

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
เมษายน 2557

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

เมษายน 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
เมษายน 2557

วันศิริ สมบุญ. (2557). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (เคมี) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร. ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ, รองศาสตราจารย์ ดร. ประพันธ์ศิริสุเสารัจ.

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT และการสอนแบบปกติ โดยเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นได้ผ่านการประเมินตรวจสอบคุณภาพ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าเฉลี่ยความยากง่าย(p) เท่ากับ 0.41 มีค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนก(r) 0.54 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 — แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 เมื่อนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่ผ่านการหาคุณภาพเครื่องมือนี้ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 — แผนการเรียนคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 67 คนที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เป็นเวลา 17 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนนักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

THE STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT ON STOICHIOMETRY TOPIC AND
ATTITUDES TOWARD SCIENCE OF THE MATTHAYOMSUKSA V STUDENTS AFTER THE
4 MAT LEARNING ACTIVITIES



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Chemistry
at Srinakharinwirot University

April 2014

WansiriSomboon. (2014). *The study of learning achievement on stoichiometry topic and attitudes toward science of Matthayomsuksa V students after the 4 MAT learning activities*. Master thesis, M.Ed. (Chemistry). Bangkok: Graduate School Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr.Piyada Jittangprasert, Asst. Prof. Dr.Prapansiri Susaorat.

The purposes of this study were to study the learning achievement in stoichiometric chemistry and attitudes toward science of Matthayomsuksa V students learning by 4 MAT learning activity and to compare learning achievement of Matthayomsuksa V students whom learn by 4MAT with the regular learning methods. The research tools in this study were evaluated by three experts. It was found that the quality of 4 MAT learning plans was at an excellent level and regular learning plans was at a good level. In addition, the learning achievement test with 4 multiple choices in stoichiometric chemistry had the average difficulty value (p) 0.41 with the average discrimination value (r) 0.54. The reliability of learning achievement test was 0.80. The reliability for of attitudes toward science tests in chemistry was 0.88. Sixty-seven students of Matthayomsuksa V in mathematic – science program of MatthayomWatBenchamabophit School were chosen using cluster random sampling approach. This sample group studied stoichiometric chemistry via 4 MAT learning activity for 17 hours in the first semester in academic year 2012. The research results revealed that the learning achievement of the students after using 4 MAT learning method were significantly high at the .05 level. The student's attitudes toward science especially in chemistry was at the high level. In addition, the learning achievement of the student after learning via 4 MAT method was significantly higher than the student group learning via regular learning method at the .05 level.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT
ของ
วันศิริ สมบุญ

ได้รับการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่..... เดือน เมษายน พ.ศ. 2557

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ)

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินดา แท้มบรรจง)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีณา เสียงเพราะ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณา และได้รับการให้คำปรึกษาจากอาจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ และรองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ช่วยดูแลเอาใจใส่ ให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหาและเป็นกำลังใจตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์จินดา แต่มบรรจง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัฒนา เสียงเพราะ กรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ แนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ปิยรัตน์ ดรบัณฑิต อาจารย์นันทยา มหรรษรัตน์ และอาจารย์ศิริรัตน์ วงศ์ศิริ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ โดยให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือวิจัยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณะครูโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการทดลอง ตลอดจนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพเครื่องมือ และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2555 ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนโพธิ์ทอง “จินตามณี” ที่อนุญาตในการลาราชการและสนับสนุนการศึกษานี้ให้ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขอกราบขอบพระคุณหัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ และคณะครูโรงเรียนโพธิ์ทอง “จินตามณี” ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือตลอดมา

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา ญาติพี่น้องครอบครัวสมบุญ ที่ให้การสนับสนุน กำลังทรัพย์ในการศึกษาและให้กำลังใจอยู่เคียงข้างเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อนๆ และบุคคลอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ สนับสนุน ผู้วิจัยในทุกๆ ด้านด้วยความรักและห่วงใยตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่พึงได้จากปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบบูชา พระคุณบิดา – มารดา ครู-อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

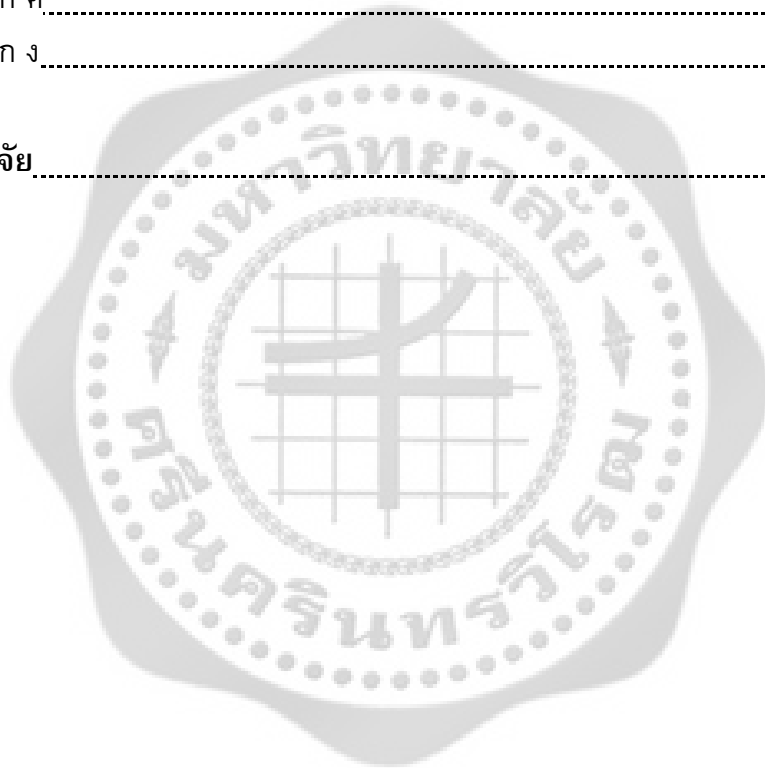
วันศิริ สมบุญ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
สมมติฐานในการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
หลักสูตร.....	11
เอกสารเกี่ยวกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT.....	15
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	26
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	35
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT ที่มีผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	41
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	45
การกำหนดกลุ่มประชากรและกำหนดกลุ่มตัวอย่าง.....	45
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	47
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	60
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	72
สรุปผลการวิจัย.....	75
อภิปรายผลการวิจัย.....	75
ข้อเสนอแนะ.....	80

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม	81
ภาคผนวก	87
ภาคผนวก ก	88
ภาคผนวก ข	97
ภาคผนวก ค	229
ภาคผนวก ง	247
ประวัติย่อผู้วิจัย	252



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 กำหนดรายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	12
2 สรุปการจำแนกความถนัดสมองซีกซ้ายและขวา.....	16
3 แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	46
4 แบบแผนการทดลอง.....	47
5 แสดงการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ 4 MAT และการสอนแบบปกติ.....	51
6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ 4 MAT.....	67
7 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยเจตคติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์(ตามรายชื่อ).....	68
8 แสดงสรุปแสดงผลคะแนนเฉลี่ยเจตคติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์(ในรายด้านทั้ง 9 ด้าน).....	70
9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ในรายด้านทั้ง 9 ด้าน.....	71
10 แสดงการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....	98
11 โครงสร้างการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี 2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....	103
12 ตารางออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....	105
13 แสดงแผนการออกแบบข้อสอบปรนัย แบบตัวเลือก วิชาเคมี 2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	220
14 สรุปคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT.....	230
15 สรุปคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปกติ.....	232
16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 60 ข้อ.....	234

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
17 สรุปแบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแบบประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี จำนวน 40 ข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	237
18 ค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 20 ข้อ	240
19 สรุปค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r)และค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแผนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์	241
20 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์	248
21 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกาสอนแบบปกติ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์	250

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
2 รูปแบบการคิดของเดวิด คอลบ์ (David Kolb).....	18
3 แสดงหลายลีลาการสอนของครู หลายลีลาการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ.....	21
4 เทคนิคและขั้นตอนการสอน 8 ขั้นตอน.....	22



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge - based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะได้มีความรู้ความเข้าใจในโลกรวมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นและสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1)

การจัดการศึกษาปัจจุบันเป็นไปเพื่อพัฒนาให้คนยุคใหม่มีความรู้ด้านภาษาที่จะสามารถสื่อสารได้ระดับสากล ในยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ รู้กฎธรรมชาติ รู้วิธีการคิด รู้เรื่องการวิจัยและพัฒนา เป็นคนดีมีคุณธรรม มีค่านิยมที่ดีต่อสังคม มีสุขภาพที่ดีและแข็งแรง โลกยุคใหม่เป็นยุคที่เน้นความเป็นมาตรฐาน ดังนั้น โรงเรียนต้องจัดการศึกษาอย่างมีมาตรฐานในการประเมินภายในสู่การประกันคุณภาพ มาตรฐานหนึ่งคือ ครูต้องสามารถจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2550: 5) ตัวบ่งชี้ของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งกำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 โดยเฉพาะหมวด 4 มาตรา 24 ระบุว่า การจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ ได้อย่างสัดส่วนสมดุลกัน ส่งเสริมให้ครูผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนและอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งจัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกสถานการณ์ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). 2553: 7) ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 25) ว่าด้วยการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย

วิชาเคมี เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่ง จัดอยู่ในมาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับสารและสมบัติของสาร จากการศึกษางานวิจัยของจรรยาและริชาร์ด(Chanyah Dahsah; & Richard Kevin Coll. 2007: 577) พบว่า นักเรียนคิดว่าวิชาเคมียากต่อการเรียนรู้เพราะว่านักเรียนต้องใช้ความพยายามในการทำ ความเข้าใจองค์ประกอบต่างๆของสิ่งที่มีขนาดเล็ก รวมถึงเนื้อหาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ด้วย

ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ประกอบด้วยแนวคิดที่สำคัญต่อการเข้าใจภาพระดับจุลภาคและมหภาคของปฏิกริยาทางเคมีและการแก้ปัญหาทางเคมีเชิงตัวเลขมากมาย

เนื่องจากวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นเนื้อหาที่ยากต่อการเข้าใจ ผู้เรียนที่จะเข้าใจเรื่องนี้ได้ดีต้องมีทักษะในการคิดวิเคราะห์และคำนวณ ดังนั้น ครูส่วนใหญ่จึงเลือกใช้วิธีการสอนแบบอธิบายเป็นหลัก ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่ถนัดการใช้สมองซีกซ้ายเพียงกลุ่มเดียว ผู้เรียนที่ถนัดการใช้สมองซีกซ้ายจะมีความสุขในการเรียนรู้ แต่ในทางตรงกันข้ามวิธีการสอนนี้จะทำให้ผู้เรียนที่ถนัดการใช้สมองซีกขวาในการคิดจินตนาการและลงมือปฏิบัติ รู้สึกเบื่อหน่ายและขาดความสุขในการเรียนไม่กระตือรือร้นในการเรียน ขาดความเอาใจใส่ เรียนไม่เข้าใจ จึงทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้เท่าที่ควร และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีที่ลดลงและมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่าง จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ปีการศึกษา 2554 ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 เพียงร้อยละ 3.45 (โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร. 2554: 15) ซึ่งจัดว่าผลสัมฤทธิ์ยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ จึงควรเร่งพัฒนาให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามนโยบายการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ต้องการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาหลักให้สูงขึ้นร้อยละ 4 ต่อภาคเรียน (โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร. 2555: 10) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของบลูม (Bloom. 1976: 167 - 169) ที่กล่าวว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเป็นตัวแปรตัวหนึ่งที่บ่งชี้คุณภาพของผู้เรียนได้

มอริส และแมคคาร์ธี (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551: 308; อ้างอิงจาก Morris; & McCarthy. n.d.) ได้เสนอแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อว่า ผู้เรียนมีการใช้สมองที่แตกต่างกัน และผู้เรียนแต่ละคนล้วนมีความสามารถที่ติดตัวแอบแฝงมาด้วย ซึ่งแต่ละคนมีไม่เหมือนกัน ดังนั้น การสอนแบบ 4 MAT เป็นวิธีการสอนที่คำนึงถึงแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบและตามความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม มีกิจกรรมที่หลากหลาย ผู้เรียนแต่ละคนสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ จึงเป็นวิธีการสอนที่คำนึงถึงธรรมชาติและความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งการ์ตเนอร์ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2552: 33 - 35; อ้างอิงจาก Gardner. 1983) ได้แบ่งเชาวน์ปัญญาของบุคคลออกเป็น 8 ประเภท ตาม“ทฤษฎีพหุปัญญา” (Theory of multiple intelligences :M.I.)ได้แก่เชาวน์ปัญญาทางด้านภาษา เชาวน์ปัญญาทางด้านคณิตศาสตร์หรือการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ เชาวน์ปัญญาทางด้านมิติสัมพันธ์ เชาวน์ปัญญาทางด้านดนตรี เชาวน์ปัญญาทางการเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ เชาวน์ปัญญาทางการสัมพันธ์กับผู้อื่น เชาวน์ปัญญาทางการเข้าใจตนเองและเชาวน์ปัญญาทางการเข้าใจธรรมชาติซึ่งแต่ละคนจะมีความสามารถเฉพาะด้านที่แตกต่างกัน และมีความสามารถในด้านต่างๆ ไม่เท่ากัน ความสามารถที่ผสมผสานกันออกมาทำให้บุคคลแต่ละคนมีแบบแผนซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตน รวมถึงวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2552: 550) ได้กล่าวไว้ว่า มนุษย์แต่ละคนได้รับความรู้และประสบการณ์ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน และมนุษย์แต่ละคนก็มีวิธีการจัดการกับความรู้อันแตกต่างกันด้วยเช่นกัน ซึ่ง

วิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของมนุษย์นั้นมี 4 แบบ ได้แก่ ผู้เรียนแบบที่ 1 แบบ WHY เรียนรู้โดยใช้จินตนาการ ผู้เรียนจะรับข้อมูลและสะท้อนข้อมูลตามความคิดเห็นของตนเอง ครูจึงต้องจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ค้นหาเหตุผลจากการกระตุ้น การสังเกตและการสัมผัสเพื่อให้เกิดการคิดและความมั่นใจกับผู้เรียน ผู้เรียนแบบที่ 2 แบบ WHAT เรียนรู้โดยใช้การวิเคราะห์ จะสนใจในข้อเท็จจริงชอบการเรียนรู้จากการรับข้อมูลข่าวสาร และการครุ่นคิดไตร่ตรองอย่างเป็นระบบ ครูควรถ่ายทอดความรู้อย่างถูกต้อง แม่นยำ เพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจที่มีความหมายและลึกซึ้ง ผู้เรียนแบบที่ 3 แบบ HOW เรียนรู้ด้วยประสาทสัมผัสและสามัญสำนึก เป็นผู้สนใจวิธีการต่างๆ ชอบเรียนรู้จากสามัญสำนึกและลงมือปฏิบัติจริง ครูควรสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาทักษะและผลงาน ผู้เรียนแบบที่ 4 แบบ IF มีการเรียนรู้แบบพลวัตและการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เป็นผู้เรียนที่ให้ความสำคัญกับการสำรวจ ค้นคว้า ลองผิดลองถูกการค้นพบด้วยตนเอง ครูควรให้ผู้เรียนเรียนรู้เอง สอนกันเอง ได้ค้นพบความรู้และทดลองด้วยตนเอง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT จึงเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย สนองตอบต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยใช้เทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไปอย่างสมดุล ทำให้การเรียนรู้ของแต่ละบุคคลมีลักษณะต่างกัน ดังนั้นถ้าครูผู้สอนจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละประเภท ผู้เรียนก็จะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในการสอนแต่ละครั้งครูจะต้องจัดกิจกรรมการสอน 4MAT เพื่อตอบสนองต่อความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างทั่วถึงทุกคน ผู้เรียนทุกคนจะมีความสุขในการเรียนรู้ในช่วงเวลาหนึ่งของตนเองที่มีความถนัด และในช่วงเวลาที่ตนเองไม่มีความถนัดก็จะเป็นช่วงเวลาที่ได้พัฒนาศักยภาพที่ตนเองบกพร่อง เป้าหมายหลักของการจัดการศึกษา คือ การพัฒนาและบูรณาการ การเรียนรู้ทั้ง 4 แบบให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน รวมถึงการพัฒนาและบูรณาการสมองซีกซ้ายและซีกขวาให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ถ้าผู้เรียนมีความสนใจและมีความสุขกับสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ ก็จะเรียนรู้จากผู้อื่นได้มากขึ้นเท่านั้น (กิตติชัย สุทธาสิโนบล. 2546: 12)

มอริสและแมคคาร์ธี (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2552: 552 – 553; อ้างอิงจาก Morris; & McCarthy. 1990) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่คำนึงถึงแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล ซึ่งลำดับขั้นการสอนแบบ 4 MAT มี 8 ขั้นตอน ดังนี้ 1.ขั้นตอนกระตุ้นและการสร้างประสบการณ์ 2.ขั้นวิเคราะห์และไตร่ตรอง 3.ขั้นพหุประสบการณ์เดิม 4.ขั้นเติมประสบการณ์ใหม่ 5.ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม 6.ขั้นเสริมเติมแต่งฝึกฝนจนเชี่ยวชาญ 7.ขั้นตรวจทาน ประเมินและประยุกต์ผลงาน 8.ขั้นเผยแพร่และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งทั้งหมดนี้จะดำเนินไปตามวัฏจักรการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาสมอง 2 ซีก คือ ซีกซ้ายและซีกขวา ไปพร้อมๆ กันโดยเริ่มการสอนด้วยกิจกรรมที่ใช้สมองซีกขวาก่อนแล้วไปจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย แล้วไปขวา-ซ้าย ซ้าย-ขวา ซ้าย-ขวาตามลำดับต่อเนื่องกันไป 8 ขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละแบบเรียนรู้อย่างสมดุลและสมบูรณ์ที่สุดจะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการพัฒนาศักยภาพทางสมองของผู้เรียนโดยคำนึงถึงพัฒนาการทางสมอง การทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล(กิตติชัย สุทธาสิโนบล.

2545: 7) ทำให้ตอบสนองต่อแนวคิดเรื่อง ความแตกต่างระหว่างบุคคล เชาวนปัญญาที่แตกต่างกันถึง 8 ประเภท และมีลีลาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกันถึง 4 แบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรินทร์ ลำพุกธา (2545: บทคัดย่อ) ซึ่งศึกษาผลการเรียนรู้ในวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุลและความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาเคมีโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ของนักเรียนโรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยา อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 44 คนสรุปผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย มีความกระตือรือร้น สนใจและมีความสุข สนุกสนานกับการเรียน มีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นและกล้าแสดงออก ได้พัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา และพัฒนาผลงานอย่างสร้างสรรค์ นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนมีค่าสูงขึ้นผ่านเกณฑ์ตามเป้าหมายวิชาเคมีของโรงเรียน และนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ในรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนวิชาเคมีต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT
2. เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT กับการสอนแบบปกติ

ความสำคัญของการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MATในการส่งเสริมผู้เรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับครูผู้สอนที่จะนำไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีเพื่อให้นักเรียนมีความสุขกับการเรียนรู้ตามลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนมากขึ้น อีกทั้งยังได้พัฒนาความสามารถในด้านที่ตนเองไม่ถนัดอีกด้วย

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน คณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 67 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน คณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 67 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดย

กลุ่มทดลองนักเรียนจำนวน 35 คน ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT

กลุ่มควบคุมนักเรียนจำนวน 32 คน ได้รับการสอนแบบปกติ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT

1.2 การสอนแบบปกติ

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

2.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โดยใช้เวลา 17 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่ม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาในวิชาเคมี 2 (เพิ่มเติม) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จัดอยู่ในกลุ่มสาระเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่3ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 โดยศึกษาเฉพาะปริมาณสารสัมพันธ์ ได้แก่เรื่อง มวลอะตอมมวลโมเลกุล จำนวนโมลต่อมวลของสารปริมาตรต่อโมลของแก๊สความสัมพันธ์ระหว่างโมล อนุภาค มวลและปริมาตร ความเข้มข้นของสารละลายการเตรียมสารละลายสมบัติบางประการของสารละลาย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MATหมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่คำนึงถึงลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของเบอร์นิส แมคคาร์ธี(ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551: 314; อ้างอิงจาก McCarthy. n.d.) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นและสร้างประสบการณ์ เป็นเทคนิคการใช้สมองซีกขวา ขั้นตอนนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงแนวคิดให้เป็นกิจกรรม โดยกระตุ้นให้ผู้เรียน เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ครูต้องจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น มีความอยากรู้ในสิ่งที่ครูสอน โดยออกแบบกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์จริงของผู้เรียนและควรเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับแนวคิด และเนื้อหาสาระที่ต้องการสอน

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์และไตร่ตรอง เป็นเทคนิคการใช้สมองซีกซ้าย โดยใช้สมองในการคิดวิเคราะห์ ไตร่ตรองประสบการณ์ที่ได้ทำมาอย่างง่าย ๆ ได้แก่ การอภิปรายที่ครูเป็นผู้นำอภิปราย การจินตนาการหรือการสร้างมโนภาพต่างๆ ในสมอง ซึ่งเป็นการคิดจินตนาการของผู้เรียนเองโดยอาศัยความรู้ประสบการณ์เดิม

ขั้นตอนที่ 3 พรั่งพรูประสบการณ์เดิม เป็นทักษะการใช้สมองซีกขวา เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเอาประสบการณ์ส่วนตัวมาเชื่อมโยงกับเนื้อหาสาระที่เรียน เมื่อผู้เรียนได้รับรู้เนื้อหาสาระที่ครูจัดให้แล้ว ผู้เรียนได้นำเอาความรู้เหล่านั้นมาเขียนหรือแสดงความรู้สึกของตนเองออกมา

ขั้นตอนที่ 4 เพิ่มเติมประสบการณ์ใหม่ เป็นเทคนิคการใช้สมองซีกซ้าย ขั้นนี้ผู้เรียนได้รับความรู้และสามารถสังเคราะห์ความรู้ได้จากการจัดกิจกรรมโดยการสาธิต หรือการทำการสอนหรือศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ จากเอกสารตำรา สื่อเทคโนโลยี ขั้นนี้เป็นการสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ในเนื้อหาวิชา และสามารถวิเคราะห์ สรุปความคิดรวบยอดจากเนื้อหาสาระได้

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม เป็นเทคนิคการใช้สมองซีกซ้าย เป็นการทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการลงมือทำ โดยครูทำการฝึกทักษะให้แก่ผู้เรียน กิจกรรมที่ให้ลงมือทำเป็นแบบแผนเป็นขั้นตอนตามที่ครูกำหนด หากเป็นการทดลองก็เป็นการทดลองตามขั้นตอนที่ครูวางไว้ ครูคอยควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด ครูเป็นคนวางแผนและจัดการให้เกิดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 6 เสริม เต็ม แต่ง ฝึกฝนจนชำนาญ เป็นเทคนิคการใช้สมองซีกขวา ครูควรกำหนดกิจกรรมให้มากพอที่ผู้เรียนซึ่งมีความแตกต่างกัน จะได้เลือกปฏิบัติกิจกรรมตามความสนใจและความเหมาะสม จนเกิดความเชี่ยวชาญมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจทาน ประเมิน และประยุกต์ผลงานเป็นเทคนิคการใช้สมองซีกซ้าย ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้ เกิดความกล้าที่จะลองสำรวจ ประเมินตรวจสอบผลงาน สามารถปรับปรุงผลงานของตนเองและให้ข้อเสนอข้อคิดเห็นแก่ผู้อื่นได้ นอกจากนี้ผู้เรียนอาจขยายเพิ่มเติมความรู้โดยการคิดค้นหรือค้นพบสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 8 เผยแพร่และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นเทคนิคการใช้สมองซีกขวาทำการขยายความรู้และแบ่งปันความรู้ที่ค้นพบซึ่งกันและกันหรือเป็นการสะท้อนความรู้ที่ได้รับทั้งหมดตั้งแต่เริ่มสอน เช่น ผู้เรียนช่วยกันตรวจสอบ แก้ไขปรับปรุง เป็นต้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหมายถึง คะแนนความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT ในวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยวัดจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ด้าน คือ

1. ความรู้ ความจำ หมายถึง พฤติกรรมการแสดงออกที่ผู้เรียนรู้ข้อเท็จจริง จำได้หรือระลึกถึงข้อมูลหรือข้อสนเทศ คำที่ใช้เช่น บอก ระบุ ตอบ บรรยาย อ่าน เขียน เป็นต้น

2. ความเข้าใจหมายถึง พฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่สามารถมีความเข้าใจ และสามารถอธิบายได้คำที่ใช้เขียน เช่น แปลความ ตีความ อภิปราย บรรยาย ถ่ายทอด บอกความเหมือน ยกตัวอย่าง อธิบาย เป็นต้น

3. การนำไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่สามารถนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงคำที่ใช้เขียน เช่น แปลความหมาย ใช้ ปฏิบัติ ทดลอง คำนวณ เดิมคำ เป็นต้น

4. การวิเคราะห์ หมายถึง พฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่สามารถแยกแวกคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจได้ง่ายคำที่ใช้เขียน เช่น บอกความแตกต่าง จำแนก แยกแยะ วิเคราะห์ บอกสาเหตุ บอกผล เปรียบเทียบ จัดประเภท จัดกลุ่ม อธิบายหลักการ เรียงลำดับ เขียนขั้นตอน เป็นต้น

3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็น ความเชื่อของนักเรียน ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีที่หลากหลาย อาจเป็นทางบวกหรือทางลบ อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ทำให้บุคคลมีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้าไปในทิศทางใดทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือต่อต้านก็ได้

คุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ด้านเคมี
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมี
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเคมี
4. ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยีด้านเคมี
5. มีส่วนร่วมในกิจกรรมวิชาเคมีอย่างสนุกสนาน
6. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมีในการคิดและปฏิบัติ
7. ตั้งใจเรียนวิชาเคมี
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญ ไตร่ตรองคำนึงถึงผลดีและ

ผลเสีย

4. การสอนแบบปกติ หมายถึง รูปแบบวิธีการการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในห้องเรียนปกติ ซึ่งใช้เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสอนดังนี้

4.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นหรือเร้าความสนใจให้ผู้เรียนให้เกิดความรู้สึกสนใจในเรื่องที่จะเรียนรู้ในครั้งที่สอน ซึ่งผู้สอนอาจเร้าความสนใจด้วยคำถามชวนคิด ภาพ วิดีโอ เล่าข่าวในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนต้องเกิดการสังเกต เกิดข้อคำถามที่อยากจะเรียนรู้ และหาคำตอบจากเรื่องที่เรียน

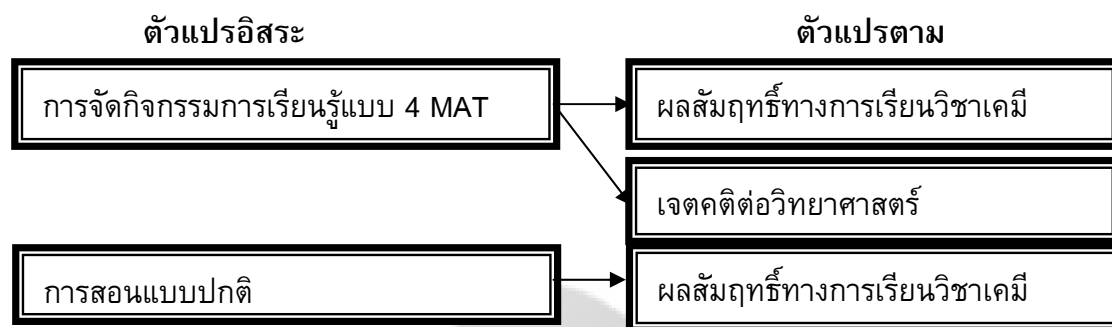
4.2 ขั้นสอน ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนทราบ ครูสอนอธิบายความรู้ใหม่ให้แก่ นักเรียน นักเรียนสืบค้นข้อมูล สืบหา ตรวจสอบ วิเคราะห์หาคำตอบจากการเรียนรู้เรื่องนั้นๆ ด้วยการลงมือปฏิบัติทำการทดลอง ทำแบบฝึกหัด ลงมือทำกิจกรรมในการเรียนรู้ นั้นๆ นักเรียนออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

4.3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการสืบเสาะหาความรู้ จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมหรือการทดลอง ประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้สามารถนำไปใช้อะไรได้ การนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

4.4 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลงานของนักเรียน โดยครูประเมินนักเรียนจากภาระงาน/ชิ้นงาน ทดสอบความรู้จากการทำไปงานแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์หลังเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตร

- 1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
- 1.2 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร

2. เอกสารเกี่ยวกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT

- 2.1 ทฤษฎีสมองซีกซ้ายและซีกขวา
- 2.2 การสอนเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา
- 2.3 ประวัติความเป็นมาของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT
- 2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT
- 2.5 4 MAT กับทฤษฎีพหุปัญญา

3. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

- 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.5 ลักษณะของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี
- 3.6 เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

- 4.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- 4.2 องค์ประกอบของเจตคติ
- 4.3 ลักษณะของเจตคติ
- 4.4 ความสำคัญของเจตคติและการแสดงออกทางเจตคติ
- 4.5 แนวทางในการพัฒนาเจตคติ
- 4.6 ประโยชน์ของเจตคติ
- 4.7 การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

- 5.1 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT
- 5.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT

1. หลักสูตร

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 110, 112 , 128) กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ภายใต้ช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สำหรับตัวชี้วัดในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีดังต่อไปนี้

1. ตั้งคำถามอยู่บนพื้นฐานของความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

2. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบหรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

4. เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและทางลึกในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

5. รวบรวมข้อมูลและบันทึกการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพโดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

6. จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและมีการนำเสนอข้อมูลด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม

7. วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูลและประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

8. พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบโดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุง วิธีการสำรวจตรวจสอบ

9. นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ในชีวิตจริง

10. ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบายการลงความเห็นและการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

11. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้และยอมรับความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลใหม่เพิ่มเติม/โต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

12. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

1.2 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร

ตาราง 1 กำหนดรายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	ระดับชั้น	จำนวนหน่วยกิต	จำนวนชั่วโมง
ว31201	ฟิสิกส์ 1	ม.4	1.5	60
ว31202	ฟิสิกส์ 2	ม.4	1.5	60
ว31221	เคมี 1	ม.4	1.5	60
ว31241	ชีววิทยา 1	ม.4	1.5	60
ว32201	ฟิสิกส์ 3	ม.5	1.5	60
ว32202	ฟิสิกส์ 4	ม.5	1.5	60
ว32221	เคมี 2	ม.5	1.5	60
ว32222	เคมี 3	ม.5	1.5	60
ว32241	ชีววิทยา 2	ม.5	1.5	60
ว32242	ชีววิทยา 3	ม.5	1.5	60
ว33201	ฟิสิกส์ 5	ม.6	1.5	60
ว33202	ฟิสิกส์ 6	ม.6	1.5	60
ว33221	เคมี 4	ม.6	1.5	60
ว33222	เคมี 5	ม.6	1.5	60
ว33241	ชีววิทยา 4	ม.6	1.5	60
ว33242	ชีววิทยา 5	ม.6	1.5	60

ที่มา: หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร. (2551: 32).

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว32221
ภาคเรียนที่ 1

ชื่อรายวิชา วิชาเคมี 2 มัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1.5 หน่วยกิต
เวลา 60 ชั่วโมง

ศึกษาและคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอมของธาตุ มวลของธาตุ 1 อะตอม มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาคมวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP ศึกษาหน่วยและการคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย ศึกษาและทดลองเตรียมสารละลาย ศึกษาและทดลองและเปรียบเทียบจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย ศึกษาความหมายและเขียนสูตรโมเลกุล สูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย และสูตรโครงสร้าง การคำนวณหามวลเป็นร้อยละจากสูตร การคำนวณหาอัตราส่วนจำนวนโมลของสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน ศึกษาสมบัติของระบบปิดและระบบเปิด ศึกษาและฝึกคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เป็นไปตามกฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ ศึกษาทดลองและคำนวณปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีตามกฎของเกย์-ลูสแซก และกฎอาโวกาโดร ศึกษาและฝึกคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารในสมการเคมีนั้นๆ และสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ สารกำหนดปริมาณผลได้ร้อยละ

ศึกษาสมบัติและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง ทดลองเตรียมผลึกสาร และชนิดของผลึก การเปลี่ยนสถานะของของแข็ง การหลอมเหลว การระเหิด ศึกษาวิเคราะห์สมบัติของของเหลวเกี่ยวกับความตึงผิว การระเหย ความดันไอ ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับความดันไอกับจุดเดือดของของเหลว ความสัมพันธ์ระหว่างความดันไอของของเหลวต่างชนิด และผลของอุณหภูมิต่อความดันไอ ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติบางประการของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความดัน อุณหภูมิและปริมาตรของแก๊ส และคำนวณปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สโดยใช้กฎของบอยล์ชาร์ล กฎรวมแก๊ส ศึกษาและคำนวณความดัน ปริมาตร จำนวนโมล มวล และอุณหภูมิของแก๊สตามกฎแก๊สอุดมคติ ศึกษาทดลองการแพร่และอัตราการแพร่ของแก๊ส การคำนวณเกี่ยวกับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม ศึกษาเทคโนโลยีเกี่ยวกับสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊สเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส และการคำนวณเกี่ยวกับผลผลิตของปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการนำไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของมวลอะตอม คำนวณหามวลอะตอม มวลของธาตุ 1 อะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้
2. อธิบายความหมายของมวลโมเลกุล คำนวณหามวลโมเลกุลของสารหรือมวลสูตรของสาร 1 โมเลกุลได้
3. บอกความหมายของปริมาณสาร 1 โมลและเลขอาโวกาโดร บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค โมลกับมวล
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง โมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP
5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆของสาร ซึ่งได้แก่ จำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าว คำนวณหาปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้
6. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆที่กำหนดให้ได้
7. อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการ และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ ที่กำหนดให้ได้
8. เปรียบเทียบจุดเดือด จุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลาย สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกันแต่มีความเข้มข้นต่างกัน และสารละลายที่มีตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นเท่ากัน
9. คำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบจากสูตรที่กำหนดให้ได้
10. คำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลของสารได้
11. เขียนและดุลสมการเคมี เมื่อทราบสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ได้
12. คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้
13. สรุปข้อความของกฎเกย์-ลุสแซกและกฎอาโวกาโดร รวมทั้งสามารถใช้กฎทั้งสอง คำนวณหาปริมาตรของแก๊สที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมีและสูตรโมเลกุลของแก๊ส
14. คำนวณหาจำนวนโมล มวลของสาร ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือ จำนวนอนุภาคของสารจากสมการเคมีได้
15. ระบุสารกำหนดปริมาณและใช้คำนวณหาปริมาณของสารอื่นในปฏิกิริยาเคมีได้
16. คำนวณหาผลได้ร้อยละของสารจากการทดลองที่กำหนดให้ได้
17. อธิบายสมบัติบางประการของของแข็งได้
20. อธิบายเหตุผลที่ทำให้ธาตุบางชนิดปรากฏเป็นรูปต่างๆ ได้
21. อธิบายสมบัติของของเหลวเกี่ยวกับความตึงผิว การระเหยและการเกิดความดันไอได้
22. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันไอกับจุดเดือดของของเหลวได้
23. ใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอธิบายสมบัติบางประการของแก๊สได้

24. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความดัน และปริมาตรของแก๊สได้
25. ใช้กฎต่างๆ ของแก๊สในการคำนวณหาปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลหรือมวลของแก๊สได้
26. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการแพร่ของแก๊สกับมวลโมเลกุล รวมทั้งสามารถเปรียบเทียบอัตราการแพร่และอัตราการแพร่ผ่านของแก๊สได้

หมายเหตุ ในการจัดการเรียนรู้ให้ดำเนินกิจกรรมให้บรรลุถึงมาตรฐาน ว 8.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ด้วย

2. เอกสารเกี่ยวกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT

2.1 ทฤษฎีสมองซีกซ้ายและซีกขวา

สมองเป็นอวัยวะที่สำคัญในร่างกายของมนุษย์ การรับรู้สิ่งต่างๆ ของมนุษย์ต้องอาศัยสมองและระบบประสาทที่เป็นพื้นฐานในการรับรู้ความรู้สึกจากประสาทสัมผัสทั้ง 5 สมองของมนุษย์นั้นมีมวลประมาณ 3 ปอนด์หรือประมาณหนึ่งกิโลกรัมครึ่ง สมองมีหน้าที่ที่สำคัญหลายประการ ได้แก่ การควบคุมรับรู้ความรู้สึก การเรียนรู้ ระบบการคิด การจำ การแสดงพฤติกรรม ตลอดจนการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆ โรเจอร์ สปอร์รี และโรเบิร์ตไฮสไตส์ จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย ได้ค้นพบว่า สมองของมนุษย์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ สมองซีกซ้าย และสมองซีกขวา ซึ่งสมองแต่ละซีกจะควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆ และมีหน้าที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 2 (กิตติชัย สุทธาสิโนบล. 2546: 2) กล่าวคือ

- สมองซีกซ้ายทำหน้าที่การทำงานเกี่ยวกับการวิเคราะห์ แยกแยะ การจัดลำดับ รายละเอียด เหตุผล การแสดงออก ภาษา อักษร ตัวเลข และจำนวน
- สมองซีกขวา ทำหน้าที่เกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึก จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ภาพรวม การเคลื่อนไหว ตลอดจนมิติสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ

ตาราง 2 สรุปการจำแนกความถนัดของสมองซีกซ้ายและขวา

	สมองซีกซ้าย	สมองซีกขวา
กระบวนการทางสมอง	เหตุผล การกระยะแนวนอน ให้คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคำตอบเดียว	อารมณ์ มิติสัมพันธ์ ความคิดสร้างสรรค์
การรับรู้	รับรู้เป็นบางส่วน การวิเคราะห์ภาษา มีลำดับก่อนหลัง	รับรู้ภาพรวม ทันทีทันใด ความรู้สึกสัมผัส
ด้านวิชาการ	มีแบบแผนแน่นอน การบรรยาย การอ่าน เหตุผลเชิงอรรถ วิทยาศาสตร์การคำนวณ	อิสระ สัญชาตญาณและอภิปรัชญา ศิลปะ สุนทรียภาพ
ด้านสังคม	จำชื่อคน / สิ่งของได้ดี วางแผนล่วงหน้า คำสั่งที่เป็นข้อความ มีการใช้ภาษาร่วมกัน	ประสบการณ์ ทันทีทันใด / ปัจจุบัน คิดเป็นรูปภาพ การมองและมิติสัมพันธ์
ด้านอารมณ์และจิตใจ	ภาษา ความเข้าใจความหมายของบทเพลง มีเหตุผล/ คิดเป็นคำพูด/สติปัญญา	ด้านสายตา ดนตรี/เพลงบรรเลง ความคิดเหนือธรรมชาติ อารมณ์

ที่มา: พัชรวิทย์ เกตุแก่นจันทร์. (2540). *สมองกับการเรียนรู้*. หน้า 14.

ถึงแม้ว่า สมองทั้งสองส่วนมีหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกันแต่สมองทั้งสองส่วนไม่ได้ทำงานแบ่งแยกกันอย่างสิ้นเชิง แต่ทำงานประสานสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ ยึดหยุ่นเสริมต่อซึ่งกันและกัน สมองจะทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อทุกส่วนของสมองได้รับการพัฒนาไปพร้อมๆกันอย่างสมดุล

2.2 การสอนเพื่อพัฒนาทั้งสมองซีกซ้ายและขวา

สมศักดิ์ ภูวิภาคารวรร (กิตติชัย สุทธาสิโนบล. 2545: 6-7; อ้างอิงจาก สมศักดิ์ ภูวิภาคารวรร. 2537: 129 - 172) ได้อธิบายถึงแนวการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาศักยภาพทางสมองของมนุษย์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

2.2.1 เทคนิคที่ช่วยพัฒนาสมองซีกขวา

2.2.1.1 เทคนิคเปรียบเทียบเชิงอุปมา (Metaphor) เน้นการสอนโดยเปรียบเทียบเพื่อเชื่อมโยงความรู้เก่าให้เข้ากับความรู้ใหม่ เป็นการเรียนที่ให้ประโยชน์ทั้งเด็กเก่งและเด็กอ่อนพร้อมๆ กัน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรใช้วิธีการเปรียบเทียบเชิงอุปมาอย่างมีประสิทธิภาพทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้มีความสามารถทางด้านการคิดอย่างหลากหลาย

2.2.1.2 เทคนิคการส่งเสริมการคิดโดยใช้ภาพเป็นสื่อ (Visual thinking) เป็นการคิดโดยใช้ภาพเป็นสื่อเป็นการมองเห็นภาพหรือแผนภูมิและการสร้างภาพในการคิดซึ่งเป็นรากฐานในการพัฒนาสมองของมนุษย์อย่างแท้จริง

2.2.2 การใช้จินตนาการเพื่อพัฒนาสมองทั้งสองซีก การใช้จินตนาการเป็นการสร้างความคุ้นเคยจากประสบการณ์ส่วนบุคคล สามารถสอนให้นักเรียนเข้าสู่จินตนาการได้โดยนักเรียนเป็นผู้สังเกตหรือให้นักเรียนเป็นผู้สมมติตนเองเป็นสิ่งต่างๆ ในจินตนาการ

2.2.3 การเรียนรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสหลายด้าน (Multisensory learning) การใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านในหลายมิติการเรียนรู้ เป็นการพัฒนาสมองทั้งสองซีกไปพร้อมๆ กัน การจัดการเรียนรู้ควรเน้นประสบการณ์ตรง และการพัฒนาประสาทสัมผัสหลายด้าน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัสเพื่อช่วยในการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งเป็นเทคนิคการพัฒนาอัจฉริยภาพที่ซ่อนเร้นแก่ผู้เรียนให้เต็มศักยภาพ

สรุปได้ว่า การสอนเพื่อพัฒนาสมองนั้น ควรพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและขวาอย่างสมดุล โดยเลือกกิจกรรมที่ตอบสนองกับการเรียนรู้ตามความแตกต่างของผู้เรียนและให้ผู้เรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสหลายๆ ด้าน เพื่อค้นหาและพัฒนาอัจฉริยภาพที่ซ่อนเร้นของผู้เรียน

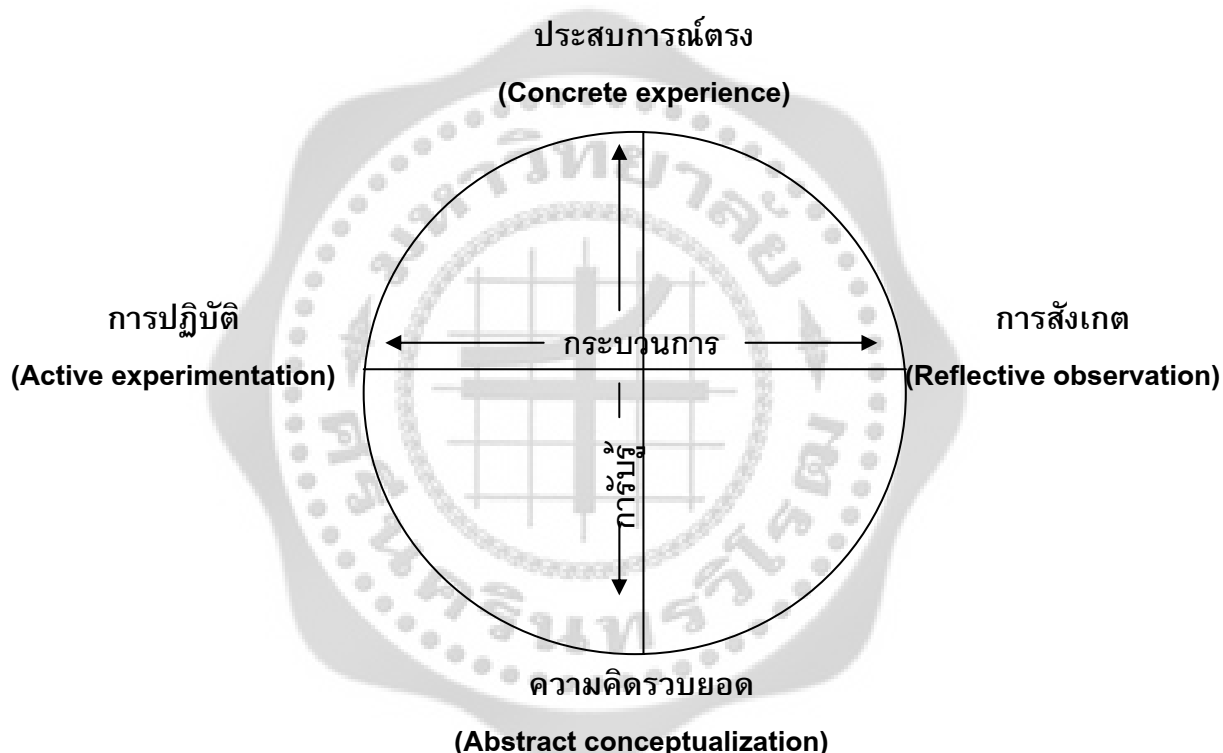
2.3 ประวัติความเป็นมาของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4MAT

กิตติชัย สุธาสิโนบล (2545: 12 – 15) กล่าวว่า รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ 4MAT พัฒนาขึ้นจากการค้นคว้าวิจัยของ เบอร์นิสแมคคาร์ธี (Bernice McCarthy) นักการศึกษาที่เชื่อในศักยภาพของผู้เรียน ในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยคำนึงถึงรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคุณลักษณะและความสมดุลทางสมองของมนุษย์ แนวคิดที่มีอิทธิพลต่อเบอร์นิสแมคคาร์ธีมากที่สุด คือแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ของ เดวิด คอลบ์ (David Kolb) ที่มีแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ใน 2 มิติ คือ การรับรู้ (Perception) และการจัดกระบวนการรับรู้ (Processing) โดยการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นผลมาจากวิธีการที่บุคคลรับรู้ แล้วจัดกระบวนการเรียนรู้เสียใหม่ตามแนวความถนัดของตนเอง

การรับรู้ เกิดขึ้นได้ 2 วิธี คือ การรับรู้โดยผ่านประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์รูปธรรม (Concrete experience) และการรับรู้โดยผ่านความคิดรวบยอดหรือนามธรรม (Abstract conceptualization) ซึ่งเขียนอธิบายโดยการเขียนกราฟ แทนด้วยเส้นตรงตามแนวตั้ง(แกน Y)

การจัดกระบวนการรับรู้ เกิดขึ้นได้ 2 วิธี คือ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติจริง (Active experimentation) และกระบวนการที่เกิดจากการเฝ้าสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Reflective experimentation) ซึ่งเขียนอธิบายโดยการเขียนกราฟ แทนด้วยเส้นตรงแนวนอน (แกน X)

เดวิด คอลบ์ ได้นำเอาการรับรู้ และการจัดกระบวนการเรียนรู้ มาสร้างเป็นกราฟสองเส้นตัดกัน เพื่อแบ่งคุณลักษณะของผู้เรียน ทำให้เกิดพื้นที่ 4 ส่วน ตามจุดตัดของแกนการรับรู้ และแกนของกระบวนการรับรู้ โดยให้ส่วนที่เป็นวงล้อแห่งการเรียนรู้เป็นลักษณะของผู้เรียน 4 แบบ ซึ่งมีรูปแบบการรับรู้และกระบวนการรับรู้ที่แตกต่างกัน ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 รูปแบบการเรียนรู้ของเดวิด คอลบ์ (David Kolb)

ที่มา: กิตติชัย สุราสีโนบล. (2545). การจัดกระบวนการเรียนรู้ 4MAT เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะดี มีปัญญา มีความสุข. หน้า 14.

ต่อมาเบอร์นีส แมคคาร์ธี ได้ประยุกต์แนวคิดของ เดวิด คอลบ์ โดยให้พื้นที่ทั้ง 4 ส่วนที่เกิดจากการตัดกันของแกนการรับรู้และแกนกระบวนการ แทนลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 ประเภท ซึ่งคำนึงถึงระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวากับธรรมชาติของการเรียนรู้

2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2552: 550 - 551) ได้กล่าวถึงหลักการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4MAT สรุปประเด็นสำคัญได้ ดังนี้

2.4.1 แบบฉบับหรือลีลาการเรียนรู้อของผู้เรียน 4 แบบ

พื้นฐานแนวคิดในเรื่องระบบการสอน แบบ 4MAT เชื่อว่ามนุษย์แต่ละคนได้รับประสบการณ์ความรู้ได้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันซึ่งมีอยู่มากมายหลายวิธี และมนุษย์แต่ละคนก็มีวิธีจัดการกับประสบการณ์และความรู้ที่ได้หลายวิธีที่แตกต่างกันด้วยเช่นกัน เพราะฉะนั้นเทคนิคในการรับความรู้และเทคนิคในการเฝ้าหาความรู้และค้นหาความรู้ หากได้รับการจัดการให้เหมาะสมกับผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนเกิดแบบฉบับในการเรียนรู้ของตนเองที่ไม่เหมือนใคร และจะเกิดความสุขในการเรียนรู้ตามแบบฉบับของตนเองด้วยเช่นกัน แบบฉบับการเรียนรู้ของผู้เรียนดังกล่าว มี 4 แบบ และการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบนี้มีคุณค่าเท่าเทียมกัน ได้แก่

1) ผู้เรียนแบบที่ 1 (WHY) เป็นคนช่างคิด ช่างสงสัย อยากรู้อย่างเห็น ชอบการเรียนรู้ด้วยการสังเกตและสัมผัส ชอบการเรียนรู้จากการฟัง การสังเกต เฝ้าดู ชอบจินตนาการแล้วนำไปแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การพูดคุย สนทนา หรือทำงานร่วมกับผู้อื่น จึงมักชอบตั้งคำถามว่าทำไม และจะกระตือรือร้น สนใจในการค้นหาความรู้ที่เกิดจากการถามว่า ทำไม

2) ผู้เรียนแบบที่ 2 (WHAT) เป็นผู้ที่สนใจข้อเท็จจริง ชอบเรียนรู้จากการรับรู้ข้อมูล ข่าวสารหรือสิ่งต่างๆ จากครูหรือผู้สอน หรือจากคนอื่น ๆ เป็นคนช่างวิเคราะห์ ชอบการเรียนรู้ด้วยวิธีการคิดไตร่ตรอง เรียนรู้อย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ เป็นระบบและเป็นสาระสำคัญ

3) ผู้เรียนแบบที่ 3 (HOW) เป็นผู้ที่สนใจในวิธีการต่างๆ อยากรู้ว่าสิ่งต่างๆ นั้นทำงานอย่างไร ชอบที่จะลงมือปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้จากสามัญสำนึกที่สัมผัสได้ การทดลอง การฝึกปฏิบัติ อยากเรียนรู้ว่าสิ่งต่างๆ นั้นทำงานอย่างไร สิ่งนี้ใช้อย่างไร

4) ผู้เรียนแบบที่ 4 (IF) ชอบค้นหาวาเป็นไปได้อย่างไร ถ้าไม่เป็นแบบนี้ จะเป็นอย่างไรได้หรือมีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็วแล้วนำมาดัดแปลงหรือประยุกต์ให้เป็นสิ่งใหม่ได้ดี จึงสนใจในการค้นหาสิ่งใหม่ๆ ด้วยตนเอง ด้วยการทดลอง พิสูจน์ เรียนรู้จากความรู้สึกของตนเอง เรียนรู้ด้วยการลองผิดลองถูกที่จะลงมือทำและค้นพบสิ่งใหม่ด้วยตนเอง

2.2.2 ลีลาการสอนหรือวิธีการสอนของครูหรือผู้สอน

เมื่อผู้เรียนมีลีลาหรือมีแบบฉบับในการเรียนรู้ที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นครูหรือผู้สอนจึงต้องมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนดังกล่าวทั้ง 4 แบบ ครูหรือผู้สอนจะต้องจัดกระบวนการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ตามความถนัดของผู้เรียนแต่ละคนที่ไม่เหมือนกัน เพื่อตอบสนองต่อความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างทั่วถึงทุกคน เด็กทุกคนจะมีความสุขในการเรียนรู้ในช่วงเวลาหนึ่งของตนเองที่มีความถนัดและในช่วงเวลาที่ตนเองไม่มีความถนัดก็จะเป็นช่วงเวลาที่ได้พัฒนาศักยภาพที่ตนเองบกพร่อง

บทบาทหรือลีลาการสอนของครู 4 แบบ มีดังนี้

1. บทบาทที่ 1 ครู เป็นผู้กระตุ้น สร้างแรงจูงใจครูจะต้องเป็นผู้ช่วย/กระตุ้นการเรียนรู้และสร้างแรงจูงใจหรือที่เรียกว่า เป็นการกระตุ้นต่อม “เอ๊ะ” ให้กับผู้เรียน โดยการให้เขาได้สังเกต คิดไตร่ตรอง สัมผัสครู หรือผู้สอนนำประสบการณ์จริงไปสู่การคิด การจินตนาการ กระตุ้นให้เขาได้ฟัง ได้เห็นและอยากคิด อยากตั้งคำถาม ซึ่งคำถามที่เกิดขึ้นมีมากมายหลากหลาย แต่สิ่งที่ควรเกิดขึ้นกับผู้เรียนมากที่สุด คือ คำว่า “ทำไม” และเพราะอะไร วิธีการสอนอาจใช้สถานการณ์จำลอง การอภิปราย การระดมสมอง การทำงานกลุ่ม การให้สังเกตสิ่งต่างๆ การตั้งคำถามในบทบาทนี้จะทำให้ผู้เรียนแบบที่ 1 (WHY) มีความสุข ความสบายใจ ในการเรียนมากที่สุด

2. บทบาทที่ 2 ครูคือผู้สอนผู้บอกความรู้ บทบาทของครู คือ เป็นผู้ป้อนความรู้ ป้อนความจริงให้กับผู้เรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ครูจะต้องให้ความรู้เนื้อหาสาระที่เป็นหลักการมีแก่นสารที่ลุ่มลึกให้แก่ผู้เรียน ครูเป็นสอน ผู้แจ้งให้ทราบ ครูเป็นผู้รู้มีบทบาทที่สำคัญที่สุด จะทำให้ผู้เรียนแบบที่ 2 (WHAT) คือ ผู้ชอบจด ชอบจำ ชอบฟัง มีความสุข ความสบายใจในการเรียนมากที่สุด บทบาทนี้นับว่าเป็นบทบาทแบบเดิมๆ ที่ครูส่วนใหญ่เคยใช้กันมาแล้ว

3. บทบาทที่ 3 ครูคือโค้ชหรือผู้ฝึกสอน บทบาทคือ จัดเตรียมสถานการณ์และสื่ออุปกรณ์ให้ผู้เรียน ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ แนะนำ ทำหน้าที่อำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติให้สำเร็จ ครูจะปล่อยให้ผู้เรียนลงมือทำจากของจริง และฝึกปฏิบัติจากของจริงด้วยตนเองการเรียนการสอนเน้นทักษะที่เป็นชีวิตจริง ครูจึงเปรียบเสมือนโค้ชหรือผู้ฝึกสอน ครูจึงต้องออกแบบกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนกระหายอยากลงมือปฏิบัติไปจนสำเร็จ บทบาทนี้ผู้เรียนแบบที่ 3 (HOW) จะมีความสุข ความสบายใจมากที่สุด

4. บทบาทที่ 4 ครู คือ ผู้ประเมินผล ผู้ร่วมเรียนรู้และเป็นผู้แก้ไข บทบาทของครู คือ ผู้จัดสถานการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ค้นหา คิดค้น และทดลองทำสิ่งใหม่ๆ โดยการประยุกต์ความรู้ที่เรียนมา หรือประมวลความรู้ต่างๆ ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ครูจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนกระตือรือร้นได้คิดค้น หรือค้นพบสิ่งใหม่ๆ ถ้าไม่เป็นอย่างนี้แล้วจะเป็นอย่างไรได้อีกมันจะเป็นแบบอื่นได้อีกหรือไม่ ถ้าไม่เป็นอย่างนี้ มันจะเกิดอะไรขึ้น หรือถ้าเป็นอย่างนี้แล้วจะเกิดอะไรขึ้น หรือถ้ามันเป็นอย่างนั้นแล้วจะทำอย่างไร ครูจะกระตุ้นให้ผู้เรียนลองผิดลองถูก และเรียนรู้เองสอนกันเอง ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ครูเพียงแต่เป็นผู้ร่วมเรียนรู้ ผู้ร่วมค้นหาและค้นพบความรู้ไปพร้อมกับผู้เรียน และเมื่อค้นพบความรู้แล้ว ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ประเมินความรู้ และผลงานผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร และคอยแก้ไข แนะนำผลงานของผู้เรียนเท่านั้น บทบาทนี้ผู้เรียนแบบที่ 4 (IF) จะมีความสุขในการเรียนมากที่สุด

เมื่อผู้เรียนมีแบบฉบับหรือลีลาการเรียนรู้ 4 แบบที่ไม่เหมือนกัน การจัดการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ของผู้เรียนจึงมี 4 แบบ ดังภาพประกอบ 3



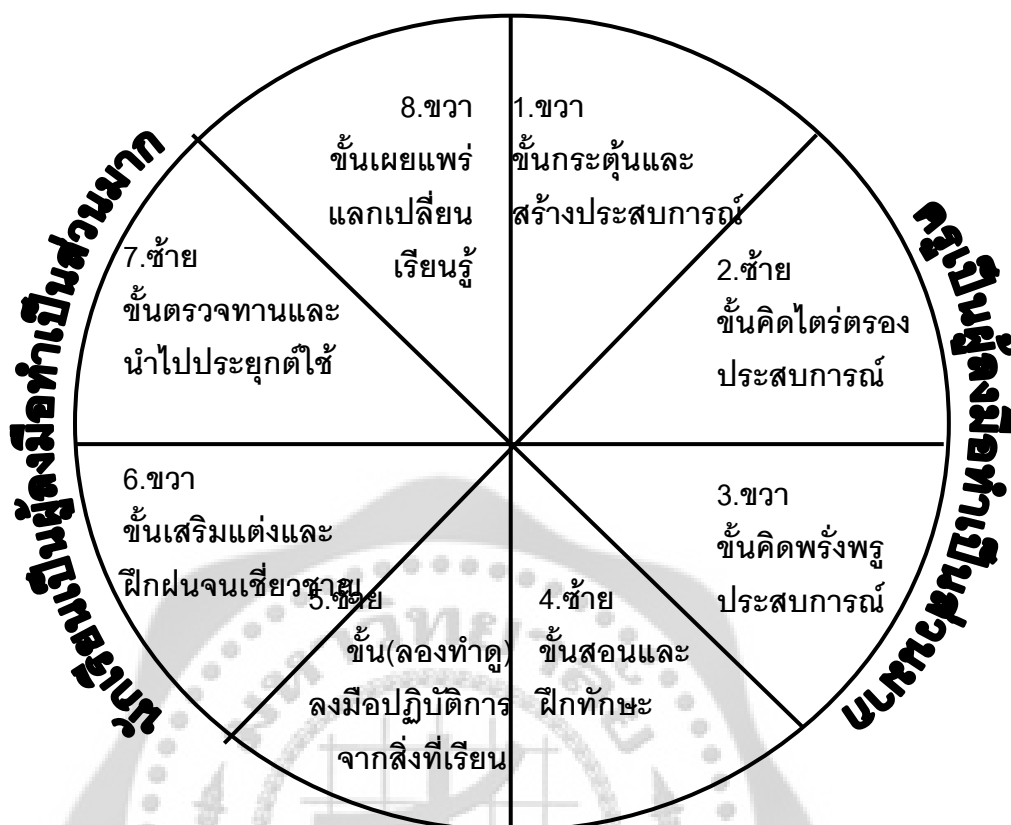
ภาพประกอบ 3 แสดงหลายลีลาการสอนของครู หลายลีลาการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ

ที่มา: ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 2. หน้า 309.

จากภาพดังกล่าว จะเห็นได้ว่าสามารถแบ่งช่วงเวลาของการสอนเป็น 4 ช่วงในแต่ละช่วงครูและผู้เรียนจะมีบทบาทที่แตกต่างกันไป เพื่อให้ผู้เรียนทั้ง 4 แบบ มีความสุข ความสบายใจ และเรียนสำเร็จในระยะเวลาหนึ่งในช่วงที่เขามีความถนัดมีความสนใจ และในเวลาที่เหลือจะใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพการเรียนรู้ในด้านอื่นๆ เพราะฉะนั้น การจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT จึงมีคุณค่าเท่าเทียมกัน และเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในเนื้อหาหนึ่งๆ ผู้เรียนทุกคน จะมีความสุขในการเรียนรู้เหมือนกัน

2.2.3 รูปแบบหรือขั้นตอนการสอน

การสอนตามทฤษฎี 4 MAT มุ่งพัฒนามอง 2 ซีก คือ ซีกซ้ายและซีกขวา ไปพร้อมๆ กัน โดยเริ่มการสอนด้วยกิจกรรมที่ใช้สมองซีกขวาก่อนแล้วไปจัดกิจกรรมที่พัฒนามองซีกซ้าย แล้วไปขวา – ซ้าย, ซ้าย – ขวา, ซ้าย – ขวาตามลำดับต่อเนื่องกันไป 8 ขั้นตอน โดยเริ่มต้นการสอนขั้นที่ 1 ด้วยการพัฒนามองซีกขวา และจบการสอนขั้นที่ 8 ลงด้วยเทคนิคการพัฒนามองซีกขวา เช่นเดียวกันดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 เทคนิคและขั้นตอนการสอน 8 ขั้นตอน

ที่มา: ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. หน้า 310.

ช่วงเสี้ยวที่ 1WHY ผู้เรียนที่ช่างคิดช่างสงสัย ช่างตั้งคำถาม จะมีความสุขมากที่สุด ครู คือ ผู้กระตุ้น ยั่วยุ ให้อยากรู้อยากเห็น

1. ขั้นกระตุ้นและสร้างประสบการณ์ โดยใช้เทคนิคกิจกรรมการใช้สมองซีกขวา ขั้นตอนนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงแนวคิดให้เป็นกิจกรรมโดยกระตุ้นยั่วยุให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ครูผู้สอนต้องตั้งใจให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ครูผู้สอนต้องตั้งใจให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น มีความอยากรู้อยากเห็นและสงสัย ใครที่จะเรียนรู้ในสิ่งที่ครูสอน โดยการออกแบบกิจกรรมเป็นประสบการณ์จริงหรือเป็นกิจกรรมที่เชื่อมโยงประสบการณ์ดั้งเดิมของผู้เรียน และควรต้องเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับแนวคิดและเนื้อหาสาระที่ต้องการจะสอน กิจกรรมที่ใช้ได้ดีในขั้นนี้ได้แก่ ฝึกทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งคำถาม การสร้างจินตนาการหรือมโนภาพ ทักษะการวินิจฉัย การจำแนก แยกแยะ ทักษะกระบวนการกลุ่ม เช่น การระดมสมอง การพูด การฟัง การสนทนา โต้ตอบ เป็นต้น

2. ขั้นวิเคราะห์และไตร่ตรอง โดยใช้เทคนิคกิจกรรมการใช้สมองซีกซ้าย เป็นการให้สมองคิดวิเคราะห์ไตร่ตรองในสิ่งที่ครูกระตุ้นยั่วจากประสบการณ์เดิมที่มีมาเพื่อตอบคำถาม และเชื่อมโยงกับสิ่งที่ครูกระตุ้น จะไม่ใช่เทคนิคการคิดวิเคราะห์ที่ย่างยากมากเกินไป ได้แก่การจินตนาการหรือสร้างมโนภาพต่างๆในสมอง เช่น การคิดคำนึงถึงข้อดี ข้อเสีย ความถูกต้อง ความไม่สมเหตุสมผลของสิ่งต่างๆ

ช่วงเลี้ยวที่ 2WHAT ผู้เรียนที่ช่างคิดวิเคราะห์ จะเป็นผู้ที่มีความสุขมากที่สุด ครูคือ ผู้สอน

3. ขั้นพรั่งพรูประสบการณ์เดิม โดยใช้เทคนิคกิจกรรมการใช้สมองซีกขวา เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเอาประสบการณ์ส่วนตัวโยงเข้ากับเนื้อหาสาระที่เรียน โดยเมื่อผู้เรียนได้รับรู้เนื้อหาสาระ และได้ผ่านกระบวนการ คิดวิเคราะห์และไตร่ตรองแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสนำเอาความรู้เหล่านั้นมาพูดมาเขียนหรือแสดงความรู้สึกของตนเอง โดยอาจใช้กิจกรรมการตอบคำถาม ทำใบงานหรือการอภิปรายจากประสบการณ์ของผู้เรียนเอง

4. ขั้นเติมประสบการณ์ใหม่ โดยใช้เทคนิคกิจกรรมการใช้สมองซีกซ้าย ขั้นที่ 4 ครูจะเป็นผู้สอน ผู้ให้ความรู้ที่เป็นสาระเนื้อหาให้กับผู้เรียน ผู้เรียนได้รับความรู้และสามารถสังเคราะห์ความรู้ได้จากการที่ครูจัดกิจกรรม บทบาทของครูได้แก่ การสอน การบอก การอธิบาย การบรรยาย การสาธิต หรือเชิญวิทยากรมาบรรยาย เพื่อให้เนื้อหาสาระความรู้แก่ผู้เรียน หรือทำได้โดยการพาผู้เรียนไปดูการปฏิบัติงานของบุคคลในอาชีพต่างๆ เชิญวิทยากรมาบรรยายเกี่ยวกับอาชีพของตน เป็นต้น ผู้เรียนจะเป็นสุขใจ เมื่อได้รับความรู้ที่เป็นหลักการ แก่นสารจากครู

ช่วงเลี้ยวที่ 3 HOW ผู้เรียนกระหายอยากลองทำดู จะเป็นผู้ที่มีความสุขมากที่สุด ครูคือโค้ช

5. ขั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้เทคนิคกิจกรรมการใช้สมองซีกซ้าย ขั้นตอนนี้เป็นการให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการลงมือปฏิบัติ เพื่อเติม ย้ำ ซ้ำ ทบทวน ความรู้จากครูเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยครูทำการฝึกทักษะให้แก่ผู้เรียน ให้ผู้เรียนฝึกฝนและปฏิบัติตามขั้นตอน แบบแผนตามที่ครูกำหนด หากเป็นการทดลองก็เป็นการทดลองตามขั้นตอนที่ครูวางไว้ ครูคอยดูแลอย่างใกล้ชิด ครูเป็นคณวางแผนออกแบบกิจกรรมและจัดการให้เกิดการเรียนรู้

6. ขั้นเสริม เติม แต่ง ฝึกฝนจนชำนาญ โดยใช้เทคนิคกิจกรรมการใช้สมองซีกขวา เมื่อผู้เรียนได้ฝึกทักษะตามที่ครูวางแผนมาแล้วในขั้นตอนนี้จะเป็นการฝึกฝนจนเกิดมีความก้าวหน้า เกิดความชำนาญและมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้น ผู้เรียนรู้สึกมั่นใจในความรู้ รู้สึกว่ามั่นคงปลอดภัย ผู้เรียนได้สร้างผลงานของตนเอง ครูผู้สอนควรกำหนดกิจกรรมให้มากพอที่ผู้เรียนซึ่งมีความแตกต่างกัน จะได้เลือกปฏิบัติตามความสนใจและความเหมาะสมของตนเอง

ช่วงเลี้ยวที่ 4 IF ผู้เรียนค้นพบ สร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง จะเป็นผู้ที่มีความสุขมากที่สุด ครูคือผู้ประเมิน ผู้แก้ไข

7. ขั้นตรวจทาน ประเมิน และประยุกต์ผลงาน โดยใช้กิจกรรมการใช้สมองซีกซ้าย เมื่อผู้เรียนเกิดความรู้ ความมั่นใจและสามารถสร้างผลงานได้แล้ว ก็เริ่มมีความกล้าที่จะลองตรวจทานและประเมินผลงานได้ด้วยตนเอง และเริ่มมีความกล้าพอที่จะแสวงหาค้นคว้าสิ่งใหม่ๆ เพิ่มเติมด้วยตนเอง ผู้เรียนมีความสุขถ้าครูให้คิดค้นสรรหา สร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนควรได้มีโอกาสทั้งการทำงานเดี่ยวและทำงานเป็นทีมด้วย

8. ขึ้นเผยแพร่และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคกิจกรรมการใช้สมองซีกขวา เป็นการกล้าและแสดงความมั่นใจที่จะเผยแพร่ ขยายความรู้ และแบ่งปันความรู้ที่ค้นพบแก่กันและกัน เช่น ผู้เรียนช่วยกันตรวจสอบ แก้ไขปรับปรุงงานของกันและกัน รายงานผลงานหน้าชั้น ดิชม วิพากษ์ วิจารณ์งานของกันและกัน ตรวจสอบและให้คะแนนผลงานของเพื่อน

2.2.4 ประโยชน์และข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT

แมคคาร์ธี(McCarthy. 1990: 194 – 195)ได้กล่าวถึงประโยชน์และข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT สรุปได้ ดังนี้

ประโยชน์การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

1. ผู้เรียนได้พัฒนาสมองทั้งซีกขวาและซีกซ้ายอย่างสมดุล
2. ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ฝึกความเป็นประชาธิปไตย รู้จักรับฟังและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
3. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดและการตัดสินใจในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้แสดงออกซึ่งความคิดสร้างสรรค์
4. ผู้เรียนมีการเรียนรู้จากการสร้างชิ้นงานต่าง ๆ ด้วยตนเอง มีความภูมิใจในความสำเร็จของตนเอง

ข้อจำกัดของการกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT

1. ผู้สอนต้องวางแผนการจัดกิจกรรมอย่างหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะในการพัฒนาสมองและสร้างสรรค์ชิ้นงาน
2. ผู้สอนต้องติดตามการเข้าร่วมกิจกรรมของผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอและคอยชี้แนะผู้เรียนบางคนหรือบางกลุ่มที่ไม่สามารถพัฒนาตนเองได้เท่าเทียมเพื่อน
3. ใช้เวลาหรือจำนวนชั่วโมงในการจัดกิจกรรมจำนวนมากหลายชั่วโมง ผู้สอนจึงควรระบุช่วงเวลาแต่ละชั่วโมงให้ชัดเจน

2.2.5 ข้อควรคำนึงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4MAT

แมคคาร์ธีและมอร์ริส (McCarthy; & Morris. 1990: 186) ได้สรุปข้อคำนึงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT ดังนี้

1. ไม่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่ดีที่สุด เพราะกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกัน
2. ไม่มีวิธีการเรียนรู้ใดที่สามารถกระตุ้นและตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนได้อย่างเพียงพอ
3. ผู้สอนต้องศึกษาและเข้าใจแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งศึกษาระบบการทำงานของสมองและกำหนดกิจกรรมที่ดีที่สุดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาการวิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง
5. ควรมีการพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้ 4 MAT ของครูผู้สอนระยะยาวอย่างต่อเนื่อง ให้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ

6. ผลสรุปสุดท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4MAT ช่วยทำให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ระดับสูงง่ายขึ้นในอนาคต และมีความสุขในการเรียนรู้

2.5 4 MATกับทฤษฎีพหุปัญญา(Theory of Multiple Intelligences)

ฮาวาร์ด การ์ดเนอร์ (กิตติชัย สุทธาสิโนบล. 2545: 29 -30; อ้างอิงจาก Howard Gardner. 1993) ได้แบ่งปัญญา (ความเก่ง) ของมนุษย์ไว้ 8 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถทางด้านภาษา (Linguistic Intelligences) เป็นความสามารถในการใช้ภาษาแสดงความคิดเห็นของตนเอง เพื่ออธิบายเรื่องราวต่างๆ ซึ่งปรากฏและมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาชีพนักพูด นักเขียน กวี ทนายความ นักการขาย นักการเมือง และนักหนังสือพิมพ์
2. ความสามารถทางด้านตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์(Logical Mathematical Intelligences) เป็นความสามารถในการใช้ตัวเลขในการคิดคำนวณ จำแนก คาดการณ์ ตั้งสมมติฐาน ตลอดจนความสัมพันธ์ในการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งปรากฏและมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาชีพนักวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ นักคอมพิวเตอร์ นักตรรกศาสตร์ นักบัญชีและนักสถิติ
3. ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Intelligences) เป็นความสามารถในการคิดอิสระ การสร้างภาพด้านรูปทรง รูปภาพ วัตถุต่างๆ สามารถจำลองภาพ 3 มิติที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมต่างๆ ซึ่งปรากฏและมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาชีพนักประดิษฐ์ นักบิน ศิลปิน มัณฑนากร นักเล่นหมากรุก ช่างแกะสลัก นักเดินเรือ สถาปนิก และนักนำทาง
4. ความสามารถทางด้านการเคลื่อนไหวร่างกาย (Bodily – Kinesthetic Intelligences) เป็นความสามารถในการใช้ร่างกาย แสดงความรู้สึกนึกคิด แสดงทักษะ ความแข็งแรง รวดเร็ว ยืดหยุ่น ว่องไว และมีประสาทสัมผัสที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งปรากฏและมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาชีพนักกีฬา นักแสดง นักเต้น นาฏศิลป์ นักปั้น และนักเครื่องยนต์กลไก
5. ความสามารถทางด้านดนตรี (Musical Intelligences) เป็นความสามารถในการใช้จังหวะหรือการวิเคราะห์รูปแบบทำนองเพลง เรียนรู้จังหวะได้ง่าย ซึ่งปรากฏและมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาชีพนักดนตรี นักประพันธ์เพลง นักร้อง นักการทูตนักข่าวและนักแต่งเพลง
6. ความสามารถทางด้านมนุษยสัมพันธ์ (Interpersonal Intelligences) เป็นความสามารถในการใช้อารมณ์ ความรู้สึก ตลอดจนกิริยาท่าทางในการแสดงความสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ความสามารถในการปรับตัวเพื่อให้พร้อมที่จะเป็นผู้นำผู้ตามและสามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งปรากฏและมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาชีพ นักประพันธ์ ครูอาจารย์ นักการตลาด นักการเมือง พิธีกร นักธุรกิจ และนักสื่อสารมวลชน
7. ความสามารถทางด้านความเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligences) เป็นความสามารถในการเรียนรู้จักตนเอง เข้าใจตนเอง รู้เท่าทันอารมณ์ ควบคุมร่างกายและจิตใจตนเอง ตามวิถีทางที่ถูกต้อง สร้างสรรค์ ซึ่งปรากฏและมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาชีพ ผู้นำศาสนา ผู้นำทางจิตวิญญาณ จิตแพทย์ และนักจิตวิทยา

8. ความสามารถทางด้านการเข้าใจธรรมชาติ (Naturalist Intelligences) เป็นความสามารถในการรู้จักธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ว่าเป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตหรือการดำเนินชีวิตของตนเองร่วมกับผู้อื่นอย่างไร ซึ่งปรากฏและมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาชีพ นักวิทยาศาสตร์ นักอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม นักอนุรักษ์ธรรมชาติและนักพฤกษศาสตร์

จากแนวคิดเชิงทฤษฎีพหุปัญญา ทำให้มนุษย์เข้าใจและยอมรับความเป็นคนมีปัญญา (ความเก่ง) ของมนุษย์เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับการจัดกระบวนการเรียนรู้ 4 MAT เป็นอย่างมาก ด้วยเหตุผลที่น่าเชื่อถือ ดังนี้

1. การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบ 4MAT คำนึงถึงความสำคัญและความถนัดทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพหุปัญญาที่ส่งเสริมความสามารถของมนุษย์ในด้านต่างๆ อย่างเท่าเทียมกัน

2. การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบ 4 MAT คำนึงถึงความสำคัญในการจัดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถในด้านต่างๆ ได้เป็นผู้นำในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตนเองถนัด และฝึกเป็นผู้ตามในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตนเองไม่ถนัด ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพหุปัญญา ที่ให้ความสำคัญกับความเก่งของมนุษย์ด้านต่างๆ อย่างเท่าเทียมกัน

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ช่วยทำให้ผู้เรียนที่มีความถนัดในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันเกิดความภาคภูมิใจในตนเอง และพร้อมที่จะนำความสามารถที่ตนมีมาร่วมส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับตนเองและสังคม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพหุปัญญา ที่ทำให้มนุษย์ภาคภูมิใจในความเก่งของตนและพร้อมที่จะได้รับการยกย่องจากคนในสังคมเช่นกัน

จากข้อความที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้ 4MAT มีความสัมพันธ์กับทฤษฎีพหุปัญญาเป็นอย่างมาก ดังนั้นครูผู้สอนต้องพยายามค้นหาความเก่งของผู้เรียนแต่ละบุคคล และจัดกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนให้มีปัญญา (ความเก่ง) ภายใต้งานทาง วิธีการที่ถูกต้องดีงามและสร้างสรรค์ตลอดไป

3. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บังอร ภัทรโกมล (2541: 31) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สมรรถภาพทางสมองและสติปัญญา เช่น ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งวัดหลังการเรียน และจะต้องวัดตามจุดประสงค์ของวิชาและเนื้อหาที่สอน ซึ่งวัดจากคะแนนที่นักเรียนตอบแบบทดสอบ

วิไลรัตน์ กลิ่นจันทร์ (2552: 54) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความสามารถของบุคคลที่ต้องอาศัยทักษะ ความรอบรู้ ทักษะที่ได้รับจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม สั่งสอน ทำให้เกิดความสำเร็จหรือความสามารถในด้านต่างๆ

จารุวรรณ นาคคุบัว (2552: 25) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าเป็น ความรู้ ความสามารถของผู้เรียนในการพยายามเข้าถึงความรู้และทักษะทางการเรียน ที่เกิดขึ้นจากหลังการเรียนการสอนซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จินดารัตน์ แก้วพิกุล (2554: 48) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในด้านความรู้ และทักษะทางการเรียน โดยปกติจะพิจารณาจากคะแนนสอบหรือภาระงานที่ครูกำหนดให้ทำหรือทั้งสองอย่าง

กูด (Good. 1973: 7) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าเป็น ความรู้หรือทักษะ อันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่างๆที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งได้ผลมาจากการทดสอบของครูผู้สอน หรือ ผู้รับผิดชอบในการสอน หรือรวมทั้งสองอย่าง

ไอแซกและไมล (Eysenk; & Meili. 1972: 6) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ว่า เป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยความสามารถเฉพาะตัว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้มาจากระบวนการที่ต้องอาศัยแบบทดสอบ เช่น การสังเกต หรือการตรวจการบ้าน หรืออาจได้ในรูปของเกรดโรงเรียน ซึ่งอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและระยะเวลานานพอสมควรด้วยการวัดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะความรู้ ความสามารถและทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนอันเกิดจากการเรียนรู้หลังจากผ่านการเรียนการสอน ทั้งนี้เป็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยความสามารถทั้งทางร่างกายและสติปัญญา ซึ่งสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้นได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แครร์รอล (Carroll. 1963: 723 - 733) ได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน โดยครู นักเรียน และหลักสูตรเป็นองค์ประกอบที่สำคัญโดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีผลโดยตรงต่อความรู้ของนักเรียนที่ได้รับ

แมดดอกซ์ (Maddox. 1965: 9) ได้ทำการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญาและความสามารถทางสมองร้อยละ 50 - 60 ขึ้นอยู่กับความพยายามและวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพร้อยละ 30-40 และขึ้นอยู่กับโอกาสและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 10 - 15

บลูม (Bloom. 1976: 167 - 176) ได้ทำการวิจัยเสนอทฤษฎีเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอนในโรงเรียน โดยเสนอองค์ประกอบหรือปัจจัยที่มีผลกระทบต่อดัชนีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 องค์ประกอบคือ

1. พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด (Cognitive Entry Behaviors) ซึ่งหมายถึงความสามารถทั้งหมดของผู้เรียน ซึ่งประกอบไปด้วยความถนัดและพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน

2. คุณลักษณะทางด้านจิตพิสัย (Affective Entry Behaviors) ซึ่งหมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ซึ่งได้แก่ความสนใจและเจตคติที่มีต่อเนื้อหาวิชา โรงเรียนและระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง และลักษณะซึ่งเป็นคุณลักษณะต่างๆ ทางด้านจิตพิสัย ซึ่งบางอย่างอาจเปลี่ยนแปลงได้ บางอย่างยังคงอยู่

3. คุณภาพการสอน (Quality of Instruction) ซึ่งได้แก่ การได้รับคำแนะนำการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การส่งเสริมของครู การแก้ไขข้อผิดพลาดและรู้ผลว่าตนเองกระทำได้ถูกต้องหรือไม่

3.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการประเมินว่า นักเรียนมีพฤติกรรมต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับการฝึกฝนอบรมในช่วงที่ผ่านมา (วารี ว่องพินัยรัตน์. 2530: 1) และในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมาย และลักษณะของวิชาที่สอนดังนี้

1. การวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าว ในรูปการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถด้านต่างๆ สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) (ไพศาล หวังพานิช. 2523: 137)

จากข้อความดังกล่าวสรุปได้ว่า ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละวิชานั้นมี 2 แบบ คือ การวัดด้านปฏิบัติ และการวัดด้านเนื้อหา ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่สอน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ในด้านเนื้อหา โดยวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541: 146 - 147) ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักเป็นข้อคำถามให้นักเรียนได้ตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and Pencil Test) กับนักเรียนปฏิบัติจริงแบบทดสอบนี้แบ่งได้เป็น 2 พวกคือ แบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบมาตรฐาน

1. แบบทดสอบของครู (Teacher made test) หมายถึง ชุดข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งจะเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ของนักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บทพร้องที่ตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้นแต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น เพื่อใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผล สำหรับประเมินค่าของการเรียนการสอนแบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือประกอบการสอบและมีมาตรฐานในการแปลคะแนนด้วย

ทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการสร้างข้อคำถามเหมือนกัน คือ เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอนไปแล้วซึ่งสามารถวัดได้และควรวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมต่างๆ ดังนี้

1. ด้านความจำ
2. ด้านความเข้าใจ
3. ด้านการนำไปใช้
4. ด้านการวิเคราะห์
5. ด้านการสังเคราะห์
6. ด้านการประเมินค่า

ชวาล แพรัตกุล (อรรถรณ อ่อนสิงห์. 2553: 15 – 16; อ้างอิงจาก ชวาล แพรัตกุล. 2516: 112 – 115) ได้แบ่งแบบทดสอบเป็น 2 ประเภทเช่นกัน คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ข้อสอบ ข้อปัญหา และโจทย์ข้อคำถามต่างๆ ที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นประโยชน์ที่สำคัญของข้อสอบชนิดนี้เป็นเครื่องกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการเรียน ใช้เป็นเครื่องมือวัดความรู้เดิม วัดความเจริญงอกงามในการเรียนการสอน วัดดูความบกพร่องเพื่อจัดสอนซ่อมเสริมวัดดูความพร้อมก่อนที่จะขึ้นบทเรียนใหม่

2. แบบทดสอบมาตรฐาน ในวงการการศึกษาปัจจุบันมีความต้องการข้อสอบชนิดนี้มาก สามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับค้นคว้าพัฒนาการศึกษาทั้งโดยตรงและโดยปริยาย

นอกจากนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2535: 50) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชา หรือเนื้อหาที่สอบนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่างๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่างๆ อาจจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่ง อ่อน ได้ดีเป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถของบุคคล ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอบนั้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นแบบทดสอบอิงกลุ่ม และเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน

3.5 ลักษณะของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

ภัทรา นิคมานนท์ (จินดารัตน์ แก้วพิกุล. 2554: 50; อ้างอิงจาก ภัทรา นิคมานนท์. 2538: 48 – 51) ได้สรุปว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีมีลักษณะดังนี้

1. มีความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้นมีคุณภาพดี เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือวัดได้ตรงและครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด วัดตรงตามจุดมุ่งหมาย วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง และสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้

2. มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่วัดสิ่งเดียวกันหลายๆ ครั้ง ผลที่ได้จากการวัดจะเหมือนกัน หรือแตกต่างกันน้อยมาก

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้าย คือ แปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน

4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อใดมีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก

5. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ คือ ข้อสอบคนที่เก่งตอบถูก คนที่อ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับคือข้อสอบที่ คนเก่งจะตอบผิด คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้คือ ข้อสอบที่คนเก่งคนอ่อนจะตอบถูกและผิดพอๆ กัน ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ เครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้มาก โดยวิธีที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่ใช้เวลาน้อย
7. มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน
8. ใช้คำถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องถามให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ
9. ใช้คำถามยั่ว (Exemplary) มีลักษณะที่ทำให้ผู้ตอบอยากคิด อยากตอบ
10. ใช้คำถามเฉพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามกว้างเกินไป หรือถามคลุมเครือที่ทำให้คิดได้หลายมุม

3.6 เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.6.1 แนวความคิดที่เป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แนวความคิดในการวัดที่นิยมกัน ได้แก่ การเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทของจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของบลูม (บุญนำ อินทนนท์. 2551: 63; อ้างอิงจาก Bloom. 1965: 201) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นที่ใช้เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ขั้น ดังนี้ คือ

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง ในขั้นนี้จะระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้น ขั้นความรู้ความจำ จึงจัดเป็นขั้นต่ำที่สุด
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นสูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง
3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่านักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อนจึงนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้น จึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ
4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชา ลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวโยงต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น ตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าสูงกว่าการนำไปใช้ และต้องเข้าใจเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อยๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก การเรียนรู้ในระดับนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ในอันที่จะเกิดแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ๆ ขึ้นมา ดังนั้นการสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวีหรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าวจะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าการเรียนรู้ขั้นสูงสุด

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของการศึกษาด้านพุทธิพิสัย และให้นักเรียนบรรลุผลสำเร็จในแง่ของความรู้ ทักษะทางด้านต่างๆ ตามแนวคิดในการเขียนข้อสอบของบลูม

3.6.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบอิงกลุ่ม ซึ่งพิชิต ฤทธิ์จัญญ (2545: 97 - 99) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงกลุ่ม ได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการวัดซึ่งเป็นการระบุจำนวนข้อสอบและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง

โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและผลการเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะใช้แบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้ว

ในขั้นที่ 3

5. ตรวจสอบข้อสอบ

เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจสอบข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (Direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการสอบวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบส่วนใหญ่ นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วถึงวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดี อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงก่อนที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี กล่าวได้ว่า ผู้สอนต้องมีกระบวนการในการทำงาน โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน เลือกรูปแบบของข้อสอบที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และวัยของผู้เรียน มีการตรวจสอบ ทดลอง จนได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ถูกต้อง ครบถ้วนตามผลการเรียนรู้ เพื่อนำมาสู่กระบวนการวัดและประเมินผลความรู้ความสามารถของผู้เรียนจากการจัดการเรียนการสอนในแต่ละครั้งทำให้ผู้สอนและตัวผู้เรียนได้ทราบถึงระดับความสามารถจากการเรียนรู้ที่ถูกต้องอย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549: 21 – 23) ที่กล่าวถึงแนวทางการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ ไว้ดังนี้ว่า

1. กำหนดจุดประสงค์ในการเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จากการวัดผลประเมินผล ทั้งด้านความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ เจตคติ
2. สร้างข้อสอบที่สอดคล้องกับคุณลักษณะตามที่กำหนดไว้ ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
3. พิจารณาคุณภาพของข้อสอบอย่างครอบคลุมทั้งปัญหาหรือคำถาม ตัวเลือกและเหตุผลการสร้างตัวเลือก รวมทั้งคำตอบที่ถูกต้องและบันทึกเกี่ยวกับคำตอบ

4. ตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อสอบ

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงกลุ่มนั้น ควรสร้างตามลำดับขั้นตอน เริ่มจากการวิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชาและทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบกำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ เขียนข้อสอบตรวจทานข้อสอบ พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง และพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง ข้อควรคำนึงถึงอีกประการหนึ่งก็คือ หลักในการสร้างข้อสอบแบบตัวเลือกที่มีคุณภาพ

3.6.3 การสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบให้มีคุณภาพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549: 21 – 23) กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. การสร้างคำถาม คำถามที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1.1 สั้น ชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย

1.2 เขียนประโยคบอกเล่า ถ้าจำเป็นต้องใช้ประโยคปฏิเสธก็ควรเน้นข้อความหรือขีดเส้นใต้ข้อความที่แสดงการปฏิเสธ

1.3 คำถามแต่ละข้อจะต้องเป็นอิสระแก่กัน โดยไม่ให้การตอบคำถามข้อหนึ่งชี้แนะหรือขึ้นกับคำถามอีกข้อหนึ่ง

1.4 หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ชี้แนะหรือสื่อความไปถึงคำตอบที่ถูกหรือคำตอบผิด

1.5 แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว (ยกเว้นข้อสอบเพื่อวินิจฉัยหรือวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเรียนรู้อาจมีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายข้อและอธิบายเหตุผลประกอบข้อนั้นๆ หรือข้อสอบเลือกตอบที่ใช้วิเคราะห์แนวคิดหลักที่คาดเคลื่อน อาจมีคำตอบถูกได้หลายข้อเช่นเดียวกัน)

2. การสร้างตัวเลือก ตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 ตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกัน มีความยาวใกล้เคียงกัน

2.2 ต้องกระจายคำตอบของข้อสอบทั้งฉบับให้มีสัดส่วนของตัวเลือกแต่ละข้อใกล้เคียงกัน

2.3 ใช้คำให้สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ และหลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์ที่เข้าใจได้ยาก

2.4 ไม่ควรใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก” (อาจเป็นการสื่อความหมายในคำถามหรือการเลือกตอบด้วยความไม่มั่นใจก็ได้)

3. เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเลือกตอบ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกต้องของการเลือกคำตอบเป็นส่วนใหญ่ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

ข้อดี

1. มีความเป็นปรนัยสูง ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและให้ผลตรงกัน
2. ตรวจให้คะแนนได้สะดวกและใช้เวลาน้อย
3. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบได้จากค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก
4. ปรับปรุงหรือแก้ไขคำถามและตัวเลือกเพื่อนำไปใช้ในโอกาสต่อไปได้
5. วัดได้ทุกสาระการเรียนรู้
6. ใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่าการทดสอบรูปแบบอื่น

ข้อจำกัด

1. สร้างคำถามที่ชัดเจนเป็นปรนัย ตรงประเด็น หรือมีประเด็นเดียวได้ยาก
2. สร้างคำถามที่วัดความคิดระดับสูงและทักษะกระบวนการได้ยาก ส่วนใหญ่วัดผลการเรียนรู้ได้ในระดับความรู้ความจำและความเข้าใจ และวัดได้เพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ในการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบควรคำนึงถึงหลักการเขียนข้อสอบ เช่น คำถามต้องสั้น ชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายถูกต้องทางภาษา และตัวเลือกจะต้องมีความเหมาะสม ต้องกระจายคำตอบของข้อสอบทั้งฉบับให้มีสัดส่วนของตัวเลือกแต่ละข้อใกล้เคียงกัน เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อสอบเป็นตัวแทนที่ดีของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสามารถประเมินผลการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ฟิลิธ์พจน์ ไชยานุกูล (2544: 20 - 25) ได้กล่าวถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่าเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ จึงเป็นเจตคติด้านจิตพิสัย

ชิเบคิ (Schibeci. 1983: 597) ได้กล่าวถึง เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกและความเชื่อมั่นของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ทั้งด้านดีและไม่ดีเกี่ยวกับคุณประโยชน์ ความสำคัญของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

ฮาลาดินาและชอจเนสซี (Haladyna; & Shaughnessy. 1983: 548) พบว่า ผู้วิจัยแต่ละคนต่างก็ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกันออกไป ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกของบุคคลเกี่ยวกับคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์
2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นการรับรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับกิจกรรมที่หลากหลายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549: 15) ได้กำหนดโครงสร้างพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ตระหนักในคุณค่าและประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยี
5. ตั้งใจเรียนวิทยาศาสตร์
6. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
7. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

จากกรอบแนวคิดดังกล่าว สามารถเรียงพฤติกรรมด้านจิตพิสัยออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิด ได้แก่ พฤติกรรมที่ 1 – 4
2. พฤติกรรมในระดับการแสดงออก ซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมย่อย 2 ส่วน คือ
 - 2.1 การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียน ได้แก่ พฤติกรรม 5 – 7
 - 2.2 การแสดงออกในระดับพฤติกรรมการนำไปใช้ ได้แก่ พฤติกรรม 8 – 9

จากข้อความข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็น ความเชื่อของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย อาจเป็นทางบวกหรือทางลบ อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ทำให้บุคคลมีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้าไปในทิศทางใดทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือต่อต้านก็ได้ซึ่งการวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิด และพฤติกรรมในระดับการแสดงออก งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยวัดพฤติกรรมทั้ง 9 ด้าน ตามหลักของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.2 องค์ประกอบของเจตคติ

ฟรีแมน (Freeman. 1970: 248) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบด้านความรู้ เป็นการรับรู้เกี่ยวกับวัตถุ สิ่งของ บุคคล หรือเหตุการณ์ต่างๆ ว่ารู้ได้อย่างไร รู้ในทางที่ดีหรือไม่ ทางบวกหรือทางลบ อันจะก่อให้เกิดเจตคติขึ้น หากรู้สิ่งหนึ่งในทางที่ดีก็จะมีผลให้เกิดเจตคติต่อสิ่งนั้นในทางที่ดี แต่ถ้ารู้สิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางไม่ดีก็จะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นด้วย ถ้าไม่เคยรู้จักสิ่งใดเลยก็จะมีเจตคติขึ้น

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับด้านอารมณ์ เป็นความรู้สึกที่ถูกเร้าจากการรู้นั้นโดยเมื่อรู้สิ่งใดจะทำให้เกิดความรู้สึกในทางดีหรือไม่ดี หากรู้สึกไม่ดีต่อสิ่งนั้นก็จะมีผลให้ไม่ชอบและเกิดความไม่พอใจสิ่งนั้น ดังนั้นความรู้สึกนี้จะทำให้เกิดเจตคติในทางใดทางหนึ่ง

3. องค์ประกอบทางด้านแนวโน้มในเชิงพฤติกรรมหรือการกระทำเป็นความพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งนั้นๆ ในทางใดทางหนึ่ง เช่น สนับสนุน ส่งเสริม ช่วยเหลือ หรือ ขัดขวางต่อสู้และทำลาย เป็นต้น

ไทรแอนดิส (Triandis. 1971: 2 - 3) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ส่วน คือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความเข้าใจ (A Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบทางความรู้ ความเข้าใจของบุคคลต่อสิ่งเร้า ซึ่งได้แก่บุคคล สถานการณ์สังคม

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (An Affective Component) เป็นองค์ประกอบที่ต่อเนื่องจากองค์ประกอบที่ 1 คือ เมื่อมีความรู้ความเข้าใจแล้วจะเกิดความรู้สึกต่อสิ่งนั้น ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ

3. องค์ประกอบทางด้านการกระทำ (A Behavioral Component) เมื่อเกิดองค์ประกอบที่ 1 และ 2 แล้วจะเกิดความพร้อมทางการกระทำ ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทั้งสองดังกล่าว

4.3 ลักษณะของเจตคติ

ชอร์ และไรท์ (Shaw; & Wright. 1967: 13 -14) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติสรุปได้ว่า

1. เจตคติเป็นผลมาจากบุคคลประเมินผลจากสิ่งเร้าแล้วแปรเปลี่ยนเป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการที่จะแสดงพฤติกรรม

2. เจตคติของบุคคลจะแปรค่าได้ทั้งทางบวกและทางลบ

3. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้มากกว่าที่จะมีมาแต่กำเนิด หรือเป็นผลมาจากโครงสร้างภายในตัวบุคคลหรือบุคลิกภาพ

4. เจตคติขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าเฉพาะอย่างทางสังคม

5. เจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าเป็นกลุ่มเดียวกันจะมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน

6. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วเปลี่ยนแปลงได้ยาก

4.4 ความสำคัญของเจตคติและการแสดงออกทางเจตคติ

มีนักการศึกษาได้ให้ความสำคัญของเจตคติและการแสดงออกทางเจตคติไว้ ดังนี้

4.4.1 ความสำคัญของเจตคติ

มาตินและคณะ (จินตนา ช่วยด้วง. 2547: 36; อ้างอิงจาก Martin; others. 1994) ได้กล่าวถึงความสำคัญของเจตคติไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. เจตคติขึ้นอยู่กับความพร้อมทางจิตใจ ถ้าเด็กเจตคติบวก เด็กจะรับรู้โน้มนาส (Concept) เนื้อหาสาระ (Content) และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนบุคคลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ถ้าเป็นเด็กที่ไม่พร้อมเด็กจะขาดความกล้าที่จะปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือกับสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. เจตคติมีได้มาตั้งแต่กำเนิด นักจิตวิทยา กล่าวว่า เจตคติสามารถเรียนรู้ได้ และสามารถจัดประสบการณ์ให้เด็กเกิดเจตคติ นอกจากนี้ เจตคติของเด็กยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยอาศัยประสบการณ์ที่เพิ่มพูนขึ้น

3. เจตคติเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลง (Dynamic) อันเนื่องมาจากประสบการณ์ใหม่ ก่อให้เกิดการพัฒนาเจตคติด้านอารมณ์และความรู้สึกและเจตคติด้านสติปัญญา ซึ่งเจตคติทั้งสองส่วนนี้นำไปสู่การตัดสินใจและการประเมินคุณค่าของสิ่งนั้นๆ

ดังนั้นเจตคติจึงก่อให้เกิดพฤติกรรมเชิงบวกหรือเชิงลบได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของจิตใจ การได้รับประสบการณ์ต่างๆ ถ้าเด็กได้รับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในทางบวกก็จะพัฒนาเจตคติไปในทางบวก

4.4.2 การแสดงออกทางเจตคติ

สมศักดิ์ สินธุระเวชชัย (2522: 11) ได้กล่าวถึงการแสดงออกทางเจตคติ โดยอาศัยพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออก ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. เจตคติเชิงนิมาน เป็นการแสดงออกในลักษณะความพึงพอใจ เห็นด้วย ชอบ สนับสนุน ปฏิบัติด้วยความเต็มใจ

2. เจตคติเชิงนิเสธ เป็นการแสดงออกในลักษณะที่ตรงกันข้ามกับเจตคติเชิงนิมาน เช่น ไม่พอใจ ไม่เห็นด้วย ไม่ยินดี ไม่ร่วมมือ ไม่ทำตาม

คณะอนุกรรมการการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (นพคุณ แดงบุญ. 2552: 38: 57 – 58; อ้างอิงจาก คณะอนุกรรมการการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2525) ได้แบ่งเจตคติเป็น 2 ลักษณะ

1. เจตคติเชิงบวก (positive) เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะของความพึงพอใจและเห็นด้วย อาจทำให้บุคคลอยากกระทำ อยากได้หรืออยากใกล้ชิดสิ่งนั้น

2. เจตคติเชิงลบ (negative) เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะของความไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย อาจทำให้บุคคลไม่อยากกระทำ ไม่อยากได้หรือไม่อยากเข้าใกล้สิ่งนั้น

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาต่างๆ นั้นนอกจากจะมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนแล้วยังต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเหล่านั้นด้วย เพราะเจตคติในวิชาเรียนมีความสำคัญเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนตั้งใจ สนใจในการเรียนและแสวงหาความรู้ได้เป็นอย่างดี ถ้าหากว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อผู้สอนต่อกิจกรรมการเรียนการสอนต่อวิชาที่เรียนก็จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นด้วย(นพคุณ แดงบุญ. 2552: 38: 57 – 58; อ้างอิงจาก คณะอนุกรรมการการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2525) ดังนั้นการสร้างเจตคติที่ดีแก่เด็ก สามารถทำได้ดังนี้

1. ให้นักเรียนทราบจุดมุ่งหมายในเรื่องที่เรียน
2. ให้นักเรียนเห็นประโยชน์ในวิชานั้นๆ โดยแท้จริง
3. ให้นักเรียนได้มีโอกาสหรือส่วนร่วมในการเรียนการสอน
4. ให้นักเรียนได้เรียนสอดคล้องกับความสามารถ ความถนัดเพื่อก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนอันเป็นผลให้เกิดเจตคติที่ดีต่อไป
5. การสอนของครูจะต้องมีการเตรียมตัวเป็นอย่างดี ใช้วิธีสอนที่ดี เด็กเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง
6. ครูจะต้องสร้างความอบอุ่นใจและความเป็นกันเองกับนักเรียน
7. ครูต้องสร้างบุคลิกภาพให้เป็นที่เลื่อมใสแก่เด็ก
8. จัดสภาพแวดล้อมต่างๆ ของโรงเรียน ห้องเรียนให้มีบรรยากาศที่น่าอยู่และน่าสนใจ

4.5 ประโยชน์ของเจตคติ

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2520: 4) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของเจตคติไว้ดังนี้

1. ช่วยให้เข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว โดยการจัดรูปแบบหรือระบบสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา
2. ช่วยให้มีภาคภูมิใจในตัวเอง (Self – Esteem) โดยช่วยให้บุคคลหลีกเลี่ยงสิ่งที่ไม่ดีหรือปกปิดความจริงบางอย่างซึ่งนำความไม่พอใจมาสู่ตัวเรา
3. ช่วยในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่สลับซับซ้อนการมีปฏิกริยาตอบโต้หรือกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดนั้นส่วนมากจะทำในสิ่งที่นำความพอใจมาให้หรือเป็นบำเหน็จรางวัลจากสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเห็นได้จากบุคคลที่มีเจตคติที่มีเหมือนกันนั้นมักจะเข้ากันได้ง่าย และบุคคลส่วนมากมักจะมีเจตคติเหมือนกันกับบุคคลที่เขาใกล้ชิดสนิทสนมกันบุคคลที่มีความสำคัญกับเขา
4. ช่วยให้บุคคลสามารถแสดงถึงค่านิยมของตนเอง ซึ่งแสดงว่าเจตคตินั้นนำความพอใจมาให้บุคคลนั้น

4.6 การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543: 106 - 108) กล่าวว่าเครื่องมือวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่นิยมกันอยู่ทั่วไปมี 3 วิธี คือ วิธีของเทอร์สโตน(Thurstone) วิธีของลิเคิร์ต(Likert) และวิธีของออสกู๊ด (Osgood) ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการของลิเคิร์ตเป็นเครื่องมือวัด วิธีการสร้างเครื่องมือวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ตามวิธีของลิเคิร์ต มีรายละเอียดดังนี้

1. ให้ความหมายของเจตคติต่อสิ่งที่ต้องการศึกษานั้นอย่างแจ่มชัด
2. สร้างข้อความให้ครอบคลุมลักษณะที่สำคัญๆ ให้ครบถ้วนทุกแง่มุม ลักษณะของข้อความเป็นทางบวกหรือนิมาน และทางลบหรือนิเสธเท่านั้น ข้อความกลางๆ จะไม่นำมาใช้ในการสร้าง การเขียนข้อความควรมีลักษณะดังนี้

2.1 เป็นข้อความสั้นๆ มีความเป็นปรนัย (ชัดเจนมีความหมายแน่นอนไม่คลุมเครือ)

2.2 ควรเป็นข้อความที่เป็นปัจจุบัน

2.3 ไม่ควรใช้ข้อความปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

2.4 ไม่ควรใช้ข้อความที่มีแนวโน้มว่าคนส่วนใหญ่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

2.5 หลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นข้อเท็จจริงของเรื่องนั้นๆ เพราะจะเป็นการตอบคำถามข้อเท็จจริงไม่ใช่ความคิดเห็น

2.6 เน้นข้อความที่วัดได้เป็นส่วนตัวมากกว่าข้อความทั่วไปว่า “กิจกรรมวิทยาศาสตร์มีประโยชน์”

3. กำหนดมาตรวัดคำตอบของข้อความแต่ละข้อความ (ทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย) เป็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly agree) เห็นด้วย (agree) ไม่แน่ใจ (uncertain) ไม่เห็นด้วย (disagree) ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly disagree)

4. กำหนดคะแนนเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความคิดเห็นซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกมากในทางปฏิบัติ ดังนี้

ข้อความเชิงนิมิต (ทางบวก)	ให้ระดับคะแนนดังนี้	
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน	5
เห็นด้วย	ระดับคะแนน	4
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน	3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน	2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน	1

ข้อความเชิงนิเสธ (ทางลบ)	ให้ระดับคะแนนดังนี้	
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน	1
เห็นด้วย	ระดับคะแนน	2
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน	3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน	5

5. นำข้อความและมาตรวัดมาจัดเป็นแบบวัดเจตคติ

6. นำไปทดลองใช้เพื่อให้ผู้ตอบตอบตามความรู้สึกที่แท้จริงและตรงกับความคิดเห็นของผู้ตอบมากที่สุด (ไม่คำนึงถึงความถูกต้องหรือข้อเท็จจริง) กลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลที่ทำการศึกษาทดลองใช้ควรมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลที่ใช้จริง โดยมีจำนวนผู้ตอบไม่น้อยกว่า 5 เท่าของข้อความ

7. นำคำตอบของผู้ตอบแต่ละคนมาให้คะแนน โดยพิจารณาอย่างระมัดระวังว่าทิศทางของข้อความใดเป็นนิมานหรือนิเสธ เนื่องจากคะแนนจะสวนทางหักล้างกัน คะแนนเจตคติของผู้ตอบแต่ละคนได้จากการรวมคะแนนของแต่ละข้อจนครบทุกข้อ

8. หาค่าอำนาจจำแนกของข้อความแต่ละข้อความเพื่อให้ได้ข้อความที่สามารถจำแนกผู้ตอบที่มีเจตคติสูงออกจากผู้ที่มีเจตคติต่ำ

9. เลือกข้อความที่มีอำนาจจำแนกของข้อความแต่ละข้อความเพื่อให้ได้ข้อความที่สามารถจำแนก ผู้ตอบที่มีเจตคติสูงออกจากผู้ที่มีเจตคติต่ำ

10. นำแบบทดสอบฉบับร่างไปหาค่าความเชื่อมั่นหรือค่าความเที่ยง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดเจตคติของผู้เรียนต่อวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีของลิเคิร์ท เพราะว่าวิธีวัดเจตคติของลิเคิร์ทเป็นที่นิยม สร้างง่าย ใช้สะดวก สามารถแสดงความคิดเห็นได้ทั้งทางบวก(นิมาน)และทางลบ(นิเสธ)ในลักษณะที่เปรียบเทียบมาตราส่วนประมาณค่าได้ ซึ่งอาศัยจากกรอบแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT

5.1 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT มีการศึกษาไว้หลายท่านและผู้วิจัยได้คัดเลือกนำเสนอ ดังต่อไปนี้

วรินทร์ ลำพุกหา (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ในวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุลและความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาเคมีโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ โรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยา อำเภอแก่งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 44 คน สรุปผลการวิจัย พบว่านักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนวิชาเคมีได้ง่าย มีความกระตือรือร้น สนใจและมีความสุข สนุกสนานกับการเรียน มีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นและกล้าแสดงออก ได้พัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาและพัฒนาผลงานอย่างสร้างสรรค์ นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงขึ้นผ่านเกณฑ์ตามเป้าหมายวิชาเคมีของโรงเรียน

อรรณพ พลาลัยหาร (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT ผลการวิจัยพบว่าการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4MAT กับการสอนปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อารีย์ ทวีลาภ (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาแบบการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามระบบ 4MAT ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามระบบ 4MAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จินตนา ช่วยด้วง (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้เทคนิคการสอนแบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปิยลักษณ์ โพธิวรรณ (2547: 56 - 57) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เรื่อง โมเลกุลโคเวเลนต์ ผลการวิจัยของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง โมเลกุลโคเวเลนต์ผ่านเกณฑ์เป้าหมายของการเรียนวิชาเคมีที่ทางโรงเรียนตั้งไว้คือ ได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 60 เป็นจำนวน 35 คน จากนักเรียนทั้งหมด 45 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เป้าหมายร้อยละ 77.77 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และจากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีในระดับดี

เอราวัณ เมิงไชยสงค์ (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ผลการวิจัยพบว่า หลังการสอนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 7 ทักษะ คือทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนก ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการสื่อความหมาย และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ส่วนทักษะที่ไม่ผ่านเกณฑ์ คือทักษะการพยากรณ์ ในภาพรวมทั้ง 8 ทักษะ หลังการสอนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 82.12 ของคะแนนเต็มและร้อยละ 85 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด สำหรับความคิดเห็นของนักเรียนและผู้วิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนววัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT พบว่า นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย ผู้เรียนมีความสุขและสนุกสนานในการเรียน มีพัฒนาการด้านการคิด รู้จักคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล สนใจ มีความกระตือรือร้น และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนในกลุ่มและครูผู้สอน รู้จักแบ่งหน้าที่ในการทำงาน กล้าแสดงออก

เกศสุตา แพรวกลาง (2554: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุวิชา วันสุตล (2554: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา ผลการวิจัยพบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคแบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และความสามารถ ในด้านการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4MAT พบว่าการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และมีเจตคติต่อการเรียนระดับดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย ผู้เรียนมี ความสุขและสนุกสนานในการเรียน มีพัฒนาการด้านการคิด รู้จักคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล สนใจ มีความกระตือรือร้น และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนในกลุ่มและครูผู้สอน รู้จักแบ่งหน้าที่ในการทำงาน กล้าแสดงออก

5.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT

โบเวอร์ (Bower. 1987: Abstract) ศึกษาผลการใช้ระบบ 4 MAT ในการวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและเจตคติในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ การศึกษาพบว่านักเรียนที่สุ่มตัวอย่างมา 54 คน จาก 3 โรงเรียนของรัฐแคลิฟอร์เนียแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มใช้ระบบ 4 MAT และกลุ่มที่จำกัดการใช้หนังสือให้นักเรียนได้ใช้สมองซีกซ้ายเท่านั้น ทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเรื่องการค้นพบกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการตอบปัญหาที่ต้อง คิดวิเคราะห์ มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สกอต (Scott. 1994: 16) ได้ศึกษารูปแบบของ 4 MAT ว่าเป็นรูปแบบการสอนที่มี 8 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน ตามพื้นฐาน 2 ทฤษฎี คือ รูปแบบผู้เรียนที่มีทั้ง 4 แบบของคอลัมและแนวคิด เกี่ยวกับการทำงานของสมองทั้งสองซีก ของแมคคาร์ธี สรุปได้ว่าเป็นวัฏจักรการเรียนรู้และรวม 8 กิจกรรมบรรจุเข้ากับผู้เรียน 4 แบบ ด้วยการใช้องค์ความรู้และซีกขวาของผู้เรียนในการหมุนรอบ ระหว่างกิจกรรมสมองซีกซ้ายและซีกขวาและมีการจัดเวลาปรับเข้ากับสภาพแวดล้อมทั้งหมดของ สมอง ผลการวิจัยเกี่ยวกับ 4 MAT สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบการสอนเพื่อ พัฒนาผู้เรียน นักวิชาการได้วิจัยและชี้แนะเกี่ยวกับรูปแบบการสอนแบบ 4 MAT ว่าสามารถนำไป ฝึกใช้ในชั้นมัธยมศึกษาดีกว่าในระดับประถมศึกษาและใช้ในโรงเรียนที่อยู่ในเมืองดีกว่าอยู่นอกเมือง

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1997: 46-51) ได้ศึกษาผู้เรียน 4 แบบ กับรูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ซึ่งมีลักษณะพิเศษ คือ ผู้เรียนแต่ละคนสามารถนำความเก่งของตนเองไปใช้ได้ในห้องเรียน ขณะเดียวกันจะช่วยให้ผู้เรียนทั้งหมดพัฒนาขึ้นเมื่อเข้าสู่วัฏจักรการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ อย่างมีความหมายและเป็นไปตามธรรมชาติจากความรู้สึกไปถึงการไตร่ตรองและสุดท้ายสู่การ กระทำ ครูไม่ต้องแบ่งผู้เรียนเป็นแบบต่างๆ แต่ช่วยให้พวกเขาทำงานอย่างสมดุลและสมบูรณ์

แซงสเตอร์และชูว์แมน (Sangster; & Shulman. 1998: 71) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้แผนการสอน 4MAT กับแผนการสอนตามแนวการสอนของกรมวิชาการ ผลการวิจัยซึ่งได้จากการตอบแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ พบว่าการสอนแบบ 4MAT ได้รับการยอมรับเป็นอย่างดีจากนักเรียน ทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนแบบ 4MAT มีคะแนนเจตคติต่อการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนตามแนวการสอนของกรมวิชาการ

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4MAT เป็นรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งจัดเป็นระบบให้สัมพันธ์กันระหว่างวิธีการเรียนรู้และการทำงานของระบบสมอง ทำให้เกิดความต่อเนื่องกันในระบบการทำงานของสมอง รูปแบบ 4MAT สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนและใช้ได้ดีในชั้นมัธยมศึกษา อีกทั้งยังจะเห็นได้ว่า เจตคติสามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงได้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยนำสื่อหรือนวัตกรรมมาเข้าร่วมในการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือทำ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นเทคนิคการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการสอน 4MAT มาใช้ในการวิจัยเพื่อเสริมสร้างและพัฒนาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 67 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 67 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดย

กลุ่มทดลองนักเรียนจำนวน 35 คน ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT

กลุ่มควบคุม นักเรียนจำนวน 32 คน ได้รับการสอนแบบปกติ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

- 1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์
- 1.2 การสอนแบบปกติ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

- 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
- 2.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาในวิชาเคมี 2 (เพิ่มเติม) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จัดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

โดยศึกษาเฉพาะปริมาณสารสัมพันธ์ I ได้แก่เรื่อง มวลอะตอมมวลโมเลกุล จำนวนโมลต่อมวลของ สารปริมาตรต่อโมลของแก๊สความสัมพันธ์ระหว่างโมล อนุภาค มวลและปริมาตร ความเข้มข้นของ สารละลายการเตรียมสารละลายสมบัติบางประการของสารละลาย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โดยใช้เวลา 17 ชั่วโมง โดย ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่ม การแบ่งช่วงเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่พัฒนาขึ้น ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วย การเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
-	-	ปฐมนิเทศ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียน	1
1	ปริมาณสารสัมพันธ์ I	มวลอะตอม	2
		มวลโมเลกุล	1
		จำนวนโมลกับมวลของสาร	2
		ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส	1
		ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและ ปริมาตรของแก๊ส	2
		ความเข้มข้นของสารละลาย	1
		การเตรียมสารละลาย	3
		สมบัติบางประการของสารละลาย	3
-	-	วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียน ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีหลังเรียน	1
รวม			17

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีรูปแบบการทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550: 377) ซึ่งมีรูปแบบการวิจัย ดัง ตาราง 4

ตาราง 4 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
RE ₁	T ₁	X ₁	T ₁
RE ₂	T ₂	X ₂	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

RE ₁	แทน	กลุ่มทดลอง
RE ₂	แทน	กลุ่มควบคุม
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
T ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Posttest)
X ₁	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT
X ₂	แทน	การสอนแบบปกติ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
4. แบบประเมินวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ในการสอนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งศึกษาโครงสร้างรายวิชาเคมี2 (เพิ่มเติม) คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT รวมทั้งวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MATของเบอร์นิส แมคคาร์ธี

3. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ออกแบบหน่วยการเรียนรู้

4. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 15 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- 4.1 ผลการเรียนรู้
- 4.2 สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด
- 4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4.4 สารการเรียนรู้
- 4.5 สมรรถนะ
- 4.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 4.7 ชิ้นงานหรือภาระงาน
- 4.8 การวัดและประเมินผล
- 4.9 การบูรณาการ
- 4.10 กิจกรรมการเรียนรู้
- 4.11 แหล่งเรียนรู้/สื่อการเรียนรู้

วิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และเอกสารประกอบการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาเคมี จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาเรื่องความเหมาะสมของเนื้อหา ความถูกต้องของการใช้ภาษา และความสอดคล้องของผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ที่มีลักษณะเป็นมาตราประเมินค่า 5 ระดับซึ่งผลการประเมินเป็นระดับดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และปรับปรุง ตามลำดับ โดยกำหนดคะแนนของระดับความคิดเห็นแต่ละช่วง ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก
- ระดับ 4 หมายถึง ดี
- ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง พอใช้
- ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีเกณฑ์ประเมินในการแปลความหมาย เป็นดังนี้

- คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง ดีมาก
- คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 0.51 – 1.50 หมายถึง ปรับปรุง

พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.59 และ 0.20 ตามลำดับ ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก(รายละเอียดในภาคผนวก ค)

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40คน เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้องของ ภาษาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้กับเวลาที่ใช้ของกิจกรรม ปัญหาข้อบกพร่องต่างๆพบว่ ระยะเวลาที่ใช้มาก สำหรับการทำกิจกรรมและทำใบงาน ภาษาที่การสื่อความหมายเข้าใจได้ดี ซึ่ง ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป (รายละเอียดใน ภาคผนวก ข)

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติ เรื่อง ปริมาณ สารสัมพันธ์

ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติ ในการสอนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมัธยม วัดเบญจมบพิตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสารสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพร้อมทั้งศึกษาโครงสร้างรายวิชาเคมี 2 (เพิ่มเติม) คำอธิบาย รายวิชาและผลการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5ออกแบบหน่วยการเรียนรู้

3. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 15 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- 3.1 ผลการเรียนรู้
- 3.2 สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
- 3.3 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3.4 สาระการเรียนรู้
- 3.5 สมรรถนะ
- 3.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 3.7 ชิ้นงานหรือภาระงาน
- 3.8 การวัดและประเมินผล
- 3.9 การบูรณาการ
- 3.10 กิจกรรมการเรียนรู้
- 3.11 แหล่งเรียนรู้/สื่อการเรียนรู้

วิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติ

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้การสอนแบบปกติเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และเอกสารประกอบการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาเคมี จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาเรื่องความเหมาะสมของเนื้อหา ความถูกต้องของการใช้ภาษา และความสอดคล้องของผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขโดยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การสอนแบบปกติ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่มีลักษณะเป็นมาตราประเมินค่า 5 ระดับ โดยกำหนดให้มีระดับการประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง ดี

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

มีเกณฑ์ประเมินในการแปลความหมาย ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 0.51 – 1.50 หมายถึง ปรับปรุง

พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้การสอนแบบปกติมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.47 และ 0.20 ตามลำดับ ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดี (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40คน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้องของภาษา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้กับเวลาที่ใช้ของกิจกรรม และปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้กับเวลาที่ใช้มีความเหมาะสม ภาษาที่ใช้สื่อสารได้ดี

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป(รายละเอียดในภาคผนวก ข)

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT และการสอนปกติ มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แตกต่างกัน ดังแสดงในตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม เมื่อใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT และแบบการสอนแบบปกติ ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT และการสอนแบบปกติในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT	การสอนแบบปกติ
ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นและสังเกต (สมองซีกขวา) 5 นาที 1.1 ครูนำโมเดลอะตอมทรงกลมของธาตุออกซิเจนและไฮโดรเจนมาให้นักเรียนสังเกต 1.2 ครูใช้คำถามต่อไปนี้ถามนักเรียน - นักเรียนคิดว่า มวลของธาตุทั้ง 2 ชนิดจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร (ไม่เท่ากัน อะตอมของออกซิเจนน่าจะมีมวลมากกว่า อะตอมของไฮโดรเจนเพราะขนาดอะตอมของออกซิเจนมีขนาดใหญ่กว่าไฮโดรเจน) - ครูถามนักเรียนว่าจากแนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับทฤษฎีอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ท่านใด และเกี่ยวข้องอย่างไร (จอห์น ดอลตัน ในเรื่องที่ว่าอะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะมีมวลต่างกัน)	ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 5 นาที 1.1 ครูนำอภิปรายทบทวนความรู้เกี่ยวกับความหมายของไอโซโทป ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน โดยเฉพาะในเรื่องที่ว่าอะตอมของธาตุต่างชนิดกันมีมวลไม่เท่ากัน และเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าอะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก และไม่สามารถชั่งหามวลได้โดยตรง 1.2 ครูใช้คำถาม ถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์สามารถหามวลอะตอมของธาตุได้อย่างไร” (นักเรียนตอบตามความคิดเห็น) นำเข้าสู่เรื่องมวลอะตอม ขั้นที่ 2 ขั้นสอน 70 นาที 2.1 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ 2.2 ครูใช้คำถามถามนักเรียนคิดว่ามวลอะตอมของธาตุ กับมวลของธาตุ 1 อะตอมเหมือนกันหรือไม่และมีวิธีการหาอย่างไร นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่อง มวลอะตอมของธาตุและมวลอะตอม ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ มวลของธาตุ 1 อะตอมและมวลอะตอม ธาตุที่กำหนดให้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบมวลอะตอม
ขั้นที่ 2 ขั้นหาสาเหตุวิเคราะห์ (สมองซีกซ้าย) 5 นาที 2.1 ครูเปลี่ยนจากอะตอมของออกซิเจนเป็นอะตอมของธาตุไฮโดรเจนอีกอะตอมหนึ่ง และใช้คำถามถามนักเรียนอีกว่า ถ้าให้นักเรียนเปรียบเทียบระหว่างธาตุไฮโดรเจนที่เหมือนกันสองอะตอมนักเรียนคิดว่า มวลอะตอมของไฮโดรเจนทั้งสองอะตอมนี้จำเป็นต้องมีมวล	

ตาราง 5 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT	การสอนแบบปกติ
เท่ากันเสมอไปหรือไม่ (ไม่เพราะธาตุชนิดเดียวกันอาจมีหลายไอโซโทป ทำให้มีมวลต่างกัน เช่น ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$)	2.3 ครูอธิบายและยกตัวอย่างการคำนวณหามวลอะตอมของธาตุ คำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุด้วย power point ครูสุ่มนักเรียนออกมาทำโจทย์บนกระดานหน้าชั้นเรียน
ขั้นที่ 3 ขั้นพหุพหุประสบการณ์เดิม (สมองซีกขวา) 5 นาที 3.1 นักเรียนและครูอภิปรายถึงอะตอมว่าเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและไม่สามารถชั่งหามวลได้โดยตรง 3.2 ครูใช้คำถาม ถามนักเรียนว่านักเรียนคิดว่า “นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์สามารถหามวลอะตอมของธาตุได้อย่างไร”(การหามวลอะตอมจึงใช้วิธีการเปรียบเทียบกับมวลของธาตุที่กำหนดเป็นมาตรฐาน) ครูนำเข้าสู่วิธีการหามวลอะตอม 3.3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ 3.4 ครูยกตัวอย่าง การเปรียบเทียบมวลสิ่งของในชีวิตประจำวัน (การเปรียบเทียบน้ำหนักของคนว่าแต่ละคนมวลเป็นกี่เท่าของน้ำหนักมาตรฐาน เช่น ให้มวลมาตรฐานเท่ากับ 50 กิโลกรัม นักเรียนคนที่ 1 มวล 100 กิโลกรัม เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกันจะเห็นได้ว่า นักเรียนคนที่ 1 มวลเป็น 2 เท่าของมวลมาตรฐานโดยที่มวลมาตรฐานที่ตั้งขึ้นสามารถเปรียบเทียบกับมวลของนักเรียนคนอื่นๆ ต่อไปได้) 3.5 ครูถามนักเรียนต่อไปว่า มวลที่ได้จากการชั่งและมวลที่ได้จากการเปรียบเทียบแตกต่างกันอย่างไร (แตกต่างกัน เพราะมวลที่ได้จากการชั่งเป็นมวลที่แท้จริงมีหน่วยเป็นกิโลกรัม แต่มวลที่ได้จากการเปรียบเทียบเป็นการเปรียบเทียบเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ ซึ่งไม่มีหน่วย)	ครูชมเชยนักเรียนที่มีความกล้าแสดงออก 2.4 นักเรียนแบ่งกลุ่ม ออกเป็นกลุ่ม ๆ 4-5 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อนละกัน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา อภิปราย ทำใบงานที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม ครูคอยเดินและให้คำปรึกษาสำหรับนักเรียนที่สงสัย 2.5 ครูใช้คำถาม ถามนักเรียนว่า ถ้าธาตุบางชนิดมีหลายไอโซโทปจะหามวลอะตอมได้อย่างไร (หามวลอะตอมเฉลี่ย) จากนั้นครูยกตัวอย่างการคำนวณให้นักเรียนดูบนกระดาน 2.6 นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่องมวลอะตอมเฉลี่ย ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป 10 นาที 3.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อนคนที่เก่งสอนเพื่อนที่ยังไม่เข้าใจในกลุ่ม หรืออาจมีการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่ม จากนั้นนักเรียนส่งใบงานที่ 1 , 2 , 3

ตาราง 5 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT	การสอนแบบปกติ
ขั้นที่ 4 ขั้นเติมความรู้ใหม่(สมองซีกซ้าย) 10 นาที 4.1 ครูใช้คำถามถามนักเรียนในทำนองเดียวกัน นักเรียนคิดว่ามวลอะตอมของธาตุ กับมวลของธาตุ 1 อะตอมเหมือนกันหรือไม่และมีวิธีการหาอย่างไร 4.2 นักเรียนศึกษาไปความรู้เรื่อง มวล 1 อะตอมของธาตุและมวลอะตอม โดยศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ มวล 1 อะตอมของธาตุและมวลอะตอมธาตุที่กำหนดให้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบมวลอะตอม 4.3 ครูถามคำถามนักเรียนว่ามวล 1 อะตอมของธาตุและมวลอะตอมเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนสรุปได้ว่าไม่เหมือนกัน เพราะมวลของธาตุ 1 อะตอมมีหน่วยเป็นกรัม ส่วนมวลอะตอมไม่มีหน่วย เป็นมวลที่หาได้จากการเปรียบเทียบกับมวลของธาตุที่กำหนดเป็นมาตรฐาน ซึ่งปัจจุบันใช้มวล ^{12}C เท่ากับ $1\text{amu} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$) 4.4 ครูอธิบายและยกตัวอย่างการคำนวณหามวลอะตอมของธาตุด้วย power pointพร้อมทั้งให้นักเรียนสังเกตว่ามวลอะตอมของธาตุมีค่าแตกต่างกับมวลของธาตุ 1 อะตอม โดยมวลอะตอมของธาตุที่เป็นมวลเปรียบเทียบจึงไม่มีหน่วยมวล แต่มวลของธาตุ 1 อะตอมเป็นมวลที่แท้จริงของธาตุจึงต้องมีหน่วยของมวลกำกับไว้ด้วย	ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล15 นาที 4.1 ครูให้โจทย์การหามวลอะตอมเฉลี่ยของสาร 1 ข้อ บนกระดาน 4.2 ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน ให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียน 4.3 ครูตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน ประเมินทักษะ/กระบวนการและประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 5 ขั้นเสริมความเข้าใจด้วยการลงมือทำ (สมองซีกซ้าย) 20 นาที 5.1ครูและนักเรียนช่วยกันทำโจทย์บนกระดาน	

ตาราง 5 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT	การสอนแบบปกติ
5.2 ครูสุ่มนักเรียนออกมาทำโจทย์หน้าห้อง ครูชมเชยนักเรียนที่กล้าแสดงออก 5.3 นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม ครูคอยเดินและให้คำปรึกษาสำหรับนักเรียนที่ สงสัย 5.4 ครูให้นักเรียนพิจารณามวลอะตอมของ ธาตุในตารางธาตุ และให้นักเรียนอภิปรายว่า มวลอะตอมที่มีในตารางธาตุหาได้อย่างไร และ ถ้าธาตุชนิดหนึ่งมีหลายไอโซโทป มวลอะตอม ของธาตุชนิดนั้นๆ หาได้อย่างไร(มวลอะตอมของ ธาตุหาได้จากค่าเฉลี่ยของมวลของธาตุทั้งหมดที่ พบในธรรมชาติ) ขั้นที่ 6 ขั้นนำไปเสริมแต่งฝึกฝนจนเชี่ยวชาญ (สมองซีกขวา) 25 นาที 6.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน กระจาย กลาง อ่อน ตั้งชื่อกลุ่ม ทำใบงานที่ 2 การหามวล เฉลี่ย 6.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับปีกเกอร์บรรจุถั่ว 2 ชนิด คือ ถั่วแดงและถั่วเขียว ชนิดละ 1 ใบ - หามวลของถั่วในแต่ละปีกเกอร์- นับจำนวนเมล็ดถั่วแต่ละชนิดในปีกเกอร์ - หามวลเฉลี่ยของถั่วแต่ละชนิด - หาปริมาณร้อยละของถั่วแต่ละชนิด โดยนำจำนวนเมล็ดถั่วที่ต้องการหาปริมาณร้อยละ ตั้งหารด้วยปริมาณถั่วทั้งหมดคูณด้วย 100 - หามวลเฉลี่ยของถั่วทั้งสองชนิดโดย ใช้สมการ	

ตาราง 5 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT	การสอนแบบปกติ
ขั้นที่ 7 ขั้นตรวจทานประยุกต์ใช้ให้ข้อเสนอแนะ (สมองซีกซ้าย) 10 นาที 7.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีคำนวณการหามวลเฉลี่ยของเมล็ดถั่วซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ 7.2 นักเรียนทำใบงานที่ 3 เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย 7.3 นักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ 7.4 นักเรียนและครูช่วยกันเฉลยใบงานที่ 1 – 3 นักเรียนสลับกันตรวจกับเพื่อนในกลุ่ม 7.5 ครูชมเชยนักเรียนที่ทำใบงานถูกต้องคะแนนมาก ครูให้กำลังใจนักเรียนที่ยังทำใบงานถูกน้อยให้มีความพยายามต่อไป ขั้นที่ 8 ขั้นเผยแพร่และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สมองซีกขวา) 20 นาที นักเรียนช่วยกันจัดบอร์ดนิเทศ โดยนำใบงานของนักเรียนทำถูกต้อง มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน	

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับงานวัดผล การเขียนข้อสอบ การสร้างข้อสอบ และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโครงสร้างรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้

3. วิเคราะห์เนื้อหา นำผลการเรียนรู้มาสร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้ ด้านกระบวนการและด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สมรรถนะ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4. สร้างตารางแผนการออกข้อสอบรายวิชาเคมี 2 (เพิ่มเติม)

5. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร โดยแบ่งพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดเป็น 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ จำนวน 60 ข้อ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

วิธีหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาเคมี 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของภาษา ความเที่ยงตรงของเนื้อหา และความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งใช้แบบประเมินที่มีลักษณะ 3 ระดับ คือ +1 0 -1 ซึ่งผลการประเมินเป็นสอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง ตามลำดับ จากผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 117) จำนวน 40 ข้อ โดยมีค่าดัชนีสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67 – 1.00

2. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เคยเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์จำนวน 40 คน

3. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 คำตอบ ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของจุดเต็มแล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.41 และมีค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนก (r) 0.54 คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก จ)

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 123) พบว่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.80 (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 20 ข้อ ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี(รายละเอียดในภาคผนวก ข)

ผลการเรียนรู้ที่ 1อธิบายความหมายของมวลอะตอม คำนวณหามวลอะตอม มวลของธาตุ 1 อะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้ พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ (0.)กำมะถันมีมวลอะตอม 32 หมายความว่าตามข้อใด ก. กำมะถันมีมวลอะตอม $32 \times 6.02 \times 10^{-24}$ กรัม ข. กำมะถันมีมวลอะตอมเป็น 32 เท่าของ ^{12}C อะตอม ค. กำมะถัน 1 อะตอม มีมวล $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม ง. กำมะถัน 1 อะตอม มีมวล 32 กรัม <u>เฉลย ค.</u>	ผลการเรียนรู้ที่ 2อธิบายความหมายของมวลโมเลกุล คำนวณหามวลโมเลกุลของสารหรือมวลสูตรของสาร 1 โมเลกุลได้ พฤติกรรมด้านความเข้าใจ (00.) สารประกอบชนิดหนึ่ง จำนวน 1.204×10^{24} โมเลกุลมีมวล 62 กรัม จงคำนวณมวลโมเลกุลของสารนี้ ก. 12 ข. 24 ค. 31 ง. 62 <u>เฉลย ค.</u>
--	--

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี(ต่อ)

ผลการเรียนรู้ที่ 7 อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการ และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ ที่กำหนดให้ได้ พฤติกรรมให้นำไปใช้ (000). ในการทดลองหนึ่งปรากฏว่าต้องการกรดดินประสิว (HNO_3) เข้มข้น 0.1 โมลาร์ จำนวน 450 cm^3 แต่ในห้องปฏิบัติการมีแต่กรดดินประสิว ที่มีฉลากติดไว้ดังนี้ 70% (w/v) HNO_3 density 1.4 จะต้องเตรียมสารละลายที่มีปริมาตรและความเข้มข้นตามที่ต้องการได้อย่างไร โดยกำหนดมวลอะตอมของ $\text{H} = 1, \text{N} = 14, \text{O} = 16$ ก. นำกรด HNO_3 จากขวดมา 2.02 cm^3 แล้วเติมน้ำจนมีปริมาตรทั้งหมดเป็น 450 cm^3 ข. นำกรด HNO_3 จากขวดมา 4.05 cm^3 แล้วเติมน้ำจนมีปริมาตรทั้งหมดเป็น 450 cm^3 ค. นำกรด HNO_3 จากขวดมา 6.06 cm^3 แล้วเติมน้ำจนมีปริมาตรทั้งหมดเป็น 450 cm^3 ง. ใช้กรดจากขวดได้เลย <u>เฉลย ข.</u>	ผลการเรียนรู้ที่ 8 เปรียบเทียบจุดเดือด จุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลาย สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกันแต่มีความเข้มข้นต่างกันและสารละลายที่มีตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นเท่ากัน พฤติกรรมวิเคราะห์ (0000.) กำหนดให้มีสารละลายดังต่อไปนี้ A. สารละลาย HCl 1mol/kg ใน CH_3COOH และสารละลาย HCl 1mol/kg ในน้ำ B. สารละลาย HNO_3 1mol/kg ใน CH_3COOH และสารละลาย HNO_3 1mol/kg ในเอทานอล C. สารละลาย HCl 1mol/kg ในน้ำ และสารละลาย HNO_3 1mol/kg ใน CH_3COOH D. สารละลาย HCl 1mol/kg ใน CH_3COOH และสารละลาย HNO_3 1mol/kg ใน CH_3COOH 19. จากข้อมูลข้างต้นสารละลายในข้อใดมีจุดเดือดเท่ากัน ก. A ข. B ค. C ง. D <u>เฉลย ง.</u>
--	---

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบประเมินที่ประกอบด้วยประโยคบอกเล่าเกี่ยวกับความคิดและความรู้สึกที่มีต่อวิชาเคมี หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยมีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ตามวิธีของลิเคิร์ท (ลัวัน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 90–97)

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ การวัดและประเมินผล การสร้างแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี

3. ศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงออกถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางในการสร้างแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4. สร้างแบบประเมินวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยข้อความที่เกี่ยวกับความรู้สึกหรือความคิดของนักเรียนที่มีต่อวิชาเคมี หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT จำนวน 45 ข้อโดยสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert Scale) ได้แก่ 5 , 4 , 3 , 2 , 1 ดังนี้

ข้อมูลเชิงบวก เป็นข้อความที่แสดงความรู้สึกทางบวก

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 5
เห็นด้วย	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 4
ไม่แน่ใจ	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 3
ไม่เห็นด้วย	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 1

ข้อมูลเชิงลบ เป็นข้อความที่แสดงความรู้สึกทางลบ

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 5
ไม่เห็นด้วย	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 4
ไม่แน่ใจ	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 3
เห็นด้วย	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 2
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 1

โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนจากการพิจารณาค่าเฉลี่ย (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 69) ดังนี้

4.50 – 5.00 คะแนน	หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49 คะแนน	หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก
2.50 – 3.49 คะแนน	หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49 คะแนน	หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์น้อย
1.00 – 1.49 คะแนน	หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์น้อยที่สุด

วิธีหาคุณภาพของแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1. นำแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบความชัดเจนของคำถามและความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีที่ต้องการวัด(บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2545: 179) โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความนั้นสอดคล้องกับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นสอดคล้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความนั้นไม่มีความสอดคล้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีที่ต้องการวัด

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญข้อคำถามในแบบประเมินวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีค่าดัชนีความสอดคล้องด้านเนื้อหา (IOC) 0.67 – 1.00 โดยคัดเลือกข้อคำถามจำนวน 20 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

2. นำแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ที่มีใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

3. นำแบบประเมินวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ที่ได้ไปวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นโดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2545: 218) (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

4. นำแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป (รายละเอียดในภาคผนวก ข)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน คณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์โดยการจับฉลากมาจำนวน 1 ห้องเรียน จากจำนวน 2 ห้องเรียนโดยแบ่งเป็น

กลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนแบบปกติ

2. ชี้แจงการจัดการกระบวนการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4MAT เพื่อที่จะให้นักเรียนปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

3. ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

4. ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT กับนักเรียนกลุ่มทดลองและโดยใช้การสอนแบบปกติกับนักเรียนกลุ่มควบคุมโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งสองกลุ่มใช้เวลา 15 ชั่วโมง

5. เมื่อสิ้นสุดการสอน ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ซึ่งเป็นเอกสารชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนและประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT โดยใช้แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

6. นำคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ก่อนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการทางสถิติ $t - test$ แบบ Dependent Samples

2. วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยจากแบบประเมินวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT หลังเรียนเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์โดยใช้เกณฑ์การประเมินระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 ขึ้นไป

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT และการสอนแบบปกติ โดยใช้วิธีการทางสถิติ $t - test$ แบบ Independent Samples ในรูป difference Score

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550: 33)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลคะแนนรวมทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนน คำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 60)

$$\text{จากสูตร } S = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงพินิจ โดยหาจากการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง ภายใน (Index Object Congruency : IOC) โดยใช้สูตรของโรวิลเนลลีและแฮมเบลตัน (บุญเชิด ภิญโญนนันทพงษ์. 2545: 179) ใช้หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และแบบประเมินวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังนี้

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การวิเคราะห์รายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ เพื่อหาค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุงเทห์ ฟาน (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2539: 186 - 196) ดังนี้

2.2.1 ค่าความยาก (Difficulty) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{จากสูตร } p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ใช้สูตรดังนี้

$$\text{จากสูตร } D = \frac{U}{n_U} - \frac{L}{n_L}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
	n_U	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ทั้งฉบับโดยใช้สูตรคูเดอรีชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (KR-20) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2539: 215)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ทำถูกในแต่ละข้อ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในแต่ละข้อ = $1 - p$
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีโดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค(Cronbach's Coefficient alpha) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2545: 218) ดังนี้

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_X^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	K	แทน	จำนวนข้อสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของผู้สอบแต่ละข้อ
	S_X^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของผู้เข้ารับการทดสอบทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยใช้ t-test Dependent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 166) โดยคำนวณ

$$\text{จากสูตร } t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณาของการแจกแจงแบบที
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่องปริมาณสัมพันธ์แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วยการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์แต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนคู่ของคะแนนจากการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

3.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานข้อ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่องปริมาณสัมพันธ์หลังเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก โดยใช้สถิติพื้นฐานการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3.3 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ โดยใช้ t-test Independent Samples ในรูป Difference Score (Scott; & Werthinmer. 1962: 264) โดยคำนวณ

$$\text{จากสูตร} \quad t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = N_1 + N_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง} \quad S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{N_1} + \frac{S_D^2}{N_2}}$$

$$\text{และ} \quad S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{N_1 + N_2 - 2}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t – distribution
	MD ₁	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1
	MD ₂	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2
	D ₁	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1
	D ₂	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2
	S _D ²	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2
	N ₁	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1
	N ₂	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 2
	S _{MD₁-MD₂}	แทน	ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน
$\bar{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองก่อนเรียน
$\bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองก่อนเรียน
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
S_{MD_1}	MD_2	แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง
t	แทน	ค่าพิจารณาในการแจกแจงแบบ t
*	แทน	ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
กลุ่มทดลอง	แทน	กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT
กลุ่มควบคุม	แทน	กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample
2. ศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้สถิติการหาค่าเฉลี่ย
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการสอนแบบปกติโดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูปแบบ Difference score

1. เปรียบเทียบผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีทางสถิติ t- test แบบ Dependent Samples ได้ผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT

การทดสอบ	n	k	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig
ก่อนเรียน	35	20	5.8	2.46	29.979*	.000
หลังเรียน	35	20	11.06	2.18		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 สรุปได้ว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

2. ผลการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้สถิติการหาค่าเฉลี่ย

จากการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ (ตามรายข้อในแบบสอบถาม) ได้ผลดังแสดงในตาราง 7 และ 8

ตาราง 7 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ (ตามรายข้อ ในแบบสอบถาม)

ข้อที่	รายการประเมิน	N	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1.	พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ด้านเคมี	35	3.93	0.68	ระดับมาก
1.1	ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้วิชาเคมีมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	35	3.94	0.77	ระดับมาก
1.2	ความรู้ด้านเคมีเป็นเรื่องใกล้ตัวสามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ในชีวิตจริง	35	3.91	0.82	ระดับมาก
2.	ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมี	35	4.4	0.55	ระดับมาก
2.1	ความรู้ทางเคมีทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อชีวิตประจำวัน	35	4.23	0.77	ระดับมาก
2.2	นักเคมีมีส่วนช่วยพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้น	35	4.57	0.61	ระดับมาก
3.	เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเคมี	35	4.25	0.62	ระดับมาก
3.1	ความรู้ด้านเคมีมีความจำเป็นสำหรับทุกคน	35	4.37	0.69	ระดับมาก
3.2	ความรู้ด้านวิชาเคมีช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น	35	4.14	0.69	ระดับมาก
4.	ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยีด้านเคมี	35	4.47	0.61	ระดับมาก
4.1	อ่านฉลากคำเตือนข้างขวดสารเคมีก่อนการใช้ทุกครั้ง	35	4.46	0.66	ระดับมาก
4.2	เมื่อทำการทดลองข้าพเจ้าจะไม่ผสมสารโดยพลการ	35	4.49	0.78	ระดับมาก
5.	เรียนหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิชาเคมีอย่างสนุกสนาน	35	4.24	0.63	ระดับมาก
5.1	ข้าพเจ้าสนุกที่ได้เรียนรู้วิชาเคมี	35	4.20	0.72	ระดับมาก
5.2	ข้าพเจ้าชอบปฏิบัติการทดลองในวิชาเคมี	35	4.31	0.90	ระดับมาก
5.3	ข้าพเจ้าได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาเคมีตามความถนัดของตน	35	4.23	0.65	ระดับมาก

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	N	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
6.	เลือกใช้วิทยาศาสตร์ทางด้านเคมีในการคิดหรือปฏิบัติ	35	4.2	0.62	ระดับมาก
6.1	ใช้ความรู้ด้านเคมีในการรับฟังข่าวสารอย่างมีเหตุผล	35	4.11	0.72	ระดับมาก
6.2	สามารถนำความรู้ด้านเคมีมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันด้วยการทำโครงการวิทยาศาสตร์	35	4.29	0.75	ระดับมาก
7.	ตั้งใจเรียนวิชาเคมี	35	4.11	0.67	ระดับมาก
7.1	ข้าพเจ้าตั้งใจฝึกปฏิบัติและจดบันทึกสิ่งที่เรียนรู้ทุกครั้ง	35	4.23	0.69	ระดับมาก
7.2	ข้าพเจ้าซักถามปัญหาวิชาเคมีเมื่อสงสัยหรือไม่เข้าใจ	35	4.09	0.70	ระดับมาก
7.3	ข้าพเจ้าพยายามทำแบบฝึกหัดวิชาเคมีจนเสร็จทันเวลาส่งครู	35	4.03	0.89	ระดับมาก
8.	ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม	35	4.27	0.72	ระดับมาก
8.1	ข้าพเจ้าจะนำความรู้วิชาเคมีไปใช้ในทางที่เกิดประโยชน์เท่านั้น	35	4.29	0.79	ระดับมาก
8.2	ควรจัดทำเอกสารเผยแพร่ความรู้เรื่องการใช้สารเคมีใกล้ตัวที่ถูกต้องแก่นักเรียนและผู้ปกครอง	35	4.26	0.82	ระดับมาก
9.	เลือกใช้วิทยาศาสตร์ทางด้านเคมีในการคิดหรือปฏิบัติ	35	4.49	0.64	ระดับมาก
9.1	ปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้สารเคมีอย่างเคร่งครัด	35	4.51	0.61	ระดับมากที่สุด
9.2	ข้าพเจ้าคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นก่อนใช้สารเคมี	35	4.46	0.85	ระดับมาก

ตาราง 8 แสดงสรุปผลคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ในรายด้านทั้ง 9 ด้าน

ข้อ ที่	เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีหลังได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT	N	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1.	พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ด้านเคมี	35	3.93	0.68	ระดับมาก
2.	ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ ด้านเคมี	35	4.40	0.55	ระดับมาก
3.	เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีด้านเคมี	35	4.25	0.62	ระดับมาก
4.	ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี ด้านเคมี	35	4.47	0.61	ระดับมาก
5.	เรียนหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิชาเคมีอย่าง สนุกสนาน	35	4.24	0.63	ระดับมาก
6.	เลือกใช้วิทยาศาสตร์ทางด้านเคมีในการคิดหรือ ปฏิบัติ	35	4.20	0.62	ระดับมาก
7.	ตั้งใจเรียนวิชาเคมี	35	4.11	0.67	ระดับมาก
8.	ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมี คุณธรรม	35	4.27	0.72	ระดับมาก
9.	ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดย ไคร่ครวญไตร่ตรองคำนึงถึงผลดีและผลเสีย	35	4.49	0.64	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ย		35	4.26	0.42	ระดับมาก

จากตาราง 7 และ 8 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.26$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT กับการสอนแบบปกติโดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ในรูปแบบ Difference score

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT และการสอนแบบปกติ มาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t – test Independent Samples ในรูปแบบ Difference score ได้ผลดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		MD	S_{MD_1}	MD_2	T	Sig
			$\bar{x}_1$	S.D.	$\bar{x}_2$	S.D.					
กลุ่มทดลอง	35	20	5.80	2.46	11.06	2.18	5.26	0.59		3.034*	.003
กลุ่มควบคุม	32	20	6.88	2.35	9.28	2.61	2.4				

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 สรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT
2. เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT กับการสอนแบบปกติ

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 67 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม(Cluster Random Sampling) โดยแบ่งเป็น

กลุ่มทดลองนักเรียนจำนวน 35 คน ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT
 กลุ่มควบคุม นักเรียนจำนวน 32 คนได้รับการสอนแบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 15 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.59 และ 0.20 ตามลำดับ ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (รายละเอียดในภาคผนวก ค)
2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบปกติเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 15 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.47 และ 0.20 ตามลำดับ ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดี (รายละเอียดในภาคผนวก ค)
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์เป็นแบบปรนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าเฉลี่ยความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.41 มีค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนก(r) 0.54 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 (รายละเอียดในภาคผนวก จ)
4. แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยศึกษาวิธีสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นตามวิธีของลิเคิร์ท จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยทำการทดลองดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โดยการจับฉลากมาจำนวน 1 ห้องเรียน จากจำนวน 2 ห้องเรียนโดยแบ่งเป็น
 - กลุ่มทดลองนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT
 - กลุ่มควบคุม นักเรียนได้รับการสอนแบบปกติ
2. ชี้แจงการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4MAT เพื่อที่จะให้นักเรียนปฏิบัติตามได้ถูกต้อง
3. ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
4. ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้นทั้งสองกลุ่ม โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองใช้เวลา 15 ชั่วโมงดังนี้
 - กลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT
 - กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนแบบปกติ

5. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน ทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ซึ่งเอกสารทั้งสองฉบับเป็นชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน และประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT โดยใช้แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

6. ตรวจสอบการสอบ และนำคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีและแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ก่อนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการทางสถิติ $t - test$ แบบ Dependent Samples

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.80 และ 2.46 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 11.06 และ 2.18 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 5.26 ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. จากการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยจากแบบประเมินวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT หลังเรียนเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 ขึ้นไป

พบว่าค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบประเมินวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT หลังเรียนเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ มีค่าเท่ากับ 4.26 และ 0.42 ตามลำดับ ซึ่งสรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT วิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก ($X = 4.26$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT และการสอนแบบปกติ โดยใช้วิธีการทางสถิติ $t - test$ แบบ Independent Samples ในรูป difference Score

พบว่า คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.80 และ 2.46 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.06 และ 2.18 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.88 และ 2.35 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.28 และ 2.61 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติมีค่าเท่ากับ 5.26 และ 2.40 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติสรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย สนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำให้เหมาะกับการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลที่มีลักษณะต่างกัน ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนมีความสุขกับการเรียน ดังคำกล่าวของกิตติชัย สุทธาสิโนบล (2546: 12) การจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4MAT ตอบสนองต่อความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกคน เด็กทุกคนจะมีความสุขในการเรียนรู้ในช่วงเวลาหนึ่งของตนเองที่มีความถนัดและในช่วงเวลาที่ตนเองไม่มีความถนัดก็จะเป็นช่วงเวลาที่ได้พัฒนาศักยภาพที่ตนเองบกพร่อง ถ้าผู้เรียนมีความสนใจและมีความสุขกับสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ ก็จะเรียนรู้จากผู้อื่นได้มากขึ้นเท่านั้น ทั้งนี้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ยังเป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้หรือรูปแบบหนึ่งที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแห่งการเรียนรู้ หรือเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้เรียนจะเป็นผู้เริ่มสนใจใฝ่รู้ในสิ่งที่ศึกษา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ได้ลงมือปฏิบัติ ก่อให้เกิดประสบการณ์ สร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยครูเป็นเพียง ผู้คอยสังเกต แนะนำ ยอมรับ เสริมแรงและเป็นผู้สร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้เหมาะกับการเรียนรู้ การที่ครูตั้งประเด็นคำถามที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือมีภาพที่น่าสนใจนำเข้าสู่บทเรียน ก็เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิด และเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT จนครบวัฏจักรก็จะพบว่า ช่วยพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาของผู้เรียนสลับกันไปอย่างสมดุล การปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนและผู้เรียนกับครูในการเรียนรู้ เช่น การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในกลุ่มหรือการอภิปรายในชั้นเรียน เพื่อนสอนเพื่อนในการทำใบงานการจัดบอร์ดแสดงผลงานสิ่งเหล่านี้เป็นการแบ่งปันความรู้และแลกเปลี่ยนความรู้ในการจัดการความรู้ (Knowledge Management : KM) ที่สำคัญของผู้เรียน ที่จะก่อให้เกิดความรู้ที่ฝังแน่นในตัวของผู้เรียน (Tacit Knowledge) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่เกิดขึ้นทั้ง 8 ขั้นตอนในแต่ละวัฏจักรจะพบว่ามีกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งส่งผลต่อการจดสิ่งที่เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ดังผลการวิจัยของมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ตีพิมพ์ในวารสาร Harvard Business Review (Harvard Business Review, 2011: ออนไลน์) ซึ่งได้กล่าวถึงประสิทธิภาพการเรียนรู้ ที่แสดงให้เห็นถึงค่าร้อยละจากการจัดกิจกรรมที่ต่างกันแต่ละอย่าง โดยกิจกรรมที่ต่างกันจะทำให้เราจดจำสิ่งที่ได้การเรียนรู้ต่างกัน โดยการเรียนในห้องเรียน (Lecture) นั้นฟังบรรยาย จะจำได้เพียง 5% การอ่านด้วยตัวเอง (Reading) จะจำได้เพิ่มขึ้นเป็น 10% การฟังและได้เห็น (Audiovisual) จำได้ 20 % การได้เห็นตัวอย่าง (Demonstration) จะช่วยให้จำได้ 30 % การได้แลกเปลี่ยนพูดคุยกัน (Discussion) กันในกลุ่มจะช่วยให้จำได้ถึง 50% การได้ทดลองปฏิบัติเอง (Practice doing) จะจำได้ถึง 75% การได้สอนผู้อื่น (Teaching) จะช่วยให้จำได้ถึง 90% โดย (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2554: ออนไลน์) ได้ให้ข้อสรุปว่ากิจกรรมการเรียนรู้ประเภท การแลกเปลี่ยนพูดคุย การลงมือปฏิบัติ และการสอนหรือทำให้ผู้อื่น จะทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพของการเรียนรู้ดีกว่าและมีระดับความลึกซึ้งของการเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งในระดับที่มากกว่า ดังนั้นจึงส่งผลให้หลังเรียน ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์สูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรวิมล ลำพุกธา (2545: บทคัดย่อ) ซึ่งศึกษาผลการเรียนรู้ในวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุลและความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาเคมีโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย มีความกระตือรือร้น สนใจและมีความสุข สนุกสนานกับการเรียน มีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นและกล้าแสดงออก ได้พัฒนาสมอง ชีกซ้ายและชีกขวาและพัฒนาผลงานอย่างสร้างสรรค์ นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนมีค่าสูงขึ้นผ่านเกณฑ์ตามเป้าหมายวิชาเคมีของโรงเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัย ของอารีย์ ทวีลาภ (2546: บทคัดย่อ), เอรวิณ เมิงไชยสงค์ (2547: บทคัดย่อ), เกศสุดา แพรวกลาง (2554: บทคัดย่อ) และสุวิชา วันสุตล (2554 : บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบ 4MAT ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่องปริมาณสัมพันธ์ หลังเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานข้อที่ 2 เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นวิธีการสอนที่คำนึงถึงแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาอย่างสมดุล ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความ ต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม มีกิจกรรมที่หลากหลาย นักเรียนแต่ละคนสามารถพัฒนาตนเอง อย่างเต็มศักยภาพ ทำให้นักเรียนมีความสนใจและความกระตือรือร้นในการเรียน และมีความรู้สึกที่ ดีต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ผู้วิจัย ได้สอดแทรกเจตคติ ต่อวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนทั้ง 9 ด้าน ได้แก่ 1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ด้านเคมี 2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมี 3. เห็น คุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเคมี 4. ตระหนักในคุณและโทษของการใช้ เทคโนโลยีด้านเคมี 5. มีส่วนร่วมในกิจกรรมวิชาเคมีอย่างสนุกสนาน 6. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ด้านเคมีในการคิดและปฏิบัติ 7. ตั้งใจเรียนวิชาเคมี 8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างมีคุณธรรมและ 9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญ ไตร่ตรองคำนึงถึง ผลดีและผลเสีย ไว้ในระหว่างการจัดการจัดการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนสนุกสนาน มีความสุขกับ การเรียน จึงมีความรู้สึกดีและมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีที่ผู้วิจัยจัดบรรยากาศการเรียนรู้ ให้ ดังคำกล่าวของคณะอนุกรรมการการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (นพคุณ แดงบุญ. 2552: 38: 57 – 58; อ้างอิงจาก คณะอนุกรรมการการพัฒนาหลักสูตรและผลิต อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2525) ที่ว่าในการจัดการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ นั้นนอกจากจะมี จุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนแล้วยังต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติที่ ดีต่อการเรียนเหล่านั้นด้วย เพราะเจตคติในวิชาเรียนมีความสำคัญ เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนตั้งใจ สนใจ

ในการเรียนและแสวงหาความรู้ได้เป็นอย่างดี ถ้าหากว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อผู้เรียนต่อกิจกรรมการเรียนการสอนต่อวิชาที่เรียนก็จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นด้วยการสร้างเจตคติที่ดีแก่นักเรียน คณะอนุกรรมการการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (นพคุณ แดงบุญ. 2552: 38: 57 – 58; อ้างอิงจาก คณะอนุกรรมการการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2525) กล่าวไว้ว่า ให้นักเรียนได้มีโอกาสหรือส่วนร่วมในการเรียนการสอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสามารถ ความถนัดเพื่อจะให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนอันเป็นผลให้เจตคติที่ดีต่อไปซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจินตนา ช่วยด้วง (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้เทคนิคการสอนแบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยลักษณ์ โพธิวรรณ (2547: 56 - 57) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เรื่อง โมเลกุลโคเวเลนต์ ผลการวิจัยของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง โมเลกุลโคเวเลนต์ผ่านเกณฑ์เป้าหมายของการเรียนวิชาเคมีที่ทางโรงเรียนตั้งไว้คือ ได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 60 เป็นจำนวน 35 คน จากนักเรียนทั้งหมด 45 คน คิดเป็นจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เป้าหมายร้อยละ 77.77 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และจากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีในระดับดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของแซงสเตอร์และชูว์แมน (Sangster; & Shulman. 1998: 71) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้แผนการสอน 4MAT กับแผนการสอนตามแนวการสอนของกรมวิชาการ ผลการวิจัยซึ่งได้จากการตอบแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ พบว่าการสอนแบบ 4MAT ได้รับการยอมรับเป็นอย่างดีจากนักเรียน ทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนแบบ 4MAT มีคะแนนเจตคติต่อการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนตามแนวการสอนของกรมวิชาการ

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ หลังเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทำท่ายความสามารถของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนต้องการที่จะเรียนรู้เนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก ส่วนใหญ่เป็นเรื่องเกี่ยวกับคำนวณ นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติ(Learning by doing) หรือได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่มีความหมายต่อตนเอง จึงก่อให้เกิดประสบการณ์ในการรับรู้และเรียนรู้ ผู้เรียนยังสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เมื่อผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาพอสมควร จะทำให้เกิดความรู้ที่ฝังแน่น(Tacit Knowledge) แฝงอยู่ในตัวของผู้เรียน เกิดความรู้ความจำในเนื้อหาความรู้ได้ดีและส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ยังคำนึงถึงลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ ซึ่งสอดคล้องกับ ประพันธ์ศิริสุเสารัจ (2552: 550 - 551) ได้กล่าวถึงแบบฉบับการเรียนรู้ของผู้เรียนดังกล่าวว่า มี 4 แบบ ได้แก่ 1) ผู้เรียนแบบที่ 1 (WHY) เป็นคนช่างคิด ช่างสงสัย ชอบการเรียนรู้ด้วยการสังเกตและสัมผัส จากการฟัง การสังเกต ใฝ่ดู ชอบจินตนาการแล้วนำไปแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การพูดคุย สนทนา หรือทำงานร่วมกับผู้อื่น 2) ผู้เรียนแบบที่ 2 (WHAT) เป็นผู้ที่สนใจข้อเท็จจริง ชอบเรียนรู้จากการรับรู้ข้อมูล ข่าวสารหรือสิ่งต่างๆ จากครูหรือผู้สอน หรือจากคนอื่น ๆ เป็นคนช่างวิเคราะห์ ชอบการเรียนรู้ด้วยวิธีการคิด ไตร่ตรอง 3) ผู้เรียนแบบที่ 3 (HOW) เป็นผู้ที่ ชอบที่จะลงมือปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้จากสามัญสำนึกที่สัมผัสได้ การทดลอง การฝึกปฏิบัติ 4) ผู้เรียนแบบที่ 4 (IF) ชอบค้นหาคำตอบว่าได้หรือไม่ มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็วแล้วนำมาดัดแปลงหรือประยุกต์ให้เป็นสิ่งใหม่ได้ดี เรียนรู้จากความรู้สึกของตนเอง เรียนรู้ด้วยการลองผิดลองถูกที่จะลองทำและค้นพบสิ่งใหม่ด้วยตนเองประกอบกับเด็กนักเรียนโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร เป็นนักเรียนชายทั้งหมด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ทำให้นักเรียนได้ฝึกสังเกต คิดวิเคราะห์ ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ทำให้นักเรียนทุกคนรู้สึกทำท่ายความสามารถ สนุก มีความสุข ในช่วงที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ของตนเอง 1 ใน 4 ช่วงเวลาเรียน ดังคำกล่าวของกิตติชัย สุชาติโนบล (2546: 12) ที่ว่าการจัดกิจกรรมการสอน 4MAT ตอบสนองต่อความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกคน เด็กทุกคนจะมีความสุขในการเรียนรู้ในช่วงเวลาหนึ่งของตนเองที่มีความถนัดและในช่วงเวลาที่ตนเองไม่มีความถนัดก็จะเป็นช่วงเวลาที่ได้พัฒนาศักยภาพที่ตนเองบกพร่อง ถ้าผู้เรียนมีความสนใจและมีความสุขกับสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ ก็จะเรียนรู้จากผู้อื่นได้มากขึ้น และสามารถเข้าใจบทเรียนที่มีการคำนวณได้เข้าใจถึงที่มาของการคำนวณแล้วฝึกคิดมากขึ้น ตรงกันข้ามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ส่วนใหญ่แล้วจะเน้นไปที่การเรียนรู้โดยทฤษฎีการคำนวณ ทำโจทย์ปัญหา และแบบฝึกหัดในใบงาน นักเรียนส่วนน้อยที่มีความเข้าใจและคำนวณได้ และเด็กนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณ และไม่มีความสุขในการเรียนตลอดชั่วโม่งเรียน ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอรรพรรณ พลายละหาร (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT ผลการวิจัยพบว่าเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับการสอนปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของโบเวอร์ (Bower. 1987: Abstract) ศึกษาผลการใช้ระบบ 4 MAT ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ การศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มที่ใช้ระบบ 4 MAT และกลุ่มที่จำกัดการใช้หนังสือให้นักเรียนได้ใช้สมองซีกซ้ายเท่านั้น แตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูผู้สอนควรนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หรือประยุกต์กับเรื่องอื่นๆ ได้
2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ครูผู้สอนควรบริหารจัดการเวลาดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามที่วางแผนไว้ให้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน เพื่อลดปัจจัยอื่นๆ ที่อาจเป็นตัวแปรแทรกซ้อนในงานวิจัยได้
3. เนื่องจากเนื้อหาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ส่วนใหญ่เป็นเรื่องของการคำนวณ ดังนั้นตัวเลขที่โจทย์ที่ใช้ในการคำนวณควรเป็นเลขที่สามารถตัดได้ลงตัว ไม่ซับซ้อนเพื่อลดตัวแปรรบกวนเรื่องการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ควรเน้นไปที่ทางด้านหลักการ/วิธีการ ทักษะการคำนวณที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง
4. ครูผู้สอนควรสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นเรื่องใกล้ตัว สามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันได้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ไปใช้ในวิชาเคมีกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาในระดับอื่นๆ
2. ควรศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่ส่งผลต่อการพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์หรือทักษะทางด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน
3. ควรสร้างแบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT สำหรับผู้เชี่ยวชาญและนักเรียน ได้ร่วมประเมินและแสดงความคิดเห็น เพื่อนำมาใช้ประเมินกิจกรรมร่วมด้วย
4. อาจนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ไปวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีกับเทคนิคการสอนแบบอื่นๆ อาทิ การสอนด้วยเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ 5E หรือ 7E หรือการสอนแบบร่วมมือ เป็นต้น



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติชัย สุทธาสโนบล. (2545). การจัดกระบวนการเรียนรู้ 4 MAT เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะดี มีปัญญา มีความสุข. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศาสนา.
- (2546). 4 MAT การจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ของผู้เรียน. ราชบุรี: ธรรมรักษ์การพิมพ์.
- เกศสุดา แพรวกลาง. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จารุวรรณ นาคคุบัว. (2552). การศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 1. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จินดารัตน์ แก้วพิกุล. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับความรู้โดยการเปลี่ยนแปลงแนวคิดและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จินตนา ช่วยด้วง. (2547). การใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตกิจ อินเตอร์ โปรดักส์.
- นพคุณ แดงบุญ. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- บังอร ภัทรโกมล. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต หน่วยตัวเรา ด้วยวิธีการสอนแบบโครงการ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). พัฒนาหลักสูตรและการสอน. มหาสารคาม: ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. (2545). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่องการวัดประเมินการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญนำ อินทนนท์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินต์ติ้ง. ----- (2552,กรกฎาคม– สิงหาคม). การสอนแบบ 4 MAT: วิธีการสอนของครูและพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียน. วารสารสงขลานครินทร์. 15(4): 547-557.
- ประภาเพ็ญ สุวรรณ. (2520). ทศนคติ. การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ปิยลักษณ์ โพธิวรรณ. (2547). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เรื่อง โมเลกุลโคเวเลนต์. รายงานการศึกษาอิสระ ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ----- (2543). วิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พัชรวิทย์ เกตุแก่นจันทร์. (2540). สมองกับการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษาพิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2550). ประมวลบทความ ปรับปรุงวิธีการสอนวิทยาศาสตร์สู่ห้องเรียน แห่งการคิด. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิสิทธิ์พจน์ ไชยานุกูล. (2544). เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นใน โรงเรียน สังกัดสำนักงานการศึกษาเทศบาล เขตการศึกษา 11. รายงานการศึกษา ค้นคว้าอิสระ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

- ไพศาล หวังวานิช. (2523). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร. (2554). รายงานโครงการพัฒนาคุณภาพผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน กิจกรรมซ่อมเสริมระหว่างเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.
- (2555). เอกสารประกอบการประชุมโครงการจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษา ปี 2555 – 2558 และจัดทำแผนปฏิบัติงาน ปี 2555 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตรสุสาภ. ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2541). *เทคนิคการสร้างข้อสอบความถนัดทางการเรียน*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). *การวัดด้านจิตพิสัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรินทร์ ลำพุกษา. (2545). *ผลการเรียนรู้ในวิชาเคมี โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT*. ปรินญานพนธ์ ศศ.ม. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- วารี ว่องพินัยรัตน์. (2530). *การสร้างข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาทดสอบและวิจัยทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา สหวิทยาลัย รัตนโกสินทร์.
- วิไลรัตน์ กลิ่นจันทร์. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). *คู่มือการวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็น. การพิมพ์.
- สุวิชา วันสุตล. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค 4 MAT และการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา*. ปรินญานพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2522). *ระดับเจตคติ*. กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2554). *พีระมิดการเรียนรู้*. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2557, จาก <http://ratnaree.wordpress.com/2012/02/11/learning-pyramid>
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2553). *คู่มือการประเมินคุณภาพภายนอกกรอบสาม (พ.ศ. 2554 - 2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับสถานศึกษา พ.ศ. 2554*. กรุงเทพฯ: สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน).

- อรรรรณ พลายละหาร. (2545). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4MAT กับการสอนปกติ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรรรรณ อ่อนสิงห์. (2553). การศึกษาปัจจัยด้านสติปัญญาและไม่ใช่สติปัญญาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานครเขต 2. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารีย์ ทวีลาภ. (2546). การศึกษาแบบการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามระบบ 4 MAT. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เอราวัณ เมิงไชยสงค์. (2547). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT. รายงานการศึกษาอิสระ ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- Bower, Patricia Shane. (1987). The Effect of 4 MAT System on Achivement and Attitude and Attitude in Science. *Dissertation Abstract International*. 49(9): 2605 – A.
- Bloom, BenjaminS. (1976). *Human Chartacteristics and School Learning*. New York: McGraw – Hill.
- Corroll, J.B. (1963). A Model of School Learning in Learning Teacher Collage Record 64: 732 – 733.
- Dahsah,Chanyah; & Kevin Coll, Richard. (2007, February). Thai Grade 10 and 11 Students' Understanding of Stoichiometry and Related Concepts. *Int J Sci Math Educ*. 27(2): 573 – 600.
- Eysenk, H.J.; & Meili,R. (1972). *Encyclopedia of Psychology*. Vol.1 London: Search Press.
- Freeman Garlsmith; & Sears. (1970). *Social Psychology*. New Jersey: Prentice – Hall.
- Good., C.V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGrew Hill Company.
- Haladyna, Tom; & Shaughnessy , Joan. (1982, July – September). Attitudes toward Science : A Quantitative Synthesis. *Science Education*. 66: 547 – 563.
- Harvard Business Review. (2011). *Learning pyramid*. Retrieved March 1, 2014, from <http://www.jsfutureclassroom.com/research2.php>

- Maddox, Harry. (1965). *How to Study*. London: The English Language Book Society.
- McCarthy, Bernice. (1990, October). Using 4MAT System to bring Learning styles to School. *Educational Leadership*. 48(2): 31 -37.
- . (1, March). MAT's Learning styles. *Dissertation abstracts international*. 54(6): 46-51.
- . (1987). The 4MAT system : Teaching to learning styles with Right/Left Mode Techniques Barringo. Linois: Excell Publishing , Inc, 2002 West street, 60010.
- Sangster, Sandra. (1988, November). Impact of the 4 MAT System as a Curriculum Delivery Model. *Dissertation abstractis International*. p. 71.
- Schibeci, R.A. (1983, October). Selection Appropriate Attitudinal Objectives for school Science. *Science Education*. 67: 595 – 603.
- Scott, Harry V. (1994). A Serious Look at the 4 MAT Model. *Dissertation abstracts international*. p. 16.
- Shaw, M.E.; & Wright, J.M. (1967). *Scale for the measurement of attitudes*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Triandis, H.C. (1971). *Attitude and Attitude Chang*. New York: John Wiley & Sons.



ภาคผนวก ก

เอกสารประกอบการทำปริญญานิพนธ์

- สำเนาคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์
- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย
- สำเนาหนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อทำการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอเชิญประชุมพิจารณาเค้าโครงปริญญานิพนธ์
- สำเนาหนังสือแต่งตั้งคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์



คำสั่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ที่ ๑๓๖ /2555

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท

เพื่อให้การดำเนินการทำปริญญาโทดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ
อาศัยอำนาจ ตามความในมาตรา 19 และมาตรา 22 แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2541 และคำสั่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ 2001/2554 ลงวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2554
เรื่อง การมอบอำนาจของอธิการบดีให้ผู้บริหารปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท ดังนี้

- | | | | |
|----|--------------------------------|-----------------|-------------|
| 1. | อาจารย์ ดร.ปิยะดา | จิตรตังประเสริฐ | เป็นประธาน |
| 2. | รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ | สุเสารัจ | เป็นกรรมการ |

โดยมีหน้าที่ให้คำปรึกษาและควบคุมดูแลการทำปริญญาโท นางสาววันศิริ สมบุญ
รหัสประจำตัว 52199110009 ระดับ ปริญญาโท หลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา เคมี คณะ วิทยาศาสตร์

ทั้งนี้ตั้งแต่วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2555 เป็นต้นไปจนนิสิตสำเร็จการศึกษา

สั่ง ณ วันที่ ๑๑ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี

อาจารย์ ดร. ปิยะรัตน์ ตรีบัณฑิต

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

อาจารย์นันทยา มหรรณรัตน์

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร

อาจารย์ศิริรัตน์ วงศ์ศิริ

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5664

ที่ ศธ 0519.12/2905

วันที่ ๒๖ มิถุนายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ตระบัณฑิต

เนื่องด้วย นางสาววันศิริ สมบุญ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” โดยมี อาจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ และ รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ แผนการสอนเรื่อง แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ แผนการจัดการเรียนรู้การสอนแบบปกติ และแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววันศิริ สมบุญ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 06-798-9029



ที่ ศธ 0519.12/๖๑๐๔

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๖ มิถุนายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์นันทิยา มหรรณรัตน์

เนื่องด้วย นางสาววันศิริ สมบุญ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” โดยมี อาจารย์ ดร.ปิยะดา จิตร์ตั้งประเสริฐ และ รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ แผนการสอนเรื่อง แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ แผนการจัดการเรียนรู้การสอนแบบปกติ และแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววันศิริ สมบุญ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 06-798-9029



ที่ ศธ 0519.12/2903

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๖๖ มิถุนายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ศิริรัตน์ วงศ์ศิริ

เนื่องด้วย นางสาววันศิริ สมบุญ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” โดยมี อาจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ และ รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ แผนการสอนเรื่อง แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ แผนการจัดการเรียนรู้การสอนแบบปกติ และแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววันศิริ สมบุญ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 06-798-9029

ที่ ศธ 0519.12/29๓๖



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๗ มิถุนายน 2555

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร

เนื่องด้วย นางสาววันศิริ สมบุญ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" โดยมี อาจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ และ รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยใช้สถานที่เพื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ แผนการสอนเรื่อง แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ แผนการจัดการเรียนรู้การสอนแบบปกติ และแบบประเมิน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 5 จำนวน 36 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ในระหว่างเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม 2555

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ให้ นางสาววันศิริ สมบุญ ได้เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย และขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ลันตวิฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 086-798-9029



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ โทร. 8201 8222

ที่ ศธ 0519.7.04/

วันที่ 30 เมษายน 2555

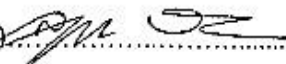
เรื่อง ขออนุมัติประชุมพิจารณาเค้าโครงปริญญานิพนธ์

เรียน คณะกรรมการพิจารณาเค้าโครงปริญญานิพนธ์

ด้วย นางสาววันศิริ สมบุญ นิสิตปริญญาโทหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาเคมี รหัสประจำตัว 52199110009 จะเสนอเค้าโครงปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” (THE STUDY OF ACADEMIC ACHIEVEMENT AND ATTITUDES TOWARDS SCIENCE AFTER THE 4 MAT LEARNING ACTIVITIES ON STOICHIOMETRY FOR STUDENTS IN MATTHAYOMSUKSA V) ในวันศุกร์ที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 เวลา 10.00 - 12.00 น. ณ ห้อง 15-724 โดยมีคณะกรรมการพิจารณาเค้าโครงปริญญานิพนธ์ ดังรายนามต่อไปนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ชัยนะกุล (ประธานคณะกรรมการพิจารณาเค้าโครงฯ)
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (กรรมการพิจารณาเค้าโครงฯ)
3. ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ (กรรมการพิจารณาเค้าโครงฯ)
4. ดร.วิภา เสียงเพราะ (กรรมการพิจารณาเค้าโครงฯ)
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล ประสงค์พันธ์ (กรรมการและเลขานุการพิจารณาเค้าโครงฯ)

จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมพิจารณาเค้าโครงฯ ตามวันเวลาดังกล่าว จักเป็นพระคุณยิ่ง

(ลงชื่อ) 
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ชัยนะกุล)
 ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรฯ



คำสั่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่ ๖19/2557
เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

เพื่อให้การทำปริญญานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ จึงอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 19 และมาตรา 22 แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ.2541 และคำสั่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ 3411/2554 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2554 เรื่อง การมอบอำนาจของอธิการบดีให้ผู้บริหารปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี แต่งตั้งคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ (สอบปากเปล่า) ของ นางสาววันศิริ สมบุญ รหัสประจำตัว 52199110009 หลักสูตร การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา เคมี ดังนี้

- | | | |
|-----------------------------------|------------------|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินดา | แต่มีบรรจง | ประธาน (ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย) |
| 2. อาจารย์ ดร.ปิยะดา | จิตรตั้งประเสริฐ | กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก) |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ | สุเสารัจ | กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิณา | เสียงเพระ | กรรมการ (กรรมการบริหารหลักสูตร) |

กำหนดวันสอบปริญญานิพนธ์ชื่อเรื่อง “การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ในวันที่ 1 เมษายน 2557 เวลา 10.00 น. สถานที่สอบ ห้อง 15-724 ตึก 15 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์มีหน้าที่ดังนี้

1. พิจารณาความรู้ความสามารถของนิสิตในการทำปริญญานิพนธ์ โดยประเมินความรู้พื้นฐานในสาขาวิชา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ตลอดจนการนำเสนอและตอบคำถาม
2. ประธานกรรมการทำหน้าที่ควบคุมการสอบให้เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2554 และสรุปผลการสอบตามมติของคณะกรรมการสอบ พร้อมส่งรายงานผลการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์/สารนิพนธ์ (บว.432) ให้กับบัณฑิตวิทยาลัยภายใน 30 วันหลังสอบ แต่ทั้งนี้ต้องอยู่ภายในวันสุดท้ายของการส่งเล่มปริญญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ ตามปฏิทินการศึกษาที่ประกาศโดยบัณฑิตวิทยาลัย
3. ประธานกรรมการ และกรรมการ ติดตามการแก้ไขปริญญานิพนธ์ตามคำแนะนำของกรรมการสอบ (ถ้ามี) และควบคุมการจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ให้เป็นไปตามรูปแบบที่บัณฑิตวิทยาลัยกำหนด

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ออกคำสั่งเป็นต้นไป จนเสร็จสิ้นหน้าที่กรรมการเมื่อนิสิตสำเร็จการศึกษา

สั่ง ณ วันที่ 13 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2557

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
2. แผนการจัดการเรียนรู้การสอนแบบปกติเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
4. แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี

ตาราง 10 แสดงการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ลำดับ ที่	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้			สมรรถนะ	เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ ในวิชาเคมี
		ความรู้(K)	กระบวนการ (P)	คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์(A)		
1.	อธิบาย ความหมาย ของมวล อะตอม คำนวณหามวล อะตอม มวล ของธาตุ 1 อะตอม และ มวลอะตอม เฉลี่ยของธาตุ ได้	1. อธิบาย ความหมาย ของมวล อะตอมและ มวลของธาตุ 1 อะตอมได้ 2. คำนวณหา มวลอะตอม ของธาตุและ มวลของธาตุ 1 อะตอมได้ 3. คำนวณหา มวลอะตอม เฉลี่ยของธาตุ เมื่อทราบมวล อะตอมและ ปริมาณ ไอโซโทปที่มี อยู่ใน ธรรมชาติได้	1. การสืบเสาะ หาความรู้ วิทยาศาสตร์ 2. ทักษะการ คำนวณ 3. ทักษะการคิด วิเคราะห์ 4. กระบวนการ ทำงานกลุ่ม	1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นใน การทำงาน	1. ความ สามารถในการ สื่อสาร 2 ความ สามารถในการ การคิด 3. ความ สามารถในการ การแก้ปัญหา 4. ความ สามารถในการ การใช้ทักษะ ชีวิต 5. ความ สามารถในการ การใช้ เทคโนโลยี	มีส่วนร่วมใน กิจกรรมวิชา เคมีอย่าง สนุกสนาน

ตาราง 10 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้			สมรรถนะ	เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ ในวิชาเคมี
		ความรู้(K)	กระบวนการ (P)	คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์(A)		
2.	อธิบาย ความหมาย ของมวล โมเลกุล คำนวณหามวล โมเลกุลของ สารหรือมวล สูตรของสาร 1 โมเลกุลได้	1. อธิบาย ความหมาย ของมวล โมเลกุลและ มวลของสาร 1 โมเลกุลได้ 2. คำนวณหา มวลโมเลกุล ของสารหรือ มวลของสาร 1 โมเลกุลได้	1. การสืบเสาะ หาความรู้ วิทยาศาสตร์ 2. ทักษะการ คำนวณ 3. ทักษะการ คิดวิเคราะห์ 4. กระบวนการ ทำงานกลุ่ม	1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นใน การทำงาน	1. ความ สามารถในการ สื่อสาร 2. ความ สามารถในการ คิด 3. ความ สามารถในการ แก้ปัญหา	ศรัทธาและ ซาบซึ้งใน ผลงานทาง วิทยาศาสตร์ ด้านเคมี
3.	บอก ความหมาย ของปริมาณ สาร 1 โมลและ เลขอาโวกาโดร บอก ความสัมพันธ์ ระหว่างโมลกับ จำนวนอนุภาค โมลกับมวล	1. บอก ความหมาย ของปริมาณ สาร 1 โมลและ เลขอาโวกา โดรได้ 2. บอก ความสัมพันธ์ ระหว่างโมลกับ จำนวนอนุภาค โมลกับมวล	1. การสืบเสาะ หาความรู้ วิทยาศาสตร์ 2. ทักษะการ คำนวณ 3. ทักษะการ คิดวิเคราะห์ 4. กระบวนการ ทำงานกลุ่ม	1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นใน การทำงาน	1. ความ สามารถในการ คิด 2. ความ สามารถในการ แก้ปัญหา 3. ความ สามารถในการ ใช้ทักษะ ชีวิต	เห็นคุณค่า และประโยชน์ ของ วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี ด้านเคมี

ตาราง 10 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้			สมรรถนะ	เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ ในวิชาเคมี
		ความรู้(K)	กระบวนการ (P)	คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ (A)		
4.	บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP	บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP	1. การสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ 2. ทักษะการคำนวณ 3. ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา 4. กระบวนการทำงานกลุ่ม	1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2 ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	ตั้งใจเรียนวิชาเคมี
5.	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆของสารซึ่งได้แก่จำนวนโมลจำนวนอนุภาคมวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวคำนวณหาปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้	คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร มวล ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือ จำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง	1. การสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ 2. ทักษะการคำนวณ 3. ทักษะการคิดวิเคราะห์	1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2 ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ด้านเคมี

ลำดับ ที่	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้			สมรรถนะ	เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ ในวิชาเคมี
		ความรู้(K)	กระบวนการ (P)	คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ (A)		
6.	คำนวณหา ความเข้มข้น ของสารละลาย ในหน่วยต่างๆ ที่กำหนดให้ได้	1. อธิบาย ความหมาย หน่วยความเข้มข้น ของสารละลายใน หน่วยร้อยละ ส่วน ในล้านส่วน ส่วนใน พันล้านส่วน โมลา ริตี โมแลลิตี และ เศษส่วนโมลได้ 2. คำนวณหาความ เข้มข้นของ สารละลายใน หน่วยร้อยละ ส่วน ในล้านส่วน ส่วนใน พันล้านส่วน โมลา ริตี โมแลลิตี และ เศษส่วนโมลได้	1. การสืบเสาะ หาความรู้ วิทยาศาสตร์ 2. ทักษะการ คำนวณ 3. ทักษะการคิด วิเคราะห์ 4. กระบวนการ ทำงานกลุ่ม	1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	1. ความ สามารถในการ สื่อสาร 2 ความ สามารถในการ คิด 3. ความ สามารถในการ แก้ปัญหา	ตระหนักใน คุณและโทษ ของการใช้ เทคโนโลยี ด้านเคมี

ตาราง 10 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้			สมรรถนะ	เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ ในวิชาเคมี
		ความรู้(K)	กระบวนการ (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์(A)		
7.	อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ ที่กำหนดให้ได้	1.อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการ 2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ ที่กำหนดให้ได้	1. เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามที่ต้องการ 2. ทักษะการคำนวณ 3. ทักษะการคิดวิเคราะห์ 4.กระบวนการทำงานกลุ่ม	1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน	1.ความสามารถในการสื่อสาร 2.ความสามารถในการคิด 3.ความสามารถในการแก้ปัญหา 4.ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมีในการคิดและปฏิบัติ
8.	เปรียบเทียบจุดเดือด จุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลาย สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกันแต่มีความเข้มข้นต่างกัน และสารละลายที่มีตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นเท่ากัน	1. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกันและมี ความเข้มข้นเท่ากันได้ 2. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีตัวทำละลายต่างชนิดกัน ชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันได้	1. การสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ 2. ทักษะการคำนวณ 3. ทักษะการคิดวิเคราะห์ 4. กระบวนการทำงานกลุ่ม	1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2 ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	1.ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมีในการคิดและปฏิบัติ 2. ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใคร่ครวญไตร่ตรอง คำนึงถึงผลดีและผลเสีย

ตาราง 11 แสดงโครงสร้างการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

รหัสวิชา ว32221 รายวิชาเคมี 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 17 ชั่วโมง

ครูวันศิริ สมบุญ

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
-	-	-	- ปฐมนิเทศ - วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีก่อนเรียน	1
1.	ปริมาณสาร สัมพันธ์ I	1. อธิบายความหมายของมวล อะตอม คำนวณหามวลอะตอม มวลของธาตุ 1 อะตอมและมวล อะตอมเฉลี่ยของธาตุได้	- มวลอะตอม	2
		2. อธิบายความหมายของมวล โมเลกุล คำนวณหามวลโมเลกุล ของสารหรือมวลสูตรของสาร 1 โมเลกุลได้	- มวลโมเลกุล	1
		3. บอกความหมายของปริมาณ สาร 1 โมลและเลขอาโวกาโดร บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับ จำนวนอนุภาค โมลกับมวล	- จำนวนโมลกับมวลของสาร	2
		4. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง โมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP	- ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส	1
		5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณต่างๆของสาร ซึ่งได้แก่ จำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่STP รวมทั้ง ใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าว คำนวณ หาปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้	- ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน โมล อนุภาค มวลและปริมาตร ของแก๊ส	2
		6. คำนวณหาความเข้มข้นของ สารละลายในหน่วยต่างๆที่ กำหนดให้ได้	- ความเข้มข้นของสารละลาย	1

ตาราง 11 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1.	ปริมาณสาร สัมพันธ์ I	7. อธิบายวิธีการเตรียม สารละลายให้มีความเข้มข้นหรือ ปริมาตรตามต้องการ และ คำนวณหาความเข้มข้นของ สารละลายในหน่วยต่างๆ ที่ กำหนดให้ได้	- การเตรียมสารละลาย	3
		8. เปรียบเทียบจุดเดือด จุดเยือก แข็งและจุดหลอมเหลวของ สารละลายกับตัวทำละลาย สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิด เดียวกันแต่มีความเข้มข้นต่างกัน และสารละลายที่มีตัวทำละลายต่าง ชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นเท่ากัน	- สมบัติบางประการของ สารละลาย	3
-	-	-	- วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีหลังเรียน - ประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีหลัง เรียน	1
รวม				17

ตาราง 12 ตารางออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี 2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	กระบวนการจัดการเรียนรู้	สื่อ/เทคโนโลยี	แหล่งเรียนรู้/ภูมิปัญญาท้องถิ่น	ชิ้นงาน/ภาระงาน
-	- ปฐมนิเทศ - วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียน	-	-	-	-
1.	มวลอะตอม	4 MAT/แบบปกติ	1.โมเดลอะตอม ไฮโดรเจนและออกซิเจน 2.เมล็ดถั่วเขียวและถั่วแดง 3.power point 4. ใบความรู้	-	-ใบงานที่ 1 -ใบงานที่ 2 -ใบงานที่ 3
2.	มวลโมเลกุล	4 MAT/แบบปกติ	power point	-	-ใบงานที่ 4
3.	จำนวนโมลกับมวลของสาร	4 MAT/แบบปกติ	power point	-	-ใบงานที่ 5 -อนุปฏิทิน
4.	ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส	4 MAT/แบบปกติ	1.power point 2 แผ่นกระดาษสำเร็จรูปสำหรับต่อกล่องรูปลูกบาศก์ขนาด 28.2 cm x 28.2 cm x 28.2 cm	-	-ใบงานที่ 6
5.	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊ส	4 MAT/แบบปกติ	Power point	-	- ใบงานที่ 7 - แผนผังความคิด

ตาราง 12 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	กระบวนการ จัดการเรียนรู้	สื่อ/เทคโนโลยี	แหล่ง เรียนรู้/ ภูมิปัญญา ท้องถิ่น	ชิ้นงาน/ ภาระงาน
6.	ความเข้มข้นของ สารละลาย	4 MAT/แบบปกติ	1.Power point 2.อุปกรณ์สาริต	-	-ใบงานที่ 8 -ใบงานที่ 9
7.	การเตรียมสารละลาย	4 MAT/แบบปกติ	1.Power point 2.อุปกรณ์และ สารเคมีในการ เตรียมสารละลาย 3.โปรแกรม flash วิธีการ เตรียมสารละลาย	-	-ใบงานที่ 10
8.	สมบัติบางประการของ สารละลาย	4 MAT/แบบปกติ	1.Power point 2.อุปกรณ์และ สารเคมีในการ หาจุดเดือด จุด เยือกแข็งของ สารละลาย	-	-รายงานการ ทดลอง -ใบงานที่ 11
-	-วัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาเคมีก่อนเรียน -ประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี หลังเรียน	-	-	-	-

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ I

โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รหัส ว32221 วิชา เคมี 2

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 เวลา 15 ชั่วโมง

ผู้สอน ครูวันศิริ สมบุญ

โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร

1. ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของมวลอะตอม คำนวณหามวลอะตอม มวลของธาตุ 1 อะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้
2. อธิบายความหมายของมวลโมเลกุล คำนวณหามวลโมเลกุลของสารหรือมวลสูตรของสาร 1 โมเลกุลได้
3. บอกความหมายของปริมาณสาร 1 โมลและเลขอาโวกาโดร บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค โมลกับมวล
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง โมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP
5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆของสาร ซึ่งได้แก่ จำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าว คำนวณหาปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้
6. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆที่กำหนดให้ได้
7. อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการ และ คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ ที่กำหนดให้ได้
8. เปรียบเทียบจุดเดือด จุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลาย สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกันแต่มีความเข้มข้นต่างกัน และสารละลายที่มีตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นเท่ากัน

2. สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

ปริมาณสารสัมพันธ์(I) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมวลหรือน้ำหนักของธาตุต่างๆ ของสารประกอบในปฏิกิริยาเคมี มีความสำคัญอย่างยิ่ง ในการใช้คาดคะเนปริมาณของสารที่จะต้องใช้เป็นสารตั้งต้นเพื่อที่จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณตามต้องการ

3. สมรรถนะ

- 3.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 3.2 ความสามารถในการคิด
- 3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 3.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 3.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

4. สารการเรียนรู้

4.1 มวลอะตอม

4.2 มวลโมเลกุล

4.3 โมล

4.3.1 จำนวนโมลกับมวลของสาร

4.3.2 ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

4.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตร

4.4 สารละลาย

4.4.1 ความเข้มข้นของสารละลาย

4.4.2 การเตรียมสารละลาย

4.4.3 สมบัติบางประการของสารละลาย

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

5.1 ใฝ่เรียนรู้

5.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

6. ชิ้นงานหรือภาระงาน

6.1 ใบบงานที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม

6.2 ใบบงานที่ 2 เรื่อง การหามวลเฉลี่ยของตัว

6.3 ใบบงานที่ 3 เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย

6.4 ใบบงานที่ 4 เรื่อง มวลโมเลกุล

6.5 ใบบงานที่ 5 เรื่อง จำนวนโมลกับมวลของสาร

6.6 อนุปฏิบัติ

6.7 ใบบงานที่ 6 เรื่อง ปริมาตรต่อโมลแก๊ส

6.8 ใบบงานที่ 7 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊ส

6.9 แผนผังความคิด (mind mapping) ในกระดาษ A4

6.10 ใบบงานที่ 8 เรื่อง สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

6.11 ใบบงานที่ 9 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

6.12 ใบบงานที่ 10 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

6.13 รายงานการทดลอง เรื่อง การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

6.13 รายงานการทดลอง เรื่อง การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

6.14 ใบบงานที่ 11 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

7. การวัดและประเมินผล

7.1 การประเมินผลก่อนเรียน

- ทดสอบก่อนเรียน

7.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- การตอบคำถามระหว่างเรียน
- การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
- การจดบันทึกระหว่างเรียนในสมุด

7.3 การประเมินหลังเรียน

- ทดสอบหลังเรียน

7.4 การประเมินชิ้นงาน

- แบบประเมินใบงาน(K)
- แบบประเมินแผนผังความคิด(K)
- แบบประเมินรายงานการทดลอง(K)
- แบบประเมินปฏิบัติการทดลอง(P)
- แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล(A)



แบบประเมินใบงาน(K)

เรื่อง

คำชี้แจง

พิจารณาความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมกับเกณฑ์การให้คะแนน แล้วเขียนคะแนนลงในช่อง

ผู้ประเมิน ครูผู้สอน นางสาววันศิริ สมบุญ

ลำดับ ที่	ชั้น ม. 5/.....	ระดับคะแนน			รวม (10)
	ชื่อ-สกุล	ความถูกต้อง (6)	ความเป็นระเบียบ (2)	ส่งงานตรงเวลา(2)	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(น.ส.วันศิริ สมบุญ)

วันที่/...../.....

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินใบงาน(K)

เกณฑ์พิจารณาระดับปริมาณ

หัวข้อที่พิจารณา	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
ความถูกต้อง	ตอบถูกต้อง 90 – 100% ของจำนวนข้อทั้งหมด	6
	ตอบถูกต้อง 80 – 89% ของจำนวนข้อทั้งหมด	5
	ตอบถูกต้อง 70 – 79% ของจำนวนข้อทั้งหมด	4
	ตอบถูกต้อง 60 – 69% ของจำนวนข้อทั้งหมด	3
	ตอบถูกต้อง 50 – 59% ของจำนวนข้อทั้งหมด	2
	ตอบถูกต้องน้อยกว่า 50% ของจำนวนข้อทั้งหมด	1
ความเป็นระเบียบ	เขียนตัวบรรจง เรียงเป็นบรรทัดสวยงาม อ่านง่าย ไม่สกปรก	2
	เขียนไม่ตรงบรรทัด อ่านยาก มีรอยลบเป็นบางจุด	1.5
	เขียนตัวหนังสืออ่านยาก และมีรอยลบเป็นจำนวนมาก	1
ส่งงานตรงเวลา	ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด	2
	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1-2 วัน	1.5
	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 3 วันขึ้นไป	1

เกณฑ์พิจารณาระดับคุณภาพ

คะแนน 9 – 10 ระดับดีมาก

คะแนน 7 – 8 ระดับดี

คะแนน 5 – 6 ระดับพอใช้

คะแนน ต่ำกว่า 5 ระดับปรับปรุง

แบบประเมินแผนผังความคิด(K)

ลำดับ ที่	ชั้น ม. 5/.....	ระดับคะแนน					รวม (10)
	ชื่อ-สกุล	เนื้อหาสาระ(2)	การเชื่อมโยงความรู้(2)	ความคิดสร้างสรรค์(2)	ความเรียบง่ายของ ชิ้นงาน(2)	การส่งงานตรงเวลา(2)	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(น.ส.วันศิริ สมบุญ)

วันที่/...../.....

เกณฑ์การประเมินแผนผังความคิด(K)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ/คะแนน			
	ดีเยี่ยม(2)	ดี(1.5)	พอใช้(1)	ปรับปรุง (0.5)
1. เนื้อหาสาระ	สรุปเนื้อหาได้สั้น กระชับ เข้าใจ ชัดเจน เนื้อหา ครบถ้วน	สรุปเนื้อหาเยอะ แต่เนื้อหา ครบถ้วน	สรุปได้สั้นกระชับ แต่เนื้อหาไม่ ครบถ้วน	ลอกเนื้อหามาจาก หนังสือหรือคัดมา จากอินเทอร์เน็ต โดยไม่สรุป
2. การเชื่อมโยง ความรู้	เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อความ 4 ความ สัมพันธ์เป็นต้นไป	เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ระหว่างข้อความ 3 ความ สัมพันธ์เป็น ต้นไป	เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ระหว่างข้อความ 2 ความ สัมพันธ์เป็น ต้นไป	ไม่มีการเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ระหว่างข้อความ ใดๆ เลย
3. ความคิด สร้างสรรค์	เขียนหรือพิมพ์งาน เรียบร้อย สวยงาม มีไอเดียแปลกใหม่ น่าสนใจ	เขียนหรือพิมพ์ งานเรียบร้อย สวยงาม	เขียนหรือพิมพ์ งานเรียบร้อยแต่ ไม่ภาพวาดหรือ ระบายสี	มีแต่ตัวอักษร ไม่ วาดภาพหรือ ระบายสีใดๆ
4. ความเรียบร้อย ของชิ้นงาน	พิมพ์หรือเขียน ข้อความไม่ผิด สะอาดเรียบร้อย	มีการสะกดคำผิด เล็กน้อย ชิ้นงาน เรียบร้อย	มีรอยลบสกปรก และการสะกด คำผิดเล็กน้อย	สะกดคำผิดให้เห็น มาก
5.การส่งงานตรงเวลา	ส่งทันตาม กำหนดเวลา	ส่งงานช้า(1-2 วัน)	ส่งงานช้ามาก (ตั้งแต่ 3 วันเป็น ต้นไป)	ไม่ส่งงาน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9 – 10	ดีมาก
7 – 8	ดี
5 – 6	พอใช้
1 – 4	ปรับปรุง

แบบประเมินรายงานการทดลอง(K)

ลำดับ ที่	ชั้น ม. 5/.....	ระดับคะแนน					รวม (10)
	ชื่อ-สกุล	การตั้งสมมติฐานการ ทดลอง(2)	การบันทึกผล(2)	ความซื่อสัตย์(2)	การวิเคราะห์และ สรุปผลการทดลอง(2)	การส่งงานตรงเวลา(2)	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(น.ส.วันศิริ สมบุญ)

วันที่/...../.....

เกณฑ์ประเมินรายงานการทดลองเคมี(K)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ/คะแนน			
	ดีเยี่ยม(2)	ดี(1.5)	พอใช้(1)	ปรับปรุง (0.5)
1. การตั้งสมมติฐานการทดลอง	เขียนได้ถูกต้องชัดเจนและสอดคล้องกับเรื่องที่ทดลอง	เขียนได้ถูกต้องสอดคล้องกับเรื่องที่ทดลองแต่ยังไม่ชัดเจน	เขียนแต่ไม่ถูกต้อง	ไม่สามารถเขียนได้
2. การบันทึกผล	บันทึกข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และชัดเจน	บันทึกข้อมูลได้อย่างถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วน	บันทึกข้อมูลได้ครบถ้วนแต่ไม่ชัดเจนและขาดความถูกต้อง	บันทึกข้อมูลได้ไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน
3. ความซื่อสัตย์ในการกรอกข้อมูล	ไม่มีการลบหรือแก้ไขข้อมูลผลการทดลอง	มีการลบแก้ไขผลการทดลองเล็กน้อย	มีการลบแก้ไขผลการทดลองมาก	ใช้ผลการทดลองของกลุ่มอื่น
4. การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุม	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทดลองได้ตามความคิดเห็นโดยไม่ใช้ข้อมูลจากการทดลอง	ไม่สามารถวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้หรือสรุปผลการทดลองไม่สอดคล้องกับผลการทดลองของกลุ่มตนเอง
5.การส่งงานตามกำหนดเวลา	ส่งทันตามกำหนดเวลา	ส่งงานช้า(1-2 วัน)	ส่งงานช้ามาก (ตั้งแต่ 3 วันเป็นต้นไป)	ไม่ส่งงาน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9- 10	ดีมาก
7 – 8	ดี
5 – 6	พอใช้
0 – 4	ปรับปรุง

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง(P)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ/ คะแนน			
	4	3	2	1
1. การวางแผนวิธีการดำเนินการทดลอง				
2. การปฏิบัติการทดลอง				
3. การจัดกระทำข้อมูลและนำเสนอ				
4. การสรุปผลการทดลอง				
5. การดูแลและการเก็บอุปกรณ์/เครื่องมือ				
คะแนนรวม	/ 20			
คิดเป็นร้อยละ				

การประเมินการปฏิบัติการทดลอง

ร้อยละของคะแนน	ผลการประเมินคะแนน
80%ขึ้นไป	ดีมาก (4)
70 – 79 %	ดี (3)
50 – 69%	พอใช้(2)
ต่ำกว่า 50%	ต้องปรับปรุง(1)

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการทดลอง(P)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ/ คะแนน			
	4	3	2	1
1. การวางแผน วิธีการ ดำเนินการ ทดลอง	วางแผนและออกแบบการทดลองทำ (Flow chart) ได้ถูกต้องและเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	วางแผนและออกแบบการทดลองทำ (Flow chart) ได้ถูกต้อง แต่เลือกใช้ใช้อุปกรณ์ในการทดลองยังไม่เหมาะสม	วางแผนและออกแบบการทดลอง (Flow chart) ไม่ถูกต้อง ต้องการความช่วยเหลือในการเลือกใช้อุปกรณ์	ไม่สามารถวางแผนและออกแบบการทดลอง(Flow chart) ได้เองต้องการความช่วยเหลือในการเลือกใช้อุปกรณ์
2. การ ปฏิบัติการ ทดลอง	ดำเนินการทดลองได้เป็นขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ต่างๆได้เองอย่างถูกต้องเหมาะสมปลอดภัยและคล่องแคล่วบางครั้งทำการทดลองเสร็จทันเวลา	ดำเนินการทดลองได้เอง ทันเวลา แต่ต้องการคำแนะนำในการใช้อุปกรณ์เป็นบางครั้ง	ทำการทดลองไม่ทันในเวลาที่กำหนด ต้องให้ความช่วยเหลือเป็นบางครั้งในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์	ทำการทดลองไม่ทันเวลา ต้องให้ความช่วยเหลือตลอดเวลาในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์
3. การจัดกระทำ ข้อมูลและ นำเสนอ	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบและนำเสนอด้วยแบบต่างๆอย่างชัดเจน	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ นำเสนอข้อมูลต่างๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล และมีการนำเสนอ สื่อความหมายไม่ชัดเจน	ไม่สามารถจัดกระทำข้อมูลและไม่สามารถนำเสนอข้อมูลได้
4. การสรุปผล การทดลอง	สรุปผลการทดลอง กระชับ ชัดเจน ครบคลุมข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบคลุมข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้ แต่ยังไม่ถูกต้อง และไม่มีการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลองมาใช้ในการสรุป	ไม่สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองและไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้ด้วยตนเอง
5. การดูแลและ การเก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ	ดูแลอุปกรณ์ขณะทดลอง อย่างดี มีการทำความสะอาดและเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ	ดูแลอุปกรณ์ขณะทดลอง หลังทดลองทำความสะอาดอุปกรณ์ แต่ไม่เก็บเข้าที่	ดูแลอุปกรณ์ขณะทดลอง แต่ไม่สนใจทำความสะอาดและเก็บเข้าที่	ทำให้อุปกรณ์ชำรุดเสียหาย ไม่สนใจทำความสะอาดและไม่เก็บเข้าที่

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล(A)

วิชาเคมี 2 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

หน่วยการเรียนรู้ที่...เรื่อง..... แผนที่... เรื่อง..... ชั่วโมงที่....
 ชื่อ..... นามสกุล.....มัธยมศึกษาปีที่ 5/..... ห้อง.....

คำชี้แจงให้บันทึกโดยใช้เครื่องหมาย ✓ = มีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ตามคาดหวัง

ลำดับ ที่	คุณลักษณะ อันพึงประสงค์/ตัวชี้วัด	คะแนน/ ระดับคุณภาพ	3	2	1	0	สรุป ระดับ คุณภาพ
			ดี เยี่ยม ม	ดี	ผ่าน	ไม่ ผ่าน	
2	ใฝ่เรียนรู้						
2.1	ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรม						
2.2	แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆทั้งภายในและ ภายนอกโรงเรียน ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม บันทึกความรู้ วิเคราะห์ สรุปเป็นองค์ความรู้ สามารถ นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้						
3	มุ่งมั่นในการทำงาน						
3.1	ตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในหน้าที่การงาน						
3.2	ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งาน สำเร็จตามเป้าหมาย						
	รวมคะแนน						
	คะแนนเฉลี่ย						

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(น.ส.วันศิริ สมบุญ)

วันที่/...../.....

เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล(A)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
2. ใฝ่เรียนรู้				
2.1 ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรม	ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมสม่ำเสมอ	ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมเป็นส่วนใหญ่	ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมบางครั้ง	ไม่ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและไม่เข้าร่วมกิจกรรม
2.2 แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม บันทึกความรู้ วิเคราะห์ สรุปเป็นองค์ความรู้ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนสม่ำเสมอ	แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนเป็นส่วนใหญ่	แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนบางครั้ง	ไม่แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน
3. มุ่งมั่นในการทำงาน				
3.1 ตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในหน้าที่การงาน	ตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในหน้าที่การงานสม่ำเสมอ	ตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในหน้าที่การงานเป็นส่วนใหญ่	ตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในหน้าที่การงานบางครั้ง	ไม่ตั้งใจทำงานและไม่รับผิดชอบในหน้าที่การงาน
3.2 ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย	ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมายสม่ำเสมอ	ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมายเป็นส่วนใหญ่	ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมายบางครั้ง	ไม่ทำงานและไม่อดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

เกณฑ์พิจารณาสรุปผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล(A)

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ข้อที่ 2 ใฝ่เรียนรู้

ตัวชี้วัด 2.1 ตั้งใจเพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรม

2.2 แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม บันทึกความรู้ วิเคราะห์ สรุปเป็นองค์ความรู้ สามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม(3)	1. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยมทุกตัวชี้วัด
ดี(2)	1. ได้รับผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน 1 ตัวชี้วัด และระดับดี จำนวน 1 ตัวชี้วัด หรือ 2. ได้ผลการประเมินระดับดีทุกตัวชี้วัด
ผ่าน(1)	1. ได้ผลการประเมินระดับผ่านทุกตัวชี้วัด หรือ 2. ได้ผลการประเมินตั้งแต่ดีขึ้นไป จำนวน 1 ตัวชี้วัด และระดับผ่าน จำนวน 1 ตัวชี้วัด
ไม่ผ่าน(0)	ได้ผลการประเมินระดับไม่ผ่านตั้งแต่ 1 ตัวชี้วัดขึ้นไป

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ข้อที่ 3 มุ่งมั่นในการทำงาน

ตัวชี้วัด 3.1 ตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในหน้าที่การงาน

3.2 ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม(3)	1. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยมทุกตัวชี้วัด
ดี(2)	1. ได้รับผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน 1 ตัวชี้วัด และระดับดี จำนวน 1 ตัวชี้วัด หรือ 2. ได้ผลการประเมินระดับดีทุกตัวชี้วัด
ผ่าน(1)	1. ได้ผลการประเมินระดับผ่านทุกตัวชี้วัด หรือ 2. ได้ผลการประเมินตั้งแต่ดีขึ้นไป จำนวน 1 ตัวชี้วัด และระดับผ่าน จำนวน 1 ตัวชี้วัด
ไม่ผ่าน(0)	ได้ผลการประเมินระดับไม่ผ่านตั้งแต่ 1 ตัวชี้วัดขึ้นไป

การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยผลภาพรวมจากคะแนนเฉลี่ย

คะแนนเฉลี่ย	ผลการประเมินคะแนน
2.50 – 3.00	ดีเยี่ยม(3)
1.50 – 2.49	ดี(2)
0.50 – 1.49	ผ่าน(1)
0.00 – 0.49	ไม่ผ่าน(0)

เอกสารอ้างอิง

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร แห่งประเทศไทย จำกัด. หน้า 58 – 65.
พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และคณะ. (2548). แผนการจัดการเรียนรู้สองแนวทางที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : เคมี. กรุงเทพมหานคร : บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด. หน้า 26 - 27

8. กิจกรรมการเรียนรู้ (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT)

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม

2 ชั่วโมง

1. ครูนำโมเดลอะตอมทรงกลมของธาตุดอกซีเจนและไฮโดรเจนมาให้ให้นักเรียนสังเกต นักเรียนและครูอภิปรายกันถึงทฤษฎีอะตอมของจอห์น ดอลตัน ในเรื่องที่ว่าอะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะมีมวลต่างกัน อะตอมว่าเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และไม่สามารถชั่งหามวลได้โดยตรง จะมีวิธีการหามวลอะตอมได้อย่างไร

2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ

3. ครูยกตัวอย่าง การเปรียบเทียบน้ำหนักสิ่งของในชีวิตประจำวัน นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องมวลอะตอม จากนั้นครูอธิบายและยกตัวอย่างการคำนวณหามวลอะตอมของธาตุด้วย power point

4. ครูและนักเรียนช่วยกันทำโจทย์บนกระดานนักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม ครูคอยเดินและให้คำปรึกษาสำหรับนักเรียนที่สงสัย

5. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน คละเก่ง กลาง อ่อน ตั้งชื่อกลุ่ม ทำกิจกรรมการเรียนรู้ใบงานที่ 2 การหามวลเฉลี่ยของถั่ว ครูอธิบายและสอนวิธีการคำนวณหาการหามวลเฉลี่ยของเมล็ดถั่วซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ

6. นักเรียนทำใบงานที่ 3 เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ยนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ นักเรียนและครูช่วยกันเฉลยใบงานที่ 1 – 3 นักเรียนสลับกันตรวจกับเพื่อนในกลุ่ม ครูให้กำลังใจนักเรียนที่ยังทำใบงานถูกน้อยให้มีความพยายามต่อไป

7. นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับแมสสเปกโตรมิเตอร์นักเรียนช่วยกันจัดบอร์ดนิเทศ โดยนำใบงานของนักเรียนทำถูกต้อง มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มวลโมเลกุล

1 ชั่วโมง

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างอะตอมและโมเลกุลของธาตุโดยนักเรียนสังเกตจากภาพใน power point นำเข้าสู่บทเรียนเรื่องมวลโมเลกุล

2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลให้นักเรียนทราบ

3. ครูยกตัวอย่างการคำนวณหามวลโมเลกุล จากนั้นนักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ใบงานที่ 4 เรื่องมวลโมเลกุลนักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งอยู่ใกล้ๆ สลับกันตรวจความถูกต้อง โดยมีครูเป็นผู้แนะนำในการเฉลย

4. นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรม ครูชมเชยและให้กำลังใจนักเรียนคนอื่นที่ได้คะแนนน้อย ครูนำผลงานของนักเรียนที่ได้คะแนนมากมาติดบอร์ดหน้าชั้นเรียน และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง จำนวนโมลกับมวลสาร

2 ชั่วโมง

1. นักเรียนยกตัวอย่างหน่วยต่างๆในชีวิตประจำวันที่ใช้บอกปริมาณสิ่งของที่ใช้ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งหน่วยบอกปริมาณสิ่งของจำนวนมาก เช่น โหล กุรุส รีม นักเรียนสังเกตภาพที่ครูนำมาให้ดูจาก power point นำเข้าสู่เรื่องโมล
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลให้นักเรียนทราบ
3. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4-5 คน คละเด็ก เก่ง กลาง อ่อนนักเรียนลงมือปฏิบัติทำใบงานที่ 5 เรื่อง จำนวนโมลกับมวลของสาร นักเรียนในกลุ่มแต่ละกลุ่มช่วยสอนเพื่อนครูเดินดูนักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมให้คำแนะนำ เมื่อนักเรียนสงสัย
4. นักเรียนแต่ละคนสรุปแผนผังแผนผังโมลที่ใส่จำนวนปริมาณสารให้สัมพันธ์กับหน่วยที่กำหนดให้ ให้ถูกต้อง จดลงในอนุทินนักเรียนแต่ละคน
5. นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มละ 1 คน ออกมาแสดงวิธีทำในโจทย์ที่ครูกำหนดให้ เพื่อเฉลยใบงานแต่ละข้อ กลุ่มใดที่ออกมาทำได้ออกต้อง จะได้รับกลุ่มละ 1 คะแนน
6. นักเรียนและครูช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม ครูชมเชยนักเรียนที่ทำได้ออกเกิน 80% และได้คะแนนของกลุ่มสูง และให้กำลังใจนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนน้อย นักเรียนจัดบอร์ดนิเทศในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

1 ชั่วโมง

1. ครูฉาย power point ให้นักเรียนสังเกตมวลของแก๊สแต่ละชนิด ที่มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรหรือ 1 ลิตร ที่ STP นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงมวลของแก๊สชนิดต่างๆจากข้อมูลในตาราง 4.4 จนได้ข้อสรุปว่าแก๊สมีมวลน้อย ปริมาณส่วนใหญ่จะระบุเป็นปริมาตรปริมาตรของแก๊สเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิและความดัน
2. ครูใช้คำถาม ถามนักเรียนว่าถ้าแก๊ส 1 โมลจะมีปริมาตรเท่าใด ที่ STP
3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลให้นักเรียนทราบนักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน คละเก่ง กลาง อ่อน
4. นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อแผนกระดาษสำเร็จรูปให้เป็นกล่องลูกบาศก์ เพื่อหาคำตอบถ้าแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่าใด ที่ STP แก๊สที่มีปริมาตร 1 โมล(แต่ละกลุ่มได้ชื่อแก๊สไม่เหมือนกัน)
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนขึ้นขึ้นบอกกับเพื่อนๆว่า กลุ่มของตนเองได้แก๊สชนิดใด และบอกด้วยว่า สาร 1 โมล จะมีปริมาตรต่อโมลที่ STP เท่าใด จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากกิจกรรมนักเรียนทำใบงานที่ 6 เรื่อง ปริมาตรต่อโมลแก๊ส
6. นักเรียนแลกเปลี่ยนงานกับเพื่อนในกลุ่ม ครูขอตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเฉลยบนกระดานให้เพื่อนดูแต่ละข้อ เพื่อนที่นั่งอยู่และครูช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล 2 ชั่วโมง

อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

1. ครูนำกล่องลูกบาศก์เดิมของคาบที่แล้วมา เขียนแต่ละด้าน ยกตัวอย่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) 1 โมล จะมีจำนวนอนุภาคเท่ากับเท่าใด มีมวลเท่าใด และมีปริมาตรเท่าใด (6.02×10^{23} อนุภาค , 44 กรัม , 22.4 dm^3) นำเข้าสู่บทเรียน
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลให้นักเรียนทราบ
3. ครูสอนการเปลี่ยนหน่วยโดยใช้แฟคเตอร์เปลี่ยนหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆของสาร ซึ่งได้แก่ จำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP
4. อภิปรายและให้ความรู้ การคำนวณ การฝึกทำโจทย์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
5. นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ ใบงานที่ 7 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส
6. นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP เป็นแผนผังความคิด (mind mapping) ในกระดาษ A4 ตกแต่งระบายสีให้สวยงาม
7. นักเรียนแลกเปลี่ยนใบงานของตนเองกับเพื่อนเพื่อแลกเปลี่ยนตรวจสอบ ครูคัดเลือกแผนผังความคิดที่ได้คะแนนมากกว่า 80% และให้กำลังใจนักเรียนที่ได้คะแนนน้อยติดบอร์ดแสดงผลงานครูชมเชยนักเรียนที่ได้คะแนนมาก

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย 1 ชั่วโมง

1. ครูนำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ชาสมุนไพร และอื่นๆ มาให้นักเรียนสังเกตส่วนของส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ในรูปของเปอร์เซ็นต์หรือร้อยละ นำเข้าสู่บทเรียนเรื่องความเข้มข้นของสารละลาย
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลให้นักเรียนทราบ
3. ครูให้ความรู้และข้อระมัดระวังเกี่ยวกับการใช้สารเคมีกับนักเรียน
4. ครูขอตัวแทนนักเรียนมาร่วมสาธิตการเตรียมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตหน้าชั้นเรียน
5. นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ ตอบคำถามใบงานที่ 8 เรื่อง สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
6. นักเรียนและครูอภิปรายถึง ความหมายของความเข้มข้นของสารละลายตัวกำหนดความเข้มข้นของสารละลายโดยใช้ power point ครูยกตัวอย่างการให้ความหมายหน่วยของเข้มข้นแต่ละหน่วย พร้อมทั้งสอนวิธีการคำนวณหาความเข้มข้น
7. นักเรียนทำใบงานที่ 9 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน ละครึ่งนักเรียน เก่ง กลาง อ่อน เพื่อเล่นเกม ตอบคำถาม ให้เวลาข้อละ 2 นาที นักเรียนเขียนคำตอบใส่กระดาษ แล้ววิ่งมาส่งครู

7. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับหน่วยความเข้มข้นส่วนในล้านส่วน(ppm)และส่วนในพันล้านส่วน(ppb)ที่มักใช้กับสารมลพิษ

8. นักเรียนแลกเปลี่ยนตรวจใบงานที่ 9 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายครูกำลังใจ กลุ่มที่ได้คะแนนน้อยนักเรียนจัดบอร์ดนิเทศแสดงผลงาน

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

3 ชั่วโมง

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเรื่องความเข้มข้นของสารละลาย ว่ามีหน่วยอะไรบ้าง นักเรียนและครูอภิปรายกันว่านักเรียนคิดว่า จะมีวิธีการเตรียมสารละลายได้ด้วยวิธีใดบ้าง
2. ครูแจ้งจุดประสงค์ในการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
3. ครูแนะนำอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเตรียมครูอธิบายวิธีการเตรียมสารละลายน้ำตาลทราย 1 mol/dm^3 แต่ละวิธีโดยใช้ power point ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้โปรแกรม Flash ในการเตรียมสารละลายสาริตวิธีการเตรียมสารละลายน้ำตาลทราย 1 mol/dm^3 แต่ละวิธี
4. แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4 -5 คน คละเด็กเก่ง กลาง อ่อน นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ใบงานที่ 10 เรื่อง การเตรียมสารละลายที่กำหนดให้ใบงาน ครูคอยให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนมีปัญหาข้อสงสัยและสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองพร้อมทั้งในคะแนน
5. นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม นักเรียนแลกเปลี่ยนตรวจกับเพื่อน เฉลยใบงานที่ 10 นักเรียนออกมาให้บอกประโยชน์ของการนำความรู้เรื่องการเตรียมสารละลายไปใช้ในชีวิตประจำวัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

3 ชั่วโมง

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเรื่องของสารบริสุทธิ์และสารละลาย โดยครูนำแก้วน้ำใสที่ใส่สารละลายใสอยู่ครึ่งแก้วมา 2 ใบครูถามนักเรียนว่า นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบสารในแก้ว 2 ใบนี้ได้อย่างไรว่าใบใดเป็นสารละลายและใบใดเป็นสารบริสุทธิ์ (หาจุดเดือด/ หาจุดเยือกแข็ง)
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนครูอธิบายสมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลาย และสอนการคำนวณโดยใช้ power point
3. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน คละเด็กเก่ง กลาง อ่อนแบ่งหน้าที่กันในกลุ่ม นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย และรายงานการทดลอง เรื่อง การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์
4. นักเรียนทำใบงานที่ 11 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายนักเรียนแลกเปลี่ยนตรวจใบงานกับเพื่อน ครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง เขียนผลการทดลองลงบนกระดาน
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปความรู้ที่ได้จากการทดลองนักเรียนจัดบอร์ดนิเทศ

9. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

9.1 สื่อการเรียนรู้

9.1.1 power point

9.1.2 อุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรมหามวลเฉลี่ยของแก้ว (แก้วเขียว แก้วแดง ปีกเกอร์ เครื่องชั่งดิจิตอล)

9.1.3 โมเดลอะตอมออกซิเจนและไฮโดรเจน

9.1.4 แผ่นกระดาษสำเร็จรูปสำหรับต่อกล่องรูปลูกบาศก์ขนาด
28.2cm x 28.2cm x 28.2cm

9.1.5 อุปกรณ์สาธิตสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

9.1.6 อุปกรณ์และสารเคมีในการเตรียมสารละลาย

9.1.7 โปรแกรมแฟลช(Flash) การเตรียมสารละลาย

9.1.8 อุปกรณ์และสารเคมีในการหาจุดเดือด จุดเยือกแข็งของสารละลาย

9.2 แหล่งเรียนรู้

9.2.1 ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2553). เอกสาร
ประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การพัฒนาความรู้บูรณาการวิธีการสอนของ
ครูผู้สอนวิชาเคมี.

9.2.2 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). (2554). หนังสือ
เรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

9.2.3 สำราญ พฤษสุนทร.(2554). คู่มือรายวิชาเพิ่มเติม เคมี ม.4 – 6 เล่ม 2.
กรุงเทพฯ: พ.ศ. พัฒนา.

9.2.4 <http://www.gcsechemistry.com/m4.htm>

9.2.5 http://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_mass_unit

9.2.6 [http://www.marshallschool.org/school/course/dvosen/hchem/Files/Chp3/
Atomic% 20Masses.htm](http://www.marshallschool.org/school/course/dvosen/hchem/Files/Chp3/Atomic%20Masses.htm)

9.2.7 http://www.chemistry.ohio-state.edu/~woodward/ch121/ch2_mass.htm

9.2.8 [http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/ch3/massmol.
html#atomic](http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/ch3/massmol.html#atomic)

9.2.6 <http://www.colby.edu/chemistry/OCHEM/DEMOS/MassSpec.html>

9.2.7 <http://www.usetute.com/au/mmcalcul.html>

9.2.8 http://www.sciencedaily.com/encyclopedia/molecular_mass

9.2.9 [http://www.launc.tased.edu.au/online/sciences/PhySci/pschem/reactqty/
molemass.htm](http://www.launc.tased.edu.au/online/sciences/PhySci/pschem/reactqty/molemass.htm)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง มวลอะตอม

โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT

รหัส ว32221 วิชา เคมี 2

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้สอน ครูวันศิริ สมบุญ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 เวลา 2 ชั่วโมง

โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของมวลอะตอม คำนวณหามวลอะตอม มวลของธาตุ 1 อะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

สารต่างๆ ประกอบด้วยอะตอมและโมเลกุลที่มีสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างจากสารอื่นๆ อะตอมหรือโมเลกุลของสารต่างชนิดกันจะมีมวลไม่เท่ากัน เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมาก ดังนั้น การหามวลของธาตุจึงใช้การเปรียบเทียบมวลของธาตุ 1 อะตอม กับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม เรียกว่า มวลอะตอม ธาตุในธรรมชาติส่วนใหญ่มีหลายไอโซโทป แต่ละไอโซโทป มีมวลอะตอมแตกต่างกันจึงต้องใช้มวลอะตอมเฉลี่ย

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้(K)

1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมและมวลของธาตุ 1 อะตอมได้
2. คำนวณหามวลอะตอมของธาตุและมวลของธาตุ 1 อะตอมได้
3. คำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ เมื่อทราบมวลอะตอมและปริมาณไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติได้

ทักษะ/กระบวนการ(P)

1. การสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์
2. ทักษะการคำนวณ
3. ทักษะการคิดวิเคราะห์
4. กระบวนการทำงานกลุ่ม

คุณธรรม จริยธรรม / ค่านิยมอันพึงประสงค์ (A)

เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี

มีส่วนร่วมในกิจกรรมวิชาเคมีอย่างสนุกสนาน

4. สาระการเรียนรู้

- มวลอะตอม

5. สมรรถนะ

- 5.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 5.2 ความสามารถในการคิด
- 5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 5.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 6.1 ใฝ่เรียนรู้
- 6.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน

- 7.1 ใบงานที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม
- 7.2 ใบงานที่ 2 เรื่อง การหามวลเฉลี่ยของแก้ว
- 7.3 ใบงานที่ 3 เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย

8. การวัดและประเมินผล

การวัด	เครื่องมือ	การประเมินผล
1.ความถูกต้องของคำตอบ ในการทำใบงาน	แบบประเมินใบงาน	นักเรียนตอบคำถามใน ใบงานได้ถูกต้องมากกว่า 80 %
2.ทักษะ/กระบวนการ	แบบประเมินทักษะ/ กระบวนการ	นักเรียนมีทักษะ/กระบวนการใน อยู่ในระดับดีขึ้น
3.คุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้รายบุคคล	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึง ประสงค์อยู่ในระดับดีขึ้น

9. การบูรณาการ

9.1 ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

- ความรอบรู้
- ความมุ่งมั่นในการทำงาน

9.2 การบูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์

- การคิดเทียบบัญญัติไตรยางค์
- การคิดเทียบสัดส่วน

10. กิจกรรมการเรียนรู้ (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT)

ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นและสังเกต (สมองซีกขวา) 5 นาที

1.1 ครูนำโมเดลอะตอมทรงกลมของธาตุออกซิเจน และไฮโดรเจนมาให้นักเรียนสังเกต

1.2 ครูใช้คำถามต่อไปนี้ถามนักเรียน

- นักเรียนคิดว่า มวลของธาตุทั้ง 2 ชนิดจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร (ไม่เท่ากัน

อะตอมของออกซิเจนน่าจะมีมวลมากกว่าอะตอมของไฮโดรเจนเพราะขนาดอะตอมของออกซิเจนมีขนาดใหญ่กว่าไฮโดรเจน)

- ครูถามนักเรียนว่าจากแนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับทฤษฎีอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ท่านใด และเกี่ยวข้องอย่างไร (จอห์น ดอลตัน ในเรื่องที่ว่าอะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะมีมวลต่างกัน)

ขั้นที่ 2 ขั้นหาสาเหตุวิเคราะห์ (สมองซีกซ้าย) 5 นาที

2.1 ครูเปลี่ยนจากอะตอมของออกซิเจนเป็นอะตอมของธาตุไฮโดรเจนอีกอะตอมหนึ่ง และใช้คำถามถามนักเรียนอีกว่า ถ้าให้นักเรียนเปรียบเทียบระหว่างธาตุไฮโดรเจนที่เหมือนกันสองอะตอมนักเรียนคิดว่า มวลอะตอมของไฮโดรเจนทั้งสองอะตอมนี้จำเป็นต้องมีมวลเท่ากันเสมอไปหรือไม่ (ไม่เพราะธาตุชนิดเดียวกันอาจมีหลายไอโซโทป ทำให้มีมวลต่างกัน เช่น ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$)

ขั้นที่ 3 ขั้นพหุรูปประสบการณ์เดิม (สมองซีกขวา) 5 นาที

3.1 นักเรียนและครูอภิปรายถึงอะตอมว่าเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและไม่สามารถชั่งหามวลได้โดยตรง

3.2 ครูใช้คำถาม ถามนักเรียนว่านักเรียนคิดว่า “นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์สามารถหามวลอะตอมของธาตุได้อย่างไร”(การหามวลอะตอมจึงใช้วิธีการเปรียบเทียบกับมวลของธาตุที่กำหนดเป็นมาตรฐาน) ครูนำเข้าสู่เรื่องมวลอะตอม

3.3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ

3.4 ครูยกตัวอย่าง การเปรียบเทียบน้ำหนักสิ่งของในชีวิตประจำวัน (การเปรียบเทียบมวลของคนว่าแต่ละคนมีมวลเป็นกี่เท่าของมวลมาตรฐาน เช่น ให้มวลมาตรฐานเท่ากับ 50 กิโลกรัม นักเรียนคนที่ 1หนัก 100 กิโลกรัม เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกันจะเห็นได้ว่า นักเรียนคนที่ 1มีมวลเป็น 2 เท่าของมวลมาตรฐานโดยที่มวลมาตรฐานที่ตั้งขึ้นสามารถเปรียบเทียบกับมวลของนักเรียนคนอื่นๆ ต่อไปได้)

3.5 ครูถามนักเรียนต่อไปว่า มวลที่ได้จากการชั่ง และมวลที่ได้จากการเปรียบเทียบแตกต่างกันอย่างไร (แตกต่างกัน เพราะมวลที่ได้จากการชั่งเป็นมวลที่แท้จริงมีหน่วยเป็นกิโลกรัม แต่มวลที่ได้จากการเปรียบเทียบเป็นการเปรียบเทียบเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ ซึ่งไม่มีหน่วย)

ขั้นที่ 4 ขั้นเดิมความรู้ใหม่(สมองซีกซ้าย) 10 นาที

4.1 ครูใช้คำถามถามนักเรียนในทำนองเดียวกัน นักเรียนคิดว่ามวลอะตอมของธาตุ กับ มวลของธาตุ 1 อะตอมเหมือนกันหรือไม่และมีวิธีการหาอย่างไร

4.2 นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่อง มวล 1 อะตอมของธาตุและมวลอะตอม โดยศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ มวล 1 อะตอมของธาตุและมวลอะตอมธาตุที่กำหนดให้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบมวลอะตอม

4.3 ครูถามคำถามนักเรียนว่ามวล 1 อะตอมของธาตุและมวลอะตอมเหมือนกันหรือไม่อย่างไร (นักเรียนสรุปได้ว่าไม่เหมือนกัน เพราะมวลของธาตุ 1 อะตอมมีหน่วยเป็นกรัม ส่วนมวลอะตอมไม่มีหน่วย เป็นมวลที่หาได้จากการเปรียบเทียบกับมวลของธาตุที่กำหนดเป็นมาตรฐาน ซึ่งปัจจุบันใช้มวล ^{12}C เท่ากับ $1\text{amu} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$)

4.4 ครูอธิบายและยกตัวอย่างการคำนวณหามวลอะตอมของธาตุด้วย power point พร้อมทั้งให้นักเรียนสังเกตว่ามวลอะตอมของธาตุมีค่าแตกต่างกับมวลของธาตุ 1 อะตอม โดยมวลอะตอมของธาตุที่เป็นมวลเปรียบเทียบจึงไม่มีหน่วยมวล แต่มวลของธาตุ 1 อะตอมเป็นมวลที่แท้จริงของธาตุจึงต้องมีหน่วยของมวลกำกับไว้ด้วย

ขั้นที่ 5 ขั้นเสริมความเข้าใจด้วยการลงมือทำ (สมองซีกซ้าย) 20 นาที

5.1 ครูและนักเรียนช่วยกันทำโจทย์บนกระดาน

5.2 ครูสุ่มนักเรียนออกมาทำโจทย์หน้าห้อง ครูชมเชยนักเรียนที่กล้าแสดงออก

5.3 นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม ครูคอยเดินและให้คำปรึกษาสำหรับนักเรียนที่สงสัย

5.4 ครูให้นักเรียนพิจารณามวลอะตอมของธาตุในตารางธาตุ และให้นักเรียนอภิปรายว่ามวลอะตอมที่มีในตารางธาตุหาได้อย่างไร และ ถ้าธาตุชนิดหนึ่งมีหลายไอโซโทป มวลอะตอมของธาตุชนิดนั้นๆ หาได้อย่างไร(มวลอะตอมของธาตุหาค่าเฉลี่ยของมวลของธาตุทั้งหมดที่พบในธรรมชาติ)

ขั้นที่ 6 ขั้นนำไปเสริมแต่งฝึกฝนจนเชี่ยวชาญ (สมองซีกขวา) 25 นาที

6.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน คละเก่ง กลาง อ่อน ตั้งชื่อกลุ่ม ทำใบงานที่ 2 การหามวลเฉลี่ย

6.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับปีกเกอร์บรรจุถั่ว 2 ชนิด คือ ถั่วแดงและถั่วเขียว ชนิดละ 1 ใบ

- หามวลของถั่วในแต่ละปีกเกอร์

- นับจำนวนเมล็ดถั่วแต่ละชนิดในปีกเกอร์

- หามวลเฉลี่ยของถั่วแต่ละชนิด

- หาปริมาณร้อยละของถั่วแต่ละชนิด โดยนำจำนวนเมล็ดถั่วที่ต้องการหาปริมาณร้อยละตั้งหารด้วยปริมาณถั่วทั้งหมดคูณด้วย 100

- หามวลเฉลี่ยของถั่วทั้งสองชนิดโดยใช้สมการ

ขั้นที่ 7 ขั้นตรวจทานประยุกต์ใช้ ให้ข้อเสนอแนะ (สมองซีกซ้าย) 10 นาที

7.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีคำนวณการหามวลเฉลี่ยของเมล็ดถั่วซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ

$$\text{มวลเฉลี่ยของถั่ว} = \frac{\sum (\text{ปริมาณร้อยละของถั่วแต่ละชนิด} \times \text{มวลเฉลี่ยของถั่วแต่ละชนิด})}{100}$$

7.2 นักเรียนทำใบงานที่ 3 เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย

7.3 นักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

7.4 นักเรียนและครูช่วยกันเฉลยใบงานที่ 1 – 3 นักเรียนสลับกันตรวจกับเพื่อนในกลุ่ม

7.5 ครูชมเชยนักเรียนที่ทำใบงานถูกต้องคะแนนมาก ครูให้กำลังใจนักเรียนที่ยังทำใบงานถูกน้อยให้มีความพยายามต่อไป

7.6 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับแมสสเปกโตรมิเตอร์และให้นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับแมสสเปกโตรมิเตอร์

ขั้นที่ 8 ขั้นเผยแพร่และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สมองซีกขวา) 20 นาที

นักเรียนช่วยกันจัดบอร์ดนิเทศ โดยนำใบงานของนักเรียนทำถูกต้อง มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน

11. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

11.1 สื่อการเรียนรู้

11.1.1 power point

11.1.2 ใบงานที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม

11.1.3 ใบงานที่ 2 เรื่อง การหามวลเฉลี่ยของถั่ว

11.1.4 ใบงานที่ 3 เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย

11.1.5 อุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรมหามวลเฉลี่ยของถั่ว

11.1.6 โมเดลอะตอม ออกซิเจนและไฮโดรเจน

11.1.7 ใบความรู้ เรื่อง มวลอะตอม

11.2 แหล่งเรียนรู้

11.2.1 ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2553). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การพัฒนาความรู้บูรณาการวิธีการสอนของครูผู้สอนวิชาเคมี.

11.2.2 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). (2554). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

11.2.3 สำราญ พฤกษ์สุนทร.(2554). คู่มือรายวิชาเพิ่มเติม เคมี ม.4 – 6 เล่ม 2. กรุงเทพฯ: พ.ศ. พัฒนา.

11.2.4 <http://www.gcsechemistry.com/m4.htm>

11.2.5 http://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_mass_unit

11.2.6 <http://www.marshallschool.org/school/course/dvosen/hchem/Files/Chp3/Atomic%20Masses.htm>

11.2.7 http://www.chemistry.ohio-state.edu/~woodward/ch121/ch2_mass.htm

บันทึกหลังการสอน

เรื่อง.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....คาบที่...วันที่.....ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3. วิธีการแก้ไข/แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาววันศิริ สมบุญ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง มวลโมเลกุล

โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT

รหัส ว32221 วิชา เคมี 2

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้สอน ครูวันศิริ สมบุญ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 เวลา 1 ชั่วโมง

โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของมวลโมเลกุล คำนวณหามวลโมเลกุลของสารหรือมวลสูตรของสาร 1 โมเลกุลได้

2. สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

โมเลกุลของสารเป็นอนุภาคขนาดเล็ก การหามวลโมเลกุลของสารจึงใช้วิธีการเปรียบเทียบมวลของสาร 1 โมเลกุลกับ $1/12$ มวล ของ ^{12}C 1 อะตอม ในกรณีที่ทราบสูตรเคมีหรือจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบใน 1 โมเลกุลของสารและทราบมวลอะตอมของธาตุจะสามารถ คำนวณหามวลโมเลกุลของสารนั้นได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้(K)

1. อธิบายความหมายของมวลโมเลกุลและมวลของสาร 1 โมเลกุลได้
2. คำนวณหามวลโมเลกุลของสารและมวลของสาร 1 โมเลกุลได้

ทักษะ/กระบวนการ(P)

1. ทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน
2. ทักษะการคำนวณ
3. ทักษะการคิดวิเคราะห์
4. กระบวนการทำงานกลุ่ม

คุณธรรม จริยธรรม / คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

มีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมี

4. สาระการเรียนรู้

มวลโมเลกุล

5. สมรรถนะ

- 5.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 5.2 ความสามารถในการคิด
- 5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

6.1 ใฝ่เรียนรู้

6.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน

ใบงานที่ 4 เรื่อง โมลโมเลกุล

8. การวัดและประเมินผล

การวัด	เครื่องมือ	การประเมินผล
1.ความถูกต้องของคำตอบ ในการทำใบงาน	แบบประเมินใบงาน	นักเรียนตอบคำถามใน ใบงานได้ถูกต้องมากกว่า 80 %
2.ทักษะ/กระบวนการ	แบบประเมินทักษะ/ กระบวนการ	นักเรียนมีทักษะ/กระบวนการใน อยู่ในระดับดีขึ้น
3.คุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกตพฤติกรรมการ เรียนรู้รายบุคคล	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึง ประสงค์อยู่ในระดับดีขึ้น

9. การบูรณาการ

9.1 ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

- มีความซื่อสัตย์ อดทน
- มีเหตุผล

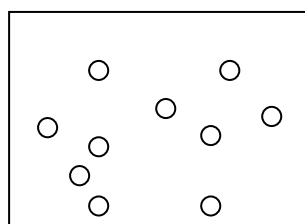
9.2 การบูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์

- การคิดเทียบบัญญัติไตรยางค์
- การคิดเทียบสัดส่วน

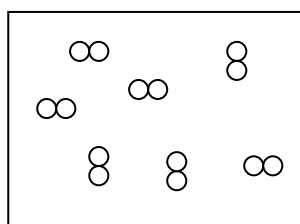
10. กิจกรรมการเรียนรู้ (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT)

ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นและสังเกต(สมองซีกขวา) 5 นาที

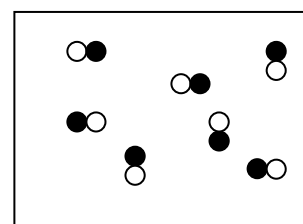
ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างอะตอมและโมเลกุลของธาตุโดยให้นักเรียนสังเกตจากภาพใน power point และตอบว่าภาพใดเป็นอะตอม โมเลกุล ธาตุหรือสารประกอบดังภาพ



ก.



ข.



ค.

(อะตอมได้แก่ ภาพ ก.,โมเลกุลได้แก่ ข. ค. ,ธาตุได้แก่ ก.และ ข. ,สารประกอบได้แก่ ค.)

ขั้นที่ 2 ขั้นหาสาเหตุวิเคราะห์(สมองซีกซ้าย) 5 นาที

นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย แต่ละภาพ ครูใช้คำถาม ถามนักเรียนว่า เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น นักเรียนมีเกณฑ์ในการจำแนกอย่างไร(อะตอมชนิดเดียวอยู่เป็นอะตอมเดี่ยวจัดเป็นอะตอม ถ้าอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไปรวมกันเรียกว่าโมเลกุล ธาตุประกอบด้วยอะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน อาจอยู่เป็นอะตอมเดี่ยวๆหรือในรูปโมเลกุล ก็ได้ ส่วนสารประกอบเกิดจากการรวมกันของธาตุต่างชนิดกันตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไป)

ขั้นที่ 3 ขั้นพหุประสาทสัมผัสเดิม (สมองซีกขวา) 5 นาที

3.1 ให้นักเรียนยกตัวอย่างสูตรเคมีของธาตุและสารประกอบที่เคยเรียนมาแล้วหรือเป็นสารในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จัก (ธาตุได้แก่ Na , Fe , Au , Ag อยู่ในรูปอะตอม ส่วน H_2 , N_2 , O_2 , O_3 , P_4 , S_8 อยู่ในรูปโมเลกุล สารประกอบ ได้แก่ CO , CO_2 , SO_2 , HCl , H_2SO_4 , $NaCl$, HNO_3 , KOH , NH_3 , $CaCO_3$, CH_3COOH) ครูเขียนลงบนกระดาน

3.2 ครูใช้คำถาม ถามนักเรียนว่า สารใดไม่ควรใช้สูตรโมเลกุล เพราะเหตุใด ($NaCl$ และ $CaCO_3$ เพราะ เป็นสารประกอบไอออนิกที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิก จะมีแต่สูตรอย่างง่าย ไม่ใช่สูตรโมเลกุล ดังนั้นมวลโมเลกุลของสารไอออนิกในที่นี้จึงหมายถึง มวลสูตรของสารประกอบไอออนิกนั่นเอง)

ขั้นที่ 4 ขั้นเดิมความรู้ใหม่(สมองซีกซ้าย) 10 นาที

4.1 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลให้นักเรียนทราบ

4.2 นักเรียนและครูอภิปรายถึงวิธีการหามวลโมเลกุลของสารต่างๆ ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนจะมีวิธีหามวลโมเลกุลที่มีขนาดเล็กๆได้อย่างไร (นักเรียนช่วยระดมความคิด แล้วตอบ ใช้หลักการเดียวกันกับการหามวลอะตอมแต่เปลี่ยนเป็นมวลโมเลกุล หากจาก นำมวลของสาร 1 โมเลกุลหารด้วย $\frac{1}{12}$ มวลของ ^{12}C 1 อะตอม

ขั้นที่ 5 ขั้นเสริมความเข้าใจด้วยการลงมือทำ(สมองซีกซ้าย) 5 นาที

ครูยกตัวอย่างการคำนวณหามวลโมเลกุล

ขั้นที่ 6 ขั้นนำไปเสริมแต่งฝึกฝนจนเชี่ยวชาญ (สมองซีกขวา) 10 นาที

นักเรียนทำใบงานที่ 4 เรื่องมวลโมเลกุล

ขั้นที่ 7 ขั้นตรวจทานประยุกต์ใช้ ให้ข้อเสนอแนะ (สมองซีกซ้าย) 5 นาที

7.1 นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งอยู่ใกล้ๆ สลับกันตรวจความถูกต้อง โดยมีครูเป็นผู้แนะนำในการเฉลย

7.2 นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมและครูเสริมความรู้ให้กับนักเรียนเกี่ยวกับนักเคมีได้นำความรู้เหล่านี้ไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางด้านยาและเคมีภัณฑ์ต่างๆที่ทำให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศมากขึ้น

ขั้นที่ 8 ขั้นเผยแพร่และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สมองซีกขวา) 5 นาที

8.1 ครูชมเชยนักเรียนที่ทำใบงานที่ถูกต้องได้คะแนนมากที่สุด และให้กำลังใจนักเรียนคนอื่นที่ได้คะแนนน้อย ให้พัฒนาตนเองต่อไป

8.2 ครูนำผลงานของนักเรียนที่ได้คะแนนมากมาติดบอร์ดหน้าชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนคนอื่นได้ดูแนวทางที่ถูกต้องในการตอบคำถาม และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

11. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

11.1 สื่อการเรียนรู้

11.1.1 power point

11.1.2 ใบงานที่ 4 เรื่อง มวลโมเลกุล

11.2 แหล่งเรียนรู้

11.2.1 ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2553). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การพัฒนาความรู้บูรณาการวิธีการสอนของครูผู้สอนวิชาเคมี.

11.2.2 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). (2554). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

11.2.3 สำราญ พฤกษ์สุนทร.(2554). คู่มือรายวิชาเพิ่มเติม เคมี ม.4 – 6 เล่ม 2. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา

11.2.4 <http://www.asetute.com/au/mmcalcul.html>

11.2.5 http://www.sciencedaily.com/encyclopedia/molecular_mass

11.2.6 [http://www.launc.tased.edu.au/online/sciences/PhySci/pschem/reactqty/](http://www.launc.tased.edu.au/online/sciences/PhySci/pschem/reactqty/molemass.htm)

molemass.htm

บันทึกหลังการสอน

เรื่อง.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....คาบที่...วันที่.....ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3. วิธีการแก้ไข/แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาววันศิริ สมบุญ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ I

โดยใช้การการสอนแบบปกติ

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

รหัส ว32221 วิชา เคมี 2

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 เวลา 15 ชั่วโมง

ผู้สอน ครูวันศิริ สมบุญ

โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร

1. ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของมวลอะตอม คำนวณหามวลอะตอม มวลของธาตุ 1 อะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้
2. อธิบายความหมายของมวลโมเลกุล คำนวณหามวลโมเลกุลของสารหรือมวลสูตรของสาร 1 โมเลกุลได้
3. บอกความหมายของปริมาณสาร 1 โมลและเลขอาโวกาโดร บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค โมลกับมวล
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง โมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP
5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆของสาร ซึ่งได้แก่ จำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าว คำนวณหาปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้
6. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆที่กำหนดให้ได้
7. อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการ และ คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ ที่กำหนดให้ได้
8. เปรียบเทียบจุดเดือด จุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลาย สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกันแต่มีความเข้มข้นต่างกัน และสารละลายที่มีตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นเท่ากัน

2. สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

ปริมาณสารสัมพันธ์(I) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมวลหรือน้ำหนักของธาตุต่างๆ ของสารประกอบในปฏิกิริยาเคมี มีความสำคัญอย่างยิ่ง ในการใช้คาดคะเนปริมาณของสารที่จะต้องใช้เป็นสารตั้งต้นเพื่อที่จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณตามต้องการ

3. สมรรถนะ

- 3.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 3.2 ความสามารถในการคิด
- 3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 3.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 3.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

4. สารการเรียนรู้

4.5 มวลอะตอม

4.6 มวลโมเลกุล

4.7 โมล

4.7.1 จำนวนโมลกับมวลของสาร

4.7.2 ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

4.7.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตร

4.8 สารละลาย

4.4.1 ความเข้มข้นของสารละลาย

4.4.2 การเตรียมสารละลาย

4.4.3 สมบัติบางประการของสารละลาย

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

5.1 ใฝ่เรียนรู้

5.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

6. ชิ้นงานหรือภาระงาน

6.1 ใบงานที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม

6.2 ใบงานที่ 2 เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย

6.3 ใบงานที่ 3 เรื่อง มวลโมเลกุล

6.4 ใบงานที่ 4 เรื่อง จำนวนโมลกับมวลของสาร

6.5 ใบงานที่ 5 เรื่อง ปริมาตรต่อโมลแก๊ส

6.6 อนุภาคนิ

6.7 ใบงานที่ 6 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊ส

6.8 ใบงานที่ 7 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

6.9 แผนผังความคิด (mind mapping) ในกระดาษ A4

6.10 ใบงานที่ 8 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

6.11 รายงานการทดลอง เรื่อง การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

6.12 รายงานการทดลอง เรื่อง การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

6.13 ใบงานที่ 9 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

7. การวัดและประเมินผล

7.1 การประเมินผลก่อนเรียน

- ทดสอบก่อนเรียน

7.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- การตอบคำถามระหว่างเรียน
- การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
- การจดบันทึกระหว่างเรียนในสมุด

7.3 การประเมินหลังเรียน

- ทดสอบหลังเรียน

7.4 การประเมินชิ้นงาน

- แบบประเมินใบงาน(K)
- แบบประเมินแผนผังความคิด(K)
- แบบประเมินรายงานการทดลอง(K)
- แบบประเมินปฏิบัติการทดลอง(P)
- แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล(A)



แบบประเมินใบงาน(K)

เรื่อง

คำชี้แจง

พิจารณาความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมกับเกณฑ์การให้คะแนน แล้วเขียนคะแนนลงในช่อง

ผู้ประเมิน ครูผู้สอน นางสาววันศิริ สมบุญ

ลำดับ ที่	ชั้น ม. 5/.....	ระดับคะแนน			รวม (10)
	ชื่อ-สกุล	ความถูกต้อง (6)	ความเป็นระเบียบ (2)	ส่งงานตรงเวลา (2)	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(น.ส.วันศิริ สมบุญ)

วันที่/...../.....

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินใบงาน(K)

เกณฑ์พิจารณาระดับปริมาณ

หัวข้อที่พิจารณา	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
ความถูกต้อง	ตอบถูกต้อง 90 – 100% ของจำนวนข้อทั้งหมด	6
	ตอบถูกต้อง 80 – 89% ของจำนวนข้อทั้งหมด	5
	ตอบถูกต้อง 70 – 79% ของจำนวนข้อทั้งหมด	4
	ตอบถูกต้อง 60 – 69% ของจำนวนข้อทั้งหมด	3
	ตอบถูกต้อง 50 – 59% ของจำนวนข้อทั้งหมด	2
	ตอบถูกต้องน้อยกว่า 50% ของจำนวนข้อทั้งหมด	1
ความเป็นระเบียบ	เขียนตัวบรรจง เรียงเป็นบรรทัดสวยงาม อ่านง่าย ไม่สกปรก	2
	เขียนไม่ตรงบรรทัด อ่านยาก มีรอยลบเป็นบางจุด	1.5
	เขียนตัวหนังสืออ่านยาก และมีรอยลบเป็นจำนวนมาก	1
ส่งงานตรงเวลา	ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด	2
	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1-2 วัน	1.5
	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 3 วันขึ้นไป	1

เกณฑ์พิจารณาระดับคุณภาพ

คะแนน 9 – 10 ระดับดีมาก

คะแนน 7 – 8 ระดับดี

คะแนน 5 – 6 ระดับพอใช้

คะแนน ต่ำกว่า 5 ระดับปรับปรุง

แบบประเมินแผนผังความคิด(K)

ลำดับ ที่	ชั้น ม. 5/.....	ระดับคะแนน					รวม (10)
	ชื่อ-สกุล	เนื้อหาสาระ(2)	การเชื่อมโยงความรู้(2)	ความคิดสร้างสรรค์(2)	ความเรียบง่ายของ ชิ้นงาน(2)	การส่งงานตรงเวลา(2)	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(น.ส.วันศิริ สมบุญ)

วันที่/...../.....

เกณฑ์การประเมินแผนผังความคิด(K)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ/คะแนน			
	ดีเยี่ยม(2)	ดี(1.5)	พอใช้(1)	ปรับปรุง (0.5)
1. เนื้อหาสาระ	สรุปเนื้อหาได้สั้น กระชับ เข้าใจ ชัดเจน เนื้อหา ครบถ้วน	สรุปเนื้อหาเยอะ แต่เนื้อหา ครบถ้วน	สรุปได้สั้นกระชับ แต่เนื้อหาไม่ ครบถ้วน	ลอกเนื้อหามาจาก หนังสือหรือคัดมา จากอินเทอร์เน็ต โดยไม่สรุป
2. การเชื่อมโยง ความรู้	เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อความ 4 ความ สัมพันธ์เป็นต้นไป	เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ระหว่างข้อความ 3 ความ สัมพันธ์เป็น ต้นไป	เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ระหว่างข้อความ 2 ความ สัมพันธ์เป็น ต้นไป	ไม่มีการเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ระหว่างข้อความ ใดๆ เลย
3. ความคิด สร้างสรรค์	เขียนหรือพิมพ์งาน เรียบร้อย สวยงาม มีไอเดียแปลกใหม่ น่าสนใจ	เขียนหรือพิมพ์ งานเรียบร้อย สวยงาม	เขียนหรือพิมพ์ งานเรียบร้อยแต่ ไม่ภาพวาดหรือ ระบายสี	มีแต่ตัวอักษร ไม่ วาดภาพหรือ ระบายสีใดๆ
4. ความเรียบร้อย ของชิ้นงาน	พิมพ์หรือเขียน ข้อความไม่ผิด สะอาดเรียบร้อย	มีการสะกดคำผิด เล็กน้อย ชิ้นงาน เรียบร้อย	มีรอยลบสกปรก และการสะกด คำผิดเล็กน้อย	สะกดคำผิดให้เห็น มาก
5.การส่งงานตรงเวลา	ส่งทันตาม กำหนดเวลา	ส่งงานช้า(1-2 วัน)	ส่งงานช้ามาก (ตั้งแต่ 3 วันเป็น ต้นไป)	ไม่ส่งงาน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9 – 10	ดีมาก
7 – 8	ดี
5 – 6	พอใช้
1 – 4	ปรับปรุง

แบบประเมินรายงานการทดลอง(K)

ลำดับ ที่	ชั้น ม. 5/.....	ระดับคะแนน					รวม (10)
	ชื่อ-สกุล	การตั้งสมมติฐานการ ทดลอง(2)	การบันทึกผล(2)	ความซื่อสัตย์(2)	การวิเคราะห์และ สรุปผลการทดลอง(2)	การส่งงานตรงเวลา(2)	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(น.ส.วันศิริ สมบุญ)

วันที่/...../.....

เกณฑ์ประเมินรายงานการทดลองเคมี(K)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ/คะแนน			
	ดีเยี่ยม(2)	ดี(1.5)	พอใช้(1)	ปรับปรุง (0.5)
2. การตั้งสมมติฐานการทดลอง	เขียนได้ถูกต้องชัดเจนและสอดคล้องกับเรื่องที่ทดลอง	เขียนได้ถูกต้องสอดคล้องกับเรื่องที่ทดลองแต่ยังไม่ชัดเจน	เขียนแต่ไม่ถูกต้อง	ไม่สามารถเขียนได้
2. การบันทึกผล	บันทึกข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และชัดเจน	บันทึกข้อมูลได้อย่างถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วน	บันทึกข้อมูลได้ครบถ้วนแต่ไม่ชัดเจนและขาดความถูกต้อง	บันทึกข้อมูลได้ไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน
3. ความซื่อสัตย์ในการกรอกข้อมูล	ไม่มีการลบหรือแก้ไขข้อมูลผลการทดลอง	มีการลบแก้ไขผลการทดลองเล็กน้อย	มีการลบแก้ไขผลการทดลองมาก	ใช้ผลการทดลองของกลุ่มอื่น
4. การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และครอบคลุม	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทดลองได้ตามความคิดเห็นโดยไม่ใช้ข้อมูลจากการทดลอง	ไม่สามารถวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้หรือสรุปผลการทดลองไม่สอดคล้องกับผลการทดลองของกลุ่มตนเอง
5.การส่งงานตามกำหนดเวลา	ส่งทันตามกำหนดเวลา	ส่งงานช้า(1-2 วัน)	ส่งงานช้ามาก (ตั้งแต่ 3 วันเป็นต้นไป)	ไม่ส่งงาน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9- 10	ดีมาก
7 – 8	ดี
5 – 6	พอใช้
0 – 4	ปรับปรุง

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง(P)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ/ คะแนน			
	4	3	2	1
1. การวางแผนวิธีการดำเนินการทดลอง				
2. การปฏิบัติการทดลอง				
3. การจัดกระทำข้อมูลและนำเสนอ				
4. การสรุปผลการทดลอง				
5. การดูแลและการเก็บอุปกรณ์/เครื่องมือ				
คะแนนรวม	/ 20			
คิดเป็นร้อยละ				

การประเมินการปฏิบัติการทดลอง

ร้อยละของคะแนน	ผลการประเมินคะแนน
80%ขึ้นไป	ดีมาก (4)
70 – 79 %	ดี (3)
50 – 69%	พอใช้(2)
ต่ำกว่า 50%	ต้องปรับปรุง(1)

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการทดลอง(P)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ/ คะแนน			
	4	3	2	1
1. การวางแผน วิธีการ ดำเนินการ ทดลอง	วางแผนและออกแบบการทดลองทำ (Flow chart) ได้ถูกต้องและเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	วางแผนและออกแบบการทดลองทำ (Flow chart) ได้ถูกต้อง แต่เลือกใช้ใช้อุปกรณ์ในการทดลองยังไม่เหมาะสม	วางแผนและออกแบบการทดลอง (Flow chart) ไม่ถูกต้อง ต้องการความช่วยเหลือในการเลือกใช้อุปกรณ์	ไม่สามารถวางแผนและออกแบบการทดลอง(Flow chart) ได้เองต้องการความช่วยเหลือในการเลือกใช้อุปกรณ์
2. การ ปฏิบัติการ ทดลอง	ดำเนินการทดลองได้เป็นขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ต่างๆได้เองอย่างถูกต้องเหมาะสมปลอดภัยและคล่องแคล่วบางครั้งทำการทดลองเสร็จทันเวลา	ดำเนินการทดลองได้เอง ทันเวลา แต่ต้องการคำแนะนำในการใช้อุปกรณ์เป็นบางครั้ง	ทำการทดลองไม่ทันในเวลาที่กำหนด ต้องให้ความช่วยเหลือเป็นบางครั้งในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์	ทำการทดลองไม่ทันเวลา ต้องให้ความช่วยเหลือตลอดเวลาในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์
3. การจัดกระทำ ข้อมูลและ นำเสนอ	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบและนำเสนอด้วยแบบต่างๆอย่างชัดเจน	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ นำเสนอข้อมูลต่างๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล และมีการนำเสนอ สื่อความหมายไม่ชัดเจน	ไม่สามารถจัดกระทำข้อมูลและไม่สามารถนำเสนอข้อมูลได้
4. การสรุปผล การทดลอง	สรุปผลการทดลอง กระชับ ชัดเจน ครบคลุมข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบคลุมข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้ แต่ยังไม่ถูกต้อง และไม่มีการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลองมาใช้ในการสรุป	ไม่สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองและไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้ด้วยตนเอง
5. การดูแลและ การเก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ	ดูแลอุปกรณ์ขณะทดลอง อย่างดี มีการทำความสะอาดและเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ	ดูแลอุปกรณ์ขณะทดลอง หลังทดลองทำความสะอาดอุปกรณ์ แต่ไม่เก็บเข้าที่	ดูแลอุปกรณ์ขณะทดลอง แต่ไม่สนใจทำความสะอาดและเก็บเข้าที่	ทำให้อุปกรณ์ชำรุดเสียหาย ไม่สนใจทำความสะอาดและไม่เก็บเข้าที่

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล(A)

วิชาเคมี 2 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

หน่วยการเรียนรู้ที่...เรื่อง..... แผนที่... เรื่อง..... ชั่วโมงที่....
ชื่อ..... นามสกุล.....มัธยมศึกษาปีที่ 5/..... ห้อง.....

คำชี้แจงให้บันทึกโดยใช้เครื่องหมาย ✓ = มีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ตามคาดหวัง

ลำดับ ที่	คุณลักษณะ อันพึงประสงค์/ตัวชี้วัด	คะแนน/ ระดับคุณภาพ	3	2	1	0	สรุป ระดับ คุณภาพ
			ดีเยี่ยม	ดี	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
2	ใฝ่เรียนรู้						
2.1	ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรม						
2.2	แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆทั้งภายในและ ภายนอกโรงเรียน ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม บันทึกความรู้ วิเคราะห์ สรุปเป็นองค์ความรู้ สามารถ นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้						
3	มุ่งมั่นในการทำงาน						
3.1	ตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในหน้าที่การงาน						
3.2	ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งาน สำเร็จตามเป้าหมาย						
	รวมคะแนน						
	คะแนนเฉลี่ย						

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(น.ส.วันศิริ สมบุญ)

วันที่/...../.....

เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล(A)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
2. ใฝ่เรียนรู้				
2.1 ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรม	ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมสม่ำเสมอ	ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมเป็นส่วนใหญ่	ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมบางครั้ง	ไม่ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและไม่เข้าร่วมกิจกรรม
2.2 แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม บันทึกความรู้ วิเคราะห์ สรุปเป็นองค์ความรู้ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนสม่ำเสมอ	แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนเป็นส่วนใหญ่	แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนบางครั้ง	ไม่แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน
3. มุ่งมั่นในการทำงาน				
3.1 ตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในหน้าที่การงาน	ตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในหน้าที่การงานสม่ำเสมอ	ตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในหน้าที่การงานเป็นส่วนใหญ่	ตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในหน้าที่การงานบางครั้ง	ไม่ตั้งใจทำงานและไม่รับผิดชอบในหน้าที่การงาน
3.2 ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย	ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมายสม่ำเสมอ	ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมายเป็นส่วนใหญ่	ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมายบางครั้ง	ไม่ทำงานและไม่อดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

เกณฑ์พิจารณาสรุปผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล(A)

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ข้อที่ 2 ใฝ่เรียนรู้

ตัวชี้วัด 2.1 ตั้งใจเพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรม

2.2 แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม บันทึกความรู้ วิเคราะห์ สรุปเป็นองค์ความรู้ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม(3)	1. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยมทุกตัวชี้วัด
ดี(2)	1. ได้รับผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน 1 ตัวชี้วัด และระดับดี จำนวน 1 ตัวชี้วัด หรือ 2. ได้ผลการประเมินระดับดีทุกตัวชี้วัด
ผ่าน(1)	1. ได้ผลการประเมินระดับผ่านทุกตัวชี้วัด หรือ 2. ได้ผลการประเมินตั้งแต่ดีขึ้นไป จำนวน 1 ตัวชี้วัด และระดับผ่าน จำนวน 1 ตัวชี้วัด
ไม่ผ่าน(0)	ได้ผลการประเมินระดับไม่ผ่านตั้งแต่ 1 ตัวชี้วัดขึ้นไป

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ข้อที่ 3 มุ่งมั่นในการทำงาน

ตัวชี้วัด 3.1 ตั้งใจทำงานและรับผิดชอบในหน้าที่การงาน

3.2 ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา
ดีเยี่ยม(3)	1. ได้ผลการประเมินระดับดีเยี่ยมทุกตัวชี้วัด
ดี(2)	1. ได้รับผลการประเมินระดับดีเยี่ยม จำนวน 1 ตัวชี้วัด และระดับดี จำนวน 1 ตัวชี้วัด หรือ 2. ได้ผลการประเมินระดับดีทุกตัวชี้วัด
ผ่าน(1)	1. ได้ผลการประเมินระดับผ่านทุกตัวชี้วัด หรือ 2. ได้ผลการประเมินตั้งแต่ดีขึ้นไป จำนวน 1 ตัวชี้วัด และระดับผ่าน จำนวน 1 ตัวชี้วัด
ไม่ผ่าน(0)	ได้ผลการประเมินระดับไม่ผ่านตั้งแต่ 1 ตัวชี้วัดขึ้นไป

การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยผลภาพรวมจากคะแนนเฉลี่ย

คะแนนเฉลี่ย	ผลการประเมินคะแนน
2.50 – 3.00	ดีเยี่ยม(3)
1.50 – 2.49	ดี(2)
0.50 – 1.49	ผ่าน(1)
0.00 – 0.49	ไม่ผ่าน(0)

เอกสารอ้างอิง

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร แห่งประเทศไทย จำกัด. หน้า 58 – 65.

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์และคณะ. (2548). แผนการจัดการเรียนรู้สองแนวทางที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : เคมี. กรุงเทพมหานคร : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด. หน้า 26 - 27

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม

2 ชั่วโมง

ครูนำอภิปรายทบทวนความรู้เกี่ยวกับความหมายของไอโซโทป ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน โดยเฉพาะในเรื่องที่ว่าอะตอมของธาตุต่างชนิดกันมีมวลไม่เท่ากัน และเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าอะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมากและไม่สามารถชั่งหามวลได้โดยตรง

1. ครูใช้คำถาม ถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์สามารถหามวลอะตอมของธาตุได้อย่างไร” (นักเรียนตอบตามความคิดเห็น) นำเข้าสู่เรื่องมวลอะตอม
3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ
4. นักเรียนศึกษาใบความรู้ เรื่องมวลอะตอม ครูอธิบายและยกตัวอย่างการคำนวณหามวลอะตอมของธาตุ คำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุด้วย power point ครูสุ่มนักเรียนออกมาทำโจทย์บนกระดานหน้าชั้นเรียน ครูชมเชยนักเรียนที่มีความกล้าแสดงออก
5. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ออกเป็นกลุ่ม ๆ 4-5 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อนละกัน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา อภิปราย ทำใบงานที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม และใบงานที่ 2 เรื่องมวลอะตอมเฉลี่ย ครูคอยเดินและให้คำปรึกษาสำหรับนักเรียนที่สงสัย
6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ และนักเรียนแต่ละกลุ่ม ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ ที่ใช้หามวลอะตอมและปริมาณของแต่ละไอโซโทปของธาตุโดยใช้เครื่องแมสเปกโตรมิเตอร์

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มวลโมเลกุล

1 ชั่วโมง

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างอะตอมและโมเลกุลของธาตุโดยนักเรียนสังเกตจากภาพใน power point และตอบว่าภาพใดเป็นอะตอม โมเลกุล ธาตุหรือสารประกอบ
 2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ
 3. ครูอธิบายให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีคำนวณหามวลโมเลกุลจากผลรวมของมวลอะตอมของธาตุทุกอะตอมที่เป็นองค์ประกอบใน 1 โมเลกุล
 4. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ออกเป็นกลุ่ม ๆ 4-5 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อนละกัน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา อภิปราย ทำใบงานที่ 3 เรื่องมวลโมเลกุล
- ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป 10 นาที**
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ตรวจสอบความถูกต้อง ตอบคำถามข้อสงสัยต่าง ๆ ให้
 6. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน ให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียน
 7. ครูตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน ประเมินทักษะ/กระบวนการและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง จำนวนโมลกับมวลสาร

2 ชั่วโมง

1. ให้นักเรียนยกตัวอย่างหน่วยต่าง ๆ ที่ใช้บอกปริมาณสิ่งของที่ใช้ชีวิตประจำวัน รวมทั้งหน่วยที่ใช้บอกปริมาณสิ่งของจำนวนมาก เช่น โหล กุรุส รีม
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ
3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการบอกปริมาณของสารเคมีในหน่วยโมล จำนวนอนุภาคของสารใน 1 โมล และเลขอาโวกาโดร
4. ครูอธิบายพร้อมยกตัวอย่างการคำนวณ เรื่อง จำนวนโมลกับมวลของสารโดยใช้ power point นักเรียนศึกษาและยกตัวอย่างธาตุ มวลอะตอมของธาตุ แล้วร่วมกันอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอะตอมต่อโมลหรือเลขอาโวกาโดร มวลต่อโมลและมวลอะตอม
5. นักเรียนทำใบงานที่ 4 เรื่อง จำนวนโมลกับมวลของสาร
6. นักเรียนและครูร่วมกันเฉลยใบงาน จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยทำนุปฏิบัติของนักเรียนแต่ละคนออกนักเรียนแต่ละคนสรุปแผนผังมโนทัศน์ใส่จำนวนปริมาณสารให้สัมพันธ์กับหน่วยที่กำหนดให้ ให้ถูกต้อง จดลงในอณุปฏิทินนักเรียนแต่ละคน
7. นักเรียนส่งใบงาน ครูประเมินผลโดยตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน อณุปฏิทิน ประเมินทักษะ/กระบวนการระหว่างปฏิบัติการและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาตรต่อโมลของแก๊ส

1 ชั่วโมง

1. ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับผลการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊สที่เกิดขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความดัน เพื่อนำสู่สภาวะมาตรฐาน (STP) แก๊สใดๆ 1 โมล ควรมีปริมาตรเท่าใด
2. แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ
3. นักเรียนและครูร่วมกัน อภิปรายเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP นักเรียนศึกษาปริมาตรของกล่องทรงลูกบาศก์ตัวอย่างที่อาจารย์เตรียมไว้เพื่อให้ได้ทราบว่า ปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร มีเท่าใด
4. ครูอธิบายพร้อมยกตัวอย่างการคำนวณหาปริมาตรต่อโมลของแก๊สต่าง ๆ โดยใช้ power point
5. นักเรียนรับใบงานและทำใบงานที่ 5 เรื่อง ปริมาตรต่อโมลแก๊สครูคอยเดินให้คำแนะนำแก่นักเรียนที่สงสัย จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานที่ 5
6. นักเรียนร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP (ซึ่งควรสรุปได้ว่าแก๊ส 1 โมลจะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรหรือ 22.4 ลิตรที่ STP)
7. นักเรียนส่งใบงาน นักเรียนส่งใบงาน ครูประเมินผลโดยตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน ประเมินทักษะ/กระบวนการระหว่างปฏิบัติการและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล 2 ชั่วโมง

อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับจำนวนอนุภาค จำนวนโมลกับมวลและจำนวนโมลกับปริมาตรของแก๊ส(dm^3) ที่ STP
2. ครูยกตัวอย่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 44 กรัม แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาจำนวนโมล จำนวนอนุภาคและปริมาตรที่ STP เพื่อนำไปสู่การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆของสาร และคำนวณหาปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้ นำเข้าสู่เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส
3. แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ
4. ครูอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณสารในหน่วยต่าง ๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ โดยใช้ power point
5. นักเรียนศึกษาและทำใบงานที่ 6 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส
6. นักเรียนจับคู่ รับกระดาษ A4 คนละแผ่น แต่ละคนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในรูปแบบแผนผังมโนทัศน์ในสมุดของตนเอง จากนั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับคู่ของตัวเอง
7. นักเรียนส่งใบงาน ครูประเมินผลโดยตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน ประเมินทักษะ/กระบวนการระหว่างปฏิบัติกิจกรรมและประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

1 ชั่วโมง

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบจากตัวอย่างในชีวิตประจำวัน “เพราะเหตุใดสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่มีปริมาตรเท่ากันแต่มีความเข้มข้นของสีไม่เท่ากัน” (ความเข้มข้นต่างกัน) นำเข้าสู่ความหมายของคำว่าความเข้มข้นของสารละลาย
2. แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ
3. นักเรียนศึกษาและร่วมกัน อธิบายความหมายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ ได้แก่ หน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลลิตี และเศษส่วนโมลได้ โดยใช้ power point
4. ครูอธิบายและยกตัวอย่างในการคำนวณบนกระดานครูสุ่มนักเรียนออกมาทำโจทย์การคำนวณหน้ากระดาน นักเรียนที่เหลือร่วมกันคิด ตรวจสอบคำตอบว่าเหมือนกับเพื่อนคนที่ออกมาทำโจทย์หรือไม่ ครูชมเชยนักเรียนที่ออกมาร่วมกิจกรรม
5. นักเรียนรับใบงานและลงมือทำใบงานที่ 7 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย
6. นักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ เรื่องความเข้มข้นของสารละลายโดยสรุปสาระสำคัญและสูตรการคำนวณที่ใช้คำนวณแต่ละหน่วยความเข้มข้นลงกระดาษแข็ง A4 2 แผ่นติดกันทำเป็นแผ่นพับ ตกแต่งให้สวยงามส่งในคาบถัดไป

7. นักเรียนส่งใบงาน ครูประเมินผลโดยตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน ประเมินทักษะ/กระบวนการระหว่างปฏิบัติกิจกรรมและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

3 ชั่วโมง

1. นักเรียนทบทวนความรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย มีหน่วยอะไรบ้างครูยกตัวอย่างถ้าต้องการเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์(โซดาไฟ)ในการล้างท่อระบายน้ำเข้มข้น 0.2 mol/dm^3 นักเรียนจะมีวิธีการเตรียมสารละลายอย่างไร เพื่อนำเข้าสู่การเตรียมสารละลาย
2. แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ
3. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4 – 5 คน โดยคณะเด็กเก่ง อ่อนและปานกลาง โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันเองในกลุ่ม จากนั้นร่วมกันศึกษาและอภิปรายถึงขั้นตอนวิธีการเตรียมสารละลาย พร้อมทั้งออกแบบการเตรียมสารละลายเพื่อให้ได้ความเข้มข้นตามที่ครูได้กำหนด ใช้เวลากลุ่มละ 10 นาที
4. สุ่มนักเรียนทุกกลุ่ม ออกมานำเสนอการเตรียมสารละลายของกลุ่มตนเองกลุ่มละ 3 นาที
5. ครูสอนการคำนวณการเตรียมสารละลายทั้ง 2 แบบ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
6. นักเรียนรับใบงานและทำใบงานที่ 8 เรื่อง การเตรียมสารละลายนักเรียนลงมือปฏิบัติการเตรียมสารละลายตามที่ใบงานกำหนด ครูให้คะแนนการปฏิบัติกิจกรรม
7. นักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมและใบงาน
8. นักเรียนส่งใบงาน ครูประเมินผลโดยตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน ประเมินทักษะ/กระบวนการระหว่างปฏิบัติกิจกรรมและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

3 ชั่วโมง

1. ครูและนักเรียนอภิปราย ทบทวนความรู้เรื่องสมบัติของสารบริสุทธิ์และสารละลาย ข้อแตกต่างต่างของสารบริสุทธิ์และสารละลาย นำเข้าสู่เรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย
2. แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ
3. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน คณะเด็กเก่ง กลาง อ่อน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน คณะกันให้นักเรียนรับใบรายงานการทดลอง เรื่อง การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย และให้สมาชิกกำหนดหน้าที่กันเองในกลุ่ม เช่น
 - คนที่ 1 อ่านขั้นตอนการทดลองและบอกวิธีการทดลองตามลำดับ(นักเรียนทุกคนต้องศึกษาวิธีการทดลองและทำflow chart วิธีการทดลองของตนเองมาล่วงหน้า)
 - คนที่ 2 ดำเนินการทดลอง จัดเตรียมอุปกรณ์
 - คนที่ 3 รับอุปกรณ์ สารเคมี สำหรับการทดลอง
 - คนที่ 4 บันทึกข้อมูล ผลการทดลอง

4. จากนั้นนักเรียน ร่วมกันอภิปรายตั้งสมมติฐานการทดลอง ทดลองและปฏิบัติหน้าที่ตามวางแผน หลังเสร็จการทดลองให้นักเรียนตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลหน้าชั้นเรียน

5. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายต่อไปถึงสมบัติประการอื่น ๆ ของสารละลายเช่น สมบัติเกี่ยวกับจุดหลอมเหลว หรือจุดเยือกแข็งว่าจะมีแนวโน้มเช่นเดียวกับจุดเดือดหรือไม่อย่างไร นักเรียนรับใบรายงานการทดลอง เรื่อง การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย และปฏิบัติการทดลอง

6. หลังเสร็จการทดลองให้นักเรียนตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลหน้าชั้น

7. ครูอธิบายให้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลาย จุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์และให้ความหมายของค่าคงที่ของการเพิ่มของจุดเดือดและค่าคงที่ของการลดของจุดเยือกแข็ง รวมทั้งตัวอย่างการคำนวณ โดยใช้ power point

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา อภิปราย ทำใบงานที่ 9 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย จากนั้นนักเรียนช่วยกันเฉลยคำตอบพร้อมทั้งให้เหตุผล

9. นักเรียนส่งใบงาน ครูประเมินผลโดยตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน ประเมินทักษะ/กระบวนการระหว่างปฏิบัติกิจกรรมและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

9.1 สื่อการเรียนรู้

9.1.1 ใบความรู้ เรื่องมวลอะตอม

9.1.2 power point

9.1.3 อุปกรณ์สาธิตสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

9.1.4 อุปกรณ์และสารเคมีในการเตรียมสารละลาย

9.1.5 โปรแกรมแฟลช(Flash) การเตรียมสารละลาย

9.1.6 อุปกรณ์และสารเคมีในการหาจุดเดือด จุดเยือกแข็งของสารละลาย

9.2 แหล่งเรียนรู้

9.2.1 ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2553). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การพัฒนาความรู้บูรณาการวิธีการสอนของครูผู้สอนวิชาเคมี.

9.2.2 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). (2554). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม2 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

9.2.3 สำราญ พฤกษ์สุนทร.(2554). คู่มือรายวิชาเพิ่มเติม เคมี ม.4 – 6 เล่ม 2. กรุงเทพฯ: พ.ศ. พัฒนา.

9.2.4 <http://www.gcsechemistry.com/m4.htm>

9.2.5 http://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_mass_unit

- 9.2.6 [http://www.marshallschool.org/school/course/dvosen/hchem/Files/Chp3/Atomic% 20Masses.htm](http://www.marshallschool.org/school/course/dvosen/hchem/Files/Chp3/Atomic%20Masses.htm)
- 9.2.7 http://www.chemistry.ohio-state.edu/~woodward/ch121/ch2_mass.htm
- 9.2.8 <http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/ch3/massmol.html#atomic>
- 9.2.6 <http://www.colby.edu/chemistry/OChem/DEMOS/MassSpec.html>
- 9.2.7 <http://www.usetute.com/au/mmcalcul.html>
- 9.2.8 http://www.sciencedaily.com/encyclopedia/molecular_mass
- 9.2.9 <http://www.launc.tased.edu.au/online/sciences/PhySci/pschem/reactqty/molemass.htm>



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง มวลอะตอม

โดยใช้การสอนแบบปกติ

รหัส ว32221 วิชา เคมี 2

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้สอน ครูวันศิริ สมบุญ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 เวลา 2 ชั่วโมง

โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของมวลอะตอม คำนวณหามวลอะตอม มวลของธาตุ 1 อะตอม และ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

สารต่าง ๆ ประกอบด้วยอะตอมและโมเลกุลที่มีสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างจากสารอื่น ๆ อะตอมหรือโมเลกุลของสารต่างชนิดกันจะมีมวลไม่เท่ากัน เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมาก ดังนั้น การหามวลของธาตุจึงใช้การเปรียบเทียบมวลของธาตุ 1 อะตอม กับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม เรียกว่า มวลอะตอม ธาตุในธรรมชาติส่วนใหญ่มีหลายไอโซโทป แต่ละไอโซโทป มีมวลอะตอม แตกต่างกันจึงต้องใช้มวลอะตอมเฉลี่ย

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้(K)

1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมและมวลของธาตุ 1 อะตอมได้
2. คำนวณหามวลอะตอมของธาตุและมวลของธาตุ 1 อะตอมได้
3. คำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ เมื่อทราบมวลอะตอมและปริมาณไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติได้

ทักษะ/กระบวนการ(P)

1. การสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์
2. ทักษะการคำนวณ
3. ทักษะการคิดวิเคราะห์
4. กระบวนการทำงานกลุ่ม

คุณธรรม จริยธรรม / ค่านิยมอันพึงประสงค์ (A)

เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี

มีส่วนร่วมในกิจกรรมวิชาเคมีอย่างสนุกสนาน

4. สาระการเรียนรู้

- มวลอะตอม

5. สมรรถนะ

- 5.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 5.2 ความสามารถในการคิด
- 5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 5.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 6.1 ใฝ่เรียนรู้
- 6.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน

- 7.1 ใบงานที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม
- 7.2 ใบงานที่ 2 เรื่อง การหามวลเฉลี่ยของแก้ว
- 7.3 ใบงานที่ 3 เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย

8. การวัดและประเมินผล

การวัด	เครื่องมือ	การประเมินผล
1.ความถูกต้องของคำตอบ ในการทำใบงาน	แบบประเมินใบงาน	นักเรียนตอบคำถามใน ใบงานได้ถูกต้องมากกว่า 80 %
2.ทักษะ/กระบวนการ	แบบประเมินทักษะ/ กระบวนการ	นักเรียนมีทักษะ/กระบวนการใน อยู่ในระดับดีขึ้น
3.คุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้รายบุคคล	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึง ประสงค์อยู่ในระดับดีขึ้น

9. การบูรณาการ

9.1 ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

- ความรอบรู้
- ความมุ่งมั่นในการทำงาน

9.2 การบูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์

- การคิดเทียบบัญญัติไตรยางค์
- การคิดเทียบสัดส่วน

10. กิจกรรมการเรียนรู้ (การสอนแบบปกติ)

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 5 นาที

1. ครูนำอภิปรายทบทวนความรู้เกี่ยวกับความหมายของไอโซโทป ฤทธิ์อะตอมของดอลตัน โดยเฉพาะในเรื่องที่ว่าอะตอมของธาตุต่างชนิดกันมีมวลไม่เท่ากัน และเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าอะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมากและไม่สามารถชั่งหามวลได้โดยตรง

2. ครูใช้คำถาม ถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์สามารถหามวลอะตอมของธาตุได้อย่างไร” (นักเรียนตอบตามความคิดเห็น) นำเข้าสู่เรื่องมวลอะตอม

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน 70 นาที

3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ

4. ครูใช้คำถามถามนักเรียนคิดว่ามวลอะตอมของธาตุ กับมวลของธาตุ 1 อะตอมเหมือนกันหรือไม่และมีวิธีการหาอย่างไร นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องมวลอะตอม ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับมวลของธาตุ 1 อะตอมและมวลอะตอม ธาตุที่กำหนดให้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบมวลอะตอม

5. ครูอธิบายและยกตัวอย่างการคำนวณหามวลอะตอมของธาตุ คำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุด้วย power point ครูสุ่มนักเรียนออกมาทำโจทย์บนกระดานหน้าชั้นเรียน ครูชมเชยนักเรียนที่มีความกล้าแสดงออก

6. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ออกเป็นกลุ่ม ๆ 4-5 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อนละกัน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา อภิปราย ทำใบงานที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม ครูคอยเดินและให้คำปรึกษาสำหรับนักเรียนที่สงสัย

7. ครูใช้คำถาม ถามนักเรียนว่า ถ้าธาตุบางชนิดมีหลายไอโซโทปจะหามวลอะตอมได้อย่างไร (หามวลอะตอมเฉลี่ย) จากนั้นครูยกตัวอย่างการคำนวณให้นักเรียนดูบนกระดาน

8. นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่องมวลอะตอมเฉลี่ย

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป 10 นาที

9. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อนคนที่เก่งสอนเพื่อนที่ยังไม่เข้าใจในกลุ่ม หรืออาจมีการแลกเปลี่ยนความรู้หว่างกลุ่ม จากนั้นนักเรียนส่งใบงานที่ 1 , 2 , 3

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล 15 นาที

11. ครูให้โจทย์การหามวลอะตอมเฉลี่ยของสาร 1 ข้อ บนกระดาน

12. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน ให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้

13. ครูตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน ประเมินทักษะ/กระบวนการและสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล

14. นักเรียนแต่ละกลุ่ม ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ ที่ใช้หามวลอะตอมและปริมาณของแต่ละไอโซโทปของธาตุโดยใช้เครื่องแมสเปกโตรมิเตอร์

11. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

11.1 สื่อการเรียนรู้

- 11.1.1 power point
- 11.1.2 ใบงานที่ 1 เรื่อง มวลอะตอม
- 11.1.3 ใบงานที่ 2 เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย
- 11.1.4 ใบความรู้ เรื่องมวลอะตอม

11.2 แหล่งเรียนรู้

- 11.2.1 ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2553). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การพัฒนาความรู้บูรณาการวิธีการสอนของครูผู้สอนวิชาเคมี.
- 11.2.2 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). (2554). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม2 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- 11.2.3 สำราญ พุกษ์สุนทร.(2554). คู่มือรายวิชาเพิ่มเติม เคมี ม.4 – 6 เล่ม 2. กรุงเทพฯ: พ.ศ. พัฒนา.
- 11.2.4 <http://www.gcsechemistry.com/m4.htm>
- 11.2.5 http://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_mass_unit
- 11.2.6 [http://www.marshallschool.org/school/course/dvosen/hchem/Files/Chp3/Atomic% 20Masses.htm](http://www.marshallschool.org/school/course/dvosen/hchem/Files/Chp3/Atomic%20Masses.htm)
- 11.2.7 http://www.chemistry.ohio-state.edu/~woodward/ch121/ch2_mass.htm
- 11.2.8 <http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/ch3/massmol.html#atomic>
- 11.2.6 <http://www.colby.edu/chemistry/OCHEM/DEMOS/MassSpec.html>

บันทึกหลังการสอน

เรื่อง.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....คาบที่...วันที่.....ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3. วิธีการแก้ไข/แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาววันศิริ สมบุญ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง มวลโมเลกุล

โดยใช้การสอนแบบปกติ

รหัส ว32221 วิชา เคมี 2

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้สอน ครูวันศิริ สมบุญ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 เวลา 1 ชั่วโมง

โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของมวลโมเลกุล คำนวณหามวลโมเลกุลของสารหรือมวลสูตรของสาร 1 โมเลกุลได้

2. สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

โมเลกุลของสารเป็นอนุภาคขนาดเล็ก การหามวลโมเลกุลของสารจึงใช้วิธีการเปรียบเทียบมวลของสาร 1 โมเลกุลกับ $1/12$ มวล ของ ^{12}C 1 อะตอม ในกรณีที่ทราบสูตรเคมีหรือจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบใน 1 โมเลกุลของสารและทราบมวลอะตอมของธาตุจะสามารถ คำนวณหามวลโมเลกุลของสารนั้นได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้(K)

1. อธิบายความหมายของมวลโมเลกุลและมวลของสาร 1 โมเลกุลได้
2. คำนวณหามวลโมเลกุลของสารและมวลของสาร 1 โมเลกุลได้

ทักษะ/กระบวนการ(P)

1. ทักษะการอ่าน คัดวิเคราะห์และเขียน
2. ทักษะการคำนวณ
3. ทักษะการคิดวิเคราะห์
4. กระบวนการทำงานกลุ่ม

คุณธรรม จริยธรรม / คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

มีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมี

4. สาระการเรียนรู้

มวลโมเลกุล

5. สมรรถนะ

- 5.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 5.2 ความสามารถในการคิด
- 5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

6.1 ใฝ่เรียนรู้

6.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน

ใบงานที่ 3 เรื่อง มวลโมเลกุล

8. การวัดและประเมินผล

การวัด	เครื่องมือ	การประเมินผล
1.ความถูกต้องของคำตอบ ในการทำใบงาน	แบบประเมินใบงาน	นักเรียนตอบคำถามใน ใบงานได้ถูกต้องมากกว่า 80 %
2.ทักษะ/กระบวนการ	แบบประเมินทักษะ/ กระบวนการ	นักเรียนมีทักษะ/กระบวนการใน อยู่ในระดับดีขึ้นไป
3.คุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้รายบุคคล	นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึง ประสงค์อยู่ในระดับดีขึ้นไป

9. การบูรณาการ

9.1 ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

- มีความซื่อสัตย์
- มีความซื่อสัตย์
- มีเหตุผล

9.2 การบูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์

- การคิดเทียบบัญญัติไตรยางค์
- การคิดเทียบสัดส่วน

10. กิจกรรมการเรียนรู้ (การสอนแบบปกติ)

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 5 นาที

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับการหามวลอะตอมมีวิธีการคำนวณหาได้อย่างไร จากนั้นครูและนักเรียนสนทนาถึง สารในธรรมชาติโดยส่วนใหญ่จะไม่อยู่ในรูปของอะตอมอิสระแต่จะอยู่ในรูปของโมเลกุล ครูใช้คำถามถามนักเรียนว่า จะมีวิธีการหามวลโมเลกุลของสารแต่ละชนิดได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน 25 นาที

2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลให้นักเรียนทราบ

3. ครูอธิบายให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีคำนวณหามวลโมเลกุลจากผลรวมของมวลอะตอมของธาตุทุกอะตอมที่เป็นองค์ประกอบใน 1 โมเลกุล โดยเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่ามวล 1 โมเลกุลของสารมีค่าน้อยมาก ซึ่งไม่มีเครื่องชั่งใดชั่งมวลขนาดนี้ได้ จึงบอกด้วยมวลโมเลกุลของสารแทน ซึ่งก็เป็นค่าเปรียบเทียบกับมวลอะตอม ต่อจากนั้นให้นักเรียนศึกษาความรู้เกี่ยวกับความหมายของมวลโมเลกุล แล้วร่วมอภิปรายความแตกต่างระหว่างมวลโมเลกุลของสารกับมวลของสาร 1 โมเลกุล

4. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ออกเป็นกลุ่ม ๆ 4-5 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อนคละกัน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา อภิปราย ทำใบงานที่ 3 เรื่อง มวลโมเลกุล

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป 10 นาที

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ตรวจสอบความถูกต้อง ตอบคำถามข้อสงสัยต่าง ๆ ให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มเข้าใจคำตอบก่อนส่ง

6. ให้นักเรียนและครูช่วยกันเฉลยคำตอบพร้อมทั้งให้เหตุผล

7. ชมเชยกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล 10 นาที

8. ครูให้โจทย์การหามวลโมเลกุลของสาร 1 ข้อ บนกระดาน

9. ครูสุ่มนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน ให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียน

10. ครูตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน ประเมินทักษะ/กระบวนการและประเมิน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

11. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

11.1 สื่อการเรียนรู้

11.1.1 power point

11.1.2 ใบงานที่ 3 เรื่อง มวลโมเลกุล

11.2 แหล่งเรียนรู้

11.2.1 ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2553). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การพัฒนาความรู้บูรณาการวิธีการสอนของครูผู้สอนวิชาเคมี.

11.2.2 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). (2554). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

11.2.3 <http://www.asetute.com/au/mmmcalcul.html>

บันทึกหลังการสอน

เรื่อง.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....คาบที่...วันที่.....ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3. วิธีการแก้ไข/แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาววันศิริ สมบุญ)

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง มวลอะตอม

รายวิชา32221 วิชาเคมี2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่5 ภาคเรียนที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่1: ปริมาณสารสัมพันธ์ I

ผู้สอน ครูวันศิริ สมบุญ

มวลอะตอม (Atomic mass)

อะตอมมีขนาดเล็กมากจึงมีมวลหรือน้ำหนักน้อยและเนื่องจากอิเล็กตรอนมีมวลน้อยกว่าโปรตอน และนิวตรอน มากจนตัดทิ้งได้ ดังนั้นมวลของอะตอมทั้งหมดจึงคิดเฉพาะมวลของนิวเคลียส เช่น มวลของธาตุไฮโดรเจน 1 อะตอม มีค่าเท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม จะเห็นได้ว่าการคือน้ำหนักหรือมวลที่แท้จริงในหน่วยกรัมไม่สามารถหาได้โดยตรงดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงมีการคิดหาวิธีที่จะใช้มวลหรือน้ำหนักเปรียบเทียบ (Relative mass หรือ Relative weight) มวลของอะตอมใด ๆ กับมวลมาตรฐานค่าหนึ่งเรียกว่ามวลอะตอมหรือน้ำหนักอะตอม โดยกำหนดความหมายของค่า ดังนี้

มวลที่แท้จริงของอะตอม จะใช้คำว่า **มวลของธาตุ 1 อะตอม** มีหน่วยเป็นกรัม
 มวลเปรียบเทียบของอะตอม จะใช้คำว่า **มวลอะตอมของธาตุ** ซึ่งไม่มีหน่วย

ในสมัยของดอลตัน ใช้ธาตุที่เบาที่สุดคือ H เป็นตัวเปรียบเทียบเพื่อหามวลอะตอมของธาตุอื่นโดยกำหนดให้

$$\text{มวลของ H 1 อะตอม} = 1 \text{ amu}$$

$$1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

$$\frac{\text{มวลอะตอมของธาตุ}}{\text{มวลของ H 1 อะตอม}} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1}$$

ต่อมามีการเสนอให้ใช้ออกซิเจนเป็นธาตุมาตรฐานแทนธาตุไฮโดรเจนเนื่องจากออกซิเจน 1 อะตอมมวลเป็น 16 เท่าของไฮโดรเจน 1 อะตอมจึงเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้เป็น

$$\frac{\text{มวลอะตอมของธาตุ}}{1/16 \text{ มวลของ O 1 อะตอม}} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1}$$

ซึ่งใน ค.ศ. 1962 สหพันธ์เคมีและฟิสิกส์ระหว่างชาติ ได้ใช้ มวลของอะตอมของธาตุคาร์บอน ($^{12}_6\text{C}$) เป็นมวลมาตรฐานในการเปรียบเทียบซึ่งเป็นไอโซโทปที่มีมากที่สุด และนิยามมวลอะตอมดังนี้ **มวลอะตอมของธาตุใด คือมวลของธาตุนั้น 1 อะตอม เปรียบเทียบกับ $\frac{1}{12}$ ของมวลของอะตอม $^{12}_6\text{C}$ 1 อะตอม** ซึ่งเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\frac{\text{มวลอะตอมของธาตุ}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของธาตุ } ^{12}_6\text{C} \text{ 1 อะตอม (กรัม)}} = \frac{\text{มวลของธาตุนั้น 1 อะตอม (กรัม)}}{1}$$

มวลอะตอมของธาตุ เป็นค่าเปรียบเทียบ จึงไม่มีหน่วย แต่เพื่อสะดวกในการคำนวณจึงกำหนดหน่วยการวัดขึ้นมา เรียกว่า Atomic Mass Unit ใช้สัญลักษณ์ amu หรือ 1 หน่วยมาตรฐานโดยกำหนดดังนี้

$$1 \text{ amu} = \frac{1}{12} \text{ มวลของธาตุ } {}^{12}_6\text{C} \text{ 1 อะตอม}$$

$$= \frac{1}{12} (12 \times 1.66 \times 10^{-24}) \text{ g}$$

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

ความสัมพันธ์แสดงการคำนวณหามวลอะตอมทุกข้อ จะได้ค่าที่ใกล้เคียงกันหรือแตกต่างกันน้อยมาก

สรุป มวลของธาตุไฮโดรเจน 1 อะตอม = 1.66×10^{-24} กรัม

= 1/16 มวลของออกซิเจน 1 อะตอม

= 1/12 มวลของ ${}^{12}\text{C}$ 1 อะตอม



ธาตุคาร์บอนไอโซโทป 12 จำนวน 1 อะตอม จะมีน้ำหนักเท่ากับ 12 amu พอดี แต่ถ้ากล่าวถึงคาร์บอนไอโซโทป 13 มวลจะไม่เท่ากับ 13 amu พอดี แต่จะเท่ากับ 13.0033548 amu ซึ่งจะเห็นได้ว่ามวลอะตอมและเลขมวลนั้นไม่เท่ากัน เพราะ เลขมวลเป็นเพียงตัวเลขแสดงจำนวนโปรตอนและนิวตรอนรวมกันเท่านั้น

สิ่งที่ควรทราบ

1. เลขอาโวกาโดร มีค่าเท่ากับ $6.02 \times 10^{23} = 1$ โมล (mol)

หมายเหตุ ความสัมพันธ์ระหว่าง 1.66×10^{-24} กับ 6.02×10^{23}

$$6.02 \times 10^{23} = \frac{1}{1.66 \times 10^{-24}}$$

การระบุมวลอะตอมของธาตุทุกธาตุมีความหมายดังต่อไปนี้

เช่น ธาตุโซเดียมมีมวลอะตอมเท่ากับ 23 หมายความว่า อะตอมของโซเดียมมีมวลเป็น 23 เท่าของมวลไฮโดรเจน 1 อะตอม (1.66×10^{-24} กรัม) หรือมีมวลเป็น 23 เท่าของ 1/16 มวลของออกซิเจน 1 อะตอม หรือมีมวลเป็น 23 เท่าของ 1/12 มวลของ C-12 1 อะตอม

ตัวอย่าง Ca มีมวลอะตอม 40 แสดงว่า

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ Ca} = \frac{\text{มวลของธาตุ Ca 1 อะตอม}}{1/12 \text{ ของมวล } {}^{12}\text{C} \text{ 1 อะตอม}}$$

$$\text{มวลของธาตุ Ca 1 อะตอม} = \text{มวลอะตอมของ Ca} \times 1/12 \text{ ของมวลของ } {}^{12}\text{C} \text{ 1 อะตอม} = 40 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

หมายความว่า Ca 1 อะตอมมีมวล = $40 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

Ca 1 อะตอมมีมวลเปรียบเทียบเป็น 40 เท่าของมวลของ H 1 อะตอม

Ca 1 อะตอมมีมวลเปรียบเทียบเป็น 40 amu

ตัวอย่างที่ 1 : โพแทสเซียม 1 อะตอมหนัก $39.1 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม มวลอะตอมของโพแทสเซียมมีค่าเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{มวลอะตอมของธาตุ K} &= \frac{\text{มวลของธาตุ K 1 อะตอม}}{1/12 \text{ ของมวล } {}^{12}\text{C 1 อะตอม}} \\ &= \frac{39.1 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} \\ &= 39.1 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2 : ไนโตรเจน มีมวลอะตอมเท่ากับ 14 จงคำนวณมวลของไนโตรเจน 1 อะตอม

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ มวลอะตอมของธาตุ} &= \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}} \\ \text{แทนค่า} \quad 14 &= \frac{\text{มวลของไนโตรเจน 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}} \\ \text{มวลของไนโตรเจน 1 อะตอม} &= 14 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม} \\ &= 2.32 \times 10^{-23} \text{ กรัม} \end{aligned}$$

มวลอะตอมเฉลี่ย

มวลอะตอมเฉลี่ยหมายถึง การคำนวณมวลอะตอมของธาตุจากมวลอะตอมและปริมาณของไอโซโทปเนื่องจากธาตุที่อยู่ในธรรมชาติมักมีอยู่หลายไอโซโทปดังนั้นในการหามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปต้องใช้เครื่องมือที่เรียกว่าแมสสเปกโตรมิเตอร์ จากการศึกษาจะทำให้ทราบว่าธาตุแต่ละชนิดมีกี่ไอโซโทปและแต่ละไอโซโทปมีปริมาณร้อยละเท่าใดและสามารถคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยได้

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \frac{\sum (\text{ร้อยละที่มีในธรรมชาติ} \times \text{มวลอะตอมของไอโซโทป})}{100}$$

ตัวอย่างที่ 1 : ธาตุ X มี 3 ไอโซโทป คือ ^{25}X มีมวล 25.431 จำนวน 60%
 ^{28}X มีมวล 28.159 จำนวน 35%
 ^{30}X มีมวล 30.224 จำนวน 5%

$$\begin{aligned} \text{มวลอะตอมเฉลี่ย} &= \frac{\sum (\text{ร้อยละที่มีในธรรมชาติ} \times \text{มวลไอโซโทป})}{100} \\ 26.625 &= \frac{\sum [(25.431 \times 60) + (28.159 \times 35) + (30.224 \times 5)]}{100} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2 : ธาตุ Y มี 2 ไอโซโทปคือ ^{60}Y และ ^{63}Y มีมวลอะตอมเฉลี่ย 62.8 จงหาเปอร์เซ็นต์ของแต่ละไอโซโทป

วิธีทำ กำหนดให้ เปอร์เซ็นต์ของไอโซโทป $^{60}\text{Y} = x$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของไอโซโทป } ^{63}\text{Y} = 100 - x$$

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \frac{\sum (\text{ร้อยละที่มีในธรรมชาติ} \times \text{มวลไอโซโทป})}{100}$$

$$62.8 = \frac{60x + 63(100-x)}{100}$$

$$6280 = 60x + 6300 - 63x$$

$$x = 6.67$$

ดังนั้น เปอร์เซ็นต์ของไอโซโทป $^{60}\text{Y} = 6.67$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของไอโซโทป } ^{63}\text{Y} = 100 - 6.67 = 93.37$$

ใบงานที่ 1
เรื่อง มวลอะตอม

ชื่อ.....นามสกุล.....
ชั้น ม.5/..... เลขที่..... กลุ่มที่.....
กำหนดส่ง.....วันที่ส่ง.....
วิชา ว32221 เคมี 2 ครู วันศิริ สมบุญ

คำชี้แจง ให้นักเรียนคำนวณหามวลของธาตุ 1 อะตอมและมวลอะตอม

ธาตุ	มวลอะตอม	มวลของธาตุ 1 อะตอม (g)	มีมวลเป็นเท่าของ 1/12 ของ ^{12}C 1 อะตอม	มีมวล (amu)
1. ^1H	1	1.66×10^{-24}		1
2. ^{12}C	12			
3. ^{16}O			$\frac{(16 \times 1.66 \times 10^{-24}) \text{ g}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} = 16$	
4. ^{24}Mg		$24 \times 1.66 \times 10^{-24}$		

* หมายเหตุ 1 amu = 1.66×10^{-24} g

สรุป Conceptของเรื่อง มวลอะตอมของธาตุ 1 อะตอม = มวลอะตอม $\times 1.66 \times 10^{-24}$
 มวลของธาตุ a อะตอม = a อะตอม $\times$ (มวลของธาตุ 1 อะตอม)
 1/12 ของ ^{12}C 1 อะตอม = $1/12 \times (12 \times 1.66 \times 10^{-24}) = 1.66 \times 10^{-24}$ g

สูตร

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุนั้น 1 อะตอม(กรัม)}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของธาตุ } ^{12}_6\text{C 1 อะตอม(กรัม)}}$$

5. ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถาม ธาตุอะลูมิเนียม 1 อะตอมหนัก $27 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g

5.1 อะลูมิเนียม 5 อะตอมหนัก g

5.2 อะลูมิเนียม 6.02×10^{23} อะตอมหนัก g

5.3 อะลูมิเนียมมีมวลอะตอมเท่ากับ.....

6. กำมะถันมีมวลอะตอมเท่ากับ 32 หมายความว่าอย่างไร

.....

7. อะตอมของฮีเลียมมีมวลเป็น 1/3 เท่าของ ^{12}C จงคำนวณมวลอะตอมของฮีเลียม

.....

8. อะตอมของไทเทเนียมมีมวลเป็น 4 เท่าของอะตอมของ ^{12}C จงคำนวณมวลอะตอมของ

ไทเทเนียม

9. มวลอะตอมของโซเดียม = 23 ดังนั้นโซเดียม 1 อะตอม มีมวลกี่กรัม
.....
10. ออกซิเจนมีมวลอะตอมเท่ากับ 16 ดังนั้นออกซิเจนมวล 16 กรัม จะมีกี่อะตอม
.....
11. ไนโตรเจน 1 อะตอม มีมวล 2.324×10^{-23} กรัม จงคำนวณมวลอะตอมของไนโตรเจน
.....
12. คาร์บอน จำนวน 12 อะตอม มีมวลเท่าไร กำหนดให้มวลอะตอมของ C = 12
.....
13. กำมะถัน 3.01×10^{24} อะตอม มีมวลกี่กรัม กำหนดให้มวลอะตอมของ S = 32
.....
14. ฮีเลียม 24 กรัม มีจำนวนกี่อะตอม กำหนดให้มวลอะตอมของ He = 4
.....
15. ถ้ามวลอะตอมของธาตุ X เท่ากับ a และมวลของธาตุ X 1 อะตอมเท่ากับ b กรัม จงหามวลของ ^{12}C 1 อะตอม.....
16. ออกซิเจนมีมวลอะตอม 16.00 ธาตุ X จะมีมวลอะตอมเท่าใด เมื่อธาตุ X 1 อะตอมมีมวลเป็น 4 เท่า ของมวลของออกซิเจน 2 อะตอม.....
17. ธาตุ X 3 อะตอม มีมวลเป็น 2 เท่าของธาตุคาร์บอน 5 อะตอม จงหามวลของ X 1 อะตอม
กำหนดให้มวลอะตอม C=12
.....
18. จากข้อ 17 จงหามวลอะตอมของ X กำหนดให้มวลอะตอม C=12
.....
19. ธาตุ A 1 อะตอม มีมวลเป็น 2 เท่าของธาตุ B ถ้าธาตุ B จำนวน 6.02×10^{23} อะตอม มีมวล 1 กรัม ดังนั้น ธาตุ A จำนวน 6.02×10^{23} อะตอม จะมีมวลเท่าไร
.....
20. ถ้าธาตุชนิดหนึ่งมีหลายไอโซโทป มวลอะตอมของธาตุนั้นๆ จะหาได้อย่างไร
.....



เฉลยใบงานที่ 1

เรื่อง มวลอะตอม

คำชี้แจง ให้นักเรียนเรียนคำนวณหามวล 1 อะตอมของธาตุและมวลอะตอม

	ธาตุ	มวลอะตอม	มีมวลของธาตุ 1 อะตอม(g)	มีมวลเป็นเท่าของ 1/12 ของ ^{12}C 1 อะตอม	มีมวล (amu)
1.	^1H	1	1.66×10^{-24}	$\frac{(1.66 \times 10^{-24})\text{g}}{1.66 \times 10^{-24}\text{g}} = 1$	1
2.	^{12}C	12	$12 \times 1.66 \times 10^{-24}$	$\frac{(12 \times 1.66 \times 10^{-24})\text{g}}{1.66 \times 10^{-24}\text{g}} = 12$	12
3.	^{16}O	16	$16 \times 1.66 \times 10^{-24}$	$\frac{(16 \times 1.66 \times 10^{-24})\text{g}}{1.66 \times 10^{-24}\text{g}} = 16$	16
4.	^{24}Mg	24	$24 \times 1.66 \times 10^{-24}$	$\frac{(24 \times 1.66 \times 10^{-24})\text{g}}{1.66 \times 10^{-24}\text{g}} = 24$	24

* หมายเหตุ 1 amu = 1.66×10^{-24} g

สรุป Concept ของเรื่อง มวลอะตอมของธาตุ 1 อะตอม = มวลอะตอม $\times 1.66 \times 10^{-24}$

มวลของธาตุ a อะตอม = a อะตอม $\times$ (มวลของธาตุ 1 อะตอม)

1/12 ของ ^{12}C 1 อะตอม = $1/12 \times (12 \times 1.66 \times 10^{-24}) = 1.66 \times 10^{-24}$ g

สูตร

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุนั้น 1 อะตอม(กรัม)}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของธาตุ } ^{12}_6\text{C} \text{ 1 อะตอม(กรัม)}}$$

5. ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถาม ธาตุอะลูมิเนียม 1 อะตอมหนัก $27 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g

5.1 อะลูมิเนียม 5 อะตอมหนัก $5 \times (27 \times 1.66 \times 10^{-24}) = 2.24 \times 10^{-22}$ g Ans..

5.2 อะลูมิเนียม 6.02×10^{23} อะตอมหนัก $(6.02 \times 10^{23}) \times (27 \times 1.66 \times 10^{-24}) = 27$ g Ans..

5.3 มีอะลูมิเนียมมวลอะตอมเท่ากับ $\frac{(27 \times 1.66 \times 10^{-24})\text{g}}{1.66 \times 10^{-24}\text{g}} = 27$ (ไม่มีหน่วย) Ans..

6. กำหนดว่ามีมวลอะตอมเท่ากับ 32 หมายความว่าอย่างไร

ธาตุกำหนดว่ามีมวลอะตอมเท่ากับ 32 หมายความว่า อะตอมของธาตุนั้นมีมวลเป็น 32 เท่าของ 1/12 มวลของ ^{12}C 1 อะตอม Ans..

7. อะตอมของฮีเลียมมีมวลเป็น 1/3 เท่าของ C-12 จงคำนวณมวลอะตอมของฮีเลียม

มวลอะตอมของฮีเลียม(He) = $\frac{1/3 (12 \times 1.66 \times 10^{-24})\text{g}}{1.66 \times 10^{-24}\text{g}} = 4$ Ans..

8. อะตอมของไทเทเนียมมีมวลเป็น 4 เท่าของอะตอมของ ^{12}C จงคำนวณมวลอะตอมของไทเทเนียม

$$\text{มวลอะตอมของไทเทเนียม} = \frac{4 \times (12 \times 1.66 \times 10^{-24}) \text{ g}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} = 48. \text{Ans..}$$

9. มวลอะตอมของโซเดียม = 23 ดังนั้นโซเดียม 1 อะตอม มีมวลกี่กรัม

$$\text{โซเดียม 1 อะตอม มีมวล} = 23 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ g} = 3.82 \times 10^{-23} \text{ g} \text{ Ans..}$$

10. ออกซิเจนมีมวลอะตอมเท่ากับ 16 ดังนั้นออกซิเจนมวล 16 กรัม จะมีกี่อะตอม

$$\text{ออกซิเจนมวล 16 กรัม จะมี} = \frac{16 \text{ g}}{6 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} = 6.02 \times 10^{23} \text{ อะตอม} \text{ Ans..}$$

11. ไนโตรเจน 1 อะตอม มีมวล 2.324×10^{-23} กรัม จงคำนวณมวลอะตอมของไนโตรเจน

$$\text{มวลอะตอมของไนโตรเจน(N)} = \frac{2.324 \times 10^{-23} \text{ กรัม}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}} = 14.00 \text{ Ans..}$$

12. ^{12}C จำนวน 12 อะตอม มีมวลเท่าไร กำหนดมวลอะตอมให้ (C = 12)

$$^{12}\text{C} \text{ จำนวน 12 อะตอม มีมวล} = 12 \times (12 \times 1.66 \times 10^{-24}) \text{ g} = 2.39 \times 10^{-22} \text{ g} \text{ Ans..}$$

13. กำมะถัน 3.01×10^{24} อะตอม มีมวลกี่กรัม กำหนดมวลอะตอมให้ (S = 32)

$$\text{กำมะถัน } 3.01 \times 10^{24} \text{ อะตอม มีมวล} = (3.01 \times 10^{24}) \times (32 \times 1.66 \times 10^{-24}) \text{ g} = 159.89 \text{ g} \text{ Ans..}$$

14. ฮีเลียม 24 กรัม มีจำนวนกี่อะตอม กำหนดมวลอะตอมให้ (He = 4)

$$\text{ฮีเลียม 24 กรัม มีจำนวน} = \frac{24 \text{ กรัม}}{4 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}} = 3.61 \times 10^{24} \text{ อะตอม} \text{ Ans..}$$

15. ถ้ามวลอะตอมของธาตุ X เท่ากับ a และมวลของธาตุ X 1 อะตอมเท่ากับ b กรัม จงหามวลของ ^{12}C 1 อะตอม

$$\text{มวลอะตอมของ X} = \frac{\text{มวลของธาตุ X 1 อะตอม}}{1/12 \times (^{12}\text{C} 1 \text{ อะตอม})}$$

$$a = \frac{b \text{ g}}{1/12 \times (^{12}\text{C} 1 \text{ อะตอม}) \text{ g}}$$

$$^{12}\text{C} 1 \text{ อะตอม} = \frac{12b}{a} \text{ Ans..}$$

16. ออกซิเจนมีมวลอะตอม 16.00 ธาตุ X จะมีมวลอะตอมเท่าใด เมื่อธาตุ X 1 อะตอมมีมวลเป็น 4 เท่าของมวลของออกซิเจน 2 อะตอม

$$\text{ธาตุ X จะมีมวลอะตอม} = \frac{4 \times [2 \times (16.00 \times 1.66 \times 10^{-24})]}{1.66 \times 10^{-24}} = 128 \text{ Ans..}$$

17. ธาตุ X 3 อะตอม มีมวลเป็น 2 เท่าของธาตุคาร์บอน 5 อะตอม จงหามวลของ X 1 อะตอม ถ้าธาตุคาร์บอนมีมวลอะตอมเท่ากับ 12

$$\text{มวลของ X 3 อะตอม} = 2 \times [5 \times (12 \times 1.66 \times 10^{-24})]$$

$$\text{ถ้ามวลของ X 1 อะตอม} = \frac{2 \times [5 \times (12 \times 1.66 \times 10^{-24})]}{3} = 6.64 \times 10^{-23} \text{ g} \text{ Ans..}$$

18. จากข้อ 17 จงหามวลอะตอมของ X

$$\text{จหามวลอะตอมของ X} = \frac{40 \times 1.66 \times 10^{-24}}{1.66 \times 10^{-24}} = 40$$

19. ธาตุ A 1 อะตอม มีมวลเป็น 2 เท่าของอะตอมของธาตุ B ถ้าธาตุ B จำนวน 6.02×10^{23} อะตอม มีมวล 1 กรัม ดังนั้น ธาตุ A จำนวน 6.02×10^{23} อะตอม จะมีมวลเท่าไร

$$\text{ถ้าธาตุ B 1 อะตอม มีมวล} \quad \frac{1}{6.02 \times 10^{23}} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$\text{ธาตุ A 1 อะตอม มีมวล} \quad = 2 \times (1.66 \times 10^{-24}) \text{ g}$$

$$\text{ถ้าธาตุ A จำนวน } 6.02 \times 10^{23} \text{ อะตอม} \quad = 6.02 \times 10^{23} \times [2 \times (1.66 \times 10^{-24})] \text{ g}$$

$$= 2.00 \text{ g} \quad \underline{\text{Ans.}}$$

20. ถ้าธาตุชนิดหนึ่งมีหลายไอโซโทป มวลอะตอมของธาตุนั้นๆ จะหาได้อย่างไร

(มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุหาจากผลรวมมวลของธาตุแต่ละไอโซโทปคูณด้วยปริมาณแต่ละไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติหารด้วยหนึ่งร้อย)



Stoichiometry

ชื่อ.....นามสกุล.....
 ชั้น ม.5/..... เลขที่..... กลุ่มที่.....
 กำหนดส่ง.....วันที่ส่ง.....
 วิชา ว32221 เคมี 2 ครู วันศิริ สมบุญ

ใบงานที่ 2

เรื่อง การหามวลเฉลี่ยของถั่ว

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำการทดลอง ดังต่อไปนี้ (กลุ่มละ 3 คน)

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาการหาปริมาณร้อยละและมวลเฉลี่ยของถั่วแต่ละชนิด

วัสดุอุปกรณ์

1. ปีกเกอร์ขนาด 250 cm³ จำนวน 2 ใบ
2. เมล็ดถั่วแดง , เมล็ดถั่วเขียว เครื่องชั่งดิจิตอล
3. เครื่องชั่งดิจิตอล

วิธีการทดลอง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับปีกเกอร์ที่บรรจุถั่วทั้ง 2 ชนิด (ถั่วแดง , ถั่วเขียว) ชนิดละ 1 ใบ (ประมาณ 40 – 60 เมล็ด)
2. หามวลของถั่วในแต่ละปีกเกอร์
3. นับจำนวนถั่วในแต่ละปีกเกอร์
4. หามวลเฉลี่ยของถั่วแต่ละชนิด
5. หาปริมาณร้อยละของถั่วแต่ละชนิด

$$\text{ร้อยละของถั่วแต่ละชนิด} = \frac{\text{จำนวนถั่วที่ต้องการหาปริมาณร้อยละ}}{\text{ปริมาณถั่วทั้งหมด}} \times 100$$

6. หามวลเฉลี่ยของถั่วทั้งสองชนิดโดยใช้สูตร

มวลเฉลี่ย =

$$\frac{[(\text{มวลของถั่วชนิดที่1} \times \text{ปริมาณร้อยละของถั่วชนิดที่1}) + (\text{มวลของถั่วชนิดที่2} \times \text{ปริมาณร้อยละของถั่วชนิดที่2})]}{100}$$

$$\text{มวลเฉลี่ย} = \frac{\sum (\text{มวลของถั่วแต่ละชนิด} \times \text{ปริมาณร้อยละของถั่วแต่ละชนิด})}{100}$$



รายชื่อสมาชิกกลุ่ม.....

- 1..... ม. 5/..... เลขที่..... กลุ่มที่.....
- 2..... ม. 5/..... เลขที่..... กลุ่มที่.....
- 3..... ม. 5/..... เลขที่..... กลุ่มที่.....
- 4..... ม. 5/..... เลขที่..... กลุ่มที่.....

บันทึกผลการทดลอง

1. หามวลของถั่วในแต่ละบีกเกอร์

- มวลของถั่วแดง.....กรัม ในแต่ละบีกเกอร์
- มวลของถั่วเขียว.....กรัม ในแต่ละบีกเกอร์

2. นับจำนวนถั่วในแต่ละชนิดในแต่ละบีกเกอร์

- จำนวนถั่วแดงทั้งหมด.....เมล็ด - จำนวนถั่วเขียวทั้งหมด.....เมล็ด

3. หามวลเฉลี่ยของถั่วแต่ละชนิด

- มวลเฉลี่ยของถั่วแดง.....กรัม - มวลเฉลี่ยของถั่วเขียว.....กรัม

4. หาปริมาณร้อยละของถั่วแต่ละชนิด

- ปริมาณร้อยละของถั่วแดง..... - ปริมาณร้อยละของถั่วเขียว.....

5. หามวลเฉลี่ยของถั่วทั้งสองชนิดพร้อมทั้งแสดงวิธีการคำนวณ

- มวลเฉลี่ยของถั่ว = —

=

คำถามท้ายการทดลอง

1. นักเรียนสามารถนำหลักการนี้ไปใช้ในการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยได้อย่างไร

มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุหาจากผลรวมมวลของธาตุแต่ละไอโซโทปคูณด้วยปริมาณแต่ละไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติหารด้วยหนึ่งร้อย Ans..

2. เนื่องจากอะตอมของธาตุมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและธาตุแต่ละชนิดมีหลายไอโซโทป นักวิทยาศาสตร์สามารถหามวลอะตอมของธาตุแต่ละไอโซโทปด้วยเครื่องมือชนิดใด

เครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ Ans..

ชื่อ.....นามสกุล.....
 ชั้น ม.5/..... เลขที่..... กลุ่มที่.....
 กำหนดส่ง.....วันที่ส่ง.....
 วิชา ว32221 เคมี 2 ครู วันศิริ สมบุญ

ใบงานที่ 3

เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย

1. ธาตุในธรรมชาติส่วนใหญ่มีหลายไอโซโทป เช่น ธาตุทองแดง มี 2 ไอโซโทป คือ ^{63}Cu และ ^{65}Cu แต่ละไอโซโทปมีมวลอะตอมและปริมาณที่พบในธรรมชาติที่แตกต่างกันคือ ^{63}Cu มีมวลอะตอม 62.93 มีปริมาณร้อยละ 69.09 ส่วน ^{65}Cu มีมวลอะตอม 64.94 มีปริมาณร้อยละ 30.91 การหามวลอะตอมของธาตุทองแดงจึงคิดจากมวลอะตอมและปริมาณของไอโซโทปเฉพาะที่พบอยู่ในธรรมชาติ ซึ่งมวลอะตอมที่คำนวณได้นี้เป็นค่ามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ ซึ่งสอดคล้องกับค่ามวลอะตอมของธาตุที่ปรากฏอยู่ในตารางธาตุ

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \frac{\sum(\text{มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทป} \times \text{ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ})}{100}$$

มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุทองแดง = _____
 = _____

2. จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของอิริเดียม (Ir) จากข้อมูลต่อไปนี้

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ
Ir – 191	191.00	37.30
Ir – 193	193.00	62.70

3. จงหาปริมาณร้อยละของธาตุเงิน (^{109}Ag) และหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเงิน

ไอโซโทป	มวลอะตอม	ปริมาณร้อยละ
Ag – 107	106.91	51.85
Ag – 109	108.90	x

4. ธาตุคลอรีนในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป คือ ^{35}Cl และ ^{37}Cl มีมวลอะตอมเท่ากับ 34.969 และ 36.956 ตามลำดับ มวลอะตอมเฉลี่ยของคลอรีนเท่ากับ 35.45 จงคำนวณว่า ปริมาณร้อยละของ Cl แต่ละไอโซโทป

5. ธาตุไนโตรเจนที่พบในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป คือ ^{14}N มีมวลอะตอมเท่ากับ 14.003 และ ^{15}N มีอยู่ในธรรมชาติร้อยละ 0.375 ถ้าธาตุไนโตรเจนมีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 14.007 จงคำนวณหา มวลอะตอมของ ^{15}N

6. จากตารางข้างล่าง ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่ามวลอะตอมเฉลี่ยของคาร์บอน มีความสัมพันธ์กับจำนวนอะตอมของแต่ละไอโซโทปอย่างไร

ตัวอย่าง	จำนวนอะตอมของคาร์บอนแต่ละไอโซโทป		มวลอะตอมเฉลี่ย
	คาร์บอน - 12	คาร์บอน - 13	
ก	1	1	12.50
ข	2	1	12.33
ค	3	1	12.25
ง	4	1	12.20
จ	5	1	12.17
ฉ	6	1	12.14
ช	7	1	12.12
คาร์บอนที่พบในธรรมชาติ			12.01

เฉลยใบงานที่ 3

เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย

1. ธาตุในธรรมชาติส่วนใหญ่มีหลายไอโซโทป เช่น ธาตุทองแดง มี 2 ไอโซโทป คือ ^{63}Cu และ ^{65}Cu แต่ละไอโซโทปมีมวลอะตอมและปริมาณที่พบในธรรมชาติที่แตกต่างกันคือ ^{63}Cu มีมวลอะตอม 62.93 มีปริมาณร้อยละ 69.09 ส่วน ^{65}Cu มีมวลอะตอม 64.94 มีปริมาณร้อยละ 30.91 การหามวลอะตอมของธาตุทองแดงจึงคิดจากมวลอะตอมและปริมาณของไอโซโทปเฉพาะที่พบอยู่ในธรรมชาติ ซึ่งมวลอะตอมที่คำนวณได้นี้เป็นค่ามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ ซึ่งสอดคล้องกับค่ามวลอะตอมของธาตุที่ปรากฏอยู่ในตารางธาตุ

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \frac{\sum (\text{มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทป} \times \text{ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ})}{100}$$

$$\begin{aligned} \text{มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุทองแดง(Cu)} &= \frac{[(62.93 \times 69.09) + (64.94 \times 30.91)]}{100} \\ &= \frac{4347.83 + 2007.30}{100} \\ &= 63.55 \text{Ans..} \end{aligned}$$

2. จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของอิริเดียม(Ir) จากข้อมูลต่อไปนี้

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ
Ir – 191	191.00	37.30
Ir - 193	193.00	62.70

$$\begin{aligned} \text{มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุอิริเดียม(Ir)} &= \frac{(191.00 \times 37.30) + (193.00 \times 62.70)}{100} \\ &= 192.25 \text{Ans..} \end{aligned}$$

3. จงหาปริมาณร้อยละของธาตุเงิน (^{109}Ag) และหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเงิน

ไอโซโทป	มวลอะตอม	ปริมาณร้อยละ
Ag – 107	106.91	51.85
Ag – 109	108.90	x

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของธาตุเงิน } (^{109}\text{Ag}) &= 100.00 - 51.85 = 48.15 \\ &= \frac{(106.91 \times 51.85) + (108.90 \times 48.15)}{100} \\ &= 107.87 \text{Ans..} \end{aligned}$$

4. ธาตุคลอรีนในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป คือ ^{35}Cl และ ^{37}Cl มีมวลอะตอมเท่ากับ 34.969 และ 36.956 ตามลำดับ มวลอะตอมเฉลี่ยของคลอรีนเท่ากับ 35.45 จงคำนวณว่า ปริมาณร้อยละของ Cl แต่ละไอโซโทป

วิธีทำ กำหนดให้ปริมาณร้อยละของไอโซโทป $^{35}\text{Cl} = X$

กำหนดให้ปริมาณร้อยละของไอโซโทป $^{37}\text{Cl} = 100 - X$

จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \frac{\sum(\text{มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทป} \times \text{ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ})}{100}$$

แทนค่า

$$35.45 = \frac{[(34.969 \times X) + (36.956 \times (100 - X))]}{100}$$

$$= 75.68 \quad \text{Ans..}$$

5. ธาตุไนโตรเจนที่พบในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป คือ ^{14}N มีมวลอะตอมเท่ากับ 14.003 และ ^{15}N มีอยู่ในธรรมชาติร้อยละ 0.375 ถ้าธาตุไนโตรเจนมีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 14.0067 จงคำนวณหา มวลอะตอมของ ^{15}N

วิธีทำ ดังนั้น ปริมาณร้อยละของไอโซโทป $^{14}\text{N} = 100.000 - 0.375 = 99.625$

จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \frac{\sum(\text{มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทป} \times \text{ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ})}{100}$$

แทนค่า $14.0067 = \frac{[(14.003 \times 99.625) + (\text{มวลอะตอมของ } ^{15}\text{N} \times 0.375)]}{100} = 14.99 \text{ Ans..}$

6. จากตารางข้างล่าง ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่ามวลอะตอมเฉลี่ยของคาร์บอน มีความสัมพันธ์กับจำนวนอะตอมของแต่ละไอโซโทปอย่างไร

ตัวอย่าง	จำนวนอะตอมของคาร์บอนแต่ละไอโซโทป		มวลอะตอมเฉลี่ย
	คาร์บอน - 12	คาร์บอน - 13	
ก	1	1	12.50
ข	2	1	12.33
ค	3	1	12.25
ง	4	1	12.20
จ	5	1	12.17
ฉ	6	1	12.14
ช	7	1	12.12
คาร์บอนที่พบในธรรมชาติ			12.01

มวลอะตอมเฉลี่ยของคาร์บอนมีค่าใกล้เคียงกับมวลเฉลี่ยของไอโซโทปที่มีปริมาณมาก Ans..

ชื่อ.....นามสกุล.....
 ชั้น ม.5/..... เลขที่..... กลุ่มที่.....
 กำหนดส่ง.....วันที่ส่ง.....
 วิชา ว32221 เคมี 2 ครู วันศิริ สมบุญ

ใบงานที่ 4

เรื่อง มวลโมเลกุล

ตอนที่1 ให้นักเรียนศึกษาเรื่อง มวลโมเลกุลจากหน้า 9-10 ในหนังสือเคมี 2 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้อย่างถูกต้อง

1. มวลโมเลกุลและมวล 1 โมเลกุล แตกต่างกันอย่างไรร
2. นักเรียนสามารถหามวลโมเลกุลได้กี่วิธี และหาได้อย่างไร
3. จงคำนวณหามวลโมเลกุลและมวล 1 โมเลกุลของอะซิโตน(CH_3COCH_3)

ตอนที่2 จงคำนวณหามวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสาร ดังต่อไปนี้

กำหนดให้มวลอะตอมของธาตุ H =1, C=12 ,N=14, O=16, Al = 27, S = 32, Cl = 35.5,
 Ca = 40, Cu=63.5

- | | |
|---|---|
| 4. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2)..... | 5. อะลูมิเนียมคลอไรด์(AlCl_3)..... |
| 6. กลูโคส($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)..... | 7. กรดไนตริก(HNO_3)..... |
| 8. แคลเซียมคลอไรด์(CaCl_2) | 9. แอสไพริน ($\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$)..... |
| 10. ผีเสื้อเงินสี $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | |



ตอนที่3 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง พร้อมทั้งแสดงวิธีการคำนวณประกอบ

11. สารประกอบ A 1 โมเลกุลมีมวล 1.494×10^{-22} กรัม จงคำนวณหามวลโมเลกุลของสาร A

12. แก๊สออกซิเจน 1 โมเลกุลประกอบไปด้วยแก๊สออกซิเจนที่อะตอม ถ้ามวลโมเลกุลของแก๊สออกซิเจนเท่ากับ 32 และมวลอะตอมของออกซิเจนเท่ากับ 16

13. ถ้ากำมะถัน 1 โมเลกุล ประกอบด้วยกำมะถัน 8 อะตอม ถ้ามวลโมเลกุลของกำมะถันเท่ากับ 258.532 มวลอะตอมของกำมะถันจะเท่ากับเท่าใด

14. สารประกอบ G 6 โมเลกุล มีมวล 3.984×10^{-22} กรัม สารประกอบ G มีมวลโมเลกุลเท่าใด

เฉลยใบงานที่ 4

เรื่อง มวลโมเลกุล

ตอนที่1 ให้นักเรียนศึกษาเรื่อง มวลโมเลกุลจากหน้า 9-10 ในหนังสือ เคมี2แล้วตอบคำถามต่อไปนี้อย่างถูกต้อง

1. มวลโมเลกุลและมวล 1 โมเลกุล แตกต่างกันอย่างใด
(มวลโมเลกุลเป็นมวลเปรียบเทียบของธาตุกับ $1/12$ เท่าของมวล ^{12}C 1 อะตอม ส่วนมวล 1 โมเลกุล เป็นมวลจริงของธาตุนั้น 1 โมเลกุล)
2. นักเรียนสามารถหามวลโมเลกุลได้กี่วิธี และหาได้อย่างไร
(มวลโมเลกุลสามารถหาได้ 2 วิธี (1) เทียบกับมวลของธาตุมาตรฐาน (2) ผลรวมของมวลอะตอมของธาตุในสูตรโมเลกุล)
3. จงคำนวณหามวลโมเลกุลและมวล 1 โมเลกุลของแอซิโตน โดยกำหนดสูตรโมเลกุลของแอซิโตน คือ CH_3COCH_3 (มวลโมเลกุล = 58 , มวล 1 โมเลกุล = 58 amu หรือ $58 \times 1.66 \times 10^{-24}$)

ตอนที่2 จงคำนวณหามวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสาร ดังต่อไปนี้

กำหนดให้มวลอะตอมของธาตุ $\text{H}=1, \text{C}=12, \text{N}=14, \text{O}=16, \text{Al}=27, \text{S}=32, \text{Cl}=35.5, \text{Ca}=40, \text{Cu}=63.5$

- | | |
|--|---|
| 4. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2)...(44)... | 5. อะลูมิเนียมคลอไรด์(AlCl_3)...(133.5)... |
| 6. กลูโคส($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)...(180)... | 7. กรดไนตริก(HNO_3)...(63)... |
| 8. แคลเซียมคลอไรด์(CaCl_2)...(111)... | 9. แอสไพริน ($\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$)...(180)... |
| 10. ผีเสื้อกิ้งก่า $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$...(249.5)... | |



ตอนที่3 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้อย่างถูกต้อง

11. สารประกอบ A 1 โมเลกุลมีมวล 1.494×10^{-22} กรัม จงคำนวณหามวลโมเลกุลของสาร A (90.00)
12. แก๊สออกซิเจน 1 โมเลกุลประกอบไปด้วยแก๊สออกซิเจนกี่อะตอม ถ้ามวลโมเลกุลของแก๊สออกซิเจนเท่ากับ 32 และมวลอะตอมของออกซิเจนเท่ากับ 16 (2 อะตอม)
13. ถ้ากำมะถัน 1 โมเลกุล ประกอบด้วยกำมะถัน 8 อะตอม ถ้ามวลโมเลกุลของกำมะถันเท่ากับ 258.532 มวลอะตอมของกำมะถันจะเท่ากับเท่าใด (32.317)
14. สารประกอบ G 6 โมเลกุล มีมวล 3.984×10^{-22} กรัม สารประกอบ G มีมวลโมเลกุลเท่าใด (40)

ชื่อ.....นามสกุล.....
 ชั้น ม.5/..... เลขที่..... กลุ่มที่.....
 กำหนดส่ง.....วันที่ส่ง.....
 วิชา ว32221 เคมี 2 ครู วันศิริ สมบุญ

ใบงานที่ 5

เรื่อง จำนวนโมลกับมวลของสาร

Complete the table below with the information needed in the third column.

Substance	Collective Counting Word	Number of particles
 สลippers	คำที่ใช้นับ pair (คู่)(คู)	จำนวนอนุภาค 2
 Eggs	dozen (โหล)(คู)	12
 Water	mole (โมล)(คู)	?

โมล (mole) เป็นหน่วย

บอกปริมาณสารในทาง

เคมีมาจากคำว่า moles

ในภาษาละตินมีสัญลักษณ์ mol

นิยามสาร 1 โมล

- สารใดๆ 1 โมล มีจำนวนอนุภาค

เท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค

- สารใดๆ 1 โมลมีมวลเท่ากับมวล
อะตอมหรือมวลโมเลกุลของสารนั้นๆ
มีหน่วยเป็นกรัม



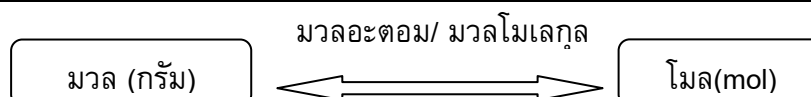
สาร 1 โมลมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ.....

เลขอาโวกาโดร มีค่าเท่ากับ.....

คำว่าอนุภาค หมายถึงสิ่งใดบ้าง.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในตารางต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

ธาตุ/โมเลกุล/ไอออน	มวลอะตอม/มวล โมเลกุล/ มวลไอออน	มวลต่อโมล	มวล (กรัม)
Ex. ทองคำ(Au)	196.9666	$196.9666 \times 1.66 \times 10^{-24} \times 6.02 \times 10^{23}$	196.9666
กำมะถัน(S)	32.0655		
น้ำ(H ₂ O)	18.0153		
แคลเซียมไอออน(Ca ²⁺)	40.0784		



คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง พร้อมแสดงวิธีคิด

1. จงคำนวณหาจำนวนโมลของสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1.1 อะลูมิเนียม(Al) 2.70 กรัมกำหนดให้มวลอะตอมของ Al = 27

1.2 เลด(II) ไนเตรต (Pb(NO₃)₂) 82.75 กรัม กำหนดให้มวลอะตอมของ N = 14 , O = 16 ,

Pb = 207

2. จงหาจำนวนโมลและมวลของสารต่อไปนี้

2.1 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) 1.806×10^{24} โมเลกุล กำหนดให้มวลอะตอมของ
C = 12, O = 16

2.2 โพแทสเซียมไอออน(K^+) 1.505×10^{23} ไอออน กำหนดให้มวลอะตอมของ K = 39

2.3 ฟอสฟอรัส(P) 6.02×10^{22} อะตอม กำหนดให้มวลอะตอมของ P = 31

2.4 ตะกั่ว(Pb) 1 อะตอม กำหนดให้มวลอะตอมของ P = 207

3. ไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S) 1 โมเลกุล ประกอบด้วยไฮโดรเจน(H) 2 อะตอม และกำมะถัน (S) 1
อะตอม ถ้ามีไฮโดรเจนซัลไฟด์ 0.400 โมล จงหา กำหนดให้มวลอะตอมของ H = 1 , S = 32

3.1 มวลของไฮโดรเจนซัลไฟด์

3.2 มวลของไฮโดรเจนและกำมะถัน

3.3 จำนวนโมเลกุลของไฮโดรเจนซัลไฟด์

3.4 จำนวนอะตอมของไฮโดรเจนและกำมะถัน

4. กรดซัลฟิวริก(H_2SO_4) 9.8 กรัม แก๊สไฮโดรเจน(H_2) 2.0 กรัม และแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl)
36.5 กรัม สารใดมีจำนวนโมเลกุลน้อยที่สุด กำหนดให้มวลอะตอมของ H = 1 , O = 16 , S = 32 ,
Cl = 35.5

เจ็ลยใบบางที่ 5

เรื่อง จํานวนโมลกับมวลของสาร

Complete the table below with the information needed in the third column.

Substance	Collective Counting Word	Number of particles
สาร 	คำที่ใช้นับ pair (คู่)(คู่)	2
	dozen (โหล)(คู่)	12
	mole (โมล)(คู่)	?

โมล (mole) เป็นหน่วย

บอกปริมาณสารในทาง

เคมีมาจากคำว่า moles

ในภาษาละตินมีสัญลักษณ์ mol

นิยามสาร 1 โมล

- สารใดๆ 1 โมล มีจำนวนอนุภาค

เท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค

- สารใดๆ 1 โมลมีมวลเท่ากับมวลอะตอมหรือมวลโมเลกุลของสารนั้นๆ

มีหน่วยเป็นกรัม



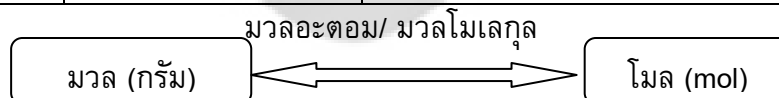
สาร 1 โมลมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค

เลขอาโวกาโดร มีค่าเท่ากับ 6.02×10^{23}

คำว่าอนุภาค หมายถึงสิ่งใดบ้าง (อะตอม โมเลกุล ไอออน)

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในตารางต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

ธาตุ/โมเลกุล/ไอออน	มวลอะตอม/มวลโมเลกุล/มวลไอออน	มวลต่อโมล	มวล(กรัม)
Ex. ทองคำ(Au)	196.9666	$196.9666 \times 1.66 \times 10^{-24} \times 6.02 \times 10^{23}$	196.9666
กำมะถัน(S)	32.0655	$32.0655 \times 1.66 \times 10^{-24} \times 6.02 \times 10^{23}$	32.0655
น้ำ(H ₂ O)	18.0153	$18.0153 \times 1.66 \times 10^{-24} \times 6.02 \times 10^{23}$	18.0153
แคลเซียมไอออน(Ca ²⁺)	40.0784	$40.0784 \times 1.66 \times 10^{-24} \times 6.02 \times 10^{23}$	40.0784



คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง พร้อมแสดงวิธีคิด

1. จงคำนวณหาจำนวนโมลของสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1.1 อะลูมิเนียม(Al) 2.70 กรัม กำหนดให้มวลอะตอมของ Al = 27

$$\text{จำนวนโมลของ Al} = 2.70 \text{ g Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} = 0.1 \text{ mol Al}$$

1.2 เลด(II) ไนเตรต (Pb(NO₃)₂) 82.75 กรัม กำหนดให้มวลอะตอมของ N = 14, O = 16 ,

Pb = 207

$$\text{จำนวนโมลของ Pb(NO}_3)_2 = 82.75 \text{ g Pb(NO}_3)_2 \times \frac{1 \text{ mol}}{331 \text{ g Pb(NO}_3)_2}$$

2. จงหาจำนวนโมลและมวลของสารต่อไปนี้

2.1 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) 1.806×10^{24} โมเลกุลกำหนดให้มวลอะตอมของ

C = 12, O = 16

$$\text{จำนวนโมล CO}_2 = 1.806 \times 10^{24} \text{ molecule CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule CO}_2} = 3.00 \text{ mol}$$

$$\text{มวลของ CO}_2 = 3.00 \text{ mol CO}_2 \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 132 \text{ g}$$

2.2 โพแทสเซียมไอออน(K^+) 1.505×10^{23} ไอออน กำหนดให้มวลอะตอมของ K = 39

$$\text{จำนวนโมล K}^+ = 0.25 \text{ mol, มวลของ K}^+ = 9.75 \text{ g}$$

2.3 ฟอสฟอรัส(P) 6.02×10^{22} อะตอมกำหนดให้มวลอะตอมของ P = 31

$$\text{จำนวนโมล P} = 0.100 \text{ mol, มวลของ P} = 3.10 \text{ g}$$

2.4 ตะกั่ว(Pb) 1 อะตอมกำหนดให้มวลอะตอมของ P = 207

$$\text{จำนวนโมล Pb} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ mol, มวลของ Pb} = 343.62 \text{ g}$$

3. ไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S) 1 โมเลกุล ประกอบด้วยไฮโดรเจน(H) 2 อะตอม และกำมะถัน (S) 1 อะตอม ถ้ามีไฮโดรเจนซัลไฟด์ 0.400 โมล จงหา กำหนดให้มวลอะตอมของ H = 1, S = 32

3.1 มวลของไฮโดรเจนซัลไฟด์

$$\text{มวลของ H}_2\text{S} = 0.400 \text{ mol H}_2\text{S} \times \frac{34 \text{ g H}_2\text{S}}{1 \text{ mol H}_2\text{S}} = 13.6 \text{ g} \quad \text{Ans..}$$

3.2 มวลของไฮโดรเจนและกำมะถัน

$$\text{มวลของ H} = 0.400 \times 1 = 0.400 \text{ g} \quad \text{มวลของ S} = 0.400 \times 32 = 12.8 \text{ g}$$

3.3 จำนวนโมเลกุลของไฮโดรเจนซัลไฟด์

$$\text{จำนวนโมเลกุลของ H}_2\text{S} = 0.400 \times 6.02 \times 10^{23} = 2.41 \times 10^{23} \text{ molecule}$$

3.4 จำนวนอะตอมของไฮโดรเจนและกำมะถัน

$$\text{จำนวนอะตอมของ H} = 0.400 \times 2 \times 6.02 \times 10^{23} = 4.82 \times 10^{23} \text{ atom}$$

$$\text{จำนวนอะตอมของ S} = 0.400 \times 6.02 \times 10^{23} = 2.41 \times 10^{23} \text{ atom}$$

4. กรดซัลฟิวริก(H_2SO_4) 9.8 กรัม แก๊สไฮโดรเจน(H_2) 2.0 กรัม และแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) 36.5 กรัม สารใดมีจำนวนโมเลกุลน้อยที่สุด กำหนดให้มวลอะตอมของ H = 1, O = 16, S = 32, Cl = 35.5

$$\begin{aligned} \text{จำนวนโมเลกุล H}_2\text{SO}_4 &= 9.8 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \\ &= 6.02 \times 10^{22} \end{aligned}$$

$$\text{จำนวนโมเลกุล H}_2 = 2.0 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 6.02 \times 10^{23}$$

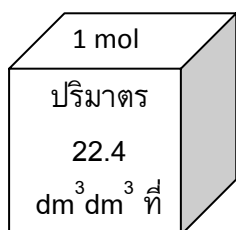
$$\text{จำนวนโมเลกุล HCl} = 36.5 \text{ g HCl} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{36.5 \text{ g HCl}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 6.02 \times 10^{23}$$

ชื่อ.....นามสกุล.....
 ชั้น ม.5/..... เลขที่..... กลุ่มที่.....
 กำหนดส่ง.....วันที่ส่ง.....
 วิชา ว32221 เคมี 2 ครู วันศิริ สมบุญ

ใบงานที่ 6

เรื่อง ปริมาตรต่อโมลแก๊ส

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมตัวเลขลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



ปริมาตร 22.4 dm³ มันแค่
ไหนกันนะ

นิยามสาร 1 โมล

- แก๊สใดๆ 1 โมล ที่ STP มีปริมาตร
เท่ากับ 22.4 dm³ หรือ 22,400 cm³

จำนวนโมล(mol)

N ₂ (g) 0.1 mol	CO ₂ (g) 1 mol	O ₂ (g) 1 mol	NH ₃ (g) 1 mol	H ₂ O(s) 1 mol	Br ₂ (l) 1 mol
----------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

ปริมาตรที่ STP

dm³

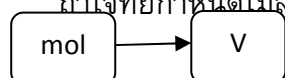
สรุป แนวความคิดที่สำคัญ (concept) ที่ได้จากการเรียนรู้

โมล (mol)

22.4(dm³) หรือ 22,400 cm³

ปริมาตร(V) ที่ STP

ถ้าให้ปริมาตรหาโมล แต่ต้องการหาปริมาตร ต้องใช้ 22.4 dm³ เป็นตัวคูณ



22.4(dm³)

mol ← V ปริมาตร แต่ต้องการหาโมล ต้องใช้ 22.4 dm³ เป็นตัวหาร

เข้า (หาโมล) หาร
ออก (จากโมล) คูณ

1. จงหาปริมาตรที่ STP ของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) 0.2 โมล

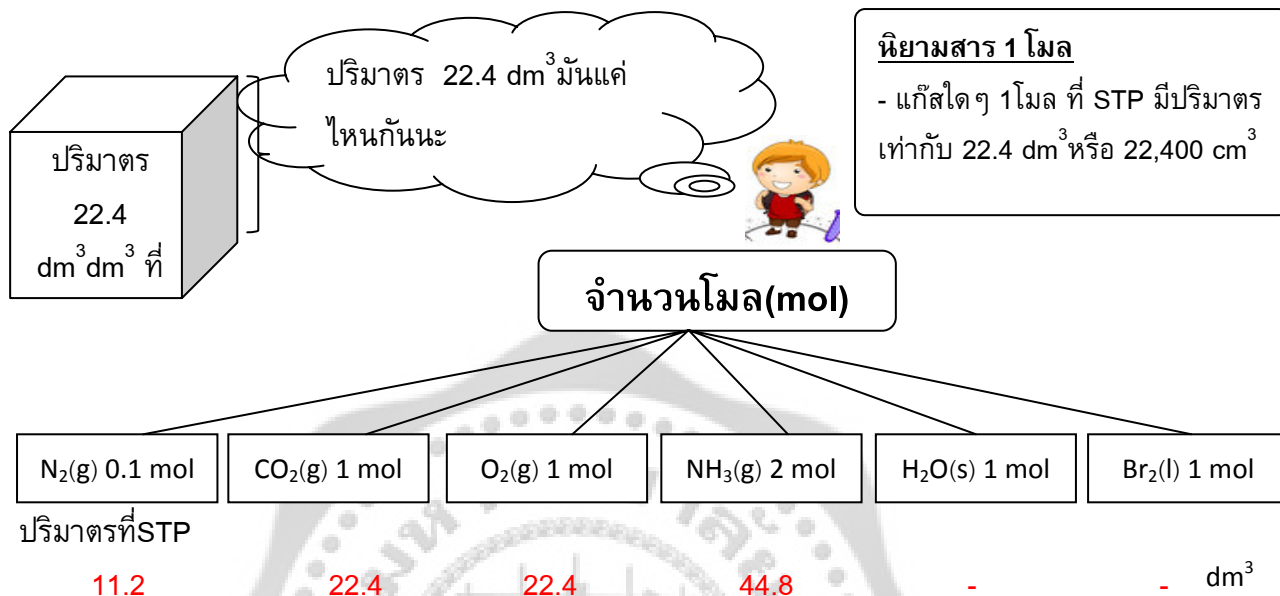
2. แก๊สมีเทน(CH₄) 5.0 dm³ ที่ STP มีกี่โมล



เจลยใบงานที่ 6

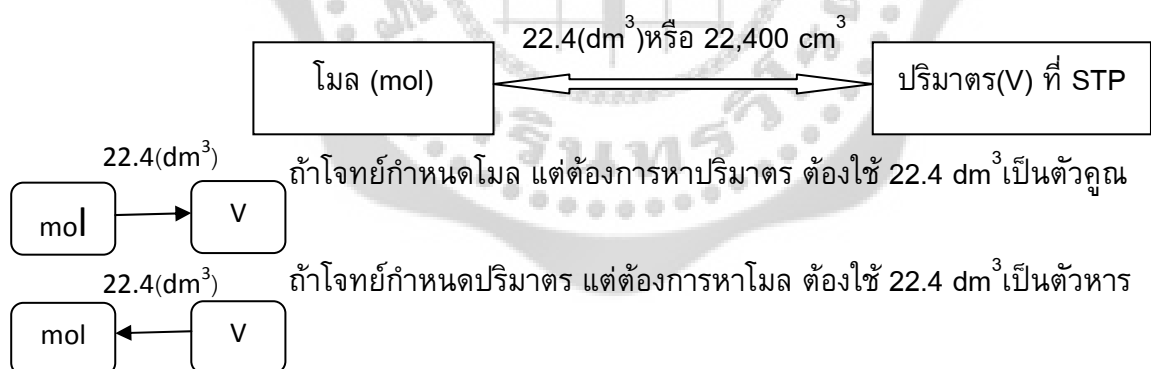
เรื่อง ปริมาตรต่อโมลแก๊ส

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมตัวเลขลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



สรุป แนวความคิดที่สำคัญ (concept) ที่ได้จากการเรียนรู้

แก๊สใดๆ 1 โมล ที่ STP จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 dm³



1. จงหาปริมาตรที่ STP ของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) 0.2 โมล

ปริมาตร H₂S ที่ STP = 0.2 x 22.4 = 4.48 dm³ Ans..

2. แก๊สมีเทน(CH₄) 5.0 dm³ ที่ STP มีกี่โมล

ปริมาตร CH₄ ที่ STP = 5.0 x $\frac{1}{22.4}$ = 0.22 mol Ans..

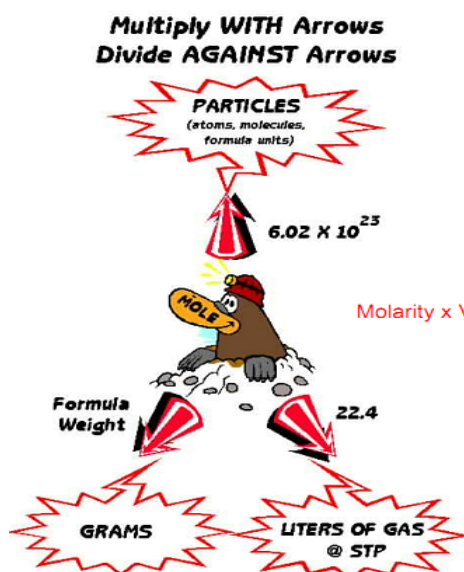
เข้า (หาโมล) หาร

ออก (จากโมล) คูณ



ใบงานที่ 7

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส



สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{mol}(n) = \frac{g}{M} = \frac{V(\text{dm}^3)}{22.4(\text{dm}^3)} = \frac{V(\text{cm}^3)}{22,400(\text{cm}^3)}$$

เทคนิคการใช้แฟคเตอร์เปลี่ยนหน่วย

หน่วยที่โจทย์กำหนด x $\left[\frac{\text{หน่วยที่โจทย์ต้องการ}}{\text{หน่วยเดียวกันกับที่หน่วยกำหนด}} \right]$

ตัวอย่าง คาร์บอน 6 กรัม มีจำนวนโมลเท่าใด

$$\text{mol C} = 6 \text{ g C} \times \left[\frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} \right] = 0.5 \text{ mol}$$

ในกรอบ [] คือ
แฟคเตอร์เปลี่ยน
หน่วย

คำชี้แจง ตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง พร้อมแสดงวิธีการคำนวณ

1. จงหาจำนวนโมลของสารต่อไปนี้

ก. น้ำ(H_2O) 100 โมเลกุล

ข. เหล็ก(Fe) 500.0 กรัมกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{Fe} = 55.85$

ค. แก๊สออกซิเจน(O_2) 150 โมเลกุล

ง. แอสไพริน($\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$) 500.0 มิลลิกรัมกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{H} = 1$, $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$

จ. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) ปริมาตร 5.6 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

2. จงหาจำนวนโมล จำนวนโมเลกุลจำนวนอะตอมและปริมาตรที่ STP ของสารต่อไปนี้ซึ่งมีมวล 10.0 กรัม โดยกำหนดให้มวลอะตอมของ H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Cl = 35.5, I = 127

หน่วยต่าง ๆ สาร	มวล(g)	จำนวนโมล (mol)	จำนวนโมเลกุล (molecule)	จำนวนอะตอม (atom)	ปริมาตร ที่ STP(dm ³)
เกล็ดไอโอดีน (I ₂)	10.0				
แก๊สโอโซน (O ₃)	10.0				
แก๊สคลอรีน (Cl ₂)	10.0				
เอทานอล(C ₂ H ₅ OH)	10.0				

3. แอซีโตน (C₃H₆O) 1 โมเลกุล ประกอบด้วยคาร์บอน (C) 3 อะตอม ไฮโดรเจน (H) 6 อะตอม และ ออกซิเจน(O) 1 อะตอม ถ้ามีไอแอซีโตน 1.74 กรัม กำหนดให้มวลอะตอมของ H = 1, C = 12, O = 16 จงคำนวณ

ก. จำนวนโมเลกุลของแอซีโตน

ข. จำนวนโมลของแต่ละธาตุ

ค. จำนวนอะตอมของแต่ละธาตุและจำนวนอะตอมรวม

ง. มวลของแต่ละธาตุ

จ. ปริมาตรของไอแอซีโตนที่ STP

4. แก๊สออกซิเจน(O₂) 48 g มีกี่อะตอมและมีปริมาตรเท่าใดที่ STP กำหนดให้มวลอะตอมของ O = 16

5. จงหามวล 1 โมลของแก๊สชนิดหนึ่ง ซึ่งมีมวล 0.740 กรัม และมีปริมาตร 340 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ STP

เทคนิคการคำนวณ “โมลอะตอม” แต่ละธาตุ

Ex H₂SO₄ มีจำนวนโมลของแต่ละธาตุเท่าไร
จำนวนโมลของแต่ละธาตุ คือ โมลอะตอม
H มี 2 โมลอะตอม มี $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม
S มี 1 โมลอะตอม มี $1 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม
O มี 4 โมลอะตอม มี $4 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม
H₂SO₄ มีจำนวนอะตอมรวม 7 โมลอะตอม
มี $7 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม

เทคนิคการคำนวณ “โมลโมเลกุล”

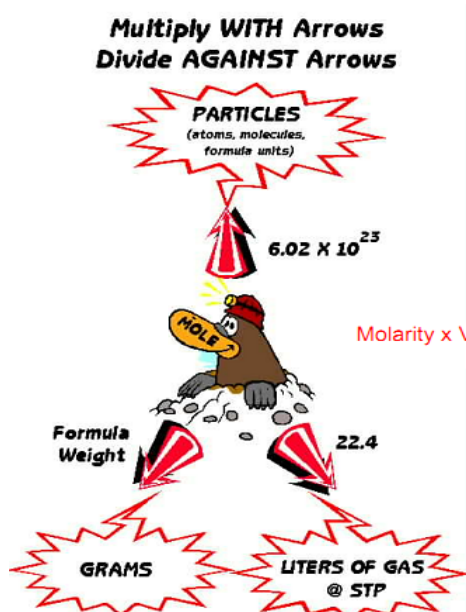
Ex H₂SO₄ มีจำนวนโมลโมเลกุลเท่าไร
1 โมลโมเลกุล มี $1 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล
Ex. CO₂ 2 โมล = 2 โมลโมเลกุล
= $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล
= 2 x 3 โมลอะตอม
= $2 \times 3 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม



ชื่อ.....นามสกุล.....
 ชั้น ม.5/..... เลขที่..... กลุ่มที่.....
 กำหนดส่ง.....วันที่ส่ง.....
 วิชา ว32221 เคมี 2 ครู วันศิริ สมบุญ

เฉลยใบงานที่ 7

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส



สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{mol}(n) = \frac{g}{M} = \frac{V(\text{dm}^3)}{22.4(\text{dm}^3)} = \frac{V(\text{cm}^3)}{22,400(\text{cm}^3)}$$

เทคนิคการใช้แฟคเตอร์เปลี่ยนหน่วย

หน่วยที่โจทย์กำหนด x $\left[\frac{\text{หน่วยที่โจทย์ต้องการ}}{\text{หน่วยเดียวกันกับที่หน่วยกำหนด}} \right]$
 ตัวอย่าง คาร์บอน 6 กรัม มีจำนวนโมลเท่าใด

ในกรอบ [] คือ
แฟคเตอร์เปลี่ยน
หน่วย

$$\text{mol C} = 6 \text{ g C} \times \left[\frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} \right] = 0.5 \text{ mol}$$

คำชี้แจง ตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง พร้อมแสดงวิธีการคำนวณ

1. จงหาจำนวนโมลของสารต่อไปนี้

ก. น้ำ (H₂O) 100 โมเลกุล

$$\text{mol ของ H}_2\text{O} = 100 \text{ molecule H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule H}_2\text{O}} = 1.66 \times 10^{-22} \text{ mol}$$

ข. เหล็ก (Fe) 500.0 กรัมกำหนดให้มวลอะตอมของ Fe = 55.85

$$\text{mol ของ Fe} = 500.0 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{55.85 \text{ g Fe}} = 8.95 \text{ mol}$$

ค. แก๊สออกซิเจน (O₂) 150 โมเลกุล

$$\text{mol ของ O}_2 = 150 \text{ molecule O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecule O}_2} = 2.49 \times 10^{-22} \text{ mol}$$

ง. แอสไพริน (C₉H₈O₄) 500.0 มิลลิกรัมกำหนดให้มวลอะตอมของ H = 1, C = 12, O = 16

$$\text{M.W. C}_9\text{H}_8\text{O}_4 = 180 \text{ g/mol}$$

$$\text{mol ของ C}_9\text{H}_8\text{O}_4 = 500 \times 10^{-3} \text{ g C}_9\text{H}_8\text{O}_4 \times \frac{1 \text{ mol C}_9\text{H}_8\text{O}_4}{180 \text{ g C}_9\text{H}_8\text{O}_4} = 2.78 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

จ. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ปริมาตร 5.6 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

$$\text{mol ของ CO}_2 = 5.6 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22.4 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2} = 0.25 \text{ mol}$$

2. จงหาจำนวนโมล จำนวนโมเลกุลจำนวนอะตอมและปริมาตรที่ STP ของสารต่อไปนี้ซึ่งมีมวล 10.0 กรัม โดยกำหนดให้มวลอะตอมของ H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Cl = 35.5, I = 127

หน่วยต่าง ๆ สาร	มวล (g)	จำนวนโมล (mol)	จำนวนโมเลกุล (molecule)	จำนวนอะตอม (atom)	ปริมาตร ที่ STP (dm ³)
แก๊สไอโอดีน (I ₂)	10.0	$\frac{10.0}{254} = 0.039$	$0.039 \times 6.02 \times 10^{23} = 2.35 \times 10^{22}$	$2 \times 0.039 \times 6.02 \times 10^{23} = 4.70 \times 10^{22}$	-
แก๊สโอโซน (O ₃)	10.0	0.208	1.25×10^{23}	3.75×10^{23}	4.66
แก๊สคลอรีน (Cl ₂)	10.0	0.141	8.49×10^{22}	1.70×10^{24}	3.16
เอทานอล (C ₂ H ₅ OH)	10.0	0.217	1.31×10^{23}	1.18×10^{24}	-

3. แอซีโตน (C₃H₆O) 1 โมเลกุล ประกอบด้วยคาร์บอน (C) 3 อะตอม ไฮโดรเจน (H) 6 อะตอม และออกซิเจน (O) 1 อะตอม ถ้ามีแอซีโตน 1.74 กรัม กำหนดให้มวลอะตอมของ H = 1, C = 12, O = 16 จงคำนวณ

ก. จำนวนโมเลกุลของแอซีโตน

$$\text{จำนวน molecule ของ } C_3H_6O = \frac{1.74 \text{ g } C_3H_6O}{58 \text{ g } C_3H_6O} \times 6.02 \times 10^{23} = 1.81 \times 10^{22} \text{ molecule}$$

ข. จำนวนโมลของแต่ละธาตุ

$$\text{จำนวน mol C} = \frac{1.74 \text{ g } C_3H_6O}{58 \text{ g } C_3H_6O} \times 3 = 0.09 \text{ mol}, \text{ จำนวน mol H} = \frac{1.74 \text{ g } C_3H_6O}{58 \text{ g } C_3H_6O} \times 6 = 0.18 \text{ mol}$$

$$\text{จำนวน mol O} = \frac{1.74 \text{ g } C_3H_6O}{58 \text{ g } C_3H_6O} \times 1 = 0.03 \text{ mol}$$

ค. จำนวนอะตอมของแต่ละธาตุและจำนวนอะตอมรวม

$$\text{จำนวน atom C} = \frac{1.74}{58} \times 3 \times 6.02 \times 10^{23} = 5.42 \times 10^{22} \text{ atom}$$

$$\text{จำนวน atom H} = \frac{1.74}{58} \times 6 \times 6.02 \times 10^{23} = 1.08 \times 10^{23} \text{ atom}$$

$$\text{จำนวน atom O} = \frac{1.74}{58} \times 1 \times 6.02 \times 10^{23} = 1.81 \times 10^{22} \text{ atom}$$

$$\text{จำนวน atom รวม} = \frac{1.74}{58} \times 10 \times 6.02 \times 10^{23} = 1.81 \times 10^{23} \text{ atom}$$

ง. มวลของแต่ละธาตุ

$$\text{มวลของธาตุ C} = \frac{1.74}{58} \times 12 \times 3 = 1.08 \text{ g}$$

$$\text{มวลของธาตุ H} = \frac{1.74}{58} \times 1 \times 6 = 0.18 \text{ g} , \text{มวลของธาตุ O} = \frac{1.74}{58} \times 16 \times 1 = 0.48 \text{ g}$$

จ. ปริมาตรของไอแอซีโตนที่ STP

$$\text{ปริมาตรของ } \text{C}_3\text{H}_6\text{O STP} = \frac{1.74}{58} \times 22.4 = 0.672 \text{ dm}^3$$

4. แก๊สออกซิเจน(O_2) 48 g มีกี่อะตอมและมีปริมาตรเท่าใดที่ STP กำหนดให้มวลอะตอมของ O = 16

แก๊สออกซิเจน (O_2) 48 g มี 1.81×10^{24} atom , มีปริมาตร 33.6 dm^3 ที่ STP

5. จงหามวล 1 โมลของแก๊สชนิดหนึ่ง ซึ่งมีมวล 0.740 กรัม และมีปริมาตร 340 cm^3 ที่ STP

แก๊สชนิดหนึ่งปริมาตร 340 cm^3 แก๊สมีมวล 0.740 g

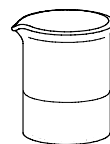
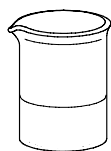
$$\text{ที่ STP ถ้าแก๊สชนิดหนึ่งปริมาตร } 22,400 \text{ cm}^3 \text{ แก๊สจะมีมวล } \frac{0.740 \times 22,400}{340} = 48.75 \text{ g/mol}$$



ใบงานที่ 8

เรื่อง สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

คำชี้แจงให้นักเรียนสังเกตและร่วมตอบคำถามในกิจกรรมสาธิตที่ 1 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



บีกเกอร์ใบที่ 1 (250 cm^3)

บีกเกอร์ใบที่ 2 (250 cm^3)

ชั้นที่ 1 เกร็ด KOH 2 เกล็ด + น้ำ 50 cm^3 เกร็ด KOH 4 เกล็ด + น้ำ 50 cm^3 (จนละลายหมด)

- นักเรียนอธิบายว่าสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต(KOH)ในบีกเกอร์ใดมีความเข้มข้นมากกว่า

ชั้นที่ 2

-

เติมน้ำอีก 50 cm^3

- ให้นักเรียนอธิบายอีกครั้งว่าสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต(KOH)ในบีกเกอร์ใดมีความเข้มข้นมากกว่า

ชั้นที่ 3

-

เติมน้ำอีก 50 cm^3

- ให้นักเรียนอธิบายอีกครั้งว่าสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต(KOH)ในบีกเกอร์ใดมีความเข้มข้นมากกว่า

1. ให้นักเรียนอธิบายความหมายของ คำสำคัญ(Keyword)ของเรื่องต่อไปนี้

1.1 สารละลาย(Solution)

สารละลายในกิจกรรมสาธิตนี้ได้แก่.....

1.2 ตัวละลาย(Solute).....

ตัวละลายในกิจกรรมสาธิตนี้ได้แก่.....

1.3 ตัวทำละลาย(Solvent).....

ตัวทำละลายในกิจกรรมสาธิตนี้ได้แก่.....

2. นักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการระบุว่าสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต(KOH)ในบีกเกอร์ใดมีความเข้มข้นมากกว่ากัน

.....

3. ความเข้มข้นของสารละลายคืออะไร

.....

.....

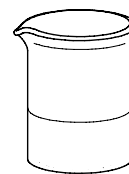
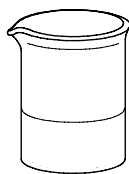
4. อะไรคือตัวกำหนดความเข้มข้นของสารละลาย

.....

เจลยในงานที่ 8

เรื่อง สารละลายสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

คำชี้แจงให้นักเรียนสังเกตและร่วมตอบคำถามในกิจกรรมสาธิตที่ 1 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



บีกเกอร์ใบที่ 1 (250 cm^3)

บีกเกอร์ใบที่ 2 (250 cm^3)

เกร็ด KOH 2 เกล็ด + น้ำ 50 cm^3 เกร็ด KOH 4 เกล็ด + น้ำ 50 cm^3 (คนจนละลายหมด)

- นักเรียนอธิบายว่าสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต(KOH)ในบีกเกอร์ใดมีความเข้มข้นมากกว่า (บีกเกอร์ 2)

ขั้นที่ 2

-

เติมน้ำอีก 50 cm^3

- ให้นักเรียนอธิบายอีกครั้งว่าสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต(KOH)ในบีกเกอร์ใดมีความเข้มข้นมากกว่า (เท่ากัน)

ขั้นที่ 3

-

เติมน้ำอีก 50 cm^3

- ให้นักเรียนอธิบายอีกครั้งว่าสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต(KOH)ในบีกเกอร์ใดมีความเข้มข้นมากกว่า (บีกเกอร์ 1)

1. ให้นักเรียนอธิบายความหมายของ คำสำคัญ(Keyword)ของเรื่องต่อไปนี้

1.1 สารละลาย(Solution) คือสารเนื้อเดียว ที่ประกอบด้วยตัวละลายและตัวทำละลาย
สารละลายในกิจกรรมสาธิตนี้ได้แก่ สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

1.2 ตัวละลาย(Solute) คือสารที่มีปริมาณน้อยกว่าสารอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบของ
สารละลาย ตัวละลายในกิจกรรมสาธิตนี้ได้แก่ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

1.3 ตัวทำละลาย(Solvent) คือสารที่มีปริมาณมากกว่าสารอื่นในสารละลาย และมักมี
สถานะเดียวกับสารละลาย ตัวทำละลายในกิจกรรมสาธิตนี้ได้แก่ น้ำ

2. นักเรียนใช้อะไรในการระบุว่าสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต(KOH)ในบีกเกอร์ใด มีความเข้มข้นมากกว่ากัน

(อัตราส่วนระหว่างตัวละลาย(โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต)กับตัวทำละลาย(น้ำ)หรือสารละลาย โดยที่สารละลายที่มีอัตราส่วนตัวละลายในสารละลายหรือตัวทำละลายมากกว่า จึงมีความเข้มข้นมากกว่า(มีสีของสารละลายที่เข้มกว่า))

3. ความเข้มข้นของสารละลายคืออะไร

(เป็นสิ่งที่แสดงปริมาณของตัวละลายในตัวทำละลายหรือสารละลาย)

4. อะไรคือตัวกำหนดความเข้มข้นของสารละลาย

(ปริมาณตัวละลายและตัวทำละลาย)

ชื่อ.....นามสกุล.....
 ชั้น ม.5/..... เลขที่.....กลุ่มที่.....
 กำหนดส่ง.....วันที่ส่ง.....
 วิชา ว32221 เคมี 2 ครู วันศิริ สมบุญ

ใบงานที่ 9

เรื่อง หน่วยความเข้มข้นของสารละลาย

คำชี้แจงให้นักเรียนบอกความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายต่อไปนี้

1. ร้อยละ 3 โดยมวล หมายความว่า.....
2. ร้อยละ 5 โดยปริมาตร หมายความว่า.....
3. ร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร หมายความว่า.....
4. 6 mol/dm^3 หมายความว่า.....
5. 2 mol/kg หมายความว่า.....
6. 1 ppm หมายความว่า.....
7. สาร X มีเศษส่วนโมล = 0.3 หมายความว่า.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้พร้อมแสดงวิธีทำให้ถูกต้อง โดยเปิดดูมวลอะตอมของธาตุจากตารางธาตุในหนังสือเรียนได้

1. จงคำนวณหาความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลของสารละลายต่อไปนี้
 - ก. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 50.0 กรัม ในน้ำ (H_2O) 200.0 กรัมกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{H} = 1$, $\text{O} = 16$, $\text{Na} = 23$, $\text{Cl} = 35.5$
 - ข. กรดแอซีติก ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) 0.50 โมล ในน้ำ (H_2O) 3.0 โมลกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{H} = 1$, $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$
2. สารละลายน้ำตาลทราย ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) เข้มข้นร้อยละ 22.0 โดยมวล มีความหนาแน่น 1.09 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{H} = 1$, $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$
 - ก. ในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีน้ำตาลทรายละลายอยู่กี่กรัม
 - ข. สารละลายนี้มีความเข้มข้นเท่าใด ในหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และโมลต่อกิโลกรัม

3. ในสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้นร้อยละ 35.0 โดยมวล มีความหนาแน่น 1.26 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรที่ 20 องศาเซลเซียสกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{H} = 1$, $\text{O} = 16$, $\text{S} = 32$

ก. ในสารละลาย 100 ลูกบาศก์เดซิเมตร มีกรดซัลฟิวริกละลายอยู่กี่กรัม

ข. จงหาปริมาตรของสารละลายที่มีกรดซัลฟิวริกละลายอยู่ 500 กรัม

ค. สารละลายนี้มีความเข้มข้นเท่าใด ในหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรและโมลต่อกิโลกรัม

4. จงคำนวณความเข้มข้นเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรของสารละลายต่อไปนี้

ก. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 3.0 โมล ในสารละลาย 0.650 ลูกบาศก์เดซิเมตร

ข. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.015 โมล ในสารละลาย 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. กลูโคส ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 400 กรัม ในสารละลาย 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร กำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{H} = 1$, $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$

ง. โซเดียมคาร์บอเนต(Na_2CO_3) 53.0 กรัม ในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{H} = 1$, $\text{C} = 12$, $\text{Na} = 23$

5. ต้องใช้น้ำกี่กิโลกรัม ในการละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 234.0 กรัม เพื่อให้ได้สารละลายเข้มข้น 0.25 โมลต่อกิโลกรัมกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{Na} = 23$, $\text{Cl} = 35.5$

6. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl)เข้มข้นร้อยละ 10.0 โดยมวล มีความเข้มข้นกี่โมลต่อกิโลกรัม กำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{Na} = 23$, $\text{Cl} = 35.5$

7. จงคำนวณหาเศษส่วนโมลของกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 15.500 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และมีความหนาแน่น 1.760 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{H} = 1$, $\text{O} = 16$, $\text{S} = 32$

8. จงหาเศษส่วนโมลของทุกองค์ประกอบในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลกำหนดให้มวลอะตอม $\text{Na} = 23$, $\text{Cl} = 35.5$

9. สินแร่ตัวอย่างชนิดหนึ่ง 0.456 กรัมเมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่ามีโครเมียม(III)ออกไซด์ (Cr_2O_3)อยู่ 0.560 มิลลิกรัม สินแร่ตัวอย่างโครเมียม(III) ออกไซด์อยู่กี่ส่วนในล้านส่วน

10. กรดเปอร์คลอริก (HClO_4)มีมวลโมเลกุล 100.4587 ถ้าสารละลายกรดชนิดนี้มีความเข้มข้น 9.20 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร มีความหนาแน่น 1.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาความเข้มข้นของสารละลายนี้เป็นร้อยละโดยมวลกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{H} = 1$, $\text{O} = 16$, $\text{Cl} = 35.5$

Learning by doing



เฉลยใบงานที่ 9

เรื่อง หน่วยความเข้มข้นของสารละลาย

คำชี้แจงให้นักเรียนบอกความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายต่อไปนี้

- ร้อยละ 3 โดยมวล หมายความว่าในสารละลาย 100 g จะมีเนื้อสารอยู่ 3 g
- ร้อยละ 5 โดยปริมาตร หมายความว่าในสารละลาย 100 cm³ จะมีเนื้อสารอยู่ 5 cm³
- ร้อยละ 10 โดยมวล/ปริมาตร หมายความว่าในสารละลาย 100 cm³ จะมีเนื้อสารอยู่ 10 g
- 6 mol/dm³ หมายความว่าในสารละลาย 1000 cm³ จะมีเนื้อสารอยู่ 6 mol
- 2 mol/kg หมายความว่าในสารละลาย 1000 g จะมีเนื้อสารอยู่ 2 mol
- 1 ppm หมายความว่าในสารละลาย 1,000,000 g จะมีเนื้อสารอยู่ 1 g
- สาร X มีเศษส่วนโมล = 0.3 หมายความว่าในสารละลาย 1 mol จะมีเนื้อสารอยู่ 0.3 mol

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้พร้อมแสดงวิธีทำให้ถูกต้อง โดยเปิดดูมวลอะตอมของธาตุจากตารางธาตุในหนังสือเรียนได้

- จงคำนวณหาความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลของสารละลายต่อไปนี้

ก. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 50.0 กรัม ในน้ำ (H₂O) 200.0 กรัม

$$\text{มวลของสารละลาย} = 50.0 + 200.0 = 250 \text{ g}$$

$$\text{ร้อยละโดยมวลของ NaCl} = \frac{50.0 \text{ g}}{50.0 + 200.0 \text{ g}} \times 100 = \text{ร้อยละ 20 โดยมวล} \quad \text{Ans..}$$

ข. กรดแอซีติก (C₂H₄O₂) 0.50 โมลในน้ำ (H₂O) 3.0 โมลกำหนดให้มวลอะตอมของ H=1, C=12, O=16

$$\text{มวลของกรดแอซีติก (C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{)} 0.50 \times 60 = 30 \text{ g} , \text{ มวลของน้ำ (H}_2\text{O)} 3.0 \times 18 = 54 \text{ g}$$

$$\text{ดังนั้นมวลของสารละลาย} 30 + 54 = 84 \text{ g}$$

$$\text{ร้อยละโดยมวลของ C}_2\text{H}_4\text{O}_2 = \frac{30}{30 + 54} \times 100 = \text{ร้อยละ 35.71 โดยมวล} \quad \text{Ans..}$$

- สารละลายน้ำตาลทราย (C₁₂H₂₂O₁₁) เข้มข้นร้อยละ 22.0 โดยมวล มีความหนาแน่น 1.09 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรกำหนดให้มวลอะตอมของ H = 1, C = 12, O = 16

ก. ในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีน้ำตาลทรายละลายอยู่กี่กรัม

$$\text{ในสารละลาย} \quad \frac{100}{1.09} \text{ cm}^3 \quad \text{มีน้ำตาลทราย 22 g}$$

$$\text{ถ้าในสารละลาย} \quad 1 \text{ cm}^3 \quad \text{มีน้ำตาลทราย} \quad 22 \times 1 \times \frac{1.09}{100} = 0.24 \text{ g} \quad \text{Ans..}$$

ข. สารละลายนี้มีความเข้มข้นเท่าใด ในหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และโมลต่อกิโลกรัม

$$\boxed{\text{หา mol/ dm}^3} \Rightarrow \text{ในสารละลาย} \quad 1 \text{ cm}^3 \text{ มีน้ำตาลทราย} \quad \frac{0.24}{342} \text{ mol}$$

$$\text{ถ้าในสารละลาย} \quad 1,000 \text{ cm}^3 \text{ มีน้ำตาลทราย} \quad \frac{0.24}{342} \times 1,000 = 0.70 \text{ mol}$$

$$\boxed{\text{หา mol/ kg}} \Rightarrow \text{ในน้ำ} \quad 78 \text{ g} \text{ จะมีน้ำตาลทราย} \quad \frac{22}{342} \text{ mol}$$

$$\text{ถ้าในน้ำ} \quad 1,000 \text{ g} \text{ จะมีน้ำตาลทราย} \quad \frac{22}{342} \times \frac{1,000}{78} = 0.82 \text{ mol}$$

ดังนั้น สารละลายน้ำตาลทรายเข้มข้น 0.70 mol/ dm³ , 0.82 mol/ kg Ans..

3. ในสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้นร้อยละ 35.0 โดยมวล มีความหนาแน่น 1.26 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรที่ 20 องศาเซลเซียสกำหนดให้มวลอะตอมของ H = 1, O = 16, S = 32

ก. ในสารละลาย 100 ลูกบาศก์เดซิเมตร มีกรดซัลฟิวริกละลายอยู่กี่กรัม

ในสารละลาย $\frac{100}{1.26} \text{ cm}^3$ มี H_2SO_4 อยู่ 35.0 g

ในสารละลาย 100,000 cm^3 มี H_2SO_4 อยู่ $35.0 \times 100,000 \times \frac{1.26}{100} = 4.41 \times 10^4 \text{ g}$ Ans..

ข. จงหาปริมาตรของสารละลายที่มีกรดซัลฟิวริกละลายอยู่ 500 กรัม

$\text{H}_2\text{SO}_4 35 \text{ g}$ ในสารละลาย $\frac{100}{1.26} \text{ cm}^3$

ถ้า $\text{H}_2\text{SO}_4 500 \text{ g}$ ในสารละลาย $500 \times \frac{100}{1.26} \times \frac{1}{35.0} = 1,133.79 \text{ cm}^3$ Ans..

ค. สารละลายนี้มีความเข้มข้นเท่าใด ในหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และโมลต่อกิโลกรัม

หา mol/ dm^3

ในสารละลาย $\frac{100}{1.26} \text{ cm}^3$ มี H_2SO_4 อยู่ $\frac{35}{98} \text{ mol}$

ในสารละลาย 1,000 cm^3 มี H_2SO_4 อยู่ $\frac{35}{98} \times 1,000 \times \frac{1.26}{100} = 4.50 \text{ mol}$

หา mol/ kg

ในน้ำ 65 g จะมี $\text{H}_2\text{SO}_4 \frac{35}{98} \text{ mol}$

ถ้าในน้ำ 1,000 g จะมี $\text{H}_2\text{SO}_4 \frac{35}{98} \times 1,000 \times \frac{1}{65} = 5.49 \text{ mol}$

ดังนั้น สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น **4.50 mol/ dm³, 5.49 mol/ kg** Ans..

4. จงคำนวณความเข้มข้นเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรของสารละลายต่อไปนี้

ก. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 3.0 โมล ในสารละลาย 0.650 ลูกบาศก์เดซิเมตร

ในสารละลาย 0.650 dm^3 จะมี NaCl อยู่ 3.0 mol

ดังนั้น สารละลายโซเดียมคลอไรด์

ในสารละลาย 1 dm^3 จะมี NaCl อยู่ $\frac{3.0}{0.650} \times 1 = 4.62 \text{ mol}$

เข้มข้น **4.62 mol/ dm³** Ans..

ข. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.015 โมล ในสารละลาย 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ในสารละลาย 10 cm^3 มี HCl 0.015 mol

ถ้าในสารละลาย 1,000 cm^3 มี $\text{HCl} \frac{0.015 \times 1,000}{10} = 1.5 \text{ mol}$ Ans..

ค. กลูโคส ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 400 กรัม ในสารละลาย 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร กำหนดให้มวล

อะตอมของ H = 1, C = 12, O = 16

ในสารละลาย 800 cm^3 มีกลูโคส ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) อยู่ $\frac{400}{180} \text{ mol}$

ถ้าในสารละลาย 1,000 cm^3 มีกลูโคส ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) อยู่ $\frac{400}{180} \times \frac{1,000}{800} = 2.78 \text{ mol}$ Ans..

ง. โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 53.0 กรัม ในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรกำหนดให้

มวลอะตอมของ H = 1, C = 12, Na = 23

ในสารละลาย 1 dm^3 มี Na_2CO_3 อยู่ $\frac{53.0}{106} = 0.5 \text{ mol}$ Ans..

5. ต้องใช้น้ำกี่กิโลกรัม ในการละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 234.0 กรัม เพื่อให้ได้สารละลายเข้มข้น 0.25 โมลต่อกิโลกรัมกำหนดให้มวลอะตอมของ Na = 23 , Cl = 35.5

ใช้ NaCl $0.25 \times 58.5 \text{ g}$ ในน้ำ 1,000 g
 ถ้าต้องใช้ NaCl 234.0 g ต้องใช้น้ำ $\frac{1,000 \times 234.0}{0.25 \times 58.5} = 16,000 \text{ g} = 16 \text{ kg}$ Ans..

6. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl)เข้มข้นร้อยละ 10.0 โดยมวล มีความเข้มข้นกี่โมลต่อกิโลกรัม กำหนดให้มวลอะตอมของ Na = 23 , Cl = 35.5

ในน้ำ 90 g จะมี NaCl $\frac{10}{58.5} \text{ mol}$
 ถ้าในน้ำ 1,000 g จะมี NaCl $\frac{10}{58.5} \times \frac{1,000}{90} = 1.90 \text{ mol}$ Ans..

7. จงคำนวณหาเศษส่วนโมลของกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 15.500 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และมีความหนาแน่น 1.760 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรกำหนดให้มวลอะตอมของ H = 1, O = 16 , S = 32

มวลของสารละลาย $1,000 \times 1.760 = 1,760 \text{ g}$, มวลของกรดซัลฟิวริก $15.500 \times 98 = 1,519 \text{ g}$
 ดังนั้นมวลของน้ำ $1,760 - 1,519 = 241 \text{ g}$

เศษส่วนโมลของ $\text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{15.500}{\frac{15.500}{98} + \frac{241}{18}} = 0.54 \text{ mol}$ Ans..

8. จงหาเศษส่วนโมลของทุกองค์ประกอบในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลกำหนดให้มวลอะตอม Na = 23 , Cl = 35.5

เศษส่วนโมลของ NaCl $= \frac{\frac{10}{58.5}}{\frac{10}{58.5} + \frac{90}{18}} = 0.03 \text{ mol}$ Ans.. เศษส่วนโมลของ $\text{H}_2\text{O} = \frac{\frac{90}{18}}{\frac{10}{58.5} + \frac{90}{18}} = 0.97 \text{ mol}$ Ans..

9. สินแร่ตัวอย่างชนิดหนึ่ง 0.456 กรัมเมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่า มีโครเมียม(III)ออกไซด์ (Cr_2O_3)อยู่ 0.560 มิลลิกรัม สินแร่ตัวอย่างมีโครเมียม(III) ออกไซด์อยู่กี่ส่วนในล้านส่วน

สินแร่ตัวอย่างมีโครเมียม(III)ออกไซด์อยู่ $= \frac{0.560 \times 10^{-3} \text{ g}}{0.456 \text{ g}} \times 10^6 = 1.23 \times 10^3 \text{ ppm}$ Ans..

10. กรดเปอร์คลอริก (HClO_4)มีมวลโมเลกุล 100.4587 ถ้าสารละลายกรดชนิดนี้มีความเข้มข้น 9.20 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร มีความหนาแน่น 1.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาความเข้มข้นของสารละลายนี้เป็นร้อยละโดยมวลกำหนดให้มวลอะตอมของ H=1, O=16, Cl = 35.5

ในสารละลาย 1,000 g มี HClO_4 $9.20 \times 100.4587 \text{ g}$ ดังนั้น กรดเปอร์คลอริกเข้มข้น
 ในสารละลาย 100 g มี HClO_4 $\frac{9.20 \times 100.4587 \times 100}{1,000 \times 1.54} = 60.01 \text{ g}$ ร้อยละ 60.01 โดยมวล Ans..

วิธีลัดข้อ 10

$\text{mol/dm}^3 = \frac{10\% d}{M}$
 $9.20 = \frac{10 \times \% \times 1.54}{100.4587}$
 $\% = \frac{9.20 \times 100.4587}{10 \times 1.54} = 60.01 \text{ } (\% = \text{ร้อยละโดยมวล})$ Ans..

ใบงานที่ 10

เรื่อง การเตรียมสารละลาย

ชื่อ.....นามสกุล.....
 ชั้น ม.5/..... เลขที่..... กลุ่มที่.....
 กำหนดส่ง.....วันที่ส่ง.....
 วิชา ว32221 เคมี 2 ครู วันศิริ สมบุญ

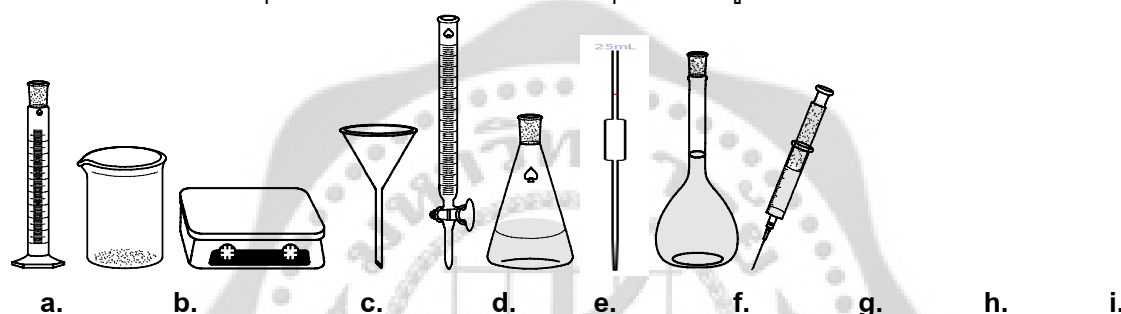
จุดประสงค์การทดลอง

1. คำนวณหามวลตัวละลาย เพื่อใช้เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตรงตามต้องการ
2. เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและมีปริมาตรตามต้องการได้

ตอนที่ 1 เตรียมสารละลายจากผลึกของแข็งบริสุทธิ์

ถ้าต้องการเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์(NaCl) เข้มข้น 0.4 mol/dm^3 จำนวน 250 cm^3

1. นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ใดบ้าง พร้อมบอกชื่ออุปกรณ์ให้ถูกต้อง (1 คะแนน)



-อุปกรณ์สำคัญที่เลือกใช้ ได้แก่

อุปกรณ์อักษร	ชื่ออุปกรณ์.....
อุปกรณ์อักษร.....	ชื่ออุปกรณ์.....
อุปกรณ์อักษร.....	ชื่ออุปกรณ์.....
อุปกรณ์อักษร.....	ชื่ออุปกรณ์.....

2. ให้นักเรียนระบุขั้นตอนวิธีการเตรียมสารละลาย พร้อมทั้งแสดงวิธีการคำนวณประกอบ

กำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{Na} = 23$ และ $\text{Cl} = 35.5$ (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

3. ในการเตรียมสารละลาย เหตุใดจึงไม่เติมน้ำกลั่นให้ถึงขีดบอกปริมาตรในครั้งเดียว(1 คะแนน)

.....

4. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นเท่าเดิมแต่มีปริมาตร $100 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$

จะต้องใช้โซเดียมคลอไรด์.....กรัม(1 คะแนน)

5. ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่ใช้ในการทดลองนี้จะใช้เตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.5 mol/dm^3 ได้ปริมาตร..... cm^3 (1 คะแนน)

ตอนที่ 2 เตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์เจือจางจากสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น

(1) ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายโซเดียมคลอไรด์(NaCl) จากตอนที่ 1 จำนวน 10 cm^3 และใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 cm^3

(2) เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตรประมาณ 2 ใน 3 ของปริมาตรทั้งหมด ปิดจุกและเขย่าขวด แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกริมาตร ปิดจุกแล้วคว่ำขวด เขย่าเบาๆ จนสารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

6. จากการทดลองข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว สารละลายที่เตรียมได้มีความเข้มข้นกี่ mol/dm^3 (1 คะแนน)

.....

การประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการเตรียมสารละลายชนิดอื่น ๆ

7. ถ้าต้องการสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 0.10 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะต้องใช้แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรตกี่กรัม (1 คะแนน) กำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{Mg} = 24$, $\text{S} = 32$, $\text{O} = 16$, $\text{H} = 1$

.....

8. ถ้ามีแบเรียมคลอไรด์(BaCl_2) 2.08 กรัม เพื่อเตรียมสารละลายเข้มข้น 0.0500 mol/dm^3 ปริมาตร 400 cm^3 จะสามารถเตรียมได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

9. ในการเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 6.00 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 12.0 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{H} = 1$, $\text{Cl} = 35.5$

9.1 จงคำนวณหาปริมาตรของสารละลายเริ่มต้น ที่ต้องนำมาใช้ในการเตรียมสารละลายในครั้งนี้

.....

9.2 ในการเตรียมสารละลายนี้ต้องเติมน้ำอีกกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร จึงจะมีปริมาตรเป็น 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร.....

10. ในการเตรียมสารละลายที่มี Na^+ เข้มข้น 0.4 mol/dm^3 จำนวน 1.5 dm^3 จากสารละลาย Na_3PO_4 เข้มข้น 0.5 mol/dm^3 จะต้องใช้สารละลาย Na_3PO_4 ปริมาตรเท่าใดกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{Na} = 23$, $\text{P} = 31$, $\text{O} = 16$

.....

เฉลยใบงานที่ 10

เรื่อง การเตรียมสารละลาย

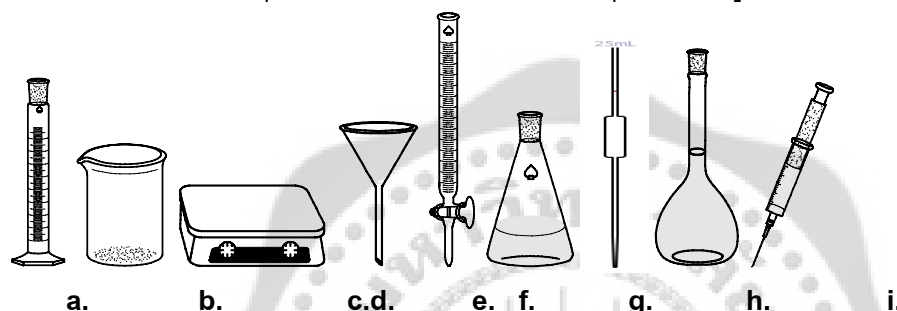
จุดประสงค์การทดลอง

1. คำนวณหามวลตัวละลาย เพื่อใช้เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตรงตามต้องการ
2. เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและมีปริมาตรตามต้องการได้

ตอนที่ 1 เตรียมสารละลายจากผลึกของแข็งบริสุทธิ์

ถ้าต้องการเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์(NaCl) เข้มข้น 0.4 mol/dm^3 จำนวน 250 cm^3

1. นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ใดบ้าง พร้อมบอกชื่ออุปกรณ์ให้ถูกต้อง (1 คะแนน)



-อุปกรณ์สำคัญที่เลือกใช้ ได้แก่

อุปกรณ์อักษร c

ชื่ออุปกรณ์ เครื่องชั่งดิจิทัล

อุปกรณ์อักษร b

ชื่ออุปกรณ์ ปีกเกอร์

อุปกรณ์อักษร g

ชื่ออุปกรณ์ ปิเปตต์

อุปกรณ์อักษร h

ชื่ออุปกรณ์ ขวดวัดปริมาตร

2. ให้นักเรียนระบุขั้นตอนวิธีการเตรียมสารละลาย พร้อมทั้งแสดงวิธีการคำนวณประกอบ

กำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{Na} = 23$ และ $\text{Cl} = 35.5$ (1 คะแนน)

$$1) \text{ ชั่งโซเดียมคลอไรด์ } 5.85 \text{ g} \quad \left(g = \frac{\text{CVM}}{1,000} \right) \text{ แทนค่าจะได้ } g = \frac{0.4 \times 250 \times 58.5}{1,000} = 5.85 \text{ g}$$

2) จากนั้นนำมาละลายด้วยน้ำ 100 cm^3 ในปีกเกอร์ ใช้แท่งแก้วคนจนละลายหมด

3) เทสารละลายที่เตรียมได้ใส่ขวดปริมาตรขนาด 250 cm^3 ผ่านกรวยแก้ว

4) จากนั้นใช้น้ำกลั่นล้างปีกเกอร์ที่เตรียมสาร 2 – 3 ครั้ง เทสารใส่ขวดวัดปริมาตร

5) ใช้หลอดหยดปรับปริมาตรสารละลายจนถึงขีดวัดปริมาตรที่คอขวด

6) ปิดจุก กลับหัวท้ายขวด ชั่นลง 4–5 ครั้ง ก็จะได้สารละลายความเข้มข้นตามที่ต้องการ

3. ในการเตรียมสารละลาย เหตุใดจึงไม่เติมน้ำกลั่นให้ถึงขีดบอกริมาตรในครั้งเดียว (1 คะแนน)

เพราะสารบางชนิดเมื่อละลายน้ำแล้วอาจจะดูดหรือคายความร้อน ทำให้ปริมาตรของสารละลาย

เปลี่ยนแปลง ดังนั้นถ้าเติมน้ำกลั่นให้ถึงขีดบอกริมาตรในครั้งเดียว อาจทำให้ปริมาตรสารละลายเกินได้

4. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นเท่าเดิมแต่มีปริมาตร $100 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$

จะต้องใช้โซเดียมคลอไรด์ **2.34** กรัม (1 คะแนน)

5. ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่ใช้ในการทดลองนี้จะใช้เตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.5 mol/dm^3 ได้ปริมาตร **200** cm^3 (1 คะแนน)

ตอนที่ 2 เตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์เจือจางจากสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น

(1) ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) จากตอนที่ 1 จำนวน 10 cm^3 และใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 cm^3

(2) เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตรประมาณ 2 ใน 3 ของปริมาตรทั้งหมด ปิดจุกและเขย่าขวด แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกริมาตร ปิดจุกแล้วคว่ำขวด เขย่าเบาๆ จนสารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

6. จากการทดลองข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว สารละลายที่เตรียมได้มีความเข้มข้นกี่ mol/dm^3 (1 คะแนน)

$$C_1V_1 = C_2V_2, \quad 0.4 \times 10 = C_2 \times 100, \quad C_2 = \frac{0.4 \times 10}{100} = 0.04 \text{ mol/dm}^3 \text{ Ans..}$$

การประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการเตรียมสารละลายชนิดอื่น ๆ

7. ถ้าต้องการสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 0.10 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะต้องใช้แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรตกี่กรัม (1 คะแนน) กำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{Mg} = 24$, $\text{S} = 32$, $\text{O} = 16$, $\text{H} = 1$

$$g = \frac{0.10 \times 100}{1,000} \times 246 = 2.46 \text{ g Ans..}$$

8. ถ้ามีแบเรียมคลอไรด์ (BaCl_2) 2.08 กรัม เพื่อเตรียมสารละลายเข้มข้น 0.0500 mol/dm^3 ปริมาตร 400 cm^3 จะสามารถเตรียมได้หรือไม่ เพราะเหตุใด กำหนดให้มวลอะตอมของ

$$\text{Ba} = 137, \text{Cl} = 35.5 \quad g = \frac{0.0500 \times 400}{1,000} \times 208 = 4.16 \text{ g Ans..}$$

9. ในการเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 6.00 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 12.0 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{H} = 1$, $\text{Cl} = 35.5$

9.1 จงคำนวณหาปริมาตรของสารละลายเริ่มต้น ที่ต้องนำมาใช้ในการเตรียมสารละลายในครั้งนี้

$$V_1 = \frac{6.0 \times 500}{12.0} = 250 \text{ cm}^3 \text{ Ans..}$$

9.2 ในการเตรียมสารละลายนี้ต้องเติมน้ำอีกกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร จึงจะมีปริมาตรเป็น 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร **$500 - 250 = 250 \text{ cm}^3$ Ans..**

10. ในการเตรียมสารละลายที่มี Na^+ เข้มข้น 0.4 mol/dm^3 จำนวน 1.5 dm^3 จากสารละลาย Na_3PO_4 เข้มข้น 0.5 mol/dm^3 จะต้องใช้สารละลาย Na_3PO_4 ปริมาตรเท่าใดกำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{Na} = 23$, $\text{P} = 31$, $\text{O} = 16$

$$aC_1V_1 = bC_2V_2$$

$$3 \times 0.5 \times V_1 = 1 \times 0.4 \times 1.5$$

$$V_1 = \frac{1 \times 0.4 \times 1.5}{3 \times 0.5} = 0.4 \text{ cm}^3 \text{ Ans..}$$

รายงานการทดลอง เรื่อง การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

จุดประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้
2. บอกความแตกต่างระหว่างจุดเดือดของสารบริสุทธิ์กับสารละลายได้
3. เปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน
4. เปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายที่มีตัวละลายต่างชนิดกัน แต่ละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน

และมีความเข้มข้นเท่ากันได้

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

อุปกรณ์และสารเคมี

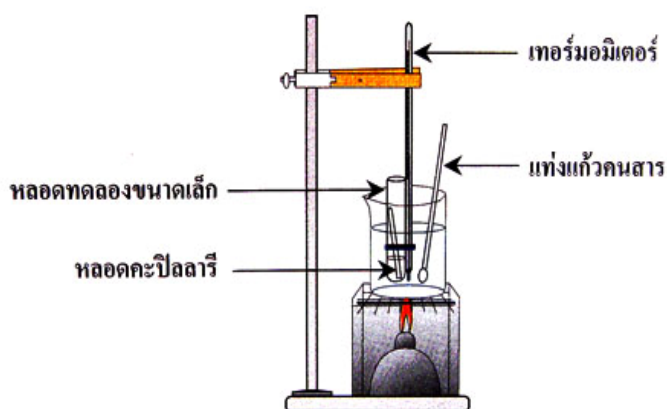
อุปกรณ์

1. หลอดทดลองขนาดเล็ก(2)
2. หลอดคะปิลลารี(2)
3. เทอร์มอมิเตอร์ (1)
4. บีกเกอร์ขนาด 100 cm³ (1)
5. แท่งแก้วคนสาร(1)
6. ขาตั้งพร้อมที่จับหลอดทดลอง(1)
7. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม(1)
8. ด้ายยาว 20 cm(1)(ใช้ผูกหลอดทดลองกับเทอร์มอมิเตอร์)

สารเคมี

1. เอทานอล
2. สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลเข้มข้น 2 mol/kg

วิธีการทดลอง(อ่านหนังสือเคมี 2 หน้า 46 แล้วสรุปเป็น Flow chart)



จัดอุปกรณ์ ดังรูป

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สาร	ความเข้มข้น (mol/kg)	จุดเดือด (C°)	ความแตกต่างระหว่าง จุดเดือดของสาร บริสุทธิ์กับสารละลาย (C°)
เอทานอล	-		-
สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล			

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. จากการทดลอง จุดเดือดของเอทานอลและจุดเดือดของสารละลายที่มีเอทานอลเป็นตัวทำละลายแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

จากตารางความเข้มข้นและจุดเดือดของสารละลายบางชนิด

สาร	ความเข้มข้น (mol/kg)	จุดเดือด (C°)
สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล	1	79.72
สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล	2	80.94
สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอล	1	79.72
สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอล	2	80.94

2. จากผลการทดลองและข้อมูลที่ให้ จงพิจารณาว่าจุดเดือดของสารต่อไปนี้ มีค่าเป็นอย่างไร

2.1 เอทานอลกับสารละลายที่มีเอทานอลเป็นตัวทำละลาย

.....

2.2 สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลที่มีความเข้มข้นต่างกัน

.....

2.3 สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอลที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

.....

.....

2.4 สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลกับสารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอลที่มีความเข้มข้นเท่ากันและมีความเข้มข้นต่างกัน

.....

.....

เฉลยรายงานการทดลอง เรื่อง การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

จุดประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้
2. บอกความแตกต่างระหว่างจุดเดือดของสารบริสุทธิ์กับสารละลายได้
3. เปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน
4. เปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายที่มีตัวละลายต่างชนิดกัน แต่ละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน

และมีความเข้มข้นเท่ากันได้

สมมติฐานการทดลอง

1. จุดเดือดของสารบริสุทธิ์จะคงที่ ส่วนจุดเดือดของสารละลายจะเพิ่มขึ้นไม่คงที่
2. ส่วนสารละลายชนิดเดียวกันแต่มีความเข้มข้นโมลาลต่างกัน จุดเดือดก็จะต่างกัน
3. สารละลายที่มีตัวละลายต่างกันแต่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน มีความเข้มข้นโมลาลเท่ากัน จุดเดือดจะเท่ากัน

อุปกรณ์และสารเคมี

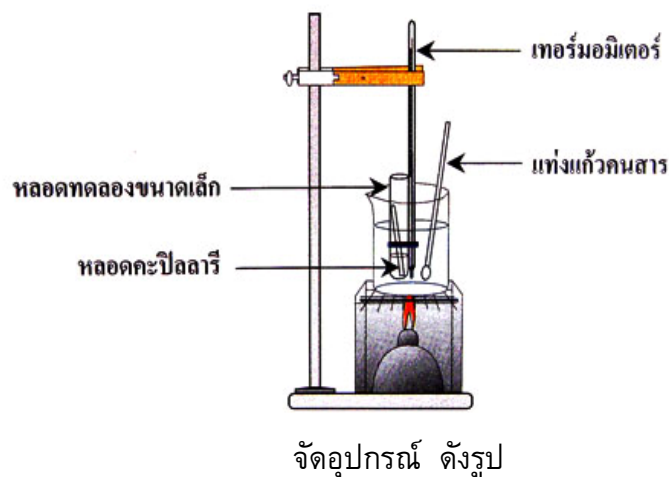
อุปกรณ์

1. หลอดทดลองขนาดเล็ก(2)
2. หลอดคะปิลลารี(2)
3. เทอร์มอมิเตอร์ (1)
4. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 (1)
5. แท่งแก้วคนสาร(1)
6. ขาตั้งพร้อมที่จับหลอดทดลอง(1)
7. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม(1)
8. ด้ายยาว 20 cm (1) (ใช้ผูกหลอดทดลองกับเทอร์มอมิเตอร์)

สารเคมี

1. เอทานอล
2. สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลเข้มข้น 2 mol/kg

วิธีการทดลอง(อ่านหนังสือเคมี 2 หน้า 46 แล้วสรุปเป็น Flow chart)



ตารางบันทึกผลการทดลอง

สาร	ความเข้มข้น (mol/kg)	จุดเดือด (C°)	ความแตกต่างระหว่าง จุดเดือดของสาร บริสุทธิ์กับสารละลาย (C°)
เอทานอล	-	78.0	-
สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล	2.0	80.0	2.0

อภิปรายผลการทดลอง

- จุดเดือดของเอทานอลต่ำกว่าจุดเดือดของสารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล
- สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลที่มีความเข้มข้น 2 โมลต่อกิโลกรัม มีจุดเดือดสูงกว่าสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้น 1 โมลต่อกิโลกรัม
- สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอลที่มีความเข้มข้น 2 โมลต่อกิโลกรัม มีจุดเดือดสูงกว่าสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้น 1 โมลต่อกิโลกรัม
- สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลและสารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอลที่มีความเข้มข้นเท่ากันจะมีจุดเดือดเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาก
- สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลและสารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอลที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันจะมีจุดเดือดแตกต่างกัน

สรุปผลการทดลอง

- จุดเดือดของสารละลายสูงกว่าจุดเดือดของสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลาย
- สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกันถึงแม้ว่าตัวละลายจะเป็นสารใด ถ้ามีความเข้มข้นเป็นโมลต่อกิโลกรัมเท่ากันจะมีจุดเดือดเท่ากัน โดยที่ตัวละลายต้องเป็นสารที่ระเหยยากและไม่แตกตัวเป็นไอออน
- สารที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ถ้ามีความเข้มข้นเป็นโมลต่อกิโลกรัมต่างกัน สารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าจะมีจุดเดือดสูงกว่า

คำถามหลังการทดลอง

- จากการทดลอง จุดเดือดของเอทานอลและจุดเดือดของสารละลายที่มีเอทานอลเป็นตัวทำละลายแตกต่างกันอย่างไร

จุดเดือดของเอทานอลต่ำกว่าจุดเดือดของสารละลายที่มีเอทานอลเป็นตัวทำละลาย Ans.

จากตารางความเข้มข้นและจุดเดือดของสารละลายบางชนิด

สาร	ความเข้มข้น (mol/kg)	จุดเดือด (C°)
สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล	1	79.72
สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอล	2	80.94
สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอล	1	79.72
สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอล	2	80.94

2. จากผลการทดลองและข้อมูลที่ให้ จงพิจารณาว่าจุดเดือดของสารต่อไปนี้ มีค่าเป็นอย่างไร

2.1 เอทานอลกับสารละลายที่มีเอทานอลเป็นตัวทำละลาย

จุดเดือดของเอทานอลต่ำกว่าจุดเดือดของสารละลายที่มีเอทานอลเป็นตัวทำละลาย

2.2 สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลที่มีความเข้มข้น 2 โมลต่อกิโลกรัม มีจุดเดือดสูงกว่าสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้น 1 โมลต่อกิโลกรัม

2.3 สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอลที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

สารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอลที่มีความเข้มข้น 2 โมลต่อกิโลกรัม มีจุดเดือดสูงกว่าสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้น 1 โมลต่อกิโลกรัม

2.4 สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลกับสารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอลที่มีความเข้มข้นเท่ากันและความเข้มข้นต่างกัน

สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลและสารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอลที่มีความเข้มข้นเท่ากันจะมีจุดเดือดเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาก

สารละลายกลีเซอรอลในเอทานอลและสารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอลที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันจะมีจุดเดือดแตกต่างกัน

รายงานการทดลอง เรื่อง การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

จุดประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้
2. บอกความแตกต่างระหว่างจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์กับสารละลายได้
3. เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน
4. เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีตัวละลายต่างชนิดกัน แต่ละลายในตัวทำละลายชนิด

เดียวกันและมีความเข้มข้นเท่ากันได้

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

.....

.....

อุปกรณ์และสารเคมี

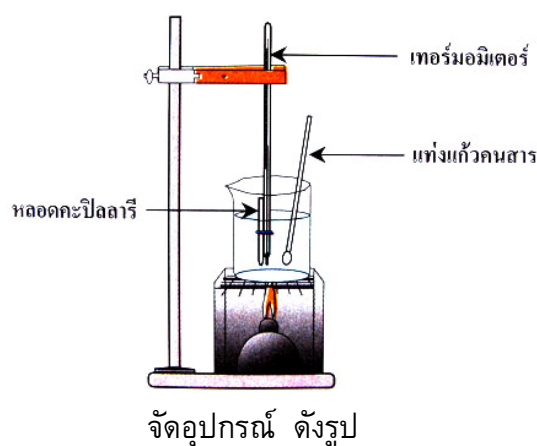
อุปกรณ์

1. หลอดคะปิลลารี(2)
2. เทอร์มอมิเตอร์ (1)
3. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm³ (1)
4. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม(1)
5. แท่งแก้วคนสาร(1)
6. ขาดังพร้อมที่จับหลอดทดลอง(1)
7. ด้ายยาว 20 cm (1)(ใช้ผูกหลอดคะปิลลารีกับเทอร์มอมิเตอร์)

สารเคมี

1. แนฟทาซีน 0.5 g
2. สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาซีนเข้มข้น 0.5 mol/kg

วิธีการทดลอง(อ่านหนังสือเคมี 2 หน้า 48 แล้วสรุปเป็น Flow chart)



ตารางบันทึกผลการทดลอง

สาร	ความเข้มข้น (mol/kg)	อุณหภูมิ		ช่วง อุณหภูมิที่ หลอมเหลว (C°)	จุด หลอมเหลว (C°)	ผลต่างระหว่าง จุดหลอมเหลว ของสาร บริสุทธิ์กับ สารละลาย
		เริ่ม หลอม	หลอม หมด			
แนฟทาซีน	-					-
สารละลายกรดเบนโซอิก ในแนฟทาซีน						

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. จากการทดลอง ช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวของแนฟทาซีนกับสารละลายที่มีแนฟทาซีนเป็นตัวทำละลายแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

เจลยหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

จุดประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลายได้
2. บอกความแตกต่างระหว่างจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์กับสารละลายได้
3. เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน
4. เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีตัวละลายต่างชนิดกัน แต่ละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกันและมีความเข้มข้นเท่ากันได้

สมมติฐานการทดลอง

1. สารบริสุทธิ์จะมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวแคบกว่าสารละลายที่มีสารบริสุทธิ์นั้นเป็นตัวทำละลาย
2. สารบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าสารละลายที่มีสารบริสุทธิ์ชนิดนั้นเป็นตัวทำละลาย
3. สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำ

อุปกรณ์และสารเคมี

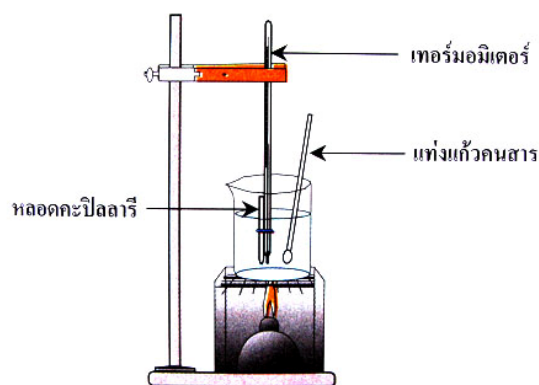
อุปกรณ์

1. หลอดคะปิลลารี(2)
2. เทอร์มอมิเตอร์ (1)
3. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 (1)
4. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม(1)
5. แท่งแก้วคนสาร(1)
6. ขาดังพร้อมที่จับหลอดทดลอง(1)
7. ด้ายยาว 20 cm (1)(ใช้ผูกหลอดคะปิลลารีกับเทอร์มอมิเตอร์)

สารเคมี

1. แนฟทาซีน 0.5 g
2. สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาซีนเข้มข้น 0.5 mol/kg

วิธีการทดลอง(อ่านหนังสือเคมี 2 หน้า 48 แล้วสรุปเป็น Flow chart)



จัดอุปกรณ์ ดังรูป

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สาร	ความเข้มข้น (mol/kg)	อุณหภูมิ		ช่วงอุณหภูมิที่ หลอมเหลว (C°)	จุด หลอมเหลว (C°)	ผลต่างระหว่าง จุดหลอมเหลว ของสาร บริสุทธิ์กับ สารละลาย
		เริ่ม หลอม	หลอม หมด			
แนฟทาลิน	-	80.0	81.0	1.0	80.50	-
สารละลายกรดเบนโซอิก ในแนฟทาลิน	0.5	74.5	79.5	5.0	77.0	3.5

อภิปรายผลการทดลอง

- ช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวของแนฟทาลินบริสุทธิ์จะแคบกว่าของสารละลายที่มีแนฟทาลินเป็นเป็นตัวทำละลาย
- แนฟทาลินบริสุทธิ์มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีแนฟทาลินเป็นตัวทำละลาย
- สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลินที่มีความเข้มข้น 2 โมลต่อกิโลกรัม มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลินที่มีความเข้มข้น 1 โมลต่อกิโลกรัม
- สารละลายเฟนิลเบนซีนในแนฟทาลินที่มีความเข้มข้น 2 โมลต่อกิโลกรัม มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลินที่มีความเข้มข้น 1 โมลต่อกิโลกรัม
- สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลินและสารละลายเฟนิลเบนซีนในแนฟทาลินที่มีความเข้มข้นเท่ากัน จะมีจุดหลอมเหลวเท่ากัน
- สารละลายกรดเบนโซอิกในแนฟทาลินและสารละลายเฟนิลเบนซีนในแนฟทาลินที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน จะมีจุดหลอมเหลวแตกต่างกัน

สรุปผลการทดลอง

- สารบริสุทธิ์จะมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวแคบกว่าสารละลายที่มีสารบริสุทธิ์นั้นเป็นตัวทำละลาย
- สารบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าสารละลายที่มีสารบริสุทธิ์ชนิดนั้นเป็นตัวทำละลาย
- สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำ

คำถามหลังการทดลอง

- จากการทดลอง ช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวของแนฟทาลินกับสารละลายที่มีแนฟทาลินเป็นตัวทำละลายแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แตกต่างกันช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวของแนฟทาลินบริสุทธิ์จะแคบกว่าของสารละลายที่มีแนฟทาลินเป็นเป็นตัวทำละลาย

ชื่อ.....นามสกุล.....
 ชั้น ม.5/..... เลขที่..... กลุ่มที่.....
 กำหนดส่ง.....วันที่ส่ง.....
 วิชา ว32221 เคมี 2 ครูวันศิริ สมบุญ

ใบงานที่ 11

เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ(จุดเดือด)

$$\Delta T_b = K_b m$$

$$T'_b - T_b = K_b m$$

$$T'_b - T_b = \frac{K_b \times w_1 \times 1,000}{w_2 \times M_1}$$

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ(จุดเยือกแข็ง)

$$\Delta T_f = K_f m$$

$$T_f - T'_f = K_f m$$

$$T_f - T'_f = \frac{K_f \times w_1 \times 1,000}{w_2 \times M_1}$$

1. จงคำนวณหาจุดเยือกแข็งของสารละลายต่อไปนี้

ก. สารละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) 3.00 กรัม ในเบนซีน (C_6H_6) 190 กรัม
 กำหนด K_f ของเบนซีน = 4.90°C/m จุดเยือกแข็งของเบนซีน = 5.50°C กำหนดมวลอะตอมให้
 $\text{H}=1, \text{C}=12, \text{Cl}=35.5$

ข. สารละลายเมทานอล (CH_3OH) ในน้ำ (H_2O) เข้มข้น 1.50 โมลาล กำหนด K_f ของน้ำ =
 1.86°C/m จุดเยือกแข็งของน้ำ = 0.00°C กำหนดมวลอะตอมให้ $\text{H}=1, \text{C}=12, \text{O}=16$

ค. สารละลายเนฟทาลีน (C_{10}H_8) 1.00 กรัม ในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) 25.0 กรัม
 กำหนด K_f ของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ = 2.98°C/m จุดเยือกแข็งของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ =
 -22.99°C กำหนดมวลอะตอมให้ $\text{H}=1, \text{C}=12, \text{Cl}=35.5$

ง. สารละลายกรดเบนโซอิก ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$) 0.00250 โมล ในน้ำ (H_2O) 200 กรัม กำหนด K_f
 ของน้ำ = 1.86°C/m จุดเยือกแข็งของน้ำ = 0.00°C กำหนดมวลอะตอมให้ $\text{H}=1, \text{C}=12, \text{O}=16$

2. จงคำนวณมวลเป็นกรัมของซูโครส ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ที่ต้องเติมลงในน้ำ (H_2O) ปริมาตร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร เพื่อให้สารละลายมีจุดเยือกแข็งเป็น -30.0 องศาเซลเซียสกำหนดมวลอะตอมให้ $H=1, C=12, O=16$

3. กำหนดให้จุดเดือดของคาร์บอนไดซัลไฟด์บริสุทธิ์ (CS_2) เท่ากับ 46.30 องศาเซลเซียส และมีค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (K_b) เท่ากับ 2.34 องศาเซลเซียสต่อโมแลล จงคำนวณหาความเข้มข้นเป็นโมแลลของสารละลายซัลเฟอร์ในคาร์บอนไดซัลไฟด์ เมื่อสารละลายมีจุดเดือดเท่ากับ 46.71 องศาเซลเซียส

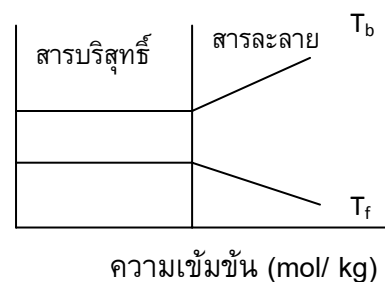
4. สารตัวอย่างชนิดหนึ่งจำนวน 20.0 กรัม ละลายในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) จำนวน 200.0 กรัมวัดจุดเยือกแข็งของสารละลายได้ -35.50 องศาเซลเซียส สารตัวอย่างมีมวลโมเลกุลเท่าใด กำหนด K_f ของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ $= 2.98^\circ C/m$ จุดเยือกแข็งของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ $= -22.99^\circ C$

สรุป

สมบัติบางประการของสารละลาย

สมบัติของสารละลายที่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายมีชื่อว่า **สมบัติคอลลิเกทีฟ** (Colligative properties) ซึ่งมีอยู่ 4 ประการ คือ

1. การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (boiling point elevation)
2. การลดลงของจุดเยือกแข็ง (freezing point depression)
3. การลดลงของความดันไอ (vapor pressure lowering)
4. การเกิดความดันออสโมติก (Osmotic pressure)



เฉลยใบงานที่ 11

เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ(จุดเดือด)

$$\Delta T_b = K_b m$$

$$T'_b - T_b = K_b m$$

$$T'_b - T_b = \frac{K_b \times w_1 \times 1,000}{w_2 \times M_1}$$

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ(จุดเยือกแข็ง)

$$\Delta T_f = K_f m$$

$$T_f - T'_f = K_f m$$

$$T_f - T'_f = \frac{K_f \times w_1 \times 1,000}{w_2 \times M_1}$$

1. จงคำนวณหาจุดเยือกแข็งของสารละลายต่อไปนี้

ก. สารละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) 3.00 กรัม ในเบนซีน (C_6H_6) 190 กรัม
กำหนด K_f ของเบนซีน = 4.90°C/m จุดเยือกแข็งของเบนซีน = 5.50°C กำหนดมวลอะตอมให้

$\text{H}=1, \text{C}=12, \text{Cl}=35.5$

$$T_f - T'_f = \frac{K_f \times w_1 \times 1,000}{w_2 \times M_1}$$

$$\text{แทนค่า } 5.50 - T'_f = \frac{4.90 \times 3.00 \times 1,000}{190 \times 154}$$

$$T'_f = 5.00^\circ\text{C} \text{ Ans..}$$

ข. สารละลายเมทานอล (CH_3OH) ในน้ำ (H_2O) เข้มข้น 1.50 โมลาล
กำหนด K_f ของน้ำ = 1.86°C/m จุดเยือกแข็งของน้ำ = 0.00°C กำหนดมวลอะตอมให้ $\text{H}=1, \text{C}=12, \text{O}=16$

$$T_f - T'_f = K_f m$$

$$\text{แทนค่า } 0.00 - T'_f = 1.86 \times 1.50$$

$$T'_f = -2.79^\circ\text{C} \text{ Ans..}$$

ค. สารละลายแนฟทาลีน (C_{10}H_8) 1.00 กรัม ในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) 25.0 กรัม
กำหนด K_f ของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ = 2.98°C/m จุดเยือกแข็งของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ = -22.99°C กำหนดมวลอะตอมให้ $\text{H}=1, \text{C}=12, \text{Cl}=35.5$

$$T_f - T'_f = \frac{K_f \times w_1 \times 1,000}{w_2 \times M_1}$$

$$\text{แทนค่า } -22.99 - T'_f = \frac{2.98 \times 1.00 \times 1,000}{25.0 \times 128}$$

$$T'_f = -23.92^\circ\text{C} \text{ Ans..}$$

ง. สารละลายกรดเบนโซอิก ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$) 0.00250 โมล ในน้ำ (H_2O) 200 กรัม
กำหนด K_f ของน้ำ = 1.86°C/m จุดเยือกแข็งของน้ำ = 0.00°C กำหนดมวลอะตอมให้ $\text{H}=1, \text{C}=12, \text{O}=16$

$$T_f - T'_f = K_f m$$

$$\text{แทนค่า } 0.00 - T'_f = 1.86 \times 0.0125$$

$$T'_f = -0.0233^\circ\text{C} \text{ Ans..}$$

2. จงคำนวณมวลเป็นกรัมของซูโครส ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ที่ต้องเติมลงในน้ำ (H_2O) ปริมาตร 1 ลูกบาศก์-เดซิเมตร เพื่อให้สารละลายมีจุดเยือกแข็งเป็น -30.0 องศาเซลเซียสกำหนดมวลอะตอมให้

$$H=1, C=12, O=16$$

$$T_f - T'_f = \frac{K_f \times w_1 \times 1,000}{w_2 \times M_1}$$

$$\text{แทนค่า} \quad 0.00 - (-30.0) = \frac{1.86 \times w_1 \times 1,000}{1,000 \times 342}$$

$$W_1 = 5.52 \times 10^3 \text{ g}$$

ดังนั้น ซูโครสมีมวล $5.52 \times 10^3 \text{ g}$ Ans..

3. กำหนดให้จุดเดือดของคาร์บอนไดซัลไฟด์บริสุทธิ์ (CS_2) เท่ากับ 46.30 องศาเซลเซียส และมีค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (K_b) เท่ากับ 2.34 องศาเซลเซียสต่อโมลแลล จงคำนวณหาความเข้มข้นเป็นโมลแลลของสารละลายซัลเฟอร์ในคาร์บอนไดซัลไฟด์ เมื่อสารละลายมีจุดเดือดเท่ากับ 46.71 องศาเซลเซียส

$$T'_b - T_b = K_b m$$

$$46.71 - 46.30 = 2.34 \times m$$

$$m = \frac{46.71 - 46.30}{2.34} = 0.175 \text{ mol/kg}$$

ดังนั้น ความเข้มข้นของสารละลายซัลเฟอร์ในคาร์บอนไดซัลไฟด์ 0.175 mol/kg Ans..

4. สารตัวอย่างชนิดหนึ่งจำนวน 20.0 กรัม ละลายในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) จำนวน 200.0 กรัม วัดจุดเยือกแข็งของสารละลายได้ -35.50 องศาเซลเซียส สารตัวอย่างมีมวลโมเลกุลเท่าใด กำหนด K_f ของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ $= 2.98^\circ C/m$ จุดเยือกแข็งของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ $= -22.99^\circ C$

$$T_f - T'_f = \frac{K_f \times w_1 \times 1,000}{w_2 \times M_1}$$

$$\text{แทนค่า} \quad -22.99 - (-35.50) = \frac{2.98 \times 20.0 \times 1,000}{200.0 \times M_1}$$

$$M_1 = 23.8$$

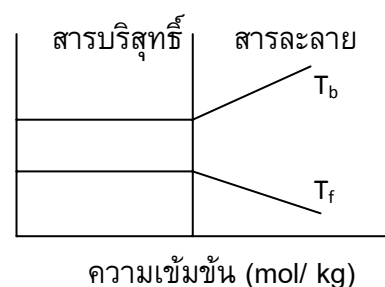
ดังนั้น สารตัวอย่างมีมวลโมเลกุล 23.8 Ans..

สรุป

สมบัติบางประการของสารละลาย

สมบัติของสารละลายที่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายมีชื่อว่า สมบัติคอลลิเกทีฟ (Colligative properties) ซึ่งมีอยู่ 4 ประการ คือ

1. การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (boiling point elevation) อุณหภูมิ
2. การลดลงของจุดเยือกแข็ง (freezing point depression)
3. การลดลงของความดันไอ (vapor pressure lowering)
4. การเกิดความดันออสโมติก (Osmotic pressure)



ตาราง 13 แสดงแผนการออกแบบข้อสอบปรนัย แบบตัวเลือก วิชาเคมี 2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ผลการเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม				รวม
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
1.	อธิบายความหมายของมวลอะตอม คำนวณหามวลอะตอม มวลของธาตุ 1 อะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้	1	1	1	-	3
2.	อธิบายความหมายของมวลโมเลกุล คำนวณหามวลโมเลกุล ของสารหรือมวลสูตรของสาร 1 โมเลกุลได้	-	1	1	-	2
3.	บอกความหมายของปริมาณสาร 1 โมลและเลขอาโวกาโดร บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค โมลกับมวล	-	3	-	-	3
4.	บอกความสัมพันธ์ระหว่าง โมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP	-	1	-	-	1
5.	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆของสาร ซึ่งได้แก่ จำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวคำนวณหาปริมาณใดปริมาณ หนึ่งได้	-	2	-	-	2
6.	คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆที่ กำหนดให้ได้	1	2	-	-	3
7.	อธิบายวิธีการเตรียมสารละลาย ให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตร ตามต้องการและคำนวณ หาความเข้มข้นของสารละลายใน หน่วยต่างๆ ที่กำหนดให้	-	1	1	-	2
8.	เปรียบเทียบจุดเดือด จุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลวของ สารละลายกับตัวทำละลาย สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิด เดียวกันแต่มีความเข้มข้นต่างกันและสารละลายที่มี ตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นเท่ากัน	-	2	-	2	4
-	รวม	2	13	3	2	20

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

รหัสวิชา ว 32221 วิชาเคมี 2

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555

คะแนนเต็ม 20 คะแนนเวลา 40 นาที

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ มีคำถามทั้งหมด 20 ข้อใช้เวลา 40 นาที
2. คำถามแต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก ซึ่งมีคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงคำตอบเดียวให้เลือก
3. นักเรียนสามารถเลือกตอบได้เพียง 1 คำตอบเท่านั้น ถ้าเลือกเกินมากกว่า 1 คำตอบหรือไม่เลือกตอบถือว่าผิด ไม่ได้คะแนนในข้อนั้น
4. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย **X** ลงในกระดาษคำตอบในช่องที่ตรงกับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่างเมื่อนักเรียนจะตอบข้อ ค ดังตัวอย่าง

ตัวเลือก ข้อที่	ก	ข	ค	ง
0			X	

5. เมื่อนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดเส้นขวางทับหรือลบเครื่องหมายในข้อความเดิมให้สะอาด แล้วทำเครื่องหมาย **X** ลงในช่องที่ตรงกับคำตอบที่ต้องการ ดังตัวอย่าง

ตัวเลือก ข้อที่	ก	ข	ค	ง
0			~~X~~	X

6. ไม่อนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคำนวณใดๆ ในการสอบ
7. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใดๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้
8. หากนักเรียนมีข้อสงสัยใดๆ ให้ถามจากกรรมการคุมสอบเท่านั้น

ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1 อธิบายความหมายของมวลอะตอม คำนวณหามวลอะตอม มวลของธาตุ 1 อะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้

1. กำมะถันมีมวลอะตอม 32 หมายความว่าตามข้อใด

- ก. กำมะถันมีมวลอะตอม $32 \times 6.02 \times 10^{-24}$ กรัม
- ข. กำมะถันมีมวลอะตอมเป็น 32 เท่าของ ^{12}C อะตอม
- ค. กำมะถัน 1 อะตอม มีมวล $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
- ง. กำมะถัน 1 อะตอม มีมวล 32 กรัม

2. ธาตุฟอสฟอรัส (P) มีมวลอะตอม 31 ธาตุ X จะมีมวลอะตอมเท่าใด เมื่อธาตุ X 1 อะตอมมีมวลเป็น 2 เท่าของมวลของธาตุฟอสฟอรัส 2 อะตอม

- ก. 31
- ข. 62
- ค. 124
- ง. 192

3. ธาตุ X มี 3 ไอโซโทป ซึ่งมีมวลและปริมาณไอโซโทปดังนี้

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณไอโซโทป (%)
1	19.99	90.92
2	20.99	0.26
3	21.99	8.82

มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ X เท่ากับ ข้อใด

- ก. 19.99
- ข. 20.17
- ค. 20.99
- ง. 21.49

ผลการเรียนรู้ข้อที่ 2 อธิบายความหมายของมวลโมเลกุล คำนวณหามวลโมเลกุลของสารหรือมวลสูตรของสาร 1 โมเลกุลได้

4. จงคำนวณหามวลโมเลกุลของกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) กำหนดให้มวลอะตอมของ $\text{H} = 1$,

$\text{S} = 32$, $\text{O} = 16$

- ก. 50
- ข. 66
- ค. 78
- ง. 98

5. สารประกอบชนิดหนึ่งจำนวน 1.204×10^{24} โมเลกุลมีมวล 62 กรัมจงคำนวณมวลโมเลกุลของสารนี้

- | | |
|-------|-------|
| ก. 12 | ข. 24 |
| ค. 31 | ง. 62 |

ผลการเรียนรู้ข้อที่ 3 บอกความหมายของปริมาณสาร 1 โมลและเลขอาโวกาโดร บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค โมลกับมวล

6. ไฮโดรเจนซัลไฟด์ 1 โมเลกุล ประกอบด้วย H 2 อะตอม และ S 1 อะตอม ถ้ามีไฮโดรเจนซัลไฟด์ 0.1 โมล จะมีมวลกี่กรัม กำหนดให้มวลอะตอม H = 1 , S = 32

- | | |
|-------------|-------------|
| ก. 3.1 กรัม | ข. 3.2 กรัม |
| ค. 3.3 กรัม | ง. 3.4 กรัม |

7. แอซีโตนจำนวน 6.02×10^{23} โมเลกุล จะมีอะซีโตนกี่โมล

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| ก. 1 โมล | ข. 6 โมล |
| ค. 6.02×10^{23} โมล | ง. 6.02×10^{24} โมล |

8. ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. แก๊สฟลูออรีน 1 โมล จะมีจำนวนอะตอมเท่ากับเลขอาโวกาโดร
- ข. โลหะเงิน 1 โมล จะมีจำนวนอะตอมเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม
- ค. โซเดียมคลอไรด์ 0.1 โมล จะมีโซเดียมไอออนเท่ากับ 6.02×10^{23} ไอออน
- ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 โมล จะมีจำนวนโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับเลขอาโวกาโดร

ผลการเรียนรู้ข้อที่ 4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง โมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP

9. ไอน้ำ (H_2O) 0.25 mol มีปริมาตรที่ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| ก. 2.5 dm^3 | ข. 4.5 dm^3 |
| ค. 5.6 dm^3 | ง. 22.4 dm^3 |

ผลการเรียนรู้ข้อที่ 5 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆของสาร ซึ่งได้แก่ จำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวคำนวณหาปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้

10. ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ และปริมาตร 11.2 ลูกบาศก์เดซิเมตร แก๊สในข้อใดที่มีมวลเท่ากัน กำหนดให้มวลอะตอมของ C = 12 , S = 32 , O = 16 , N = 14 , H = 1

ก. SO_2 และ CO_2

ข. N_2 และ CO

ค. O_2 และ NO

ง. C_2H_4 และ N_2O_4

11. ข้อความต่อไปนี้ข้อความใดถูกต้อง

ก. แก๊สออกซิเจน 1 โมลหนัก $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

ข. แก๊สออกซิเจน 1 โมล มีปริมาตร 22.4 cm^3 ที่ STP

ค. แก๊สออกซิเจน 32 กรัม มีจำนวนอะตอม $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม

ง. แก๊สออกซิเจน 1 โมล มีจำนวนโมเลกุล $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล

ผลการเรียนรู้ข้อที่ 6 คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆที่กำหนดให้ได้

12. สารละลาย NaOH มีความเข้มข้น 23% โดยมวล หมายความว่าอย่างไร

ก. ในน้ำ 100 cm^3 มี NaOH ละลายอยู่ 23 g

ข. ในสารละลาย 100 cm^3 มี NaOH ละลายอยู่ 23 g

ค. ในน้ำ 100 g มี NaOH ละลายอยู่ 23 g

ง. ในสารละลาย 100 g มี NaOH ละลายอยู่ 23 g

13. ในสารละลายกลูโคส ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) ปริมาตร 300 cm^3 มีกลูโคสละลายอยู่ 216 กรัม สารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่โมลาร์ กำหนดมวลอะตอมของ H = 1, C = 12, O = 16)

ก. 1.2 mol/dm^3

ข. 2.4 mol/dm^3

ค. 3.5 mol/dm^3

ง. 4.0 mol/dm^3

14. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 150 cm^3 เมื่อนำมาเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 300 cm^3 สารละลายใหม่ที่ได้มีความเข้มข้นเท่าไร กำหนดมวลอะตอมของ

H = 1, O = 16, Na = 23

ก. 0.05 mol / dm^3

ข. 0.5 mol / dm^3

ค. 5.0 mol / dm^3

ง. 50 mol / dm^3

ผลการเรียนรู้ข้อที่ 7 อธิบายวิธีการเตรียมสารละลาย ให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการ และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆที่กำหนดให้

15. ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย KOH เข้มข้น 0.25 mol/dm^3 จำนวน 400 cm^3 จะต้องใช้ KOH กี่กรัม กำหนดให้มวลอะตอมของ K = 39 , O = 16 , H = 1
- ก. 4.3 ข. 5.6
ค. 10.7 ง. 11.2

16. ในการทดลองหนึ่งปรากฏว่าต้องการกรดดินประสิว(HNO_3)เข้มข้น 0.1 โมลาร์ จำนวน 450 cm^3 แต่ในห้องปฏิบัติการมีแต่กรดดินประสิว ที่มีฉลากติดไว้ดังนี้

70% (w/v) HNO₃ density 1.4 g/cm³

19. ถ้าสารละลายเนพทาลิน ($C_{10}H_8$) 1 g ในเบนซีน (C_6H_6) 50 cm^3 สารละลายที่ได้จะมีจุดเยือกแข็งเท่าใด กำหนด K_f ของเบนซีน = $4.90 (^{\circ}C/m)$, จุดเยือกแข็งของเบนซีน = $5.50 ^{\circ}C$ ความหนาแน่นของเบนซีน = $0.879 g/cm^3$ กำหนดให้มวลอะตอมของ C = 12 , H = 1

$$\eta. \frac{4.90 \times 1000}{50 \times 0.879 \times 128}$$

$$7. 5.50 - \frac{4.90 \times 1000 \times 1}{50 \times 0.879 \times 128}$$

$$\text{ก. } 5.50 + \frac{4.90 \times 1000}{50 \times 0.879 \times 78}$$

$$j. \quad 5.50 - \frac{4.90 \times 0.879 \times 1000}{50 \times 78}$$

กำหนดให้มีสารละลายดังต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถาม ข้อ 20

- A. สารละลาย HCl 1mol / kg ใน CH_3COOH และสารละลาย HCl 1mol / kg ในน้ำ
- B. สารละลาย HNO_3 1mol / kg ใน CH_3COOH และสารละลาย HNO_3 1mol / kg ในเอทานอล
- C. สารละลาย HCl 1mol / kg ในน้ำ และสารละลาย HNO_3 1mol / kg ใน CH_3COOH
- D. สารละลาย HCl 1mol / kg ใน CH_3COOH และสารละลาย HNO_3 1mol / kg ใน CH_3COOH

20. จากข้อมูลข้างต้นสารละลายในข้อใดมีจุดเดือดเท่ากัน

- ก. A ข. B
ค. C ง. D

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. ค. | 2. ค. | 3. ข. | 4. ง. | 5. ก. |
| 6. ง. | 7. ก. | 8. ข. | 9. ค. | 10. ข. |
| 11. ค. | 12. ง. | 13. ง. | 14. ก. | 15. ข. |
| 16. ข. | 17. ก. | 18. ง. | 19. ข. | 20. ง. |

แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี

คำชี้แจง

- 1.แบบประเมินแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี ประกอบด้วยคำถาม 20 ข้อ
- 2.ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนในแต่ละข้อ ซึ่งข้อความแต่ละข้อมีคำตอบให้นักเรียนเลือก 5 ระดับ คือ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

เห็นด้วย หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมาก

ไม่แน่ใจ หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนไม่แน่ใจ

ไม่เห็นด้วย หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนน้อย

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนน้อยที่สุด

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		เห็น ด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
1.	พอใจในประสบการณ์เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ด้านเคมี					
1.1	ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้วิชาเคมีมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
1.2	ความรู้ด้านเคมีเป็นเรื่องใกล้ตัวสามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ในชีวิตจริง					
2.	ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมี					
2.1	ความรู้ทางเคมีทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อชีวิตประจำวัน					
2.2	นักเคมีมีส่วนช่วยพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้น					
3.	เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเคมี					
3.1	ความรู้ด้านเคมี มีความจำเป็นสำหรับทุกคน					
3.2	ความรู้ด้านวิชาเคมีช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น					
4.	ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยีด้านเคมี					
4.1	อ่านฉลากคำเตือนข้างขวดสารเคมีก่อนการใช้ทุกครั้ง					
4.2	เมื่อทำการทดลองข้าพเจ้าจะไม่ผสมสารโดยพลการ					

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		เห็น ด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
	5. เรียนหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิชาเคมีอย่างสนุกสนาน					
5.1	ข้าพเจ้าสนุกที่ได้เรียนรู้วิชาเคมี					
5.2	ข้าพเจ้าชอบปฏิบัติการทดลองในวิชาเคมี					
5.3	ข้าพเจ้าได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาเคมี ตามความถนัดของตน					
	6. เลือกใช้วิทยาศาสตร์ด้านเคมีในการคิดหรือปฏิบัติ					
6.1	ใช้ความรู้ด้านเคมีในการรับฟังข่าวสารอย่างมีเหตุผล					
6.2	สามารถนำความรู้ด้านเคมีมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ด้วยการทำโครงการวิทยาศาสตร์					
	7. ตั้งใจเรียนวิชาเคมี					
7.1	ข้าพเจ้าตั้งใจฝึกปฏิบัติและจดบันทึกสิ่งที่เรียนรู้ทุกครั้ง					
7.2	ข้าพเจ้าซักถามปัญหาวิชาเคมีเมื่อสงสัยหรือไม่เข้าใจ					
7.3	ข้าพเจ้าพยายามทำแบบฝึกหัดวิชาเคมีจนเสร็จทันเวลา ส่งครู					
	8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมี คุณธรรม					
8.1	ข้าพเจ้าจะนำความรู้วิชาเคมีไปใช้ในทางที่เกิดประโยชน์ เท่านั้น					
8.2	ควรจัดทำเอกสารเผยแพร่ความรู้เรื่องการใช้สารเคมีใกล้ ตัวที่ถูกต้องแก่นักเรียนและผู้ปกครอง					
	9. ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดย ใคร่ครวญไตร่ตรองคำนึงถึงผลดีและผลเสีย					
9.1	ปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้สารเคมีอย่างเคร่งครัด					
9.2	ข้าพเจ้าคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นก่อนใช้สารเคมี					

ขอขอบคุณในความร่วมมือ
ผู้ทำวิจัย

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือ

1. คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
2. คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้การสอนแบบปกติ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
3. ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
4. ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี
5. ค่าความยากง่าย(p) , ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์
6. ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี

ตาราง 14 สรุปคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล
1. สาระสำคัญ	4.78	0.39	ดีมาก
1.1 สาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 สาระสำคัญสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 สาระสำคัญถูกต้องตามหลักวิชา	5.00	0.00	ดีมาก
2. ผลการเรียนรู้	4.44	0.39	ดี
2.1 ผลการเรียนรู้สอดคล้องกับหลักสูตร	4.67	0.58	ดีมาก
2.2 ผลการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ผลการเรียนรู้สามารถวัดผลเชิงพฤติกรรมได้	4.00	0.00	ดี
3. เนื้อหา	4.44	0.39	ดี
3.1 เนื้อหาสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
3.2 เนื้อหามีความรู้ถูกต้องตามหลักวิชา	4.67	0.58	ดีมาก
3.3 แบบฝึกทักษะสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.00	0.00	ดี
4. กิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ	5.00	0.00	ดีมาก
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5.00	0.00	ดีมาก
5. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้	4.53	0.12	ดีมาก
5.1 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
5.2 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้นำไปใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้จริง	4.67	0.58	ดีมาก
5.3 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้ประหยัดท่าง่าย ผลิตได้ในท้องถิ่น	4.33	0.58	ดี
5.4 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้ที่น่าสนใจสำหรับนักเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
5.5 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4.33	0.58	ดี

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล
6. การวัดผลประเมินผล	4.48	0.17	ดี
6.1 วิธีการวัดผลประเมินผล สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.00	0.00	ดี
6.2 เครื่องมือวัดผลสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.00	0.00	ดี
6.3 วิธีการวัดผลปฏิบัติได้จริง	5.00	0.00	ดีมาก
6.4 เครื่องมือวัดผลสามารถนำไปใช้ได้จริง	4.67	0.58	ดีมาก
6.5 วิธีการวัดผลถูกต้องตามหลักวิชา	4.33	0.58	ดี
6.6 วิธีการวัดสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
6.7 เครื่องมือวัดผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
7. แผนการจัดการเรียนรู้โดยรวม	4.47	0.31	ดี
7.1 การใช้ภาษาถูกต้องตามหลักวิชา	4.67	0.58	ดีมาก
7.2 ใช้คำ ภาษาเข้าใจง่าย กระชับรัด	4.67	0.58	ดีมาก
7.3 มีความสอดคล้องกันทุกส่วน	4.33	0.58	ดี
7.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการสอนเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.33	0.58	ดี
7.5 กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ เครื่องมือ วัดผล การประเมินผล เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.59	0.20	ดีมาก

ตาราง 15 สรุปคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปกติ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล
1. สารสำคัญ	4.78	0.39	ดีมาก
1.1 สารสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 สารสำคัญสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 สารสำคัญถูกต้องตามหลักวิชา	5.00	0.00	ดีมาก
2. ผลการเรียนรู้	4.44	0.39	ดี
2.1 ผลการเรียนรู้สอดคล้องกับหลักสูตร	4.67	0.58	ดีมาก
2.2 ผลการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ผลการเรียนรู้สามารถวัดผลเชิงพฤติกรรมได้	4.00	0.00	ดี
3. เนื้อหา	4.44	0.39	ดี
3.1 เนื้อหาสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
3.2 เนื้อหามีความรู้ถูกต้องตามหลักวิชา	4.67	0.58	ดีมาก
3.3 แบบฝึกทักษะสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.00	0.00	ดี
4. กิจกรรมการเรียนรู้	4.42	0.29	ดี
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.58	ดี
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ	4.00	0.00	ดี
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
5. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้	4.33	0.12	ดี
5.1 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
5.2 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้นำไปใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้จริง	4.33	0.58	ดีมาก
5.3 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้ประหยัดท่าง่าย ผลิตได้ในท้องถิ่น	4.67	0.58	ดีมาก
5.4 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้ที่น่าสนใจสำหรับนักเรียน	4.00	0.00	ดี
5.5 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4.00	0.00	ดี

ตาราง 15 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล
6. การวัดผลประเมินผล	4.48	0.17	ดี
6.1 วิธีการวัดผลประเมินผล สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.00	0.00	ดี
6.2 เครื่องมือวัดผลสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.00	0.00	ดี
6.3 วิธีการวัดผลปฏิบัติได้จริง	5.00	0.00	ดีมาก
6.4 เครื่องมือวัดผลสามารถนำไปใช้ได้จริง	4.67	0.58	ดีมาก
6.5 วิธีการวัดผลถูกต้องตามหลักวิชา	4.33	0.58	ดี
6.6 วิธีการวัดสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
6.7 เครื่องมือวัดผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
7. แผนการจัดการเรียนรู้โดยรวม	4.40	0.20	ดี
7.1 การใช้ภาษาถูกต้องตามหลักวิชา	4.67	0.58	ดีมาก
7.2 ใช้คำ ภาษาเข้าใจง่าย กระชับรัด	4.33	0.58	ดี
7.3 มีความสอดคล้องกันทุกส่วน	4.67	0.58	ดีมาก
7.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการสอนเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.33	0.58	ดี
7.5 กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ เครื่องมือ วัดผล การประเมินผล เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.00	0.00	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.47	0.20	ดี

ตาราง 16 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 60 ข้อ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
1.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ ^{*,**}
2.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ [*]
3.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ [*]
4.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้ [*]
5.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ ^{*,**}
6.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
7.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ ^{*,**}
8.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
9.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
11.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ [*]
12.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ ^{**}
13.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ ^{*,**}
14.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
15.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ ^{*,**}
16.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ ^{*,**}
17.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ ^{*,**}
18.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ [*]
20.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ ^{*,**}
21.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ [*]
22.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้ [*]
23.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้ ^{*,**}
24.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้ [*]
25.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
26.	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้*
27.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*,**
28.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้*
29.	-1	+1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
30.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
31.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
32.	-1	+1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
33.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
34.	-1	+1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
35.	-1	+1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
36.	-1	+1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
37.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*,**
38.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
39.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้*,**
40.	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้*,**
41.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
42.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้*
43.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้*
44.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
45.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
46.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*,**
47.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*,**
48.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
49.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*,**
50.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้**
51.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
52.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
53.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ ^{*,**}
54.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
55.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้*
56.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้ ^{*,**}
57.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
58.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
59.	-1	+1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
60.	-1	+1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้

หมายเหตุ * ข้อที่ถูกคัดเลือกนำไปใช้ในการหาค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

** ข้อที่ถูกคัดเลือกนำไปใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง 17 สรุปแบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ใน
วิชาเคมีจำนวน 40 ข้อโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย IOC	หมายเหตุ
		1	2	3		
1. พอใจในประสบการณ์เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ด้านเคมี						
1.1	ข้าพเจ้าสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ชีวิตประจำวันกับความรู้วิชาเคมีได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
1.2	ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้วิชาเคมีมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
1.3	เนื้อหาวิชาเคมีส่วนใหญ่เกี่ยวกับอนุภาคที่มีขนาดเล็กมากมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ทำให้ยากแก่การเข้าใจ	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้
1.4	ความรู้ด้านเคมีเป็นเรื่องใกล้ตัวสามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ในชีวิตจริง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
1.5	การเรียนรู้วิชาเคมีทำให้เข้าใจธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมี						
2.1	ความรู้ทางเคมีทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
2.2	ความรู้ทางเคมีสร้างความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2.3	ความรู้ทางเคมีช่วยป้องกันอันตรายที่อาจเกิดจากการใช้สารเคมีได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2.4	นักเคมีมีส่วนช่วยพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้น	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
2.5	ชื่นชมยินดีกับความก้าวหน้าด้านเคมีของประเทศไทย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเคมี						
3.1	ความรู้ด้านเคมี มีความจำเป็นสำหรับทุกคน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
3.2	ความรู้ด้านวิชาเคมีช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
3.3	วิชาเคมีเป็นส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์มาก	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3.4	วิชาเคมีช่วยให้เข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติมากขึ้น	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3.5	ทุกคนควรติดตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเคมี	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย IOC	หมายเหตุ
		1	2	3		
4. ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยีด้านเคมี						
4.1	อ่านฉลากคำเตือนข้างขวดสารเคมีก่อนการใช้ทุกครั้ง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
4.2	ข้าพเจ้ามักเล่นหยอกล้อกับเพื่อนขณะทำการทดลอง	0	-1	-1	-0.67	ใช้ไม่ได้
4.3	ข้าพเจ้าไม่นำความรู้ทางเคมีมาผสมสารเพื่อให้ได้สารเสพติด	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
4.4	เมื่อทำการทดลองข้าพเจ้าจะไม่ผสมสารโดยพลการ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
4.5	ข้าพเจ้าจะไม่ใช้สารที่ไม่มีฉลากข้างขวดระบุชนิดของสาร	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5. เรียนหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิชาเคมีอย่างสนุกสนาน						
5.1	ข้าพเจ้าสนุกที่ได้เรียนรู้วิชาเคมี	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
5.2	ข้าพเจ้ามีรับผิดชอบต่อหน้าที่ในกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5.3	ข้าพเจ้ารู้สึกว่าการเรียนวิชาเคมีเป็นวิชาที่น่าเบื่อ เนื้อหาเยาะและต้องท่องจำมาก	+1	-1	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
5.4	ข้าพเจ้าชอบปฏิบัติการทดลองในวิชาเคมี	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
5.5	ข้าพเจ้าได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาเคมีตามความถนัดของตน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
6. เลือกใช้วิทยาศาสตร์ด้านเคมีในการคิดหรือปฏิบัติ						
6.1	ใช้ความรู้ด้านเคมีในการรับฟังข่าวสารอย่างมีเหตุผล	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
6.2	สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หาความรู้ด้านเคมีได้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6.3	ในการปฏิบัติการทดลองในวิชาเคมีต้องปฏิบัติให้ถูกวิธีและลำดับขั้นตอน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6.4	สามารถนำความรู้ด้านเคมีมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันด้วยการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
6.5	คัดแยกประเภทพลาสติกกรีซเคิลและลดการใช้พลาสติกเพื่อลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย IOC	หมายเหตุ
		1	2	3		
7. ตั้งใจเรียนวิชาเคมี						
7.1	ข้าพเจ้าเตรียมอ่านหนังสือวิชาเคมีมาล่วงหน้าก่อนเรียน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7.2	ข้าพเจ้าตั้งใจฝึกปฏิบัติและจดบันทึกสิ่งที่เรียนรู้ทุกครั้ง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
7.3	ข้าพเจ้าซักถามปัญหาวิชาเคมีเมื่อสงสัยหรือไม่เข้าใจ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
7.4	ข้าพเจ้าพยายามทำแบบฝึกหัดวิชาเคมีจนเสร็จทันเวลา ส่งครู	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
7.5	ข้าพเจ้าศึกษาหาความรู้วิชาเคมีจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ นอกห้องเรียนเพิ่มเติม เมื่อมีโอกาส	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมี คุณธรรม						
8.1	ข้าพเจ้าจะนำความรู้วิชาเคมีไปใช้ในทางที่เกิดประโยชน์ เท่านั้น	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
8.2	ข้าพเจ้าคัดลอกงานด้านเคมีในอินเทอร์เน็ตที่ผู้อื่นทำไว้ แล้วส่งครู โดยไม่ได้สรุปสาระสำคัญด้วยตนเอง	+1	-1	0	0	ใช้ไม่ได้
8.3	ข้าพเจ้าเลือกใช้สารเคมีเท่าที่จำเป็น	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8.4	ข้าพเจ้าทิ้งสารเคมีที่เป็นของแข็งลงในถังขยะ	+1	+1	0	0.33	ใช้ไม่ได้
8.5	ควรจัดทำเอกสารเผยแพร่ความรู้เรื่องการใช้สารเคมีใกล้ ตัวที่ถูกต้องแก่นักเรียนและผู้ปกครอง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
9. ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดย ใคร่ครวญไตร่ตรองคำนึงถึงผลดีและผลเสีย						
9.1	ศึกษาสมบัติของสารเคมีและใช้ให้เหมาะสมกับความ ต้องการ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9.2	เลือกใช้สารเคมีจากธรรมชาติมากกว่าสารเคมีสังเคราะห์ เพื่อลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9.3	ปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้สารเคมีอย่างเคร่งครัด	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*
9.4	สารเคมีที่มีประโยชน์อาจเกิดโทษได้ถ้าใช้อย่างไม่ ระมัดระวัง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9.5	ข้าพเจ้าคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นก่อนใช้สารเคมี	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้*

หมายเหตุ* ข้อความที่คัดเลือกไว้เพื่อนำไปใช้เป็นแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี
ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี 20 ข้อ มีค่าเท่ากับ 0.88

ตาราง 18 สรุปค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	p	r
1	0.57	0.50
2	0.50	0.38
3	0.33	0.38
4	0.70	0.38
5	0.30	0.50
6	0.40	0.88
7	0.60	0.88
8	0.57	0.50
9	0.37	0.38
10	0.43	0.75
11	0.40	0.38
12	0.33	0.75
13	0.23	0.50
14	0.40	0.38
15	0.40	0.63
16	0.30	0.75
17	0.37	0.63
18	0.20	0.75
19	0.27	0.25
20	0.43	0.25
ค่าเฉลี่ย	0.41	0.54

ค่าความเชื่อมั่นรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์
ทั้งหมด KR-20 (Alpha) = 0.80

ตาราง 19 สรุปผลค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)
ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ข้อ ที่	ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	p	r	IOC	การ พิจารณา										
1.	อธิบาย ความหมาย ของมวล อะตอม คำนวณหา มวลอะตอม มวลของธาตุ 1 อะตอม และ มวลอะตอม เฉลี่ย ของธาตุได้	พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ (ตอบ ค.) 1. กำมะถันมีมวลอะตอม 32 หมายความว่า ก. กำมะถันมีมวลอะตอม $32 \times 6.02 \times 10^{-24}$ กรัม ข. กำมะถันมีมวลอะตอมเป็น 32 เท่าของ ^{12}C อะตอม ค. กำมะถัน 1 อะตอม มีมวล $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม ง. กำมะถัน 1 อะตอม มีมวล 32 กรัม	0.57	0.65	1.00	ใช้ได้										
		พฤติกรรมด้านความเข้าใจ(ตอบ ค.) 2. ธาตุฟอสฟอรัส (P) มีมวลอะตอม 31 ธาตุ X จะมีมวล อะตอมเท่าใด เมื่อธาตุ X 1 อะตอมมีมวลเป็น 2 เท่า ของมวลของธาตุฟอสฟอรัส 2 อะตอม ก. 31 ข. 62 ค. 124 ง. 192	0.50	0.31	1.00	ใช้ได้										
		พฤติกรรมด้านการนำไปใช้(ตอบ ข.) 3. ธาตุ X มี 3 ไอโซโทป ซึ่งมีมวลและปริมาณไอโซโทปดังนี้ <table border="1"><thead><tr><th>ไอโซโทป</th><th>มวลอะตอมของ ไอโซโทป</th><th>ปริมาณไอโซโทป(%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>19.99</td><td>90.92</td></tr><tr><td>2</td><td>20.99</td><td>0.26</td></tr><tr><td>3</td><td>21.99</td><td>8.82</td></tr></tbody></table> มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ X เท่ากับ ข้อใด ก. 19.99 ข. 20.17 ค. 20.99 ง. 21.49	ไอโซโทป	มวลอะตอมของ ไอโซโทป	ปริมาณไอโซโทป(%)	1	19.99	90.92	2	20.99	0.26	3	21.99	8.82	0.33	0.51
ไอโซโทป	มวลอะตอมของ ไอโซโทป	ปริมาณไอโซโทป(%)														
1	19.99	90.92														
2	20.99	0.26														
3	21.99	8.82														

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ ที่	ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	p	r	IOC	การ พิจารณา
2.	อธิบาย ความหมายของ มวลโมเลกุล คำนวณหา มวลโมเลกุลของสาร หรือมวลสูตรของ สาร 1 โมเลกุลได้	พฤติกรรมด้านความเข้าใจ(ตอบ ง.) 4. จงคำนวณหามวลโมเลกุลของกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) กำหนดให้มวลอะตอมของ H =1,S = 32 ,O=16 ก. 50 ข. 66 ค. 78 ง. 98	0.70	0.54	1.00	ใช้ได้
		พฤติกรรมด้านความเข้าใจ(ตอบ ก.) 5. สารประกอบชนิดหนึ่งจำนวน 1.204×10^{24} โมเลกุลมี มวล 62 กรัม จงคำนวณมวลโมเลกุลของสารนี้ ก. 31 ข. 62 ค. 124 ง. 186	0.30	0.39	1.00	ใช้ได้
3.	บอกความหมาย ของปริมาณสาร 1 โมลและเลขอา วคาโตร บอก ความสัมพันธ์ ระหว่างโมลกับ จำนวนอนุภาค โมลกับมวล	พฤติกรรมด้านความเข้าใจ(ตอบ ง.) 6. ไฮโดรเจนซัลไฟด์ 1 โมเลกุล ประกอบด้วย H 2 อะตอม และ S 1 อะตอม ถ้ามีไฮโดรเจนซัลไฟด์ 0.1โมล จะมีมวลกี่ กรัม กำหนดให้มวลอะตอม H = 1 , S = 32 ก. 3.1 กรัม ข. 3.2 กรัม ค. 3.3 กรัม ง. 3.4 กรัม	0.40	0.53	1.00	ใช้ได้
		พฤติกรรมด้านความเข้าใจ(ตอบ ก.) 7. แอซีโตนจำนวน 6.02×10^{23} โมเลกุล จะมีแอซีโตนกี่ โมล ก. 1 โมล ข. 6 โมล ค. 6.02×10^{23} โมล ง. 6.02×10^{24} โมล	0.60	0.43	1.00	ใช้ได้

ข้อ ที่	ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	p	r	IOC	การ พิจารณา
3.	บอกความหมายของปริมาณสาร 1 โมลและเลขอาโวกาโดร บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาคโมลกับมวล	พฤติกรรมด้านความเข้าใจ(ตอบ ข.) 8. ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง ก. แก๊สฟลูออรีน 1 โมล จะมีจำนวนอะตอมเท่ากับ เลขอาโวกาโดร ข. โลหะเงิน 1 โมล จะมีจำนวนอะตอมเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม ค. โซเดียมคลอไรด์ 0.1 โมล จะมีโซเดียมไอออนเท่ากับ 6.02×10^{23} ไอออน ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 โมล จะมีจำนวนโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับเลขอาโวกาโดร	0.57	0.31	1.00	ใช้ได้
4.	บอกความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP	พฤติกรรมด้านความเข้าใจ(ตอบ ค.) 9.ไอน้ำ(H_2O) 0.25 mol มีปริมาตรที่ลูกบาศก์เดซิเมตรที่STP ก. $2.5\ dm^3$ ข. $4.5\ dm^3$ ค. $5.6\ dm^3$ ง. $22.4\ dm^3$	0.37	0.40	1.00	ใช้ได้
5.	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆของสาร ซึ่งได้แก่ จำนวนโมล จำนวนอนุภาคมวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวคำนวณหาปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้	พฤติกรรมด้านความเข้าใจ(ตอบ ข.) 10. ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ และปริมาตร 11.2 ลูกบาศก์เดซิเมตร แก๊สในข้อใดที่มีมวลเท่ากัน กำหนดให้มวลอะตอมของ C = 12 , S = 32 , O = 16 , N =14 , H = 1 ก. SO_2 และ CO_2 ข. N_2 และ CO ค. O_2 และ NO ง. C_2H_4 และ N_2O_4 พฤติกรรมด้านความเข้าใจ(ตอบ ค.) 11. ข้อความต่อไปนี้ข้อความใดถูกต้อง ก. แก๊สออกซิเจน 1 โมลหนัก $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม ข. แก๊สออกซิเจน 1 โมล มีปริมาตร $22.4\ cm^3$ ที่ STP ค. แก๊สออกซิเจน 32 กรัม มีจำนวนอะตอม $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม ง. แก๊สออกซิเจน 1โมล มีจำนวนโมเลกุล $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล	0.43	0.53	0.67	ใช้ได้
		พฤติกรรมด้านความเข้าใจ(ตอบ ค.) 11. ข้อความต่อไปนี้ข้อความใดถูกต้อง ก. แก๊สออกซิเจน 1 โมลหนัก $32 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม ข. แก๊สออกซิเจน 1 โมล มีปริมาตร $22.4\ cm^3$ ที่ STP ค. แก๊สออกซิเจน 32 กรัม มีจำนวนอะตอม $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม ง. แก๊สออกซิเจน 1โมล มีจำนวนโมเลกุล $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล	0.40	0.39	1.00	ใช้ได้

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ ที่	ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	p	r	IOC	การ พิจารณา
6.	คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆที่กำหนดให้ได้	พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ(ตอบ ง.) 12. สารละลายNaOHมีความเข้มข้น 23% โดยมวล หมายความว่าอย่างไร ก. ในน้ำ 100 cm ³ มีNaOH ละลายอยู่ 23 g ข. ในสารละลาย 100 cm ³ มีNaOH ละลายอยู่ 23 g ค. ในน้ำ 100 g มีNaOH ละลายอยู่ 23 g ง. ในสารละลาย 100 g มีNaOH ละลายอยู่ 23 g	0.33	0.76	1.00	ใช้ได้
		พฤติกรรมด้านความเข้าใจ (ตอบ ง.) 13. ในสารละลายกลูโคส(C ₆ H ₁₂ O ₆) ปริมาตร 300 cm ³ มีกลูโคสละลายอยู่ 216 กรัมสารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่โมลาร์กำหนดมวลอะตอมของ H = 1, C = 12, O = 16) ก. 1.2 mol/dm ³ ข. 2.4 mol/dm ³ ค. 3.5 mol/dm ³ ง. 4.0 mol/dm ³	0.23	0.39	0.67	ใช้ได้
		พฤติกรรมด้านความเข้าใจ(ตอบ ก.) 14. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์(NaOH) เข้มข้น 0.1 mol/dm ³ จำนวน 150 cm ³ เมื่อนำมาเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 300 cm ³ สารละลายใหม่ที่ได้มีความเข้มข้นเท่าไรกำหนดมวลอะตอมของ H=1, O = 16, Na = 23 ก. 0.05 mol/dm ³ ข. 0.5mol/dm ³ ค. 5.0mol/dm ³ ง. 50.0mol/dm ³	0.40	0.29	0.67	ใช้ได้
7.	อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆที่กำหนดให้	พฤติกรรมด้านความเข้าใจ(ตอบ ข.) 15. ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย KOH เข้มข้น 0.25 mol/dm ³ จำนวน 400 cm ³ จะต้องใช้ KOH กี่กรัม กำหนดให้มวลอะตอมของ K = 39 , O = 16 , H = 1 ก. 4.3 ข. 5.6 ค. 10.7 ง. 11.2	0.40	0.64	1.00	ใช้ได้

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ ที่	ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	p	r	IOC	การ พิจารณา
7.	อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ ที่กำหนดให้	พฤติกรรมด้านการนำไปใช้(ตอบ ข.) 16. ในการทดลองหนึ่งปรากฏว่าต้องการกรดดินประสิว (HNO_3) เข้มข้น 0.1 โมลาร์ จำนวน 450 cm^3 แต่ในห้องปฏิบัติการมีแต่กรดดินประสิว ที่มีฉลากติดไว้ดังนี้ 70% (w/v) HNO_3 ความหนาแน่น 1.4 g/cm^3 จะต้องเตรียมสารละลายที่มีปริมาตรและความเข้มข้นตามที่ต้องการได้อย่างไร โดยกำหนด มวลอะตอม ของ $\text{H} = 1$, $\text{N} = 14$, $\text{O} = 16$ ก. นำกรด HNO_3 จากขวดมา 2.02 cm^3 แล้วเติมน้ำจนมีปริมาตรทั้งหมดเป็น 450 cm^3 ข. นำกรด HNO_3 จากขวดมา 4.05 cm^3 แล้วเติมน้ำจนมีปริมาตรทั้งหมดเป็น 450 cm^3 ค. นำกรด HNO_3 จากขวดมา 6.06 cm^3 แล้วเติมน้ำจนมีปริมาตรทั้งหมดเป็น 450 cm^3 ง. ใช้กรดจากขวดได้เลย	0.30	0.63	1.00	ใช้ได้
8.	เปรียบเทียบจุดเดือด จุดเยือกแข็ง และจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลาย สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกันแต่มีความเข้มข้นต่างกันและ สารละลายที่มีตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นเท่ากัน	พฤติกรรมด้านการวิเคราะห์(ตอบ ก.) 17. สารละลายมีตัวละลาย 1 กรัมในน้ำ 20 cm^3 ตัวละลายในข้อใดทำให้สารละลายมีจุดเยือกแข็งต่ำที่สุด กำหนดมวลอะตอมของ $\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$, $\text{O} = 16$ ก. ยูเรีย (H_2NCONH_2) ข. น้ำตาลกลูโคส ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) ค. น้ำตาลทราย ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) ง. สารละลายทั้งสามชนิดมีจุดเยือกแข็งเท่ากัน	0.37	0.64	1.00	ใช้ได้
		พฤติกรรมด้านการวิเคราะห์ (ตอบ ง.) 18. สารละลายมีตัวละลาย 240.0 g ในน้ำ 2.0 kg พบว่าจุดเยือกแข็งเป็น -3.72°C ถ้า K_f ของน้ำ = 1.86°C ตัวละลายควรเป็นสารใด กำหนดมวลอะตอมของ $\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$, $\text{O} = 16$ ก. C_{10}H_8 ข. $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ ค. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ง. CH_3COOH	0.20	0.75	1.00	ใช้ได้

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียน



ตาราง 20 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ (เต็ม 20 คะแนน)		ผลต่างคะแนน หลังเรียน – ก่อนเรียน (D)	D^2
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	2	6	4	16
2	8	8	0	0
3	6	13	7	49
4	4	12	8	64
5	5	10	5	25
6	3	12	9	81
7	8	8	0	0
8	3	12	9	81
9	6	8	2	4
10	6	13	7	49
11	6	7	1	1
12	5	13	8	64
13	5	11	6	36
14	5	12	7	49
15	7	10	3	9
16	7	14	7	49
17	5	8	3	9
18	5	10	5	25
19	4	13	11	121
20	6	12	6	36
21	4	12	8	64
22	5	12	7	49
23	6	12	6	36
24	3	13	10	100
25	7	13	6	36
26	10	11	1	1
27	8	15	7	49

ตาราง 20 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ (เต็ม 20 คะแนน)		ผลต่างคะแนน หลังเรียน – ก่อนเรียน (D)	D^2
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
28	10	14	4	16
29	4	10	6	36
30	6	9	3	9
31	2	9	7	49
32	13	12	-1	1
33	9	13	4	16
34	2	10	8	64
35	8	10	2	4
รวม	203	387	186	1,298
$\bar{X}$	5.8	11.06	5.31	37.09
S.D.	2.46	2.18	3.02	30.48

ตาราง 21 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปกติเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ (เต็ม 20 คะแนน)		ผลต่างคะแนน หลังเรียน – ก่อนเรียน (D)	D^2
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	6	8	2	4
2	6	8	2	4
3	4	9	5	25
4	8	5	-3	9
5	8	12	4	16
6	7	9	2	4
7	8	9	1	1
8	4	7	3	9
9	6	8	2	4
10	6	11	5	25
11	8	16	8	64
12	8	14	6	36
13	7	12	5	25
14	2	9	7	49
15	8	10	2	4
16	9	9	0	0
17	6	7	1	1
18	5	11	6	36
19	4	9	5	25
20	7	9	2	4
21	10	12	2	4
22	9	6	-3	9
23	7	4	-3	9
24	9	9	0	0
25	10	10	0	0
26	7	8	1	1
27	13	12	-1	1

ตาราง 21 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ (เต็ม 20 คะแนน)		ผลต่างคะแนน หลังเรียน – ก่อนเรียน (D)	D^2
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
28	9	10	1	1
29	7	11	4	16
30	6	4	-2	4
31	2	9	7	49
32	4	10	6	36
รวม	220	297	77	475
$\bar{X}$	6.88	9.28	2.40	14.84
S.D.	2.35	2.61	3.06	17.23



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาววันศิริ สมบุญ
วันเดือนปีเกิด	8 ตุลาคม พ.ศ. 2528
สถานที่เกิด	อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	54 หมู่ 1 ต.ทางพระ อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง 14120
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	ครู (คศ.1)
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2553	ครูผู้ช่วย โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร จ.กรุงเทพมหานคร 10300
พ.ศ. 2556	ครู คศ.1 โรงเรียนโพธิ์ทอง“จินตามณี” อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง 14120
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2543	ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2546	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2551	การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ. 5 ปี) สาขา วิทยาศาสตร์ – เคมี จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2557	การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.ม.) สาขา เคมี จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร