำชี้แจง

1. คำชี้แจงสำหรับครู

- 1.1 แบบฝึกทักษะเล่มนี้ใช้ประกอบการสอนรายวิชาเคมี เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 1.2 ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามแบบฝึกทักษะที่กำหนดให้ด้วยตัวเองเป็นรายบุคคล โดยกำหนดเวลาให้เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียน
- 1.3 แนะนำวิธีใช้แบบฝึกทักษะเล่มนี้ให้นักเรียนเข้าใจก่อนนำไปใช้
- 1.4 คอยให้คำแนะนำแก่นักเรียนเมื่อมีปัญหา

1. คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

แบบฝึกทักษะเล่มนี้ สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะได้ประโยชน์จากแบบฝึกทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ด้วยการปฏิบัติตามแนะนำต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

- 2.1 นักเรียนศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนลงมือทำแบบฝึกทักษะ
- 2.2 นักเรียนศึกษาตัวอย่างแบบฝึกทักษะให้เข้าใจก่อน แล้วจึงลงมือทำแบบฝึกทักษะให้ครบทุกข้อ
- 2.3 เมื่อทำกิจกรรมตามแบบฝึกเสร็จแล้ว ส่งคืนครูตามกำหนดเวลา

3. แนวคิด

1. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีสำหรับปฏิกิริยาที่เป็นก๊าซล้วนๆ สามารถใช้สัมประสิทธิ์ของก๊าซต่างๆ ในสมการ มาอ่านเป็นปริมาตรได้ แต่ต้องที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

2. **สารกำหนดปริมาณ** ในการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาเคมี โดยทั่วไปจะใช้ปริมาณสารตั้งต้นมากกว่าสัดส่วนที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน เมื่อปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แล้วจะเหลือสารตั้งต้นชนิดใดชนิดหนึ่ง สารตั้งที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนสารอื่น เรียกว่า **สารกำหนดปริมาณ**

เนื้อหาการเรียนรู้ที่ 4.1

เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับโจทย์ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

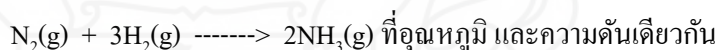
การคำนวณเกี่ยวกับสมการเคมี มีหลักทั่วไปดังนี้

1. ต้องทราบสมการของปฏิกิริยาเคมีพร้อมดุล
2. พิจารณาเฉพาะสารที่โจทย์ถาม และกำหนดให้
3. แล้วนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาคิดคำนวณหาสิ่งที่ต้องการจากสมการได้โดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์ ด้วยการใช้ความรู้เรื่องโมล หรืออาจจะคำนวณด้วยวิธีหนึ่งโดยนำจำนวนโมลของสารที่โจทย์ถาม และโจทย์กำหนดให้มาเทียบอัตราส่วนกันจะเท่ากับจำนวนโมลที่เป็นสัมประสิทธิ์ของสารที่โจทย์ถามและโจทย์กำหนดให้ตามสมการ

ตัวอย่างเช่น

	Zn(s)	+ 2HCl(aq)	----->	ZnCl ₂ (aq)	+ H ₂ (g)
โมล	1	2		1	1
มวล (g)	65.39	2 x 36.458		136.29	2.016
โมเลกุล	6.02×10^{23}	$2 \times 6.02 \times 10^{23}$		6.02×10^{23}	6.02×10^{23}
ปริมาตร STP (dm ³)	-	-		-	22.4

สำหรับปฏิกิริยาที่เป็นก๊าซล้วน ๆ สามารถใช้สัมประสิทธิ์ของก๊าซต่าง ๆ ในสมการอ่านเป็นมาอ่านเป็นปริมาตรได้ แต่ต้องที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน



ปริมาตร(หน่วยปริมาตร) 1 3 2

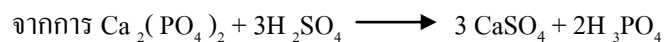
การหาจำนวนโมลของ

หรือเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\frac{n \text{ ตาม}}{n \text{ บอก}} = \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล}$$

n ตามคือจำนวนโมลที่ต้องการทราบ
n บอกคือจำนวนโมลที่โจทย์ให้มา

ตัวอย่างที่ 1



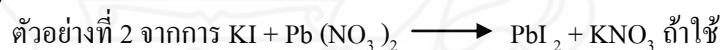
1.1 เมื่อมี H_2SO_4 100 g จะต้องใช้ $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2$ กี่กรัม

วิธีทำ	$\frac{n \text{ ถ้าม}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$n \text{ บอ}$		
	$\frac{n (\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2)}$	=	1/3
	$n (\text{H}_2\text{SO}_4)$		
	$\text{g/M} (\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2)$	=	$1/3 \times \text{g/M} (\text{H}_2\text{SO}_4)$
	g	=	$1/3 \times 100/98 \times 270$
		=	91.83 g

1.2 สารประกอบ CaSO_4 จะเกิดขึ้นกี่อนุภาค

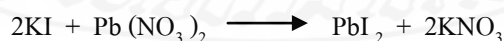
วิธีทำ	$\frac{n \text{ ถ้าม}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$n \text{ บอ}$		
	$\frac{n (\text{CaSO}_4)}$	=	3/3
	$n (\text{H}_2\text{SO}_4)$		
	$N/6.02 \times 10^{23} (\text{CaSO}_4)$	=	$3/3 \times \text{g/M} (\text{H}_2\text{SO}_4)$
	N	=	$100/98 \times 6.02 \times 10^{23}$
		=	6.14×10^{23} อนุภาค

ตัวอย่างที่ 2



$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 3.31 กรัม

2.1 จงดุลสมการ



2.2 ต้องใช้ KI กี่กรัม

วิธีทำ	$\frac{n \text{ ถ้าม}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$n \text{ บอ}$		
	$\frac{n (\text{KI})}$	=	2/1
	$n (\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)$		
	$\text{g/M} (\text{KI})$	=	$2/1 \times \text{g/M} (\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)$
	g	=	$2 \times 3.31/331 \times 166$
		=	3.32 g

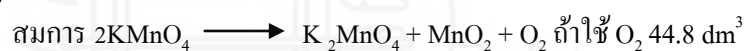
2.3 PbI_2 ที่โมล

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \frac{n \text{ ถ้าม}}{n \text{ ปอก}} &= \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\
 \frac{n (\text{PbI}_2)}{n (\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)} &= 1/1 \\
 n &= g/M (\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) \\
 &= 3.31/331 \\
 &= 0.01 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

2.4 PbI_2 ที่กรัม

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \frac{n \text{ ถ้าม}}{n \text{ ปอก}} &= \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\
 \frac{n (\text{PbI}_2)}{n (\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)} &= 1/1 \\
 g/M (\text{PbI}_2) &= 1/1 \times g/M (\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) \\
 g &= 1 \times 3.31/331 \times 461 \\
 &= 4.61 \text{ g}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3

3.1 KMnO_4 ที่กรัม

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \frac{n \text{ ถ้าม}}{n \text{ ปอก}} &= \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\
 \frac{n (\text{KMnO}_4)}{n (\text{O}_2)} &= 2/1 \\
 g/M (\text{KMnO}_4) &= 2/1 \times V/22.4 (\text{O}_2) \\
 g &= 2 \times 44.8/22.4 \times 158 \\
 &= 636 \text{ g}
 \end{aligned}$$

3.2 MnO_2 ที่ dm^3

วิธีทำ	$\frac{n \text{ ถาไม}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$n \text{ ปอก}$		
	$\frac{n (\text{MnO}_2)}$	=	1/1
	$n (\text{O}_2)$		
	$V/22.4 (\text{MnO}_2)$	=	$1/1 \times V/22.4 (\text{O}_2)$
	V	=	$1 \times 44.8/22.4 \times 22.4$
		=	44.8 dm^3

3.3 K_2MnO_4 เกิดขึ้น 50 กรัม จะต้องใช้ KMnO_4 กี่กรัม

วิธีทำ	$\frac{n \text{ ถาไม}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$n \text{ ปอก}$		
	$\frac{n (\text{KMnO}_4)}$	=	2/1
	$n (\text{K}_2\text{MnO}_4)$		
	$g/M (\text{KMnO}_4)$	=	$2/1 \times g/M (\text{K}_2\text{MnO}_4)$
	g	=	$2 \times 50/197 \times 158$
		=	80.20 g

แบบฝึกทักษะที่ 4.1

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดที่ 4 เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับโจทย์ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

ชื่อ-สกุล..... เลขที่..... ชั้น ม.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนคำนวณค่าที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. เมื่อเผาไหม้ C_4H_{10} จำนวน 1 kg ในที่ซึ่งมี O_2 มากเกินพอ จะเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ เกิดปฏิกิริยาตามสมการ $2C_4H_{10}(g) + 13O_2(g) \rightarrow 8CO_2(g) + 10H_2O(l)$

ก. จะต้องใช้ O_2 กี่ dm³ ที่ จะเกิดปฏิกิริยาพอดีกับ C_4H_{10} จำนวนนี้ข. หลังจาก C_4H_{10} เผาไหม้หมด จะเกิด H_2O กี่กรัมค. หลังจาก C_4H_{10} เผาไหม้หมด จะเกิด CO_2 กี่โมเลกุล (C = 12, H = 1, O = 16)

2. จากสมการ $3Cl_2 + 6KOH \rightarrow 5KCl + KClO_2 + 3H_2O$

ก. จำนวนโมล ของ $KClO_3$ ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ Cl_2 1.86 โมลข. จำนวนโมล ของ KOH ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ KCl 0.45 โมล

3. จากสมการ $2C_7H_6O_3 + C_4H_6O_3 \rightarrow C_9H_8O_4 + H_2O$

ก. มวล $C_4H_6O_3$ กี่กรัม เมื่อทำ $C_7H_6O_3$ 5×10^2 กรัมข. มวลของ $C_9H_8O_4$ กี่กรัม

4. ในการเผา $KClO_3$ จะเกิดปฏิกิริยาดังนี้ $2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$ (K = 39.1, Cl = 35.5, O = 16) ถ้าเผา $KClO_3$ จำนวน 8.66 กรัม จะได้แก๊ส O_2 กี่ลิตรที่ STP

5. พิจารณาปฏิกิริยา $NO(g) + O_2(g) \rightarrow NO_2(g)$ (สมการยังไม่ดุล) ถ้านำแก๊ส NO มา 18.06×10^{23} โมเลกุล จะทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊ส O_2 หนักกี่กรัม

เนื้อหาการเรียนรู้ที่ 4.2

เรื่อง สารกำหนดปริมาณ

สารกำหนดปริมาณ ในการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาเคมี โดยทั่วไปจะใช้ปริมาณสารตั้งต้นมากกว่าสัดส่วนที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน เมื่อปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แล้วจะเหลือสารตั้งต้นชนิดใดชนิดหนึ่ง สารตั้งที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนสารอื่น เรียกว่า **สารกำหนดปริมาณ**

หลักการคำนวณหาสารกำหนดปริมาณจากสมการเคมี

1. เขียนสมการพร้อมทั้งดุล
2. ใช้หลักของโมลระหว่างตัวที่โจทย์ต้องการและโจทย์กำหนด
3. แทนค่าโมลในรูปต่าง ๆ เช่น $n = \frac{g}{M} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{V}{22.4 \text{ ที่ STP}} = \frac{MV}{1000}$
4. ถ้าโจทย์กำหนดปริมาณของสารตั้งต้น 2 ชนิด ต้องตรวจสอบว่าสารใดหมด สารใดเหลือ แล้วนำตัวที่หมด (ค่าน้อยกว่า) ไปเทียบหาสารใหม่

ตัวอย่างที่ 1



เมื่อใช้ KMnO_4 3.16 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับ HCl มากเกินพอ จงหา

ก. สารกำหนดปริมาณระหว่าง KMnO_4 กับ HCl

แทนค่าโมล KMnO_4 กับ โมล HCl (สารที่มีจำนวนโมลน้อยกว่าจะเป็นสารกำหนดปริมาณ)

จากสมการที่ดุล $1/2\text{KMnO}_4 = 1/16\text{HCl}$

ข. ถ้าจะให้พอดีกับ HCl ต้องใช้สารละลาย HCl เข้มข้น 0.5 M จำนวนเท่าใด

$$\begin{aligned} \frac{n \text{ ถ้าม}}{n \text{ ปอก}} &= \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\ \frac{MV}{1000 \text{ (HCl)}} &= 16/2 \text{ g/M (KMnO}_4\text{)} \\ 0.0005v &= 8 \times 0.02 \\ V &= 320 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

ค. จำนวนโมเลกุลของ H_2O

$$\begin{aligned} N/6.02 \times 10^{23} (\text{H}_2\text{O}) &= 8/2 \text{ g/M (KMnO}_4\text{)} \\ N &= 4 \times 0.02 \times 6.02 \times 10^{23} \\ &= 0.4816 \times 10^{23} \text{ โมเลกุล} \end{aligned}$$

ง. ปริมาตรของ Cl_2 ที่ STP

$$\begin{aligned} v/22.4 (\text{Cl}_2) &= 5/2 \text{ g/M (KMnO}_4) \\ &= 5/2 \times 0.02 \times 22.4 \\ &= 1.12 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2

เมื่อเผาโลหะเงิน 4.32 กรัม กับผงซัลเฟอร์ 0.64 กรัม ธาตุใดเหลือจากปฏิกิริยาและเหลือกี่กรัม

วิธีทำ โจทย์ข้อนี้กำหนดสารตั้งต้นให้ 2 ชนิด และถามแต่เพียงว่าสารใดเหลือ และสารใดใช้หมดไป ยังไม่ได้ถามปริมาณของผลิตภัณฑ์

ดังนั้นการคำนวณจึงทำแต่เพียงเขียนสมการให้ถูกต้องและพิจารณาว่าสารใดเหลือเท่านั้น

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ $2\text{Ag} + \text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}$

ถ้าใช้ S 32 กรัม (1 โมล) จะต้องใช้ Ag = 2×108 กรัม (2 โมล)

ถ้าใช้ S 0.64 กรัม จะต้องใช้ Ag = $2 \times 108 \times \frac{0.64}{32} = 4.32$ กรัม

ใช้ S 0.64 กรัม จะต้องใช้ Ag 4.32 กรัม

$\therefore$ ใช้หมดพอดีทั้ง 2 ชนิด

ตัวอย่างที่ 3

จากการวิเคราะห์สารประกอบ X พบว่าประกอบด้วยกำมะถัน 40 % โดยน้ำหนัก (หรือโดยมวล) ที่เหลือนอกนั้นเป็นออกซิเจน ดังนั้นถ้าใช้กำมะถันและออกซิเจนอย่างละ 10 กรัม มาทำปฏิกิริยากันจะได้สาร X อย่างละกี่กรัม

วิธีทำ เป็นการคำนวณสารที่กำหนดสารตั้งต้นให้ 2 ชนิด ขึ้นแรกจึงต้องพิจารณาก่อนว่าสารใดใช้หมด จากโจทย์ สาร X มี S 40% โดยมวล หมายความว่าสาร X 100 กรัม จะมี S 40 กรัม และมี O_2 60 กรัม

ถ้ามี S 40 กรัม จะมี O_2 = 60 กรัม

เพราะฉะนั้นถ้ามี S 10 กรัม จะมี O_2 = $\frac{60}{40} \times 10 = 15$ กรัม

จากโจทย์ มี S และ O_2 อย่างละ 10 กรัม แสดงว่า O_2 ใช้หมด นำไปคำนวณปริมาณของ O_2

ใช้ O_2 60 กรัม ได้สาร X = 100 กรัม

ถ้าใช้ O_2 10 กรัม ได้สาร X = $\frac{100}{60} \times 10 = 16.67$ กรัม

ได้สาร X อย่างมาก 16.67 กรัม

ตัวอย่างที่ 4

เมื่อเผา Zn กับผงกำมะถัน จะได้ ZnS ดังนี้ $\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$ ถ้านำ Zn มา 6.0 กรัม ทำปฏิกิริยากับ S 3.25 กรัม หลังจากเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์จะได้ ZnS กี่กรัม

วิธีทำ ขั้นแรกพิจารณาก่อนว่า Zn หรือ S ใช้หมดไป หลังจากนั้นจึงนำสารตั้งต้นที่ใช้หมดไป

คำนวณหา ZnS

คำนวณหาสารที่ใช้หมดไป

ใช้ Zn 65.4 กรัม (1 โมล) ต้องใช้ S = 32 กรัม (1 โมล)

ถ้าใช้ Zn 6.0 กรัม ต้องใช้ S = $\frac{32 \times 6.0}{65.4}$ กรัม
= 2.94 กรัม

จากสมการ เมื่อใช้ Zn 6.0 g ต้องใช้ S 2.94 g

จากโจทย์ มี Zn 6.0 g แต่มี S 3.25 g

เพราะฉะนั้นเหลือ S แต่ Zn ใช้หมด นำไปคำนวณหา ZnS

คำนวณหา ZnS

จากสมการ ใช้ Zn 65.4 กรัม (1 โมล) ได้ ZnS = 97.4 กรัม (1 โมล)

ถ้าใช้ Zn 6.0 กรัม ได้ ZnS = $\frac{97.4 \times 6.0}{65.4}$ กรัม
= 8.94 กรัม

ได้ ZnS 8.94 กรัม

ตัวอย่างที่ 5

ก๊าซ CO ทำปฏิกิริยากับก๊าซ O_2 ได้ผลิตภัณฑ์เป็นก๊าซชนิดเดียวซึ่งก๊าซดังกล่าวทำปฏิกิริยากับ NaOH ได้ ถ้าใช้ CO 13.44 dm³ ที่ STP ทำปฏิกิริยากับ O_2 10.0 กรัม จะได้ก๊าซผลิตภัณฑ์อย่างมากที่สุดกี่กรัม

วิธีทำ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$

คำนวณสารที่ใช้หมด

สมมติให้ CO ใช้หมด

$$\begin{aligned} \frac{n \text{ ถาม}}{n \text{ บอ ก}} &= \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\ \frac{\text{โมล CO}}{\text{โมล O}_2} &= \frac{2}{1} \\ \text{โมล CO} &= 2 \times \text{โมล O}_2 \end{aligned}$$

$$\left(\frac{V}{22.4}\right)_{\text{CO}} = 2 \times \left(\frac{W}{M}\right)_{\text{O}_2}$$

$$\therefore = 2 \times \left(\frac{W}{32}\right)$$

$$W = 9.6 \text{ กรัม}$$

ถ้าใช้ก๊าซ CO 13.44 dm³ ต้องใช้ O₂ อยู่ 10.0 กรัม แสดงว่าเหลือ O₂ และ CO ใช้หมด นำ CO มาคำนวณ CO₂

คำนวณ CO₂

$$\frac{n_{\text{ตาม}}}{n_{\text{บอก}}} = \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล}$$

$$\frac{\text{โมล CO}}{\text{โมล O}_2} = \frac{2}{2}$$

$$\text{โมล CO} = \text{โมล CO}_2$$

$$\left(\frac{V}{22.4}\right)_{\text{CO}} = \left(\frac{W}{M}\right)_{\text{CO}_2}$$

$$\therefore \frac{V}{22.4} = \frac{W}{44}$$

$$W = 26.4 \text{ กรัม}$$

ได้ก๊าซ CO₂ 26.4 กรัม

แบบฝึกทักษะที่ 4.2 สารกำหนดปริมาณ

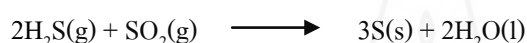
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดที่ 4 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับโจทย์ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

ชื่อ-สกุล..... เลขที่..... ชั้น ม.....

คำชี้แจง ให้นักเรียน คำนวณค่าที่กำหนดให้ต่อไปนี้

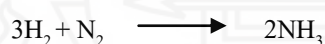
1. จากปฏิกิริยา $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ถ้าผสมไฮโดรเจนซัลไฟด์และซัลเฟอร์ไดออกไซด์อย่างละ 5.00 กรัม เมื่อเกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์แล้วจะเหลือสารใดเป็นจำนวนกี่กรัม



2. จงคำนวณหามวลของอะลูมิเนียมคลอไรด์ เมื่อนำผงอะลูมิเนียมจำนวน 0.150 กรัม ทำปฏิกิริยากับแก๊สคลอรีนจำนวน 1.00 กรัม



3. ถ้านำไฮโดรเจน 25.0 กรัม มาทำปฏิกิริยากับไนโตรเจน 35.0 กรัม จะเกิดแอมโมเนียมากที่สุดกี่กรัม



4. อะเซทิลีนเกิดการเผาไหม้ได้ดังนี้ $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ เมื่อนำ C_2H_2 1.20 dm^3 ที่ STP ทำปฏิกิริยากับ O_2 5.0 กรัม ในขณะที่ได้ H_2O 0.72 กรัม จะได้แก๊ส CO_2 กี่ dm^3 ที่ STP

5. ปฏิกิริยาการผลิตปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟตทำได้ดังสมการ $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq})$ ถ้าให้ NH_3 22.7 g ทำปฏิกิริยากับ H_2SO_4 54.8 g สาร $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ เกิดขึ้นกี่กรัม

แนวการตอบแบบฝึกทักษะที่ 4.1

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดที่ 4 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับโจทย์ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

1. เมื่อเผาไหม้ C_4H_{10} จำนวน 1 kg ในที่ซึ่งมี O_2 มากเกินพอ จะเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ เกิดปฏิกิริยาตามสมการ $2C_4H_{10}(g) + 13O_2(g) \rightarrow 8CO_2(g) + 10H_2O(l)$

ก. จะต้องใช้ O_2 กี่ dm^3 ที่ จะเกิดปฏิกิริยาพอดีกับ C_4H_{10} จำนวนนี้

วิธีทำ	$\frac{n \text{ ตาม}}{n \text{ นอก}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$\frac{n(O_2)}{n(C_4H_{10})}$	=	13/2
	$V/22.4(O_2)$	=	$13/2 \times g/M(C_4H_{10})$
	V	=	$13/2 \times 1000/58 \times 22.4$
		=	2510.43 dm^3

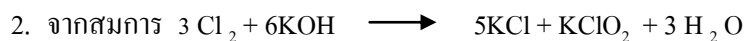
ข. หลังจาก C_4H_{10} เผาไหม้หมด จะเกิด H_2O กี่กรัม

วิธีทำ	$\frac{n \text{ ตาม}}{n \text{ นอก}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$\frac{n(H_2O)}{n(C_4H_{10})}$	=	10/2
	$g/M(H_2O)$	=	$1/3 \times g/M(C_4H_{10})$
	g	=	$5 \times 1000/58 \times 18$
		=	1551.72 g

ค. หลังจาก C_4H_{10} เผาไหม้หมด จะเกิด CO_2 กี่โมเลกุล ($C = 12, H = 1, O = 16$)

วิธีทำ	$\frac{n \text{ ตาม}}{n \text{ นอก}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$\frac{n(CO_2)}{n(C_4H_{10})}$	=	8/2
	$N/6.02 \times 10^{23}(CO_2)$	=	$4 \times g/M(C_4H_{10})$

$$\begin{aligned}
 N &= 4 \times 1000 / 58 \times 6.02 \times 10^{23} \\
 &= 415.17 \times 10^{23} \text{ อนุภาค}
 \end{aligned}$$

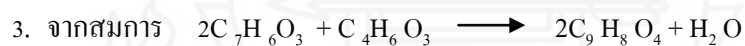


ก. จำนวนโมล ของ KClO_3 ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ Cl_2 1.86 โมล

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \frac{n \text{ ถาไม}}{n \text{ ปอก}} &= \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\
 \frac{n (\text{KClO}_3)}{n (\text{Cl}_2)} &= 1/3 \\
 n (\text{KClO}_3) &= 1/3 \times n(\text{Cl}_2) \\
 &= 1/3 \times 1.86 \\
 &= 0.62 \text{ โมล}
 \end{aligned}$$

ข. จำนวนโมล ของ KOH ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ KCl 0.45 โมล

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \frac{n \text{ ถาไม}}{n \text{ ปอก}} &= \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\
 \frac{n (\text{KOH})}{n (\text{KCl})} &= 6/5 \\
 n(\text{KOH}) &= 6/5 \times n(\text{KCl}) \\
 &= 6/5 \times 0.45 \\
 &= 0.54 \text{ โมล}
 \end{aligned}$$



ก. มวล $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$ ที่กรัม เมื่อทำ $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ 5×10^2 กรัม

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \frac{n \text{ ถาไม}}{n \text{ ปอก}} &= \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\
 \frac{n (\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3)}{n (\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3)} &= 1/2 \\
 g/M (\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3) &= 1/2 \times g/M (\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3) \\
 g &= 1/2 \times 500 / 138 \times 102 \\
 &= 184.78 \text{ g}
 \end{aligned}$$

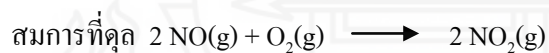
ข. มวลของ $C_9H_8O_4$ ที่กรัม

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \frac{n \text{ ถ้าม}}{n \text{ ปอก}} &= \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\
 \frac{n(C_9H_8O_4)}{n(C_7H_6O_3)} &= 2/2 \\
 \frac{g/M(C_9H_8O_4)}{g} &= 1 \times g/M(C_7H_6O_3) \\
 &= 1 \times 500/138 \times 164 \\
 &= 594.20 \text{ g}
 \end{aligned}$$

4. ในการเผา $KClO_3$ จะเกิดปฏิกิริยาดังนี้ $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$ ($K = 39.1$, $Cl = 35.5$, $O = 16$) ถ้าเผา $KClO_3$ จำนวน 8.66 กรัม จะได้แก๊ส O_2 กี่ลิตรที่ STP

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \frac{n \text{ ถ้าม}}{n \text{ ปอก}} &= \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\
 \frac{n(O_2)}{n(KClO_3)} &= 3/2 \\
 \frac{V/22.4(O_2)}{V} &= 3/2 \times g/M(KClO_3) \\
 &= 3/2 \times 8.66/122.5 \times 22.4 \\
 &= 2.37 \text{ dm}^3
 \end{aligned}$$

5. พิจารณาปฏิกิริยา $NO(g) + O_2(g) \longrightarrow NO_2(g)$ (สมการยังไม่ดุล) ถ้านำแก๊ส NO มา 18.06×10^{23} โมเลกุล จะทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊ส O_2 หนักกี่กรัม



$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \frac{n \text{ ถ้าม}}{n \text{ ปอก}} &= \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\
 \frac{n(O_2)}{n(NO)} &= 1/2 \\
 \frac{g/M(O_2)}{g} &= 1/2 \times N / 6.02 \times 10^{23} (NO) \\
 &= 1/2 \times 18.06 \times 10^{23} / 6.02 \times 10^{23} \\
 &= 1.5 \text{ g}
 \end{aligned}$$

จากสมการ เมื่อใช้ Cl_2 1.0 g ต้องใช้ 1.97 g
 เพราะฉะนั้น Cl ใช้หมด นำไปคำนวณหา AlCl_3
 คำนวณหา AlCl_3

วิธีทำ	$\frac{n \text{ ตาม}}{n \text{ นอก}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$\frac{n (\text{AlCl}_3)}{n (\text{Cl}_2)}$	=	2/3
	$\frac{g/M (\text{AlCl}_3)}{g}$	=	$1 \times g/M (\text{Cl}_2)$
		=	$1 \times 1.0/35.5 \times 133.5$
		=	3.76 g

3. ถ้านำไฮโดรเจน 25.0 กรัม มาทำปฏิกิริยากับไนโตรเจน 35.0 กรัม จะเกิดแอมโมเนียมากที่สุดกี่กรัม



วิธีทำ ขั้นแรกพิจารณาเห็นว่า H_2 หรือ N_2 ใช้หมดไป หลังจากนั้นจึงนำสารตั้งต้นที่ใช้หมดไปคำนวณหา NH_3

คำนวณหาสารที่ใช้หมดไป

ใช้ H_2 6 กรัม (1 โมล)	ต้องใช้ N_2	=	28 กรัม (1 โมล)
ถ้าใช้ H_2 25.0 กรัม	ต้องใช้ N_2	=	$\frac{28 \times 25}{6}$ กรัม
		=	116.6 กรัม

จากสมการ เมื่อใช้ N_2 35.0 g ต้องใช้ 116.6 g
 เพราะฉะนั้น N_2 ใช้หมด นำไปคำนวณหา NH_3
 คำนวณหา NH_3

วิธีทำ	$\frac{n \text{ ตาม}}{n \text{ นอก}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$\frac{n (\text{NH}_3)}{n (\text{N}_2)}$	=	2/1
	$\frac{g/M (\text{NH}_3)}{g}$	=	$2 \times g/M (\text{N}_2)$
		=	$2 \times 35/28 \times 17$
		=	42.5 g

4. อะเซทิลีนเกิดการเผาไหม้ได้ดังนี้ $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ เมื่อนำ C_2H_2 5.0 กรัม ทำปฏิกิริยากับ O_2 5.0 กรัม จะได้ก๊าซ CO_2 กี่ dm^3 ที่ STP

วิธีทำ ขั้นแรกพิจารณาก่อนว่า O_2 หรือ C_2H_2 ใช้หมดไป หลังจากนั้นจึงนำสารตั้งต้นที่ใช้หมดไปคำนวณหา CO_2

คำนวณหาสารที่ใช้หมดไป

$$\begin{array}{llll} \text{ใช้ } \text{O}_2 160 \text{ กรัม (1 โมล)} & \text{ต้องใช้ } \text{C}_2\text{H}_2 & = & 52 \text{ กรัม (1 โมล)} \\ \text{ถ้าใช้ } \text{O}_2 5.0 \text{ กรัม} & \text{ต้องใช้ } \text{C}_2\text{H}_2 & = & \frac{52 \times 5}{160} \text{ กรัม} \\ & & = & 1.625 \text{ กรัม} \end{array}$$

จากสมการ เมื่อใช้ C_2H_2 5.0 g ต้องใช้ 1.625

เพราะฉะนั้น O_2 ใช้หมด นำไปคำนวณหา CO_2

คำนวณหา CO_2

$$\begin{array}{llll} \text{วิธีทำ} & \frac{n \text{ ถ้าม}}{n \text{ บอ ก}} & = & \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\ & \frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{O}_2)} & = & 4/5 \\ & V/22.4(\text{CO}_2) & = & 4/5 \times g/M(\text{O}_2) \\ & V & = & 2 \times 5/32 \times 44 \times 22.4 \\ & & = & 308 \text{ dm}^3 \end{array}$$

5. ปฏิกิริยาการผลิตปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟตทำได้ดังสมการ $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq})$ ถ้าให้ NH_3 22.7 g ทำปฏิกิริยากับ H_2SO_4 54.8 g สาร $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ เกิดขึ้นกี่กรัม

วิธีทำ ขั้นแรกพิจารณาก่อนว่า H_2SO_4 หรือ NH_3 ใช้หมดไป หลังจากนั้นจึงนำสารตั้งต้นที่ใช้หมดไปคำนวณหา $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

คำนวณหาสารที่ใช้หมดไป

$$\begin{array}{llll} \text{ใช้ } \text{NH}_3 34 \text{ กรัม (1 โมล)} & \text{ต้องใช้ } \text{H}_2\text{SO}_4 & = & 98 \text{ กรัม (1 โมล)} \\ \text{ถ้าใช้ } \text{NH}_3 22.7 \text{ กรัม} & \text{ต้องใช้ } \text{H}_2\text{SO}_4 & = & \frac{98 \times 22.7}{34} \text{ กรัม} \\ & & = & 65.43 \text{ กรัม} \end{array}$$

จากสมการ เมื่อใช้ H_2SO_4 54.8 g ต้องใช้ 65.43

เพราะฉะนั้น H_2SO_4 ใช้หมด นำไปคำนวณหา $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

คำนวณหา $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

วิธีทำ	$\frac{n \text{ ถ้าม}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$n \text{ ปอก}$		
	$\frac{n \text{ ((NH}_4\text{) }_2\text{SO}_4\text{)}}{n \text{ (H}_2\text{SO}_4\text{)}}$	=	1/1
	$\text{g/M ((NH}_4\text{) }_2\text{SO}_4\text{)}$	=	$1 \times \text{g/M (H}_2\text{SO}_4\text{)}$
	g	=	$1 \times 54.8/98 \times 132$
		=	73.8 g



เกณฑ์การให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบฝึกทักษะ กำหนดคะแนน ทำถูกต้องได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน

- 1.1 ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนสูตรทางเคมีได้ถูกต้อง
- 1.2 ให้ 1 คะแนนสำหรับการแก้สมการได้ถูกต้อง
- 1.3 ให้ 1 คะแนนสำหรับหาคำตอบได้ถูกต้อง

2. การประเมินผลในแบบฝึกแต่ละชุด ให้กา / ลงใน () แต่ละระดับผลการประเมินซึ่งอยู่ท้ายแบบฝึกนั้นๆ ตามเกณฑ์ ดังนี้

แบบฝึกทักษะ	เรื่อง	เกณฑ์ในการผ่าน
แบบฝึกทักษะที่ 4.1	การคำนวณเกี่ยวกับโจทย์ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี	ต้องผ่าน 3 ข้อ
แบบฝึกทักษะที่ 4.2	สารกำหนดปริมาณ	ต้องผ่าน 3 ข้อ

คติสอนใจ



อุปสรรค หุ่ยครออยู่ทุกทีในวิถีชีวิต ไม่มีใคร
ก้าวสู่ ความสำเร็จได้ โดยไม่ผ่านอุปสรรคก่อน
เพื่อชัยชนะแห่งจุดหมาย ทานจะต้องมี
เครื่องมือต่อสู้ชนิดหนึ่ง นั่นคือ กำลังใจ

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



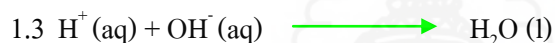
**แบบทดสอบก่อนเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

คำชี้แจง 1. ข้อสอบทั้งหมด 12 ข้อใช้เวลา 90 นาที

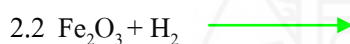
1. ข้อสอบอัตนัยแสดงวิธีทำ

จุดประสงค์ที่ 1 นักเรียนสามารถเขียนสมการและดุลสมการเคมีได้

1. จากสมการเคมี จงบอกว่าสารประกอบใดเป็นสารตั้งต้น และสารใดเป็นสารผลิตภัณฑ์



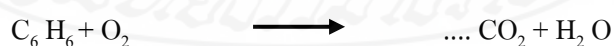
2. จงเขียนสมการเคมีให้สมบูรณ์



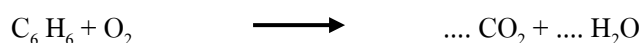
3. จงเขียนสมการเคมีและทำให้ดุลพร้อมทั้งแสดงสถานะของสารด้วย เมื่อนาสารละลาย (C_6H_6) มาทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ น้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



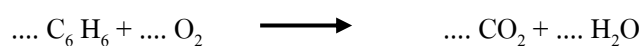
ดุลคาร์บอนก่อน



ดุลไฮโดรเจน



ดุลออกซิเจน



จุดประสงค์ที่ 2 นักเรียนสามารถ คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร มวล ปริมาตรของ แก๊สที่ STP หรือจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง

4. แก๊สคลอรีน 5 โมล มีปริมาตรกี่ dm³ ที่ STP และมีกี่กรัม

5. O₂ 2.8 dm³ ที่ STP จะมีกี่ โมเลกุล และมีกี่กรัม

6. แก๊สโอโซน (O₃) 1.51×10^{23} โมเลกุล จะมีกี่กรัมและมีปริมาตรเท่าใด ที่ STP

จุดประสงค์ที่ 3 นักเรียนสามารถ คำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีได้และใช้ คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบได้

7. โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 8.4 กรัม ทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติก 20.0 กรัมได้ก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น หลังจากทำปฏิกิริยาสิ้นสุดลงมีสารเหลืออยู่ 24.0 กรัม ก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าใด

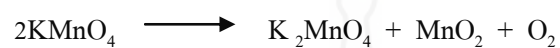
8. เมื่อใช้ สังกะสี 35.46 กรัม ทำปฏิกิริยากับสารละลาย กรดซัลฟูริก 79.56 กรัม พบว่า เกิด สังกะสีซัลเฟต 40.7 กรัม กับก๊าซ ไฮโดรเจน 8.9 กรัม จงหาปริมาณ สังกะสีที่เหลือ

9. ในการเผาเหล็ก 2.35 กรัม กับกำมะถัน 5.95 กรัม ปรากฏว่ามีสารประกอบไอร์ออน (II) ซัลไฟด์ เกิดขึ้น จากการวิเคราะห์พบว่า เหล็กร้อยละ 28.25 โดยมวล ผลการทดลอง เป็นตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

จุดประสงค์ที่ 4 นักเรียนสามารถ การคำนวณ โจทย์ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

จงตอบคำถามข้อที่ 10-12

เมื่อเผา KMnO_4 จำนวนหนึ่งจะได้ก๊าซ O_2 เกิดขึ้นดังสมการ



จงคำนวณหาว่าถ้ามี O_2 เกิดขึ้น 44.8 dm^3 ที่ STP

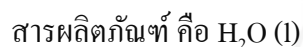
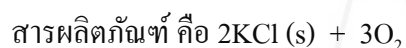
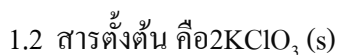
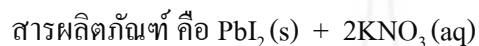
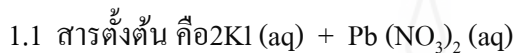
10. KMnO_2 กี่ dm^3

11. K_2MnO_4 เกิดขึ้น 50 กรัม จะต้องใช้ KMnO_4 กี่กรัม

12. MnO_2 เกิดขึ้น 1000 g จะต้องใช้ K_2MnO_4 กี่ dm^3

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. จากสมการเคมี จงบอกว่าสารประกอบใดเป็นสารตั้งต้น และสารใดเป็นสารผลิตภัณฑ์



2. จงเขียนสมการเคมีให้สมบูรณ์



ดุลคาร์บอนก่อน



ดุลไฮโดรเจน



ดุลออกซิเจน



จุดประสงค์ที่ 2 นักเรียนสามารถ คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร มวล ปริมาตรของ
แก๊สที่ STP หรือจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง

4. แก๊สคลอรีน 5 โมล มีปริมาตรกี่ dm³ ที่ STP และมีกี่กรัม

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และจำนวนปริมาตร จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}\frac{V}{22.4} &= n \\ \frac{V}{22.4} &= 5 \\ V &= 5 \times 22.4 \\ &= 112 \text{ l}\end{aligned}$$

เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และจำนวนกรัม จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}n &= \frac{W}{M} \\ 5 &= \frac{W}{35.5} \\ W &= 35.5 \times 5 \\ &= 177.5 \text{ กรัม}\end{aligned}$$

5. O₂ 2.8 dm³ ที่ STP จะมีกี่ โมเลกุลและมีกี่กรัม

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ ปริมาตรของแก๊ส และ จำนวนโมเลกุล จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}\frac{N}{6.02 \times 10^{23}} &= \frac{V}{22.4} \\ \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} &= \frac{2.8}{22.4} \\ N &= 0.752 \times 10^{23} \text{ โมเลกุล}\end{aligned}$$

เป็นโจทย์เกี่ยวกับ ปริมาตรของแก๊ส และ จำนวนกรัม จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}\frac{W}{M} &= \frac{V}{22.4} \\ \frac{W}{32} &= \frac{2.8}{22.4} \\ W &= 4 \text{ กรัม}\end{aligned}$$

6. แก๊สโอโซน (O₃) 1.51×10^{23} โมเลกุล จะมีกี่กรัมและมีปริมาตรเท่าใด ที่ STP

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ จำนวนกรัม และ จำนวนโมเลกุล จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}\frac{W}{M} &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\ \frac{W}{48} &= \frac{1.51 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} \\ W &= 12.03 \text{ กรัม}\end{aligned}$$

เป็นโจทย์เกี่ยวกับ ปริมาตรของแก๊ส และ จำนวนโมเลกุล จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}\frac{V}{22.4} &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\ \frac{V}{22.4} &= \frac{1.51 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} \\ V &= 5.61 \text{ dm}^3\end{aligned}$$

จุดประสงค์ที่ 3 นักเรียนสามารถ คำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีได้ และใช้
คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบได้

7. โซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต 8.4 กรัม ทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติก 20.0 กรัม ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น หลังจากที่ทำปฏิกิริยาสิ้นสุดลงมีสารเหลืออยู่ 24.0 กรัม ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าใด

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ มวลสารก่อนเกิดปฏิกิริยา} &= \text{มวลของโซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต} \\ &+ \text{กรดอะซิติก} \\ &= 8.4 + 20\end{aligned}$$

$$\text{มวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยา} = \text{มวลของก๊าซ CO}_2 + \text{มวลของสารที่เหลือ}$$

$$\text{จากกฎทรงมวล มวลก่อนปฏิกิริยา} = \text{มวลหลังปฏิกิริยา}$$

$$W (\text{ก่อน}) = W (\text{หลัง})$$

$$\text{มวลของ โซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต} + \text{กรดอะซิติก}$$

$$= \text{มวลของก๊าซ CO}_2 + \text{สารที่เหลือ}$$

$$8.4 + 20 = X + 24$$

$$X = 4.4$$

เพราะฉะนั้น มวลของก๊าซ H_2 เท่ากับ 0.3 กรัม

จะเห็นว่า มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลสารหลังเกิดปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎทรงมวล

8. เมื่อใช้ สังกะสี 35.46 กรัม ทำปฏิกิริยากับสารละลาย กรดซัลฟูริก 79.56 กรัม พบว่าเกิด สังกะสีซัลเฟต 40.7 กรัม กับก๊าซ ไฮโดรเจน 8.9 กรัม จงหาปริมาณ สังกะสีที่เหลือ

วิธีทำ มวลสารก่อนเกิดปฏิกิริยา = มวลของโลหะสังกะสี + สารละลาย กรดซัลฟูริก

มวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยา = สังกะสีซัลเฟต + ก๊าซ ไฮโดรเจน

จากกฎทรงมวล มวลก่อนปฏิกิริยา = มวลหลังปฏิกิริยา

W (ก่อน) = W (หลัง)

มวลของ สังกะสี + สารละลาย กรดซัลฟูริก = สังกะสีซัลเฟต +
ก๊าซไฮโดรเจน

$$35.46 + 79.56 = 40.7 + 8.9$$

$$X = 115.06 - 49.6$$

$$= 105.46$$

เพราะฉะนั้น มวลของสังกะสี เท่ากับ 105.46 กรัม

9. ในการเผาเหล็ก 2.35 กรัม กับกำมะถัน 5.95 กรัม ปรากฏว่ามีสารประกอบไอร์ออน (II) ซัลไฟด์ เกิดขึ้น จากการวิเคราะห์พบว่า เหล็กร้อยละ 28.25 โดยมวล ผลการทดลองเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

วิธีทำ การทดลองครั้งแรก

$$\text{มวลของ Fe : มวลของ S} = 2.35 : 5.95 = 1 : 2.5$$

การทดลองครั้งที่สอง

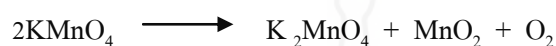
$$\text{มวลของ Fe : มวลของ S} = 28.25 : 71.75 = 1 : 2.5$$

เนื่องจากอัตราส่วนโดยมวลของเหล็กกับกำมะถันคงที่ ดังนั้นจึงเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

จุดประสงค์ที่ 4 นักเรียนสามารถ การคำนวณเกี่ยวกับ โจทย์ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ
ของสารในสมการเคมี

จงตอบคำถามข้อที่ 10-12

เมื่อเผา KMnO_4 จำนวนหนึ่งจะได้ก๊าซ O_2 เกิดขึ้นดังสมการ



จงคำนวณหาว่าถ้ามี O_2 เกิดขึ้น 44.8 dm^3 ที่ STP

10. KMnO_2 กี่ dm^3

วิธีทำ	$\frac{n \text{ ถาไม}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$n \text{ ปอก}$		
	$\frac{n (\text{KMnO}_4)}$	=	2/1
	$n (\text{O}_2)$		
	$g/M (\text{KMnO}_4)$	=	$2 \times V/22.4 (\text{O}_2)$
	g	=	$2 \times 144.8/22.4 \times 158$
		=	15.12 g

K_2MnO_4 เกิดขึ้น 50 กรัม จะต้องใช้ KMnO_4 กี่กรัม

วิธีทำ	$\frac{n \text{ ถาไม}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$n \text{ ปอก}$		
	$\frac{n (\text{KMnO}_4)}$	=	2/1
	$n (\text{K}_2\text{MnO}_4)$		
	$g/M ((\text{KMnO}_4))$	=	$1 \times g/M (\text{K}_2\text{MnO}_4)$
	g	=	$1 \times 50/198 \times 158$
		=	39.89 g

MnO_2 เกิดขึ้น 1000 g จะต้องใช้ K_2MnO_4 กี่ dm^3

วิธีทำ

$$\frac{n \text{ ถ้าม}}{n \text{ ปอก}} = \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล}$$

$$\frac{n (\text{K}_2 \text{ MnO}_4)}{n (\text{MnO}_2)} = 1/1$$

$$V/22.4 (\text{K}_2 \text{ MnO}_4) = 1 \times g/M (\text{MnO}_2)$$

$$V = 1 \times 1000/87 \times 22.4$$

$$= 257.47 \text{ dm}^3$$

เกณฑ์การให้คะแนน

2. การตรวจให้คะแนนแบบฝึกทักษะ กำหนดคะแนนข้อละ 1 คะแนน ทำถูกต้องได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน
3. ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนสูตรเคมีได้ถูกต้อง
4. ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนสารตั้งต้นได้ถูกต้อง
5. ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนผลิตภัณฑ์ได้ถูกต้อง
6. ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนดุลสมการเคมีได้ถูกต้อง
7. ให้ 1 คะแนนสำหรับการแก้สมการได้ถูกต้อง
8. ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนสูตรทางเคมีได้ถูกต้อง

**แบบทดสอบหลังเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

คำชี้แจง 1. ข้อสอบทั้งหมด 12 ข้อใช้เวลา 90 นาที

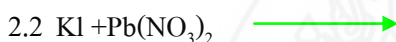
2. ข้อสอบอัตนัยแสดงวิธีทำ

จุดประสงค์ที่ 1 นักเรียนสามารถเขียนสมการและดุลสมการเคมีได้

1. จากสมการเคมี จงบอกว่าสารประกอบใดเป็นสารตั้งต้น และสารใดเป็นสารผลิตภัณฑ์



2. จงเขียนสมการเคมีให้สมบูรณ์



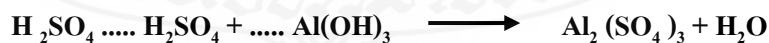
3. จงเขียนสมการเคมีและทำให้ดุลพร้อมทั้งแสดงสถานะของสารด้วย เมื่อนาสารละลาย (H_2SO_4) มาทำปฏิกิริยากับ Al(OH)_3 ได้ น้ำ และ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$



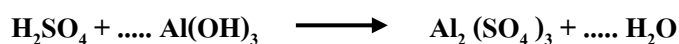
ดุลอะตอมเนียม



ดุลซัลเฟอร์หรือ อนุมูล



ดุลไฮโดรเจน



ดุลออกซิเจน



จุดประสงค์ที่ 2 นักเรียนสามารถ คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร มวล ปริมาตรของ แก๊สที่ STP หรือจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง

4. แก๊ส CO_2 4.48 dm³ ที่ STP จะมีกี่ โมล กี่กรัม

5. แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (1 โมเลกุลประกอบด้วย H 1 อะตอม และ Cl 1 อะตอม) ที่มีมวล 7.3 กรัม จะมีปริมาตรที่ STP และจำนวนอนุภาคเท่าไร

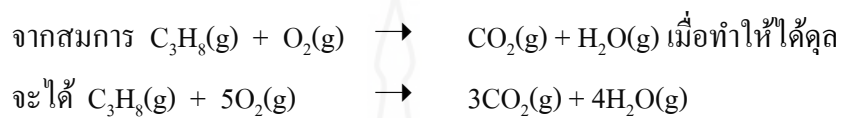
จุดประสงค์ที่ 3 นักเรียนสามารถ คำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีได้และใช้ คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบได้

6. เมื่อใส่โลหะอลิมนียม 112.4 กรัม ลงในบีกเกอร์ที่มีกรดไฮโดรคลอริก 15.0 กรัม มีก๊าซไฮโดรเจนเกิดขึ้นหลังจากที่ปฏิกิริยาสิ้นสุดลงมีสารเหลืออยู่ 95.2 กรัม ก๊าซไฮโดรเจน ที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าใด

7. โซเดียม 2.3 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับคลอรีน 3.55 กรัม เกิดโซเดียมคลอไรด์ เมื่อนำเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.952 กรัม จากการวิเคราะห์พบว่า ประกอบด้วยคลอรีน 1.775 กรัม ผลการทดลองเป็นตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

จุดประสงค์ที่ 4 นักเรียนสามารถ การคำนวณเกี่ยวกับ โจทย์ ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณของสารในสมการเคมี

จงตอบคำถามข้อที่ 8- 10



8. ถ้าต้องการ CO_2 1.204×10^{24} โมเลกุล ต้องใช้แก๊ส O_2 กี่ลิตร

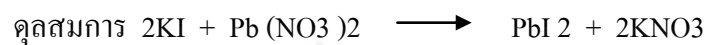
9. จะเกิดไอน้ำกี่โมล

10. จะเกิดไอน้ำกี่กรัม

จงตอบคำถามข้อที่ 11-12

จากสมการแสดงปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย KI กับสารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

ถ้าใช้ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 3.31 กรัม ทำปฏิกิริยากับ KI



11. ต้องใช้ KI กี่กรัม

12. PbI_2 กี่โมล



เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. จากสมการเคมี จงบอกว่าสารประกอบใดเป็นสารตั้งต้น และสารใดเป็นสารผลิตภัณฑ์

1.1 สารตั้งต้น คือ $\text{Zn (s)} + 2\text{Ag}^+ \text{ (aq)}$

สารผลิตภัณฑ์ คือ $\text{Zn}^{2+} \text{ (aq)} + 2 \text{Ag (s)}$

1.2 สารตั้งต้น คือ $\text{Mn}^{2+} \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{S (aq)}$

สารผลิตภัณฑ์ คือ $\text{MnS (aq)} + 2 \text{H}^+ \text{ (aq)}$

2. จงเขียนสมการเคมีให้สมบูรณ์



ดุลอะลูมิเนียม



ดุลซัลเฟอร์หรือ อนุมูล



ดุลไฮโดรเจน



ดุลออกซิเจน



4. CO_2 4.48 dm³ ที่ STP จะมีกี่ โมล กี่กรัม

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และจำนวนปริมาตร จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned} n &= \frac{V}{22.4} \\ &= \frac{4.48}{22.4} \\ &= 0.2 \text{ โมล} \end{aligned}$$

เป็นโจทย์เกี่ยวกับ โมล และจำนวนกรัม จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}\frac{W}{M} &= n \\ \frac{W}{44} &= 0.2 \\ W &= 0.2 \times 44 \\ &= 8.8 \text{ กรัม}\end{aligned}$$

5. แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (1 โมเลกุลประกอบด้วย H 1 อะตอม และ Cl 1 อะตอม) ที่มีมวล 7.3 กรัม จะมีปริมาตรที่ STP และจำนวนอนุภาค เท่าไร

วิธีทำ เป็นโจทย์เกี่ยวกับ มวล และปริมาตรของแก๊ส จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}\frac{V}{22.4} &= \frac{W}{M} \\ \frac{V}{22.4} &= \frac{7.3}{36.5} \\ V &= 4.48 \text{ dm}^3\end{aligned}$$

เป็นโจทย์เกี่ยวกับ ปริมาตรของแก๊ส และจำนวนอนุภาค จึงเลือกใช้สูตร

$$\begin{aligned}\frac{N}{6.02 \times 10^{23}} &= \frac{V}{22.4} \\ N &= \frac{4.48}{22.4} \times 6.02 \times 10^{23} \\ &= 1.204 \times 10^{23}\end{aligned}$$

6. เมื่อใส่โลหะอลูมิเนียม 112.4 กรัม ลงในปิกเกอร์ที่มีกรดไฮโดรคลอริก 15.0 กรัม มีแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้นหลังจากที่ปฏิกิริยาสิ้นสุดลงมีสารเหลืออยู่ 95.2 กรัม แก๊สไฮโดรเจน ที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าใด

วิธีทำ มวลสารก่อนเกิดปฏิกิริยา = มวลของโลหะอลูมิเนียม + กรดไฮโดรคลอริก
 มวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยา = มวลของแก๊ส H_2 + มวลของสารที่เหลือ
 จากกฎทรงมวล มวลก่อนปฏิกิริยา = มวลหลังปฏิกิริยา
 $W(\text{ก่อน}) = W(\text{หลัง})$

มวลของโลหะอลิมนีเยม + กรดไฮโดรคลอริก = มวลของก๊าซ H_2 + สารที่เหลือ

$$112.4 + 15 = X + 95.2$$

$$X = 32.2$$

เพราะฉะนั้น มวลของก๊าซ H_2 เท่ากับ 32.2 กรัม

จะเห็นว่า มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลสารหลังเกิดปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎทรงมวล

7. โซเดียม 2.3 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับคลอรีน 3.55 กรัม เกิดโซเดียมคลอไรด์ เมื่อนำเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.925 กรัม จากการวิเคราะห์พบว่า ประกอบด้วยคลอรีน 1.775 กรัม ผลการทดลองเป็นตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่

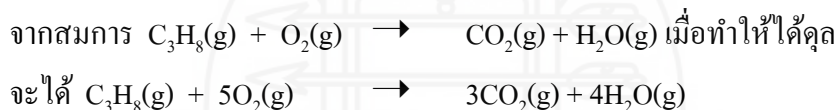
วิธีทำ การทดลองครั้งแรก

$$\text{มวลของ Na : มวลของ Cl} = 2.3 : 3.55 = 1 : 1.5$$

การทดลองครั้งที่สอง

$$\text{มวลของ Na : มวลของ Cl} = 1.15 : 1.775 = 1 : 1.5$$

เนื่องจากอัตราส่วนโดยมวลของ Na : มวลของ Cl คงที่ ดังนั้นจึงเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่



8. ถ้าต้องการ CO_2 1.204×10^{24} โมเลกุล ต้องใช้แก๊ส O_2 กี่ลิตร

วิธีทำ $\frac{n \text{ ตาม}}{n \text{ ปอก}} = \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล}$

$$\frac{n(O_2)}{n(CO_2)} = 5/3$$

$$V/22.4 (O_2) = 5/3 \times N / 6.02 \times 10^{23} (CO_2)$$

$$V = 5/3 \times 1.204 \times 10^{23} / 6.02 \times 10^{23} \times 22.4$$

$$= 7.46 \text{ dm}^3$$

9. จะเกิดไอน้ำกี่โมล

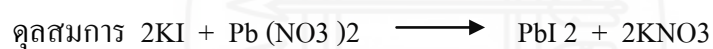
$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \frac{n \text{ ถ้าม}}{n \text{ ปอก}} &= \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\
 \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CO}_2)} &= 4/3 \\
 n(\text{H}_2\text{O}) &= 4/3 \times N / 6.02 \times 10^{23} (\text{CO}_2) \\
 n &= 4/3 \times 1.204 \times 10^{23} / 6.02 \times 10^{23} \times 18 \\
 &= 28.89 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

10. จะเกิดไอน้ำกี่กรัม

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \frac{W}{M} &= n \\
 \frac{W}{18} &= 28.89 \\
 W &= 520.12 \text{ g}
 \end{aligned}$$

จากสมการแสดงปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย KI กับสารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

ถ้าใช้ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 3.31 กรัม ทำปฏิกิริยากับ KI



11. ต้องใช้ KI กี่กรัม

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \frac{n \text{ ถ้าม}}{n \text{ ปอก}} &= \text{อัตราส่วนของจำนวนโมล} \\
 \frac{n(\text{KI})}{n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)} &= 1/2 \\
 \frac{g/M(\text{KI})}{g} &= 1/2 \times g/M(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) \\
 &= 1/2 \times 3.31 / 331 \times 166 \\
 &= 0.83 \text{ g}
 \end{aligned}$$

12. PbI_2 ที่โมล

วิธีทำ	$\frac{n \text{ งาม}}{n \text{ ปอก}}$	=	อัตราส่วนของจำนวนโมล
	$\frac{n (\text{PbI}_2)}{n (\text{Pb(NO}_3)_2)}$	=	1/1
	$n (\text{PbI}_2)$	=	$1/1 \times g/M (\text{Pb(NO}_3)_2)$
	n	=	$1/1 \times 3.31/331 \times 207$
		=	2.07 mol

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การตรวจให้คะแนนแบบฝึกทักษะ กำหนดคะแนนข้อละ 1 คะแนน ทำถูกต้องได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน
2. ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนสูตรเคมีได้ถูกต้อง
3. ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนสารตั้งต้นได้ถูกต้อง
4. ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนผลิตภัณฑ์ได้ถูกต้อง
5. ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนดุลสมการเคมีได้ถูกต้อง
6. ให้ 1 คะแนนสำหรับการแก้สมการได้ถูกต้อง
7. ให้ 1 คะแนนสำหรับเขียนสูตรทางเคมีได้ถูกต้อง

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางรุ่งฤดี อ่อนสง
วัน เดือน ปีเกิด	4 กันยายน 2513
สถานที่เกิด	อำเภอบ้านนาเดิม จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ประวัติการศึกษา	การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (เคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา พ.ศ. 2536
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ตำแหน่ง	ครู ค.ศ 2 ชำนาญการ

