การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน

นางดวงสมร ดวงตา

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2556

Development of Exercises for Solving Calculation Word Problems on the Topic of Mole in Chemistry for Mathayom Suksa IV Students of Nongbua Phitthayakhom School in Nan Province

Mrs. Duangsamorn Duangta

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	การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน
ชื่อและนามสกุล	นางดวงสมร ดวงตา
แขนงวิชา	หลักสูตรและการสอน
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 28 เมษายน 2557

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์ วิศวธีรานนท์)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรณพ จีนะวัฒน์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน

ผู้ศึกษา นางดวงสมร ดวงตา **รหัสนักศึกษา** 2542100066

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ **ปีการศึกษา** 2556

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 43 คน การหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ โดยทดลองใช้แบบหนึ่งต่อหนึ่งกับนักเรียน จำนวน 3 คน ทดลองแบบกลุ่มเล็ก จำนวนนักเรียน 10 คน และทดลองภาคสนาม จำนวนนักเรียน 30 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เวลาที่ใช้ในการศึกษา สัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 2 ชั่วโมงติดต่อกันในการสอนเนื้อหา ทั้งหมด 3 สัปดาห์ รวมใช้เวลา 12 ชั่วโมง และเวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบ 3 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อใหญ่ 18 ข้อย่อย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงแบนมาตรฐาน และค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2

ผลการศึกษา ปรากฏว่า แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน มีประสิทธิภาพ 85.96/82.35 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

คำสำคัญ แบบฝึกทักษะ การแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ โมล เคมี มัธยมศึกษาปีที่ 4

Independent Study title: Development of Exercises for Solving Calculation Word Problems on the Topic of Mole in Chemistry for Mathayom Suksa IV Students of Nongbua Phitthayakhom School in Nan Province
Author: Mrs. Duangsamorn Duangta; **ID:** 2542100066;
Degree: Master of Education (Curriculum and Instruction);
Independent Study advisor: Dr. Nuanjid Chaowakeeratipong, Associate Professor;
Academic year: 2013

Abstract

The purpose of this independent study was to construct and develop the exercises for solving calculation word problems on the topic of Mole in chemistry for Mathayom Suksa IV students of Nongbua Phitthayakhom School in Nan province based on the set 80/80 efficiency criterion.

The sample consisted of 43 Mathayom Suksa IV students studying in the second semester of the 2013 academic year at Nongbua Phitthayakhom School in Nan province. The efficiency verification process for the developed exercises started with their individual try-out with three students, followed by small group try-out with a group of 10 students, and finally field try-out with a group of 30 students all of whom were purposively selected. The field try-out took place for two hours per day, two days per week, and lasted for three weeks, making the total try-out time of 12 hours. In addition, a period of three hours was spent for testing. Thus, the total time for try-out plus testing amounted to 15 hours. The instruments for the study were the exercises for solving calculation word problems on the topic of Mole in chemistry, and an achievement test which was of the essay type containing 12 main items and 18 sub-items. Statistics employed for data analysis were the percentage, mean, standard deviation, and E_1/E_2 efficiency index.

The findings of the study showed that the exercises for solving calculation word problems on the topic of Mole in chemistry for Mathayom Suksa IV students of Nongbua Phitthayakhom School in Nan province was efficient at 85.96/82.35, thus meeting the set efficiency criterion.

Keywords: Exercises, Solving calculation word problem, Mole, Chemistry, Mathayom Suksa IV

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์ เป็นกรรมการสอบ ที่ได้ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนช่วยตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณครูนายพุทธพงศ์ เลขะวิพัฒน์ คุณครูพิมลพรรณ ธรรมไชย และคุณครูรัชมณี ไชยหาญ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำในการจัดทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคำนวณ เรื่องโมล และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ อันทำให้รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคุณครูนวพร ฆ้องเดช ครูโรงเรียนหนองบัวพิทยาคม ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ ในเรื่องสถิติที่เกี่ยวข้อง คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกในการทำวิจัย ขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ปีการศึกษา 2556 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงเกิดจากรายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา พี่น้อง ครูอาจารย์ทุกท่าน และมารดา ผู้ล่วงลับ ที่อบรมสั่งสอน และวางรากฐานทางการศึกษาให้กับผู้ศึกษา

ดวงสมร ดวงตา

เมษายน 2557

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การศึกษา 5

ขอบเขตของการศึกษา 5

นิยามศัพท์เฉพาะของการศึกษา 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 8

แนวคิดเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ 8

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 24

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา 29

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 29

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 29

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา 30

การเก็บรวบรวมข้อมูล 34

การวิเคราะห์ข้อมูล 34

บทที่ 4 ผลของการศึกษา 38

ส่วนประกอบของแบบฝึกทักษะ 36

ผลการหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะ โดยการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง 37

ผลการหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะ โดยการทดลองแบบกลุ่มเล็ก 38

ผลการหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะ โดยการทดลองภาคสนาม 40

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 44
สรุปการศึกษา 44
อภิปรายผล 45
ข้อเสนอแนะ 48
บรรณานุกรม 50
ภาคผนวก 55
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
และหนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ 56
ข แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล
และคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล 61
ค แบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล
และคู่มือการใช้แบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล139
ประวัติผู้ศึกษา 176

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน 3
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง 39
ตารางที่ 4.2 แสดงการแก้ไขข้อบกพร่องของแบบฝึกทักษะ 40
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองแบบกลุ่มเล็ก 41
ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองภาคสนาม 42

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ 2551: 1) ดังนั้น ประเทศต่างๆ ทั่วโลก จึงให้ความสำคัญและสนใจในการสร้างความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สูงขึ้น ทุกประเทศจึงได้จัดเนื้อหาหรือหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ในระบบโรงเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา โดยเฉพาะการศึกษาในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นวิชาพื้นฐาน (Basic Science Education) ที่นักเรียนทุกคนต้องเรียน (ไพทูรย์ สุขศรีงาม 2546: 1) เพื่อจะได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาท หรืออิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเอง สังคมและประเทศชาติ เพื่อให้นักเรียนมีความคิด มีเหตุผล และมีเจตคติเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ (ไพทูรย์ สุขศรีงาม 2546: 60) โดยจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีและสังคม เน้นการสืบเสาะที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงจะสามารถพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาและเจตคติที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นไปตามนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศ กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดจุดหมายหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ในการที่จะมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ (กระทรวงศึกษาธิการ 2551: 5) นอกจากนี้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ฉบับปรับปรุง 2545) กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยถือว่าผู้เรียนทุกคนนั้นสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนรู้จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาไปตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมที่สอดคล้องกับ ความสนใจ ความถนัดของผู้เรียน และความแตกต่างระหว่างบุคคล รวมทั้งให้ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการการเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติจริง ผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างสมดุล และปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (กระทรวงศึกษาธิการ 2544: 12)

การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้องการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับลักษณะของวิชา ต้องสอนให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้ที่เป็นรูปธรรม และนามธรรมโดยให้ผู้เรียนเข้าใจและใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วย การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องอาศัยทฤษฎีทางจิตวิทยาในกลุ่มปัญญานิยม (cognitive psychology) เนื่องจากความรู้จากจิตวิทยาในกลุ่มนี้จะมองว่าผู้สอนและผู้เรียนต้องเรียนรู้โครงสร้างของความรู้ คือ เนื้อหา และวิธีการของความรู้นั้น เพื่อจะนำไปใช้ในการสร้างความรู้ต่อไปโดยใช้กรับวนการคิดจัดกระทำกับข้อมูล และการแก้ปัญหาที่เน้นความสามารถทางสติปัญญาและความสามารถในการคิดเป็น (productive thinking) (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ 2550: 7) ซึ่งสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual Development Theory) ของเพียร์เจต์ (Piaget) และบรูเนอร์ (Bruner) ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (A Theory of Meaningful Verbal Learning) ของออซูเบล (Ausubel) และ แนวคิดเกี่ยวกับการถ่ายโยงการเรียนรู้ของผู้เรียน (transfer of learning) ของธอร์นไดค์ (Thorndike)

วิชาเคมี เป็นรายวิชาหนึ่งที่จัดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยธรรมชาติของเนื้อหาวอชาเคมี มีทั้งเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ เช่นสารและสมบัติของสาร อะตอมและตารางธาตุ พันธะเคมี สารชีวโมเลกุล ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรมเคมี เป็นต้น และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ เช่น ปริมาณสารสัมพันธ์ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สมดุลเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริเคมี กรด-เบสเป็นต้น จากการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี พบว่า เนื้อหาในส่วนที่เป็นการคำนวณ ผู้เรียนมีความรู้ประสบการณ์เดิม และแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเคมี

เช่น เรื่องโมเลกุล กรด-เบส การคำนวณหาปริมาณสารจากสมการ ความเข้มข้นของสารละลายและความสัมพันธ์ระหว่างสารต่างๆ ในสมการเคมีซึ่งต้องใช้ความรู้เรื่องโมลในการแก้ปัญหา โดยในเรื่องโมลนั้นผู้เรียนก็มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เช่น แก๊สจำนวน 1 โมล มี 6.02 x 1023 อะตอมของแข็งมีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ภาวะอุณหภูมิและความดันมาตรฐาน และแก๊สจำนวน 1 โมล มีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ภาวะอุณหภูมิและความดันใดๆ นอกจากนี้ผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้เรื่องโมลมาใช้ในการบอกปริมาณสารได้ ซึ่งจะเห็นว่าในเนื้อหาวิชาเคมีจำเป็นต้องใช้ความรู้เรื่องโมลเป็นพื้นฐานในการเรียน เช่น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กรด-เบส ปริมาณสารสัมพันธ์ และสมดุลเคมี เป็นต้น ปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุมาจากผู้เรียนมีความถนัดและความสามารถทางสติปัญญาต่างกัน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด (ระดับผลการเรียน 3 ขึ้นไป) ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน

ปีการศึกษา	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ได้ระดับผลการเรียน								ร้อยละของนักเรียนที่ได้ 3 ขึ้นไป	ร้อยละของนักเรียนที่ได้ต่ำกว่า 3
		0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4		
2554	65	7	8	5	10	5	12	10	8	46.15	53.85
2555	62	9	7	7	5	11	8	8	7	37.09	62.91

หมายเหตุ เป้าหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับโรงเรียนระดับผลการเรียน 3 ขึ้นไป

ที่มา: รายงานการปฏิบัติงานและผลการประเมินตนเอง (Self AssessmentReport: SAR) ปีการศึกษา 2554 และปีการศึกษา 2555 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม สำหรับรายวิชาเคมี2

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าปีการศึกษา 2554 และ 2555 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี2 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด ร้อยละ 53.85 และ 62.91 ตามลำดับ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ผู้เรียนต้องมีความสนใจเนื่องมาจากแรงจูงใจและศักยภาพที่จะเรียนรู้ของตนเอง ประกอบกับแรงจูงใจที่ผู้สอนกระตุ้นหรือเสริมแรงเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ดังนั้นการให้เวลาอย่างเพียงพอสำหรับผู้เรียนแต่ละคนโดยทำการสอนให้มีคุณภาพแล้ว ผู้เรียนทุกคนจะรอบรู้ในเนื้อหาที่เรียนได้ ตามหลักการของคาร์โรล (Carroll) (กิ่งฟ้า สินธุวงศ์ 2550: 8)

แบบฝึกทักษะเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่ตอบสนองความต้องการของนักเรียนที่ชอบค้นคว้าหาคำตอบ โดยเริ่มจากการได้เผชิญปัญหาเพื่อหาคำตอบ โดยเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม สรุปข้อมูลได้อย่างสมเหตุสมผลการที่นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาจะช่วยให้นักเรียนรู้จักคิด มีระเบียบขั้นตอนในการคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักตัดสินใจอย่างฉลาด (สิริพร ทิพย์คง 2536: 157) อีกทั้งแบบฝึกยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยเสริมทักษะ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณให้ดีขึ้น ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference) นอกจากนั้นแบบฝึกทักษะยังสามารถส่งเสริม และพัฒนาผู้เรียนให้ค้นพบทักษะ ความสามารถ ความถนัด ความสนใจ และศักยภาพในตนเอง

สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่องโมล ควรที่จะใช้ทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ เพื่อช่วยแก้ปัญหาการเรียนการสอนด้านโจทย์ปัญหาการคำนวณที่อยู่ในรูปของภาษาที่ประกอบด้วยข้อความและตัวเลข โดยผู้เรียนจะต้องหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม (Adams, Ellis and Beeson 1977: 173) ซึ่งจะต้องอาศัยทักษะการอ่าน การวิเคราะห์ปัญหา การคำนวณ การมองเห็นความสัมพันธ์เป็นส่วนประกอบในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนได้ฝึกปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีการฝึกทักษะในด้านการอ่าน การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบขั้นตอนเป็นประจำแล้วจะทำให้นักเรียนมีความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาสูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ เสาวนีย์ โคตรชมภู (2555) ที่ได้พัฒนาชุดแบบฝึกทักษะการคิดคำนวณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 วิชาเคมี เรื่อง มวลอะตอม มวลโมเลกุล โมล และความเข้มข้นของสารละลาย ผลการศึกษาพบว่า ชุดแบบฝึกทักษะ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.28/83.44 มีค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.8727 ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 87.27 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดแบบฝึกทักษะมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กล่าวโดยสรุปได้ว่า แบบฝึกทักษะจะช่วยพัฒนาการเรียนการสอน ส่งเสริมกิจกรรมที่มุ่งพัฒนาตัวนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีโอกาสเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนสามารถนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด และทักษะที่เกิดไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ต่อไปได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้ศึกษาสนใจที่จะพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิผล เป็นแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนที่นำนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

เพื่อสร้างและพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

3. ขอบเขตของการศึกษา

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา2556 จำนวน 56 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4โรงเรียนหนองบัวพิทยาคมจังหวัดน่าน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 43 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง และหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ โดยทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง จำนวน 3 คน ทดลองแบบกลุ่มเล็ก จำนวน 10 คน และทดลองภาคสนาม จำนวน 30 คน

3.2 เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ โมล ประกอบด้วยเนื้อหาย่อยคือ มวลอะตอม มวลโมเลกุล โมลกับจำนวนอนุภาค จำนวนโมลกับมวลของสาร ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ผู้ศึกษาใช้เวลาเก็บข้อมูล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 สัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 2 ชั่วโมงติดต่อกันในการสอนเนื้อหา ทั้งหมด 3 สัปดาห์ รวมใช้เวลา 12 ชั่วโมง และเวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบ 3 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง

4. นิยามศัพท์เฉพาะของการศึกษา

4.1 การพัฒนาแบบฝึกทักษะ หมายถึง กระบวนการในการสร้างแบบฝึกทักษะเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขจนได้คุณภาพตามเกณฑ์ 80/80

4.2 ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะกับค่าร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้ประสิทธิภาพ 80/80 เป็นเกณฑ์ตัดสิน ซึ่ง 80 ตัวแรก ประเมินจากการทำกิจกรรมในวิชาเคมี เรื่องโมล โดยนำคะแนนของนักเรียนทั้งหมดมารวมกันคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด ส่วน 80 ตัวหลัง ประเมินจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการใช้แบบฝึกทักษะ แล้วนำคะแนนของนักเรียนทั้งหมดมารวมกันคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

4.3 แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี หมายถึง สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีไว้ให้นักเรียนได้ฝึกฝนเพื่อเพิ่มและพัฒนาทักษะการคำนวณเรื่องโมลให้กับนักเรียน ซึ่งมีเนื้อหาย่อย 6 เรื่อง โดยมีโครงสร้างในการสร้าง คือเป็นแบบฝึกที่เรียงลำดับจากง่ายไปยากโดยเน้นการคำนวณซึ่งใช้กระบวนการในการแก้ปัญหา 3 ขั้นตอน คือ

4.3.1 ขั้นวิเคราะห์โจทย์ หมายถึง การทำความเข้าใจในสิ่งที่โจทย์ถาม สิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่ควรรู้

4.3.2 ขั้นดำเนินการ หมายถึง กระบวนการจัดกระทำข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบโดยการคำนวณตามสูตรหรือวิธีการที่เลือกไว้

4.3.3 ขั้นระบุคำตอบ หมายถึง การระบุคำตอบถูกต้องสมเหตุสมผล

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 นักเรียนได้รับการพัฒนาให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ในส่วนของการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ เรื่องโมล

5.2 นักเรียนมีเจตคติทางวิชาเคมีที่ดี มีความสนใจต่อการเรียนวิชาเคมีในเรื่องอื่นๆ สูงขึ้น

5.3 นักเรียนจะเกิดความสนใจใฝ่รู้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแสวงหาความรู้ต่อไปในอนาคต รวมไปถึงการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย

5.4 นักเรียนสามารถใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

5.5 ครูผู้สอนสามารถนำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล ที่สร้างขึ้นไปใช้สอน ทำให้ประหยัดเวลา และครูมีเวลาเตรียมการสอนบทเรียนอื่นๆ ได้มากขึ้น

5.6 เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในการสร้างและพัฒนาแบบฝึกทักษะการคำนวณวิชาวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ ต่อไป

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ซึ่งจะนำเสนอหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ
   1.1 ความหมาย ความสำคัญ และจุดประสงค์ของการใช้แบบฝึกทักษะ
   1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ
   1.3 ลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดี
   1.4 หลักการสร้างแบบฝึกทักษะ
   1.5 การหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ
   1.6 ประโยชน์ของการใช้แบบฝึกทักษะในการจัดการเรียนรู้
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
   2.1 ความหมายและขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
   2.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   3.1 งานวิจัยในประเทศ
   3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. แนวคิดเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ

1.1 ความหมาย ความสำคัญ และจุดประสงค์ของการใช้แบบฝึกทักษะ

1.1.1 ความหมายของแบบฝึกทักษะ

แบบฝึก แบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะ แบบเสริมทักษะ ฯลฯ เหล่านี้ล้วนเป็นชื่อที่ใช้เรียกแบบฝึกทั้งสิ้น และมีผู้ให้ความหมายคำว่าแบบฝึกไว้ต่างๆ กันดังนี้

กู๊ด (Good 1973: 224) กล่าวว่า แบบฝึกทักษะหมายถึง งานหรือการบ้านที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำ เพื่อทบทวนความรู้ที่เรียนไปแล้ว และเป็นการฝึกทักษะการใช้กฎหรือสูตรต่าง ๆ ที่เรียนไป

เกศินี มีคุณ (2547: 27) กล่าวว่า แบบฝึกเป็นสื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเอง ได้ฝึกทักษะเพิ่มเติมและทบทวนเนื้อหาหลังจากที่ได้เรียนบทเรียนอาจทำเป็นหน่วยการเรียนรวมเล่มทุกเนื้อหาโดยมีครูเป็นผู้แนะนำ

ปฐมพร บุญลี (2545: 43) กล่าวว่า แบบฝึกทักษะ หมายถึงสิ่งที่ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนกระทำเพื่อฝึกฝนเนื้อหาต่าง ที่เรียนไปแล้วให้เกิดความชำนาญมากขึ้น และผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

รัชฎาภรณ์ พรมลา (2541: 33) กล่าวว่า แบบฝึก แบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะ หรือชุดการสอนที่เป็นแบบฝึกที่ใช้เป็นตัวอย่างมีปัญหา หรือคำสั่งที่ตั้งขึ้นเพื่อให้นักเรียนฝึกตอบเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและมีทักษะเพิ่มมากขึ้น

สมศักดิ์ สินธุรเวชญ์ (2540: 106) กล่าวว่า แบบฝึกทักษะ คือ การจัดประสบการณ์การฝึกหัดเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องอย่างหลากหลายและแปลกใหม่

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2537: 147) ได้กล่าวถึงแบบฝึกไว้ว่าแบบฝึก หรือแบบฝึกหัด หรือแบบฝึกเสริมทักษะ เป็นสื่อการเรียนประเภทหนึ่งสำหรับให้นักเรียนนักเรียนฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจและทักษะเพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่หนังสือเรียนจะมีแบบฝึกหัดอยู่ท้ายบทเรียน ในบางวิชาแบบฝึกหัดจะมีลักษณะเป็นแบบฝึกปฏิบัติ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542: 641) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกไว้ว่า หมายถึง แบบตัวอย่าง ปัญหา หรือคำสั่งที่ตั้งขึ้นเพื่อให้นักเรียนฝึกตอบ

1.1.2 ความสำคัญของแบบฝึกทักษะ

แบบฝึกทักษะมีความสำคัญในการที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ การคำนวณจากการทำแบบฝึกทักษะ ต้องมีการฝึกฝนเพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ มีผู้กล่าวถึงความสำคัญของแบบฝึกทักษะไว้ดังนี้

เกศินี มีคุณ (2547: 29) กล่าวว่า แบบฝึกทักษะมีความสำคัญในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีพัฒนาการ และมีความชำนาญในเนื้อหานั้นๆ ช่วยให้ครูประสบความสำเร็จในการสอน

ประยงค์ งามจิต (2533: 41) ในการฝึกทักษะจำเป็นต้องอาศัยแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความเข้าใจ และในเรื่องที่ได้เรียนไปแล้ว ครูส่วนมากจะใช้แบบฝึกหัดที่มีอยู่ในหนังสือแบบเรียนให้นักเรียนฝึกหัดหลังจากที่เรียนเสร็จแล้ว แต่หนังสือแบบฝึกหัดบางเล่มมีแบบฝึกหัดเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย จึงเป็นหน้าที่ของครูโดยตรงที่จะต้องสร้างแบบฝึกให้เหมาะสมกับเรื่องที่

สอน เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะเข้าใจมากขึ้นและมีความชำนาญแม่นยำในบทเรียนนั้นๆ ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

1.1.3 จุดประสงค์ของการใช้แบบฝึกทักษะ

1) เพื่อให้จำกฎเกณฑ์ หลักเกณฑ์ กระบวนการต่างๆ ได้คงทน และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และฝึกฝนการถ่ายโยงการเรียนรู้

2) เพื่อให้มีความรู้ถูกต้อง แม่นยำในการใช้กฎเกณฑ์และหลักการต่างๆ

3) เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการแก้ปัญหา

4) เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้กฎเกณฑ์ และหลักการในการแก้ปัญหาอย่างรวดเร็วถูกต้อง

จากความหมาย ความสำคัญ และจุดประสงค์ของการใช้แบบฝึกทักษะ อาจสรุปได้ดังนี้ แบบฝึกทักษะ หมายถึง งานที่ครูได้มอบหมายให้นักเรียนทำด้วยตนเองภายหลังจากได้เรียนบทเรียน เพื่อเป็นการทบทวนและฝึกทักษะในเรื่องที่เรียนผ่านไปแล้ว ซึ่งแบบฝึกทักษะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในเนื้อหาที่ได้ทำแบบฝึกทักษะ โดยนำเอาหลักการกระบวนการต่างๆ ไปใช้ได้อย่างถูกต้องและมีความชำนาญในเรื่องที่ได้ทำแบบฝึกทักษะ

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนนั้น ครูผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ตามความสามารถและความสนใจ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดต์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา

ทฤษฎีทางสติปัญญาที่จะกล่าวถึง คือ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรุนเนอร์ (Bruner) ดังนี้

1) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)

ทิศนา แขมมณี (2552: 64-68) กล่าวถึงแนวคิดของเพียเจต์ ว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กจะมีพัฒนาการเป็นไปตามวัยต่างๆ เป็นลำดับขั้นพัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่างๆ เป็นลำดับขั้น ดังนี้

1. ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำ เด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง และยังไม่เข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

2. ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ยังไม่สามารถที่จะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้

3. ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจ และสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่างๆ ได้มากขึ้น

4. ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

นอกจากนี้ยังได้กล่าวว่า ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่ และได้กล่าวถึงกระบวนการทางสติปัญญาที่มีขั้นตอนสำคัญ คือ

1. การซึมซับหรือการดูดซึม (assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราว และข้อมูลต่างๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

2. การปรับและจัดระบบ (accommodation) คือ กระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

3. การเกิดความสมดุล (equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาขึ้นในตัวบุคคล

และท้ายที่สุด ทิศนา แขมมณี (2552: 64-68) ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ตามวัยของตน ซึ่งจะช่วยให้เด็กพัฒนาไปสู่พัฒนาการขั้นสูงขึ้นได้ โดยตระหนักว่าเด็กแต่ละคนมีพัฒนาการแตกต่างกัน ถึงแม้อายุจะเท่ากันแต่ระดับพัฒนาการอาจจะไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงไม่ควรเปรียบเทียบเด็ก ควรให้เด็ก

มีอิสระที่จะเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของเขาไปตามระดับพัฒนาการของเขา และผู้สอนควรสอนสิ่งที่เป็นรูปธรรมเพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจลักษณะต่างๆ ได้ดีขึ้น

2. การให้ความสนใจและสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิดจะช่วยให้ได้ทราบลักษณะเฉพาะของเด็ก

3. ในการสอนเด็กเล็ก ๆ เขาจะรับรู้ส่วนรวม (whole) ได้ดีกว่าส่วนย่อย (part) ดังนั้นผู้สอนจึงควรสอนภาพรวมก่อนแล้วจึงแยกสอนทีละส่วน

4. ในการสอนสิ่งใดให้กับเด็ก ควรเริ่มจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อนแล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า การทำเช่นนี้จะช่วยเด็กซึมซับและจัดระบบความรู้ได้ดี

5. การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากๆ จะช่วยเด็กซึมซับข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญาและพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กได้ดี

2) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรุนเนอร์ (Bruner)

ทิศนา แขมมณี (2552: 66-67) ได้กล่าวถึงแนวคิดของบรุนเนอร์ ซึ่งเชื่อว่า มนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (discovery learning) และได้เสนอสาระสำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดของบรุนเนอร์ ไว้ดังนี้

1. การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก มีผลต่อการเรียนรู้ขอเด็ก

2. การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียน และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ

3. การคิดแบบหยั่งรู้ (intuition) เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้

4. แรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

5. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์แบ่งได้เป็น3 ขั้นใหญ่ๆ คือ

5.1 ขั้นเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage) คือ ขั้นของการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่างๆการลงมือกระทำช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้ดี

5.2 ขั้นการเรียนรู้จากความคิด (Iconic Stage) เป็นขั้นที่เด็กสามารถสร้างมโนภาพในใจได้ และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริงได้

5.3 ขั้นการเรียนรู้จากสัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage) เป็นขั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้

6. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ได้อย่างเหมาะสม

7. การเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุดคือการให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (discovery learning)

และได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรุนเนอร์ไปในการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. กระบวนการค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดีมีความหมายสำหรับผู้เรียน

2. การวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระการเรียนรู้ให้เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำก่อนการสอน

3. การจัดหลักสูตรแบบเกลียว (Spiral Curriculum) ช่วยให้สามารถสอนเนื้อหาหรือแนวคิดรวบยอดเดียวกันแก่ผู้เรียนทุกวัยได้ โดยต้องจัดเนื้อหาความคิดรวบยอดและวิธีสอนให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการของผู้เรียน

4. ในการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มากเพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

5. การสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เป็นสิ่งจำเป็นในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แก่ผู้เรียน

6. การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

7. การสอนความคิดรวบยอดให้กับผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็น

8. การจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเองสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

1.2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

ผู้ที่กล่าวถึง ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย คือ เดวิด ออซูเบล (David Ausubel) ซึ่ง ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553: 28) ได้กล่าวสรุปถึงแนวคิดของออซูเบล มีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีของออซูเบล เน้นความสำคัญของการเรียนรู้อย่างมีความเข้าใจและมีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เรียนรวมหรือเชื่อมโยง (subsumme) สิ่งที่เรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นความคิดรวบยอด (concept) หรือความรู้ที่ได้รับใหม่ในโครงสร้างสติปัญญากับความรู้เดิมที่อยู่ในสมองของผู้เรียนอยู่แล้ว

2. ออซูเบลให้ความหมายการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (meaningful learning) ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมาจากการที่ผู้สอน อธิบายสิ่งที่จะต้องเรียนให้ทราบและผู้เรียนรับฟังด้วยความเข้าใจ โดยผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้กับโครงสร้างพุทธิปัญญาที่ได้เก็บไว้ในความทรงจำและจะสามารถนำมาใช้ในอนาคต

3. ออซูเบลได้เสนอแนะเกี่ยวกับ Advance Organizer เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมายจากการสอนหรือบรรยายของผู้สอนโดยการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่ หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่ไม่ต้องท่องจำ

นอกจากนี้ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553 : 28-29) ยังได้กล่าวถึงการนำทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ผู้สอนควรมีการแนะนำบทเรียนก่อนการเรียนการสอนและก่อนที่จะสอนสิ่งใดใหม่ ควรมีการสำรวจความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำความเข้าใจเรื่องที่เรียนใหม่หรือไม่ ถ้ายังไม่มีก็ต้องจัดให้ก่อน

2. ผู้สอนควรสอนโดยไม่เน้นการท่องจำ แต่สอนให้เกิดการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่ หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน

3. ผู้สอนควรใช้ Advance Organizer เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมายจากการสอนหรือบรรยายของผู้สอน

4. ผู้สอนควรช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายโดยการจัดเรียบเรียงข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้เรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่

5. ผู้สอนควรนำเสนอกรอบ หลักการกว้างๆ ก่อนที่จะให้เรียนรู้ในเรื่องใหม่

6. ผู้สอนควรแบ่งบทเรียนเป็นหัวข้อที่สำคัญ และบอกให้ทราบเกี่ยวกับหัวข้อสำคัญที่เป็นความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน

1.2.3 ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์

ทิศนา แขมมณี (2552: 51) ได้กล่าวสรุปถึงแนวคิดตามสาระทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ มีประเด็นสำคัญดังนี้

1. ธอร์นไดค์ เชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งมีหลายรูปแบบ บุคคลจะมีการลองผิดลองถูก (trial and error) ปรับเปลี่ยนไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบรูปแบบการตอบสนองที่สามารถให้ผลที่พึงพอใจมากที่สุด เมื่อเกิดการเรียนรู้แล้ว บุคคลจะใช้รูปแบบการตอบสนองที่เหมาะสมเพียงรูปแบบเดียว และจะพยายามใช้รูปแบบนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าในการเรียนรู้ต่อไปเรื่อย ๆ

2. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ ที่สำคัญคือ

2.1 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งทางร่างกายและจิตใจ

2.2 กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) กล่าวว่า การฝึกหัดหรือกระทำบ่อยๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อยๆ การเรียนรู้นั้นจะไม่คงทนถาวร และในที่สุดอาจลืมได้

2.3 กฎแห่งการใช้ (Law of Use and Disuse) กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ความมั่นคงของการเรียนรู้จะเกิดขึ้น หากได้มีการนำไปใช้บ่อยๆ หากไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมเกิดขึ้นได้

2.4 กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of Effect) กล่าวว่า เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจย่อมอยากที่จะเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจ จะไม่อยากเรียนรู้ ดังนั้นการได้รับผลที่พึงพอใจ จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้

นอกจากนี้ ทิศนา แขมมณี (2552: 51-52) ยังได้กล่าวถึง การนำทฤษฎีของธอร์นไดค์มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนแบบลองผิดลองถูกบ้าง (เมื่อพิจารณาแล้วว่าไม่ถึงกับเสียเวลามากเกินไป และไม่เป็นอันตราย) จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในวิธีการแก้ปัญหา จดจำการเรียนรู้ได้ดี และเกิดความภาคภูมิใจในการทำสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง

2. การสำรวจความพร้อมหรือการสร้างความพร้อมของผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องกระทำก่อนการสอนบทเรียน เช่น การสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียน การเชื่อมโยงความรู้เดิมมาสู่ความรู้ใหม่ การสำรวจความรู้ใหม่ การสำรวจความรู้พื้นฐาน เพื่อดูว่าผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนบทเรียนต่อไปหรือไม่

3. หากต้องการให้ผู้เรียนมีทักษะในเรื่องใดจะต้องช่วยให้เขาเกิดความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างแท้จริง แล้วให้ฝึกฝนกระทำสิ่งนั้นบ่อย ๆ แต่ควรระวังอย่าให้ซ้ำซาก จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

4. เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้วแล้วควรให้ผู้เรียนฝึกนำการเรียนรู้นั้นไปใช้บ่อย ๆ

5. การให้ผู้เรียนได้รับผลที่ตนพึงพอใจ จะช่วยให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จ การศึกษาว่าสิ่งใดเป็นสิ่งเร้าหรือรางวัลที่ผู้เรียนพึงพอใจจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

1.3 ลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดี

แบบฝึกทักษะที่ดีจะทำให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการทำแบบฝึกทักษะ มีผู้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับองค์ประกอบหรือลักษณะสำคัญของแบบฝึกทักษะที่ดีไว้ดังนี้

บาร์เนท (Barrnett 1989: 72) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกทักษะว่า แบบฝึกทักษะที่ดีควรมีข้อแนะนำในการใช้คำ หรือข้อความที่ใช้ฝึก ควรมีการจำกัดคำสั่งที่หรือตัวอย่างที่ชัดเจนและไม่ยากจนเกินไป ถ้าต้องการให้ผู้ฝึกศึกษาด้วยตนเอง แบบฝึกทักษะควรมีรูปแบบที่มีความหมายแก่ผู้ฝึกด้วย

บิลโลว์ (Billow 1962: 87) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกทักษะว่า แบบฝึกทักษะที่ดีนั้นต้องสามารถดึงดูดความสนใจและสมาธิของผู้เรียนได้ เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกเฉพาะอย่าง ใช้ภาษาเหมาะสมเหมาะสมกับวัย วัฒนธรรมประเพณี ภูมิหลังทางภาษาของผู้เรียน แบบฝึกทักษะที่ดีควรเป็นแบบฝึกสำหรับผู้เรียนที่เก่ง และซ่อมเสริมสำหรับผู้เรียนอ่อนในขณะเดียวกัน นอกจากนี้ควรใช้แบบฝึกที่มีหลายลักษณะและมีความหมายต่อผู้ฝึกอีกด้วย

รีเวอร์ (Rivers. 1968:97:105) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกทักษะไว้ดังนี้

1. บทเรียนทุกเรื่องควรให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกมากพอก่อนที่จะเรียนเรื่องต่อไป
2. แต่ละบทควรฝึกโดยใช้เพียงแบบฝึกเดียว
3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
4. สิ่งที่ฝึกแต่ละครั้งควรเป็นแบฝึกสั้น ๆ
5. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวัน
6. แบบฝึกควรให้นักเรียนได้ใช้ความคิดไปด้วย
7. แบบฝึกควรมีหลายๆ แบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
8. การฝึกควรฝึกให้นักเรียนนำสิ่งที่เรียนมาแล้วสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

นิตยา ฤทธิโยธี (2520: 1) ได้กล่าวถึงลักษณะแบบฝึกทักษะที่ดีว่าต้องมีลักษณะดังนี้

1. มีความเกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

2. มีความเหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็ก

3. มีคำชี้แจงสั้นๆ ที่จะทำให้เด็กเข้าใจวิธีทำได้ง่าย คำชี้แจงหรือคำสั่งจะต้องสั้นกะทัดรัด

4. ใช้เวลาเหมาะสมคือไม่ใช้เวลานานหรือเร็วเกินไป

5. เป็นที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

จากลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดี ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สรุปได้ว่า แบบฝึกทักษะที่ดีจะต้องสร้างให้เกี่ยวข้องกับบทเรียน เป็นแบบฝึกสำหรับผู้เรียนเก่งและใช้ซ่อมเสริมผู้เรียนอ่อนได้ มีความหลากหลาย ในแบบฝึกทักษะชุดหนึ่งๆ มีคำสั่งที่ชัดเจน เปิดโอกาสให้ผู้ฝึกได้คิด ท้าทายความสามารถ มีความเหมาะสมกับวัย ใช้เวลาฝึกไม่นาน ผู้ฝึกสามารถนำประโยชน์จากการทำแบบฝึกไปประยุกต์ปรับเปลี่ยนนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างชัดเจน

1.4 หลักการสร้างแบบฝึกทักษะ

ในการจัดการเรียนการสอนแบบฝึกทักษะเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนที่จะต้องฝึกทำ เพื่อให้ความความรู้ ความเข้าใจ เกิดทักษะในการเรียนรู้ ถ้าแบบฝึกทักษะไม่น่าทำ ไม่น่าสนใจ ไม่น่าติดตาม แบบฝึกนั้นจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย แทนที่แบบฝึกจะน่ามีประโยชน์ กลับเป็นโทษต่อผู้เรียน ดังนั้นในการสร้างแบบฝึกทักษะให้มีลักษณะที่ดี มีประสิทธิภาพนั้น ได้มีนักการศึกษาแนะนำหลักการสร้างไว้หลายท่าน ดังนี้

วรรณ แก้วแพรก (2526: 87) ได้แนะนำหลักในการสร้างแบบฝึกทักษะไว้ดังนี้

1. มีจุดมุ่งหมายในการจัดทำ

2. ต้องจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก และต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

3. ต้องจัดหลังจากสอนในบทเรียน หรือเนื้อหานั้น ๆ แล้ว

4. ต้องจัดทำแบบฝึกไว้ล่วงหน้า โดยทำไว้เป็นรายเนื้อหาหรือเป็นบทๆ พร้อมคำเฉลย

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2537 อ้างถึงในนิตยาภรณ์ อินอ่อน 2549: 30) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบฝึกทักษะไว้ดังนี้

1. ศึกษาปัญหาและความต้องการ

2. วิเคราะห์เนื้อหา หรือทักษะที่เป็นปัญหา

3. พิจารณาวัตถุประสงค์ รูปแบบ และขั้นตอนการใช้แบบฝึก

4. สร้างแบบวัด จะตองสอดคล้องกับเนื้อหาหรือทักษะที่วิเคราะห์

5. สร้างบัตรฝึกหัด เพื่อใช้พัฒนาทักษะย่อยแต่ละทักษะ

6. สร้างบัตรอ้างอิง เพื่อใช้อธิบายคำตอบ

7. สร้างแบบบันทึกความก้าวหน้า เพื่อใช้บันทึกผลการทดลอง

8. นำแบบฝึกทักษะไปทดลองใช้เพื่อหาข้อบกพร่องของแบบฝึกทักษะและคุณภาพของแบบวัด

9. ปรับปรุงแก้ไข

10. รวบรวมเป็นชุด จัดทำคำชี้แจงคู่มือการใช้ สารบัญ

สวัสดิ์ ด้วงช่วย (2550) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบฝึกทักษะว่า มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์บทบาท และสาเหตุจากการจัดกิจกรมการเรียนการสอน เช่น

1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำการสอน

1.2 ปัญหาการผ่านจุดประสงค์หรือผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของนักเรียน

1.3 ผลจากการบันทึกกาสังเกตพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์

1.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือความสามารถด้านต่าง ๆ

2. ศึกษารายละเอียดของหลักสูตรที่ตนเองรับผิดชอบ เพื่อวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรม

3. พิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการสร้างแบบฝึกทักษะ และเลือกเนื้อหาในส่วนที่จะสร้างแบบฝึกทักษะนั้น เพื่อจะกำหนดหัวข้อเรื่อง และเค้าโครงเรื่อง

4. ศึกษารูปแบบของการสร้างแบบฝึกทักษะจากเอกสารตัวอย่าง

5. ออกแบบแบบฝึกทักษะแต่ละชุดให้มีรูปแบบที่หลากหลาย น่าสนใจ

6. ลงมือสร้างแบบฝึกทักษะแต่ละชุด รวมทั้งแบบประเมินก่อนเรียนและหลังเรียนให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้

7. นำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ที่เป็นผู้รู้จากภายนอกและภายในโรงเรียน

8. นำไปทดลองใช้ และบันทึกผลเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง

9. ปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดได้

10. นำแบบฝึกทักษะไปใช้จริง

11. สรุปและเผยแพร่

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2544: 11) ได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบฝึกทักษะไว้ดังนี้

1. ระลึกถึงเสมอว่าต้องให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาก่อนใช้แบบฝึกทักษะ

2. ในแต่ละแบบฝึกอาจมีเนื้อหาสรุปย่อยหรือหลักเกณฑ์ไว้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาทบทวนก่อนก็ได้

3. ควรสร้างแบบฝึกให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ที่ต้องการและไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป

4. คำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ของเด็กให้เหมาะสมกับวุฒิภาวะและความแตกต่างของผู้เรียน

5. ควรศึกษาแนวทางการสร้างแบบฝึกให้เข้าใจก่อนปฏิบัติการสร้าง อาจนำหลักการของผู้อื่น หรือทฤษฎีการเรียนรู้ของนักศึกษา หรือนักจิตวิทยามาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา และสภาพการได้

6. ควรมีคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะ เพื่อให้ผู้สอนคนอื่นนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง หากไม่มีคู่มือต้องมีคำชี้แจงขั้นตอนการใช้ให้ชัดเจน แนบไปในแบบฝึกด้วย

7. การสร้างแบบฝึกทักษะ ควรพิจารณารูปแบบให้เหมาะสมกับธรรมชาติของแต่ละเนื้อหาวิชา รูปแบบจึงมีความแตกต่างกันตามสภาพการณ์

8. การออกแบบควรมีความหลากหลาย ไม่ซ้ำซาก ไม่ใช้รูปแบบเดียวเพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ควรมีแบบฝึกหลายๆ แบบ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะอย่างกว้างขวางและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย

9. การใช้ภาพประกอบเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้แบบฝึกน่าสนใจ และยังเป็นการพักสายตาให้กับผู้เรียนอีกด้วย

10. การสร้างแบบฝึกทักษะหากต้องการให้สมบูรณ์ครบถ้วน ควรสร้างในลักษณะของเอกสารประกอบการสอน แต่จะเน้นความหลากหลายของแบบฝึกทักษะมากกว่า และเนื้อหาที่สรุปไว้มีเพียงย่อๆ

11. แบบฝึกทักษะต้องมีความแม่นยำอย่าให้มีข้อผิดพลาดโดยเด็ดขาด เพราะเหมือนยื่นยาพิษให้กับลูกศิษย์ โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์เขาจะจำในสิ่งที่ผิดๆ ตลอดไป

12. คำสั่งในแบบฝึกเป็นสิ่งสำคัญที่มิควรมองข้ามไป เพราะคำสั่งคือประตูบานใหญ่ที่จะไขความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเข้าไปสู่ความสำเร็จ คำสั่งจึงสั้นกะทัดรัด และเข้าใจง่ายไม่ทำให้ผู้เรียนสับสน

13. การกำหนดเวลาในการใช้แบบฝึกทักษะในแต่ละแบบฝึกควรให้เหมาะสมกับเนื้อหา และความสนใจของผู้เรียน

14. กระดาษที่ใช้ควรมีคุณภาพเหมาะสมมีความเหนียวและทนทาน ไม่เปราะบางและขาดง่ายจนเกินไป

จากการศึกษาหลักการสร้างแบบฝึกทักษะที่กล่าวมา พอจะสรุปได้ว่า การสร้างแบบฝึกทักษะนั้น ผู้สร้างต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล มีจุดมุ่งหมายในการสร้างว่าต้องการฝึกทักษะด้านใดให้กับผู้เรียนและต้องศึกษารูปแบบในการสร้าง เพื่อนำมาออกแบบกิจกรรมให้มีความหลากหลาย น่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วจึงลงมือสร้าง นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมิน นำไปทดลองใช้ ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์แล้วจึงนำไปใช้จริง จึงจะได้แบบฝึกทักษะที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ฝึกทักษะให้ผู้เรียนได้

1.5 การหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ

การหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะนั้นเพื่อเป็นการตรวจสอบว่า แบบฝึกทักษะที่ผลิตมานั้นมีคุณภาพเหมาะสมกับการที่จะนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ดังนั้นจึงมีผู้กล่าวถึงความจำเป็นในการทดสอบประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ ไว้ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537: 490-491) กล่าวว่า ในการผลิตระบบการดำเนินงานทุกประเภทจำเป็นต้องมีการตรวจสอบระบบเพื่อประกันว่ามีประสิทธิภาพตามที่มุ่งหวัง การทดสอบประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะมีความจำเป็นด้วยเหตุผลหลายประการคือ

1. สำหรับหน่วยงานผลิตแบบฝึกทักษะ เป็นการประกันคุณภาพว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุน ผลิตออกมาเป็นจำนวนมากหรือไม่

2. สำหรับผู้ใช้แบบฝึกทักษะ แบบฝึกทักษะจะทำหน้าที่สอนโดยที่ช่วยสร้างภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู (ในโรงเรียนที่มีครูคนเดียว) ดังนั้น ก่อนจะนำแบบฝึกทักษะไปใช้ครูจึงควรมั่นใจว่าแบบฝึกทักษะนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้แบบฝึกทักษะที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. สำหรับผู้ผลิตแบบฝึกทักษะ การทดลองประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุในแบบฝึกทักษะเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตนั้นมีความชำนาญสูงขึ้นเป็นการประหยัดแรง สมอง เวลา และเงินทองในการเตรียมต้นฉบับ

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะนั้นเป็นสิ่งจำเป็นที่เราไม่ควรมองข้ามไป เพราะแบบฝึกทักษะที่สร้างขึ้นมาจะมีสภาพและเหมาะสมกับการนำไปเป็นสื่อการเรียนการสอนมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับขั้นตอน กระบวนการประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะนั้นเอง การหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะเป็นการหาประสิทธิภาพของสื่อ ซึ่งทำได้ 2 วิธี คือ

1. ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ การประเมินแบบฝึกทักษะนั้นเป็นการตรวจสอบหรือประเมินประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ แบบฝึกทักษะที่นิยมประเมินจะเป็นชุดฝึกทักษะสำหรับกลุ่มกิจกรรม หรือแบบฝึกที่ใช้ในศูนย์การเรียน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 เป็นเกณฑ์

การประเมินสำหรับเนื้อหาประเภทความรู้ความจำ และใช้เกณฑ์ 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เป็นทักษะ ความหมายของตัวเลขเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว มีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละของประสิทธิภาพในด้านกระบวนการฝึกทักษะ ประกอบด้วยผลการปฏิบัติภารกิจต่างๆ งานและแบบฝึกทักษะของผู้เรียน โดยคะแนนที่ได้จากการวัดผลภารกิจทั้งหลาย ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มทุกชิ้นมารวมกัน แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนจากการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ของผู้เรียนทุกคน นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละ ก็จะได้ค่าทั้งสอง เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานต่อไป

2. ประเมินโดยไม่ตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินประสิทธิภาพของสื่อด้วยการเปรียบเทียบผลการสอบของผู้เรียนภายหลังจากที่เรียนจากสื่อแล้ว (Post-Test) ว่าสูงกว่าผลการสอบก่อนเรียน (Pre-Test) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หากการเปรียบเทียบพบว่าผู้เรียนได้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่าสื่อนั้นมีประสิทธิภาพ

สำหรับการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ และการยอมรับของแบบฝึกทักษะมีผู้ให้เกณฑ์ ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537: 494-495) กล่าวถึง การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน ทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่องและพฤติกรรมสุดท้าย ซึ่งค่าประสิทธิภาพจะกำหนดเป็น E_1 คือ ประสิทธิภาพของประบวนการ และค่า E_2 คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละของผลเฉลี่ยคะแนนที่ได้ ดังนั้น E_1/E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยปกติแล้วกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักตั้งไว้ 80/80, 85/85, หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำเกินไป โดยเกณฑ์การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพของสื่อนั้นได้มีการกำหนดไว้ดังนี้

1. ระดับ “สูงกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของสื่อสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เกินร้อยละ 2.5 ขึ้นไป ถือว่าสื่อมีประสิทธิภาพสูง ยอมรับได้

2. ระดับ “เท่ากับเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของสื่อเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกินร้อยละ 2.5 ถือว่าสื่อมีประสิทธิภาพ ยอมรับได้

3. ระดับ “ต่ำกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของสื่อต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือต่ำกว่าร้อยละ 2.5 ถือว่าสื่อไม่มีประสิทธิภาพ

การทดลองหาประสิทธิภาพ สามารถทำได้ดังนี้

1. การทดลองแบบหนึ่ง (One-To-One Testing) โดยทดลองกับผู้เรียนจำนวน 3 คน โดยผู้เรียนที่มีสติปัญญาสูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 1 คน นำผลที่ได้จากการคำนวณหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ แล้วนำมาปรับปรุงให้สมบูรณ์ดีขึ้น ตามปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองจะมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาก เมื่อนำมาปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้น

2. การทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) ใช้กับผู้เรียนจำนวน 6-10 คน นำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ แล้วนำมาปรับปรุงให้สมบูรณ์ขึ้น

3. การทดลองภาคสนาม (Field Testing) คือ การทดลองกับผู้เรียนที่มีจำนวน 30-100 คน นำผลที่ได้ไปคำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วปรับปรุงอีกครั้งให้ได้ผลใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 2.5 ยอมรับได้ แต่หากแตกต่างกันมากต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของแบบฝึกใหม่ โดยยึดสภาพจริงตามเกณฑ์

กล่าวโดยสรุป การหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะเป็นการตรวจสอบว่า แบบฝึกทักษะที่ผลิตมานั้นมีคุณภาพเหมาะสมกับการที่จะนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมต่อเนื่องและพฤติกรรมสุดท้ายของผู้เรียน จากนั้นนำมาทดลองหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ โดยการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ทดลองแบบกลุ่มเล็ก และการทดลองภาคสนาม

1.6 ประโยชน์ของแบบฝึกทักษะ

แบบฝึกทักษะมีประโยชน์ต่อการเรียนในกลุ่มเนื้อหาที่เน้นการคำนวณเป็นอย่างมาก เพราะแบบฝึกทักษะเป็นสื่อที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้นักเรียนมีทักษะในเรื่องที่ฝึกนั้นเพิ่มมากขึ้น จึงมีผู้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกทักษะไว้ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2537: 173-175 อ้างถึงใน นิตยาภรณ์ อินอ่อน 2549: 21) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกทักษะไว้ว่า แบบฝึกทักษะมีประโยชน์ต่อการเรียนมาก เพราะเป็นสื่อแห่งการปฏิบัติของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการเรียนรู้ ในเรื่องที่ทำการฝึกมากขึ้น ซึ่งมีประโยชน์ในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. เป็นส่วนที่เพิ่มเติม หรือส่วนเสริมนอกเหนือจากหนังสือเรียน

2. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากการให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่เหมาะสมกับความสามารถของเขาจะช่วยให้ประสบความสำเร็จในด้านจิตวิทยา

3. เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนฝึกทักษะได้ดีขึ้น ทั้งนี้ต้องอาศัยการส่งเสริมและความเอาใจใส่ของครูด้วย

4. เป็นเครื่องมือในการวัดผลการเรียน หลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง

5. แบบฝึกทักษะที่จัดขึ้นเป็นรูปเล่ม นักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเอง

6. แบบฝึกทักษะที่จัดขึ้นนอกเหนือจากบทเรียน จะช่วยฝึกฝนความชำนาญเพิ่มมากขึ้น

7. ช่วยให้ครูทราบถึงจุดเด่น ข้อบกพร่องหรือปัญหาด้านต่างๆ ของนักเรียนซึ่งจะมีผลต่อการดำเนินการปรับปรุง การจัดการเรียนการสอนของครู

8. แบบฝึกทักษะที่จัดพิมพ์เรียบร้อยแล้ว นักเรียนสามารถบันทึกผลการฝึกพร้อมทั้งมองเห็นความก้าวหน้าของตนเอง

นิตยาภรณ์ อินอ่อน (2549: 22) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกทักษะว่า แบบฝึกทักษะที่ดีและมีประสิทธิภาพ จะช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการฝึกทักษะ ทำให้ครูลดภาระการสอนลงได้ ทำให้นักเรียนพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มที่และเพิ่มความมั่นใจในการเรียนได้อย่างดี

กรีน และเพ็ตตี้ (Green and Petty, 1971: 472-479) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกทักษะไว้ดังนี้

1. แบบฝึกทักษะเป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกทักษะเป็นสิ่งที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ

2. แบบฝึกทักษะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กฝึกทักษะการใช้ภาษาให้ดีขึ้น แต่จะต้องอาศัยการส่งเสริมและความเอาใจใส่จากครูผู้สอนด้วย

3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถทางภาษาแตกต่างกัน การให้เด็กทำแบบฝึกทักษะที่เหมาะสมกับความสามารถของเขาจะช่วยให้เด็กประสบความสำเร็จในด้านจิตใจมากขึ้น

4. แบบฝึกทักษะช่วยเสริมให้ทักษะทางภาษาคงทน โดยกระทำดังนี้

4.1 ฝึกฝนทันทีหลังจากเด็กได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ

4.2 ฝึกซ้ำๆ หลายๆ ครั้ง

4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก

5. แบบฝึกทักษะที่ใช้จะเป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจบบทเรียนในแต่ละครั้ง

6. แบบฝึกทักษะที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่ม เด็กสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป

7. การให้เด็กทำแบบฝึกทักษะจะช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่างๆ ของเด็กได้ชัดเจน จะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้นๆ ได้ทันท่วงที

8. แบบฝึกทักษะที่จัดขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือแบบเรียนจะช่วยให้เด็กได้ฝึกฝนได้อย่างเต็มที่

9. แบบฝึกทักษะที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยจะช่วยให้ครูประหยัดแรงงานและเวลาในการที่จะต้องเตรียมสร้างแบบฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาลอกแบบฝึกจากตำราเรียน ทำให้มีโอกาสได้ฝึกฝนทักษะต่างๆ มากขึ้น

10. แบบฝึกทักษะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะการจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่มที่แน่นอน ย่อมลงทุนต่ำกว่าที่จะพิมพ์ลงในกระดาษไขทุกครั้ง และผู้เรียนสามารถบันทึกและมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ

รัชนี ศรีไพพรรณ (2517: 189) กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกทักษะว่า

1. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนดีขึ้น เพราะแบบฝึกจะเป็นเครื่องมือทบทวนความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียน และทำให้เกิดความชำนาญ คล่องแคล่วมากขึ้น

2. ทำให้ครูทราบความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน จะช่วยให้ครูสามารถปรับปรุงเนื้อหา วิธีสอน และกิจกรรมในแต่ละบทเรียน ตลอดจนสามารถช่วยผู้เรียนให้เรียนได้ดีที่สุดตามความสามารถของเขาด้วย

3. ฝึกให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่น และสามารถประเมินผลงานของตนเองได้

4. ฝึกให้ผู้เรียนทำงานตามลำพัง โดยมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย

จากประโยชน์ของแบบฝึกทักษะที่กล่าวมา สรุปได้ว่า แบบฝึกทักษะเป็นเครื่องมือที่ช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ครูผู้สอนจึงควรพัฒนาแบบฝึกทักษะต่าง ๆ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายและขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สุธรรม อ่อนคำ (2534: 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

อำพรรณ สุกัณธา (2535: 13) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 109) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของความสามารถที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พอจะสรุปได้ว่า หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ที่วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละครั้ง จะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และแบบทดสอบทั้งฉบับควรมีข้อสอบที่ใช้วัดพฤติกรรมต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนกันอีกด้วย ซึ่งพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526: 1-5) แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์วิทยาศาสตร์ มโนมติ ข้อตกลง ลำดับขั้นและแนวโน้ม การจัดจำแนกและเกณฑ์ต่างๆ เทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถจำแนกหรืออธิบายความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปใหม่และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างคล่องแคล่วและชำนาญ

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เพื่อตอบปัญหาการศึกษาได้เป็นอย่างดี ย่อมทำให้ผลการศึกษามีความน่าเชื่อถือ ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงควรตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างว่ามีคุณภาพดีหรือไม่ ก่อนที่จะนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้จะกล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอัตนัย เท่านั้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การตรวจสอบความตรงของเครื่องมือใช้วิธีตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งเป็นการพิจารณาข้อคำถามในเครื่องมือวิจัยตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัดหรือไม่ คำว่า “เนื้อหา” ครอบคลุมถึง ความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด วิธีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

สามารถทำได้โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา คำว่า “ผู้เชี่ยวชาญ” หมายถึง ผู้มีความรู้ในเรื่องนั้นๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ โดยการเปรียบเทียบข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาที่ต้องการวัด เพราะฉะนั้นในการสร้างข้อคำถามผู้สร้างจะต้องระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาที่ต้องการวัดให้ชัดเจนตลอดจนรายละเอียดต่างๆ และระบุว่าข้อคำถามใดสร้างตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาในเรื่องใด ผู้เชี่ยวชาญก็จะประเมินแต่ละข้อคำถามว่าวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ค่า IOC ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล 2553: 9-52-9-53)

2. การตรวจสอบความเที่ยงของเครื่องมือใช้วิธีการหาความสอดคล้องภายใน ซึ่งได้แก่ วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient Method) เป็นวิธีที่ครอนบาค (Cronbach) พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1951 เป็นวิธีการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการหาความเที่ยงของเครื่องมือวิจัย ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบตอบถูกให้ 1 คะแนน และตอบผิดให้ 0 คะแนน แบบทดสอบแบบตอบสั้นๆ แบบทดสอบแบบอัตนัย และแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นแบบมาตรประเมินค่าที่มีคำตอบแบบ “เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” วิธีการหาความเที่ยงโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา สามารถทำได้โดยการนำเครื่องมือวิจัยไปทดสอบกับกลุ่มผู้สอบเพียงครั้งเดียว และนำคะแนนที่ได้มาแทนค่าในสูตร (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล 2553: 9-70-9-72) โดย ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และ อัจฉรา ชำนิศาสน์ (2547: 149) กล่าวว่า ค่าแอลฟา (α) ที่คำนวณได้ตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป ถือว่ามีความเที่ยงเหมาะสม

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยในประเทศ

สุรีรัตน์ กิตติมาภรณ์ (2531: 65) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ประชากรและสมดุลธรรมชาติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือ สสวท. และทำแบบฝึกหัดที่สร้างขึ้น สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท.และทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กรเพชร จันทร์สุขศรี (2543: 54) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างแบบฝึกทักษะการคิดคำนวณทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องกล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียน

โดยใช้แบบฝึกทักษะการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องกล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการคิดคำนวณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรพรหม อัตตวัฒนากุล (2547: 51-52) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจาก การจัดการเรียนการสอนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนได้เรียนรู้แนวทางการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ มีเป้าหมายที่แน่นอน เพราะภายในแบบฝึกนั้นผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

เสาวนีย์ โคตรชมภู (2555) ได้พัฒนาชุดแบบฝึกทักษะการคิดคำนวณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 วิชาเคมี เรื่อง มวลอะตอม มวลโมเลกุล โมล และความเข้มข้นของสารละลาย ผลการศึกษาพบว่า ชุดแบบฝึกทักษะ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.28/83.44 มีค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.8727 ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 87.27 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดแบบฝึกทักษะมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Lowrence and Hayden (1960: 62-67) ได้ศึกษาการใช้แบบฝึกทักษะกับนักเรียนระดับ 1-3 จำนวน 87 คน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึกทักษะมีคะแนนการทดสอบหลังการทำแบบฝึกมากกว่าก่อนทำการฝึกและนักเรียนสามารถทำข้อสอบหลังการทำแบบฝึกได้ถูกเฉลี่ยร้อยละ 98.8

Lowrey (1978: 817-A) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำของนักเรียนเกรด 1-3 จำนวน 87 คน ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึกทักษะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึกทักษะ มีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และแบบฝึกทักษะช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากนักเรียนมีความสามรถทางด้านภาษาแตกต่างกัน การนำแบบฝึกทักษะมาใช้จึงเป็นการช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนเพิ่มขึ้น

จากการศึกษารายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกทักษะทั้งในและต่างประเทศ สรุปได้ว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ที่ได้เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะสามารถค้นพบคำตอบด้วยตนเอง และ

ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ว่ามีข้อบกพร่องด้านใด ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาสาระการเรียนรู้ การเรียนรู้เพิ่มเติมจากการสอนของครู ดังนั้นผู้ศึกษา จึงได้สร้างและพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน พัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียนนอกเหนือจากการเรียนการสอนปกติ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมลโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน ในการดำเนินงานเพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ มาประกอบการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา2556 จำนวน 56 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4โรงเรียนหนองบัวพิทยาคมจังหวัดน่าน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 43 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง และหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ โดยทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง จำนวน 3 คน ทดลองแบบกลุ่มเล็ก จำนวน 10 คน และทดลองภาคสนาม จำนวน 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อใหญ่ 18 ข้อย่อย

3. ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

จากแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ ลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดีและหลักการสร้างแบบฝึกทักษะที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดในการสร้างแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีลักษณะการสร้างแบบฝึกดังนี้

1. แบบฝึกที่สร้างเกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนผ่านมาแล้ว มีเนื้อหาสรุปย่อหรือหลักเกณฑ์ให้ผู้เรียนได้ศึกษาทบทวน

2. แบบฝึกทักษะควรเป็นเรื่องที่น่าสนใจ และท้าทายความสามารถของผู้ฝึก

3. แบบฝึกทักษะควรเรียงจากง่ายไปหายาก

4. จำนวนแบบฝึกไม่ต้องมาก แต่ให้ฝึกบ่อย ๆ โดยการใช้รูปแบบการฝึกที่หลากหลาย มีรูปภาพประกอบการฝึก

5. แบบฝึกต้องมีความถูกต้อง ห้ามผิดพลาด

6. ใช้เวลาการฝึกให้เหมาะสม คือไม่น้อยและมากเกินไป

ในการสร้างและพัฒนาแบบฝึกทักษะ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ดำเนินการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล ดังนี้

3.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบฝึกทักษะ

1) ศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางและหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3) ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4) วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา

5) ศึกษาคู่มือครู เอกสาร ตำรา แบบเรียน และเนื้อหาที่จะสอน เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการ

6) ศึกษาทฤษฎี แนวคิดและหลักการพัฒนาสื่อนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกทักษะ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกทักษะทั้งในและต่างประเทศ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการสร้างแบบฝึกทักษะการคำนวณ เรื่องโมล

7) ศึกษาและวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดหน่วยการเรียนรู้ ออกแบบการจัดทำแบบฝึกทักษะ การวัดและประเมินผล

3.1.2 กำหนดองค์ประกอบของแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล ประกอบด้วย

1) ชื่อเรื่อง

2) ผลการเรียนรู้

3) ทบทวนกฎเกณฑ์ (เนื้อหาโดยสรุป)

4) ตัวอย่างการคำนวณ ประกอบด้วยขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นวิเคราะห์โจทย์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

ก. กำหนดสิ่งที่โจทย์ถาม

ข. กำหนดสิ่งที่โจทย์กำหนด

ค. กำหนดสิ่งที่ควรรู้

(2) ขั้นดำเนินการ

(3) ขั้นระบุคำตอบ

5) แบบฝึกการคำนวณ ในแต่ละแบบฝึกนักเรียนต้องดำเนินการแก้โจทย์ตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นวิเคราะห์โจทย์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

ก. กำหนดสิ่งที่โจทย์ถาม

ข. กำหนดสิ่งที่โจทย์กำหนด

ค. กำหนดสิ่งที่ควรรู้

(2) ขั้นดำเนินการ

(3) ขั้นระบุคำตอบ

6) คู่มือการใช้ แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับครู ประกอบด้วยเฉลย และคะแนนในแต่ละขั้นตอน โดยแต่ละแบบฝึกทักษะ จะเฉลยตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นวิเคราะห์โจทย์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

ก. กำหนดสิ่งที่โจทย์ถาม

ข. กำหนดสิ่งที่โจทย์กำหนด

ค. กำหนดสิ่งที่ควรรู้

(2) ขั้นดำเนินการ

(3) ขั้นระบุคำตอบ

3.1.3 กำหนดส่วนประกอบของคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับครู ประกอบด้วย

1) คำชี้แจง

2) คำแนะนำการใช้คู่มือ

3) เฉลยแบบฝึกทักษะ และคะแนนในแต่ละขั้นตอน

3.1.4 ดำเนินการสร้างแบบฝึกทักษะและคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ เรื่องโมล ตามทฤษฎี แนวคิด และหลักการของการสร้างแบบฝึกทักษะ ประกอบด้วยเนื้อหาย่อยทั้งหมด 6 เรื่อง ได้แก่ เรื่องที่ 1) มวลอะตอม เรื่องที่ 2) มวลโมเลกุล เรื่องที่ 3) โมลกับจำนวนอนุภาค เรื่องที่ 4) จำนวนโมลกับมวลของสาร เรื่องที่ 5) ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส เรื่องที่ 6) ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส โดยมีส่วนประกอบของแบบฝึกทักษะและคู่มือการใช้ตามที่กำหนดไว้ข้างต้น

3.1.5 นำแบบฝึกทักษะและคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ เรื่องโมล ที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโครงสร้างของแบบฝึกทักษะกับองค์ประกอบและขั้นตอนของกิจกรรมที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบฝึกทักษะ (Item Objective Congruence: IOC) โดยพิจารณาความเหมาะสมจากค่าเฉลี่ยความคิดเห็นตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

3.1.6 นำแบบฝึกทักษะและคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ เรื่องโมล ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่องให้เป็นแบบฝึกทักษะที่สมบูรณ์ ดังนี้

1) แก้ไขคำที่พิมพ์ผิด ฉีกคำ และแบ่งวรรคตอนให้ถูกต้อง

2) ปรับข้อคำถามในแบบทดสอบให้สมบูรณ์

3) การใช้ภาษาในกรอบเชื่อมโยงให้ถูกต้อง

3.1.7 นำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ เรื่อง โมล มาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2556 เพื่อหาประสิทธิภาพ ดังนี้

1) หาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ โดยการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม ปีการศึกษา 2556 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน จากนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยใช้เวลาจัดกิจกรรม 15 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะและ

แบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ

2) หาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ โดยการทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม ปีการศึกษา 2556 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน จากนักเรียนกลุ่มเก่ง จำนวน 3 คน กลุ่มปานกลาง จำนวน 4 คน และกลุ่มอ่อน จำนวน 3 คน โดยใช้เวลาจัดกิจกรรม 15 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ

3) หาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ โดยการทดลองภาคสนาม (Field Testing) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม ปีการศึกษา 2556 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน จากนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยใช้เวลาจัดกิจกรรม 15 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ

3.2 ดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องโมล ดังนี้

3.2.1 ศึกษาหลักการและเทคนิคในการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารการวัดและประเมินผลต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแบบฝึกทักษะ

3.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อใหญ่ 18 ข้อย่อย

3.2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบและพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการเรียนรู้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบฝึกทักษะ (Item Objective Congruence: IOC) โดยพิจารณาตามเกณฑ์ค่าเฉลี่ย ใช้เกณฑ์ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

3.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค (Cronbach)

3.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการตามลำดับต่อไปนี้

4.1 ปฐมนิเทศกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการดำเนินการทดลอง จุดประสงค์ของการดำเนินการทดลอง และวิธีการประเมินผลการเรียน

4.2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

4.2.1 ผู้ศึกษาสอนเนื้อหาความรู้ในแต่ละเรื่องหลังเลิกเรียนทุกเย็นวันจันทร์และวันพุธ ภายในเวลา 2 ชั่วโมงติดต่อกัน รวมเวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

4.2.2 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเป็นการบ้านหรือทำในเวลาว่าง โดยมีกำหนดส่งงาน คือ ส่งงานเช้าวันพุธ (สำหรับเรื่องที่เรียนวันจันทร์) และส่งงานเช้าวันศุกร์ (สำหรับเรื่องที่เรียนวันพุธ)

4.2.3 ผู้ศึกษาตรวจแบบฝึกทักษะของนักเรียนพร้อมทั้งบันทึกคะแนนการทำแบบฝึกทักษะของนักเรียนแต่ละคน

4.2.4 ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโมล จำนวน 12 ข้อใหญ่ 18 ข้อย่อย ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

4.2.5 ผู้ศึกษาตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนพร้อมทั้งบันทึกคะแนนการทำแบบทดสอบของนักเรียนแต่ละคน

4.3 นำคะแนนการทำแบบฝึกทักษะและคะแนนแบบทดสอบมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติและสรุปผลการวิจัย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 และได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติ ดังต่อไปนี้

5.1 สถิติพื้นฐาน

5.1.1 ค่าคะแนนเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศและสายยศ 2540: 53)

สูตร

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

5.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ 2540: 103)

สูตร

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

5.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

5.2.1 หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา ของแบบฝึกทักษะ โดยพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับส่วนประกอบของแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบ โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ โดยใช้สูตร (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล 2553: 9-53)

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

R คือ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่า IOC มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อคำถามวัดความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5.2.2 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล 2553 : 9-72)

$$\alpha \text{ หรือ } R_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\sum S_i^2}{S^2}\right]$$

เมื่อ α หรือ R_{tt} คือ ความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

k คือ จำนวนข้อคำถาม

S_i คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในข้อคำถามข้อที่ i

S คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งหมด

โดยที่

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

เมื่อ N คือ จำนวนผู้สอบ

X คือ คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

ค่า α ตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป ถือว่ามีความเที่ยงเหมาะสม (ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสตร์ 2547: 149)

5.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

การหาค่าประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ (E1/E2) โดยใช้สูตร (ปรีชา เนาว์เย็นผล 2554: 4-73)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

โดยที่ E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างการใช้เครื่องมือ

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ภายหลังการใช้เครื่องมือ

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนของผู้เรียนทุกคน

$\sum F$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียนของผู้เรียนทุกคน

N หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

A หมายถึง คะแนนเต็มรวมของกิจกรรมการเรียนทุกกิจกรรม

B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

บทที่ 4
ผลของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ดำเนินการสร้างแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน และพัฒนาแบบฝึกทักษะ โดยนำไปฝึกกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จำนวน 43 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่อง โมล ตามเกณฑ์ 80/80 ผู้ศึกษาได้เสนอผลการสร้างแบบฝึกทักษะ และการหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล ดังนี้

1. แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่อง โมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน มีส่วนประกอบของแบบฝึกทักษะประกอบด้วย

1.1 คำชี้แจง

1.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ

1.3 คำแนะนำการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณสำหรับครู

1.4 คำแนะนำการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณสำหรับนักเรียน

1.5 มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้

1.6 บันทึกการส่งงานและบันทึกคะแนนจากการทำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ

1.7 แบบฝึกทักษะเรื่อง มวลอะตอม

1.8 แบบฝึกทักษะเรื่อง มวลโมเลกุล

1.9 แบบฝึกทักษะเรื่อง โมล มีเนื้อหาย่อย ได้แก่

1.9.1 โมลกับจำนวนอนุภาค

1.9.2 จำนวนโมลกับมวลของสาร

1.9.3 ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

1.9.4 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

2. การหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่อง โมล มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะ โดยการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) ผู้ศึกษาได้นำแบบฝึกทักษะที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จำนวน 3 คน โดยคละกันระหว่างนักเรียนที่เรียนปานกลาง และอ่อน จำนวนเท่ากัน โดยเริ่มเป็นขั้นตอน ดังนี้ คือ

2.1.1 ผู้วิจัยสอนเนื้อหาโดยสรุป ใช้เวลา 2 ชั่วโมงติดต่อกัน ในแต่ละเรื่อง

2.2.2 นักเรียนฝึกทำแบบฝึกทักษะทั้งหมด 6 เรื่องย่อย

2.2.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน 12 ข้อใหญ่ 18 ข้อย่อย ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

จากผลการทดลองหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะ โดยการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

ผู้เรียน ลำดับที่	คะแนนแบบฝึกทักษะ (คะแนนเต็ม 418)	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 93)
1	319.50	75.50
2	300.00	68.00
3	291.50	66.5
รวม	911.00	210.00
ค่าเฉลี่ย	303.67	70.00
ค่าประสิทธิภาพ	E_1 = 72.65	E_2 = 75.27

N = 3

จากตารางที่ 4.1 ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 = 72.65/75.27 จะเห็นว่าแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่อง โมล มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งสมมติฐานไว้ จึงต้องนำมาปรับปรุง

จากการวิเคราะห์หาข้อบกพร่องต่างๆ ของแบบฝึกทักษะ ปรากฏว่าพบข้อบกพร่อง ดังนี้

1) คำผิดในขั้นการเสนอตัวอย่าง
2) โจทย์บางข้อผิด เช่น โจทย์ซ้ำข้อ โจทย์ไม่ชัดเจน
3) คำตอบที่นักเรียนคำนวณได้ไม่ตรงกับคู่มือครู

ผู้ศึกษาได้นำแบบฝึกทักษะดังกล่าวไปปรับปรุงแก้ไข ดังตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงการแก้ไขข้อบกพร่องของแบบฝึกทักษะ

หน้า	ข้อ	แก้ไขข้อผิดพลาด	
		จาก	เป็น
57	ตัวอย่าง	เหล็ก 1 โมล มีมวลโมเลกุล เท่ากับ 55.8452 กรัม	เหล็ก 1 โมล มีมวลอะตอม เท่ากับ 55.8452 กรัม
58	ที่ 1	เหล็ก 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม และมีปริมาตรที่ STP เท่ากับ 22.4 dm^3	เหล็ก 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม มีมวล 46.0055 กรัม และมีปริมาตรที่ STP เท่ากับ 22.4 dm^3
22	ตัวอย่าง	คลอไรด์ของสาร A 1 โมเลกุล หนัก 40×10^{-22} กรัม จงหามวลโมเลกุลของ A ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จำนวน 12.04×10^{24} โมเลกุล มีมวลกี่กรัม	คลอไรด์ของสาร A 1 โมเลกุล หนัก 40×10^{-22} กรัม จงหามวลโมเลกุลของ A
28	ที่ 2	โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
4 (คู่มือครู)	4	$8.0072 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g	13.2919×10^{-24} g
26 (คู่มือครู)	6	0.75 mol	0.7493 1

2.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะโดยการทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) เป็นการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพหลังจากที่ได้แก้ไข พัฒนาแบบฝึกทักษะจากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งแล้ว การทดลองครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง 10 คน โดยคละกันระหว่างนักเรียนกลุ่มเก่ง 3 คน กลุ่มปานกลาง 4 คน และกลุ่มอ่อน 3 คน โดยเริ่มเป็นขั้นตอน ดังนี้ คือ

2.2.1 ผู้ศึกษาสอนเนื้อหาโดยสรุป ใช้เวลา 2 ชั่วโมงติดต่อกัน ในแต่ละเรื่อง

2.2.2 นักเรียนฝึกทำแบบฝึกทักษะทั้งหมด 6 เรื่องย่อย

2.2.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน 12 ข้อใหญ่ 18 ข้อย่อย ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

จากผลการทดลองหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะ โดยการทดลองแบบกลุ่มเล็ก ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองแบบกลุ่มเล็ก

ผู้เรียน ลำดับที่	คะแนนแบบฝึกทักษะ (คะแนนเต็ม 418)	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 93)
1	370.00	82.00
2	368.00	77.00
3	379.50	73.50
4	354.50	79.50
5	364.50	76.00
6	359.00	73.50
7	338.00	77.00
8	346.00	74.00
9	359.00	73.50
10	346.50	84.00
รวม	3585.00	770.00
ค่าเฉลี่ย	358.50	77.00
ค่าประสิทธิภาพ	$E_1 = 85.77$	$E_2 = 82.80$

N = 10

จากตารางที่ 4.3 ค่าประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 85.77/82.80$ จะเห็นว่าแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่อง โมล มีค่าประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 และมีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง แสดงว่าผลการปรับปรุงในครั้งแรกทำให้แบบฝึกทักษะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

สรุปได้ว่า แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล อยู่ในเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 พร้อมที่จะนำไปทดลองภาคสนามต่อไป

2.3 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะโดยการทดลองภาคสนาม (Field Testing) ผู้ศึกษาได้นำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่อง โมล ไปใช้ทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการทดลองภาคสนาม ใช้กลุ่มตัวอย่าง 30 คน โดยเริ่มเป็นขั้นตอน ดังนี้ คือ

2.3.1 ผู้ศึกษาสอนเนื้อหาโดยสรุป ใช้เวลา 2 ชั่วโมงติดต่อกัน ในแต่ละเรื่อง

2.3.2 นักเรียนฝึกทำแบบฝึกทักษะทั้งหมด 6 เรื่องย่อย

2.3.3 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน 12 ข้อใหญ่ 18 ข้อย่อย ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

จากผลการทดลองหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะ โดยการทดลองภาคสนาม ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองภาคสนาม

ผู้เรียน ลำดับที่	คะแนนแบบฝึกทักษะ (คะแนนเต็ม 418)	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 93)
1	370.00	82.00
2	368.00	77.00
3	374.50	73.50
4	356.50	79.50
5	364.50	76.00
6	359.00	73.50
7	344.00	77.00
8	349.00	74.00
9	359.00	73.50
10	346.50	73.50
11	374.50	82.00
12	366.00	77.00
13	371.00	76.00

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ผู้เรียน ลำดับที่	คะแนนแบบฝึกทักษะ (คะแนนเต็ม 418)	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 93)
14	355.00	74.00
15	360.50	73.50
16	358.50	84.00
17	341.50	77.00
18	348.50	74.00
19	366.50	73.50
20	357.00	79.50
21	371.00	82.00
22	370.00	77.00
23	374.00	73.50
24	356.50	77.00
25	366.00	76.00
26	356.00	73.50
27	340.50	77.00
28	347.50	74.00
29	359.00	73.50
30	349.50	84.00
รวม	10780.00	2297.50
ค่าเฉลี่ย	359.33	76.58
ค่าประสิทธิภาพ	$E_1 = 85.96$	$E_2 = 82.35$

N = 30

จากตารางที่ 4.4 ค่าประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 85.96/82.35$ จะเห็นว่าแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

บทที่ 5
สรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่อง แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน ครอบคลุมเนื้อหาสาระที่สำคัญดังนี้

1. สรุปการศึกษา

1.1 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

เพื่อสร้างและพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.2 วิธีดำเนินการศึกษา

1.2.1 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 43 คน ได้มาโดยเลือกแบบเจาะจง และหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ โดยทำการศึกษา 3 ครั้ง คือ

1) ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) จำนวน 3 คน
2) ทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) จำนวน 10 คน
3) ทดลองภาคสนาม (Field Testing) จำนวน 30 คน

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อใหญ่ 18 ข้อย่อย ใช้เวลาสอบ 3 ชั่วโมง

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการดำเนินการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการด้วยตนเอง ดังนี้

1) ปฐมนิเทศกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการดำเนินการทดลอง จุดประสงค์ของการดำเนินการทดลอง และวิธีการประเมินผลการเรียน

2) ผู้ศึกษาสอนเนื้อหาความรู้ในแต่ละเรื่องหลังเลิกเรียนทุกเย็นวันจันทร์และวันพุธ ภายในเวลา 2 ชั่วโมงติดต่อกัน รวมเวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

3) นักเรียนทำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเป็นการบ้านหรือทำในเวลาว่าง โดยมีกำหนดส่งงาน คือ ส่งงานเช้าวันพุธ (สำหรับเรืองทีเรียนวันจันทร์) และส่งงานเช้าวันศุกร์ (สำหรับเรืองทีเรียนวันพุธ)

4) ผู้ศึกษาตรวจแบบฝึกทักษะของนักเรียนพร้อมทังบันทึกคะแนนการทำแบบฝึกทักษะของนักเรียนแต่ละคน

5) ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิทางการเรียน เรือง โมล จำนวน 12 ข้อใหญ่ 18 ข้อย่อย ใช้เวลา 3 ชัวโมง

6) ผู้ศึกษาตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิทางการเรียนของนักเรียนพร้อมทังบันทึกคะแนนการทำแบบทดสอบของนักเรียนแต่ละคน

7) นำคะแนนการทำแบบฝึกทักษะและคะแนนแบบทดสอบมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติและสรุปผลการวิจัย

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรืองโมล ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยใช้ร้อยละ

1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาได้สร้างและพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรืองโมล สำหรับนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน และนำไปใช้ฝึกนักเรียน ได้ผลการทดลอง คือ แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชา เคมี เรือง โมล สำหรับนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน มีประสิทธิภาพ 85.96/82.35 เป็นไปตามเกณฑ์ทีกำหนดไว้

2. อภิปรายผล

แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรืองโมล สำหรับนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึงเป็นไปตามสมมติฐานทีตังไว้ ทีเป็นเช่นนีเพราะ

2.1 แบบฝึกทักษะทีผู้ศึกษาสร้างขึนได้ผ่านกระบวนการสร้างอย่างมีระบบและวิธีการทีเหมาะสม เริมจากวิเคราะห์เนือหาให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ศึกษาเอกสารประกอบหลักสูตร คู่มือการจัดการเรียนรู้ และแนวคิดต่างๆ ทีเกียวข้องกับแบบฝึกทักษะและเครืองมือวัดผลสัมฤทธิทางการเรียน โดยคำนึงถึงตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ ผลการศึกษาค้นคว้านีสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ทีเกียวข้องกับการจัดการเรียนรู้ของ ทิศนา แขมมณี (2552: 64-68) ทีกล่าวไว้ดังนี ทฤษฎี

พัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual development theory) ของเพียเจต์ (Piaget) เขาเชื่อว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการเป็นไปตามวัยต่างๆ เป็นลำดับขันพัฒนาการเป็นสิงทีเป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขันหนึงไปสู่อีกขันหนึง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงทีเด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขันทีสูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทังนีเนืองจาก ผู้ศึกษาได้ให้ผู้เรียนเรียนทำแบบฝึกทักษะเป็นการบ้าน หรือทำในเวลาว่าง

2.2 ผู้ศึกษาได้สร้างแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรืองโมล โดยผ่านขันตอนและกระบวนการวิจัย กล่าวคือผ่านกระบวนการกลันกรองของอาจารย์ทีปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ และผู้เชียวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียน แบบหนึงต่อหนึง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 72.65/75.27 ซึงตำกว่าเกณฑ์ทีกำหนด 80/80 เนืองจากขันนีเป็นการนำแบบฝึกทักษะไปทดลองใช้กับนักเรียนเป็นครังแรก ความถูกต้องของภาษา และเนือหา ในแบบฝึกทักษะยังไม่สมบูรณ์ จึงนำแบบฝึกทักษะไปปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ แล้วนำไปทดลองแบบกลุ่มเล็ก ได้ประสิทธิภาพเท่ากับ 85.77/82.80 ซึงสูงกว่าเกณฑ์ทีกำหนดไว้ จึงนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึงผู้ศึกษาได้ดำเนินการสร้างแบบฝึกทักษะตามหลักการสร้างแบบฝึกทักษะของ วรรณ แก้วแพรก (2526: 87) ทีได้แนะนำหลักในการสร้างแบบฝึกทักษะไว้ว่า ควรมีจุดมุ่งหมายในการจัดทำ ต้องจัดจากง่ายไปหายาก และต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ต้องจัดหลังจากสอนในบทเรียน หรือเนือหานันๆ แล้ว และต้องจัดทำแบบฝึกไว้ล่วงหน้า โดยทำไว้เป็นรายเนือหาหรือเป็นบทๆ พร้อมคำเฉลย นอกจากนี สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2544: 11) ได้เพิมเติมแนวทางในการสร้างแบบฝึกทักษะไว้ดังนี ในแต่ละแบบฝึกอาจมีเนือหาสรุปย่อยหรือหลักเกณฑ์ไว้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาทบทวนก่อน สร้างแบบฝึกให้ครอบคลุมเนือหาและจุดประสงค์ทีต้องการ คำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ของเด็กให้เหมาะสมกับวุฒิภาวะและความแตกต่างของผู้เรียน ควรมีคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะ เพือให้ผู้สอนคนอืนนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง และการกำหนดเวลาในการใช้แบบฝึกทักษะในแต่ละแบบฝึกควรให้เหมาะสมกับเนือหา และความสนใจของผู้เรียน

2.3 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรืองโมล นักเรียนได้เรียนรู้แนวทางการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ มีเป้าหมายทีแน่นอน เพราะผู้ศึกษาได้ใช้ขันตอนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ในตัวอย่างการคำนวณ และคู่มือการใช้ พร้อมทังเน้นให้นักเรียนทำแบบฝึกการคำนวณ โดยเน้นการคำนวณซึงใช้กระบวนการในการแก้ปัญหา 3 ขันตอน คือ

2.3.1 ขันวิเคราะห์โจทย์ การเรียนการสอนจะเริมจากการให้นักเรียนได้วิเคราะห์โจทย์ปัญหา จับใจความ ให้นักเรียนบอกได้ว่า สิงทีโจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง สิงทีต้องการทราบ

คืออะไร และสิงทีควรรู้มีอะไรบ้าง โดยให้นักเรียนเขียนรายละเอียดลงในแบบฝึกทักษะตามความเข้าใจของนักเรียน

2.3.2 ขันดำเนินการ นักเรียนหาวิธีมาแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเพื่อให้ได้คำตอบ โดยการคำนวณตามสูตรหรือวิธีการทีเลือกไว้โดยครูจะเป็นเพียงผู้ชีแนะและให้นักเรียนศึกษาจากตัวอย่างการคำนวณ

2.3.3 ขันระบุคำตอบ จากขันดำเนินการนักเรียนระบุคำตอบและหน่วยถูกต้องสมเหตุสมผล

ซึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรพรหม อัตตวัฒนากุล (2547: 51-52) พบว่า ผลสัมฤทธิทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากทีได้รับการสอนโดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนทีได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทีระดับ .01 ทังนีเนืองจาก การจัดการเรียนการสอนของนักเรียนทีเรียนโดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นัน นักเรียนได้เรียนรู้แนวทางการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ มีเป้าหมายทีแน่นอน เพราะภายในแบบฝึกนันผู้วิจัยได้ใช้ขันตอน ดังนี ขันที 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขันที 2 วางแผนแก้ปัญหา ขันที 3 ดำเนินการตามแผน ขันที 4 ตรวจสอบ

2.3.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรือง โมล ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนแบบแบบฝึกทักษะแต่ละเรืองเริมจากง่ายไปยาก และมีความต่อเนือง ซึงทิศนา แขมมณี (2552: 64-68) ได้กล่าวถึง สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรุนเนอร์ ทีเชือว่า มนุษย์เลือกทีจะรับรู้สิงทีตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (discovery learning) การจัดเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียน และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ นอกจากนี การทีผู้เรียนได้ฝึกคำนวณในแต่ละเรืองซำหลาย ๆ ข้อ เป็นไปตามกฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ (อ้างถึงในทิศนา แขมมณี 2552: 51-52) กล่าวถึงกฎแห่งการฝึกหัด ว่าการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้นันคงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซำบ่อยๆ การเรียนรู้นันจะไม่คงทนถาวร และในทีสุดอาจลืมได้ และกฎแห่งการใช้ ว่าการเรียนรู้เกิดจากการเชือมโยงระหว่างสิงเร้ากับการตอบสนอง ความมันคงของการเรียนรู้จะเกิดขึน หากได้มีการนำไปใช้บ่อยๆ หากไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมเกิดขึนได้ และเมือผู้เรียนได้มีประสบการณ์จากการทำแบบฝึกทักษะทีมีโจทย์ลักษณะแบบใดแบบหนึง ผู้เรียนจะสามารถเชือมโยงและจัดหมวดหมู่ของวิธีการแก้ปัญหาเป็นแบบต่างๆ ตามการรับรู้ของตนเอง และสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างรวดเร็วเมือมีการเปรียบเทียบกับแบบแผนทีมีอยู่เป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้

อย่างมีความหมาย ของเดวิด ออซูเบล (อ้างในชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ 2553: 28-29) เชื่อว่า การเรียนรู้จะมีความหมายแก่ผู้เรียน หากการเรียนรู้นันสามารถเชื่อมโยงกับสิงใดสิงหนึงทีรู้มาก่อน ซึงทฤษฎีของออซูเบล เน้นความสำคัญของการเรียนรู้อย่างมีความเข้าใจและมีความหมาย การเรียนรู้เกิดขันเมือผู้เรียนได้เรียนรวมหรือเชือมโยง (subsumme) สิงทีเรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึงอาจจะเป็นความคิดรวบยอด (concept) หรือความรู้ทีได้รับใหม่ในโครงสร้างสติปัญญากับความรู้เดิมทีอยู่ในสมองของผู้เรียนอยู่แล้วและจะสามารถนำมาใช้ในอนาคต

ดังนันสรุปได้ว่าแบบฝึกทักษะทีผู้ศึกษาสร้างขึน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพอย่างแท้จริง ซึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรพรหม อัตตวัฒนากุล (2547) พบว่า ผลสัมฤทธิทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากทีได้รับการสอนโดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนทีได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทีระดับ .01 และผลการทดลองนียังสอดคล้องกับ เสาวนีย์ โคตรชมภู (2555) ได้พัฒนาชุดแบบฝึกทักษะการคิดคำนวณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชันมัธยมศึกษา ปีที 5 วิชาเคมี เรือง มวลอะตอม มวลโมเลกุล โมล และความเข้มข้นของสารละลาย ผลการศึกษาพบว่า ชุดแบบฝึกทักษะ ทีพัฒนาขึนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.28/83.44 มีค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.8727 ผู้เรียนมีความรู้เพิมขึนร้อยละ 87.27 นักเรียนทีเรียนด้วยชุดแบบฝึกทักษะมีคะแนนเฉลียหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทีระดับ .01

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษาทีพบและการนำผลการวิจัยไปใช้

การนำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรืองโมลไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดผู้ทีเกียวข้องควรปฏิบัติดังนี

3.1.1 ในการนำแบบฝึกทักษะไปใช้ฝึกนักเรียนเพือให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ เรืองโมล ควรส่งเสริมให้ครูปฏิบัติ ดังนี

1) ศึกษารายละเอียดเกียวกับเนือหาทีสอน เอกสารการเรียนรู้และคำชีแจงต่างๆ ให้เข้าใจก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

2) ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรชีแจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเอง แนะนำการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ แนวปฏิบัติในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

3) ครูสอนเนื้อหาความรู้ในแต่ละเรื่องให้นักเรียนภายในเวลา 2 ชั่วโมง ติดต่อกัน โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามข้อสงสัยต่างๆ ได้อย่างเต็มที่ พร้อมทั้งคอยให้ความช่วยเหลือ แนะนำ กระตุ้นให้นักเรียนตอบข้อสงสัยต่างๆ ระหว่างเรียนอย่างกระตือรือร้น

4) เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกทักษะส่งครูตามกำหนดระยะเวลาเป็นที่เรียบร้อยแล้วครูทำการบันทึกการส่งงานของนักเรียน และตรวจแบบฝึกทักษะของนักเรียนพร้อมทั้งบันทึกคะแนนการทำแบบฝึกทักษะของนักเรียนแต่ละคน เพื่อให้นักเรียนเห็นพัฒนาการทางคะแนนของตนเอง

5) เมื่อครูสอนและนักเรียนทำแบบฝึกทักษะครบทุกเรื่องเป็นที่เรียบร้อย ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ครูตรวจแบบทดสอบพร้อมทั้งบันทึกคะแนนของนักเรียนแต่ละคน

3.1.2 การเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะให้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และมีประสิทธิภาพควรส่งเสริมให้นักเรียนปฏิบัติ ดังนี้

1) อ่านคำชี้แจง ขั้นตอนการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ คำแนะนำการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ และมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ ให้เข้าใจก่อนการเรียน

2) ในการทำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณให้นักเรียนทำเป็นการบ้านหรือเวลาว่าง หากไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัยสามารถสอบถามครูผู้สอนได้

3) เมื่อเรียนและทำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณครบทุกเรื่องแล้ว นักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน

4) เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด นักเรียนต้องมีวินัยและความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่ลอกงานเพื่อน ทำแบบฝึกทักษะให้แล้วเสร็จและส่งงานตามเวลาที่กำหนด

3.1.3 ผู้บริหาร ควรส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูมีการพัฒนานวัตกรรมที่สามารถพัฒนาทักษะการคำนวณที่หลากหลาย และกระตุ้นให้ครูพยายามฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะการคำนวณ

3.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

3.2.1 ควรนำแบบฝึกทักษะที่สร้างขึ้นนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา เรื่องผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือตัวแปรตามอื่นๆ โดยจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่องโมล จะเป็นตัวแปรต้นในการศึกษา

3.2.2 ควรมีการพัฒนาแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาทักษะการคำนวณในเรื่องอื่นๆ เช่น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กรด-เบส ปริมาณสารสัมพันธ์ และสมดุลเคมี เป็นต้น

3.2.3 ควรมีการพัฒนาแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาการคำนวณในวิชาอื่นอีก เช่น คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรเพชร จันทร์สุขศรี (2543) *การสร้างแบบฝึกทักษะการคำนวณทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เครื่องกล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* พัทลุง โรงเรียนวัดแหลมโตนด จังหวัดพัทลุง

กระทรวงศึกษาธิการ (2544) *การปฏิรูปการศึกษา: ก้าวอย่างมั่นใจ* กรุงเทพมหานคร คุรุสภาลาดพร้าว

_____. (2551) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กรุงเทพมหานคร คุรุสภาลาดพร้าว

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล (2553) "เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ" ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน* หน่วยที่ 9 หน้า 52-53, 72-74 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2550) "พื้นฐานทางจิตวิทยาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์" *ใน ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์* หน่วยที่ 6 หน้า 7-8 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

เกศินี มีคุณ (2547) "การสร้างแบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4" วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (การวัดผลการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย (2551) *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551* กรุงเทพมหานคร ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537) "การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน" ใน *เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา* หน่วยที่ 1-5 หน้า 494-495 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553) *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ* พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น

ทิศนา แขมมณี (2552) *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* พิมพ์ครั้งที่ 11 กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นิตยา ฤทธิโยธี (2520) *เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการสอนภาษาไทย* กรุงเทพมหานคร หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา

นิตยาภรณ์ อินอ่อน (2549) “การพัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขางานพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

ปฐมพร บุญลี (2545) “การพัฒนาแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ประยงค์ งามจิต (2533) “การสร้างแบบฝึกการอ่านคำที่ใช้อักษร ร ล ว ควบกล้ำสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี” ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2554) “การวิจัยเชิงทดลอง และการวิจัยและพัฒนา” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน* หน่วยที่ 4 หน้า 32, 72-73 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

พรพรหม อัตตวัฒนากุล (2547) “ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545) *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์* กรุงเทพมหานคร พัฒนาคุณภาพวิชาการ

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2546) “สัมมนาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” ใน *เอกสารประกอบการสอนวิชา 506713* มหาสารคาม ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

รัชฎาภรณ์ พรมลา (2541) “การสร้างแบบฝึกเสริมทักษะเพื่อสอนซ่อมเสริมทักษะการคิดคำนวณ เรื่องการคูณ การหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4” รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

รัชนี ศรีไพพรรณ (2517) *แบบฝึกทักษะวิชาภาษาไทย สำหรับเด็กแรกเรียน* พิมพ์ครั้งที่ 2 นครราชสีมา ม.ป.ท.

ราชบัณฑิตยสถาน (2542) *พจนานุกรมราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2542* กรุงเทพมหานคร อักษรเจริญทัศน์

โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม (2554) รายงานการปฏิบัติงานและผลการประเมินตนเอง (Self Assessment Report: SAR) ประจำปีการศึกษา 2554 น่าน โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม

โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม (2555) *รายงานการปฏิบัติงานและผลการประเมินตนเอง (Self Assessment Report: SAR) ประจำปีการศึกษา 2555* น่าน โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2540) *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร สุวีริยาสาส์น

ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิศาสน์ (2547) *ระเบียบวิธีการวิจัย* กรุงเทพมหานคร พิมพ์ดีการพิมพ์

วรรณ แก้วแพรก (2526) การสอนเขียนชั้นประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร พีระพัธนาการพิมพ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526) *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์* กรุงเทพมหานคร คุรุสภาลาดพร้าว

สมศักดิ์ สินธุรเวชญ์ (2540) *เอกสารทางวิชาการ การพัฒนากระบวนการทางการเรียนการสอน* กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช

สวัสดิ์ ด้วงช่วย (2550) *การพัฒนาชุดฝึกทักษะการแกะรูปหนังตะลุง สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3* โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๓๙ (วัดหัวถิน) จังหวัดสงขลา

สิริพร ทิพย์คง (2536) *หนังสือประสบการณ์ วิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เรื่องการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์* กระทรวงศึกษาธิการ ม.ป.ท.

สุธรรม อ่อนคำ (2534) “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้ชุดฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู” ปริญญานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2544) *การผลิตนวัตกรรมการเรียนการสอน* ชัยนาท ชมรมพัฒนาความรู้ด้านระเบียบกฎหมาย

สุรีรัตน์ กิตติมาภรณ์ (2531) “การพัฒนาแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องประชากรและสมดุลธรรมชาติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2537) *คู่มือแนวทางการใช้หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533)* กรุงเทพมหานคร คุรุสภาลาดพร้าว

เสาวนีย์ โคตรชมพู (2555) “การพัฒนาชุดแบบฝึกทักษะการคิดคำนวณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 วิชาเคมี เรื่อง มวลอะตอม มวลโมเลกุล โมลและความเข้มข้นของสารละลาย” โรงเรียนเดื่อวิทยาคาร จังหวัดหนองคาย

อำพรรณ สุกันธา (2535) “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบการสอนแบบแก้ปัญหาของพิซชินี เรื่อง พลังงานกับชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3”วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Adams,Sam.,L Ellis and B.F.Beeson.(1977). *Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach*. New York: Harper & Row.

Barrnett, M.A. (1989). *More then Meets the Eyes, Foreign Language Reading: Theory and Practice*. New Jersey: Prentice Hall.

Billow, F.l., (1962). The Teacher Work Out His Own Exercises. The Teaching of Language Teaching London : Green and Company Ltd.

Good, Carter V (1973). *Dictionnary of Education.* New York: McGraw-Hill.

Green, H.A. and W.T. Petty. (1971). *Developing Language Skills in The Elementary School*. Boston; Allyn and Bacon.

Lowrence, E. Hafner and Hayden E Jolly (1960) *The Pattern of Teaching Reading the Elementary School*. New York: Macmillan.

Lowrey, Blaener Lane. (1978). “The Effect of Four Drill and Practics Time unit on the RecodingPerformances of student with Specific Learning Disabilities.” *Dissertation Abstracts International*. 39, 9: 817-A

Rivers, W.M. (1968). *Teaching foreign-language skills*. Chicago: The University of Chicago.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
และหนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. นายพุทธพงศ์ เลขะวิพัฒน์
   ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   โรงเรียนปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน
2. นางสาวพิมลพรรณ ธรรมไชย
   ตำแหน่ง ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   โรงเรียนปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน
3. นางรัชมณี ไชยหาญ
   ตำแหน่ง ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   โรงเรียนท่าวังผาพิทยาคม อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน

ที่ ศธ 0522.16 (บ)/ 209

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

17 พฤษภาคม 2556

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นายพุทธพงศ์ เลขะวิพัฒน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางดวงสมร ดวงตา รหัสนักศึกษา 2542100066 นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน ตามโครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านผู้สอนวิชาเคมี ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการศึกษาค้นคว้าอิสระของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ จีนะวัฒน์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. 0-2504-8505
โทรสาร. 0-2503-3566-7
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 081 – 7652034

ที่ ศธ 0522.16 (บ)/ 209

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

17 พฤษภาคม 2556

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวพิมลพรรณ ธรรมไชย

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางดวงสมร ดวงตา รหัสนักศึกษา 2542100066 นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน ตามโครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านผู้สอนวิชาเคมี ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการศึกษาค้นคว้าอิสระของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ จีนะวัฒน์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. 0-2504-8505
โทรสาร. 0-2503-3566-7
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 081 - 7652034

ที่ ศธ 0522.16 (บ)/ 209

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

17 พฤษภาคม 2556

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นางรัชมณี ไชยหาญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางดวงสมร ดวงตา รหัสนักศึกษา 2542100066 นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน ตามโครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านผู้สอนวิชาเคมี ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการศึกษาค้นคว้าอิสระของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ จีนะวัฒน์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. 0-2504-8505
โทรสาร. 0-2503-3566-7
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 081 - 7652034

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล

ตัวอย่างคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล

คำชี้แจง

1. แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่อง โมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยเนื้อหาย่อยทั้งหมด 6 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 มวลอะตอม

เรื่องที่ 2 มวลโมเลกุล

เรื่องที่ 3 โมลกับจำนวนอนุภาค

เรื่องที่ 4 จำนวนโมลกับมวลของสาร

เรื่องที่ 5 ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

เรื่องที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

2. แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล ใช้เป็นแบบฝึกเสริมเนื้อหาที่ใช้เรียนในห้องเรียนปกติ โดยเน้นทักษะการแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณ โดยครูใช้เวลาหลังเลิกเรียนในการสอนเนื้อหา เนื้อหาละ 2 ชั่วโมง และนักเรียนทำแบบฝึกทักษะเป็นการบ้านหรือเวลาว่าง ซึ่งนักเรียนสามารถใช้เวลาทำแบบฝึกทักษะให้แล้วเสร็จในเวลาที่กำหนดตามความสามารถของตนเอง

3. ส่วนประกอบของแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล ประกอบด้วย

3.1 คำชี้แจง

3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ

3.3 คำแนะนำการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณสำหรับครู

3.4 คำแนะนำการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณสำหรับนักเรียน

3.5 มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้

3.6 บันทึกการส่งงานและบันทึกคะแนนจากการทำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ

3.7 มวลอะตอม

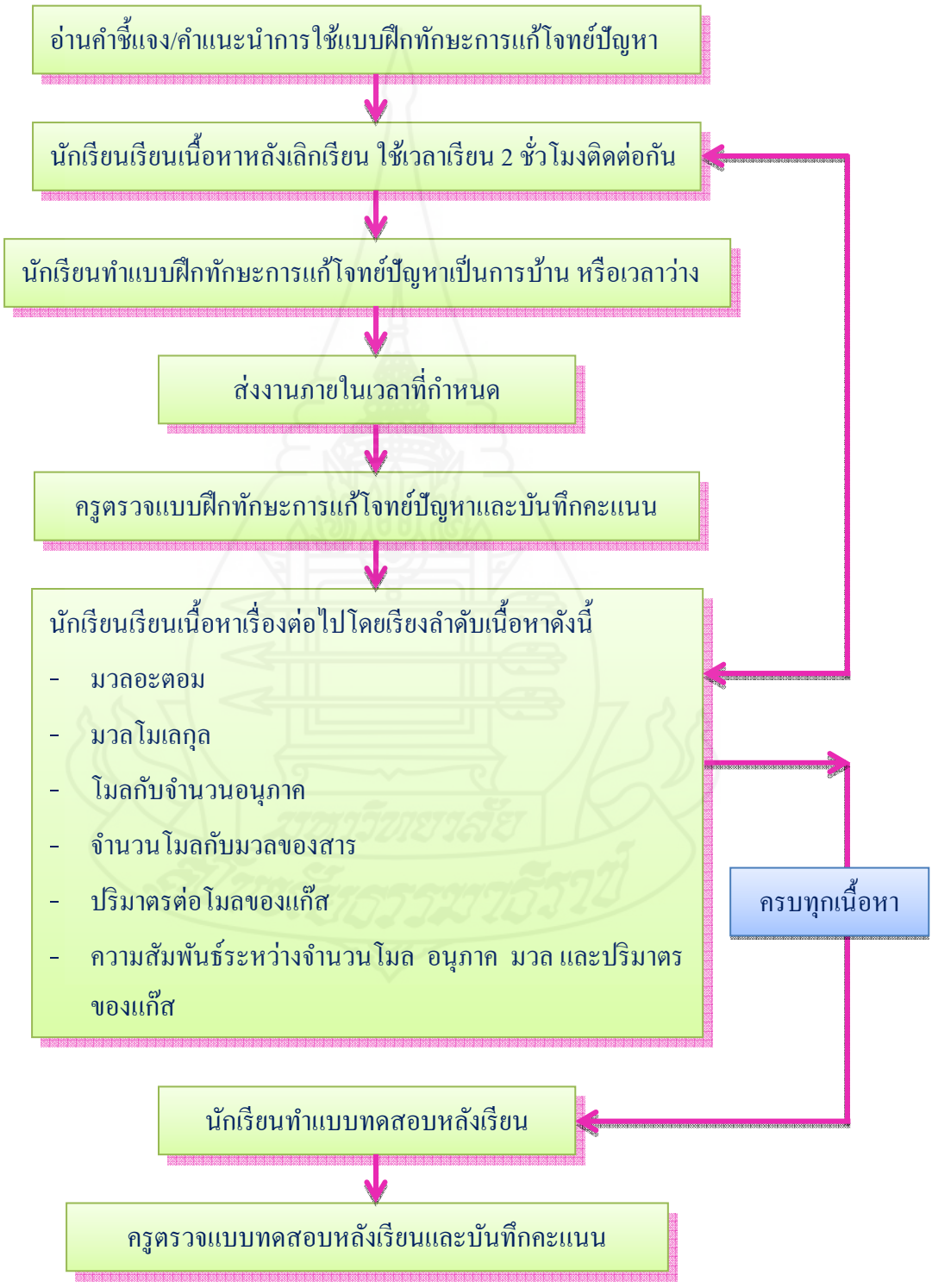
3.8 มวลโมเลกุล

3.9 โมล

- ☸ โมลกับจำนวนอนุภาค
- ☸ จำนวนโมลกับมวลของสาร
- ☸ ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส
- ☸ ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

4. ผู้ใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณนี้ควรศึกษาคำแนะนำในการใช้แบบฝึกทักษะก่อนใช้

แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ วิชาเคมี เรื่อง โมล



คำแนะนำการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณสำหรับครู

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้และมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อม และปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาที่สอน เอกสารการเรียนรู้และคำชี้แจงต่างๆ ให้เข้าใจก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
2. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเอง แนะนำการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ แนวปฏิบัติในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
3. ครูสอนเนื้อหาความรู้ในแต่ละเรื่องให้นักเรียนภายในเวลา 2 ชั่วโมงติดต่อกัน โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามข้อสงสัยต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ พร้อมทั้งคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ กระตุ้นให้นักเรียนตอบข้อสงสัยต่าง ๆ ระหว่างเรียนอย่างกระตือรือร้น
4. เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกทักษะส่งครูตามกำหนดระยะเวลาเป็นที่เรียบร้อยแล้วครูทำการบันทึกการส่งงานของนักเรียน และตรวจแบบฝึกทักษะของนักเรียนพร้อมทั้งบันทึกคะแนนการทำแบบฝึกทักษะของนักเรียนแต่ละคน
5. เมื่อครูสอนและนักเรียนทำแบบฝึกทักษะครบทุกเรื่องเป็นที่เรียบร้อย ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ครูตรวจแบบทดสอบพร้อมทั้งบันทึกคะแนนของนักเรียนแต่ละคน

คำแนะนำการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณสำหรับนักเรียน

การเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความซื่อสัตย์และตั้งใจ ดังต่อไปนี้

1. อ่านคำชี้แจง ขั้นตอนการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ คำแนะนำการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ และมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ ให้เข้าใจก่อนการเรียน

2. เนื้อหาในแบบฝึกทักษะแต่ละเรื่องย่อยใช้เวลาเรียน เรื่องละ 2 ชั่วโมง โดยมีกำหนดการเรียนและส่งงานดังนี้

2.1 เรียนทุกเย็นวันจันทร์ และวันพุธ ตั้งแต่เวลา 16.30 น. – 18.30 น.

2.2 ส่งงานเช้าวันพุธ (สำหรับเรื่องที่เรียนวันจันทร์) และส่งงานเช้าวันศุกร์ (สำหรับเรื่องที่เรียนวันพุธ)

3. ในการทำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณให้นักเรียนทำเป็นการบ้านหรือเวลาว่าง หากไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัยสามารถสอบถามครูผู้สอนได้

4. เมื่อเรียนและทำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณครบทุกเรื่องแล้ว นักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบ 2 ชั่วโมง

5. เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด นักเรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่ลอกงานเพื่อน ทำแบบฝึกทักษะให้แล้วเสร็จและส่งงานตามเวลาที่กำหนด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้

❁ มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

❁ สาระการเรียนรู้

- มวลอะตอม
- มวลโมเลกุล
- โมล

❁ ผลการเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนและทำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณครบทุกเรื่องแล้ว นักเรียนสามารถ

1. ด้านความรู้ (Knowledge : K)

1.1 คำนวณหามวลอะตอมของธาตุ มวลของธาตุ 1 อะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ

1.2 คำนวณหามวลโมเลกุลของสาร มวลของสาร 1 โมเลกุลและมวลโมเลกุลจากมวลอะตอมโดยใช้สูตรโมเลกุล

1.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้

1.4 คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร มวล ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง

2. ด้านทักษะกระบวนการ (Process : P)

2.1 ทักษะการสืบเสาะหาความรู้

2.2 ทักษะการแก้ปัญหา

2.3 ทักษะการคำนวณ

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

3.1 ซื่อสัตย์

3.2 ใฝ่เรียนรู้

3.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

3.4 มีจิตวิทยาศาสตร์

บันทึกการส่งงานและบันทึกคะแนน
จากการทำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ

ครั้งที่	เรื่องที่ส่ง	หน้า	วันเดือนปีที่ส่ง	คะแนนที่ได้	ผู้ตรวจ
1	มวลอะตอม		……./……../…….		
2	มวลโมเลกุล		……./……../…….		
3	โมลกับจำนวนอนุภาค		……./……../…….		
4	จำนวนโมลกับมวลของสาร		……./……../…….		
5	ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส		……./……../…….		
6	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส		……./……../…….		
			รวมคะแนนที่ได้		

1. มวลอะตอม (Atomic mass)

ผลการเรียนรู้

1. คำนวณหามวลอะตอมของธาตุและมวลของธาตุ 1 อะตอมได้
2. คำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ เมื่อทราบมวลอะตอมและปริมาณของแต่ละไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติ

****

1.1 มวลอะตอมของธาตุ

ความเข้าใจเบื้องต้น

1) เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมากและมีมวลน้อยมากจนไม่สามารถชั่งได้ ดังนั้นเมื่อต้องการทราบมวล อะตอมของธาตุใดจึงใช้วิธีการเปรียบเทียบ โดยพิจารณาว่าอะตอมของธาตุหนึ่งมีมวลน้อยกว่าหรือมากกว่าอะตอม ของอีกธาตุหนึ่งซึ่งเป็นธาตุมาตรฐานกี่เท่า มวลของอะตอมที่ได้จากการเปรียบเทียบนี้เรียกว่า มวลอะตอมของธาตุ ธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม ต้องมีมวล 1 หน่วย หรือ 1 amu (amu = atomic mass unit)

2) ในปี ค.ศ. 1961 (พ.ศ. 2504) นักวิทยาศาสตร์ได้ตกลงให้ใช้ C–12 หรือ ^{12}C ซึ่งเป็นไอโซโทปมีปริมาณ มากที่สุดในธรรมชาติของคาร์บอนเป็นมาตรฐาน โดยกำหนดให้ C–12 มีมวลเท่ากับ 12 หน่วย หรือ 12 amu ดังนั้น 1 หน่วยมาตรฐานจึงมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{12}$ มวลของ C–12, 1 อะตอม มวลอะตอมของธาตุในปัจจุบันเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\frac{1}{12}\text{มวลของ C-12 , 1 อะตอม}}$$

3) มวลอะตอมจึงเป็นเพียงตัวเลข (ไม่มีหน่วย) ที่บอกให้ทราบว่า ธาตุใดๆ 1 อะตอมมีมวลเป็นกี่เท่าของ $\frac{1}{12}$ มวลของC–12,1 อะตอม เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์พบว่า มวลของC–12,1 อะตอม= 1.66×10^{-24} กรัม หรือ 1 amu = 1.66×10^{-24} กรัม ดังนั้น

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม (กรัม)}}{1.66 \text{ x } 10\text{-}24 \text{ (กรัม)}}$$

ข้อสังเกต 1. มวลอะตอมเป็นมวลเปรียบเทียบ ไม่มีหน่วย

2. มวลของธาตุ 1 อะตอม เป็นมวลจริง มีหน่วยเป็น กรัม (g)

1.2 มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ

ความเข้าใจเบื้องต้น

ธาตุส่วนใหญ่ในธรรมชาติมีหลายไอโซโทป กล่าวคือ เป็นธาตุชนิดเดียวกันแต่มีมวลอะตอมหลายค่า เช่น ^{12}C , ^{13}C , ^{14}C เป็นต้น ดังนั้น การคิดมวลอะตอมของธาตุที่เขียนลงในตารางธาตุ จึงเป็นค่ามวลอะตอมเฉลี่ย ซึ่งหาได้จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \frac{(\text{มวลไอโซโทปที่1 x \%ที่มีในธรรมชาติ}) + (\text{มวลไอโซโทปที่2 x \%ที่มีในธรรมชาติ}) + \ldots}{100}$$

ข้อสังเกต 1. มวลอะตอมของธาตุในตารางธาตุ คือมวลอะตอมเฉลี่ย

2. เปอร์เซ็นต์ของทุกไอโซโทปของธาตุรวมกันต้องเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

3. ไอโซโทปใดมีเปอร์เซ็นต์ในธรรมชาติมากที่สุด มวลอะตอมเฉลี่ยจะมีค่าใกล้เคียงมวลอะตอมของไอโซโทปนั้น

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> โพแทสเซียม (K) 1 อะตอมหนัก $39.1 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม มวลอะตอมของโพแทสเซียมมีค่าเท่าใด

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

สิ่งที่โจทย์ถาม.....(มวลอะตอมของโพแทสเซียม)

สิ่งที่โจทย์บอก.....(มวลของโพแทสเซียม 1 อะตอมหนัก $39.1 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม)

สิ่งที่ควรรู้.....($\frac{1}{12}$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม)

<u>วิธีทำ</u>

$$\text{มวลอะตอมของ K} = \frac{\text{มวลของ K 1 อะตอม}}{\frac{1}{12}\text{มวลของ C-12 , 1 อะตอม}}$$

$$\text{แทนค่า มวลอะตอมของ K} = \frac{39.1 \times \cancel{1.66 \times 10^{-24}\ g}}{\cancel{1.66 \times 10^{-24}\ g}}$$

$$= 39.1$$

<u>ตอบ</u> มวลอะตอมของโพแทสเซียม เท่ากับ 39.1

ตัวอย่างที่ 2 ธาตุ X มีมวลอะตอม 55.8 ถ้าธาตุ X 1 อะตอม จะมีมวลเป็นกี่กรัมและกี่ amu

วิเคราะห์โจทย์

สิ่งที่โจทย์ถาม (มวลเป็นกรัมและ amu ของธาตุ X 1 อะตอม)

สิ่งที่โจทย์บอก (ธาตุ X มีมวลอะตอม 55.8)

สิ่งที่ควรรู้ (1.66×10^{-24} กรัม เท่ากับ $\frac{1}{12}$ มวลของ C-12, 1 อะตอม และ 1 amu)

วิธีทำ

$$\text{มวลอะตอมของ X} = \frac{\text{มวลของ X 1 อะตอม}}{\frac{1}{12}\text{มวลของ C-12 , 1 อะตอม}}$$

$$\text{แทนค่า} \quad 55.8 = \frac{\text{มวลของ X 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$\text{มวลของ X 1 อะตอม} = 55.8 \times 1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}$$

$$\text{ถ้า มวล } 1.66 \times 10^{-24}\ \text{g} = 1\ \text{amu}$$

$$\text{มวลของ X 1 อะตอม} = \frac{1\ \text{amu} \times 55.8 \times \cancel{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}}{\cancel{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}}$$

$$= 55.8\ \text{amu}$$

ตอบ ธาตุ X 1 อะตอม มีมวล $55.8 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม และ 55.8 amu

ตัวอย่างที่ 3 ในธรรมชาติธาตุซิลิคอน (Si) มี 3 ไอโซโทป คือ ^{28}Si , ^{29}Si , ^{30}Si มีปริมาณ 92.21% , 4.70% , 3.06% ตามลำดับ มวลของไอโซโทปมีค่าเท่ากับ 27.977 , 28.967 , 29.974 amu ตามลำดับ จงคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุซิลิคอน

วิเคราะห์โจทย์

สิ่งที่โจทย์ถาม (มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุซิลิคอน)

สิ่งที่โจทย์บอก (^{28}Si(92.21% , 27.977amu) , ^{29}Si(4.70% , 28.967amu) , ^{30}Si(3.06% , 29.974amu)

<u>วิธีทำ</u> มวลอะตอมเฉลี่ย =

$$\frac{(\text{มวล } {}^{28}\text{Si} \times \%\text{ที่มีในธรรมชาติ}) + (\text{มวล } {}^{29}\text{Si} \times \%\text{ที่มีในธรรมชาติ}) + (\text{มวล } {}^{30}\text{Si} \times \%\text{ที่มีในธรรมชาติ})}{100}$$

แทนค่า มวลอะตอมเฉลี่ยของ Si $= \dfrac{(27.977 \times 92.21) + (28.967 \times 4.70) + (29.974 \times 3.06)}{100}$

$= 28.086$

<u>ตอบ</u> มวลอะตอมเฉลี่ยของซิลิคอน (Si) เท่ากับ 28.086

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคำนวณ
เรื่อง มวลอะตอม

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหาคำตอบของแบบฝึกทักษะ โดยระบุขั้นวิเคราะห์โจทย์ ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นการตอบให้ถูกต้อง

1. ธาตุโซเดียม (Na) มีมวลอะตอมเท่ากับ 22.9898 ธาตุโซเดียม 1 อะตอม มีมวลเท่าใด

2. ธาตุแคลเซียม (Ca) มีมวลอะตอมเท่ากับ 40.0784 จงคำนวณหามวลของธาตุแคลเซียม 7 อะตอม

3. ธาตุ A มีมวลอะตอมเป็น $\frac{2}{3}$ เท่า ของมวลอะตอมของธาตุแคลเซียม (Ca) ถ้าแคลเซียมมีมวลอะตอม 40.0784 ดังนั้นธาตุ A 1 อะตอม มีมวลเท่าใด

4. ธาตุไนโตรเจน (N) 1 อะตอมหนัก 14.0067 x 1.66 x 10-24 g จงหามวลอะตอมของไนโตรเจน

5. ธาตุออกซิเจน (O) 1 อะตอม มีมวล 26.5590 x 10-24 g จะมีมวลอะตอมเท่าใด

9. จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ X จากข้อมูลในตาราง

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ
X – 12	12.01	84
X – 13	13.15	16

10. จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ M ซึ่งมีสองไอโซโทป คือ ไอโซโทปแรกมีร้อยละ 20 มวลอะตอม 54 ไอโซโทปที่สองมีร้อยละ 80 มวลอะตอม 56

11. จงคำนวณหาน้ำหนักของ Li 3.01 x 10^{23} อะตอม จากข้อมูลต่อไปนี้

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ
$^{6}_{3}Li$	6.0200	7.00
$^{7}_{3}Li$	7.0100	93.00

2. มวลโมเลกุล (Molecular mass)

ผลการเรียนรู้

1. คำนวณหามวลโมเลกุลของสารและมวลของสาร 1 โมเลกุลได้
2. คำนวณหามวลโมเลกุลจากมวลอะตอมโดยใช้สูตรโมเลกุลได้

****

ความเข้าใจเบื้องต้น

1) โมเลกุลเกิดจากอะตอมของธาตุต่างๆ มารวมกันทางเคมี ซึ่งโดยทั่วไปโมเลกุลจะมีมากกว่า 1 อะตอม เช่น แก๊สออกซิเจน (O_2) 1 โมเลกุล มี 2 อะตอม หรือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 1 โมเลกุล ประกอบด้วยคาร์บอน 1 อะตอมและออกซิเจน 2 อะตอม

2) โมเลกุลของแก๊สเฉื่อย 1 โมเลกุลประกอบด้วย 1 อะตอม ส่วนธาตุที่เป็นแก๊ส 1 โมเลกุลประกอบด้วย 2 อะตอม เช่น Cl_2 , O_2 , H_2 , N_2

2.1 การคำนวณหามวลโมเลกุลโดยการเปรียบเทียบ

เนื่องจากโมเลกุลของสารต่างๆ มีขนาดเล็กมาก ในทางปฏิบัติไม่สามารถชั่งน้ำหนักได้ รวมทั้งไม่สะดวก ในการนำไปใช้ จึงนิยมใช้ค่าเปรียบเทียบเช่นเดียวกับมวลอะตอม ดังนี้

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12}\text{ มวลของ C-12 , 1 อะตอม}}$$

เนื่องจาก $\frac{1}{12}$ มวลของ C–12, 1 อะตอม มีค่าเท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม ดังนั้น

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล (กรัม)}}{1.66 \times 10^{-24}\text{ (กรัม)}}$$

$$\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล} = \frac{\text{มวลโมเลกุลของสาร} \times \frac{1}{12}\text{ มวลของ C–12, 1 อะตอม}}{\text{มวลโมเลกุลของสาร} \times 1.66 \times 10^{-24}\text{ (กรัม)}}$$

ตัวอย่างที่ 1 คลอไรด์ของสาร A1 โมเลกุลหนัก 40×10^{-2} กรัม จงหามวลโมเลกุลของคลอไรด์ของ A

วิเคราะห์โจทย์

สิ่งที่โจทย์ถาม.....(มวลโมเลกุลของคลอไรด์ของ A)

สิ่งที่โจทย์บอก.....(คลอไรด์ของสาร A 1 โมเลกุลหนัก 40×10^{-22} กรัม)

สิ่งที่ควรรู้.....($\frac{1}{12}$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม)

วิธีทำ

$$\text{มวลโมเลกุลของคลอไรด์สาร A} = \frac{\text{มวลของสาร A 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12}\text{มวลของ C-12 , 1 อะตอม}}$$

$$\text{แทนค่า มวลโมเลกุลของคลอไรด์สาร A} = \frac{40 \times 10^{-22}\ \text{g}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$= 250$$

ตอบ มวลโมเลกุลของคลอไรด์สาร A เท่ากับ 250

ตัวอย่างที่ 2 สาร A 10 โมเลกุล มีมวลเท่ากับ 2.656×10^{-21} กรัม มวลโมเลกุลของสาร A มีค่าเท่าใด

วิเคราะห์โจทย์

สิ่งที่โจทย์ถาม.....(มวลโมเลกุลของสาร A)

สิ่งที่โจทย์บอก.....(สาร A 10 โมเลกุล มีมวลเท่ากับ 2.656×10^{-21} กรัม)

สิ่งที่ควรรู้.....($\frac{1}{12}$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม)

วิธีทำ สาร A 10 โมเลกุล มีมวล เท่ากับ 2.656×10^{-21} กรัม

สาร A 1 โมเลกุล มีมวล เท่ากับ $1\ \text{โมเลกุล} \times 2.656 \times 10^{-21}$ กรัม

$$\text{สาร A 1 โมเลกุล มีมวล เท่ากับ} \quad \frac{1\ \text{โมเลกุล} \times 2.656 \times 10^{-21}\ \text{กรัม}}{10\ \text{โมเลกุล}}$$

$$= 2.656 \times 10^{-22}\ \text{กรัม}$$

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร A} = \frac{\text{มวลของสาร A 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12}\text{มวลของ C-12 , 1 อะตอม}}$$

$$\text{แทนค่า มวลโมเลกุลของสาร A} = \frac{2.656 \times 10^{-22}\ \text{g}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$= 160$$

<u>ตอบ</u> มวลโมเลกุลของสาร A เท่ากับ 160

2.2 การคำนวณหามวลโมเลกุลจากมวลอะตอมโดยใช้สูตรโมเลกุล

หลักการหามวลโมเลกุลจากมวลอะตอมโดยใช้สูตรโมเลกุล ดังนี้

1. ต้องทราบ สูตรโมเลกุลของสารประกอบนั้นๆ ว่าประกอบด้วยธาตุใดบ้าง และอย่างละกี่อะตอม (เขียนสูตรโมเลกุลให้ได้ก่อน)

2. ต้องทราบมวลอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั้น มวลอะตอม ทราบได้จากตารางธาตุ

3. ถ้าธาตุที่เป็นองค์ประกอบมีหลายอะตอม ให้ใช้ จำนวนอะตอมคูณด้วยมวลอะตอมของธาตุนั้น

4. มวลโมเลกุล หาได้จาก ผลรวมของมวลอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบทั้งหมด

มวลโมเลกุล = ผลรวมของมวลอะตอมในสูตรเคมี

<u>ตัวอย่างที่ 3</u> จงคำนวณหามวลโมเลกุลของกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) (มวลอะตอมดูจากตารางธาตุ)

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

สิ่งที่โจทย์ถาม..... (มวลโมเลกุลของกรดซัลฟิวริก)

สิ่งที่โจทย์บอก..... (สูตรโมเลกุลของกรดซัลฟิวริก ซึ่งประกอบด้วย H 2 อะตอม S 1 อะตอม และ O 4 อะตอม)

สิ่งที่ควรรู้..... (มวลอะตอมของ H เท่ากับ 1.0079 มวลอะตอมของ S เท่ากับ 32.0655 และ มวลอะตอมของ O เท่ากับ 15.9994)

<u>วิธีทำ</u> กรดซัลฟิวริก 1 โมเลกุล ประกอบด้วย H 2 อะตอม , S 1 อะตอม และ O 4 อะตอม

มวลโมเลกุลของกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) = (2x1.0079) + (1x32.0655) + (4x15.9994)

= 2.0158 + 32.0655 + 63.9976

= 98.0789

<u>ตอบ</u> มวลโมเลกุลของกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เท่ากับ 98.0789

ข้อสังเกต 1. มวลโมเลกุล เป็นมวลเปรียบเทียบ ไม่มีหน่วย

2. มวลของสาร 1 โมเลกุล เป็นมวลจริงของสาร ที่มีหน่วยเป็น กรัม (g) , กิโลกรัม (kg)

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคำนวณ
เรื่อง มวลโมเลกุล

ตอนที่ 1 การคำนวณหามวลโมเลกุลโดยการเปรียบเทียบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหาคำตอบของแบบฝึกทักษะ โดยระบุขั้นวิเคราะห์โจทย์ ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นการตอบให้ถูกต้อง

1. สาร A หนัก 237.38 x 10-24 กรัม/โมเลกุล ดังนั้นสาร A จะมีมวลโมเลกุลเท่าใด

2. สาร X 15 โมเลกุล มีมวลเท่ากับ 2.988 x 10-21 กรัม/โมเลกุล ดังนั้นมวลโมเลกุลของสาร X มีค่าเท่าใด

3. กำมะถัน (S) 1 โมเลกุล ประกอบด้วยกำมะถันกี่อะตอม ถ้ากำมะถันมีมวลโมเลกุล 256.5231 และ มวลอะตอมเท่ากับ 32.0655

4. คลอไรด์ของสาร A 1 โมเลกุล หนัก 40 x 10-22 กรัม จงหามวลโมเลกุลของ A ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) จำนวน 12.04 x 1024 โมเลกุล มีมวลกี่กรัม

5. สารประกอบชนิดหนึ่ง 1 โมเลกุลมีมวลเท่ากับ 92 X 1.66 X 10-24 g จงคำนวณหามวลโมเลกุลของสารประกอบนี้

ตอนที่ 2 การคำนวณหามวลโมเลกุลจากมวลอะตอมโดยใช้สูตรโมเลกุล

คำชี้แจง ให้นักเรียนคำนวณหามวลโมเลกุลของสารต่อไปนี้โดยใช้สูตรโมเลกุล โดยระบุขั้นวิเคราะห์โจทย์ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นการตอบให้ถูกต้อง (ค่ามวลอะตอมใช้ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

1. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

2. โซเดียมไนเตรต ($NaNO_3$)

3. โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)

4. โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI)

3. โมล (Mole)

เนื่องจากอนุภาคสารมีขนาดเล็กมาก ดังนั้นการกำหนดหน่วยเพื่อแสดงจำนวนอนุภาคของสารจึงต้องเป็นหน่วยที่มีขนาดใหญ่ เพื่อใช้แทนอนุภาคจำนวนมาก นักเคมีได้กำหนดหน่วยที่ใช้บอกจำนวนอนุภาคของสารขึ้นมาคือ โมล (mole)

โมล (Mole) ตามนิยามของหน่วยในระบบเอสไอ

สาร 1 โมล หมายถึง ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมที่มีอยู่ใน C-12 ที่มีมวล 0.012 กิโลกรัม หรือ 12 กรัม อย่างเที่ยงตรง อักษรย่อ โมล แทนด้วย mol

3.1 โมลกับจำนวนอนุภาค

ผลการเรียนรู้

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาคได้
2. คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร หรือจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง

****

ความเข้าใจเบื้องต้น

โมล ของสารใดๆ จะมีจำนวนอนุภาค เท่ากับ เลขอาโวกาโดร (Avogadro number)

สาร 1 โมล จะมีจำนวนอนุภาค เท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค (อนุภาคอาจจะเป็น อะตอม โมเลกุล ไอออน หรืออิเล็กตรอนก็ได้)

ตัวอย่าง เช่น

น้ำ (H_2O)	1	โมล	มีจำนวน	6.02×10^{23}			โมเลกุล
เหล็ก (Fe)	0.5	โมล	มีจำนวน	$0.5 \times 6.02 \times 10^{23}$	=	3.01×10^{23}	อะตอม
โซเดียมไอออน (Na^+)	0.25	โมล	มีจำนวน	$0.25 \times 6.02 \times 10^{23}$	=	1.505×10^{23}	ไอออน
แก๊สไนโตรเจน (N_2)	2	โมล	มีจำนวน	$2 \times 6.02 \times 10^{23}$	=	12.04×10^{23}	โมเลกุล

ข้อสังเกต

1. สารใดอยู่ในสภาพที่เป็น **อะตอม** โมลของสารเรียกว่า **โมลอะตอม** ได้แก่ ธาตุต่างๆ เช่น ทองแดง, สังกะสี, ตะกั่ว, O, N, Cl, Na, K เป็นต้น

2. สารใดอยู่ในสภาพที่เป็น **โมเลกุล** โมลของสารเรียกว่า **โมลโมเลกุล** ได้แก่ สารประกอบและธาตุที่อยู่เป็นโมเลกุล เช่น น้ำ (H_2O), น้ำตาลทราย ($C_{12}H_{22}O_{11}$), ด่างทับทิม ($KMnO_4$), แก๊สออกซิเจน (O_2), กำมะถัน (S_8), ฟอสฟอรัส(P_4) เป็นต้น

3. สารใดอยู่ในสภาพที่เป็น **ไอออน** โมลของสารเรียกว่า **โมลไอออน** ได้แก่ ไอออนบวก ไอออนลบ เช่น Na^+, K^+, Fe^{3+}, Cl^-,

4. การบอกปริมาณสารควรระบุชนิดอนุภาคให้ชัดเจน ถ้าไม่ระบุชนิดอนุภาคโดยส่วนใหญ่หมายถึงโมเลกุล

5. โมลของสารสัมพันธ์กับโมลของธาตุในสารนั้น ให้สารประกอบชนิดหนึ่งมีสูตร A_aB_b จะได้ว่า สาร A_aB_b 1 โมล (โมลโมเลกุล) ประกอบด้วย ธาตุ A a โมลอะตอม และธาตุ B b โมลอะตอม เช่น CO_2 1 โมลโมเลกุล ประกอบด้วย C 1 โมลอะตอม และ O 2 โมลอะตอม หรือ CO_2 6.02×10^{23} โมเลกุล ประกอบด้วย C 6.02×10^{23} อะตอม และ O $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> แก๊สออกซิเจน จำนวน 2.408×10^{24} โมเลกุล มีกี่โมล

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

สิ่งที่โจทย์ถาม.....(จำนวนโมลของแก๊สออกซิเจน)

สิ่งที่โจทย์บอก.....(แก๊สออกซิเจน จำนวน 2.408×10^{24} โมเลกุล)

สิ่งที่ควรรู้.....(แก๊สออกซิเจน 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล)

<u>วิธีทำ</u>

$$\text{Mol } O_2 = 2.408 \times 10^{24} \cancel{\text{molecule } O_2} \times \left(\frac{1 \text{ mol } O_2}{6.02 \times 10^{23} \cancel{\text{molecule } O_2}} \right)$$

$$= 4 \text{ mol } O_2$$

<u>ตอบ</u> แก๊สออกซิเจน จำนวน 2.408×10^{24} โมเลกุล คิดเป็น 4 โมล

ตัวอย่างที่ 2 โซเดียมคลอไรด์ 0.4 โมล มีกี่โมเลกุล

วิเคราะห์โจทย์

สิ่งที่โจทย์ถาม.....(จำนวนโมเลกุลของโซเดียมคลอไรด์)

สิ่งที่โจทย์บอก.....(โซเดียมคลอไรด์ 0.4 โมล)

สิ่งที่ควรรู้.....(โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล)

วิธีทำ

$$\text{molecule NaCl} = 2.0.4 \text{ mol NaCl} \times \left(\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule NaCl}}{1 \ \cancel{\text{mol NaCl}}} \right)$$

$$= 2.408 \times 1023 \text{ molecule NaCl}$$

ตอบ โซเดียมคลอไรด์ 0.4 โมล คิดเป็น 2.408×10^{23} โมเลกุล

ตัวอย่างที่ 3 โซเดียม 1.505×10^{23} อะตอม มีกี่โมล

วิเคราะห์โจทย์

สิ่งที่โจทย์ถาม.....(จำนวนโมลของโซเดียม)

สิ่งที่โจทย์บอก.....(โซเดียม 1.505×10^{23} อะตอม)

สิ่งที่ควรรู้.....(โซเดียม 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม)

วิธีทำ

$$\text{Mol Na} = 1.505 \times 10^{23} \ \cancel{\text{atom Na}} \times \left(\frac{1 \text{ mol Na}}{6.02 \times 10^{23} \ \cancel{\text{atom Na}}} \right)$$

$$= 4 \text{ mol Na}$$

ตอบ แก๊สออกซิเจน จำนวน 2.408×10^{24} โมเลกุล คิดเป็น 4 โมล

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคำนวณ
เรื่อง โมลกับจำนวนอนุภาค

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหาคำตอบของแบบฝึกทักษะ โดยระบุขั้นวิเคราะห์โจทย์ ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นการตอบให้ถูกต้อง

1. จงคำนวณหาจำนวนโมลของสารต่อไปนี้

ก. ฮีเลียม (He) 1.024×10^{22} อะตอม

ข. แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 3.01×10^{25} โมเลกุล

จ. โพแทสเซียมไอออน (K^+) 100 ไอออน

2. จงคำนวณหาจำนวนอนุภาคของสารต่อไปนี้

ก. อาร์กอน (Ar) 3.00 โมล

ค. โซเดียมไอออน (Na^+) 0.001 โมล

จ. ไนเตรตไอออน (NO_3^-) 1.00×10^{-5} โมล

3.2 จำนวนโมลกับมวลของสาร

ผลการเรียนรู้

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนมวลของสารได้
2. คำนวณหาจำนวนมวลของสาร หรือจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง

****

ความเข้าใจเบื้องต้น

ธาตุใดๆ 1 โมล หรือมีปริมาณ 6.02×10^{23} อะตอม จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลอะตอมของธาตุนั้นในทำนองเดียวกัน ถ้าสารนั้นเป็นโมเลกุลจะพบว่า สารใดๆ 1 โมล หรือ 6.02×10^{23} โมเลกุล จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลโมเลกุลของสารนั้น สำหรับสารที่มีองค์ประกอบเป็นไอออน ให้ถือว่ามวลเป็นกรัมของไอออนของธาตุใดๆ มีค่าเท่ากับมวลอะตอมของธาตุนั้น

ตัวอย่าง เช่น

ออกซิเจน (O) มีมวลอะตอมเท่ากับ 15.9994 ดังนั้น ออกซิเจน 1 โมล หรือ 6.02×10^{23} อะตอม จะมีมวล 15.9994 กรัม

แก๊สคลอรีน (Cl_2) มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 70.9064 ดังนั้น แก๊สคลอรีน 1 โมล หรือ 6.02×10^{23} โมเลกุล จะมีมวล 70.9064 กรัม

น้ำ (H_2O) มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 18.0152 ดังนั้น น้ำ 1 โมล หรือ 6.02×10^{23} โมเลกุล จะมีมวล 18.0152 กรัม

โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 1 โมล ประกอบด้วย Na^+ 1 โมล และ Cl^- 1 โมล Na มีมวลอะตอม 22.9898 และ Cl มีมวลอะตอม 35.4532 ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{NaCl 1 mol มีมวล} &= \text{มวลของ } Na^+ \text{ 1 mol} + \text{มวลของ } Cl^- \text{ 1 mol} \\ &= 22.9898 \text{ g} + 35.4532 \text{ g} \\ &= 58.4430 \text{ g} \end{aligned}$$

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> กำมะถัน (S) 1 โมล มีมวล 32.0655 กรัม ถ้ากำมะถัน 160.05 กรัมจะมีจำนวนโมลเท่าใด

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

สิ่งที่โจทย์ถาม.....(จำนวนโมลของกำมะถัน)

สิ่งที่โจทย์บอก.....(กำมะถัน 160.05 กรัม)

สิ่งที่ควรรู้.....(กำมะถัน 1 โมล มีมวล 32.0655 กรัม)

<u>วิธีทำ</u>

$$\text{mol S} = 160.05\ \cancel{\text{g S}} \times \left(\frac{1\ \text{mol S}}{32.0655\ \cancel{\text{g S}}}\right)$$

$$= 4.9913\ \text{mol S}$$

<u>ตอบ</u> กำมะถัน 160.05 กรัม มีมวล 4.9913 โมล

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 3.0 โมล มีมวลกี่กรัม

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

สิ่งที่โจทย์ถาม.....(จำนวนกรัมของโซเดียมไฮดรอกไซด์)

สิ่งที่โจทย์บอก.....(โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3.0 โมล)

สิ่งที่ควรรู้.....(โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมล มีมวล 39.9971 กรัม)

<u>วิธีทำ</u>

$$\text{mol NaOH} = 3.0\ \cancel{\text{mol NaOH}} \times \left(\frac{39.9971\ \text{g NaOH}}{1\ \cancel{\text{mol NaOH}}}\right)$$

$$= 1.2 \times 10^{2}\ \text{g}$$

<u>ตอบ</u> โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3.0 โมล มีมวล 1.2×10^{2} กรัม

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคำนวณ
เรื่อง จำนวนโมลกับมวลของสาร

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหาคำตอบของแบบฝึกทักษะ โดยระบุขั้นวิเคราะห์โจทย์ ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นการตอบให้ถูกต้อง

1. คาร์บอน (C) 9 กรัม คิดเป็นกี่โมล

2. จงหามวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 0.5 โมล

3. โซเดียมไอออน (Na^+) 0.4 โมล มีมวลกี่กรัม

4. น้ำตาลกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) 90 กรัม คิดเป็นกี่โมล

5. จงหาจำนวนโมลของอลูมิเนียม (Al) 2.70 กรัม

6. เลด(II)ไนเตรต ($Pb(NO_3)_2$) 82.75 กรัม คิดเป็นกี่โมล

3.3 ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

ผลการเรียนรู้

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้
2. คำนวณหาปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง

****

ความเข้าใจเบื้องต้น

เนื่องจากแก๊สมีมวลน้อยมาก ปริมาณสารในสถานะแก๊สส่วนใหญ่จึงระบุเป็นปริมาตร แต่ปริมาตรของแก๊สเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิและความดัน ดังนั้นจึงต้องระบุอุณหภูมิและความดันที่วัดปริมาตรไว้ด้วย นักวิทยาศาสตร์กำหนดให้อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส (273 เคลวิน) และความดัน 1 บรรยากาศ (760 มิลลิเมตรปรอท) เป็นภาวะมาตรฐาน (Standard Temperature and Pressure เรียกย่อว่า STP)

ดังนั้น แก๊สใดๆ 1 โมล มีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ 22.4 ลิตรที่ STP

ตัวอย่างที่ 1 แก๊สออกซิเจน (O_2) 5.6 dm^3 ที่ STP คิดเป็นกี่โมล

วิเคราะห์โจทย์

สิ่งที่โจทย์ถาม.....(จำนวนโมลของแก๊สออกซิเจน)

สิ่งที่โจทย์บอก.....(แก๊สออกซิเจน 5.6 dm^3 ที่ STP)

สิ่งที่ควรรู้.....(แก๊สออกซิเจน 1 โมล มีปริมาตร 22.4 ลิตรที่ STP)

วิธีทำ

$$\text{mol } O_2 = 5.6 \cancel{\text{ dm}^3 \text{ } O_2 \text{ ที่ STP}} \times \left(\frac{1 \text{ mol } O_2}{22.4 \cancel{\text{ dm}^3 \text{ } O_2 \text{ ที่ STP}}} \right)$$

$$= 0.25 \text{ mol } O_2$$

ตอบ แก๊สออกซิเจน 5.6 dm^3 ที่ STP คิดเป็น 0.25 โมล

ตัวอย่างที่ 2 แอซีโตน (C_3H_6O) 0.03 โมล จงคำนวณหาปริมาตรไอของแอซีโตนที่ STP

วิเคราะห์โจทย์

สิ่งที่โจทย์ถาม.....(ปริมาตรไอของแอซีโตนที่ STP)

สิ่งที่โจทย์บอก.....(แอซีโตน 0.03 โมล)

สิ่งที่ควรรู้.....(แอซีโตน 1 โมล มีปริมาตร 22.4 ลิตรที่ STP)

วิธีทำ

$$\text{ปริมาตรไอของแอซีโตนที่ STP} = 0.03 \ \cancel{\text{mol } C_3H_6O} \times \left(\frac{22.4 \ 5.6 \ \text{dm}^3 \ C_3H_6O \text{ ที่ STP}}{1 \ \cancel{\text{mol } C_3H_6O}} \right)$$

$$= 0.672 \ \text{dm}^3 \ C_3H_6O \text{ ที่ STP}$$

ตอบ แอซีโตน 0.03 โมล มีปริมาตรไอ 0.672 dm^3 ที่ STP

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคำนวณ
เรื่อง ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหาคำตอบของแบบฝึกทักษะ โดยระบุขั้นวิเคราะห์โจทย์ ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นการตอบให้ถูกต้อง

1. แก๊สออกซิเจน 0.2 โมล จะมีปริมาตรเท่าใดที่สภาวะ STP

2. จงหาจำนวนโมลของแก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 2.44 dm^3 ที่ STP

3. แก๊สมีเทน (CH_4) มีปริมาตร 3.36 dm^3 ที่สภาวะ STP แก๊สมีเทนนี้มีจำนวนโมลเท่าใด

4. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีปริมาตร 5.6 dm^3 ที่สภาวะ STP แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์นี้มีจำนวนโมลเท่าใด

5. แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) 11.2 dm^3 ที่ STP คิดเป็นกี่โมล

3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

ผลการเรียนรู้

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้
2. คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร มวล ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง

****

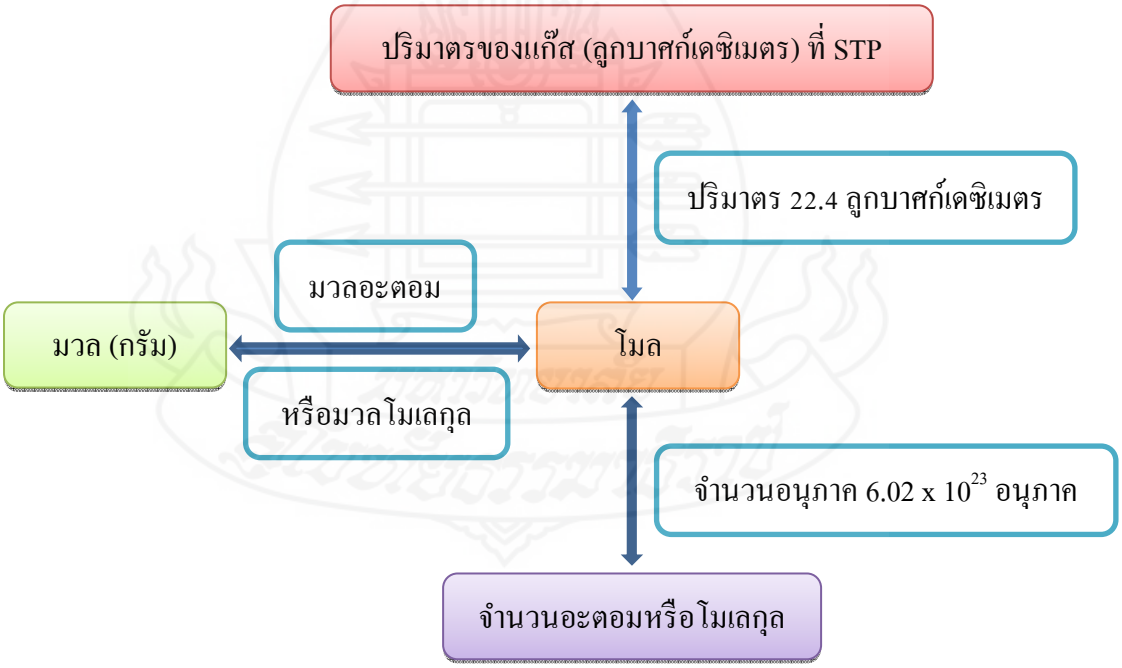
ความเข้าใจเบื้องต้น

สารใดๆ 1 โมล มีจำนวนอนุภาค เท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค

สารใดๆ หรือธาตุใดๆ 1 โมล มีมวลเป็นกรัม เท่ากับ มวลโมเลกุล หรือ มวลอะตอม

แก๊สใดๆ 1 โมล มีปริมาตรที่ STP เท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร (dm^3)

ซึ่งสามารถสรุปเป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างโมลกับมวล จำนวนอะตอม หรือจำนวนโมเลกุล หรือปริมาตรของแก๊ส ที่ STP ได้ดังนี้



จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ข้างต้นสามารถนำมาเขียนเป็นสูตรเพื่อใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

$$\text{จำนวนโมล} = \frac{\text{จำนวนอนุภาค}}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{\text{มวลเป็นกรัม}}{\text{มวลโมเลกุล หรือ มวลอะตอม}} = \frac{\text{ปริมาตรแก๊ส } (dm^3) \text{ ที่ STP}}{22.4\ dm^3 \text{ ที่ STP}}$$

ตัวอย่างที่ 1 เหล็ก (Fe) 10.0 กรัม มีจำนวนอะตอมเท่าใด

วิเคราะห์โจทย์

สิ่งที่โจทย์ถาม..... (จำนวนอะตอมของเหล็ก)

สิ่งที่โจทย์บอก..... (เหล็ก 10.0 กรัม)

สิ่งที่ควรรู้..... (เหล็ก 1 โมล มีมวลโมเลกุล เท่ากับ 55.8452 กรัม และมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม)

วิธีทำ

$$\text{จำนวนอะตอมของ Fe} = 10.0 \text{ g Fe} \times \left(\frac{1 \text{ mol Fe}}{55.8452 \text{ g Fe}}\right) \times \left(\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ atom Fe}}{1 \text{ mol Fe}}\right)$$

$$= 1.08 \times 10^{23} \text{ atom Fe}$$

ตอบ เหล็ก 10.0 กรัม มี 1.08×10^{23} อะตอม

ตัวอย่างที่ 2 แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จำนวน 1.51×10^{23} โมเลกุล มีมวลและปริมาตรที่ STP เท่าใด

วิเคราะห์โจทย์

สิ่งที่โจทย์ถาม..... (มวลและปริมาตรที่ STP ของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์)

สิ่งที่โจทย์บอก..... (แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ จำนวน 1.51×10^{23} โมเลกุล)

สิ่งที่ควรรู้..... (เหล็ก 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม และมีปริมาตรที่ STP เท่ากับ 22.4 dm^3)

การคำนวณหามวลของ NO_2

วิธีทำ

$$\text{มวลของ } NO_2 = 1.51 \times 10^{23} \text{ molecule } NO_2 \times \left(\frac{1 \text{ mol } NO_2}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule } NO_2}\right) \times \left(\frac{46.0055 \text{ g } NO_2}{1 \text{ mol } NO_2}\right)$$

$$= 11.5 \text{ g } NO_2$$

การคำนวณหาปริมาตรของ NO_2 ที่ STP

<u>วิธีทำ</u>

$$\text{ปริมาตรของ } NO_2 \text{ ที่ STP} = 1.51 \times 10^{23} \text{ molecule } NO_2 \times \left(\frac{1 \text{ mol } NO_2}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule } NO_2} \right) \times \left(\frac{22.4 \text{ dm}^3 \ NO_2 \text{ ที่ STP}}{1 \text{ mol } NO_2} \right)$$

$$= 5.62 \text{ dm}^3 \ NO_2 \text{ ที่ STP}$$

<u>ตอบ</u> แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ 1.51×10^{23} โมเลกุล มีมวล 11.5 กรัม และมีปริมาตร5.62 dm^3 ที่ STP

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคำนวณ
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหาคำตอบของแบบฝึกทักษะ โดยระบุขั้นวิเคราะห์โจทย์ ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นการตอบให้ถูกต้อง

1. กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) 4.9 กรัม มีจำนวนอนุภาคเท่าใด

2. แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 11.2 dm^3 ที่ STP มีจำนวนอนุภาคเท่าใด

3. จงหามวลเป็นกรัมของกรดฟอร์มิก (HCOOH) 3.01 x 10^{24} โมเลกุล

4. จงหามวลเป็นกรัมของแก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 4.48 dm^3 ที่ STP

5. แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) 3.6 กรัม จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP

6. จงหาปริมาตรแก๊สที่ STP ของแก๊สโพรเพน (C_3H_8) 1.5×10^{23} โมเลกุล

คำนำ

คู่มือการใช้แบบฝึกทักษะฉบับนี้จัดทำขึ้น สำหรับครูผู้สอนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจและให้คะแนนแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องโมล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยครูผู้สอน/ผู้ตรวจสามารถศึกษาวิธีการทำแบบฝึกทักษะ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นวิเคราะห์โจทย์ ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นระบุคำตอบ และในแต่ละขั้นตอนมีคะแนนกำกับไว้อย่างชัดเจน

คู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยเนื้อหาย่อยทั้งหมด 6 เรื่อง ได้แก่ มวลอะตอม มวลโมเลกุล โมลกับจำนวนอนุภาค จำนวนโมลกับมวลของสาร ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง โมล ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน เพื่อการพัฒนาผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ คณะผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ตรวจสอบ ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพื่อการแก้ไขแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาให้มีความสมบูรณ์อันส่งผลให้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหานี้มีประสิทธิภาพ และสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ไว้ ณ โอกาสนี้

ดวงสมร ดวงตา

คำชี้แจง

1. คู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่อง โมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยเนื้อหาย่อยทั้งหมด 6 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 มวลอะตอม

เรื่องที่ 2 มวลโมเลกุล

เรื่องที่ 3 โมลกับจำนวนอนุภาค

เรื่องที่ 4 จำนวนโมลกับมวลของสาร

เรื่องที่ 5 ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

เรื่องที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

2. คู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล เป็นคู่มือสำหรับครูใช้เป็นแนวทางในการให้คะแนนเพื่อความยุติธรรมสำหรับนักเรียน

3. ภายในคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล ประกอบด้วย

3.1 คำชี้แจง

3.2 คำแนะนำการใช้คู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ

3.3 วิธีการทำแบบฝึกทักษะ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นวิเคราะห์โจทย์ ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นระบุคำตอบ และในแต่ละขั้นตอนมีคะแนนกำกับไว้อย่างชัดเจน

4. ผู้ที่นำคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณนี้ไปใช้ควรศึกษาคำแนะนำในการใช้คู่มือการใช้แบบฝึกทักษะก่อน

คำแนะนำการใช้คู่มือการใช้
แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณสำหรับครู

เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ และเกิดความยุติธรรมสำหรับนักเรียนในการตรวจแบบฝึกทักษะและการให้คะแนน ครูผู้สอนควรปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนน และคำชี้แจงต่างๆ ให้เข้าใจก่อนดำเนินการตรวจแบบฝึกทักษะและให้คะแนน

2. โจทย์ในแต่ละข้อมีคะแนนแตกต่างกัน และมีการแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อแยกเป็น ขั้นวิเคราะห์โจทย์ ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นระบุคำตอบ ซึ่งมีคะแนนกำกับไว้อย่างชัดเจน

3. เมื่อศึกษาคู่มือการใช้เรียบร้อยแล้ว เพื่อความรวดเร็ว ครูควรตรวจงานให้เสร็จก่อนแล้วมาให้คะแนน

4. ครูผู้สอนบันทึกการส่งงานของนักเรียน และตรวจแบบฝึกทักษะของนักเรียนพร้อมทั้งบันทึกคะแนนของนักเรียนแต่ละคน

เฉลยแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์คำนวณเรื่อง มวลอะตอม

1. ธาตุโซเดียม (Na) มีมวลอะตอมเท่ากับ 22.9898 ธาตุโซเดียม1 อะตอม มีมวลเท่าใด

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลของธาตุโซเดียม 1 อะตอม

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

ธาตุโซเดียมมีมวลอะตอมเท่ากับ 22.9898

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

$\frac{1}{12}$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม

วิธีทำ (1.5 คะแนน)

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ Na} = \frac{\text{มวลของNa 1 อะตอม}}{\frac{1}{12}\text{ มวลของ C-12 , 1 อะตอม}}$$

$$22.9898 = \frac{\text{มวลของNa 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}\text{ g}}$$

$$\text{มวลของ Na 1 อะตอม} = 22.9898 \times 1.66 \times 10^{-24}\text{g}$$

$$= 38.1630X\ 10^{-24}\text{g}$$

ตอบ ธาตุโซเดียม 1 อะตอม มีมวล 38.1630×10^{-24} กรัม**(0.5 คะแนน)**

2. ธาตุแคลเซียม (Ca) มีมวลอะตอมเท่ากับ 40.0784 จงคำนวณหามวลของธาตุแคลเซียม 7 อะตอม

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลของธาตุแคลเซียม 7 อะตอม

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

ธาตุแคลเซียม มีมวลอะตอมเท่ากับ 40.0784

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

$\frac{1}{12}$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม

<u>วิธีทำ</u> **(2.5 คะแนน)**

หามวลของ Ca 1 อะตอม (1.5 คะแนน)

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ Ca} = \frac{\text{มวลของCa 1 อะตอม}}{\frac{1}{12}\text{ มวลของ C-12 , 1 อะตอม}}$$

$$40.0784 = \frac{\text{มวลของCa 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}\text{ g}}$$

$$\text{มวลของ Ca 1 อะตอม} = 40.0784 \times 1.66 \times 10^{-24}\text{ g}$$

หามวลของ Ca 7 อะตอม (1 คะแนน)

$$\text{มวลของ Ca 7 อะตอม} = 7 \times 40.0784 \times 1.66 \times 10^{-24}\text{g}$$

$$= 464.80 \times 10^{-24}\text{g หรือ } 4.6480 \times 10^{-22}\text{g}$$

<u>ตอบ</u> ธาตุแคลเซียม 7 อะตอม มีมวล 464.80×10^{-24} กรัมหรือ 4.6480×10^{-22}กรัม**(0.5 คะแนน)**

3. ธาตุ A มีมวลอะตอมเป็น $\frac{2}{3}$ เท่า ของมวลอะตอมของธาตุแคลเซียม (Ca) ถ้าแคลเซียมมีมวลอะตอม 40.0784 ดังนั้นธาตุ A 1 อะตอม มีมวลเท่าใด

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลของธาตุ A 1 อะตอม

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

ธาตุ A มีมวลอะตอม $\frac{2}{3}$ เท่า ของมวลอะตอม Ca และ

Caมีมวลอะตอม เท่ากับ 40.0784

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

$\frac{1}{12}$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{มวลอะตอมของ A} = \frac{\text{มวลของ A 1 อะตอม}}{\frac{1}{12}\ \text{มวลของ C-12, 1 อะตอม}}$$

$$\frac{2}{3} \times 40.0784 = \frac{\text{มวลของ A 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$\text{มวลของ A 1 อะตอม} = \frac{2}{3} \times 40.0784 \times 1.66 \times 10^{-24}\text{g}$$

$$= 44.3534 \times 10^{-24}\text{g}$$

<u>ตอบ</u> ธาตุ A 1 อะตอม มีมวล 44.3534×10^{-24} กรัม **(0.5 คะแนน)**

4. ธาตุไนโตรเจน (N) 1 อะตอมหนัก $14.0067 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g จงหามวลอะตอมของไนโตรเจน

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

มวลอะตอมของธาตุไนโตรเจน

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

ธาตุไนโตรเจน 1 อะตอมหนัก $14.0067 \times 1.66 \times 10^{-24}$กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ **(1 คะแนน)**

$\frac{1}{12}$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{มวลอะตอมของ N} = \frac{\text{มวลของ N 1 อะตอม}}{\frac{1}{12}\ \text{มวลของ C-12, 1 อะตอม}}$$

$$\text{มวลอะตอมของ N} = \frac{14.0067 \times \cancel{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

$$\text{มวลอะตอมของ N} = 14.0067$$

<u>ตอบ</u> ธาตุไนโตรเจนมีมวลอะตอม เท่ากับ 14.0067 **(0.5 คะแนน)**

5. ธาตุออกซิเจน (O) 1 อะตอม มีมวล 26.5590×10^{-24} g จะมีมวลอะตอมเท่าใด

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลอะตอมของธาตุออกซิเจน

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

มวลอะตอมของธาตุออกซิเจน

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

$\frac{1}{12}$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{มวลอะตอมของ O} = \frac{\text{มวลของ O 1 อะตอม}}{\frac{1}{12}\text{ มวลของ C-12, 1 อะตอม}}$$

$$\text{มวลอะตอมของ O} = \frac{26.5590 \times \cancel{10^{-24}}\ \cancel{g}}{1.66 \times 10^{-24}\ g}$$

$$\text{มวลอะตอมของ O} = 15.9994$$

<u>ตอบ</u> ธาตุออกซิเจน มีมวลอะตอม เท่ากับ 15.9994 **(0.5 คะแนน)**

9. จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ X จากข้อมูลในตาราง

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ
X – 12	12.01	84
X – 13	13.15	16

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ X

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

ธาตุ X-12 มีมวลอะตอม 12.01 และ มีปริมาณร้อยละในธรรมชาติ 84 และ

ธาตุ X-13 มีมวลอะตอม 13.15 และ มีปริมาณร้อยละในธรรมชาติ 16

- สิ่งที่ควรรู้ (0 คะแนน)

เนื่องจากไม่ได้กำหนดสิ่งที่ควรรู้

<u>วิธีทำ</u> (1.5 คะแนน)

มวลอะตอมเฉลี่ยของ X

$$= \frac{(\text{มวลอะตอมx-12 x \% ที่มีในธรรมชาติ}) + (\text{มวลอะตอมx-13 x \% ที่มีในธรรมชาติ})}{100}$$

$$= \frac{(12.01 \times 84) + (13.15 \times 16)}{100}$$

$$= \frac{1008.84 + 210.4}{100}$$

$$= 12.19$$

<u>ตอบ</u> มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ X มีค่าเท่ากับ 12.19 **(0.5 คะแนน)**

10. จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ M ซึ่งมีสองไอโซโทป คือ ไอโซโทปแรกมีร้อยละ 20 มวลอะตอม 54 ไอโซโทปที่สองมีร้อยละ 80 มวลอะตอม 56

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ M

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

ธาตุ M มีสองไอโซโทป คือ ไอโซโทปแรกมีร้อยละ 20 มวลอะตอม 54 ไอโซโทปที่สองมีร้อยละ 80 มวลอะตอม 56

- สิ่งที่ควรรู้ (0 คะแนน)

เนื่องจากไม่ได้กำหนดสิ่งที่ควรรู้

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

มวลอะตอมเฉลี่ยของ M

$$= \frac{(\text{มวลอะตอมแรก x \%ที่มีในธรรมชาติ }) + (\text{มวลอะตอมสอง x \%ที่มีในธรรมชาติ})}{100}$$

$$= \frac{(54 \times 20) + (56 \times 80)}{100}$$

$$= \frac{1080 + 4480}{100}$$

$$= 55.6$$

<u>ตอบ</u> มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ M มีค่าเท่ากับ 55.6 **(0.5 คะแนน)**

11. จงคำนวณหาน้ำหนักของลิเทียม(Li) 3.01×10^{23} อะตอม จากข้อมูลต่อไปนี้

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ
${}^{6}_{3}Li$	6.0200	7.00
${}^{7}_{3}Li$	7.0100	93.00

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

น้ำหนักของ Li 3.01×10^{23} อะตอม

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

- ${}^{6}_{3}Li$ มีมวลอะตอม 6.0200 และ มีปริมาณร้อยละในธรรมชาติ 7.00
- ${}^{7}_{3}Li$ มีมวลอะตอม 7.0100 และ มีปริมาณร้อยละในธรรมชาติ 93.00

- สิ่งที่ควรรู้ **(1 คะแนน)**

ลิเทียม 1 อะตอม มีมวล เท่ากับ มวลอะตอม x 1.66×10^{-24} กรัม

<u>วิธีทำ</u> **(3 คะแนน)**

หามวลอะตอมของ Li **(1.5 คะแนน)**

มวลอะตอมเฉลี่ยของ Li

$$= \frac{(\text{มวลอะตอม } {}^{6}_{3}Li \text{ x \% ที่มีในธรรมชาติ }) + (\text{มวลอะตอม } {}^{7}_{3}Li \text{ x \% ที่มีในธรรมชาติ})}{100}$$

$$= \frac{(6.0200 \text{ x } 7.00) + (7.0100 \text{ x } 93.00)}{100}$$

$$= \frac{42.17 + 651.93}{100}$$

$$= 6.941$$

หามวลของ Li 3.01 x 10^{23}อะตอม (1.5 คะแนน)

Li 1 atom มีมวล = $6.941 \text{ x } 1.66 \text{ x } 10^{-24}$ g

Li $3.01 \text{ x } 10^{23}$ atom มีมวล = $\frac{6.941 \text{ x } 1.66 \text{ x } 10^{-24} \text{ g x } 3.01 \text{ x } 10^{23} \cancel{\text{atom}}}{1 \cancel{\text{atom}}}$

= $34.68 \text{ x } 10^{-1}$ g หรือ 3.468 g

<u>ตอบ</u> ลิเทียม(Li) $3.01 \text{ x } 10^{23}$อะตอมหนักเท่ากับ $34.68 \text{ x } 10^{-1}$กรัมหรือ 3.468 กรัม **(0.5 คะแนน)**

เฉลยแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมี เรื่องมวลโมเลกุล

ตอนที่ 1 การคำนวณหามวลโมเลกุลโดยการเปรียบเทียบ

1. สาร A หนัก 237.38 x 10^{-24}กรัม/โมเลกุล ดังนั้นสาร A จะมีมวลโมเลกุลเท่าใด

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลโมเลกุลของสาร A

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

สาร A หนัก 237.38 x 10^{-24}กรัม/โมเลกุล

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

$\frac{1}{12}$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เท่ากับ 1.66 x 10^{-24} กรัม

วิธีทำ (1.5 คะแนน)

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร A} = \frac{\text{มวลของสาร A 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12}\text{ มวลของ C-12, 1 อะตอม}}$$

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร A} = \frac{237.38 \times 10^{-24}\ g}{1.66 \times 10^{-24}\ g}$$

$$= 143$$

ตอบ สาร A มีมวลโมเลกุล เท่ากับ 143 **(0.5 คะแนน)**

2. สาร X 15 โมเลกุล มีมวลเท่ากับ 2.988 x 10^{-21}กรัม/โมเลกุล ดังนั้นมวลโมเลกุลของสาร X มีค่าเท่าใด

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลโมเลกุลของสาร X

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

สาร X 15 โมเลกุล มีมวลเท่ากับ 2.988 x 10^{-21}กรัม/โมเลกุล

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

$\frac{1}{12}$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม

<u>วิธีทำ</u> (3 คะแนน)

หามวลของสาร X 1 โมเลกุล (1.5 คะแนน)

สาร X 15 โมเลกุล มีมวล = 2.988×10^{-21} g/molecule

สาร X 1 โมเลกุล มีมวล = $\frac{2.988 \times 10^{-21} \text{g/}\cancel{\text{molecule}}}{15\ \cancel{\text{molecule}}}$

= 0.1992×10^{-21} g

หามวลโมเลกุลของสาร X (1.5 คะแนน)

มวลโมเลกุลของสาร X = $\frac{\text{มวลของสาร X 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12}\ \text{มวลของ C-12, 1 อะตอม}}$

มวลโมเลกุลของสาร X = $\frac{0.1992 \times 10^{-21}\ \cancel{\text{g}}}{1.66 \times 10^{-24}\ \cancel{\text{g}}}$

= 0.12×10^{3} หรือ 120

<u>ตอบ</u> สาร X มีมวลโมเลกุล เท่ากับ 120 **(0.5 คะแนน)**

3. กำมะถัน (S) 1 โมเลกุล ประกอบด้วยกำมะถันกี่อะตอม ถ้ากำมะถันมีมวลโมเลกุล 256.5231 และมวลอะตอมเท่ากับ 32.0655

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนอะตอมของกำมะถัน 1 โมเลกุล

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

กำมะถันมีมวลโมเลกุล 256.5231 และ มวลอะตอมเท่ากับ 32.0655

- สิ่งที่ควรรู้ (0 คะแนน)

-

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

มวลโมเลกุลของ S = a x มวลอะตอมของ S

256.5231 = a x 32.0655

a = 7.99997 ~ 8

<u>ตอบ</u> กำมะถัน 1 โมเลกุล ประกอบด้วยกำมะถัน 8 อะตอม **(0.5 คะแนน)**

4. คลอไรด์ของสาร A 1 โมเลกุล หนัก 40×10^{-22} กรัม จงหามวลโมเลกุลของ A

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

มวลโมเลกุลของ A

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

คลอไรด์ของสาร A 1 โมเลกุล หนัก 40×10^{-22} กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ **(1 คะแนน)**

$\frac{1}{12}$ เท่ามวลของ C-12 1 อะตอม หนัก 1.66×10^{-24} กรัม

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร A} = \frac{\text{มวลของสาร A 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12}\text{ มวลของ C-12, 1 อะตอม}}$$

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร A} = \frac{40 \times 10^{-22}\text{ g}}{1.66 \times 10^{-24}\text{ g}}$$

$$= 24.0963 \times 10^{2} \text{ หรือ } 2409.63$$

<u>ตอบ</u> สาร A มีมวลโมเลกุล เท่ากับ 24.0963×10^{2} หรือ 2409.63 **(0.5 คะแนน)**

5. สารประกอบชนิดหนึ่ง 1 โมเลกุลมีมวลเท่ากับ $92 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g จงคำนวณหา มวลโมเลกุลของสารประกอบนี้

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลโมเลกุลของสารประกอบ

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

สารประกอบชนิดหนึ่ง 1 โมเลกุลมีมวลเท่ากับ $92 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

$\frac{1}{12}$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{มวลโมเลกุลของสารประกอบ} = \frac{\text{มวลของสารประกอบ 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของ C-12, 1 อะตอม}}$$

$$\text{มวลโมเลกุลของสารประกอบ} = \frac{92 \times \cancel{1.66 \times 10^{-24}\ g}}{\cancel{1.66 \times 10^{-24}\ g}}$$

$$= 92$$

<u>ตอบ</u> สารประกอบมีมวลโมเลกุล เท่ากับ 92 **(0.5 คะแนน)**

ตอนที่ 2 การคำนวณหามวลโมเลกุลจากมวลอะตอมโดยใช้สูตรโมเลกุล

1. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลโมเลกุลของโซเดียมคลอไรด์

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

สูตรโมเลกุลของโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งประกอบด้วย Na 1 อะตอม และ Cl 1 อะตอม

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

- มวลอะตอมของ Na เท่ากับ 22.9897
- มวลอะตอมของ Cl เท่ากับ 35.4532

<u>วิธีทำ</u> **(2 คะแนน)**

มวลโมเลกุลของ NaCl = (1 x มวลอะตอมของ Na) + (1 x มวลอะตอมของ Cl)

= (1 x 22.9897) + (1 x 35.4532)

= 22.9897 + 35.4532

= 58.4429

<u>ตอบ</u> มวลโมเลกุลของ โซเดียมคลอไรด์เท่ากับ 58.4429 **(0.5 คะแนน)**

2. โซเดียมไนเตรต ($NaNO_3$)

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

มวลโมเลกุลของโซเดียมไนเตรต

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

สูตรโมเลกุลของโซเดียมไนเตรต ซึ่งประกอบด้วย Na 1 อะตอม N 1 อะตอม และ O 3 อะตอม

- สิ่งที่ควรรู้ **(1.5 คะแนน)**

- มวลอะตอมของ Na เท่ากับ 22.9897
- มวลอะตอมของ N เท่ากับ 14.0067
- มวลอะตอมของ O เท่ากับ 15.9994

<u>วิธีทำ</u> **(2 คะแนน)**

มวลโมเลกุลของ $NaNO_3$ = (1 x มวลอะตอมของ Na) + (1 x มวลอะตอมของ N)
+ (3 x มวลอะตอมของ O)

= (1 x 22.9897) + (1 x 14.0067) + (3 x 15.9994)

= 22.9897 + 14.0067 + 47.9982

= 84.9946

<u>ตอบ</u> มวลโมเลกุลของ โซเดียมไนเตรตเท่ากับ 84.9946 **(0.5 คะแนน)**

3. โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลโมเลกุลของโซเดียมซัลเฟต

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

สูตรโมเลกุลของโซเดียมซัลเฟต ซึ่งประกอบด้วย Na 2 อะตอม S 1 อะตอม และ O 4 อะตอม

- สิ่งที่ควรรู้ (1.5 คะแนน)

- มวลอะตอมของ Na เท่ากับ 22.9897
- มวลอะตอมของ S เท่ากับ 32.0655
- มวลอะตอมของ O เท่ากับ 15.9994

<u>วิธีทำ</u> (2 คะแนน)

มวลโมเลกุลของ Na_2SO_4 = (2 x มวลอะตอมของ Na) + (1 x มวลอะตอมของ S) + (4 x มวลอะตอมของ O)

= (2 x 22.9897) + (1 x 32.0655) + (4 x 15.9994)

= 45.9794 + 32.0655 + 63.9976

= 142.0425

<u>ตอบ</u> มวลโมเลกุลของ โซเดียมซัลเฟตเท่ากับ 142.0425 **(0.5 คะแนน)**

4. โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI)

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลโมเลกุลของโพแทสเซียมไอโอไดด์

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

สูตรโมเลกุลของโพแทสเซียมไอโอไดด์ ซึ่งประกอบด้วย K 1 อะตอม และ I 1 อะตอม

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

- มวลอะตอมของ K เท่ากับ 39.0983
- มวลอะตอมของ I เท่ากับ 126.9045

<u>วิธีทำ</u> **(2 คะแนน)**

มวลโมเลกุลของ KI = (1 x มวลอะตอมของ K) + (1 x มวลอะตอมของ I)

= (1 x 39.0983) + (1 x 126.9045)

= 39.0983 + 126.9045

= 166.0028

<u>ตอบ</u> มวลโมเลกุลของ โพแทสเซียมไอโอไดด์เท่ากับ 166.0028 **(0.5 คะแนน)**

เฉลยแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมี เรื่อง โมลกับจำนวนอนุภาค

1(ก) จงคำนวณหาจำนวนโมลของฮีเลียม (He) 1.024×10^{22} อะตอม

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนโมลของฮีเลียม

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

ฮีเลียม 1.024×10^{22} อะตอม

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

ฮีเลียม 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม

วิธีทำ (1.5 คะแนน)

$$\text{จำนวนโมลของ He} = 1.024 \times 10^{22}\,\cancel{\text{atom He}} \times \frac{1\ \text{mol He}}{6.02 \times 10^{23}\,\cancel{\text{atom He}}}$$

$$= 0.0170\ \text{mol He}$$

ตอบ ฮีเลียม 1.024×10^{22} อะตอม คิดเป็น 0.0170 โมล **(0.5 คะแนน)**

1(ข) จงคำนวณหาจำนวนโมลของแก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 3.01×10^{25} โมเลกุล

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนโมลของแก๊สแอมโมเนีย

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

แก๊สแอมโมเนีย 3.01×10^{25} โมเลกุล

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

แก๊สแอมโมเนีย 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล

วิธีทำ (1.5 คะแนน)

$$\text{จำนวนโมลของ } NH_3 = 3.01 \times 10^{25}\,\cancel{\text{molecule } NH_3} \times \frac{1\ \text{mol } NH_3}{6.02 \times 10^{23}\,\cancel{\text{molecule } NH_3}}$$

$$= 50.0\ \text{mol } NH_3$$

ตอบ แก๊สแอมโมเนีย 3.01×10^{25} โมเลกุล คิดเป็น 50.0 โมล **(0.5 คะแนน)**

1(จ) จงคำนวณหาจำนวนโมลของโพแทสเซียมไอออน (K^+) 100 ไอออน

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

จำนวนโมลของโพแทสเซียมไอออน

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

โพแทสเซียมไอออน 100 ไอออน

- สิ่งที่ควรรู้ **(1 คะแนน)**

โพแทสเซียมไอออน 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} ไอออน

วิธีทำ **(1.5 คะแนน)**

$$\text{จำนวนโมลของ } K^+ = 100 \cancel{\text{ ion } K^+} \times \left(\frac{1 \text{ mol } K^+}{6.02 \times 10^{23} \cancel{\text{ion } K^+}} \right)$$

$$= 1.661 \times 10^{-22} \text{mol } K^+$$

ตอบ โพแทสเซียมไอออน 100 ไอออน คิดเป็น 1.661×10^{-22} โมล **(0.5 คะแนน)**

2(ก) จงคำนวณหาจำนวนอนุภาคของอาร์กอน (Ar) 3.00 โมล

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

จำนวนอนุภาคของอาร์กอน

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

อาร์กอน 3.00 โมล

- สิ่งที่ควรรู้ **(1 คะแนน)**

อาร์กอน 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม

วิธีทำ **(1.5 คะแนน)**

$$\text{จำนวนอนุภาคของ Ar} = 3.00 \cancel{\text{ molAr}} \times \left(\frac{6.02 \times 10^{23} \text{atom Ar}}{1 \text{ molAr}} \right)$$

$$= 1.81 \times 10^{24} \text{ atomAr}$$

ตอบ อาร์กอน 3.00 โมล คิดเป็น 1.81×10^{24} อะตอม **(0.5 คะแนน)**

2(ค) จงคำนวณหาจำนวนอนุภาคของโซเดียมไอออน (Na^+) 0.001 โมล

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนอนุภาคของโซเดียมไอออน

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

โซเดียมไอออน 0.001 โมล

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

โซเดียม 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} ไอออน

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{จำนวนอนุภาคของ } Na^+ = 0.001 \text{ mol } Na^+ \times \left(\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ion } Na^+}{1 \text{ mol } Na^+} \right)$$

$$= 6 \times 10^{20} \text{ ion } Na^+$$

<u>ตอบ</u> โซเดียมไอออน 0.001 โมล คิดเป็น 6×10^{20} ไอออน **(0.5 คะแนน)**

2(จ) จงคำนวณหาจำนวนอนุภาคของไนเตรตไอออน (NO_3^-) 1.00×10^{-5} โมล

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนอนุภาคของไนเตรตไอออน

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

ไนเตรตไอออน 1.00×10^{-5} โมล

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

ไนเตรต 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} ไอออน

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{จำนวนอนุภาคของ } NO_3^- = 1.00 \times 10^{-5} \text{ mol } NO_3^- \times \left(\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ion } NO_3^-}{1 \text{ mol } NO_3^-} \right)$$

$$= 6.02 \times 10^{18} \text{ ion } NO_3^-$$

<u>ตอบ</u> ไนเตรตไอออน 1.00×10^{-5} โมล คิดเป็น 6.02×10^{18} ไอออน **(0.5 คะแนน)**

เฉลยแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมี เรื่องจำนวนโมลกับมวลของสาร

1. คาร์บอน (C) 9 กรัม คิดเป็นกี่โมล

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนโมลของคาร์บอน

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

คาร์บอนจำนวน 9 กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

คาร์บอน 1 โมล มีมวลอะตอมเท่ากับ 12.0108 กรัม

วิธีทำ (1.5 คะแนน)

$$\text{จำนวนโมลของ C} = 9\ \text{g C} \times \left(\frac{1\ \text{mol C}}{12.0108\ \text{g C}}\right)$$

$$= 0.7493\ \text{mol C}$$

ตอบ คาร์บอน 9 กรัม คิดเป็น 0.7493 โมล **(0.5 คะแนน)**

2. จงหามวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 0.5 โมล

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนมวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 0.5 โมล

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 44.0096 กรัม

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{จำนวนมวลของ } CO_2 = 0.5 \text{ mol } CO_2 \times \left(\frac{44.0096 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} \right)$$

$$= 22.0048 \text{ g } CO_2$$

<u>ตอบ</u> แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 โมล คิดเป็น 22.0048 กรัม **(0.5 คะแนน)**

3. โซเดียมไอออน (Na^+) 0.4 โมล มีมวลกี่กรัม

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

จำนวนมวลของโซเดียมไอออน

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

โซเดียมไอออนจำนวน 0.4 โมล

- สิ่งที่ควรรู้ **(1 คะแนน)**

โซเดียมไอออน 1 โมล มีมวลไอออนเท่ากับ 22.9897 กรัม

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{จำนวนมวลของ } Na^+ = 0.4 \text{ mol } Na^+ \times \left(\frac{22.9897 \text{ g } Na^+}{1 \text{ mol } Na^+} \right)$$

$$= 9.1958 \text{ g } Na^+$$

<u>ตอบ</u> โซเดียมไอออน 0.4 โมล คิดเป็น 9.1958 กรัม **(0.5 คะแนน)**

4. น้ำตาลกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) 90 กรัม คิดเป็นกี่โมล

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

จำนวนโมลของน้ำตาลกลูโคส

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

น้ำตาลกลูโคสจำนวน 90 กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ **(1 คะแนน)**

น้ำตาลกลูโคส 1 โมล มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 180.156 กรัม

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{จำนวนมวลของ } C_6H_{12}O_6 = 90\ \cancel{g\ C_6H_{12}O_6} \times \left(\frac{1\ \text{mol}C_6H_{12}O_6}{180.156\ \cancel{g\ C_6H_{12}O_6}} \right)$$

$$= 0.4995\ \text{mol}C_6H_{12}O_6$$

<u>ตอบ</u> น้ำตาลกลูโคส 90 กรัม คิดเป็น 0.4995 โมล **(0.5 คะแนน)**

5. จงหาจำนวนโมลของอะลูมิเนียม (Al) 2.70 กรัม

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

จำนวนโมลของอะลูมิเนียม

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

อะลูมิเนียมจำนวน 2.70 กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ **(1 คะแนน)**

อะลูมิเนียม 1 โมล มีมวลอะตอมเท่ากับ 26.9815 กรัม

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{จำนวนโมลของ Al} = 2.70\ \cancel{g\ Al} \times \left(\frac{1\ \text{mol Al}}{26.9815\ \cancel{g\ Al}} \right)$$

$$= 0.1\ \text{mol Al}$$

<u>ตอบ</u> อะลูมิเนียม 2.70 กรัม คิดเป็น 0.1 โมล **(0.5 คะแนน)**

6. เลด(II)ไนเตรต($Pb(NO_3)_2$) 82.75 กรัม คิดเป็นกี่โมล

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

จำนวนโมลของเลด(II)ไนเตรต

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

เลด(II)ไนเตรต จำนวน 82.75 กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ **(1 คะแนน)**

เลด(II)ไนเตรต 1 โมล มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 331.2198 กรัม

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{จำนวนโมลของ } Pb(NO_3)_2 = 82.75\ \cancel{g\ Pb(NO_3)_2} \times \left(\frac{1\ mol Pb(NO_3)_2}{331.2198\ \cancel{g\ Pb(NO_3)_2}}\right)$$

$$= 0.2498\ mol Pb(NO_3)_2$$

<u>ตอบ</u> เลด(II)ไนเตรต82.75 กรัม คิดเป็น 0.2498 โมล **(0.5 คะแนน)**

เฉลยแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมี เรื่องปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

1. แก๊สออกซิเจน (O_2) 0.2 โมล จะมีปริมาตรเท่าใดที่สภาวะ STP

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

ปริมาตรของแก๊สออกซิเจนที่สภาวะ STP

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

แก๊สออกซิเจน จำนวน 0.2 โมล

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

แก๊สออกซิเจน 1 โมล มีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่ STP

วิธีทำ (1.5 คะแนน)

ปริมาตรของ O_2ที่ STP $= 0.2\ \cancel{mol O_2} \times \left(\frac{2.44\ dm^3 O_2 \text{ที่ STP}}{1\ \cancel{mol O_2}} \right)$

$= 4.48\ dm^3 O_2$ที่ STP

ตอบ แก๊สออกซิเจน 0.2 โมล มีปริมาตร 4.48 dm^3ที่ STP **(0.5 คะแนน)**

2. จงหาจำนวนโมลของแก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 2.44 dm^3 ที่ STP

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนโมลของแก๊สแอมโมเนีย

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

แก๊สแอมโมเนีย มีปริมาตร 2.44 dm^3ที่ STP

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

แก๊สแอมโมเนีย 1 โมล มีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่ STP

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

จำนวนโมลของ NH_3 $= 2.44\ \cancel{dm^3\ NH_3}\ \text{ที่ STP} \times \left(\frac{1\ \text{mol}NH_3}{22.4\ dm^3\ NH_3\ \text{ที่ STP}}\right)$

$= 0.1\ \text{mol}\ NH_3$

<u>ตอบ</u> แก๊สแอมโมเนีย 2.44 dm^3ที่ STP คิดเป็น 0.1 โมล **(0.5 คะแนน)**

3. แก๊สมีเทน (CH_4) มีปริมาตร 3.36 dm^3 ที่สภาวะ STP แก๊สมีเทนนี้มีจำนวนโมลเท่าใด

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

จำวนโมลของแก๊สมีเทน

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

แก๊สมีเทน มีปริมาตร 3.36 dm^3 ที่สภาวะ STP

- สิ่งที่ควรรู้ **(1 คะแนน)**

แก๊สมีเทน 1 โมล มีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่ STP

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

จำนวนโมลของ CH_4 $= 3.36\ \cancel{dm^3\ CH_4}\ \text{ที่STP} \times \left(\frac{1\ \text{mol}\ CH_4}{2.44\ \cancel{dm^3\ CH_4}\ \text{ที่ STP}}\right)$

$= 0.15\ \text{mol}CH_4$

<u>ตอบ</u> แก๊สมีเทน ปริมาตร 3.36 dm^3ที่สภาวะ STP คิดเป็น 0.15 โมล **(0.5 คะแนน)**

4. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีปริมาตร 5.6 dm^3 ที่สภาวะ STP แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์นี้มีจำนวนโมลเท่าใด

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

จำนวนโมลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาตร 5.6 dm^3 ที่สภาวะ STP

- สิ่งที่ควรรู้ **(1 คะแนน)**

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล มีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่ STP

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{จำนวนโมลของ } CO_2 = 5.6 \cancel{dm^3\ CO_2\ \text{ที่ STP}} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{2.44 \cancel{dm^3\ CO_2\ \text{ที่ STP}}}$$

$$= 0.25 \text{ mol} CO_2$$

<u>ตอบ</u> แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาตร 5.6 dm^3ที่สภาวะ STP คิดเป็น 0.25 โมล

(0.5 คะแนน)

5. แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) 11.2 dm^3 ที่ STP คิดเป็นกี่โมล

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

จำนวนโมลของแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ ปริมาตร 11.2 dm^3 ที่ STP

- สิ่งที่ควรรู้ **(1 คะแนน)**

แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ 1 โมล มีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่ STP

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{จำนวนโมลของ HCl} = 11.2 \cancel{dm^3\ HCl\ \text{ที่ STP}} \times \frac{1 \text{ mol} HCl}{22.4 \cancel{dm^3\ HCl\ \text{ที่ STP}}}$$

$$= 0.5 \text{ mol HCl}$$

<u>ตอบ</u> แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ ปริมาตร 11.2 dm^3ที่ STP คิดเป็น 0.5 โมล **(0.5 คะแนน)**

เฉลยแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมี

เรื่อง ความสัมพันธ์ระว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

1. กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) 4.9 กรัม มีจำนวนอนุภาคเท่าใด

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนอนุภาคของกรดซัลฟิวริก

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

กรดซัลฟิวริก จำนวน 4.9 กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ (2 คะแนน)

กรดซัลฟิวริก 1 โมล - มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล

- มีมวลโมกุล เท่ากับ 98.0788 กรัม

<u>วิธีทำ</u> (2 คะแนน)

จำนวนอนุภาคของ H_2SO_4 $= 4.9\ \cancel{g\ H_2SO_4} \times \left(\frac{1\ mol H_2SO_4}{98.0789\ \cancel{g\ H_2SO_4}} \right)$

$$\times \left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ molecule\ H_2SO_4}{1\ \cancel{mol\ H_2SO_4}} \right)$$

$= 0.3007 \times 10^{23}$ molecule H_2SO_4 หรือ 3.007×10^{22} molecule H_2SO_4

<u>ตอบ</u> กรดซัลฟิวริก 4.9 กรัม มีจำนวน 0.3007×10^{23} โมเลกุลหรือ 3.007×10^{22} โมเลกุล

(0.5 คะแนน)

2. แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 11.2 dm^3 ที่ STP มีจำนวนอนุภาคเท่าใด

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนอนุภาคของแก๊สแอมโมเนีย

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

แก๊สแอมโมเนีย ปริมาตร 11.2 dm^3ที่ STP

- สิ่งที่ควรรู้ (2 คะแนน)

แก๊สแอมโมเนีย 1 โมล - มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล

- มีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่ STP

<u>วิธีทำ</u> (2 คะแนน)

$$\text{จำนวนอนุภาค } NH_3 = 11.2\ dm^3\ NH_3 \text{ ที่ STP} \times \left(\frac{1\ mol\ NH_3}{22.4\ dm^3\ NH_3 \text{ ที่ STP}}\right)$$

$$\times \left(\frac{6.02 \times 10^{23} \text{molecule } NH_3}{1\ \cancel{mol\ NH_3}}\right)$$

$$= 3.01 \times 10^{23}\ \text{molecule } NH_3$$

<u>ตอบ</u> แก๊สแอมโมเนีย 11.2 dm^3 ที่ STP มีจำนวน 3.01×10^{23} โมเลกุล **(0.5 คะแนน)**

3. จงหามวลเป็นกรัมของกรดฟอร์มิก (HCOOH) 3.01×10^{24} โมเลกุล

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลเป็นกรัมของกรดฟอร์มิก

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

กรดฟอร์มิก จำนวน 3.01×10^{24} โมเลกุล

- สิ่งที่ควรรู้ (2 คะแนน)

กรดฟอร์มิก 1 โมล - มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล

- มีมวลโมกุล เท่ากับ 46.0254 กรัม

<u>วิธีทำ</u> (2 คะแนน)

$$\text{มวลของ HCOOH} = 3.01 \times 10^{24}\ \cancel{\text{molecule HCOOH}} \times \left(\frac{\cancel{1\ mol\ HCOOH}}{6.02 \times 10^{23}\ \cancel{\text{molecule HCOOH}}}\right)$$

$$\times \left(\frac{46.0254\ g\ HCOOH}{1\ mol\ HCOOH}\right)$$

$$= 230.127\ g\ HCOOH$$

<u>ตอบ</u> กรดฟอร์มิก3.01×10^{24} โมเลกุล คิดเป็น 230.127 กรัม **(0.5 คะแนน)**

4. จงหามวลเป็นกรัมของแก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 4.48 dm^3 ที่ STP

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลเป็นกรัมของแก๊สแอมโมเนีย

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

แก๊สแอมโมเนีย ปริมาตร 4.48 dm^3 ที่ STP

- สิ่งที่ควรรู้ (2 คะแนน)

แก๊สแอมโมเนีย 1 โมล - มีจำนวนมวลโมเลกุลเท่ากับ 17.0304 กรัม

- มีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่ STP

วิธีทำ (2 คะแนน)

$$\text{มวลของ } NH_3 = 4.48 \ \cancel{dm^3 \ NH_3 \ \text{ที่ STP}} \times \left(\frac{1 \ \cancel{mol \ NH_3}}{22.4 \ \cancel{dm^3 \ NH_3 \ \text{ที่ STP}}} \right) \times \left(\frac{17.0304 \ g \ NH_3}{1 \ \cancel{mol \ NH_3}} \right)$$

$$= 3.4060 \ g \ NH_3$$

ตอบ แก๊สแอมโมเนีย 4.48 dm^3 ที่ STPคิดเป็น 3.4060 กรัม **(0.5 คะแนน)**

5. แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) 3.6 กรัม จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

ปริมาตรของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ที่สภาวะ STP

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ จำนวน 3.6 กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ (2 คะแนน)

แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ 1 โมล

- มีจำนวนมวลโมเลกุลเท่ากับ 46.0055 กรัม
- มีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่ STP

<u>วิธีทำ</u> **(2 คะแนน)**

$$\text{ปริมาตร } NO_2 \text{ที่ STP} = 3.6 \text{ g } \cancel{NO_2} \times \left(\frac{1 \text{ mol } \cancel{NO_2}}{46.0055 \text{ g } \cancel{NO_2}} \right) \times \left(\frac{22.4 \text{ dm}^3 \text{ } NO_2 \text{ที่ STP}}{1 \text{ mol } \cancel{NO_2}} \right)$$

$$= 1.7528 \text{ dm}^3 NO_2 \text{ที่ STP}$$

<u>ตอบ</u> แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ 3.6 กรัม มีปริมาตร 1.7528 dm^3 ที่ STP **(0.5 คะแนน)**

6. จงหาปริมาตรแก๊สที่ STP ของแก๊สโพรเพน (C_3H_8) 1.5×10^{23} โมเลกุล

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

ปริมาตรของแก๊สโพรเพนที่สภาวะ STP

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

แก๊สโพรเพน จำนวน 1.5×10^{23} โมเลกุล

- สิ่งที่ควรรู้ **(2 คะแนน)**

แก๊สโพรเพน 1 โมล - มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล

- มีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่ STP

<u>วิธีทำ</u> **(2 คะแนน)**

$$\text{ปริมาตร } C_3H_8 \text{ ที่ STP} = 1.5 \times 10^{23} \cancel{\text{molecule } C_3H_8} \times \left(\frac{1 \text{ mol } \cancel{C_3H_8}}{6.02 \times 10^{23} \cancel{\text{molecule } C_3H_8}} \right) \times \left(\frac{22.4 \text{ dm}^3 \text{ } C_3H_8 \text{ที่ STP}}{1 \text{ mol } \cancel{C_3H_8}} \right)$$

$$= 5.5813 \text{ dm}^3 \text{ } C_3H_8 \text{ที่ STP}$$

<u>ตอบ</u> แก๊สโพรเพน1.5×10^{23} โมเลกุล คิดเป็น 5.5813 dm^3 ที่ STP **(0.5 คะแนน)**

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมี เรื่องโมล

คู่มือการใช้แบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมี เรื่องโมล

แบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมี เรื่องโมล
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นเนื้อหาในวิชาเคมี เรื่อง โมล โดยมีจุดประสงค์ ดังนี้
   1.1 คำนวณหามวลอะตอมของธาตุและมวลของธาตุ 1 อะตอมได้
   1.2 คำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ เมื่อทราบมวลอะตอมและปริมาณของแต่ละไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติได้
   1.3 คำนวณหามวลโมเลกุลของสารและมวลของสาร 1 โมเลกุลได้
   1.4 คำนวณหามวลโมเลกุลจากมวลอะตอมโดยใช้สูตรโมเลกุลได้
   1.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโมลกับจำนวนอนุภาค โมลกับมวลของสาร และโมลกับ ปริมาตของแก๊สที่ STP
   1.6 คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร มวล ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง
2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 3 ชั่วโมง
3. ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้ชัดเจน และแสดงวิธีหาคำตอบลงบนที่เว้นว่างไว้ โดยให้ระบุขั้นตอนการวิเคราะห์โจทย์ ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นระบุคำตอบ
4. ก่อนลงมือทำข้อสอบให้เขียน ชื่อ – สกุล ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย
5. หากมีข้อสงสัยให้สอบถามครูผู้คุมสอบ

ชื่อ.....นามสกุล.....
เลขที่.....ชั้น.....

คะแนน
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
รวมคะแนน

แบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมี เรื่องโมล
ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง ของชุดวิชาการศึกษาค้นคว้าอิสระ
สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมีเรื่องโมล

1. ธาตุ X 5 อะตอม มีมวล 160 x 1.66 x 10^{-24} กรัม มวลอะตอมของ X มีค่าเท่าใด

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

2. ธาตุโบรอนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติประกอบด้วยไอโซโทป 2 ชนิด โดยไอโซโทปแรกมีมวลไอโซโทปเท่ากับ 11.01 ในปริมาณ 80% และไอโซโทปที่สองมีปริมาณ 20% หากมวลอะตอมของธาตุโบรอนเท่ากับ 10.81 มวลไอโซโทปของไอโซโทปที่สองจะเท่ากับเท่าใด

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

3. สารประกอบชนิดหนึ่ง 1 โมเลกุลมีมวลเท่ากับ $92 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g จงคำนวณหามวลโมเลกุลของสารประกอบนี้

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

4. ฟอสฟอรัส 1 โมเลกุลประกอบด้วยกี่อะตอม ถ้าฟอสฟอรัสมีมวลโมเลกุล 124 และมวลอะตอมเท่ากับ 31

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

5. จงหามวลโมเลกุลของสารต่อไปนี้

5.1 แอสไพริน ($C_9H_8O_4$)

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

5.2 แคลเซียมฟอสเฟต ($Ca_3(PO_4)_2$)

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

5.3 โซเดียมเตตระบอเรตเดคะไฮเดรต ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

6. จงหาจำนวนโมลของสารต่อไปนี้

6.1 แก๊สไนโตรเจน (N_2) 100 โมเลกุล

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

6.2 เหล็ก (Fe) 2.00×10^5 อะตอม

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

6.3 วิตามินซี ($C_6H_8O_6$) 17.60 กรัม

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

7. จงหาจำนวนโมลและปริมาตรที่ STP ของแก๊สแอมโมเนีย (NH_3) จำนวน 34.0 กรัม

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

8. แก๊สไฮโดรเจน 5 กรัม จะมีกี่โมล กี่โมเลกุล และมีปริมาตรที่ STP เป็นเท่าใด

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

9. แก๊สชนิดหนึ่งมีมวล 0.75 กรัม มีปริมาตร 200 cm^3 ที่ STP อยากทราบว่า จะมีมวลโมเลกุลเท่าใด

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

10. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จำนวน 4.48 dm^3 ที่ STP จะมีกี่โมลและกี่โมเลกุล

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

11. จงหาจำนวนโมล จำนวนโมเลกุล และปริมาตรของแก๊สคลอรีน 213 g

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

12. จงหาปริมาตรที่ STP ของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซึ่งมีปริมาณดังนี้

12.1 3 โมล

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

12.2 8.5 กรัม

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

12.3 7.6×10^{24} โมเลกุล

ขั้นวิเคราะห์โจทย์

-สิ่งที่โจทย์ถาม

-สิ่งที่โจทย์กำหนด

-สิ่งที่ควรรู้

ขั้นแสดงวิธีทำ

ขั้นระบุคำตอบ

คำนำ

คู่มือการใช้แบบทดสอบหลังเรียนฉบับนี้จัดทำขึ้น สำหรับครูผู้สอนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจและให้คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยครูผู้สอน/ผู้ตรวจสามารถศึกษาวิธีการทำแบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นวิเคราะห์โจทย์ ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นระบุคำตอบ และในแต่ละขั้นตอนมีคะแนนกำกับไว้อย่างชัดเจน

คู่มือการใช้แบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครอบคลุมเนื้อหา ดังนี้ มวลอะตอม มวลโมเลกุล โมลกับจำนวนอนุภาค จำนวนโมลกับมวลของสาร ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือการใช้แบบทดสอบหลังเรียนการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องโมล ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน เพื่อการพัฒนาผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ คณะผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ตรวจสอบ ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพื่อการแก้ไขแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาให้มีความสมบูรณ์อันส่งผลให้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหานี้มีประสิทธิภาพ และสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ไว้ ณ โอกาสนี้

ดวงสมร ดวงตา

คำชี้แจง

1. คู่มือการใช้แบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครอบคลุมเนื้อหา ดังนี้ มวลอะตอม มวลโมเลกุล โมลกับจำนวนอนุภาค จำนวนโมลกับมวลของสาร ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

2. คู่มือการใช้แบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล เป็นคู่มือสำหรับครูใช้เป็นแนวทางในการให้คะแนนเพื่อความยุติธรรมสำหรับนักเรียน

3. ภายในคู่มือการใช้แบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล ประกอบด้วย

   3.1 คำชี้แจง

   3.2 คำแนะนำการใช้คู่มือการใช้แบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ

   3.3 วิธีการทำแบบฝึกทักษะ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นวิเคราะห์โจทย์ ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นระบุคำตอบ และในแต่ละขั้นตอนมีคะแนนกำกับไว้อย่างชัดเจน

4. ผู้ที่นำคู่มือการใช้แบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณนี้ไปใช้ควรศึกษาคำแนะนำในการใช้คู่มือการใช้แบบทดสอบหลังเรียนก่อน

คำแนะนำการใช้คู่มือการใช้
แบบทดสอบหลังเรียนการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณสำหรับครู

เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณ เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ และเกิดความยุติธรรมสำหรับนักเรียนในการตรวจแบบทดสอบหลังเรียนและการให้คะแนน ครูผู้สอนควรปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนน และคำชี้แจงต่างๆ ให้เข้าใจก่อนดำเนินการตรวจแบบฝึกทักษะและให้คะแนน
2. โจทย์ในแต่ละข้อมีคะแนนแตกต่างกัน และมีการแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อแยกเป็น ขั้นวิเคราะห์โจทย์ ขั้นแสดงวิธีทำ และขั้นระบุคำตอบ ซึ่งมีคะแนนกำกับไว้อย่างชัดเจน
3. เมื่อศึกษาคู่มือการใช้เรียบร้อยแล้ว เพื่อความรวดเร็ว ครูควรตรวจงานให้เสร็จก่อนแล้วมาให้คะแนน
4. ครูผู้สอนบันทึกคะแนนของนักเรียนแต่ละคนให้เรียบร้อย

1. ธาตุ X 5 อะตอม มีมวล $160 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม มวลอะตอมของ X มีค่าเท่าใด

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลอะตอมของ X

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

ธาตุ X 5 อะตอม มีมวล $160 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

$\frac{1}{12}$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม

<u>วิธีทำ</u> (3 คะแนน)

หามวลของธาตุ X 1 อะตอม (1.5 คะแนน)

ธาตุ X 5 atom มีมวล $160 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g

ธาตุ X 1 atom มีมวล $\frac{160 \times 1.66 \times 10^{-24} g \times 1 \ \cancel{atom}}{5 \text{ atom}}$

$= 32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g

หามวลอะตอมของธาตุ X (1.5 คะแนน)

$$\text{มวลอะตอมของ X} = \frac{\text{มวลของX 1 อะตอม}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของ C-12 , 1 อะตอม}}$$

$$\text{อะตอมของ X} = \frac{32 \times \cancel{1.66 \times 10^{-24} g}}{\cancel{1.66 \times 10^{-24}} g}$$

$= 32$

<u>ตอบ</u> มวลอะตอมของ X มีค่าเท่ากับ 32 **(0.5 คะแนน)**

2. ธาตุโบรอนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติประกอบด้วยไอโซโทป 2 ชนิด โดยไอโซโทปแรกมีมวลไอโซโทปเท่ากับ 11.01 ในปริมาณ 80% และไอโซโทปที่สองมีปริมาณ 20% หากมวลอะตอมของธาตุโบรอนเท่ากับ 10.81 มวลไอโซโทปของไอโซโทปที่สองจะเท่ากับเท่าใด

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลไอโซโทปของไอโซโทปที่สอง

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

ไอโซโทปแรกของโบรอนมีมวลไอโซโทปเท่ากับ 11.01 ในปริมาณ 80%

ไอโซโทปที่สอง มีปริมาณ 20% และมวลอะตอมของธาตุโบรอนเท่ากับ 10.81

- สิ่งที่ควรรู้ (0 คะแนน)

เนื่องจากไม่ได้กำหนดสิ่งที่ควรรู้

<u>วิธีทำ</u> (1.5 คะแนน)

มวลอะตอมเฉลี่ยของ B

$$= \frac{(\text{มวลไอโซโทปที่ 1x \% ที่มีในธรรมชาติ}) + (\text{มวลไอโซโทปที่ 2x \% ที่มีในธรรมชาติ})}{100}$$

$$10.81 = \frac{(11.01 \times 80) + (\text{มวลอะตอมของไอโซโทปที่ } 2 \times 20)}{100}$$

$$\text{มวลอะตอมของไอโซโทปที่ } 2 = \frac{(10.81 \times 100) - (11.01 \times 80)}{20}$$

มวลอะตอมของไอโซโทปที่ 2 = 10.01

<u>ตอบ</u> มวลไอโซโทปที่สองของโบรอน มีค่าเท่ากับ 10.01 **(0.5 คะแนน)**

3. สารประกอบชนิดหนึ่ง 1 โมเลกุลมีมวลเท่ากับ $92 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัมจงคำนวณหามวลโมเลกุลของสารประกอบนี้

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลโมเลกุลของสารประกอบ

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

มวลของสารประกอบ 1 โมเลกุล มีมวลเท่ากับ $92 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

$\frac{1}{12}$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม

<u>วิธีทำ</u> (1.5 คะแนน)

$$\text{มวลโมเลกุลของสารประกอบ} = \frac{\text{มวลของสารประกอบ 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12}\text{มวลของ C-12 , 1 อะตอม}}$$

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร A} = \frac{92 \times \cancel{1.66 \times 10^{-24}\ g}}{\cancel{1.66 \times 10^{-24}\ g}}$$

$$= 92$$

<u>ตอบ</u> มวลโมเลกุลของสารประกอบ มีค่าเท่ากับ 92 **(0.5 คะแนน)**

4. ฟอสฟอรัส 1 โมเลกุลประกอบด้วยกี่อะตอม ถ้าฟอสฟอรัสมีมวลโมเลกุล 124 และมวลอะตอมเท่ากับ 31

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนอะตอมของฟอสฟอรัส 1 โมเลกุล

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

ฟอสฟอรัสมีมวลโมเลกุล 124 และมวลอะตอมเท่ากับ 31

- สิ่งที่ควรรู้ (0 คะแนน)

เนื่องจากไม่ได้กำหนดสิ่งที่ควรรู้

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

มวลโมเลกุลของ P = จำนวนอะตอมของ P x มวลอะตอมของ P

124 = จำนวนอะตอมของ P x 31

จำนวนอะตอมของ P = $\frac{124}{31}$

= 4 อะตอม

<u>ตอบ</u> ฟอสฟอรัส 1 โมเลกุลประกอบด้วย 4 อะตอม **(0.5 คะแนน)**

5. จงหามวลโมเลกุลของสารต่อไปนี้

5.1 แอไพริน ($C_9H_8O_4$)

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

มวลโมเลกุลของแอไพริน

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

สูตรโมเลกุลของแอไพรินซึ่งประกอบด้วย C 9 อะตอม H 8 อะตอม และ O 4 อะตอม

- สิ่งที่ควรรู้ **(1.5 คะแนน)**

- มวลอะตอมของ C เท่ากับ 12.0108
- มวลอะตอมของ H เท่ากับ 1.0079
- มวลอะตอมของ O เท่ากับ 15.9994

<u>วิธีทำ</u> **(2 คะแนน)**

มวลโมเลกุลของ $C_9H_8O_4$ = (9 x มวลอะตอมของ C) + (8 x มวลอะตอมของ H) + (4 x มวลอะตอมของ O)

= (9 x 12.0108) + (8 x 1.0079) + (4 x 15.9994)

= 108.0972 + 8.0632 + 63.9976

= 180.150

<u>ตอบ</u> มวลโมเลกุลของแอไพรินเท่ากับ 180.150 **(0.5 คะแนน)**

5.2 แคลเซียมฟอสเฟต ($Ca_3(PO_4)_2$)

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลโมเลกุลของแอไพริน

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

สูตรโมเลกุลของแอไพรินซึ่งประกอบด้วยCa3อะตอม P 2อะตอม และ O 8อะตอม

- สิ่งที่ควรรู้ (1.5 คะแนน)

- มวลอะตอมของ Ca เท่ากับ 40.0784
- มวลอะตอมของ P เท่ากับ 30.9738
- มวลอะตอมของ O เท่ากับ 15.9994

<u>วิธีทำ</u> (2 คะแนน)

มวลโมเลกุลของ ($Ca_3(PO_4)_2$) = (3 x มวลอะตอมของCa) + (2 x มวลอะตอมของ P) + (8 x มวลอะตอมของ O)

= (3 x 40.0784) + (2 x 30.9738) + (8 x 15.9994)

= 120.2352 + 61.9476 + 127.9952

= 310.1780

<u>ตอบ</u> มวลโมเลกุลของแคลเซียมฟอสเฟต เท่ากับ 310.1780 **(0.5 คะแนน)**

5.3 โซเดียมเตตระบอเรตเดคะไฮเดรต($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลโมเลกุลของโซเดียมเตตระบอเรตเดคะไฮเดรต

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

สูตรโมเลกุลของโซเดียมเตตระบอเรตเดคะไฮเดรตซึ่งประกอบด้วย Na 2 อะตอม B 4อะตอม O 17อะตอมและ H 20 อะตอม

- สิ่งที่ควรรู้ (2 คะแนน)

- มวลอะตอมของ Naเท่ากับ 22.9898
- มวลอะตอมของ Bเท่ากับ 10.8117
- มวลอะตอมของ O เท่ากับ 15.9994
- มวลอะตอมของ H เท่ากับ 1.0079

<u>วิธีทำ</u> **(2 คะแนน)**

มวลโมเลกุลของ $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ = (2 x มวลอะตอมของ Na) + (4 x มวลอะตอมของ B) + (17 x มวลอะตอมของ O) + (20 x มวลอะตอมของ H)

= (2 x 22.9898) + (4 x 10.8117) + (17 x 15.9994) + (20 x 1.0079)

= 45.9796 + 43.2468 + 271.9898 + 20.158

= 381.3742

<u>ตอบ</u> มวลโมเลกุลของโซเดียมเตตระบอเรตเดคะไฮเดรตเท่ากับ 381.3742 **(0.5 คะแนน)**

6. จงหาจำนวนโมลของสารต่อไปนี้

6.1 แก๊สไนโตรเจน (N_2) 100 โมเลกุล

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม **(0.5 คะแนน)**

จำนวนโมลของแก๊สไนโตรเจน

- สิ่งที่โจทย์กำหนด **(0.5 คะแนน)**

แก๊สไนโตรเจน 100 โมเลกุล

- สิ่งที่ควรรู้ **(1 คะแนน)**

แก๊สไนโตรเจน 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{จำนวนโมลของ } N_2 = 100 \ \cancel{\text{molecule } N_2} \times \left(\frac{1 \text{ mol} N_2}{6.02 \times 10^{23} \ \cancel{\text{molecule } N_2}} \right)$$

$$= 16.61 \times 10^{-23} \text{ molecule } N_2$$

<u>ตอบ</u> แก๊สแอมโมเนีย 100 โมเลกุล คิดเป็น 16.61×10^{-23} โมล **(0.5 คะแนน)**

6.2 เหล็ก (Fe) 2.00×10^5 อะตอม

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนโมลของเหล็ก

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

เหล็ก 2.00×10^5 อะตอม

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

เหล็ก 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม

วิธีทำ (1.5 คะแนน)

$$\text{จำนวนโมลของ Fe} = \text{จำนวนโมลของ Fe} \times \left(\frac{1\ \text{mol Fe}}{6.02 \times 10^{23}\ \cancel{\text{atom Fe}}} \right)$$

$$= 0.33 \times 10^{-18}\ \text{mol Fe}$$

ตอบ เหล็ก 2.00×10^5 อะตอม คิดเป็น 0.33×10^{-18} โมล **(0.5 คะแนน)**

6.3 วิตามินซี ($C_6H_8O_6$) 17.60 กรัม

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนโมลของวิตามินซี

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

วิตามินซี 17.60 กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ (1 คะแนน)

วิตามินซี 1 โมล มีมวลโมเลกุล เท่ากับ 176.1244 กรัม

วิธีทำ (1.5 คะแนน)

$$\text{จำนวนโมลของ } C_6H_8O_6 = 17.60\ \cancel{\text{g}}\cancel{C_6H_8O_6} \times \left(\frac{1\ \text{mol} C_6H_8O_6}{176.1244\ \cancel{\text{g}}\cancel{C_6H_8O_6}} \right)$$

$$= 0.099 \text{mol} C_6H_8O_6$$

ตอบ วิตามิน 17.60 กรัม คิดเป็น 0.099 โมล **(0.5 คะแนน)**

7. จงหาจำนวนโมลและปริมาตรที่ STP ของแก๊สแอมโมเนีย (NH_3) จำนวน 34.0 กรัม

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนโมลและปริมาตรที่ STP ของแก๊สแอมโมเนีย

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

แก๊สแอมโมเนีย จำนวน 34.0 กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ (2 คะแนน)

แก๊สแอมโมเนีย 1 โมล - มีมวลโมเลกุล เท่ากับ 17.0304 กรัม

- มีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

<u>วิธีทำ</u> (3 คะแนน)

หาจำนวนโมลของแก๊สแอมโมเนีย (1.5 คะแนน)

$$\text{จำนวนโมลของ } NH_3 = 34.0 \text{ g } \cancel{NH_3} \times \left(\frac{1 \text{ mol} NH_3}{17.0304 \text{g } NH_3} \right)$$

$$= 1.996 \text{mol} NH_3$$

หาปริมาตรที่ STP ของแก๊สแอมโมเนีย (1.5 คะแนน)

$$\text{ปริมาตร} NH_3 \text{ที่ STP} = 34.0 \text{ g } \cancel{NH_3} \times \left(\frac{22.4 \text{ dm}^3 NH_3 \text{ที่ STP}}{17.0304 \text{ g } \cancel{NH_3}} \right)$$

$$= 44.71 \text{ dm}^3 \text{ที่ STP}$$

<u>ตอบ</u> แก๊สแอมโมเนียจำนวน 34.0 กรัม มี 1.996 โมล และมีปริมาตร 44.71 dm^3ที่ STP **(0.5 คะแนน)**

8. แก๊สไฮโดรเจน 5 กรัม จะมีกี่โมล กี่โมเลกุล และมีปริมาตรที่ STP เป็นเท่าใด

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนโมล จำนวนโมเลกุล และปริมาตรที่ STP ของแก๊สแอมโมเนีย

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

แก๊สไฮโดรเจน 5 กรัม

- สิ่งที่ควรรู้ (1.5 คะแนน)

แก๊สไฮโดรเจน 1 โมล - มีมวลโมเลกุล เท่ากับ 2.0158 กรัม

- มีจำนวนอนุภาค เท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล
- มีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

<u>วิธีทำ</u> (5.5 คะแนน)

หาจำนวนโมลของแก๊สไฮโดรเจน (1.5 คะแนน)

$$\text{จำนวนโมลของ } H_2 = 5\ \cancel{g}\ \cancel{H_2} \times \left(\frac{1\ \text{mol}H_2}{2.0158\ \cancel{g}\ \cancel{H_2}} \right)$$

$$= 2.48\ \text{mol}H_2$$

หาจำนวนโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน (2 คะแนน)

$$\text{จำนวนโมเลกุลของ H2} = 5\ \cancel{g}\ \cancel{H_2} \times \left(\frac{1\ \cancel{\text{mol}}\ \cancel{H_2}}{2.0158\ \cancel{g}\ \cancel{H_2}} \right) \times \left(\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{molecule}\ H_2}{1\ \cancel{\text{mol}}\ \cancel{H_2}} \right)$$

$$= 14.9296 \times 10^{23}\ \text{molecule}\ H_2$$

หาปริมาตรที่ STP ของแก๊สไฮโดรเจน (2 คะแนน)

$$\text{ปริมาตรที่ STP ของ } H_2 = 5\ \cancel{g\ H_2} \times \left(\frac{1\ \cancel{mol\ H_2}}{2.0158\ \cancel{g\ H_2}}\right) \times \left(\frac{22.4\ dm^3 H_2 \text{ที่ STP}}{1\ \cancel{mol\ H_2}}\right)$$

$$= 55.552\ dm^3 H_2 \text{ที่ STP}$$

ตอบ แก๊สไฮโดรเจน 5 กรัม คิดเป็น 2.48 โมล 14.9296 x 1023โมเลกุล และ มีปริมาตร55.552 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP **(0.5 คะแนน)**

9. แก๊สชนิดหนึ่งมีมวล 0.75 กรัม มีปริมาตร 200 cm3ที่ STP อยากทราบว่า จะมีมวลโมเลกุลเท่าใด

วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

มวลโมเลกุลของแก๊ส

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

แก๊สชนิดหนึ่งมีมวล 0.75 กรัม มีปริมาตร 200 cm^3ที่ STP

- สิ่งที่ควรรู้ (2 คะแนน)

- แก๊ส 1 โมล มีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เซนติเมตรที่ STP
- 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร มีค่าเท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีทำ (2 คะแนน)

$$\text{มวลโมเลกุลของแก๊ส} = 0.75\ g \times \left(\frac{22.4\ \cancel{dm^3 \text{ที่ STP}}}{200\ \cancel{cm^3 \text{ที่ STP}}}\right) \times \left(\frac{1{,}000\ \cancel{cm^3 \text{ที่ STP}}}{1\ \cancel{dm^3 \text{ที่ STP}}}\right)$$

$$= 84\ g \text{ (ซึ่งเท่ากับมวลโมเลกุล)}$$

ตอบ แก๊สชนิดหนึ่งมีมวล 0.75 กรัม มีปริมาตร 200 cm^3ที่ STP มีมวลโมเลกุล เท่ากับ 84 **(0.5 คะแนน)**

10. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จำนวน 4.48 dm^3 ที่ STP จะมีกี่โมลและกี่โมเลกุล

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนโมล และจำนวนโมเลกุลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาตร 4.48 dm^3 ที่ STP

- สิ่งที่ควรรู้ (2 คะแนน)

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล - มีจำนวนอนุภาค เท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล

- มีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

<u>วิธีทำ</u> (3.5 คะแนน)

หาจำนวนโมลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (1.5 คะแนน)

$$\text{จำนวนโมลของ } CO_2 = 4.48 \ \cancel{dm^3 \ CO_2 \text{ที่ STP}} \times \left(\frac{1 \text{ mol} CO_2}{22.4 \ \cancel{dm^3 \ CO_2 \text{ที่ STP}}} \right)$$

$$= 0.2 \text{mol} CO_2$$

หาจำนวนโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน (2 คะแนน)

$$\text{จำนวนโมเลกุลของ } CO_2 = 4.48 \ \cancel{dm^3 \ CO_2 \text{ที่ STP}} \times \left(\frac{1 \text{ mol} CO_2}{22.4 \ \cancel{dm^3 \ CO_2 \text{ที่ STP}}} \right) \times \left(\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule } CO_2}{1 \ \cancel{\text{mol } CO_2}} \right)$$

$$= 1.204 \times 10^{23} \text{ molecule } CO_2$$

<u>ตอบ</u> แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 4.48 dm^3 ที่ STP คิดเป็น 0.2 โมล และ 1.204×10^{23} โมเลกุล **(0.5 คะแนน)**

11. จงหาจำนวนโมล จำนวนโมเลกุล และปริมาตรของแก๊สคลอรีน 213 g

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- สิ่งที่โจทย์ถาม (0.5 คะแนน)

จำนวนโมล จำนวนโมเลกุล และปริมาตรของแก๊สคลอรีน

- สิ่งที่โจทย์กำหนด (0.5 คะแนน)

แก๊สคลอรีนจำนวน 213 g

- สิ่งที่ควรรู้ (1.5 คะแนน)

แก๊สคลอรีน 1 โมล
- มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 70.9064
- มีจำนวนอนุภาค เท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล
- มีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

<u>วิธีทำ</u> (5.5 คะแนน)

หาจำนวนโมลของแก๊สคลอรีน (1.5 คะแนน)

$$\text{จำนวนโมลของ } Cl_2 = 213 \text{ g } Cl_2 \times \left(\frac{1 \text{ mol} Cl_2}{70.9064 \text{ g } Cl_2} \right)$$

$$= 3.0039 \text{mol } Cl_2$$

หาจำนวนโมเลกุลของแก๊สคลอรีน (2 คะแนน)

$$\text{จำนวนโมลของ } Cl_2 = 213 \text{ g } Cl_2 \times \left(\frac{1 \text{ mol } Cl_2}{70.9064 \text{ g } Cl_2} \right) \times \left(\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule } Cl_2}{1 \text{ mol } Cl_2} \right)$$

$$= 18.0834 \times 10^{23} \text{ molecule } Cl_2$$

หาปริมาตรที่ STP ของแก๊สคลอรีน (2 คะแนน)

$$\text{ปริมาตรที่ STPของ } Cl_2 = 213 \text{ g } Cl_2 \times \left(\frac{1 \text{ mol } Cl_2}{70.9064 \text{ g } Cl_2} \right) \times \left(\frac{22.4 \text{ dm}^3 Cl_2 \text{ที่ STP}}{1 \text{ mol } Cl_2} \right)$$

$$= 67.2873 \text{ dm}^3 Cl_2 \text{ที่ STP}$$

<u>ตอบ</u> แก๊สคลอรีน 213กรัม คิดเป็น 3.0039 โมล 18.0834×1023 โมเลกุล และ มีปริมาตร 67.2873ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP **(0.5 คะแนน)**

12. จงหาปริมาตรที่ STP ของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซึ่งมีปริมาณดังนี้

12.1 3 โมล

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- **สิ่งที่โจทย์ถาม** (0.5 คะแนน)

  ปริมาตรที่ STP ของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์

- **สิ่งที่โจทย์กำหนด** (0.5 คะแนน)

  แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ จำนวน 3 โมล

- **สิ่งที่ควรรู้** (1 คะแนน)

  แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ 1 โมลมีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{ปริมาตรที่ STPของ } NO_2 = 3 \ \cancel{\text{mol } NO_2} \times \left(\frac{22.4 \ dm^3 \ NO_2 \text{ที่ STP}}{1 \ \cancel{\text{mol}NO_2}} \right)$$

$$= 67.2 dm^3 \ NO_2 \text{ที่ STP}$$

<u>ตอบ</u> แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ จำนวน 3 โมลมีปริมาตร 67.2 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP **(0.5 คะแนน)**

12.2 8.5 กรัม

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- **สิ่งที่โจทย์ถาม** **(0.5 คะแนน)**

  ปริมาตรที่ STP ของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์

- **สิ่งที่โจทย์กำหนด** **(0.5 คะแนน)**

  แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ จำนวน 8.5 กรัม

- **สิ่งที่ควรรู้** **(2 คะแนน)**

  แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ 1 โมล - มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 46.0055 กรัม

  - มีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{ปริมาตรที่ STP ของ } NO_2 = 8.5\ \text{g } \cancel{NO_2} \times \left(\frac{22.4\ dm^3\ NO_2 \text{ที่ STP}}{46.0055\ \text{g } \cancel{NO_2}} \right)$$

$$= 4.1386 dm^3\ NO_2 \text{ที่ STP}$$

<u>ตอบ</u> แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์จำนวน 8.5 กรัมมีปริมาตร 4.1386 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP **(0.5 คะแนน)**

12.3 7.6×10^{24} โมเลกุล

<u>วิเคราะห์โจทย์</u>

- **สิ่งที่โจทย์ถาม** **(0.5 คะแนน)**

  ปริมาตรที่ STP ของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์

- **สิ่งที่โจทย์กำหนด** **(0.5 คะแนน)**

  แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ จำนวน 7.6×10^{24} โมเลกุล

- **สิ่งที่ควรรู้** **(2 คะแนน)**

  แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ 1 โมล - มีจำนวนอนุภาค เท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล
  - มีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

<u>วิธีทำ</u> **(1.5 คะแนน)**

$$\text{ปริมาตรที่ STP ของ } NO_2 = 7.6 \times 10^{24}\ \cancel{\text{molecule } NO_2} \times \left(\frac{22.4\ dm^3\ NO_2 \text{ที่ STP}}{6.02 \times 10^{23}\ \cancel{\text{molecule } NO_2}} \right)$$

$$= 282.79\ dm^3\ NO_2 \text{ที่ STP}$$

<u>ตอบ</u> แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์จำนวน 7.6×10^{24} โมเลกุล
มีปริมาตร 282.79 ลูกบาศก์ เดซิเมตรที่ STP **(0.5 คะแนน)**

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางดวงสมร ดวงตา
วัน เดือน ปีเกิด	31 ตุลาคม 2524
สถานที่เกิด	อำเภอปัว จังหวัดน่าน
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตร์บัณฑิต (วิชาเอกเคมี) สถาบันราชภัฏเชียงใหม่ พ.ศ. 2547
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน
ตำแหน่ง	ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ