

การพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4

ขวัญสุดา ฤๅระการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยทักษิณ

2550

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จากมหาวิทยาลัยทักษิณ
ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยทักษิณ

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4
ชื่อ – ชื่อสกุลผู้ทำวิทยานิพนธ์ : นางสาวขวัญสุดา ภูระการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....ประธานที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสริม ทศศรี)

.....กรรมการที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.สุธาสินี บุญญาพิทักษ์)

มหาวิทยาลัยทักษิณอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยทักษิณ

(รองศาสตราจารย์ประดิษฐ์ มีสุข)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำเร็จการศึกษา เมื่อวันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยทักษิณ

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลือและการให้คำปรึกษาอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์เสริม ทศศิริ ประธานที่ปรึกษา และอาจารย์ ดร.สุธาสิณี บุญญาพิทักษ์ กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ แนวคิด วิธีการ คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดเวลา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นรา บุรณรัช ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ อาจารย์ ดร.เรวดี กระโหมวงศ์ และอาจารย์ ดร.สุรียา เหมตะศิลป์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะและแนวคิดหลายประการจนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่เห็นความสำคัญของงานวิจัยฉบับนี้ ที่ได้สละเวลาให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยด้วยความสนใจและเอาใจใส่อย่างดียิ่ง รวมทั้งขอขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียน ครูอาจารย์ และนักเรียน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานนครศรีธรรมราช ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณพ่อบุญโชค ภูวะการ คุณแม่เจริญศรี ภูวะการ ตลอดจนญาติพี่น้องทุกท่าน รวมทั้งพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ นิสิตสาขาวิชาการวัดผลการศึกษาทุกท่านที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณผู้ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าทั้งหลายที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาต่อบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้ความเมตตาและสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

ขวัญสุดา ภูวะการ

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งประกอบด้วยแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี และแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยหาคุณภาพของเครื่องมือด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน และความเชื่อมั่น สร้างเกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น ผลการศึกษาพบว่า

คุณภาพของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่า 0.71 ถึง 1.00 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งหมด มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 อำนาจจำแนกรายข้อ โดยการทดสอบที (t-test) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกข้อ มีค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ค่าสหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.64 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.22 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสังเกต มีค่าเท่ากับ 0.91 เกณฑ์ปกติของแบบสังเกต มีค่าอยู่ระหว่าง T_{25} ถึง T_{75} และคุณภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่า 0.71 ถึง 1.00 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพโดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี และแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.63 ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79 ความยากง่ายมีค่าตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.72 อำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.70 และเกณฑ์ปกติมีค่าอยู่ระหว่าง T_{23} ถึง T_{69}

ABSTRACT

This study was to development of instrument to measure the experiment laboratory basic learning content of chemical of the learning content area group of science for student of the fourth stage of grades. The instruments consisted of an observation form experiment basic learning content of chemical and an understanding test of experiment basic learning content of chemical. The instruments were checked for quality in terms of content validity, construct validity, concurrent validity, difficulty, discriminative power, scoring-criterion reliability and reliability. Norms were constructed, as were manuals of instruments to measure the experiment laboratory basic learning content of chemical. The sample used, by means of multi-stage random sampling, consisted of 364 students of secondary grade 4 from government schools in Nakornsitammarat Educational zone in the 2006 academic year. The findings of the study were as follows.

Regarding the quality of the observation form of experiment basic learning content of chemical and showed content validity on the basis of index of correspondence at 0.71 to 1.00 The construct validity by correlation analysis of item scores versus total scores was statistically significant at the 0.01 level. The item discriminative power by t-test was at the 0.01 level of statistical significance for all items. The scoring-criterion reliability by correlation analysis of the scores from the researcher and teacher was statistically significant at the 0.01 from 0.25 to 0.64 and statistically significant at the 0.05 at 0.22 . The reliability of the observation form was 0.91 in value. The norms of the observation form ranged in value as follows : T_{25} to T_{75} Regarding the quality of the understanding test of experiment basic learning content, the content validity on the basis of index of correspondence ranged in value from 0.71 to 1.00 The concurrent validity by correlation analysis of the scores from the observation form experiment basic learning content and from the understanding test of experiment basic learning content was statistically significant at the 0.01 was 0.63. The reliability was 0.79 in value The difficulty ranged in value from 0.33 to 0.72 and the discriminative power from 0.20 to 0.70. And the norms were from T_{23} to T_{69}

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี	11
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดปฏิบัติ	48
ความหมายของการวัดผลการปฏิบัติ	48
ประเภทของแบบทดสอบการปฏิบัติ	50
พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติ	55
เครื่องมือในการวัดผลปฏิบัติ	63
วิธีการวัดผลงานด้านการปฏิบัติ	68
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวัดผลงานด้านปฏิบัติ	70
วิธีกำหนดระดับคะแนนแบบ รูบริก (rubric)	80
ความเชื่อมั่นของการวัดผลการปฏิบัติ	86
ความเที่ยงตรงของการวัดผลด้านปฏิบัติ	88
ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบการปฏิบัติ	89
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	91
กรอบแนวคิดของการวิจัย	101
3 วิธีดำเนินการวิจัย	104
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	104
เครื่องมือที่พัฒนา	107
ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ	109
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	119

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	120
4 ผลการวิจัย	122
ผลการวิจัย	124
5 บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	153
บทย่อ	153
สรุปผล	154
อภิปรายผล	158
ข้อเสนอแนะ	164
บรรณานุกรม	166
ภาคผนวก	172
ประวัติย่อผู้วิจัย	249

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 พฤติกรรมย่อยและตัวบ่งชี้	42
2 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่ม	106
3 อำนาจจำแนกรายชื่อของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดย การทดสอบที่ จากการทดสอบครั้งที่ 1	125
4 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จากการทดสอบครั้งที่ 1	127
5 อำนาจจำแนกรายชื่อของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดย การทดสอบที่ จากการทดสอบครั้งที่ 2	129
6 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หาโดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จากการทดสอบครั้งที่ 2	131
7 อำนาจจำแนกรายชื่อของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดย การทดสอบที่ จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ	133
8 สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายชื่อกับคะแนนทั้งฉบับ ของแบบสังเกตการทดลอง สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หาโดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จากการทดสอบ เพื่อหาคุณภาพ	135
9 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หาโดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ ..	137
10 ความเชื่อมั่นของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จากการ ทดสอบเพื่อหาคุณภาพ	139
11 ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลอง สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จากการทดสอบครั้งที่ 1	140
12 ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลอง สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จากการทดสอบครั้งที่ 2	143

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
13 ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ	146
14 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ	149
15 เกณฑ์ปกติของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี	150
16 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี	151
17 ดัชนีความสอดคล้องของ พฤติกรรมบ่งชี้ ของการทดลองในขั้นเตรียม	176
18 ดัชนีความสอดคล้องของ พฤติกรรมบ่งชี้ ของการทดลองในขั้นปฏิบัติ	177
19 ดัชนีความสอดคล้องของ พฤติกรรมบ่งชี้ ของการทดลองในขั้นผลงาน	178
20 ดัชนีความสอดคล้องของ พฤติกรรมบ่งชี้ ของกิจนิสัยในการทดลอง	179
21 ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี	181
22 ดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี	185

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐาน เคมี	104
2 ขั้นตอนการพัฒนาแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี	110
3 ขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐาน เคมี	116

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนผลผลิตต่างๆ ที่คนได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง

วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (knowledge - based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy for all) เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีมนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญอย่างยิ่งคือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาชาติประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการทดลองค้นคว้าการสังเกตคิดค้นและนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งในชีวิตประจำวันของคนเราก็ก็น่าจะใช้วิทยาศาสตร์โดยไม่รู้ตัว ในทางการศึกษาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่ใช่ชื่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยตรงมีตั้งแต่อนุบาล ชั้นประถมศึกษา โดยครูใช้วิธีการสอนแบบบูรณาการ พอมาถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นก็ได้มีวิชาเรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเดี่ยว ๆ ส่วนมัธยมศึกษาตอนปลายจะเน้นเรียนวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน

การจัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 มุ่งเน้นการศึกษาเพื่อเพิ่มพูนความรู้และทักษะเฉพาะด้าน มุ่งปลูกฝังความรู้ ความสามารถ

และทักษะในวิทยาการและเทคโนโลยีเพื่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาต่อ และการประกอบอาชีพมุ่งมั่นพัฒนาตนและประเทศตามบทบาทของตนสามารถเป็นผู้นำและให้บริการชุมชนในด้านต่างๆ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 :10) มีการจัดการศึกษามุ่งเน้นความสำคัญทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และความรับผิดชอบต่อสังคมเพื่อพัฒนาคนให้มีความสมดุล โดยยึดหลักผู้เรียนสำคัญที่สุด ทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ มุ่งเน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ไขปัญหา ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 : 3) การวัดผลและประเมินผลมุ่งหาคำตอบว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทั้งทางด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์ มีวิธีการที่หลากหลาย เน้นการปฏิบัติให้สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 : 24) เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะตามที่หลักสูตรต้องการ โดยให้ถูกต้องตามจุดเน้นของเนื้อหาวิชา และธรรมชาติของวิชานั้นๆ ดังนั้นจึงต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม การวัดผลและประเมินผลก็ต้องวัดให้ถูกต้องเหมาะสม และควบคู่กับจัดกิจกรรมการเรียนดังกล่าวทุกระดับตลอดเวลา การวัดและประเมินผลจึงนับว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญกระบวนการหนึ่งของการศึกษา เพราะจะช่วยให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้า และความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน รวมทั้งข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มที่ตามศักยภาพ

แต่ในสภาพจริงการวัดและประเมินผลในโรงเรียนส่วนใหญ่ที่ปฏิบัติกันอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการใช้ข้อสอบซึ่งไม่สามารถสนองเจตนารมณ์การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนคิด ลงมือปฏิบัติด้วยวิธีอันหลากหลาย เพื่อสร้างองค์ความรู้ ส่วนการวัดผลภาคปฏิบัติ นั้นปรากฏว่า ยังมีรูปแบบที่ค่อนข้างขาดความเป็นปรนัยและยังมีผู้สนใจน้อยอยู่ โดยเฉพาะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ยังมีได้มีการปฏิบัติและการวัดผลประเมินผลเป็นกิจลักษณะ ซึ่งครูจำเป็นต้องใช้การสอบให้นักเรียนปฏิบัติจริง เพื่อที่จะวัดความสามารถในการปฏิบัติของนักเรียนได้อย่างเที่ยงตรง (กมล สูดประเสริฐ. 2528 : 41) อีกทั้งการออกแบบเครื่องมือยังไม่มีรูปแบบชัดเจน การให้คะแนนไม่เป็นระบบ และใช้ความเป็นอัตนัยของผู้ประเมินเป็นหลักในการตัดสินใจ ทำให้เกิดปัญหาการกำหนดมาตรฐานการประเมินและหลักในการตัดสินใจ (จิตนา ธนวิบูลย์ชัย. 2535 : 46-47)

สำหรับวิชาเคมีเป็นวิชาที่จัดอยู่ในสาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 :14) จัดการเรียนรู้การสอนเน้นให้มีการปฏิบัติ โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเฉพาะการปฏิบัติการทดลองทางเคมี ซึ่งปัจจุบันวิชาเคมี ปัญหาหนึ่งพบในการเรียนการสอนคือ การขาดแคลนเครื่องมือการวัดผลและประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวยังมีน้อยมาก และบางโรงเรียนไม่มีเครื่องมือวัดปฏิบัติสอดคล้องกับงานวิจัยของเพ็ญใจ แดนเจริญไพศาล (2533 : บทคัดย่อ) ศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร ครูส่วนใหญ่เน้นการสอนในเนื้อหาวิชามากกว่าให้นักเรียนปฏิบัติ เครื่องมือที่ใช้วัดก็เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบหรือข้อสอบอัตนัยซึ่งไม่สามารถวัดได้ ทำให้กิจกรรมการเรียนและการวัดผลประเมินผลไปคนละทิศทาง ไม่ตรงจุดมุ่งหมายแท้จริง ทำให้เกิดปัญหา นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และใช้ในการดำรงชีวิตได้ ซึ่งก่อให้เกิดความยุ่งยากและผลเสียให้กับผู้เรียนไม่น้อย ซึ่งผลที่ก่อให้เกิดได้ในระยะยาวดังกล่าวเห็นได้จากผลการแข่งขันเคมีโอลิมปิกวิชาการเป็นที่ยังไม่พอใจ ก็มีสาเหตุการขาดการฝึกปฏิบัติ และการใช้เครื่องมือการวัดผลยังเป็นข้อสอบเลือกตอบ ซึ่งขัดกับหลักธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้การสังเกตการปฏิบัติลงมือทำเป็นหลัก

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูที่จะพัฒนาความสามารถด้านเครื่องมือที่มีคุณภาพ แก้ปัญหาการขาดแคลนเครื่องมือการวัดปฏิบัติที่ยังไม่เป็นมาตรฐานและมีน้อยอยู่ เพื่อให้การทดสอบเป็นการคิดค้นและพัฒนาสมรรถภาพอย่างแท้จริง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในประเด็นต่อไปนี้

1. หาคุณภาพของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
2. สร้างเกณฑ์ปกติ และคู่มือการใช้เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้มีดังนี้

1. ทำให้ได้เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คือ แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี และแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องในการพัฒนาความสามารถในการปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4
2. ครูผู้สอนสามารถเลือกใช้ใช้ในการวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4
3. เป็นแนวทางการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติในเรื่องอื่นๆ หรือวิชาอื่นต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช จำนวน 66 โรงเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 3,120 คน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ : 18)
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราชที่มีการทดลองเคมีในห้องปฏิบัติการ

ทดลอง จำนวน 4 โรงเรียน ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 364 คน โดยได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling)

3. การวัดปฏิบัติการทดลองประกอบด้วย ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย

4. เครื่องมือที่พัฒนาครั้งนี้เป็นเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ประกอบด้วย

4.1 แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (rubric) 5 ระดับ จำนวน 1 ฉบับ แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสังเกตการทดลองในขั้นเตรียม

ตอนที่ 2 แบบสังเกตการทดลองในขั้นปฏิบัติ

ตอนที่ 3 แบบสังเกตการทดลองในขั้นผลงาน

ตอนที่ 4 แบบสังเกตกิจนิสัยในการทดลอง

4.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

5. คุณภาพของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในการศึกษา ค้นคว้าครั้งนี้หาคุณภาพในด้านต่างๆดังนี้

5.1 แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

5.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

5.1.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

5.1.3 อำนาจจำแนก

5.1.4 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน

5.1.5 ความเชื่อมั่นของแบบสังเกต

5.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

5.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

5.2.2 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

5.2.3 ความยากง่าย

5.2.4 อำนาจจำแนก

5.2.5 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

นียมศัพท์เฉพาะ

1. เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หมายถึง เครื่องมือวัดความสามารถในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด คือ แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี และแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

2. แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หมายถึง แบบสังเกตวัดความสามารถในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (rubric) 5 ระดับ จำนวน 1 ฉบับ แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสังเกตการทดลองในขั้นเตรียม

ตอนที่ 2 แบบสังเกตการทดลองในขั้นปฏิบัติ

ตอนที่ 3 แบบสังเกตการทดลองในขั้นผลงาน

ตอนที่ 4 แบบสังเกตกิจนิสัยในการทดลอง

3. แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หมายถึง แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

4. การทดลองในขั้นเตรียม หมายถึง การวางแผนออกแบบ ตรวจสอบสืบค้นและมีความรู้ความเข้าใจวัตถุประสงค์ การเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ทดลองจนสารเคมี ก่อนการทดลอง

5. การทดลองในขั้นปฏิบัติ หมายถึง การดำเนินการทดลองตามวิธีที่กำหนดอย่างมีขั้นตอน มีทักษะในการสังเกต ทักษะการวัด และมีเทคนิคในการบันทึกข้อมูล

6. การทดลองในขั้นผลงาน หมายถึง การจัดกระทำผลการทดลอง ตั้งแต่การจดบันทึกข้อมูล การจัดลำดับ วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล สรุปและอภิปรายผล ตลอดจนทำนายแนวโน้มและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

7. กิจนิสัยในการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติตามกฎระเบียบของการทดลองตั้งแต่ก่อนเริ่มการทดลอง ระหว่างทำการทดลอง และหลังทำการทดลองเสร็จ

8. คุณภาพของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ด้านต่างๆ ดังนี้

8.1 แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หากคุณภาพดังนี้

8.1.1 ความเที่ยงตรง (validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบสังเกตการทดลอง สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งวัดได้ถูกต้องในสิ่งที่ต้องการวัดและตรงตามจุดมุ่งหมาย ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยหาความเที่ยงตรง 2 ชนิด คือ

8.1.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่สามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมเนื้อหา สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบ

8.1.1.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่สามารถวัดได้ตรงตาม ลักษณะโครงสร้างความสามารถในการปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้เคมี โดยการหา สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับ (item-test correlation)

8.1.2 อำนาจจำแนก (discrimination) หมายถึง คุณสมบัติของแบบสังเกต การทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่สามารถจำแนกหรือแยกผู้ที่มีความสามารถสูงกับผู้ที่มี ความสามารถต่ำออกจากกัน โดยใช้การทดสอบที (t-test)

8.1.3 ความเชื่อมั่น (reliability) หมายถึง คุณสมบัติของแบบสังเกตการ ทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่ให้ผลการวัดที่มีความคงเส้นคงวาไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม หรือให้ผลสอดคล้องกันระหว่างผู้วัดหลายคน ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยหาความเชื่อมั่น 2 ด้าน ดังนี้

8.1.3.1 ความเชื่อมั่นของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐาน เคมี ที่สามารถให้ผลการวัดที่มีความคงที่แน่นอน ซึ่งคำนวณค่าคะแนนของแบบสังเกตโดยวิธีหา สัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient) ของครอนบาค

8.1.3.2 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน หมายถึง คุณสมบัติของ เกณฑ์ให้คะแนนวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้เคมี ที่สามารถให้ผลการวัดที่สอดคล้องกัน ระหว่างผู้สังเกต โดยสามารถพิจารณาได้จากการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการ ปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีของนักเรียน โดยผู้สังเกต 2 คน คือ ผู้วิจัยกับอาจารย์ ผู้สอน

8.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หากคุณภาพ ดังนี้

8.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่สามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบ

8.2.2 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (concurrent validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่สามารถวัดได้ตรงตามสภาพที่แท้จริงสามารถพิจารณาได้จากการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีกับคะแนนที่ได้จากแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

8.2.3 ความยากง่าย (difficulty) หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกจากการตอบแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้เคมี ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรวิเคราะห์อย่างง่าย

8.2.4 อำนาจจำแนก (discrimination) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่สามารถจำแนกหรือแยกผู้ตอบที่ได้คะแนนสูงกับผู้ตอบที่ได้คะแนนต่ำออกจากกันโดยใช้สูตรวิเคราะห์อย่างง่าย

8.2.5 ความเชื่อมั่น (reliability) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่สามารถให้ผลการวัดที่มีความคงที่แน่นอน โดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

9. เกณฑ์การให้คะแนน (rubric scale) หมายถึง คำอธิบายพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติที่กำหนดขึ้น เพื่อบอกระดับคุณภาพในการวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยระบุเป็นตัวเลข ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติโดยการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

10. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง บุคคลที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

10.1 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาเคมี เป็นผู้ที่จบการศึกษาทางด้านวิชาเคมีในระดับไม่ต่ำกว่าปริญญาโท และมีประสบการณ์ในการทำงานด้านวิชาเคมี ไม่น้อยกว่า 5 ปี

10.2 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลการศึกษา เป็นผู้ที่จบการศึกษาทางด้านการวัดผลการศึกษา ในระดับไม่ต่ำกว่าปริญญาโท และมีประสบการณ์ในการทำงานด้านการวัดผลการศึกษา ไม่น้อยกว่า 5 ปี

11. เกณฑ์ปกติ (norms) หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายแจกแจงคะแนนความสามารถในการวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งได้จากการวัดด้วยเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี เป็นคะแนนที่บอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ในช่วงใดของประชากร โดยแสดงในตารางเพื่อ บอกความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบกับคะแนนที่ปกติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
 - 1.1 ความหมายและความสำคัญของวิชาเคมี
 - 1.2 หลักสูตรการศึกษาวิชาเคมี
 - 1.3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.4 การทดลองวิชาเคมี
 - 1.5 แนวปฏิบัติหรือคุณลักษณะที่ควรปฏิบัติในการทดลอง
 - 1.6 การวัดและประเมินผลการทดลองวิชาเคมี
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดปฏิบัติ
 - 2.1 ความหมายของการวัดผลการปฏิบัติ
 - 2.2 ประเภทของแบบทดสอบการปฏิบัติ
 - 2.3 พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติ
 - 2.4 เครื่องมือในการวัดผลการปฏิบัติ
 - 2.5 วิธีการวัดผลงานด้านการปฏิบัติ
 - 2.6 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวัดผลงานด้านปฏิบัติ
 - 2.7 วิธีการกำหนดระดับคะแนนแบบ รูบรีค (rubric)
 - 2.8 ความเชื่อมั่นของการวัดผลการปฏิบัติ
 - 2.9 ความเที่ยงตรงของการวัดผลการปฏิบัติ
 - 2.10 ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบการปฏิบัติ
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. กรอบแนวคิดของการวิจัย

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

ในการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในเรื่องความหมายและความสำคัญของวิชาเคมี ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ความหมายและความสำคัญของวิชาเคมี

ความหมายและความสำคัญของวิชาเคมีจะนำเสนอใน 2 ด้าน คือ ความหมายและความสำคัญ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหมายของวิชาเคมี

วิชาเคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์กายภาพที่ศึกษาเรื่องราวของสสารเกี่ยวกับองค์ประกอบ โครงสร้าง สมบัติ ซึ่งมีพื้นฐานมาจากองค์ประกอบ และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ ทำให้เกิดสารใหม่ขึ้นที่เรียกว่า ปฏิกิริยาเคมี ตลอดจน กฎ ทฤษฎี และสมมุติฐานต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงนั้นๆ

วิชาเคมีจะศึกษาสารเริ่มตั้งแต่อะตอมและโมเลกุลง่ายๆ เช่น น้ำ จนกระทั่งโมเลกุลที่ซับซ้อน และมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เช่น จีน (gene) วิชาเคมีจึงมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับวิชาฟิสิกส์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร พลังงาน และความสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน วิชาเคมีใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้จากฟิสิกส์เกี่ยวกับธรรมชาติของสสารและพลังงาน นำไปศึกษาสมบัติและการมีปฏิกิริยาต่อกันระหว่างสสารการเข้าใจในเรื่องอะตอม ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของสสาร มีความสำคัญต่อวิชาเคมีมากเพราะสามารถนำไปอธิบายการมีปฏิกิริยาต่อกันระหว่างสสาร วิชาเคมียังมีความสัมพันธ์กับวิชาชีววิทยา ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ และการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ หรือกล่าวว่าเป็นเคมีของสิ่งมีชีวิต วิชาชีววิทยาใช้ข้อมูลทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ศึกษาสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้วิชาเคมียังสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ เช่นธรณีวิทยา ดาราศาสตร์ แล้วทำให้เกิดสาขาใหม่ของวิทยาศาสตร์ เป็น เคมีธรณี (geochemistry) และดาราศาสตร์เคมี (astrochemistry) เป็นต้น จากความสัมพันธ์ของวิชาเคมีกับวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ ทำให้วิชาเคมีขอบเขตกว้างขวางมาก เรื่องราวต่างๆ ที่อยู่ในขอบข่ายของวิชาเคมีสมัยใหม่มีมากมาย ตั้งแต่เรื่องใกล้ตัว เช่น การศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการทางเคมีที่เกิดในเซลล์สิ่งมีชีวิต องค์ประกอบของอากาศรอบๆ ตัวเรา จนกระทั่งสิ่งที่ไกลตัวเรามาก เช่น ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของดวงดาว เนื่องจากมนุษย์มีความสนใจเกี่ยวกับวัตถุต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเราความพยายามในการหาเหตุผล

และเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้น เป็นการกระตุ้นให้วิทยาศาสตร์เจริญรุดหน้าอย่างรวดเร็ว

ผลการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ (รวมสาขาวิชาเคมี) ทำให้มนุษย์สังเคราะห์สารเคมี ที่มีความสำคัญในชีวิตประจำวัน เช่น เส้นใยเสื้อผ้า และยางสังเคราะห์ เป็นต้น และผลจากการศึกษาค้นคว้าวิจัยเช่นเดียวกัน ทำให้เข้าใจถึงเรื่องราวของสิ่งมีชีวิตดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็มีผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิต เช่น ก่อให้เกิดมลพิษของสิ่งแวดล้อม อันเนื่องจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช การใช้พลาสติก และการใช้สารเคมีบางชนิดในกระบวนการผลิต เป็นต้น การแก้ปัญหาดังกล่าวก็ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาเคมีเช่นเดียวกัน

เนื่องจากวิชาเคมีเป็นวิทยาศาสตร์ทางการทดลอง (experimental science) กล่าวคือ ความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบ สมบัติ และการเปลี่ยนแปลงของสาร ตลอดจนกฎและทฤษฎีต่างๆ ต้องมีพื้นฐานมาจากการศึกษาวิจัย และการทดลองในห้องปฏิบัติการเป็นหลัก

1.1.2 ความสำคัญของวิชาเคมี

วิชาเคมีมีความสำคัญต่อบุคคลทั่วไป ถ้าพิจารณาถึงความก้าวหน้าของโลกในทุกวันนี้ ในด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และในส่วนของเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแล้วจะเห็นว่าได้มีการประยุกต์ความรู้ และหลักการทางเคมีไปใช้เกือบทั้งสิ้น ถ้าจะกล่าวถึงความสำคัญของวิชาเคมี อาจกล่าวได้ในเรื่อง การมีปรากฏการณ์ของชีวิต (หรือเคมีกับชีวิต) การดำเนินชีวิตประจำวัน และเกี่ยวกับการประยุกต์ความรู้และหลักการทางเคมีไปใช้ในด้านต่างๆ ความสำคัญดังกล่าวสรุปได้ดังนี้

1. เคมีกับชีวิต

สิ่งมีชีวิตประกอบด้วยหน่วยที่เล็กที่สุด เรียกว่า เซลล์ ภายในเซลล์ประกอบด้วยโมเลกุลของสารที่ไร้ชีวิตโมเลกุลของสารเคมีที่ไร้ชีวิตเหล่านี้รวมตัวกันเป็นโครงสร้างของเซลล์ทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เช่น ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) ทำหน้าที่เป็นแหล่งสร้างพลังงาน การทำงานขององค์ประกอบแต่ละส่วนเหล่านี้ เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในแต่ละองค์ประกอบเหล่านั้น การเปลี่ยนแปลงทางเคมีทั้งหลายที่เกิดขึ้นภายในเซลล์จำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ (enzymes) และถูกควบคุมการเปลี่ยนแปลงโดยสารพหุกรดนิวคลีอิก (nucleic acids) ที่อยู่ในนิวเคลียส คือ DNA (deoxyribonucleic acid) จึงกล่าวได้ว่า DNA ที่มีในนิวเคลียส เป็นตัวควบคุมให้การทำงานขององค์ประกอบของเซลล์ทั้งหลายเป็นไปอย่างปกติ มีการประสานกันอย่างมีระเบียบแบบแผน จนเป็นผลให้เซลล์แสดงปรากฏการณ์

ของชีวิตขึ้นได้ จึงอาจสรุปได้ว่า สาร (energy) และข้อมูลทางพันธุกรรม (genetic information) เป็นสิ่งจำเป็นที่สุดของชีวิต ซึ่งสิ่งมีชีวิตได้รับจากอาหาร น้ำ อากาศ (ซึ่งเป็นสารที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานในสิ่งมีชีวิตได้) และสารพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากชีวิตหนึ่งไปสู่อีกชีวิตหนึ่ง สารอินทรีย์ส่วนใหญ่ในเซลล์ คือ โปรตีน ลิพิด คาร์โบไฮเดรต และกรดนิวคลีอิก

2. เคมีกับการดำเนินชีวิต

ในการดำเนินชีวิตประจำวันมีปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญได้แก่ อาหาร ยา รักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม และที่อยู่อาศัย สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่เป็นสารเคมีในธรรมชาติ และสังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการทางเคมี ผลการศึกษาและวิจัยทางเคมี ทำให้เราทราบองค์ประกอบ และคุณค่าของอาหาร วิธีการเก็บรักษาอาหารไม่ให้งดเสีย รู้จักการนำสารเคมีในธรรมชาติ และที่สังเคราะห์ขึ้นมาใช้เป็นยาในทางการแพทย์ รู้จักนำสารเคมีมาใช้ทำเครื่องนุ่งห่ม ทำวัสดุก่อสร้าง และเครื่องใช้ต่างๆ ตลอดจนนำสารเคมีมาใช้เป็นแหล่งของพลังงาน เช่น ถ่านหิน ปิโตรเลียม เป็นต้น

3. เคมีกับการประยุกต์ในด้านต่างๆ

นอกจากความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับชีวิตดังกล่าว ได้มีการประยุกต์ความรู้ และหลักการทางเคมีไปใช้ในการอุตสาหกรรม ผลิตสินค้าเพื่อจำหน่าย มีการใช้สารเคมีเป็นวัตถุดิบ และใช้กระบวนการทางเคมีที่เกี่ยวข้องเป็นหลัก เช่น การผลิตปุ๋ยและยากำจัดศัตรูพืช เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ใช้สารเคมีผลิตยารักษาโรค เครื่องสำอาง เส้นใยสังเคราะห์ ยางเทียม วัสดุก่อสร้าง พลาสติก กระจก สี ย้อม วัตถุระเบิด และฟิล์มถ่ายรูป เป็นต้น

1.2 หลักสูตรการศึกษาระดับมัธยมศึกษา

การพัฒนาของหลักสูตรวิชาเคมีเป็นดังนี้

1.2.1 หลักสูตรวิชาเคมี ฉบับ พ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533)

นับตั้งแต่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย พ.ศ. 2524 เป็นต้นมาจนถึงปีการศึกษา 2533 เป็นเวลา 10 ปี ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวได้มีการเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจ สังคม การเมือง วัฒนธรรม และความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ดังนั้นกระทรวงศึกษาธิการจึงได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ปรับปรุงหลักสูตรวิชาเคมีใหม่ แต่ยังคงไว้ซึ่งหลักการเดิม คือ ดำเนินการปลูกฝังให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นการเรียนการสอนเป็นการทดลองเน้นหลักสูตรและใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะโดยมีครูเป็นผู้ช่วยเหลือ หลักสูตรวิชาเคมีนี้มีจุดมุ่งหมายของหลักสูตร 7 ข้อ คือ (กรมวิชาการ, 2533 : 7-8)

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชา
วิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและค้นคิดทางวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวล
มนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้
ประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า
7. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการความสามารถในการแก้
ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

1.2.2 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544

เป็นหลักสูตรแกนกลางที่มีโครงสร้างหลักสูตรยืดหยุ่น กำหนดจุดหมาย ซึ่ง
ถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในภาพรวม 12 ปี สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้แต่ละกลุ่ม
สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นเป็นช่วงชั้นละ 3 ปี จัดเฉพาะส่วนที่จำเป็นสำหรับการ
พัฒนาคุณภาพชีวิตความเป็นไทย การจัดการศึกษามุ่งเน้นความสำคัญทั้งด้านความรู้ ความคิด
ความสามารถ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และความรับผิดชอบต่อสังคม โดยยึดหลักผู้เรียน
สำคัญที่สุด ทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนา
ตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ มีการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด
การจัดการเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรม
ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็นในทุกกลุ่มสาระ
การเรียนรู้ ซึ่งในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดหลักสูตรเป็น 4 ช่วงชั้น ตามระดับ
พัฒนาการของผู้เรียนดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 : 5)

- ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3
- ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6
- ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3
- ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

และกำหนดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะเป็น 8 กลุ่มสาระ ดังนี้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

สำหรับวิชาเคมีจัดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.3 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

1.3.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรการศึกษาระดับขั้นพื้นฐานได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อเรียนจบการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน ซึ่งกำหนดไว้เฉพาะส่วนที่จำเป็นสำหรับเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตให้มีคุณภาพ สำหรับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน สถานศึกษาสามารถพัฒนาเพิ่มเติมได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 :12)

1.3.2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 :14)

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สำรวจตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายการรักษาดุลยภาพของเซลล์และร่างกายพืช สัตว์ กลไกในการควบคุมดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตและการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

3. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายถึงประโยชน์ของเทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ผลของเทคโนโลยีชีวภาพและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

4. สร้างสถานการณ์จำลองที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด และการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตสัมพันธ์กับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ ความหลากหลายของระบบนิเวศ และคุณภาพของระบบนิเวศ

2. สำรวจ วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศและระดับโลก วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา วางแผนและลงมือปฏิบัติร่วมกับชุมชน ป้องกัน แก้ไขปัญหา เฝ้าระวัง อนุรักษ์ และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายโครงสร้างอะตอม ชนิดและจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ วิเคราะห์และเปรียบเทียบการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่างๆ ในอะตอม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา

2. สำรวจตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติสารประกอบและเลขอะตอมของธาตุ อธิบายการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ และทำนายแนวโน้มของสมบัติของธาตุในตารางธาตุ

3. สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายและอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโมเลกุลหรือในโครงผลึกของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารในเรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น

4. สำรวจตรวจสอบ อภิปรายและเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งสารที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่จะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5. สํารวจตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การนำความรู้เกี่ยวกับการควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

6. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการและผลิตภัณฑ์จากการแยกแก๊สธรรมชาติ การกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ รวมถึงอันตรายหรือมลภาวะที่อาจเกิดขึ้นจากสารในผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนหรือหลังการนำไปใช้ประโยชน์

7. สังเกต สํารวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายการเกิดและสมบัติของพอลิเมอร์ การนำพอลิเมอร์ไปใช้ได้เหมาะสม

8. สืบค้นข้อมูล สํารวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายองค์ประกอบสมบัติ ประโยชน์ และปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต ไขมันและกรดไขมัน โปรตีนและกรดอะมิโน สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สํารวจตรวจสอบ วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้ารวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

2. วิเคราะห์ และอธิบายแรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียสและแรงระหว่างอนุภาค

3. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง

4. สํารวจตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์

สารที่ 5 พลังงาน

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สํารวจตรวจสอบ และอธิบายสมบัติของคลื่นกล และความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็ว

2. สํารวจตรวจสอบ และอธิบายการเกิดคลื่นเสียง ความเข้มของเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพของเสียง มลภาวะของเสียงที่มีผลต่อสุขภาพ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สืบค้นข้อมูล และอธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

4. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ (ฟิวชันและฟิชชัน) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5. สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสี การนำมาใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปฏิกฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญ ผลต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และการนำมาใช้ประโยชน์

2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ การเปรียบเทียบลำดับชั้นหินและอายุของหิน สำหรับศึกษาความเป็นมาของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ พลังงานของดาวฤกษ์เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน

2. สืบค้นข้อมูล สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะ และในกาแล็กซี ความกว้างใหญ่ของเอกภพ

3. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลกและในอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

1. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

2. สร้างสมมุติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ
4. เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกตการวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งทางกว้างและลึก ในเชิงปริมาณและคุณภาพ
5. เก็บรวบรวมข้อมูล และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล
6. จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม
7. วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญเพื่อตรวจสอบกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้
8. สร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ หรือระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบ
9. พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอและการปรับปรุง วิธีการสำรวจตรวจสอบ
10. นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และในชีวิตจริง
11. ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง
12. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่
13. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6) สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีจัดอยู่ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสารและพอจะสรุปมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 ได้ดังนี้

1. สังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล ค้นคว้ารวบรวมข้อมูล
2. อภิปราย อธิบายกระบวนการต่างๆ และทำนายแนวโน้ม
3. วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบข้อมูล
4. สร้างสมมุติฐาน สร้างสถานการณ์จำลองหรือรูปแบบจำลองและทดลอง
5. เลือกว่าวัสดุ อุปกรณ์ เทคนิควิธีอย่างถูกต้อง
6. เก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผล และแปลความหมายข้อมูล เขียนรายงาน
7. นำเสนอข้อมูล จัดแสดงผลงาน
8. นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.3.3 การจัดสาระการเรียนรู้สำหรับช่วงชั้นที่ 4

ช่วงชั้นนี้ นักเรียนสามารถเลือกเรียนตามความถนัดและความสนใจได้ จึงมีนักเรียนทั้งกลุ่มที่มีความถนัดและประสงค์จะเรียนต่อในระดับสูงในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ กับกลุ่มที่ประสงค์จะเรียนต่อในระดับสูงสาขาอื่นๆ ที่ไม่เน้นวิชาวิทยาศาสตร์ จึงมีรายวิชาของสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ซึ่งต้องจัดให้เรียนทุกคน และแนวการจัดรายวิชาของสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ดังนี้

1.3.3.1 สาระการเรียนรู้พื้นฐานจัดไว้ 4 รายวิชา 6 หน่วยกิต แยกตามสาระจัดเป็นรายวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งสถานศึกษาอาจจัดใหม่เป็นแบบบูรณาการได้ สำหรับนักเรียนที่เรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ ควรจัดรายวิชาพื้นฐานทั้งหมดให้เรียนในชั้น ม. 4 หรือ ม.5 ภาคเรียนที่ 1 และเรียนรายวิชาเพิ่มเติมในชั้น ม.5-6 ส่วนนักเรียนกลุ่มที่เรียนไม่เน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ อาจจัดให้เรียนรายวิชาพื้นฐานในชั้น ม.4-5 และเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมอีกเล็กน้อยในชั้น ม.6 หรือขยายรายวิชาพื้นฐานออกเป็น 6 รายวิชาให้เรียนในชั้น ม.4-6 เลยก็ได้ ทั้งนี้จะเรียนรายวิชาใดในภาคเรียนใดก็ได้แต่ต้องจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เรียนทุกชั้นปี

1.3.3.2 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ควรจัดสำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังนี้

1.3.3.2.1 นักเรียนที่เรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์เพื่อจะศึกษาต่อด้านวิทยาศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ควรจัดรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมให้เพียงพอที่จะเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาประมาณ 26-30 หน่วยกิต

1.3.3.2.2 นักเรียนที่มีความสามารถสูงทางวิทยาศาสตร์ ควรจัดรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมประมาณ 26-30 หน่วยกิต แต่จัดรายวิชาเข้มเป็น honor program

1.3.3.2.3 นักเรียนที่เรียนไม่เน้นหนักทางวิทยาศาสตร์และศึกษาต่อทางด้านสังคมศาสตร์หรือด้านอื่นที่ไม่ต้องการพื้นฐานวิทยาศาสตร์มากนัก ควรจัดรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมอีกประมาณ 3-4 หน่วยกิต โดยจัดรายวิชาที่สอดคล้องกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน หรือสอดคล้องกับสาขาที่จะศึกษาต่อ

1.3.4 สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 :14)

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายโครงสร้างอะตอม ชนิดและจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ วิเคราะห์และเปรียบเทียบการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่าง ๆ ในอะตอม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา

2. สำรวจตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติสารประกอบและเลขอะตอมของธาตุ อธิบายการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ และทำนายแนวโน้มของสมบัติของธาตุในตารางธาตุ

3. สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายและอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโมเลกุลหรือในโครงผลึกของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารในเรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น

4. สำรวจตรวจสอบ อภิปรายและเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งสารที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่จะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5. สํารวจตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การนำความรู้เกี่ยวกับการควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการและผลิตภัณฑ์จากการแยกแก๊สธรรมชาติ การกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ รวมถึงอันตรายหรือมลภาวะที่อาจเกิดขึ้นจากสารในผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนหรือหลังการนำไปใช้ประโยชน์

2. สังเกต สํารวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายการเกิดและสมบัติของพอลิเมอร์ การนำพอลิเมอร์ไปใช้ได้เหมาะสม

3. สืบค้นข้อมูล สํารวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายองค์ประกอบ สมบัติประโยชน์ และปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต ไขมันและกรดไขมัน โปรตีนและกรดอะมิโน

จากมาตรฐานการเรียนรู้สาระที่ 3 สารและสมบัติของสารพอจะสรุปมาตรฐานการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. สังเกต
2. สํารวจตรวจสอบ
3. สืบค้นข้อมูล
4. อภิปราย
5. อธิบาย
6. เปรียบเทียบ
7. วิเคราะห์ข้อมูล
8. ทำนายแนวโน้ม
9. เขียนสมการ

1.4 การทดลองวิชาเคมี

การได้มาของข้อมูลในทางวิทยาศาสตร์นั้นอาจทำได้หลายทาง เช่น จากการสังเกตปรากฏการณ์ของธรรมชาติโดยตรง หรือ อีกทางหนึ่งนั้นอาจจะได้จากการสังเกตโดยผ่าน

การทดลองซึ่งเป็นการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้น การทดลองจึงเป็นการกระทำอย่างหนึ่งที่ทำให้ได้ข้อมูลที่ความเชื่อมั่นได้ ซึ่งข้อมูลนี้จะนำไปใช้ในการสร้างเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2528 : 245)

ในการทดลองวิชาเคมีได้นำเสนอ ความหมายของการทดลอง การออกแบบการทดลอง ประเภทของการทดลอง ขั้นตอนการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.4.1 ความหมายของการทดลอง

สแตฟฟอร์ดและคณะ (Stafford et al. 1977 : 57) ได้ให้ความหมายของการทดลองไว้ว่า การทดลองเป็นการสร้างเหตุการณ์หรือสถานการณ์จำลองขึ้นอย่างหนึ่งเพื่อจะได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นภายใต้การควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ ไว้แล้ว และเพื่อว่าจะได้ทดสอบซ้ำได้อีก นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองเพื่อจะสำรวจ หรือเพื่อดูว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้างภายใต้สถานการณ์อย่างนี้ หรือทำการทดลองเพื่อดูว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้างภายใต้สถานการณ์อย่างนี้ หรือทำการทดลองเพื่อจะทดสอบสมมติฐาน รูปแบบหรือโมเดลที่คิดไว้ การทดลองจะทำให้ได้ข้อมูล และข้อมูลนี้คือจุดประสงค์ของการทดลอง จากความหมายของการทดลองที่สแตฟฟอร์ดและคณะได้กล่าวไว้นี้ พอจะแปลความได้ว่า วัตถุประสงค์ของการทดลองนั้นมี 2 อย่าง คือ

1. ทดลองเพื่อสำรวจหาข้อมูลภายใต้การควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ ไว้ โดยไม่ต้องมีการแบ่งกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบ การทดลองแบบนี้จะมีตั้งแต่การทดลองที่ง่าย ๆ ไปจนถึงยุ่งยากสลับซับซ้อน

การทดลองที่ง่าย ๆ นั้นอาจจะเป็นการทดลองที่คอลเล็ตต์ (Collette. 1973 : 229) เรียกว่า การทดลองแบบ 3 ขั้นตอน (three-step attack experiment) คือ ขั้นที่ 1 ตั้งปัญหา ขั้นที่ 2 ทำการทดลองแล้วสังเกตดูผล ขั้นที่ 3 สรุปผล ตัวอย่างเช่น น้ำแข็งจะลอยในน้ำมันก๊าดหรือไม่ การทดลองที่ทำได้ทันทีเพียงแต่หาแก้วน้ำ เติมน้ำมันก๊าดลงไปพอสมควร แล้วนำก้อนน้ำแข็ง 2-3 ก้อนหย่อนลงไปแล้วสังเกตดูผล จากนั้นก็สรุปได้เลยว่าจมน้ำหรือลอยน้ำ ถ้าอยากจะทำทดลองซ้ำก็สามารถทำได้อีกเช่นเดียวกัน

การทดลองที่คารินและซันด์ (Carin & Sund. 1975 : 220) เรียกว่าการสำรวจค้นหามโนมติ (observational investigation) และการสำรวจค้นหาการจำแนกประเภท (classificational investigation) ก็จัดอยู่ในการทดลองดังกล่าวเช่นกัน เช่น จะหามโนมติของเซลล์ กิจกรรมก็ไม่จำเป็นจะต้องมีการตั้งสมมติฐาน ให้นักเรียนดูเซลล์ของพืชหลายๆ ชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์บันทึกข้อมูลที่ได้ในที่สุดก็สามารถสรุปคุณสมบัติร่วมของเซลล์ได้หรือถ้าอยากจะรู้ว่าพืชดอกแบ่งออกเป็นกี่ชนิดกิจกรรมก็เพียงแต่ให้นักเรียนไปรวบรวมใบไม้ดอกหลายๆ ชนิด

สังเกตลักษณะของเส้นใบ แล้วจัดเข้ากลุ่มที่เหมือนกัน สามารถจะสรุปได้ว่าพืชดอกสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท เป็นต้น

การทดลองแบบไม่แบ่งกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับที่ยุ้งยากซับซ้อนขึ้นมาอีก เช่น การหาจุดเดือดของน้ำ การหาความสัมพันธ์ระหว่างความดันของก๊าซ (P) กับปริมาตร (V) เมื่อควบคุมในอุณหภูมิคงที่ (T) เพื่อดูผลที่ออกมาจะเป็นอย่างไรบ้าง เหล่านี้เป็นต้น

2. ทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานโดยมีการแบ่งกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับ การทดลองแบบนี้ภาษาอังกฤษเรียกว่า the controlled experiment การทดลองแบบนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (the controlled group) กับกลุ่มทดลอง (the experimental group) กลุ่มทดลองนี้เป็นกลุ่มที่ใส่ตัวแปรเข้าไปเพื่อดูผลการกระทบ ส่วนกลุ่มควบคุมมีไว้สำหรับเปรียบเทียบ หรือเป็นตัวเช็ค ทั้ง 2 กลุ่ม จะจัดให้มีสภาพสิ่งแวดล้อมเหมือนกันหมดทุกอย่างตลอดการทดลองเพียงแต่กลุ่มทดลองจะมีตัวแปรที่เราต้องการดูผลเพิ่มขึ้นมาเท่านั้นถ้าผลของการทดลองปรากฏว่า ทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันจริง สามารถสรุปได้ว่าตัวแปรนั้นมีผล ตัวอย่าง เช่น การทดลองของเรติเกี่ยวกับการเกิดตัวหนอน

เบสต์ (Best. 1970 :140) ได้ให้ความหมายของการทดลองไว้ว่า การทดลองเป็นวิธีการทำงานอย่างมีระเบียบและมีหลักการ เพื่อจะหาคำตอบของคำถามที่ว่าถ้าทำอย่างนี้แล้ว ภายใต้เงื่อนไขที่ควบคุมอย่างนี้แล้ว จะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ผู้กระทำการทดลองจะใส่ตัวแปรที่ต้องการดูผลกระทบลงไป หรือไม่ก็จัดสภาพสิ่งแวดล้อมใหม่ แล้วสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงของวัตถุที่ถูกกระทำหรือสังเกตดูสภาพการณ์ที่เปลี่ยนไป

คารินและซันด์ (Carin & Sund. 1975 :11) ได้ให้ความหมายของการทดลองไว้ว่า การทดลองจะต้องเป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่งซึ่งสภาพการณ์จะต้องมีการตั้งสมมติฐานขึ้นแล้วมีการทดสอบสมมติฐาน โดยแบ่งการทดสอบออกเป็นกลุ่มควบคุมกับกลุ่มตัวแปร

ความหมายของการทดลองของเบสต์ก็ดี ของคารินและซันด์ก็ดีต่างสอดคล้องกับความหมายที่สแตฟฟอร์ดและคณะได้ให้ไว้ และถ้าจะดูกิจกรรมของการทดลองแล้วสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ภาคก่อนหลังคือ

1. กิจกรรมภาคออกแบบการทดลอง (experimental planning)
2. กิจกรรมภาคปฏิบัติทดลอง (experimental performing) ในการทดลองที่ดีจะต้องมีกิจกรรมทั้ง 2 ภาคนี้ โดยเฉพาะภาคที่ 2 จะขาดไม่ได้

เมื่อนำการทดลองมาใช้ในโรงเรียน ไม่ว่าจะเป็นการทดลองแบบ แบ่งกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบ หรือการทดลองแบบไม่มีกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบก็ตาม การจัดการทดลองสามารถจัดได้เป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. การทดลองเชิงวิทยาศาสตร์ (experiment)
2. การทดลองเชิงฝึกหัด (laboratory exercise)
3. การทดลองเชิงจำกัดการแนะแนวทาง (guided experiment)

การทดลองเชิงวิทยาศาสตร์นั้น มาจากคำว่า experiment ในความหมายของคอลลิตต์ คัสแลนและสโตนให้ความหมายอย่างเดียวกัน

คอลลิตต์ (Collotte 1973 : 223-236) ได้ให้ความหมายของการทดลองเชิงวิทยาศาสตร์ (the real scientific experiment) ว่าเป็นการทดลองที่นักเรียนยังไม่รู้คำตอบมาก่อนว่า สิ่งที่จะสำรวจคั่นหานั้นคืออะไร เป็นอย่างไร และจะทำการคั่นหาอย่างไร ทุกสิ่งทุกอย่างนักเรียนจะต้องเป็นคนต้นคิดและดำเนินการด้วยตนเองทั้งหมด นักเรียนเป็นคนตั้งปัญหา คิดหาวิธีแก้ปัญหา ทำการแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล และในที่สุดมีการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปด้วยตนเอง การกระทำเช่นนี้เป็นการกระทำอย่างนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะพัฒนาความคิด อุปนิสัยและได้ประสบการณ์มาก

คัสแลนและสโตน (Kuslan & Stone. 1968 : 248) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า การทดลองมีความหมายเท่ากับการสำรวจคั่นหาสิ่งที่ยังไม่รู้ จะต้องมีการกำหนดตัวปัญหาขึ้นมาก่อน และการทดลองก็เป็นความพยายามที่จะคั่นหาคำตอบของปัญหาหรือทดสอบสมมติฐานอันเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ซึ่งในความหมายนี้นักเรียนนั้นเป็นผู้คิดและดำเนินการทั้งหมด

การทดลองเชิงฝึกหัด มาจากสิ่งที่คอลลิตต์เรียกว่า laboratory exercise หรือสิ่งที่คัสแลนและสโตนเรียกว่า laboratory experience คอลลิตต์ (Collotte. 1973 : 223-236) ให้ความหมายว่าการทดลองเชิงฝึกหัดเป็นแต่เพียงการสร้างความรู้ความคุ้นเคยกับการทดลอง และการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์เท่านั้น นักเรียนจะเป็นผู้กระทำกิจกรรมตามขั้นตอนและวิธีการต่างๆ ที่ครูได้ กำหนดไว้ และอธิบายไว้แล้ว เพื่อยืนยันว่าสิ่งที่ครูพูดไว้จริงหรือไม่ นักเรียนได้รู้ผลที่จะเกิดขึ้นและวิธีการที่จะทดลองมาแล้วล่วงหน้าแล้ว คัสแลนและสโตน (Kuslan and Stone. 1968 : 9,248) ก็พูดไว้เช่นเดียวกันว่า เป็นการทดสอบยืนยันสิ่งที่รู้มาแล้วที่มีอยู่ในตำรา (verification)

การทดลองเชิงวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการทดลองเชิงอุดมการณ์ เป็นการทดลองของผู้เป็นผู้ใหญ่แล้ว และต้องการเวลามาก ถ้านักเรียนสามารถนำมาใช้ได้ก็เป็นการดีที่สุด

การทดลองเชิงฝึกหัดนั้นเป็นการทดลองที่ทำตามแบบตามคู่มือ เป็นสิ่งที่โรงเรียนชอบใช้กันมาก เพราะมันสะดวกต่อการสอนแต่มันขัดกับปรัชญาวิทยาศาสตร์ ควรใช้แต่น้อยเท่าที่จำเป็นจริง ๆ การทดลองที่อยู่ระหว่างกลางคือ การทดลองเชิงจำกัด เป็นการทดลองที่สามารถนำมาใช้ในโรงเรียนคือ การออกแบบการทดลองบางส่วนจะมาจากครู และบางส่วนจะมาจากนักเรียน ส่วนการปฏิบัติทดลองนั้นนักเรียนต้องทำทั้งหมด

การทดลองเชิงจำกัดการแนะแนวทาง (guided experiment) หมายถึง การทดลองที่มีการออกแบบการทดลองบางส่วนจะมาจากครู และบางส่วนจะมาจากนักเรียนส่วนการปฏิบัติการทดลองนั้น นักเรียนทำเองทั้งหมด

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การทดลอง คือ กระบวนการสร้างเหตุการณ์หรือสถานการณ์จำลองขึ้นมาอย่างหนึ่ง เพื่อจะได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นภายใต้การควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ไว้แล้ว และเพื่อจะได้ทดสอบซ้ำได้อีกโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะทดสอบสมมติฐานซึ่งยังเป็นรูปแบบที่ยังสงสัยอยู่ โดยการกระทำให้วัตถุหรือสถานการณ์เกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

1.4.2 การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลอง โจเซฟและคณะ (Joseph et al.1976 : 56) บอกว่ามีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง 4 ประการ ดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับตัวปัญหาและวัตถุประสงค์ของการทดลอง การทดลองจะต้องมีปัญหหรือวัตถุประสงค์ ปัญหาของการทดลองครั้งนี้คืออะไร (ปุ๋ยชนิดใดที่เหมาะสมสำหรับใส่หญ้าในสนาม) การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์อะไร (เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบบจากการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆ ที่มีต่อหญ้าในสนาม)

2. วิธีการทดลอง จะทำการทดลองอย่างไรจึงจะได้คำตอบของปัญหา หรือของวัตถุประสงค์ วิธีการทดลองมีได้หลายวิธีจะเลือกวิธีไหนขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่มีและความถนัดของผู้ทดลองด้วย วิธีในการทดลองจะต้องระบุ

2.1 ตัวแปรอิสระ คือสิ่งที่เราต้องการดูผลกระทบ

2.2 กลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่เราไม่ต้องการดูผลกระทบจากตัวแปรอิสระเป็นกลุ่มที่มีไว้สำหรับเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใส่ตัวแปรที่ต้องการดูผล

3. การบันทึกผลการทดลอง การทดลองจะต้องมีการบันทึกผลการทดลองผลบางอย่างต้องมีการวัดบางอย่างไม่จำเป็น (จะบันทึกผลอย่างไร การสังเกตการณ์วัด-แบบฟอร์ม ที่ใช้)

4. การลงข้อสรุป จะลงข้อสรุปอย่างไรจึงจะตรงกับการทดลองซึ่งการตีความหมายเพื่อลงข้อสรุปเป็นสิ่งสำคัญมาก

สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงทั้ง 4 ประการนี้มีความสัมพันธ์กันตลอด เมื่อมีการประเมินผลการทดลองจะต้องประเมินผลทั้ง 4 อย่างนี้

ข้อเสนอแนะของโจเซฟ และคณะนี้มีประโยชน์ในการที่จะนำไปใช้ในการออกแบบการทดลอง การออกแบบการทดลองเป็นพิมพ์เขียว (blue print) ของวิธีการทดลองที่จะทำให้ได้มองเห็นภาพที่จะทำการทดลองทั้งหมด สิ่งที่ขาดไม่ได้ที่จะบรรจุไว้ในการออกแบบการทดลองคือ ปัญหา-วัตถุประสงค์-วิธีการทดลอง-ตารางบันทึกข้อมูล

1.4.3 ประเภทของการทดลอง

การทดลองทางวิทยาศาสตร์อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ การทดลองแบบไม่แบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ และการทดลองแบบลองผิดลองถูก

1. การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ

การทดลองแบบนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มคอยเปรียบเทียบผลการทดลองซึ่งกันและกัน กลุ่มหนึ่งเรียกว่ากลุ่มทดลอง (experimental group) อีกกลุ่มหนึ่งเรียกว่ากลุ่มควบคุม (controlled group) ทั้งสองกลุ่มมีอะไรเท่ากันและเหมือนกันหรือเกือบเหมือนกันทุกประการ ต่างกันเพียงอย่างเดียวคือกลุ่มทดลองได้เพิ่มตัวแปรที่ต้องการดูผลกระทบ (treatment) ลงไป 1 อย่าง ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้เพิ่มจากนั้นก็ทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกลุ่มทั้งสองแล้วนำมาเปรียบเทียบความแตกต่าง

ความแตกต่างที่เกิดขึ้น (ถ้ามี) ก็ย่อมเป็นผลกระทบของตัวแปรที่ใส่เพิ่มเข้าไปในกลุ่มทดลองเท่านั้น เหมือนดังที่มิลล์ (John Stuart Mill) ได้กล่าวไว้ในกฎของความแตกต่างว่า “ถ้าสถานการณ์ 2 แห่ง (หรือ 2 ครั้ง) มีลักษณะอย่างเดียวกัน ในทุกๆ ด้าน และต่อมาได้มีการเพิ่มสิ่งหนึ่งเข้าไปในสถานการณ์แห่งหนึ่ง แต่ไม่ได้เพิ่มเข้าไปในอีกแห่งหนึ่ง ความแตกต่างใดๆ ที่เกิดขึ้นนี้ย่อมเนื่องมาจากสิ่งที่เพิ่มลงไปนั้นหรือสถานการณ์ 2 แห่งมีลักษณะอย่างเดียวกันในทุกๆ ด้าน และต่อมาได้มีการดึงเอาสิ่งหนึ่งออกมาจากสถานการณ์แห่งหนึ่งส่วนอีกแห่งหนึ่งไม่ได้ดึงออก ความแตกต่างใดๆ ที่เกิดขึ้นย่อมเนื่องมาจากสิ่งที่ดึงออกนั้น” (Best. 1970 :141)

การทดลองของเรดี เป็นตัวอย่างอันดีที่แสดงถึงการทดลองแบบนี้กลุ่มทดลองคือ ขวดที่มีเนื้อบรรจุอยู่และเปิดฝาให้แมลงวันเข้าได้ กลุ่มควบคุมคือขวดที่มีเนื้ออย่างเดียวกันเท่านั้น บรรจุอยู่แต่ปิดฝาไม่ให้แมลงวันลงไปต่อมได้ ตัวแปรที่ต้องการจะดูผลกระทบคือ

แมลงวัน และเมื่อเหตุการณ์ผ่านไปสิ่งที่สังเกตพบความแตกต่างกัน คือ กลุ่มทดลองมีไข่ของแมลงวันที่ก่อนนี้อำล้างเนาและต่อมามีตัวหนอนเกิดขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมจะไม่มีไข่แมลงวันและไม่มีตัวหนอนแต่ประการใด โดยอาศัยกฎของมิลล์ สรุปได้ว่าตัวหนอนที่ก่อนนี้อำล้างเนาเกิดมาจากแมลงวัน

2. การทดลองแบบไม่แบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ

มีการทดลองวิทยาศาสตร์หลายอย่างโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางวิทยาศาสตร์กายภาพ (physical science) ได้แก่ เคมี และฟิสิกส์ การทดลองบางอย่างไม่จำเป็นต้องแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบก็สามารถสรุปผลการทดลองได้

ถ้าอยากทราบว่าน้ำแข็งจมน้ำหรือลอยน้ำ ทางหนึ่งที่จะบอกได้คือ การทดลองเอาน้ำแข็งหลาย ๆ ก้อน ทั้งก้อนใหญ่และก้อนเล็กไปวางไว้ในน้ำแล้วสังเกตว่าก้อนที่ 1 จมน้ำหรือลอยน้ำ ก้อนที่ 2,3...10 ผลของการทดลองถ้าปรากฏว่าลอยหมดทุกก้อน สรุปได้ว่าน้ำแข็งลอยน้ำ การทดลองอย่างนี้ไม่จำเป็นต้องมีทั้งกลุ่มทดลองกลุ่มควบคุม ทุกกลุ่มเป็นกลุ่มทดลองหมดและการทดลองหาจุดเดือดของน้ำก็เช่นกันเอาน้ำมาต้มให้เดือดแล้วเอาเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของไอน้ำเดือดดู ในที่สุดจะสังเกตเห็นว่าขณะที่น้ำเดือดอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์จะคงที่ ระดับปรอทจะคงที่ไม่ขึ้นไม่ลง ทดลองกับน้ำไหน ๆ ก็เป็นอย่างนี้ สรุปได้ว่าจุดเดือดของน้ำคงที่และถ้าต้มที่ระดับน้ำทะเลจุดเดือดจะคงที่ ณ 100 องศาเซลเซียส การทดลองนี้ไม่แบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ

การทดลองของอาร์คิมิดีสก็ไม่มีแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ อาร์คิมิดีสทดลองแล้วพบว่า “น้ำหนักของวัตถุที่ปรากฏว่าหายไปเมื่อซึ่งในของเหลว จะเท่ากับน้ำหนักของเหลวที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่”

3. การทดลองแบบการลองผิดลองถูก

การทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในสมัยแรกๆ มักจะเป็นการทดลองแบบลองผิด-ลองถูก (trial & error method) ซึ่งนับว่าเป็นวิธีการทดลองที่ไม่มีหลักเกณฑ์เท่าใดนัก แต่ในบางครั้งก็มีความจำเป็น เพราะบางปัญหาไม่รู้ที่จะตั้งสมมติฐานอย่างไร ไม่รู้จะออกแบบการทดลองอย่างไร ไม่สามารถทำการทดลองแบบมีแบบแผนได้ (planned experiment) จึงต้องทำแบบเสียโชค ถ้าทำวิธีนี้ได้ผลก็เปลี่ยนไปทำวิธีโน้น ถ้าวิธีโน้นไม่ได้ผลอีกก็เปลี่ยนเป็นวิธีอื่นที่คาดว่าจะดีขึ้นเรื่อยๆ จนในที่สุดอาจพบคำตอบของปัญหา หรืออาจจะล้มเลิกไปเอง เช่นเดียวกับการต่อภาพปริศนา ซึ่งผู้ต่อไม่รู้ว่าเป็นชิ้นส่วนของภาพอะไร การลองผิดลองถูกก็

เกิดขึ้น จับขึ้นเน้นต่อกับขึ้นนี้ตามความคิดเห็นที่เกิดขึ้น ในที่สุดก็อาจจะได้ภาพที่มีความหมาย หรือต่อไม่ได้เลยก็อาจเป็นได้

ในสมัยโบราณราว 1,000 ปีก่อน ค.ศ. นักวิทยาศาสตร์ได้รู้จักการถลุงแร่ แล้ว เช่น ถลุงแร่ทองแดง ตะกั่ว ดีบุก แต่โลหะเหล่านี้ค่อนข้างจะสึกกร่อนง่าย เขาต้องการโลหะที่แข็งเพื่อใช้ทำอาวุธล่าสัตว์ ใช้ทำเครื่องมือเครื่องใช้ แต่ไม่รู้จะทำอย่างไร ในที่สุดก็ลองผิด-ลอง ถูก โดยเอาโลหะต่างชนิดกันมาลองผสมกันดู ตามสัดส่วนต่างๆ ในที่สุดก็พบว่า ถ้าเอาดีบุกกับ ทองแดงมาผสมกันด้วยสัดส่วนที่เหมาะสมแล้วนำมาหลอมละลายให้เป็นเนื้อเดียวกันจะได้โลหะที่ แข็งแกร่งมาก คือ โลหะเจือหรือบรอนซ์

ในค.ศ.1944 ดร.วาคส์แมน (Dr.Waksman) ได้ค้นพบยา สเตรมฟโตมีซิน (streptomycin) ซึ่งใช้รักษาวัณโรคได้ การค้นพบของเขาใช้วิธีที่เรียกว่า “hit and miss method” ซึ่งก็คือ การลองผิด-ลองถูก เขาได้นำเอา soil bacteria มาหลายชนิด แล้วทดลองปล่อยชนิดที่ 1 เข้าไปทำลายเชื้อวัณโรคเสียก่อน ถ้าไม่เกิดผลก็ปล่อยชนิดที่ 2 เข้าไป ถ้ายังไม่ได้ผลก็ปล่อย ชนิดอื่นๆ ไปเรื่อยๆ ทำเช่นนั้นนับเป็นร้อยๆ ครั้งในที่สุดก็โชคดีพบแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่ทำลายเชื้อ วัณโรคได้

การทดลองวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในประเทศไทยเป็นการทดลองที่มีได้ค้นหาคำความรู้ใหม่แต่เป็นการทดลองตามสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบ มาก่อนแล้วทั้งสิ้น และผู้สอนก็รู้วิธีทดลองมาแล้ว ฉะนั้นการลองผิดลองถูกจึงไม่จำเป็นยกไว้แต่ ในกรณีที่เป็นโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเรื่องใหม่ ถ้าหากเกิดความจำเป็นก็อาจจะใช้วิธีลอง ผิด-ลองถูกได้เหมือนกัน

1.4.4 ขั้นตอนการทดลอง

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์(American Association for the Advancement of Science - AAAS) ได้ให้ความหมายของการทดลอง คือ กระบวนการ ปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ (ภพ เลาหไพบูรณ์. 2537 : 28)

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือ ทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุ อุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่นๆ

สรุป การทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การออกแบบการทดลอง ซึ่งในการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลอง สารการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ก็คือขั้นเตรียม

2. การปฏิบัติการทดลอง ซึ่งในการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลอง สารการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ก็คือขั้นปฏิบัติ

3. การบันทึกผลการทดลอง ซึ่งในการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลอง สารการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ก็คือขั้นผลงาน

จากขั้นตอนการทดลองข้างต้น จึงสรุปขั้นตอนการทดลองสำหรับการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสารการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ และขั้นผลงาน

1.5 แนวปฏิบัติหรือคุณลักษณะที่ควรปฏิบัติในการทดลอง

การทำปฏิบัติการทดลองเป็นวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพสูง เพราะจะทำให้ผู้เรียนยอมรับและเข้าใจทฤษฎีได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากสามารถติดตามและสังเกตการเปลี่ยนแปลงด้วยตนเองในระหว่างการทำปฏิบัติการทดลอง เป็นการกระตุ้นให้เกิดความคิดและใฝ่รู้อันเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่ปฏิบัติการทดลองวิชาเคมีนั้น ผู้ปฏิบัติการทดลองและผู้เกี่ยวข้องมีโอกาสรับเอาสารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้ง่าย เช่น สูดดมเข้าไป สัมผัสตามผิวหนัง และกระเด็นเข้าตา นอกจากนี้ยังเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากสารเคมี เช่น ไฟไหม้และระเบิด เป็นต้น ระดับความรุนแรงและโอกาสที่จะเกิดอันตรายขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสารเคมีที่ใช้ในปฏิบัติการทดลอง แต่อุบัติเหตุเป็นเรื่องที่ป้องกันได้ วิธีการหนึ่งที่ทำให้มีความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลองเพิ่มขึ้น คือ เทคนิคการใช้เคมีปริมาณน้อย แต่อันตรายหรืออุบัติเหตุยังมีโอกาสเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา หากผู้เรียนขาดจิตสำนึก และละเลยในเรื่องความปลอดภัย ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องศึกษาและเรียนรู้ แนวปฏิบัติอย่างปลอดภัยและปฏิบัติตามกฎระเบียบที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด ซึ่งแนวปฏิบัติหรือคุณลักษณะที่ควรปฏิบัติในการทดลองมี ดังนี้ (ศุภวรรณ ตันตยานนท์. 2547 :1)

1. ข้อปฏิบัติทั่วไป

1.1 ศึกษาแผนผังของห้องปฏิบัติการ เพื่อให้รู้ตำแหน่งที่ตั้งของสิ่งต่างๆ ได้แก่ สัญญาณเตือนภัย เครื่องดับเพลิง เครื่องหมักคลุมเพลิง ทราาย อ่างล้างตาฉุกเฉิน ฝักบัวฉุกเฉิน ชุดปฐมพยาบาล รวมทั้งต้องรู้วัตถุประสงค์และทำความเข้าใจวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านี้

1.2 ต้องรู้เส้นทางที่สั้นที่สุดที่สามารถออกสู่ภายนอกจากห้องปฏิบัติการอาคารได้อย่างรวดเร็ว ถ้าจำเป็นต้องอพยพผู้คนออกจากอาคารให้ลงบันไดและห้ามใช้ลิฟต์ ให้ความคุ้มครองระหว่างการอพยพ ควรเดินเร็วแต่ห้ามวิ่ง

1.3 ห้ามสวมรองเท้าแตะหรือรองเท้าเปิดด้านหน้าและเปิดส้น ควรสวมรองเท้าส้นเตี้ยที่หุ้มเท้าโดยป้องกันสารเคมีที่บังเอิญหกรดไม่ให้ถูกเท้าโดยทันที

1.4 แต่งกายให้เหมาะสม อย่าสวมเสื้อผ้าที่รัดรูปหรือหลวมจนเกินไป ไม่ควรสวมเครื่องประดับหรือผูกเนคไท ให้รวบหรือผูกผมยาวไว้ เพื่อป้องกันการเกี่ยวหรือเหนี่ยวรั้งสิ่งของต่างๆ ซึ่งอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้

1.5 ให้นำเอาเฉพาะหนังสือปฏิบัติการ สมุดจดบันทึก หรือเขียนรายงานเท่านั้น ส่วนของอื่นๆ เช่น กระเป๋า หนังสือ และเอกสารควรเก็บไว้ในล็อกเกอร์ หรือบริเวณที่จัดไว้สำหรับวางของหน้าห้องปฏิบัติการ

1.6 เมื่อเข้ามาในห้องปฏิบัติการต้องสำรวจม อย่าจับอุปกรณ์เครื่องมือ และสารเคมีใดๆ จนกว่าได้รับฟังคำอธิบายเรียบร้อยแล้ว และให้เริ่มทำการทดลองได้

1.7 อย่าทำการทดลองโดยลำพังในห้องปฏิบัติการ เพราะหากเกิดอุบัติเหตุอาจจะอยู่ในสภาพที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ ถ้ามีความจำเป็นต้องทำการทดลองหลังเวลาที่กำหนดให้ขออนุญาตอาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการหรือหัวหน้าห้องปฏิบัติการ เพื่อพิจารณาหาวิธีปฏิบัติที่ปลอดภัย

1.8 อย่าหยอกล้อหรือวิ่งเล่นในห้องปฏิบัติการ เพราะอาจเกี่ยวหรือแกว่งถูกภาชนะบรรจุสารเคมีตกแตกหรืออาจปะทะผู้อื่นที่กำลังถือภาชนะบรรจุสารเคมี ทำให้หกรดตนเองหรือผู้อื่นหรือเกิดปฏิกิริยารุนแรง

1.9 อย่ารับประทานอาหารและของขบเคี้ยวต่างๆหรือดื่มเครื่องดื่มในห้องปฏิบัติการ และห้ามใช้อุปกรณ์ หรือเครื่องแก้วใด ใส่อาหารหรือเครื่องดื่มเพราะอาจมีสารเคมีปนเปื้อนอยู่ ทำให้สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้

1.10 อย่าสูดดมหรือสัมผัสสารเคมีโดยตรง ถ้าบังเอิญสูดดมเข้าไป ให้รีบออกจากห้องปฏิบัติการเพื่อหายใจเอาอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่ร่างกายโดยเร็ว

1.11 ห้ามทำการทดลองนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ และให้ทำตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในแต่ละการทดลองเท่านั้น เพื่อป้องกันการเกิดอันตรายหรืออุบัติเหตุจากปฏิกิริยารุนแรงที่คาดไม่ถึง

1.12 ควรล้างมือทุกครั้งหลังจากทำการทดลองแต่ละขั้นตอนเสร็จ และต้องล้างมือด้วยสบู่ให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารเคมี ถึงแม้ว่าจะสวมถุงมือขณะทำการทดลองตลอดเวลา เมื่อถอดถุงมือออกแล้ว ควรล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

2. ข้อปฏิบัติก่อนเริ่มทำการทดลอง

2.1 อ่านและศึกษาการทดลองล่วงหน้าก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ เพื่อทราบวัตถุประสงค์ และเหตุผลของการทำการทดลองทุกขั้นตอนก่อนเริ่มต้น เพราะจะทำให้รู้ว่าต้องปฏิบัติอย่างไร ควรทำสิ่งใดก่อนและหลัง ควรเพิ่มความระมัดระวังในขั้นตอนใดเป็นพิเศษ ซึ่งเป็นการลดโอกาสการเกิดอันตรายระหว่างการทำการทดลอง นอกจากนี้ยังช่วยให้ทำการทดลองเสร็จในเวลารวดเร็ว

2.2 ศึกษาสมบัติกายภาพและอันตรายของสารเคมีทุกชนิดที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งสามารถค้นหาข้อมูลเหล่านี้ได้จากหลายแห่ง

3. ข้อปฏิบัติระหว่างการทำการทดลอง

3.1 ต้องสวมแว่นตานิรภัยและเสื้อคลุมปฏิบัติการตลอดเวลาที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกันไม่ได้สัมผัสกับสารเคมีในทันทีรวมทั้งเศษแก้วตกที่อาจกระเด็นเข้าตา ไม่ควรใส่คอนแทกเลนส์ขณะทำงานอยู่ในห้องปฏิบัติการ เพราะเมื่อไอหรือสารเคมีเข้าตาอาจเข้าไปอยู่ใต้เลนส์ หากถอดคอนแทกเลนส์ออกไม่ทันเวลา จะทำให้นัยน์ตาเสียหายได้ ถ้าสารเคมีเข้าตาให้ล้างตาที่อ่างล้างตาฉุกเฉินทันที เป็นเวลาอย่างน้อยนาน 15 นาทีทุกคนจึงต้องรู้ตำแหน่งที่ตั้งและวิธีใช้อ่างล้างตาฉุกเฉิน หากทำล่าช้าเพียง 2-3 นาที อาจทำให้สูญเสียนัยน์ตาได้

3.2 ต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการตลอดเวลาที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกันสารเคมีที่หกหรือกระเด็นไม่ให้สัมผัสร่างกายโดยตรง ถ้าสารเคมีสัมผัสกับผิวหนังให้ล้างหน้าด้วยน้ำปริมาณมากอย่างรวดเร็ว ถ้าสารเคมีหกหรือแขนสามารถชะล้างได้ง่ายด้วยน้ำจากก๊อกน้ำ โดยปล่อยให้หน้าไหลชะล้างเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 15 นาที แต่ถ้าหกถูกขาหรือตามร่างกายเป็นบริเวณกว้างให้ถอดเสื้อผ้าชั้นนอกสุดออกแล้วชำระล้างด้วยน้ำจากฝักบัวฉุกเฉิน ซึ่งจะปล่อยน้ำปริมาณมากถึง 80 ลิตรในเวลาสั้น จึงสามารถชะล้างสารเคมีออกได้รวดเร็ว หลังจากนั้นให้

รายงานการบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุให้อาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการทราบทันที และดำเนินการตามวิธีการรักษาที่เหมาะสมต่อไป

3.3 ควรสวมถุงมือยาง เมื่อต้องทำงานกับสารกัดกร่อนเป็นพิษ หรือระคายเคือง และล้างมือให้สะอาดทุกครั้งเมื่อทำการทดลองเสร็จ ถ้าเป็นสารที่มีความเป็นพิษสูงต้องทำการทดลองในตู้ดูดควัน ถ้าไม่มีตู้ดูดควันให้ทำในบริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศที่ดีเพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมของไอของสารจนถึงขีดอันตราย ตู้ดูดควันจะดูดไอของสารและปล่อยออกไปนอกอาคาร

3.4 ต้องตรวจสอบสภาพของเครื่องแก้วทุกชิ้นก่อนนำไปใช้งานทุกครั้ง โดยส่องกับแสงสว่างและตรวจดูให้ทั่วเพื่อหารอยร้าว รอยบิ่น รอยแตก หรือลักษณะผิดปกติอื่นๆ ซึ่งมักเป็นสาเหตุทำให้เครื่องแก้วแตกระหว่างทำการทดลอง ถ้าตรวจพบลักษณะผิดปกติของเครื่องแก้วให้เปลี่ยนทันที ไม่ควรนำไปใช้ให้ทั้งเศษแก้วแตกและหลอดแคพิแลรีที่ใช้แล้วในภาชนะที่จัดไว้ ห้ามทิ้งเศษแก้วเหล่านี้ในถังขยะสำหรับเทอร์โมมิเตอร์ที่แตกจะต้องระวังเป็นพิเศษ เพราะปรอทเป็นพิษและระเหยได้ง่าย ต้องรายงานให้อาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการหรือหัวหน้าห้องปฏิบัติการทราบเพื่อกำจัดโดยวิธีด้วยผงกำมะถันและนำไปฝังกลบต่อไป

3.5 อ่านชื่อของสารเคมีที่ฉลากบนขวดให้แน่ใจว่าถูกต้องแล้ว ก่อนใช้สารเคมีนั้นและก่อนผสมสารใดๆ ต้องตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งให้แน่ใจว่าหยิบสารเคมีมาถูกต้อง ห้ามใช้สารเคมีที่อยู่ในขวดหรือภาชนะอื่นที่ไม่มีฉลากบอกชื่อสารเคมี ให้ถ่ายเทสารเคมีมาใช้เพียงเล็กน้อยในปริมาณเท่าที่ต้องการ ส่วนเกินที่เหลือต้องกำจัดทิ้งตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการ ห้ามเทกลับคืนลงขวดบรรจุสาร ควรเข็ดภาชนะนอกขวดและภาชนะที่ใช้ถ่ายเทสารให้สะอาดก่อนหยิบหรือจับเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำงานกับกรดแก่และเบสแก่ อย่าให้ถูกผิวหนังเพราะจะทำให้ผิวหนังไหม้เกรียมได้ง่าย ทุกครั้งที่ใช้รีเอเจนต์เสร็จแล้วต้องเข็ดรอบขวดภาชนะนอกและปิดจุกหรือฝาให้เรียบร้อย ถ้าทำหกเลอะเล็กน้อยบนพื้นห้องหรือบนโต๊ะปฏิบัติการจะต้องทำความสะอาดทันทีด้วยวิธีการที่ถูกต้อง แต่ถ้าทำหกเลอะปริมาณมากให้รายงานอาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการหรือหัวหน้าห้องปฏิบัติการทราบ ในกรณีที่ไฟลุกติดเสื้อผ้าห้ามวิ่งเพราะจะทำให้ไฟลุกมากขึ้น ให้นอนกลิ้งบนพื้นและคลุมด้วยผ้าห่มคลุมเพลิง

3.6 เมื่อจะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ควรตรวจสอบก่อนว่าสายไฟที่ต่อกับเครื่องมือไม่ชำรุด ในห้องปฏิบัติการต้องมีเครื่องดับเพลิงประจำห้อง แบบที่นิยมใช้ ได้แก่ ประเภทคาร์บอนไดออกไซด์เหลว หรือผงเคมี เช่น โซเดียมไบคาร์บอเนต และแอมโมเนียมฟอสเฟต ผู้ทำการทดลองและผู้ที่เกี่ยวข้องควรทราบตำแหน่งที่ตั้งและวิธีใช้เครื่องดับเพลิง

3.7 ทำงานกับตัวทำละลายและสารเคมีอินทรีย์ที่เป็นสารไวไฟและมีจุดวาบไฟต่ำด้วยความระมัดระวัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งไดเอทิลอีเทอร์และปิโตรเลียมอีเทอร์ เพราะไอของตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิดจะกระจายทั่วห้องได้อย่างรวดเร็วจึงมีโอกาสเกิดไฟไหม้ได้ง่าย ไม่ควรนำตัวละลายที่ระเหยง่ายมาทำให้ร้อนโดยตั้งบนฮีตเพลต (hot plate) โดยตรง เพราะถ้าตัวทำละลายหกหรือเดือดล้นออกมาจากภาชนะจะเกิดการลุกไหม้ได้ทันที

4. ข้อปฏิบัติหลังทำการทดลองเสร็จ

4.1 กำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากการทดลองอย่างปลอดภัย บางอย่างอาจเทลงท่อน้ำทิ้งได้เลย โดยต้องเปิดน้ำตามปริมาณมากเป็นเวลา 1-2 นาที บางอย่างต้องบำบัดก่อนเทลงท่อน้ำทิ้ง สารละลายกรดและสารละลายเบสที่มีความเข้มข้นมากกว่า 10% ต้องทำให้เป็นกลางก่อนเทลงท่อน้ำทิ้งและเปิดน้ำตามปริมาณมาก แต่บางอย่างเทลงท่อน้ำทิ้งไม่ได้เลย เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีแอสโลเจนให้เทในภาชนะแยกจากตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่มีแอสโลเจนเพื่อร่อนนำไปกำจัดต่อไป

4.2 ต้องล้างเครื่องแก้วให้สะอาด เพราะนอกจากเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการทดลองครั้งต่อไปแล้ว ยังเป็นการลดโอกาสการเกิดอันตรายจากปฏิกิริยารุนแรงที่อาจเกิดจากสารที่หลงเหลืออยู่ในตู้ดูดควัน

จากแนวปฏิบัติหรือคุณลักษณะที่ควรปฏิบัติในการทดลอง จึงได้ข้อสรุปสำหรับการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสารระเหยเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ดังนี้

กิจนิสัย คือ การปฏิบัติตามกฎระเบียบของการทดลองตั้งแต่ก่อนเริ่มการทดลอง ระหว่างทำการทดลอง และหลังทำการทดลองเสร็จ

1.6 การวัดและประเมินผลปฏิบัติการทดลอง

1.6.1 เกณฑ์หรือสิ่งที่จะประเมินผลปฏิบัติการทดลอง

มีผู้กล่าวถึงเกณฑ์หรือสิ่งที่จะประเมินผลปฏิบัติการทดลองไว้ดังนี้

เจฟเฟอรี (Jeffrey. 1967 : 3) ได้เสนอการประเมินผลที่เกี่ยวข้องกับงานปฏิบัติการทดลองไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. การระบุนการใช้งานของเครื่องมือ
2. การบันทึกผลการทดลองและบอกข้อผิดพลาดของเทคนิคที่เกิดขึ้นได้

3. มีความแม่นยำในการตรวจสอบคุณสมบัติของสาร
4. บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง
5. มีทักษะในการใช้เครื่องมือ
6. มีความเป็นระเบียบในการทำงาน

คณะกรรมการร่วมการสอบเข้ามหาวิทยาลัย (JMB. 1979 : 4) และ คณะกรรมการการสอนของมหาวิทยาลัยลอนดอน (The University of London Examination Board. 1977 : 4) ได้เน้นถึงการปฏิบัติการและได้แบ่งสัดส่วนของความสำคัญของงานปฏิบัติการทดลองไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. ทักษะในการใช้เครื่องมือร้อยละ 25-30
2. ทักษะในการสังเกตและรายงานผลร้อยละ 25-30
3. ความถูกต้องในการรายงานผลการสังเกต ร้อยละ 20-25
4. ความสามารถในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

ร้อยละ 10-15

5. เจตคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 10-20

อีเกลนและเคมปา (Eglen and Kempa.1974 : 7) ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลงานปฏิบัติการทดลอง โดยแยกออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. เทคนิคทางการทดลอง
2. ขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง
3. ทักษะในการใช้เครื่องมือ
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการทำงาน

บลูม (Bloom.1956 : 6-8) ได้กำหนดพฤติกรรมต่างๆ ที่จะต้องประเมินใน วิชาวิทยาศาสตร์ 5 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ (knowledge and comprehension)
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (process of scientific inquiry)
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (application of scientific knowledge and method)
4. ทศนคติและความสนใจ (attitude and interests)
5. ทักษะภาคปฏิบัติ (manual skills)

กานีล และ ฮอฟติน (Ganiel and Hoftein. 1982 : 581-583) กล่าวถึงการประเมินทักษะปฏิบัติในการทดลองว่า มีวิธีการประเมินแตกต่างกันหลายลักษณะที่นิยมใช้กันก็คือ การเขียนรายงานหรือการทดสอบข้อเขียน ทักษะปฏิบัติในการทดลองที่ต้องประเมินคือ การปฏิบัติทดลองจริงๆ มีการวิจัยของนักวิจัยทางการศึกษาหลายคนที่จะประเมินทักษะปฏิบัติด้วยการสังเกต โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสิน วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้กันอยู่ในมหาวิทยาลัยลอนดอน ครูจะใช้วิธีการสังเกตนักเรียนแต่ละคนระหว่างการทำกิจกรรมการทดลอง แล้วบันทึกให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และได้เสนอสิ่งที่จะต้องประเมินในการทำปฏิบัติการทดลองไว้ 5 ประการ คือ

1. การติดตั้งเครื่องมือและทักษะปฏิบัติในการทดลอง
2. การสังเกตและการวัด
3. การจัดลำดับและการดำเนินการ
4. การจัดกระทำข้อมูล
5. การสรุปและการอภิปรายผล

เจฟเฟอรี (Jeffrey. 1967 : 186-194) ได้เสนอสิ่งที่จะต้องประเมินในการเรียนการสอนด้วยการปฏิบัติการทดลองไว้ 6 ด้าน คือ

1. ความสามารถทางด้านคำศัพท์ (vocabulary competence)
2. ความสามารถทางการสังเกต (observation competence)
3. ความสามารถทางการสืบสอบ (investigative competence)
4. ความสามารถทางการรายงานผล (reporting competence)
5. ความสามารถทางการใช้เครื่องมือ (manipulative competence)
6. ความมีระเบียบในการปฏิบัติการทดลอง (laboratory discipline)

ลูเนตตา และคนอื่นๆ (Lunetta and others.1981 : 24-25) กล่าวถึงเกณฑ์ในการประเมินการทดลองจากพฤติกรรมในด้านต่างๆ ดังนี้

1. การวางแผนและการออกแบบการทดลอง (planning and design) หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง

2. ทักษะปฏิบัติในการทดลอง (manipulative skills) หมายถึง ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกทักษะการนึกคิดอย่างมีระบบในด้าน การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ การคำนวณ การจัดกระทำข้อมูล การสื่อความหมายของข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการลงข้อสรุป

3. การดำเนินการทดลอง (conduct of experiment) หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

4. การสังเกต (observation) หมายถึง การสังเกตการทดลองเพื่อค้นหารายละเอียดหรือเปรียบเทียบ และสังเกตการทดลอง

5. การจดบันทึกข้อมูล (recording data) หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง

6. การแปลความหมายของข้อมูลจากการทดลอง (interpretation of data and experiment) หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ การแปลความหมายของข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น

7. ความรับผิดชอบ (responsibility)

8. ความคิดริเริ่มที่จะทำสิ่งใหม่ๆ (initiative)

9. นิสัยในการทำงาน (work habits)

กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2521: 49-52) ได้เสนอวิธีการประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ว่าส่วนหนึ่งให้เก็บคะแนนจากด้านต่อไปนี้

1. การปฏิบัติการขณะเรียนหรือในขณะที่นักเรียนทำการทดลองว่ามีทักษะในการดำเนินการมากน้อยเพียงใด อาจจะได้มาจากการสอบถาม หรือการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนทำการทดลอง นอกเหนือไปจากการทดลองในบทเรียน

2. พฤติกรรมการปฏิบัติของนักเรียน เช่น ความตั้งใจ การมาเรียนโดยสม่ำเสมอ การร่วมมือในกิจกรรม การเรียนในชั้นเรียนและในห้องปฏิบัติการ

ประวิตร ชูศิลป์ (2523 :15) กล่าวถึงการประเมินผลด้านการปฏิบัติว่าเป็นการประเมินทักษะ (skills) ในการปฏิบัติและการดำเนินการต่างๆ มีทักษะสำคัญที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 อย่าง คือ

1. ทักษะทางสมอง หรือความสามารถทางสมอง เช่น ทักษะในการคิด ทักษะในการคำนวณ ทักษะในการแปลความหมาย

2. ทักษะในการทำหรือปฏิบัติ เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหมด เช่น ทักษะการหยิบจับและการใช้เครื่องมือทดลอง ทักษะในการสังเกต ทักษะในการจดบันทึกข้อมูล ทักษะในการเขียนกราฟ หรือการจัดกระทำข้อมูล

การประเมินผลด้านการปฏิบัตินั้น จะกระทำโดยใช้แบบทดสอบหรือข้อเขียน แต่เพียงอย่างเดียว เหมือนการประเมินผลด้านการรับรู้และความคิดไม่ได้ เพราะมีทักษะหลายอย่างที่ไม่สามารถทดสอบหรือวัดผลโดยวิธีเขียนตอบ เช่น ทักษะในการหยิบและใช้เครื่องมือ ทักษะในการสังเกต จึงต้องประเมินผลโดยการสังเกตจากการกระทำจริง ๆ ด้วยการกำหนดเกณฑ์ต่างๆ ขึ้นเพื่อให้คะแนน

ทักษะที่สามารถใช้เกณฑ์ประเมินผลด้านการปฏิบัติเป็นทักษะในการกระทำหรือปฏิบัติ (manipulative skills) แบ่งได้ 2 พวก

1. ทักษะการปฏิบัติ หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ทักษะภาคปฏิบัติเป็นทักษะที่สามารถสังเกตได้ในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติการทดลองโดยตรง ดังนี้

1.1 ทักษะในการปฏิบัติการ (manual skills) ได้แก่ การหยิบจับวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง และการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการทดลอง

1.2 ทักษะในการสังเกต (observation) ได้แก่ การสังเกต เพื่อค้นหารายละเอียดหรือเปรียบเทียบ และการสังเกตผลการทดลอง

1.3 ทักษะในการดำเนินการทดลอง (carrying out procedures) ได้แก่ การปฏิบัติตามวิธีที่กำหนดไว้ในแบบเรียนหรือคู่มือการทดลอง และการเตรียมการหรือคู่มือการทดลอง และการเตรียมการหรือการคิดค้นวิธีการใหม่

2. ทักษะในการสื่อความหมาย หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ ทักษะในการสื่อความหมายภาคปฏิบัติ เป็นทักษะในการบันทึกผลและใช้ผลการทดลองที่รวบรวมสรุปไว้ในสมุดบันทึกหรือรายงานการทดลอง คือ

2.1 ทักษะในการบันทึกผล หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ ได้ อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกผลการทดลอง อาจอยู่ในรูปของตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้งโดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสม พร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย

2.2 ทักษะในการใช้ผลการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจ กฎ หลักการ และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

1.6.2 วิธีการวัดและประเมินผลปฏิบัติการทดลอง

มีผู้กล่าวถึงวิธีการวัดและประเมินผลปฏิบัติการทดลองไว้ดังนี้

ลูเนตตา และคนอื่นๆ (Lunetta and others. 1981 : 24-25) ได้แบ่งวิธีในการประเมินกิจกรรมการปฏิบัติการทดลองไว้ 4 วิธี คือ

1. เขียนรายงานการทดลอง
2. ทดสอบข้อเขียน
3. สอบปฏิบัติการทดลอง
4. ประเมินผลด้วยการสังเกต

สำหรับการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองได้ใช้วิธีสอบปฏิบัติการทดลองและประเมินผลด้วยการสังเกต

กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2521 : 49-52) ได้เสนอวิธีการประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ว่าส่วนหนึ่งให้เก็บคะแนนจากด้านต่อไปนี้

1. การปฏิบัติการขณะเรียนหรือในขณะที่นักเรียนทำการทดลองว่ามีทักษะในการดำเนินการมากน้อยเพียงใด อาจจะได้มาจากการสอบถาม หรือการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนทำการทดลอง นอกเหนือไปจากการทดลองในบทเรียน

2. พฤติกรรมการปฏิบัติของนักเรียน เช่น ความตั้งใจ การมาเรียนโดยสม่ำเสมอ การร่วมมือในกิจกรรม การเรียนในชั้นเรียนและในห้องปฏิบัติการ

จากเกณฑ์หรือสิ่งที่จะประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง และมาตรฐานการเรียนรู้สาระที่ 3 สสารและสมบัติของสาร ข้างต้น สรุปเป็นพฤติกรรมย่อย ๆ ได้ดังนี้

1. ทักษะในการสังเกตและการวัด
2. การวางแผนและการออกแบบการทดลอง
3. ทักษะในการใช้เครื่องมือ
4. ความรู้ความเข้าใจในวัตถุประสงค์การทดลอง
5. ขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง
6. การแปลความหมายของข้อมูลจากการทดลอง
7. การจัดบันทึกข้อมูล
8. การดำเนินการทดลอง
9. เทคนิคทางการทดลอง
10. แม่นยำในการตรวจสอบคุณสมบัติของสาร

11. ความถูกต้องในการรายงานผล
12. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
13. การจัดกระทำข้อมูล
14. การจัดลำดับ
15. การสรุปและการอภิปรายผล
16. การระบุการใช้งานของเครื่องมือ
17. การหยิบจับวัสดุต่างๆ
18. ปฏิบัติตามวิธีที่กำหนด
19. ทักษะในการเขียนกราฟ เขียนสมการ
20. สำรวจตรวจสอบ
21. สืบค้นข้อมูล
22. อธิบาย เปรียบเทียบ
23. วิเคราะห์ข้อมูล
24. ทำนายแนวโน้ม

จากการศึกษาหลักสูตรการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง และสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี สามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้วัดความสามารถในการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ดังต่อไปนี้

1. การทดลองในขั้นเตรียม
2. การทดลองในขั้นปฏิบัติ
3. การทดลองในขั้นผลงาน
4. กิจนิสัยในการทดลอง

พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถการทดลองในขั้นเตรียม มีพฤติกรรมย่อย ดังนี้

1. การวางแผนและการออกแบบการทดลอง
2. ความรู้ความเข้าใจขั้นตอนดำเนินการทดลอง
3. แม่นยำในการตรวจสอบคุณสมบัติของสาร
4. ระบุการใช้งานของเครื่องมือ
5. สำรวจตรวจสอบ

6. สืบค้นข้อมูล

พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถการทดลองในขั้นปฏิบัติ มีพฤติกรรมย่อย ดังนี้

1. ทักษะในการสังเกตและการวัด
2. ทักษะในการใช้เครื่องมือ
3. ขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง
4. การดำเนินการทดลอง
5. เทคนิคทางการทดลอง
6. การจดบันทึกข้อมูล
7. การหีบจับวัสดุต่างๆ
8. ปฏิบัติตามวิธีที่กำหนด

พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถการทดลองในขั้นผลงาน มีพฤติกรรมย่อย ดังนี้

1. การจดบันทึกข้อมูล
2. ความถูกต้องในการรายงานผล
3. การจัดลำดับ
4. การจัดกระทำข้อมูล
5. การแปลความหมายของข้อมูล
6. การสรุปและการอภิปรายผล
7. วิเคราะห์ข้อมูล
8. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
9. ทำนายแนวโน้ม

พฤติกรรมที่บ่งชี้किनนิสัยในการทดลอง มีพฤติกรรมย่อย ดังนี้

1. ก่อนเริ่มทำการทดลอง
 - 1.1 อ่านและศึกษาการทดลองล่วงหน้าก่อน
 - 1.2 ศึกษาสมบัติกายภาพและอันตรายของสารเคมีทุกชนิดที่ใช้ในการ

ทดลอง

2. ระหว่างทำการทดลอง
 - 2.1 สวมแว่นตานิรภัยและเสื้อคลุมปฏิบัติการตลอดเวลา
 - 2.2 สวมถุงมือยาง และล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง
 - 2.3 ตรวจสอบสภาพของเครื่องแก้วทุกชิ้นก่อนนำไปใช้งานทุกครั้ง

2.4 อ่านชื่อของสารเคมีที่ฉลากบนขวดให้แน่ใจว่าถูกต้อง

2.5 ตรวจสอบก่อนใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

2.6 ระวังสารไวไฟ

3. หลังทำการทดลองเสร็จ

3.1 กำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากการทดลองอย่างถูกวิธี

3.2 ล้าง เก็บเครื่องแก้วและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เรียบร้อย

3.3 เช็ดโต๊ะปฏิบัติการให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

3.4 ตรวจสอบว่าได้ถอดปลั๊กไฟ ปิดวาล์วน้ำ และเก็บอุปกรณ์เครื่องมือ

เรียบร้อย

ในแต่ละพฤติกรรมย่อยมีตัวบ่งชี้ที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พฤติกรรมย่อยและตัวบ่งชี้

ความสามารถ	พฤติกรรมย่อย	ตัวบ่งชี้
1. การทดลอง ในขั้นเตรียม	1.1 การวางแผนและการออกแบบการทดลอง	1.1.1 ระบุปัญหา
		1.1.2 รู้วัตถุประสงค์
		1.1.3 เลือกวิธีการทดลอง
		1.1.4 เตรียมวิธีบันทึกผล
	1.2 ความรู้ความเข้าใจขั้นตอนดำเนินการทดลอง	1.2.1 ดูคู่มือการทดลอง
		1.2.2 เรียงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ลำดับก่อน-หลัง
		1.2.3 เตรียมสารเคมีตามลำดับ
	1.3 แม่นยำในการตรวจสอบคุณสมบัติของสาร	1.3.1 อ่านชื่อและคุณสมบัติสารเคมีถูกต้อง
		1.3.2 เตรียมสารเคมีถูกต้อง
		1.3.3 เรียงลำดับสารเคมีตามขั้นตอนทดลอง
	1.4 ระบุการใช้งานของเครื่องมือ	1.4.1 ศึกษาตามคู่มือ
		1.4.2 ศึกษาเครื่องมือจริง
1.4.3 เลือกใช้เครื่องมือตรงตามการทดลอง		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ความสามารถ	พฤติกรรมย่อย	ตัวบ่งชี้
2. การทดลอง ในชั้นปฏิบัติ	1.5 สํารวจตรวจสอบ	1.5.1 ตรวจสอบสภาพสารเคมี 1.5.2 ตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องมือที่อาจชำรุด 1.5.3 สํารวจพื้นที่ บริเวณทดลอง
	1.6 สืบค้นข้อมูล	1.6.1 สืบค้นข้อมูลล่วงหน้า 1.6.2 ข้อมูลจากหลายแหล่ง 1.6.3 สืบค้นข้อเท็จจริง
	2.1 ทักษะในการสังเกตและการวัด	2.1.1 สังเกตและวัดตามขั้นตอน 2.1.2 สังเกตและวัดอย่างตั้งใจ 2.1.3 มีวิธีสังเกตและวัดถูกต้อง
	2.2 ทักษะในการใช้เครื่องมือ	2.2.1 ใช้เครื่องมือตามคู่มือการใช้ 2.2.2 ใช้เครื่องมือตามลำดับการทดลอง 2.2.3 ใช้เครื่องมือตรงกับการทดลอง
	2.3 ขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง	2.3.1 ทดลองตามขั้นตอนในคู่มือ
	2.4 การดำเนินการทดลอง	2.4.1 ดำเนินตามขั้นตอน 2.4.2 ดำเนินอย่างถูกต้อง 2.4.2 ตามกำหนดเวลา
	2.5 เทคนิคทางการทดลอง	2.5.1 เทคนิคประหยัด เวลา 2.5.2 เทคนิคประหยัดวัสดุและสารเคมี 2.5.3 เทคนิคที่ทำให้การทดลองมีประสิทธิภาพ
	2.6 การจดบันทึกข้อมูล	2.6.1 บันทึกตามลำดับ 2.6.2 ใช้วิธีบันทึกตรงกับวัตถุประสงค์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ความสามารถ	พฤติกรรมย่อย	ตัวบ่งชี้
3. การทดลอง ในชั้นผลงาน	2.7 การหยิบจับวัสดุต่างๆ	2.6.3 บันทึกผลตามความเป็นจริง
		2.7.1 จับวัสดุอย่างระมัดระวัง
		2.7.2 จับตามวิธีที่ถูกต้อง
	2.8 ปฏิบัติตามวิธีที่กำหนด	2.7.3 ตรวจสอบก่อนจับ
		2.8.1 ปฏิบัติตามวิธีอย่างถูกต้องเคร่งครัด
		3.1 การจดบันทึกข้อมูล
	3.1.2 บันทึกผลตามลำดับ	
	3.1.3 บันทึกเป็นระเบียบ, เข้าใจง่าย	
	3.1.4 บันทึกอย่างคล่องแคล่ว	
	3.1.5 บันทึกได้ถูกต้อง	
	3.2 ความถูกต้องในการ รายงาน ผล	3.2.1 รายงานผลเข้าใจง่าย
		3.2.2 รายงานตามที่บันทึกได้
3.2.3 รายงานอย่างคล่องแคล่ว		
3.3 การจัดลำดับ	3.3.1 จัดเรียงลำดับก่อน-หลัง	
	3.3.2 จัดลำดับเข้าใจง่ายและถูกต้อง	
	3.3.3 คล่องแคล่วและรวดเร็ว	
3.4 การจัดกระทำข้อมูล	3.4.1 จัดกระทำตามวิธีที่ถูกต้อง	
	3.4.2 คล่องแคล่วรวดเร็ว	
	3.4.3 ตามลำดับขั้นตอน	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ความสามารถ	พฤติกรรมย่อย	ตัวบ่งชี้
	3.5 การแปลความหมายของข้อมูล	3.5.1 แปลตามความจริง 3.5.2 แปลผลอย่างละเอียด 3.5.3 การแปลต้องเข้าใจง่าย
	3.6 การสรุปและการอภิปรายผล	3.6.1 สรุปและอภิปรายตามความจริง 3.6.2 สรุปและอภิปราย เข้าใจง่าย 3.6.3 สรุปและอภิปรายได้ถูกต้อง
	3.7 วิเคราะห์ข้อมูล	3.7.1 ใช้วิธีวิเคราะห์ถูกต้อง 3.7.2 ผลการวิเคราะห์ถูกต้อง 3.7.3 วิเคราะห์ได้คล่องแคล่วรวดเร็ว
	3.8 การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	3.8.1 นำความรู้ที่ได้ไปใช้อย่างถูกต้อง 3.8.2 สามารถประยุกต์ความรู้ได้
	3.9 ทำนายแนวโน้ม	3.9.1 ทำนายแนวโน้มได้อย่างถูกต้อง 3.9.2 ทำนายตามหลักการ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ความสามารถ	พฤติกรรมย่อย	ตัวบ่งชี้
4. กิจนิสัยในการทดลอง	1. ก่อนเริ่มทำการทดลอง 1.1 อ่านและศึกษาการทดลองล่วงหน้าก่อน 1.2 ศึกษาสมบัติกายภาพและอันตรายของสารเคมีทุกชนิดที่ใช้ในการทดลอง 2. ระหว่างทำการทดลอง 2.1 สวมแว่นตานิรภัยและเสื้อคลุมปฏิบัติการตลอดเวลา 2.2 สวมถุงมือยาง และล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง 2.3 ตรวจสอบสภาพของเครื่องแก้วทุกชิ้นก่อนนำไปใช้งานทุกครั้ง 2.4 อ่านชื่อของสารเคมีที่ฉลากบนขวดให้แน่ใจว่าถูกต้อง 2.5 ตรวจสอบก่อนใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า 2.6 ระมัดระวังสารไวไฟ	1.1.1 เข้าห้องตรงตามเวลา 1.1.2 อ่านเอกสารเกี่ยวกับการทดลอง 1.1.3 สนใจการทดลอง 1.2.1 อ่านชื่อ วิธีใช้สารเคมี 1.2.2 วางสารเคมีเป็นที่เป็นที่ 1.2.3 ระหว่างเตรียมสารไม่เล่นกัน 2.1.1 ไม่ถอดเสื้อหรือแว่นตา 2.1.2 ไม่ให้เสื้อโดนสารเคมี 2.1.3 แก้ปัญหาได้เมื่อเสื้อโดนสารเคมี 2.2.1 เมื่อทดลองสวมถุงมือทุกครั้ง 2.2.2 เวลาถอดถุงมือเก็บเป็นที่เป็นที่ 2.2.3 ล้างมือทุกครั้งหลังถูกสารเคมี 2.3.1 มีความละเอียดรอบคอบ 2.3.2 เมื่อพบสภาพชำรุดแจ้งอาจารย์ 2.3.3 ใช้งานอย่างระมัดระวัง 2.4.1 ก่อนใช้สารอ่านชื่อทุกครั้ง 2.4.2 ถ้าไม่แน่ใจไม่ควรใช้ 2.4.3 ใช้อย่างระมัดระวัง 2.5.1 ตรวจสอบใช้ทุกครั้ง 2.5.2 ไม่ประมาท 2.6.1 ไม่เอาไปใกล้ไฟ 2.6.2 รู้วิธีดับเพลิง

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ความสามารถ	พฤติกรรมย่อย	ตัวบ่งชี้
	<p>3. หลังทำการทดลองเสร็จ</p> <p>3.1 กำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากการทดลองอย่างถูกวิธี</p> <p>3.2 ล้างเก็บเครื่องแก้วและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เรียบร้อย</p> <p>3.3 เช็ดโต๊ะปฏิบัติการให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ</p> <p>3.4 ตรวจสอบว่าได้ถอดปลั๊กไฟ ปิดวาล์วน้ำ และเก็บอุปกรณ์เครื่องมือเรียบร้อย</p>	<p>3.1.1 ไม่วางทิ้งไว้</p> <p>3.1.2 ช่วยกันกำจัดอย่างถูกวิธี</p> <p>3.1.3 ไม่ต้องรอให้อาจารย์สั่ง</p> <p>3.2.1 ทำโดยไม่ต้องรอคำสั่ง</p> <p>3.2.2 เก็บอย่างมีระเบียบ</p> <p>3.2.3 เก็บอย่างถูกต้อง</p> <p>3.2.4 ช่วยกันทำ</p> <p>3.3.1 ไม่ทำเป็นลืม</p> <p>3.3.2 ไม่เกียจกัน</p> <p>3.3.3 เช็ดสะอาดและถูกวิธี</p> <p>3.4.1 ตรวจสอบทุกครั้ง</p> <p>3.4.2 มีจิตสำนึก</p> <p>3.4.3 ช่วยกันทำ</p>

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดปฏิบัติ

ในการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดปฏิบัติ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดปฏิบัติในด้านความหมายของการวัดผลการปฏิบัติ ประเภทของการทดสอบการปฏิบัติ พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติ เครื่องมือในการวัดผลการปฏิบัติ วิธีการวัดผลการปฏิบัติ ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวัดผลการปฏิบัติ วิธีกำหนดระดับคะแนนแบบรูบริก (rubric) ความเชื่อมั่นของการวัดผลการปฏิบัติ ความเที่ยงตรงของการวัดผลการปฏิบัติ ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบการปฏิบัติ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความหมายของการวัดผลการปฏิบัติ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการวัดผลงานด้านการปฏิบัติไว้ดังนี้
 กมล สุคประเสริฐ (2528:41) กล่าวว่า การประเมินผลด้านการปฏิบัติกระทำได้โดยประเมินความสามารถทักษะการปฏิบัติงานกับพฤติกรรมผู้เรียนเป็นสำคัญ ทักษะปฏิบัติงาน ได้แก่ การวางแผนการทำงาน ส่วนด้านพฤติกรรมของผู้เรียนได้แก่ ประเมินด้านความตั้งใจความรับผิดชอบ ซึ่งเหล่านี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการปฏิบัติทั้งสิ้น

โกวิท ประวาลพุกษ์ และสมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2523 :106) ได้ให้ความหมายของการวัดผลการปฏิบัติว่า ในการวัดผลการปฏิบัติจะต้องวัดใน 2 ประการดังนี้

1. ความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานคือ การวัดการปฏิบัติการและการวัดผลงาน
2. การวัดด้านพฤติกรรมของนักเรียนมีพฤติกรรมอย่างไร มีความตั้งใจในการทำงาน มีความรับผิดชอบ มีความร่วมมือ มีความสนใจ มีวินัยในตนเองหรือไม่ พฤติกรรมหรือการกระทำดังกล่าวสามารถวัดได้โดยการสังเกต

ประวิตร ชูศิลป์ (2525 :16) ได้ให้ความหมายของการวัดผลการปฏิบัติว่าเป็นทักษะที่สามารถสังเกตได้ ในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติการทดลองโดยตรง ประกอบด้วย

1. ทักษะในการปฏิบัติ (manual skill) เป็นการหยิบจับวัสดุต่างๆ และใช้เครื่องมือต่างๆ ในการทดลอง
2. ทักษะในการสังเกต (observation) เป็นการสังเกตสิ่งต่างๆ เพื่อหารายละเอียดหรือเปรียบเทียบ รวมถึงสังเกตผลการทดลอง

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 89) ได้ให้ความหมายของการวัดการปฏิบัติไว้ว่าเป็นการวัดที่ให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมตรงออกมาด้วยการกระทำ โดยถือว่าการปฏิบัติเป็นการวัด

ความสามารถในการผสมผสานหลักการวิธีการต่างๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมา ให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะของผู้เรียน

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2529 :16) ได้ให้ความหมายของการปฏิบัติว่าเป็นเครื่องมือที่ออกแบบเพื่อการวิเคราะห์และวัดทักษะของนักเรียนในด้านการปฏิบัติหรือการกระทำที่ให้เลือกปฏิบัติ ภายใต้เงื่อนไขที่ควบคุมไว้อย่างดี

เขียน ไชยศร (2529 : 37) ได้ให้ความหมายของการวัดผลด้านการปฏิบัติว่า เป็นการวัดความสามารถของบุคคลในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยบุคคลนั้นได้ลงมือปฏิบัติการกระทำ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่อยู่ในลักษณะของรูปธรรม โดยทางกายภาพ หรือการรับรู้ทางประสาทสัมผัส

นิโลบล นิมกิจรัตน์ (2532 : 24) ได้ให้ความหมายของการปฏิบัติว่าเป็นการวัดความสามารถของบุคคลในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง อาจเริ่มวัดตั้งแต่ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ และขั้นผลงาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการวัดแต่ละครั้ง

สุนันท์ ศลโกสุม (2532 : 65) ได้ให้ความหมายของการวัดปฏิบัติว่าเป็นการทดสอบเพื่อพิจารณาความสามารถของบุคคลในการทำงานได้ตามจุดมุ่งหมายหรือเป็นการทดสอบเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่เกิด

นิทโค (Nitko) (สิริรัตน์ วิชาศิลป์. 2541 : 75 ; อ้างอิงจาก Nitko.1996 : 239) ได้ให้ความหมายการวัดและประเมินการปฏิบัติว่า เป็นกระบวนการในการมอบหมายงานให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อหาสารสนเทศมาตัดสินผลการเรียนรู้ของเขา ซึ่งในการทำงานที่ได้รับมอบหมายนั้นผู้เรียนจะต้องประยุกต์ความรู้ความสามารถและทักษะหลายๆ อย่าง และสร้างผลงาน เพื่อแสดงว่าเขาได้บรรลุจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนที่ได้กำหนดไว้

อมรรัตน์ ทิพยจันทร์ (2543 : 63) กล่าวถึงการประเมินการปฏิบัติว่า เป็นวิธีการประเมินความคล่องแคล่วชำนาญของพฤติกรรมนักเรียน ที่สามารถสังเกตได้โดยตรง (direct observation) โดยจำกัดสถานการณ์ว่า จะต้องเป็นพฤติกรรมที่เฉพาะเจาะจงหรือเป็นผลจากพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้ สามารถตัดสินความเหมาะสมของการกระทำของนักเรียนได้ หรืออย่างน้อยสามารถระบุการตอบสนองของคนหนึ่งเหมาะสมกว่าคนอื่น ๆ หรือไม่ กระบวนการหรือผลผลิตไม่สามารถวัดได้โดยตรงจากการใช้แบบสอบถามเขียนตอบ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2544 :13) ได้เสนอแนวคิดการประเมินการปฏิบัติว่าเป็นการประเมินผลด้านการแสดงออกเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว โดยทั่วไปจะมีการเรียนรู้เนื้อหาวิชาก่อน หลังจากนั้นก็จะให้ลงมือปฏิบัติจริง เมื่อให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติแล้ว ผู้สอนก็

อยากจะทำผู้เรียนปฏิบัติได้ถูกต้องหรือมีคุณภาพมากน้อยเพียงใด ผู้สอนก็ต้องสร้างเครื่องมือเพื่อประเมินการปฏิบัติของผู้เรียน ในการประเมินการปฏิบัติจะมีระดับของการประเมินตามความเป็นจริงในการปฏิบัติจากระดับความเป็นจริงต่ำไปจนถึงระดับความเป็นจริงสูง

ศิริชัย กาญจนวาสี (2546 :14) ได้กล่าวถึงการประเมินภาคปฏิบัติว่า เป็นการประเมินความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียนภายใต้สภาพการณ์และเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสภาพจริง โดยพิจารณาจากกระบวนการทำงานและคุณภาพของงาน เกณฑ์การประเมินอาจสร้างขึ้นจากมิติความสำคัญ (rubric) ของคุณลักษณะด้านต่างๆ ของผลงานนั้น

สมยศ มหัทธโนบล (2546 : 30) ให้ความหมายการวัดปฏิบัติว่า เป็นการวัดความสามารถในการปฏิบัติ โดยผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมออกมาด้วยการกระทำที่อาศัยประสบการณ์ และจากการเรียนรู้ ทั้งที่เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพ หรือประสิทธิผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำ หรือจากสถานการณ์ที่ได้กำหนดขึ้น

จากความหมายการวัดการปฏิบัติที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การวัดการปฏิบัติเป็นการวัดความสามารถของบุคคลในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งวัดในระดับตั้งแต่ การจำแนกแยกแยะ (identification test) การเลียนแบบ (simulation performance) การใช้ตัวอย่างงาน(work sample) ซึ่งในแต่ละระดับจะแบ่งออกเป็นขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย

2. ประเภทของแบบทดสอบการปฏิบัติ

นักการศึกษาหลายท่าน ได้เสนอ ชนิดของการวัดการปฏิบัติไว้ดังนี้

สมศักดิ์ ลินธุระเวชญ์ (2530 : 97-98) ได้แบ่งแบบทดสอบการปฏิบัติออกเป็น 4 ประเภท ตามระดับความเป็นจริงด้วยกันคือ

1. แบบทดสอบการปฏิบัติชนิดถามตอบ (paper and pencil performance) แบบทดสอบชนิดนี้แตกต่างไปจากแบบทดสอบชนิดอื่นๆ ไปเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการประยุกต์ความรู้และทักษะในการเลียนแบบความจริง ส่วนการถามตอบเป็นการประยุกต์ความรู้ที่เป็นผลที่เกิดจากการเรียนรู้มาแล้วในกิจกรรมหนึ่ง การถามตอบจะมีความสำคัญมากทางการศึกษาโดยเฉพาะคุณภาพของผลงาน

2. การทดสอบการปฏิบัติแบบจำแนก (identification test) แบบทดสอบนี้เป็นแบบที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในระดับความเป็นจริงต่างๆ กันไป เช่น การจำแนกเครื่องมือ หรือชิ้นส่วนของเครื่องมือว่าเป็นอะไรบ้าง และอยู่ส่วนไหนของอุปกรณ์นั้นการชี้ถึงจุดที่ไฟฟ้าช็อตในวง

จรไฟฟ้า การจำแนกวิธีการ เป็นต้น ถ้าจะให้แยกที่สลับซับซ้อนต่อไปอีกก็จะเป็นการจำแนกการฟังเสียงการปฏิบัติงานของเครื่องยนต์ที่ผิดปกติ ว่าเสียงชนิดนั้นเป็นการผิดปกติในส่วนไหนของเครื่องยนต์และหาสาเหตุได้ว่าทำไมจึงมีเสียงเช่นนั้นรวมถึงจะทำการแก้ไขได้อย่างไร

3. แบบทดสอบการปฏิบัติการเลียนแบบ (simulation performance) แบบทดสอบชนิดนี้จะเน้นวิธีการหรือวิธีการปฏิบัติที่แตกต่างกันโดยการให้นักเรียนทำให้เหมือนกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่กำหนดขึ้น เช่น การเล่นเกมทางด้านพลานามัย การเล่นเกมเทนนิส ฟ้อนรำ นักเรียนต้องเลียนแบบตามวิธีการถูกต้องของการกระทำแต่ละชนิด การเรียนสังคมศึกษาจะเป็นการเลียนแบบการตัดสินใจของศาลยุติธรรม การเรียนขับรถยนต์จะเป็นการฝึกหัดเลียนแบบการขับรถยนต์ของนักเรียน เป็นต้น

4. แบบทดสอบตัวอย่างงาน (work sample) เป็นแบบทดสอบการปฏิบัติที่มีระดับการเลียนแบบสูง เป็นการกำหนดให้นักเรียนปฏิบัติงานที่แสดงผลงานออกมาและวัดผลงานนั้นโดยการทำตัวอย่างงานขึ้นมาภายใต้สภาวะการณ์จริงเช่น การทดสอบการขับรถยนต์ จะกำหนดให้มาตรฐานว่า นักเรียนต้องขับรถยนต์ที่สภาพเหมือนกับการขับรถยนต์โดยทั่วไปภายใต้สภาวะการณ์จริง ๆ กล่าวคือ จะมีเครื่องหมายจราจร การเลี้ยวซ้าย การเลี้ยวขวา การติดไฟแดง เป็นต้น

สุนันท์ ศลโกสุม (2532 : 65-70) ได้แบ่งประเภทแบบทดสอบการปฏิบัติตามลักษณะของงานที่กำหนดแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การเลียนแบบ (identification) เป็นการวัดในลักษณะที่กำหนดเงื่อนไขของการปฏิบัติเป็นสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุด แล้วกำหนดข้อคำถามถึงวิธีการหรือการกระทำให้ได้ผลลัพธ์ในเรื่องนั้นหรือจะเป็นการกำหนดขึ้นงานเป็นแบบให้แก่ผู้ถูกสอบ เพื่อให้ผู้ถูกสอบทำงานให้ถูกต้องเหมือนกับแบบที่กำหนดหรืออาจจะกำหนดแบบใดแบบหนึ่งให้ซึ่งแบบที่กำหนดให้นั้นๆ ให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ การวัดแบบนี้ไม่สามารถวัดได้โดยตรงเพราะไม่สามารถวัดประสิทธิภาพในการทำงานได้ ลักษณะของข้อสอบการเลียนแบบได้แก่ การพิมพ์ดีด การดูสไลด์การใช้กล้อง การแก้ปัญหาโจทย์ของวิชาต่างๆที่กำหนดขึ้น การกำหนดเครื่องมือที่แยกชิ้นส่วนต่างๆ ออกแล้ว ให้ประกอบชิ้นส่วนนั้นให้ถูกต้อง การคัดลายมือ การตัดเสื้อตามแบบ

2. การสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation situation) เป็นการวัดที่กำหนดสถานการณ์จำลองให้เหมือนจริงมากที่สุด แล้วให้ลงมือปฏิบัติตามสถานการณ์จำลองนั้นๆ เช่น การฝึกขับรถยนต์ในสนาม หลักสำคัญของการกำหนดสถานการณ์จำลองต้องให้คล้ายกับสภาพความ

เป็นจริงคือ เป็นไปตามธรรมชาติหรือตามสภาพแวดล้อมที่แท้จริง และมีเครื่องมือให้เหมือนกับสภาพที่ใช้จริง นอกจากนั้นต้องมีการปฏิบัติงานของผู้ถูกประเมินที่จะต้องมีความผิดปกติที่แสดงออก ซึ่งมีทั้งวิธีการปฏิบัติและผลผลิตที่จะเกิดขึ้น

3. การกำหนดงาน (work sample) เป็นการกำหนดงานให้ทำเป็นข้อหรือเป็นโครงการหรือเป็นเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน เป็นการดูความสามารถในการทำงานของบุคคลทั้งด้านการจัดการและด้านผลผลิตที่ได้

บุญชม ศรีสะอาด (2523 : 51-52) ได้จำแนกแบบทดสอบการปฏิบัติตามลักษณะของงานที่กำหนดให้ทำเป็น 3 ชนิด หรือ 3 ประเภท ดังนี้

1. แบบจำแนก (recognition or identification) เป็นแบบที่วัดความสามารถในการจำลักษณะที่จำเป็นของการกระทำ ผลงาน หรือจำแนกสิ่งของ ลักษณะของการวัด เช่น จะทำให้เครื่องมือมีความบกพร่อง ผิดเพี้ยนไปจากปกติ ให้ผู้สอบจำแนกจุดบกพร่องนั้น เป็นการวัดการรู้จักถึงความผิดพลาด ความถูกต้องของเครื่องมือ กระบวนการผลิตหรือผลผลิต ลักษณะของการวัดอีกลักษณะหนึ่งคือ ให้ผู้สอบพิจารณาตัดสินเลือกผลงานที่ดีและที่ด้อย อาจเป็นผลงานทางศิลปะ ผลงานการเขียนเรียงความ เป็นต้น

2. แบบใช้สถานการณ์จำลอง (simulated situation) เป็นการวัดที่ไม่ใช้สถานการณ์จริง แต่จะจำลองสถานการณ์จริงหรือการปฏิบัติจริงที่มุ่งวัด เช่น วัดความสามารถในการบังคับทิศทางพวงมาลัย และปฏิกิริยาในการหยุดรถ โดยใช้เครื่องมือจำลองไม่ได้ขับรถจริงตามท้องถนน แม้ว่าจะไม่ใช่สถานการณ์จริง แต่มีข้อดีหลายประการ เช่น มีความประหยัด สะดวกและปลอดภัยกว่าสถานการณ์จริงมาก แบบทดสอบประเภทนี้บางครั้งเรียกว่า miniature test

3. แบบใช้ตัวอย่างงาน (work sample) เป็นการปฏิบัติตามภาวะปกติของการปฏิบัติงานประเภทนั้นๆ อาจกำหนดให้ปฏิบัติตามลำดับที่สมบูรณ์ของพฤติกรรมหรือกระทำที่จำเป็นในการปฏิบัติงานนั้น หรืออาจเลือกเพียงตัวอย่างของพฤติกรรมการทำงานก็ได้ เนื่องจากงานบางอย่างจำเป็นต้องใช้เวลา และมีปัญหาเรื่องค่าใช้จ่าย โดยทั่วไปจึงนิยมเลือกตัวอย่างของการปฏิบัติ ซึ่งสามารถพยากรณ์พฤติกรรมทั้งหมดได้อย่างเพียงพองานบางอย่างจะมีความถูกต้องอย่างชัดเจน เช่น การปาเป้า การสอบพิมพ์ดีด การให้คะแนนการปฏิบัติงานประเภทนี้ จะมีความเป็นปรนัย แต่งานบางอย่างให้คะแนนยาก ขึ้นกับการพิจารณาของผู้ประเมิน เช่น การเล่นเกมดนตรี หรือคุณภาพของการปฏิบัติสะท้อนจากผลงานที่ปรากฏ เช่น การวาดภาพ เป็นต้น

ภัทธา นิคมานนท์ (2538 :180) กล่าวว่า การวัดการปฏิบัติกระทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การให้เขียนตอบ การวัดประเภทนี้ เหมาะกับงานที่ต้องการวัดความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติจริง เพื่อตรวจสอบทักษะความสามารถในงานที่ทำ ตลอดจนตรวจสอบขั้นตอนของการปฏิบัติจริง เช่น การสอบข้อเขียนเกี่ยวกับความรู้เรื่องกฎจราจรก่อนทดสอบภาคสนาม การทดสอบความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการตัดเสื้อก่อนลงมือตัดผ้าจริง เป็นต้น

2. การสร้างสถานการณ์จำลอง ผู้วัดอาจจะเตรียมสถานการณ์จำลองที่มีความคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่เป็นจริง เช่น การจำลองสนามฝึกหัดขับรถให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติ การจำลองหอประชุมเป็นเวทีการแสดง เป็นต้น

3. วัดผลงานที่ได้จากการปฏิบัติจริง การวัดผลงานนั้นส่วนใหญ่มักจะพิจารณาจากชิ้นส่วนของงานที่ผู้เรียนส่ง เช่น รายงานผลการทดลอง ผลการคัดลายมือ บทประพันธ์ที่แต่งขึ้น การอ่านทำนองเสนาะ ผลงานการประดิษฐ์งานฝีมือ เป็นต้น

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2542 : 57) แบ่งเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การเขียน (paper and pencil performance) เป็นการวัดการประยุกต์ความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับการเขียน เช่น การเขียนแบบ การสร้างแผนที่ การแปลโจทย์ปัญหาเป็นรูปภาพ การเขียนกลอน การเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์

2. การจำแนกและระบุกระบวนการปฏิบัติ (identification test) เป็นการระบุชื่อเครื่องมือชิ้นส่วน ขั้นตอนการทำงาน หรือจำแนกสิ่งที่ไม่เหมือนกัน

3. การสร้างสถานการณ์จำลอง (simulate performance) เป็นการสอบวัดโดยกำหนดสถานการณ์ที่คล้ายสถานการณ์จริงมากที่สุดให้ผู้เรียนแก้ปัญหา หรือบอกขั้นตอน วิธีการทำงานเพื่อสร้างงานหรือเพื่อระบุบรรเทาความเสียหาย

4. การกำหนดตัวอย่างงาน (work sample test) เช่น งานแกะสลักสบู่ ครูให้ผู้เรียนศึกษาตัวอย่างงานแล้วทำตามแบบที่เหมือนหรือดีกว่า การประเมินอาจจะประเมินผลสำเร็จทั้งชิ้นหรือเพียงบางส่วนก็ได้

ส.วาสนา ประวาลพุกษ์ (2545 : <http://www.watpon.com/>) ได้กล่าวถึงการวัดการปฏิบัติ โดยแบ่งตามระดับความเป็นจริงดังนี้

1. การแก้ปัญหาในกระดาษ (paper and pencil performance test) เป็นการในการแก้ปัญหาโดยให้ผู้สอบตอบในกระดาษคำตอบ ซึ่งจะตั้งปัญหาจำลองขึ้นให้ผู้สอบแก้ปัญหา นั้น สภาพการณ์ของการทดสอบจะมีระดับความเป็นจริงต่ำมาก

2. การแก้ปัญหาเฉพาะส่วน (identification test) เป็นการทดสอบจากของจริง แต่ทดสอบทีละส่วน ทีละทักษะ ทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจว่าพฤติกรรมหรือทักษะนั้นๆ ผู้สอบสามารถปฏิบัติได้

3. การปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลอง (stimulated performance) เป็นการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นมาให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติงานตามที่เคยเรียนมาแล้ว ผู้เรียนจะใช้ความสามารถหรือทักษะที่ฝึกไว้แล้วมาปฏิบัติงานนั้นในลักษณะของการเลียนแบบ

4. ตัวอย่างงาน (work sample) เป็นการปฏิบัติจริงในสถานการณ์จริง (ที่ยังมีอาจารย์คอยควบคุมดูแลอยู่) การทดสอบในระดับนี้เป็นการให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเช่นเดียวกันกับผู้ปฏิบัติงานในหน้าที่นั้นจริงๆ

5. การปฏิบัติงานจริง (authentic performance) เป็นการรวบรวมผลการวัดทั้ง 4 ระดับรวมทั้งการบันทึก ตรวจสอบการปฏิบัติงานของผู้เรียนตลอดภาคการศึกษา เก็บรวบรวมผลงาน ผลการสังเกตจากผู้สอน ผู้ปฏิบัติงานจริงและเพื่อนๆ มาประมวลเพื่อประเมินผู้เรียนรอบด้าน โดยมีหลักฐานเป็นผลงานและการบันทึกต่างๆ ไว้อย่างเป็นระบบ

ประเภทของการวัดการปฏิบัตินั้นมีหลากหลาย ซึ่งแตกต่างกันในระดับความเป็นจริงของสิ่งที่วัด ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของการวัดการปฏิบัติได้ดังนี้

1. การให้เขียนตอบการปฏิบัติ ซึ่งต้องการวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติจริง เพื่อตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติ ตลอดจนตรวจสอบขั้นตอนของการปฏิบัติ

2. การปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลอง เป็นการสร้างสถานการณ์จำลองที่มีความคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่เป็นจริงให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติงานตามที่เคยเรียนมาแล้ว ผู้เรียนจะใช้ความสามารถหรือทักษะที่ฝึกไว้แล้วมาปฏิบัติงานนั้น

3. การปฏิบัติจริง เป็นการปฏิบัติจริงในสถานการณ์จริง การทดสอบในระดับนี้เป็นการให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเช่นเดียวกันกับผู้ปฏิบัติงานในหน้าที่นั้นจริงๆ

อุทุมพร จามรมาน (2529 : 69) ได้กล่าวถึงชนิดของการวัดการปฏิบัติว่ามีหลายอย่าง เช่น แบบทดสอบแบบเขียนตอบ แบบสังเกตการปฏิบัติงาน แบบการตรวจสอบรายการ แบบวัดเจตคติต่องาน หรือเกณฑ์การประเมินผลงาน เป็นต้น

จากประเภทของแบบทดสอบการปฏิบัติที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า แบบทดสอบการวัดปฏิบัติแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบการปฏิบัติชนิดถามตอบ (paper and pencil performance) เป็นการประยุกต์ความรู้ที่เป็นผลที่เกิดจากการเรียนรู้มาแล้วในกิจกรรมหนึ่ง การถามตอบจะมีความสำคัญมากทางการศึกษาโดยเฉพาะคุณภาพของผลงาน

2. การทดสอบการปฏิบัติแบบจำแนก (identification test) เป็นแบบที่วัดความสามารถในการจำลักษณะที่จำเป็นของการกระทำ ผลงาน หรือจำแนกสิ่งของ ลักษณะของการวัด

3. แบบสร้างสถานการณ์จำลอง (simulate performance) เป็นการวัดที่กำหนดสถานการณ์จำลองให้เหมือนจริงมากที่สุด แล้วให้ลงมือปฏิบัติตามสถานการณ์จำลองนั้นๆ เช่น การฝึกขับรถยนต์ในสนาม

4. การกำหนดตัวอย่างงาน (work sample test) เป็นการปฏิบัติจริงในสถานการณ์จริง การทดสอบในระดับนี้เป็นการให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเช่นเดียวกันกับผู้ปฏิบัติงานในหน้าที่นั้นจริง

3. พฤติกรรม การเรียนรู้ด้านการปฏิบัติ

พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติหรือการกระทำนั้น ได้มีการแบ่งไว้หลายอย่าง ดังนี้

โกวิทย์ ปรวาลพฤษ และสมศักดิ์ สีนธระเวชญ์ (2523 : 25-27) ได้แบ่งไว้ดังนี้

1. แบ่งระดับพฤติกรรมด้านการปฏิบัติตามระดับความซับซ้อนของการกระทำของกล้ามเนื้อได้ 5 ขั้นคือ

- 1.1 การรับรู้ (perception)
- 1.2 การเตรียมพร้อมการปฏิบัติ (set)
- 1.3 การตอบสนองตามที่มีคนนำ (guide response)
- 1.4 ปฏิบัติได้ (mechanism)
- 1.5 การตอบสนองที่ซับซ้อน (complex over response)

2. แบ่งระดับพฤติกรรมด้านการปฏิบัติตามระดับการประสานกันได้ 5 ขั้น คือ

- 2.1 การเลียนแบบ (imitation)
- 2.2 ยักย้ายถ่ายเท (manipulation)
- 2.3 ประณีต (precision)
- 2.4 ทำได้อย่างธรรมชาติ (naturization)
- 2.5 มีศิลปะ (articulation)

3. แบ่งระดับตามพฤติกรรมตามระดับการเคลื่อนไหวได้ 5 ขั้นคือ

- 3.1 การเคลื่อนไหวตอบโต้ (reflex movement)

3.2 การรับรู้ (perceptual)

3.3 ความสามารถทางกาย (physical ability)

3.4 การสื่อความหมายที่ได้ข้อคม (nondiscursive)

3.5 ทักษะการเคลื่อนไหว (skilled movement)

ซิมป์สัน (อุทุมพร จามรมาน. 2532 : 38-41 อ้างอิงมาจาก Simpson. 1966 : 85-104) ได้แบ่งระดับของจุดมุ่งหมายของพฤติกรรมด้านการปฏิบัติจากการรับรู้ต่ำสุดถึงระดับที่สูงที่สุด โดยแบ่งเป็น 7 ชั้น ดังนี้

1. การรับรู้ (perception) เป็นขั้นแรกของการกระทำของกล้ามเนื้อ เช่น การรับรู้วัตถุ ปริมาณ ความสัมพันธ์ โดยอวัยวะด้านความรู้สึก การรับรู้แบ่งออกเป็น 3 ชนิด มีระดับต่างๆ กัน

1.1 การเร้าอวัยวะสัมผัส (sensory stimulation) เป็นการกระทำของสิ่งเร้า

1.1.1 ทางหู (auditory) คือ การได้ยินหรือความรู้สึกหรืออวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการได้ยิน

1.1.2 ทางตา (visual) คือ การเห็นภาพ หรือเกิดภาพในสมองโดยผ่านสายตา

1.1.3 ทางสัมผัส (tactile) คือ ความรู้สึกจากการสัมผัส

1.1.4 ทางลิ้น (taste) คือ การรับรสจากลิ้น

1.1.5 ทางจมูก (smell) คือ การได้กลิ่นจากจมูก

1.1.6 ทางความรู้สึกเคลื่อนไหว (kinesthetic) คือ การกระตุ้นให้เกิดการรับรู้โดย กล้ามเนื้อ เอ็น และข้อ

1.2 การเลือกแนวทางปฏิบัติ (cue selection) เป็นการตัดสินใจเลือกกิจกรรมการตอบสนองให้เหมาะสมกับสิ่งเร้า และตัดสิ่งเร้าที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป

1.3 การแปลความหมาย (translation) เป็นการแปลความเกี่ยวกับสิ่งเร้า และแปลความออกมา เช่น ความสามารถในการเตรียมอาหารตามคู่มือปรุงอาหาร

2. การเตรียมพร้อม (set) เป็นการปรับตัวทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ และสมอง ให้พร้อมที่จะทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง

2.1 ความพร้อมทางสมอง (mental set) เป็นความพร้อมในเชิงความคิดที่ต้องมีมาก่อน ซึ่งพร้อมที่จะขี้งเพื่อจำแนกการใช้ การตัดสินใจในการกระทำที่แตกต่างกัน

2.2 ความพร้อมทางร่างกาย (physical set) เป็นความพร้อมในการปรับตัวของร่างกายที่จำเป็น เพื่อการกระทำของกล้ามเนื้อ เช่น การวางตำแหน่งมือในการเตรียมพิมพ์

2.3 ความพร้อมทางอารมณ์ (emotional set) เป็นการปรับเจตคติให้เกิดความตั้งใจที่จะตอบสนอง

3. การตอบสนองตามแนวทางที่กำหนดให้ (guided response) เป็นก้าวแรกของการพัฒนาทักษะ ซึ่งเน้นเกี่ยวกับส่วนประกอบของทักษะที่รวมกันอยู่ โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

3.1 การเลียนแบบ (imitation) เป็นการตอบสนองตามแบบที่ให้ เช่น การแสดงให้ดูแล้วทำตาม

3.2 การลองผิดลองถูก (trial and error) เป็นความพยายามที่จะตอบสนองรูปแบบต่างๆ ด้วยตนเอง

4. ขั้นทักษะ (machanism) เป็นการเรียนรู้การตอบสนองจนเป็นนิสัย ผู้เรียนจะเกิดความมั่นใจในการตอบสนอง โดยจะเกิดการสร้างระบบ วิธีการ จากประสบการณ์และความรู้ที่เก็บสะสมไว้

5. การปฏิบัติสิ่งที่ยากและซับซ้อน (complex overt response) การตอบสนองในขั้นนี้ต้องอาศัยทักษะขั้นสูง โดยตอบสนองด้วยความราบรื่นมีประสิทธิภาพสูง และใช้เวลาน้อยที่สุด แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

5.1 การตอบสนองโดยไม่ลังเลใจ (resolution of uncertainty) เป็นการปฏิบัติโดยปราศจากความลังเลใจ โดยสมองจะรู้ภาพขั้นตอนที่ต้องการด้วยความมั่นใจสามารถทำในสิ่งซับซ้อนได้

5.2 การตอบสนองแบบอัตโนมัติ (automatic performance) ในระดับนี้แต่ละคนสามารถใช้ทักษะของกล้ามเนื้อ ซึ่งประสานกันโดยสะดวก รวมทั้งควบคุมกล้ามเนื้อนั้นได้

6. การดัดแปลงให้เหมาะสม (adaptation) เป็นการเปลี่ยนกิจกรรมในทางเคลื่อนไหวโดยสมอง ให้เคลื่อนไหวได้เหมาะสมกับความต้องการหรือสถานการณ์ของปัญหา เช่น เย็บเสื้อโดยออกแบบใหม่ขึ้น

7. การริเริ่มสิ่งใหม่ (origination) หมายถึง การริเริ่มรูปแบบการเคลื่อนไหวใหม่ๆ ที่เหมาะสมกับสถานการณ์เฉพาะอย่าง หรือปัญหาเฉพาะเรื่อง ผลการเรียนรู้ระดับนี้เป็นการพัฒนาทักษะขั้นสูง

เดป (โกวิท ประวาลพุกษ์ และสมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. 2523 : 28 : อ้างอิงมาจาก Dave. 1971) แบ่งพฤติกรรมด้านการปฏิบัติโดยเรียงลำดับการประสานกันคือ

1. การเลียนแบบ (imitation) ทำเลียนแบบซ้ำๆ โดยที่ยังไม่ได้ผลสมบูรณ์
2. ยักย้ายถ่ายเท (manipuiation) ทำตามแบบโดยมีคำสั่งชี้แจงที่จะพัฒนา

ทักษะ

3. ประณีต (precision) ทำอย่างมีทักษะโดยปราศจากคำแนะนำหรือรูปแบบ
4. มีศิลปะ (articulation) ทำต่อเนื่องประสานกัน เพื่อความถูกต้องและควบคุมอัตโนมัติ

เขียน ไชยศร (2529 : 37-43) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมด้านการปฏิบัติซึ่งสามารถพิจารณาจากลักษณะต่อไปนี้

1. การเลียนแบบ (imitating) เป็นการทำตามทีละขั้น ๆ ไปตามทีแสดงให้ดู อาจมีการช่วยเหลือในขณะที่ทำตาม โดยเน้น

- 1.1 การทำตามแบบ
- 1.2 ทำไปตามขั้น ทีละขั้น ๆ
- 1.3 มีผู้ทำให้ดู
- 1.4 มีการช่วยเหลือขณะปฏิบัติ

2. การทำโดยยึดแบบ (patterning) เป็นการทำด้วยตนเอง โดยการบอกแนว ให้ คำชี้แจงหรือทบทวนการปฏิบัติให้ก่อน ผู้ปฏิบัติอาจทำโดยการลองผิดลองถูกด้วยตนเอง อาจเข้าไม่ถูกต้องทีเดียวในตอนแรก โดยเน้น

- 2.1 ทำหลังจากอธิบายวิธีการให้ฟัง
- 2.2 ทำหลังจากทบทวนขั้นตอนให้ฟัง
- 2.3 ทำหลังจากแสดงหรือปฏิบัติให้ดู
- 2.4 ทำหลังจากให้ศึกษาคำสั่ง

3. การทำด้วยความชำนาญ (mastering) เป็นการกระทำได้ถูกต้อง แม่นยำ เหมาะสมกับเวลาโดยไม่มีการช่วยเหลือ ไม่มีคำชี้แจง ไม่มีการแนะ ไม่มีการทำให้ดู หรือไม่มีการให้ดูในรูปแบบใด ๆ เพียงแต่กำหนดหัวเรื่อง วิธีการให้ว่า ให้ทำอะไร โดยเน้น

- 3.1 ความถูกต้อง
- 3.2 ความรวดเร็ว
- 3.3 ความคงที่

- 3.4 ความประสานสัมพันธ์
- 3.5 ความอดทน
- 3.6 ความแน่นอน
- 3.7 ความถูกต้องตามสัดส่วน
- 3.8 ความแข็งแรง

4. การทำในสถานการณ์ต่าง (applying) เป็นการทำให้สถานการณ์ใหม่ๆ ที่นอกเหนือไปจากที่ทำมาแล้วได้ด้วยความถูกต้องและในเวลาอันเหมาะสมโดยไม่มี的帮助เหลือ ไม่มีการแนะนำขั้นตอน กระบวนการหรือการปฏิบัติใด ๆ จากผู้อื่น โดยเน้น

- 4.1 เลือกทักษะที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา
- 4.2 กำหนดทักษะที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา
- 4.3 ความแน่ใจในการใช้ทักษะนั้นในยามจำเป็น
- 4.4 กำหนดขั้นตอน กระบวนการในการแก้ปัญหา

5. การแก้ปัญหาโดยฉับพลัน (improvising) เป็นการทำให้แก้ปัญหาโดยฉับพลัน ซึ่งอาจเป็นการแก้ไขปรับปรุง เปลี่ยนแปลง ขยาย ยืดหยุ่น เสนอสอดแทรกสิ่งใหม่เข้าไปกับทักษะที่มีมาหรือทำมาก่อน โดยเน้น

- 5.1 การหาหนทางใหม่ในการใช้ทักษะ เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์
- 5.2 การเปลี่ยนแปลงปรับปรุงทักษะที่ต้องทำในวิถีทางที่ต้องปฏิบัติ
- 5.3 วิธีการสร้างเสริม แต่งบุคคลิกบางอย่างในการที่จะปฏิบัติงานนั้น ๆ
- 5.4 การประสานสัมพันธ์ทักษะที่ใช้ในกิจกรรมนั้น ๆ

ฮาร์โรว์ (โกวิท ประวาลพุกษ์ และสมศักดิ์ สินธุระเชญ์. 2523 : 29 ; อ้างอิงมาจาก Harrow. 1972) แบ่งพฤติกรรมการปฏิบัติตามระดับพฤติกรรมเคลื่อนไหวดังนี้

1. การเคลื่อนไหวตอบโต้ (reflex movement) โดยการเคลื่อนไหวหรือไม่เคลื่อนไหวหรือผสมผสานกัน
2. การรับรู้ (perceptual) โดยการรู้สึกทางการเคลื่อนไหว ทางตา ทางหู ทางสัมผัส และทางการประสานกับอวัยวะดังที่กล่าวมาแล้ว
3. ความสามารถทางกาย (physical ability) หมายถึง ความทนทาน ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความคล่องแคล่ว
4. ทักษะทางการเคลื่อนไหว (skilled movement) เป็นทักษะที่ปรับจากขั้นที่งานยากขึ้นและซับซ้อน

5. การสื่อความหมายที่อ้อมค้อม (nondiscursive communication) เป็นการแสดงออกเพื่อสื่อความหมายโดยการเคลื่อนไหวหรือการเคลื่อนไหวนั้นเป็นการแสดงออกที่มีความหมายอยู่ในตัว

อุทุมพร ทองอุไทย (2524 :117-126) ได้แบ่งระดับของพฤติกรรมทางด้านการปฏิบัติ โดยเรียงจากการรับรู้ต่ำสุด เป็นไปตามลำดับขั้นดังนี้

1. การรับรู้ (perception) เป็นขั้นสำคัญขั้นแรกในการปฏิบัติหรือลงมือทำกิจกรรม เป็นกระบวนการรับรู้ตัวเกี่ยวกับวัตถุ คุณภาพ หรือความสัมพันธ์ โดยอาศัยประสาทสัมผัสนี้เป็นพื้นฐานของวงจรที่เกี่ยวกับ สถานการณ์ การแปลผล การกระทำซึ่งนำไปสู่กิจกรรมทักษะการรับรู้ที่จัดอยู่ในขั้นนี้ แบ่งเป็น 3 ระดับขั้นของกระบวนการเรียนรู้

1.1 การเร้าความรู้สึก (sensory stimulation) การกระตุ้นของสิ่งเร้าต่อประสาท ประสาท ความรู้สึกหนึ่งอย่างหรือมากกว่าหนึ่งอย่าง

1.1.1 ทางหู การได้ยินหรือประสาทที่เกี่ยวกับการได้ยิน

1.1.2 ทางตา เกี่ยวกับภาพพจน์ในสมอง หรือภาพพจน์จากการมองดู

1.1.3 ทางมือ เป็นการรับรู้ความรู้สึกที่ได้จากการสัมผัส

1.1.4 ทางลิ้น เป็นการรับความรู้สึกโดยอาศัยรส หรือการนำเข้าปาก

1.1.5 ทางดมกลิ่น รับรู้โดยการกระตุ้นประสาทโอลแฟคทอรี

1.1.6 ทางกล้ามเนื้อ ความรู้สึกทางกล้ามเนื้อ เกี่ยวกับความรู้สึกจากกิจกรรมของเครื่องรับ ซึ่งอยู่ในกล้ามเนื้อเอ็นและข้อต่อ

1.2 การเลือกตัวแนะ (cue selection) การตัดสินใจจะเลือกกว่าตัวแนะอะไรที่คนจะสนองตอบ เพื่อให้สอดคล้องกับข้อเรียกร้องบางอย่างในการปฏิบัติงาน

1.3 การแปล (translation) เกี่ยวกับการรับรู้ต่อการปฏิบัติกิจกรรมที่เป็นกระบวนการทางสมอง ในการทำความเข้าใจความหมายของตัวแนะที่ได้รับการกระทำ การแปลเกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์คือ การมีภาพพจน์หรือการย้อนรำลึกบางอย่าง (การมีความคิดอันเป็นของตัวแนะที่ได้รับ)

2. ความพร้อม (set) ความพร้อมเป็นการปรับตัวให้เตรียมพร้อมต่อการกระทำ บางอย่าง หรือประสบการณ์บางอย่าง ความพร้อมมี 3 ลักษณะคือ

2.1 ความพร้อมทางสมอง คือ ความพร้อมในเชิงความคิดที่จะกระทำกิจกรรมทางทักษะบางอย่าง ความพร้อมทางสมองเป็นสิ่งที่ต้องมีมาก่อน และเกี่ยวข้องถึงระดับของการรับรู้

2.2 ความพร้อมทางร่างกาย คือ ความพร้อมในลักษณะที่มีการปรับสภาพร่างกายซึ่งจำเป็นต่อการกระทำบางอย่าง ความพร้อมทางร่างกายเกี่ยวข้องกับความพร้อมด้านเครื่องรับนั้นคือ การรับความรู้สึก หรือการมุ่งไปยังความตั้งใจของประสาทสัมผัสและท่าทางที่จำเป็นหรือการจัดท่าทาง ตำแหน่งของร่างกาย

2.3 ความพร้อมทางอารมณ์ คือ ความพร้อมในรูปของเจตคติที่ดีพึงปรารถนา ทำกิจกรรมปฏิบัติที่เกิดขึ้น ความตั้งใจตอบสนอง

3. การตอบสนองตามแนวทางที่ให้ (guided response) เป็นขั้นต้นในการพัฒนาทักษะ การเน้นอยู่ที่ความสามารถ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของทักษะที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น การตอบสนองตามแนวทางนี้ เป็นการแสดงออกของแต่ละคนภายใต้การแนะแนวทางผู้สอนจำแนกได้ 2 อย่าง คือการเลียนแบบ และการลองผิดลองถูก

3.1 การเลียนแบบ หมายถึง การดำเนินการในลักษณะที่เป็นการตอบสนองโดยตรง ตามการรับรู้ของบุคคลที่กระทำการนั้นๆ

3.2 การลองผิดลองถูก เป็นการพยายามที่จะตอบสนองแบบต่างๆ ตามปกติจะมีหลักการซ่อนเร้นอยู่ภายใต้ การตอบสนองแต่ละอย่างจนกระทั่งประสบผลสำเร็จ ตอบสนองที่เหมาะสมเป็นเรื่องที่ต้องให้ตอบสนองตามความต้องการของงานที่ปฏิบัตินั้น คือ ทำงานให้เสร็จหรือทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการตอบสนองที่เหมาะสมได้รับการคัดเลือกจากพฤติกรรมต่างๆ อาจอาศัยอิทธิพลของรางวัลหรือการลงโทษ

4. กลไก (mechanism) คือ การตอบสนองที่เกิดการเรียนรู้จนกลายเป็นนิสัย ผู้เรียนมีความเชื่อมั่น และมีความชำนาญมากพอที่จะปฏิบัติงานนั้นๆ กิจกรรมเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งที่สะสมไว้ซึ่งสามารถจะตอบสนองสิ่งเร้าและข้อเรียกร้องของสถานการณ์ซึ่งต้องการการตอบสนองอย่างเหมาะสม การตอบสนองจะซับซ้อนกว่าระดับที่ผ่านมา และเกี่ยวข้องกับรูปแบบบางอย่างที่ใช้กระทำกิจกรรมนั้นๆ

5. การตอบสนองที่ซับซ้อน (complex overt response) ในระดับนี้แต่ละคนปฏิบัติงานเป็นเรื่องซับซ้อนตามข้อเรียกร้องของรูปแบบการเคลื่อนไหวตัวและต้องมีทักษะการกระทำ มีการปฏิบัติอย่างราบรื่น และอย่างมีประสิทธิภาพนั้นคือ โดยอาศัยการลงทุนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเวลา และงานให้น้อยที่สุด การตอบสนองที่ซับซ้อนนี้จำแนกได้เป็น 2 อย่าง คือ การตัดสินใจกระทำอย่างเด็ดเดี่ยวในสิ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้กับการกระทำโดยอัตโนมัติ

5.1 การตัดสินใจกระทำอย่างเด็ดเดี่ยวในสิ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้ หมายถึง การกระทำซึ่งปราศจากความลังเลในของแต่ละคน ที่จะให้ได้ภาพที่เป็นขั้นตอนของกระบวนการ

นั่นคือ เขารู้ถึงขั้นตอนต่างๆ ที่จำเป็นและสามารถทำให้สำเร็จได้ การกระทำนี้มีลักษณะซับซ้อนตามธรรมชาติ

5.2 การกระทำโดยอัตโนมัติ ในระดับนี้แต่ละคนสามารถปฏิบัติงานซึ่งต้องอาศัยการประสานงานของทักษะและกล้ามเนื้อ

6. การดัดแปลงให้เหมาะสม (adaptation) การเปลี่ยนกิจกรรมทางมอเตอร์เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการในสภาพการปัญหาแบบใหม่ ที่ต้องการตอบสนองทางร่างกาย

7. การริเริ่ม (origination) เป็นการสร้างกิจกรรมทางมอเตอร์แบบใหม่ใช้วิธีใหม่ในการจัดกระทำกับวัสดุต่างๆ ซึ่งอยู่นอกเขตของความเข้าใจ ความสามารถและทักษะที่ได้รับการพัฒนาในด้านพลังทักษะ

นิโบล นิมกิงรัตน์ (2531 : 32) ได้สรุปพฤติกรรมด้านการปฏิบัติออกเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ ดังนี้

1. ขั้นเลียนแบบทีละขั้น
2. ขั้นสามารถปฏิบัติได้
3. ขั้นผู้เรียนมีความชำนาญในการปฏิบัติโดยอัตโนมัติ (automatism)

จากพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า พฤติกรรมด้านการปฏิบัติสามารถพิจารณาจากลักษณะต่อไปนี้

1. การรับรู้ (perception) เป็นขั้นแรกของการกระทำของกล้ามเนื้อ เช่น การรับรู้วัตถุ ปริมาณ ความสัมพันธ์ โดยอวัยวะด้านความรู้สึก
2. การเลียนแบบ (imitation) เป็นการตอบสนองตามแบบที่ให้ เช่น การแสดงให้ดูแล้วทำตาม
3. การทำด้วยความชำนาญ (mastering) เป็นการกระทำได้ถูกต้อง แม่นยำเหมาะสมกับเวลาโดยไม่มีการช่วยเหลือ ไม่มีคำชี้แจง ไม่มีการแนะ ไม่มีการทำให้ดู หรือไม่มีการให้ดูในรูปแบบใด ๆ เพียงแต่กำหนดหัวเรื่อง วิธีการให้ว่า ให้ทำอะไร
4. การทำในสถานการณ์ต่าง (applying) เป็นการทำในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่นอกเหนือไปจากที่ทำมาแล้วได้ด้วยความถูกต้องและในเวลาอันเหมาะสมโดยไม่มีการช่วยเหลือ ไม่มีการแนะขั้นตอนกระบวนการหรือการปฏิบัติใด ๆ จากผู้อื่น

4. เครื่องมือในการวัดผลการปฏิบัติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดการปฏิบัติมีหลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทมีความเหมาะสมในการวัดต่างกัน มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการวัดการปฏิบัติ ดังนี้

ส.วาสนา ประवालพฤษ (2530 : 97-124) ได้กล่าวว่า ในการสอนการปฏิบัติ มักจะใช้เทคนิคต่างๆ ดังนี้

1. การสังเกต (observation) การสังเกตที่ดีจะต้องปล่อยให้ผู้ถูกสังเกตอยู่ในสถานการณ์ปกติ เพื่อจะได้ข้อมูลตามความเป็นจริง การสังเกตอาจจะทำได้โดยผู้สังเกตเข้าไปอยู่ในกลุ่มด้วย เปรียบเสมือนเป็นสมาชิกผู้หนึ่งในกลุ่ม หรือผู้สังเกตจะแอบดูอยู่ที่อื่น โดยไม่ให้ผู้ถูกสังเกตรู้ตัวก็ได้ ในการสังเกตจะต้องมีการวางแผนเสียก่อนว่าสังเกตเมื่อไร อะไรบ้าง ตั้งจุดมุ่งหมายของการสังเกตแต่ละครั้ง นอกจากนั้นจะต้องเตรียมบันทึกข้อมูล โดยใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น มาตราส่วนประมาณค่า การบันทึกต่างๆ แบบสำรวจพฤติกรรม

2. การจัดอันดับ (ranking) เป็นวิธีการที่จะเรียงลำดับนักเรียนในคุณสมบัติหนึ่งๆ ตามที่กำหนดให้ ซึ่งสามารถที่จะใช้ในการวัดวิธีการหรือผลงานก็ได้ แต่ส่วนใหญ่จะใช้ในการวัดผลมากกว่า การใช้จัดอันดับจะมีความเชื่อมั่นสูงขึ้น ถ้าจัดอันดับคุณสมบัติหนึ่งๆ ที่จำเพาะและมีความจำกัดความของคุณสมบัตินั้นชัดเจน แต่ถ้าจัดอันดับหลายอย่างในคราวเดียวกัน จะทำให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำลง ตัวอย่างเช่น การเรียนขับรถ ครูจัดอันดับเกี่ยวกับความสามารถในการหยุดรถไม่ใช่จัดอันดับความสามารถในการใช้รถ (ซึ่งรวมท่วงท่า การออกแบบ การจับพวงมาลัย การจอดรถ)

3. มาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) เป็นเครื่องมือที่ใช้กันมากในการประเมินการปฏิบัติ มีหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดที่จัดเป็นคุณลักษณะต่อเนื่อง ซึ่งจะแบ่งคุณลักษณะนั้นตามระดับสูง-ต่ำ โดยกำหนดเป็น 2 ระดับขึ้นไปจนถึงประมาณ 10 ระดับ ความเชื่อถือได้ของข้อมูล จากมาตราส่วนประมาณค่า นอกจากจะขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สังเกต ความไม่อคติ แล้วยังขึ้นอยู่กับ การกำหนดความหมายของคุณสมบัติที่กำลังพิจารณาด้วย จะต้องกำหนดคุณสมบัติให้ชัดเจน และเป็นคุณสมบัตีย่อยเช่นเดียวกับการจัดอันดับ

4. แบบสำรวจพฤติกรรม (checklists) แบบสำรวจของนักเรียนมีรายการของพฤติกรรมให้ผู้สังเกตบันทึกว่า พฤติกรรมนั้นๆ เกิดขึ้นหรือไม่ โดยส่วนมากมักจะบอกเพียงว่ามีหรือไม่ ในการสังเกตการปฏิบัติงานบางครั้งอาจให้ผู้สังเกตบันทึกลำดับที่ของการปฏิบัติหรือ

พฤติกรรมตามลำดับตั้งแต่ 1 เป็นต้นไปก็ได้ ซึ่งในลักษณะนี้ก็จะทำให้มองเห็นภาพรวมของการปฏิบัติงานอีกครั้ง

5. การบันทึกต่างๆ (anecdotal record) การบันทึกในกลุ่มนี้มักจะเป็นวิธีการที่ไม่ได้กำหนดรูปแบบไว้อย่างชัดเจนเหมือนวิธีอื่นๆ ผู้บันทึกค่อนข้างจะมีอิสระในการบันทึกมากกว่าเครื่องมือชนิดอื่นๆ การบันทึกเพียงครั้งเดียวอาจไม่สามารถให้ข้อมูลที่มีความหมายมากนัก แต่การบันทึกอย่างต่อเนื่องหลายครั้ง จะให้ข้อมูลที่ชัดเจนขึ้น ในการบันทึกผู้สังเกตจะเขียนถึงพฤติกรรม หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเท่านั้นที่ไม่ใส่ความเห็นลงไป ยกเว้นกรณีที่ต้องการให้ใส่ความคิดเห็นแยกในส่วนที่เป็นช่องความคิดเห็น

อุทุมพร จามรมาน (2529 : 69) ได้กล่าวถึงเครื่องมือตรวจสอบการปฏิบัตินั้นมีหลายอย่างเช่น แบบทดสอบ แบบเขียนตอบ แบบสังเกตการปฏิบัติ แบบตรวจสอบรายการ แบบวัดทัศนคติต่องาน หรือเกณฑ์ประเมินผลงาน เป็นต้น

สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์ (2530 : 99-100) ได้แบ่งการทดสอบการปฏิบัติออกเป็นชนิดตามระดับความเป็นจริงคือ

1. การทดสอบการปฏิบัติด้วยการเขียนตอบ จะแตกต่างไปจากการสอบโดยทั่วไป เพราะการทดสอบนี้จะมุ่งการใช้ความรู้และทักษะ คำถามส่วนใหญ่เป็นการใช้ความรู้ที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้ที่ผ่านมา

2. การทดสอบเชิงจำแนก เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันแพร่หลายในระดับความเป็นจริงต่างๆ เช่น ให้นักเรียนจำแนกเครื่องมือหรือชิ้นส่วนของเครื่องมือว่ามีอะไรบ้าง

3. การปฏิบัติเชิงสร้างสถานการณ์ จะเป็นวิธีการโดยให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานในสถานการณ์ที่เหมือนจริงเช่น ในวิชาพลศึกษาให้นักเรียนแสดงท่ามวยโดยไม่มีการต่อสู้ เป็นต้น

4. การปฏิบัติงานจริง ในการทดสอบการปฏิบัติซึ่งมีหลายวิธีการการปฏิบัติงานจริงนั้นถือว่ามีระดับความเป็นจริงสูงสุด นักเรียนจะต้องแสดงตัวอย่างของงานภายใต้สถานการณ์จริง

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 648-649) ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่นำมาใช้ในการวัดทักษะปฏิบัติสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์มี 2 อย่าง คือ

1. ข้อสอบให้ปฏิบัติการ คือ ให้นักเรียนทำการปฏิบัติการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายๆ อย่างดังต่อไปนี้

- 1.1 ให้ทำการทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
- 1.2 ให้สาธิตการติดตั้งเครื่องมือให้ดู
- 1.3 ให้สาธิตการใช้เครื่องมือให้ดู

1.4 ให้สาธิตการประกอบเครื่องมือหรือวงจรให้ดู

1.5 ให้ทดสอบสารเคมี

ความสามารถในการทดลองการทดสอบ การค้นหาจุดบกพร่องของระบบสามารถวัดได้จากผลงาน และการเขียนรายงานประกอบความสามารถในการสาธิต สามารถวัดได้จากการสังเกตของครู โดยดูว่านักเรียนทำได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอนหรือไม่ หรืออาจใช้แบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติประกอบได้ด้วยก็ได้

2. แบบสังเกตระหว่างการปฏิบัติ แบบนี้จะช่วยให้ครูทราบว่าขณะที่นักเรียนได้ปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ เช่น การติดตั้งเครื่องมือ การใช้เครื่องมือ การวัด การปฏิบัติทดลอง นักเรียนได้มีทักษะในการปฏิบัติมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะรู้อย่างรวดเร็วได้จากการสังเกตการปฏิบัติของนักเรียนแต่ละคน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมเป็นเครื่องมือ การสังเกตพฤติกรรมนี้แบ่งสเกลอันดับคุณภาพเป็น 3 ระดับคงพอดี คือ ดี พอใช้ ต้องแก้ไข

นิโบล นิมกิงรัตน์ (มมป. : 1-2) ได้แบ่งเครื่องมือในการวัดการปฏิบัติออกได้เป็น 4 ด้านดังนี้

1. วัดความรู้ความคิดในภาคทฤษฎี เป็นการวัดความรู้ความคิดในภาคทฤษฎีเกี่ยวกับภาคปฏิบัติในเรื่องนั้นๆ โดยใช้แบบทดสอบเป็นตัววัด คำถามส่วนใหญ่มักเป็นคำถามเกี่ยวกับการใช้ความรู้ความคิดที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้ที่ผ่านมา

2. วัดความสามารถในการปฏิบัติ เป็นการวัดความสามารถของบุคคลในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง อาจจะเริ่มต้นวัดได้ตั้งแต่ ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน เครื่องมือที่จะใช้วัดได้ผลคือ แบบสังเกต

3. วัดความเข้าใจหรือแก้ปัญหาในการปฏิบัติ เป็นการวัดความเข้าใจในการปฏิบัติงาน ตลอดจนการแก้ปัญหาในการปฏิบัติงาน ซึ่งผู้ที่จะทำแบบทดสอบนี้ได้ดีต้องเคยผ่านการปฏิบัติงานนั้นๆ มาจนมองเห็นกระบวนการได้ชัดเจน ตลอดจนสามารถมองเห็นภาพพจน์ในการทำงานของเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ ว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไร มีขั้นตอนอย่างไร ในการสอบวัดด้านนี้ ถ้าจะให้ได้ดีผลดี น่าจะนำของจริงหรือรูปภาพที่คล้ายของจริงมาให้ผู้ถูกวัดดู และถามคำตอบ ซึ่งลักษณะของคำถามอาจเน้นในเรื่อง การรู้จัก การเข้าใจในการใช้สิ่งนั้น การแก้ปัญหาในเรื่องนั้นๆ

4. วัดกิริยาในการปฏิบัติงาน นอกจากอยากจะรู้ว่าผู้เรียนมีความรู้ความคิดอย่างไรยังมีพฤติกรรมของผู้เรียนบางอย่างที่จะต้องวัดด้วย แต่เราละเลยไม่ค่อยคำนึงถึงคือคุณธรรมในการปฏิบัติงาน ซึ่งในที่นี้ขอเรียกว่า กิริยาในการปฏิบัติงาน เป็นพฤติกรรมที่สำคัญ

อย่างยิ่ง พฤติกรรมเหล่านี้ได้แก่ ความตั้งใจในการทำงาน ความรับผิดชอบ การให้ความร่วมมือ ความสนใจ การมีวินัยในตนเอง เป็นต้น เครื่องมือที่น่าจะนำมาใช้ได้ผลที่ดีที่สุดคือ แบบสังเกต วัดกิจนิสัยในการปฏิบัติงาน

สุภรณ์ ลิ้มบริบูรณ์ (2534 :12-15) ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการปฏิบัติ ดังนี้

1. มาตรฐานประมาณค่า (rating scale) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติ คือ วัดกระบวนการ (process) และผลงานที่ได้จากการปฏิบัติ (product) มาตรฐานประมาณค่าที่นิยมใช้กันมี 3 ชนิด คือ

1.1 มาตรฐานประมาณค่าแบบตัวเลข (numerical rating scale) เป็นมาตรวัดที่ใช้ตัวเลขแทนระดับของคุณลักษณะหรือพฤติกรรม อาจเป็น 3, 4 หรือระดับ

1.2 มาตรฐานประมาณค่าแบบกราฟฟิค (graphic rating scale) เป็นมาตรวัดในแนวนอน โดยแบ่งเป็นช่วงแสดงถึงระดับความเข้มหรือความถี่ของพฤติกรรม

1.3 มาตรฐานประมาณค่าแบบบรรยาย (descriptive graphic rating scale) เป็นมาตรวัดที่แบ่งเป็นช่วงตามแนวนอนเช่นเดียวกับแบบกราฟฟิค แต่มีคำบรรยายบอกลักษณะของพฤติกรรมในแต่ละระดับไว้ว่าเป็นอย่างไร นอกจากนี้จะจัดที่ว่างทำข้อสำหรับออกความเห็นหรืออธิบายเพิ่มเติม (comment) รายละเอียดเกี่ยวกับการประเมินในข้อนั้น

2. แบบตรวจสอบรายการหรือตรวจสอบพฤติกรรม (checklist) แบบตรวจสอบรายการเป็นเครื่องมือสำหรับวัดกระบวนการ ผลงานหรือคุณลักษณะด้านจิตพิสัยได้เช่นเดียวกับมาตรฐานประมาณค่า แต่แตกต่างกันตรงที่มักจะบอกให้ทราบพฤติกรรมว่ามีมากน้อยเพียงไร แต่แบบตรวจสอบรายการจะบอกให้ทราบแต่เพียงว่านักเรียนมีหรือไม่มี ผ่านหรือไม่ผ่าน ปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติ ในรายการหรือพฤติกรรมที่กำหนด

สุนันท์ ศลโกสุม (2532 : 70-75) ได้กล่าวว่า การวัดผลการปฏิบัติต้องใช้เครื่องมือในการวัดผล 2 ประเภท คือ

1. แบบบันทึกผลการปฏิบัติ แบบบันทึกนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ รายการในการตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงานทั้งผลผลิตและการดำเนินงาน และการให้น้ำหนักคะแนนแต่ละรายการ รูปแบบของเครื่องมือในการบันทึกทำได้หลายรูปแบบ คือ

1.1 แบบสำรวจรายการ (checklist) จะเป็นรายการที่กำหนดไว้เกี่ยวกับพฤติกรรมที่ต้องการให้กระทำหรือวิธีการที่มีจุดประสงค์จะให้ทำตามนั้น ผู้สังเกตจะตรวจสอบตามรายการว่าผู้ถูกประเมินได้ทำตามรายการนั้นหรือไม่ การใช้แบบสำรวจเป็นการกำหนดเป็นน้ำหนักคะแนน

ว่าได้หรือไม่ ถ้าผ่านหรือได้แสดงว่าผู้ปฏิบัติได้กระทำตามรายการนั้นถูกต้อง ถ้าไม่ได้แสดงว่าทำไม่ถูกต้อง

1.2 แบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) มีลักษณะคล้ายแบบสำรวจรายการ แต่กำหนดระดับคะแนนให้แก่รายการตามความคิดของผู้สังเกตว่า รายการนั้นๆ ผู้ถูกสังเกตมีค่าตามข้อความหรือรายการนั้นอยู่ในระดับใด

2. การสังเกต การวัดความสามารถในการกระทำของผู้ปฏิบัติ การสังเกตเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่ง เทคนิคการสังเกตเป็นวิธีการใช้เครื่องมือนั้นๆ เช่น การใช้แบบสำรวจรายการ การใช้มาตราส่วนประมาณค่า การใช้แผนภาพแสดงการปฏิบัติงาน และบันทึกย่อยต่างๆ เทคนิคการสังเกตยังรวมถึงการจดบันทึกด้วย

อรนุช ศรีสะอาด (2543 : 11-17) ให้แนวคิดว่าการวัดและประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนโดยทั่วไปจะใช้เทคนิคในการสังเกต ซึ่งดูที่ความสมบูรณ์ของงาน กระบวนการและผลผลิต ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตมี 4 แบบ คือ

1. แบบภาพรวม (global impression) การสังเกตแบบนี้ เป็นเทคนิคที่จำเป็นในการดูและบรรยายว่าผู้สังเกตเห็นอะไร วิธีการสังเกตแบบนี้ไม่มีโครงสร้างและไม่มีความเชื่อมั่น แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้เป็นขั้นแรกในการสังเกตที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมืออื่น ๆ

2. แบบกึ่งมีโครงสร้าง (semi- structured) การสังเกตกึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยคำถามปลายเปิดที่พิจารณาคำวาทและประเด็นของงาน ผู้สังเกตควรจดบันทึกการสังเกตในระหว่างการสังเกตหรือหลังการสังเกตของนักเรียนแต่ละคน

3. แบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating schedules) การสังเกตนี้เป็นการประมาณค่าการปฏิบัติที่มีระดับหรือมากกว่าที่แสดงถึงระดับความรู้สึกในแต่ละส่วนของงานที่ประมาณได้จากนักเรียน

4. แบบตรวจสอบรายการ (checklists) การสังเกตแบบนี้เป็นการกาเครื่องหมายที่แสดงถึงการที่นักเรียนทำหรือไม่ทำในลักษณะต่างๆ

ภัทธา นิคมานนท์ (2538 : 183) อธิบายว่า เครื่องมือวัดภาคปฏิบัตินี้มีหลายประเภทที่นิยมใช้ได้แก่ การทดสอบ การสังเกต แบบสำรวจรายการ มาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งแต่ละประเภทต่างมีความเหมาะสมกับงาน กิจกรรมที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นผู้ประเมินต้องวิเคราะห์วิธีการและเลือกเครื่องมือที่วัดให้เหมาะสม

กุลยา ตันติพลาชีวะ (2540 :16-17) กล่าวว่า การสังเกตเป็นวิธีการประเมินผลการปฏิบัติการที่สำคัญ ซึ่งวิธีการสังเกตอาจเป็นการสังเกตทั่วไป เป็นการสังเกตไม่มีแบบแผน อาจทำ

ให้เกิดการประเมินผิดพลาด ดังนั้นการประเมินที่มีคุณภาพ ผู้ประเมินควรต้องให้การสังเกตอย่างมีแบบแผน มีโครงสร้างกำหนดระยะเวลาและพฤติกรรมที่ต้องการไว้อย่างชัดเจน ซึ่งการสังเกตที่มีแบบแผนจะต้องมีเครื่องมือประกอบการสังเกตดังนี้

1. แบบบันทึกพฤติกรรม (anecdotal record) เป็นเครื่องมือประเมินผลที่เน้นการจดบันทึกพฤติกรรมการปฏิบัติ
2. แบบตรวจรายการทักษะปฏิบัติ (skill checklist) เป็นเครื่องมือประเมินที่ใช้สำหรับตรวจขั้นตอนการปฏิบัติ
3. แบบมาตราประเมินค่าพฤติกรรมปฏิบัติ (rating scale) เป็นแบบประเมินที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากง่ายต่อการประเมินเพราะมีข้อรายการแจ่มแจ้ง การประเมินแต่ละด้านในรายละเอียด ทำให้ง่ายต่อการประเมินที่ครอบคลุมสะดวกกับการให้คะแนน

สุวิมล ว่องวานิช (2546 : 226) กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้วัดการปฏิบัติว่าสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือประเภทที่ใช้ในการวัดกระบวนการปฏิบัติงาน
2. เครื่องมือประเภทที่ใช้ในงาน

และได้ยกตัวอย่างเครื่องมือที่นิยมใช้ อันประกอบด้วย แบบตรวจสอบรายการ ระเบียบพฤติกรรม มาตรฐานประมาณค่า และแผนภูมิการมีส่วนร่วม เป็นต้น

จากเครื่องมือในการวัดผลการปฏิบัติที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การวัดผลการปฏิบัติใช้เครื่องมือต่างๆ ดังนี้

แบบสังเกต แบบทดสอบ แบบเขียนตอบ แบบสังเกตการปฏิบัติ แบบตรวจสอบรายการ แบบสำรวจพฤติกรรม เกณฑ์ประเมินผลงาน มาตรฐานประมาณค่า แบบสำรวจรายการ ระเบียบพฤติกรรม และการบันทึกต่างๆ

สำหรับการพัฒนาเครื่องมือวัดพฤติกรรมการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการสร้างเครื่องมือ 2 ชนิด คือ แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีและแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

5. วิธีการวัดผลงานการปฏิบัติ

นักการศึกษาหลายท่าน ได้เสนอวิธีการวัดผลการปฏิบัติ ไว้ดังนี้

เขียน ไชยศร (2529 : 44-45) ได้แบ่งวิธีการวัดผลงานด้านการปฏิบัติไว้ 3 ขั้นตอน

ดังนี้

1. ให้แสดงความรู้ต่อสิ่งที่มาเสนอหรือกำหนดให้ โดยการให้ระบุบอก จำแนก หรือ จัดทำเป็นต้น ดังตัวอย่าง

1.1 นำวัสดุสิ่งของมาให้ดู แล้วให้บอกว่าเป็นอะไร ประเภทใด

1.2 หาหรือคัดเลือกวัสดุมาใช้ให้เหมาะสมกับงานได้

2. ให้ปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง ในการปฏิบัติงานบางอย่างต้องใช้ทักษะหลาย อย่างประกอบกัน และทักษะนั้นๆ อาจแยกฝึกได้

3. ให้ปฏิบัติในตัวอย่างสถานการณ์จริง การทดสอบโดยให้ปฏิบัติในสถานการณ์จริง เพราะผู้เรียนจะต้องใช้ความคิดในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่แตกต่างจากที่เคยปฏิบัติมา โดยการกำหนดและใช้ทักษะในการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆ แต่ในการปฏิบัติจริงๆ แล้วไม่อาจทำได้ ในการทดสอบจึงควรเลือกสถานการณ์ที่เป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของงานนั้นๆ

ธงชัย ชิวปรีชา (2526 : 259-266) ได้กล่าวถึงวิธีการประเมินพฤติกรรมด้านปฏิบัติว่า อาจทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ ควรสังเกตพฤติกรรมด้านต่างๆ คือ

1.1 การใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี ได้แก่การหยิบจับและใช้วัสดุ อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ

1.2 การดำเนินการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และ ปฏิบัติตามวิธีการที่บอกไว้ได้ถูกต้อง ว่องไว และปลอดภัย และรวมไปถึงความสามารถในการ แก้ไขปรับปรุงวิธีการหรือปัญหาต่างๆ ที่พบได้อย่างเหมาะสม

2. การตรวจรายงานผลปฏิบัติการ รายงานผลการปฏิบัติการนั้นจะสะท้อนให้เห็นถึง ความสามารถของผู้ปฏิบัติการหลายๆ ด้าน เช่น ทักษะในการสังเกต ทักษะในการใช้ภาษาเพื่อ สื่อความหมาย

3. การสอบภาคปฏิบัติ เป็นการวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติอีกแบบหนึ่ง โดยวิธีจัดให้มีการสอบภาคปฏิบัติ ซึ่งโดยทั่วไปทำโดยจัดเครื่องมืออุปกรณ์ ตลอดจนสารเคมีที่ต้องการใช้บน โต๊ะพร้อมทั้งอธิบาย หรือวิธีการทดลองในแต่ละกิจกรรมควบคู่กันไป

จากวิธีการวัดผลงานการปฏิบัติที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า วิธีการประเมิน พฤติกรรมด้านการปฏิบัติอาจทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การสังเกตการปฏิบัติ

2. การตรวจรายงานการปฏิบัติ

3. การปฏิบัติจริง

แต่ไม่ว่าจะใช้วิธีการใดหรือรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน และวัตถุประสงค์ว่าจะวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับใด โดยผู้ที่สร้างเครื่องมือต้องแจกแจงรายละเอียดดังกล่าวให้ชัดเจน เพื่อให้สามารถใช้งานได้สะดวกถูกต้อง เหมาะสมกับเทคนิควิธีการนั้นๆ ในการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวัดผลการปฏิบัติโดย การสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี และทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย

6. ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวัดผลงานการปฏิบัติ

ในการสร้างเครื่องมือวัดผลงานด้านการปฏิบัติ ได้มีหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างไว้ดังนี้

เชิดศักดิ์ โสมวาสินธุ์ (2529 : 17-19) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวัดการปฏิบัติ ไว้ดังนี้

1. เลือกวิธีการต่าง ๆ ที่จะนำมาสร้างเป็นสถานการณ์ หรืองานที่ใช้เครื่องมือวัด
2. วิเคราะห์ปฏิบัติการต่างๆ ที่เลือกไว้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องมือวัสดุและขั้นตอนในการทำงาน
3. เลือกหรือกำหนดประเภทของงานที่สอดคล้องเหมาะสมกับการปฏิบัติการ
4. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการทำงาน ตลอดจนเงื่อนไขการทำงาน
5. กำหนดจุดมุ่งหมายและสิ่งที่ต้องการวัด
6. เน้นเฉพาะจุดสำคัญที่ต้องการวัด โดยคำนึงถึงความสำคัญและความสัมพันธ์ร่วมระหว่างงาน ความเป็นปรนัย ความเชื่อมั่น และอำนาจจำแนกของงาน
7. สร้างแบบตรวจสอบรายการ ประกอบการใช้เครื่องมือวัดการปฏิบัติ
8. เตรียมคำชี้แจงสำหรับผู้เข้าสอบประกอบด้วยจุดมุ่งหมายของการสอบ คำอธิบายที่ชัดเจน
9. เตรียมคำชี้แจงสำหรับผู้ดำเนินการสอบ
10. เลือกและสร้างเครื่องมือช่วยในการสอบ
11. ทดสอบและปรับปรุงเครื่องมือวัด โดยอาศัยข้อวิจารณ์จากคนอื่นที่เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นๆ หรือสอนในระดับนั้น

เขียน ไชยศร (2529 : 45-53) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวัดการปฏิบัติไว้ดังนี้

1. ระบุสาระสำคัญที่เป็นหลักและทักษะในการทำงาน โดยศึกษาจากหลักสูตร เอกสารประกอบการสอน ตำราเรียนในส่วนที่เป็นเนื้อหาวิชา หรืออาจจะสอบถามปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ หรือสังเกตจากการปฏิบัติจริงที่เป็นมาตรฐาน หรือเป็นที่ยอมรับกันในหมู่ผู้เชี่ยวชาญในสายงานดังกล่าว แล้วแยกแยะสาระสำคัญในเชิงหลักวิชาและกระบวนการการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ และให้ได้มาซึ่งผลการปฏิบัติที่มีคุณภาพ

2. กำหนดขั้นตอนหรือองค์ประกอบของการปฏิบัติงานที่จะวัด โดยทำการศึกษาจากหลักสูตรในส่วนที่เป็นวัตถุประสงค์ หรือจุดมุ่งหมายว่า มุ่งให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับใด ทำอะไรได้บ้างหรือต้องการให้เกิดทักษะไหนเพียงใด องค์ประกอบหรือขั้นตอนดังกล่าว ได้แก่ ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน การจัดเก็บเครื่องมือ เป็นต้น กำหนดให้ชัดเจนว่าจะตรวจสอบทั้งหมดหรือบางองค์ประกอบ หรือบางขั้นตอนเท่านั้น

3. ระบุรายการและกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน หรือองค์ประกอบ เช่น ให้พิจารณาว่า ขั้นเตรียมใช้อะไรบ้าง ขั้นปฏิบัติทำอะไรบ้าง เวลาในการปฏิบัติควรเป็นเท่าไร หรือจะดูลักษณะนิสัยในด้านใดบ้าง

4. ศึกษาและกำหนดตัวแปรที่ส่งผลให้การปฏิบัติงานนั้นมีผลที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพแตกต่างกัน

5. ระบุรายการปฏิบัติที่ใช้ในแต่ละองค์ประกอบ

5.1 เขียนข้อรายการ รายละเอียดของวิธีการปฏิบัติที่ทำให้งานนั้นมีคุณภาพ ประสิทธิภาพสูงสุด โดยศึกษาจากผลงานวิจัย หรือปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

5.2 กำหนดเกณฑ์การตัดสิน

5.3 ให้น้ำหนักหรือกำหนดคะแนน ซึ่งอาจทำเป็น 2 ขั้นตอน คือ

5.3.1 กำหนดสัดส่วนของน้ำหนักในแต่ละส่วนของเรื่องที่ต้องการวัด และประเมิน เช่น กำหนดขั้นของการเตรียม ขั้นปฏิบัติ ผล และเวลา นั้นว่า จะให้น้ำหนักเป็นสัดส่วนเท่าไร ซึ่งจะต้องเป็นไปตามความมุ่งหมายของเรื่องที่จะสอนหรือฝึกปฏิบัติในวิชานั้น ๆ

5.3.2 กำหนดน้ำหนักของแต่ละข้อรายการ (item) ของแต่ละขั้นตอนที่จำแนกเป็นรายละเอียดในการปฏิบัติ ซึ่งน้ำหนักของการปฏิบัติทุกข้อรายการที่ปฏิบัติในขั้นตอนหนึ่ง ๆ รวมกันจะต้องเป็นไปตามสัดส่วนที่กำหนด

5.4 จัดรูปแบบเครื่องมือ จัดรวบรวมข้อรายการต่างๆ ในแต่ละขั้นตอน เกณฑ์ และน้ำหนักหรือคะแนนเข้าเป็นหมวดหมู่ เรียงลำดับขั้นตอนที่ควรจะเป็นและสะดวกในการใช้ ซึ่งนิยมจัดในรูปแบบของแบบตรวจสอบรายการหรือมาตราส่วนประมาณค่า

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2530 : 100-104) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการในการสร้างเครื่องมือวัดการปฏิบัติไว้ดังนี้

1. กำหนดผลการปฏิบัติที่จะทำการวัดให้ชัดเจน โดยกำหนดจุดประสงค์การสอนให้ชัดเจน ถ้ายังไม่ชัดเจนจะต้องนิยามการปฏิบัติที่จะทำการวัดเสียก่อนมักจะใช้คำกริยาดังต่อไปนี้ คือ จำแนก สร้าง สาธิต เมื่อกำหนดจุดประสงค์ของการปฏิบัติที่จะวัดเรียบร้อยแล้ว ต้องกำหนดมาตรฐานของงานที่จะทำ ซึ่งจะชี้ให้เห็นถึงระดับที่ยอมรับ เช่น ให้ปรับกล้องจุลทัศน์ตามลำดับชั้นในเวลา 2 นาที

2. การเลือกระดับความเป็นจริงที่เหมาะสม ระดับความเป็นจริงที่จะเลือกใช้แต่ละวิธีจะขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

2.1 จุดประสงค์การสอน จะเลือกวิธีการปฏิบัติแบบใดจึงจะเหมาะสม

2.2 การจัดอันดับการสอนในแต่ละกระบวนวิชา ต้องการสอนที่จะให้ปฏิบัติจริงกับเครื่องมืออื่น ๆ หรือไม่

2.3 ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดในเรื่องเวลา ราคาเครื่องมือใช้ ความยุ่งยากในการดำเนินการสอบและการให้คะแนน ซึ่งเป็นตัวกำหนดระดับความเป็นจริง

2.4 งานที่จะให้ปฏิบัติจะต้องกำหนดขอบเขตของระดับความจริงว่ามีจุดประสงค์ที่จะทำการวัดอะไร

3. เตรียมวิธีการวัดให้ชัดเจนในการวัดการปฏิบัติ จะต้องอธิบายให้ผู้สอบเข้าใจข้อกำหนดต่าง ๆ โดยเฉพาะการปฏิบัติงานจริง ควรเขียนอธิบายรายละเอียดดังนี้

3.1 วัตถุประสงค์ของการวัด

3.2 เครื่องมือและวัสดุที่ใช้

3.3 วิธีดำเนินการสอบ

3.3.1 เงื่อนไขการใช้เครื่องมือ

3.3.2 ระดับการปฏิบัติที่ต้องการ

3.3.3 กำหนดเวลา

3.4 วิธีการให้คะแนน

วิธีการดำเนินการทดสอบจะต้องเขียนไว้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะแบบทดสอบที่ผู้สอบจะต้องอ่านวิธีการสอบเอง บางครั้งจะต้องแสดงตัวอย่างประกอบด้วย

4. การเตรียมแบบฟอร์มการสังเกตที่ใช้ประเมินผลการปฏิบัติ การประเมินผลการปฏิบัติจะเน้นเกี่ยวกับวิธีการและผลการปฏิบัติงาน หรือเน้นทั้งสองอย่าง ในการวัดการปฏิบัติงานจริงมีสิ่งที่จะต้องวัด 2 ประการ คือ

4.1 ความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงาน จุดมุ่งหมายของการวัด และการประเมินผลการปฏิบัติงาน สามารถแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ วิธีการปฏิบัติ และผลงาน

4.2 การวัดพฤติกรรมของนักเรียน นอกจากจะรู้ว่านักเรียนคิดอย่างไร นักเรียนรู้สึกอย่างไร นักเรียนปฏิบัติอย่างไรแล้ว ยังมีพฤติกรรมของนักเรียนบางอย่างที่จะต้องวัดด้วย เช่น ขณะอยู่ในห้องเรียนนักเรียนมีพฤติกรรมอย่างไร มีความตั้งใจในการทำงาน ความรับผิดชอบ ให้ความร่วมมือ มีความสนใจ มีวินัยในตนเองหรือไม่

อุทุมพร จามรมาน (2532 : 91-96) เสนอขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดการปฏิบัติไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขอบเขต ผู้สร้างต้องตอบ คำถามให้ได้ว่าจะสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติในเรื่องอะไร วัดกระบวนการหรือผล ผู้เรียนคือใคร มีลักษณะอย่างไร กระบวนการวัดทำอย่างไร มีกี่ชนิด แต่ละชนิดให้น้ำหนักเท่าไร เวลาในการใช้มากน้อยเพียงไร

ขั้นที่ 2 จุดมุ่งหมายในการวัด ซึ่งจุดมุ่งหมายในการวัดภาคปฏิบัติต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนและต้องระบุให้ชัดเจนเพียงพอที่จะวัดได้

ขั้นที่ 3 เนื้อหา เนื้อหาของวิชาที่จะวัดนั้นต้องระบุให้ชัดเจนเป็นหมวด หน่วย เรื่อง อย่างเป็นลำดับและสอดคล้องกันจากใหญ่ลงมาเล็ก จากกว้างลงมาแคบ ให้ครบถ้วนสมบูรณ์ และถูกต้อง

ขั้นที่ 4 ตารางโครงสร้าง การทำตารางโครงสร้างคือการทำตาราง 2 มิติ ด้านหนึ่งคือเนื้อหา อีกด้านหนึ่งคือจุดมุ่งหมายของการวัด แล้วใส่น้ำหนักเป็นร้อยละลงในตารางให้สอดคล้องกับที่กำหนดไว้ในหลักสูตรและแผนการสอน

ขั้นที่ 5 ประเภทข้อความ แบบวัดคะแนน จำนวนข้อ ผู้สร้างต้องตัดสินใจว่า จะมีเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติกี่ชนิด แต่ละชนิดใช้การวัดแบบใด เครื่องมือแต่ละชนิดเป็นคะแนนเท่าไร และข้อความแต่ละข้อคิดเป็นคะแนนเท่าไร จึงจะสอดคล้องกับน้ำหนักที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

ขั้นที่ 6 เขียนข้อความ เมื่อระบุจำนวนข้อตลอดจนระบุได้ว่าข้อความใดวัดเนื้อหาใด ในจุดมุ่งหมายใด มีรูปแบบเป็นอย่างไรแล้ว ผู้สร้างจึงเขียนข้อความตามเงื่อนไขดังกล่าวจนครบตามจำนวนข้อที่วางแผนไว้ อีกทั้งตรวจสอบความถูกต้องของภาษา แล้วจึงจัดพิมพ์

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์ผล เมื่อสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติได้แล้ว ผู้สร้างควรทิ้งเวลาไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ แล้วย้อนกลับมาทดลองทำด้วยตนเองว่าใช้เวลาานเท่าไร มีปัญหาในเรื่องใดบ้าง แก้ไขจุดอ่อน ตลอดจนกำหนดเวลาในการใช้เครื่องมือ แล้วนำเครื่องมือไปใช้กับผู้เรียน จากนั้นนำมาหาคุณภาพ

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงรายชื่อจากผลการวิเคราะห์ก็นำมาปรับปรุง แก้ไข พัฒนาเครื่องมือ

ขั้นที่ 9 การพัฒนาเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ

กรมวิชาการ (2539 : 11) ได้เสนอแนวทางสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจพฤติกรรมที่ต้องการวัด ครูจะต้องศึกษาว่าพฤติกรรมที่ต้องการหมายถึง มีลักษณะอย่างไร นักเรียนแสดงออกอย่างไรจึงจะสรุปได้ว่า เขามีพฤติกรรมที่ต้องการ

2. เลือกใช้สถานการณ์หรือเนื้อหาในการทดสอบ โดยต้องเลือกสถานการณ์หรือเนื้อหาที่สามารถเร้าให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน เพื่อนำมาใช้เขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ

3. กำหนดความคิดรวบยอดของสถานการณ์หรือเนื้อหา เพื่อเป็นการกรอบความคิดในการเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ

4. เขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ

5. เขียนตัวเลือกหรือเกณฑ์การให้คะแนน ในกรณีที่ เป็นข้อสอบชนิดเขียนตอบหรือให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ จะต้อง มีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นปรนัย คือไม่ว่าผู้ตรวจจะเป็นใครก็ตาม เมื่ออ่านเกณฑ์การให้คะแนนแล้ว สามารถตรวจให้คะแนนแล้วได้คะแนนตรงกัน

ส.วาสนา ประवालพฤษ์ (2545 : <http://www.watpon.com/>) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างแบบวัดการปฏิบัติงาน ดังนี้

1. วิเคราะห์งานที่จะวัด (job analysis) โดยเริ่มจากการศึกษาขอบเขตและลักษณะของทักษะตลอดจนความสามารถต่างๆ ที่ทำให้ปฏิบัติกิจกรรมที่ต้องการวัดได้สำเร็จในการวิเคราะห์งาน มีจุดมุ่งหมายที่จะกำหนดลักษณะของงาน (job specification) หรือรายการของกิจกรรมที่จะวัดโดยจะต้องเป็น

1.1 กิจกรรมที่แยกระหว่างงานนี้ กับงานที่ไม่ใช่

1.2 แยกระหว่างผู้ปฏิบัติงานดี กับไม่ดี

2. เลือกรูปแบบหรือกลุ่มของพฤติกรรมที่เป็นตัวแทนของงานโดยกำหนดทักษะที่จะทดสอบตามงานที่วิเคราะห์ได้ เลือกรูปแบบที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบ แล้วกำหนดว่าจะวัดการปฏิบัติใดและผลงานใด ให้ผู้สอบแสดงให้ดู สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ การเป็นตัวแทนของกลุ่มงานที่จะวัด ในขั้นนี้จะต้องกำหนด

- 2.1 สถานการณ์และเงื่อนไข
- 2.2 ความสามารถใดบ้างที่จะวัดในวิธีการปฏิบัติ
- 2.3 ถ้าจะวัดผลงานจะให้สร้างอะไรและจะดูลักษณะใดบ้าง
- 2.4 กำหนดเวลาให้ปฏิบัติ
- 2.5 กำหนดสิ่งที่จะสังเกตและแบบบันทึกการสังเกต

3. กำหนดหน่วยการวัดหรือการจัดอันดับ ในกรณีที่สามารถแบ่งออกได้เป็นหลายส่วน แต่ละส่วนจะต้องกำหนดคะแนนและน้ำหนัก ตลอดจนวิธีการให้คะแนนอย่างชัดเจน

4. กำหนดวิธีการปฏิบัติที่ควรจะเป็น (ideal procedure) และการควบคุมสถานการณ์ (control situation) ซึ่งคล้ายกับการกำหนดคำตอบ (ideal answer) ในการตรวจสอบอัตโนมัติ

5. วางแผนดำเนินการสอบให้รัดกุม โดยเริ่มจาก

- 1.1 เตรียมเครื่องมือที่จะต้องใช้
- 1.2 ฝึกผู้ดำเนินการสอบและบันทึกการสังเกต
- 1.3 ตรวจสอบเครื่องใช้ก่อนลงมือสอบ
- 1.4 ขั้นตอนในการดำเนินการสอบ

สุวิมล ว่องวานิช (2546 : 233) กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวัดการปฏิบัติงานดังนี้

การกำหนดพฤติกรรมที่บ่งชี้การปฏิบัติ ซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนให้ชัดเจน ผู้ที่กำหนดเป็นผู้ที่มีความรู้ในงานที่ทำอย่างดี

การเลือกรูปแบบของเครื่องมือที่เหมาะสมและสร้างข้อรายการที่แทนพฤติกรรมที่วัด ขั้นตอนนี้ ผู้วัดตัดสินใจว่าจะใช้แบบสังเกตแบบใดในการประเมินพฤติกรรม เช่น มาตรฐานค่าแบบตรวจสอบรายการ ทั้งนี้ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด หากพฤติกรรมที่มุ่งวัดเน้นที่ลำดับขั้นตอนการทำงาน ก็อาจใช้แบบตรวจสอบรายการ แต่หากเน้นที่คุณภาพการปฏิบัติก็ใช้มาตรฐานค่า เป็นต้น

การสร้างข้อรายการพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยปกติจะแยกเป็น 2 ส่วน คือ รายการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการปฏิบัติงาน และรายการที่แสดงถึงคุณภาพของงานที่ปฏิบัติ

การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการปฏิบัติงาน (scoring rubrics) และเกณฑ์การประเมินคุณภาพของงาน ในขั้นตอนนี้การสร้างคู่มือเพื่อยึดเป็นกฎเกณฑ์ในการให้คะแนนเป็นสิ่งที่จะต้องกระทำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้การให้คะแนนมีความเป็นปรนัยมากที่สุด

สวัสดี ประทุมราช (2524 : 24) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินผลการปฏิบัติงานไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์งานเพื่อกำหนดขอบข่ายของงาน
2. กำหนดมติและหัวข้อการปฏิบัติงาน
3. เขียนข้อกระทงที่แสดงพฤติกรรมตามหัวข้อที่กำหนด
4. วินิจฉัยความครอบคลุมและความเกี่ยวข้องโดยผู้เชี่ยวชาญการสาขาวิชา
5. การแก้ไขปรับปรุง เป็นแบบประเมินผลขั้นสุดท้าย
6. การกำหนดคะแนนของแบบประเมิน
7. การหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
8. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมิน
9. การหาค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมินผล
10. การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบประเมินผล

บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 54-55) ได้เสนอวิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบการปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. วิเคราะห์งานและเลือกงานที่เป็นตัวแทน
3. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความครอบคลุมของงานที่เป็นตัวแทนตามหลักสูตร
4. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดประสงค์
6. เขียนแบบทดสอบการปฏิบัติ
7. กำหนดสัดส่วนของคะแนนและเกณฑ์การให้คะแนนในการปฏิบัติงาน
8. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง สัดส่วนของคะแนนและความเป็นปรนัยของเกณฑ์ในการให้คะแนน
9. จัดพิมพ์แบบทดสอบ

10. ทดสอบครั้งที่ 1
11. วิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาคุณภาพ
12. ทดสอบครั้งที่ 2
13. วิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาคุณภาพ
14. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 260) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ที่จะทำการวัด
2. ระบุกิจกรรมจากจุดประสงค์ในข้อ 1 เพื่อให้ผู้สอบได้ทราบว่าจะมีลักษณะอย่างไรบ้าง
3. กำหนดขอบเขตของงานและหน้าที่ในการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้สอนได้ทราบว่าต้องการให้กระทำการใดบ้างและงานนั้นๆ จะต้องใช้เครื่องมือหรือวัสดุอุปกรณ์อะไรบ้างเพื่อสามารถวางแผนการปฏิบัติงานและกำหนดระยะเวลาของงานได้
4. กำหนดแบบประเมินผล และการแปลความหมายของผลการประเมินออกมาเป็นคะแนน

นิโลบล นิ้มกิ่งรัตน์ (2531 : 24-37) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวัดปฏิบัติ ดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์จุดประสงค์และการวิเคราะห์งาน แบ่งได้เป็นชั้นย่อยๆ ดังนี้
 - 1.1 วิเคราะห์วัตถุประสงค์ เพื่อทราบว่าพฤติกรรมที่มุ่งให้วัดนั้นเกิดกับผู้วัดในด้านใดบ้าง และมีพฤติกรรมอยู่ในระดับใด
 - 1.2 วิเคราะห์งาน ซึ่งจะแบ่งออกเป็นขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และขั้นกิจนิสัย
 - 1.3 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของการวิเคราะห์งาน
 - 1.4 หาความสัมพันธ์ที่มุ่งให้เกิดกับงานในแต่ละขั้นตอน
2. ขั้นตอนสร้างเครื่องมือ มีลำดับขั้นตอนดังนี้
 - 2.1 เขียนข้อรายการรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนให้กะทัดรัดและเข้าใจตรงกันสำหรับผู้ที่จะใช้เครื่องมือ
 - 2.2 เขียนหลักเกณฑ์ตัดสินใจในแต่ละข้อรายการ ซึ่งจะสูงหรือต่ำนั้นขึ้นอยู่กับระดับพฤติกรรมที่จะมุ่งให้เกิดในแต่ละขั้นตอน

2.3 กำหนดคะแนนในแต่ละข้อรายการ โดยการพิจารณาจากข้อรายการว่าข้อใดเป็นพฤติกรรมหลัก น้ำหนักคะแนนควรจะมาก และข้อใดเป็นพฤติกรรมรองน้ำหนักคะแนนควรจะลดลงตามไปด้วย

2.4 กำหนดแบบฟอร์มและเขียนคำชี้แจงการใช้เครื่องมือต่างๆ

2.5 ขั้นตอนการทดลองใช้เครื่องมือ เมื่อสร้างเครื่องมือเสร็จจำเป็นต้องมีการทดลองใช้เครื่องมือ ซึ่งอาจทำได้โดย

2.5.1 ให้ผู้เชี่ยวชาญหลายคนทดลองใช้

2.5.2 ให้ผู้สอนหรือที่เกี่ยวข้องกับงานนั้นๆ ใช้

3. ขั้นวิเคราะห์คุณภาพ นำผลที่ได้จากการทดลองในขั้น 3 มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดยการหาสัมพันธภาพใน และการหาเกณฑ์ปกติของเครื่องมือ

4. ชี้นำเครื่องมือไปใช้ หลังจากทีวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือแล้วก็สามารถนำไปใช้เพื่อวัดผลงานภาคปฏิบัติต่อไป

สุภรณ์ ลิ้มบริบูรณ์ (2534 :15-17) ได้เสนอลำดับขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ คือ จุดประสงค์ที่ระบุว่าต้องการให้นักเรียนทำอะไรได้ เพื่อจะได้ประเมินว่านักเรียนมีพฤติกรรมตามที่กำหนดหรือไม่ จุดประสงค์การเรียนรู้นี้ ผู้สอนดูได้จากคู่มือครู หรือผู้สอนกำหนดขึ้นเอง จากการพิจารณาว่าเนื้อหาที่วัดภาคปฏิบัติอะไรหรือทักษะอะไรบ้าง

2. กำหนดลักษณะของการประเมิน พิจารณาว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการประเมินในลักษณะใด คือ กระบวนการหรือผลงาน

3. กำหนดพฤติกรรม จากการพิจารณาในข้อ 2 นำมากำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด ดังนี้ถ้าเป็นกระบวนการหรือกระบวนการและผลงาน ให้พิจารณาว่ากระบวนการนั้นควรประกอบด้วยพฤติกรรม หรือลำดับขั้นตอนของการทำงานตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้าย

4. สร้างเครื่องมือ รวบรวมรายการหรือพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในข้อ 3 มาสร้างเครื่องมืออาจจะเป็นแบบสำรวจพฤติกรรม หรือมาตรประเมินค่า

5. กำหนดเกณฑ์การประเมินผล คือ กำหนดว่าผู้เรียนจะต้องทำได้แค่ไหนเพียงใด หรือมีพฤติกรรมใด จึงยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถ หรือมีทักษะในเรื่องนั้นเพียงพอแล้ว

นุชวนา เหลืองอังกูร (2536 : 11-13) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างแบบวัดผลงานภาคปฏิบัติไว้ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์งานและเขียนข้อรายการ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้

1.1 วิเคราะห์งานและเลือกงานที่เป็นตัวแทน

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาถึงทักษะและความสามารถที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมนั้น ถ้าเป็นแบบวัดภาคปฏิบัติที่ใช้วัดผลในการฝึกงาน จำเป็นต้องศึกษาจุดมุ่งหมายที่ระบุไว้ในหลักสูตรและศึกษารายละเอียดของงานที่มุ่งให้ผู้เรียนฝึก ในการคัดเลือกงานที่เป็นตัวแทนในการทดสอบนั้น จะต้องคำนึงถึงเรื่องเวลา วัสดุ ที่ใช้ในการดำเนินการสอบ เนื่องจากการวัดผลภาคปฏิบัติต้องใช้การสังเกตตั้งนั้นทักษะที่มุ่งวัดควรเป็นสิ่งที่มองเห็นได้ในขณะสอบวัด และควรเป็นทักษะที่ยากๆ มากกว่าทักษะที่ปฏิบัติเป็นกิจวัตร

1.2 กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานที่จะวัดโดยทั่วไป จะประกอบด้วย ขั้นตอนเตรียมขั้นตอนปฏิบัติงาน ผลงาน และเวลา บางงานอาจวัดการจัดเก็บเครื่องมือด้วย

1.3 เขียนข้อรายการ ขั้นตอนนี้ระบุรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนย่อย เช่น ขั้นตอนเตรียมใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง ขั้นตอนปฏิบัติทำอะไรบ้าง ผลงานพิจารณาอะไรบ้าง และเวลาในการปฏิบัติควรเป็นเท่าไร

1.4 ศึกษาตัวแปรที่ส่งผลทำให้การปฏิบัติงานนั้นมีคุณภาพแตกต่างกัน

1.5 จัดรูปแบบเครื่องมือ ทำการเลือกลักษณะของแบบเครื่องมือว่าแต่ละตอนจะมีลักษณะเช่นไร โดยในแต่ละฉบับไม่จำเป็นต้องมีรูปแบบเดียวกันตลอด เช่น ตัวอย่างแบบวัดผลงานภาคปฏิบัติ เรื่อง การดองไข่เค็ม ลักษณะดังนี้

การเตรียมงาน แบบตรวจสอบรายการ

การปฏิบัติ แบบมาตราส่วนประมาณค่า

ผลงาน แบบตรวจสอบรายการ

เวลา แบบตรวจสอบรายการ

2. กำหนดเกณฑ์การตัดสิน ภายหลังจากเขียนข้อรายการและเลือกลักษณะของแบบวัดแล้ว ที่ทำการกำหนดเกณฑ์การตรวจสอบพฤติกรรม ในการปฏิบัติหรือคุณภาพของงานในลักษณะที่มองเห็นได้ วัดได้ โดยเกณฑ์ดังกล่าวอาจอยู่ในรูปของ “คำ” หรือ “การบรรยายสั้นๆ” เช่น ไข่-ไม่ไข่ ดีมาก-ปานกลาง-ต้องปรับปรุง หรือ ไข่เค็มที่เนื้อไข่แดงเป็นสีเดิม หรือเสร็จภายใน 30 นาที เป็นต้น

3. กำหนดคะแนนหรือให้น้ำหนัก ซึ่งอาจทำเป็น 2 ขั้นตอนคือ

3.1 กำหนดคะแนนสำหรับแต่ละส่วน เช่น ในเรื่องการดองไข่เค็ม

การเตรียมงาน น้ำหนักคะแนนเป็นร้อยละ 20

การปฏิบัติงาน น้ำหนักคะแนนเป็นร้อยละ 40

ผลงาน น้ำหนักคะแนนเป็นร้อยละ 30

เวลา น้ำหนักคะแนนเป็นร้อยละ 10

3.2 กำหนดน้ำหนักสำหรับแต่ละข้อรายการ โดยให้น้ำหนักของทุกๆข้อในชั้นตอนหนึ่งๆ รวมกันเท่ากับสัดส่วนคะแนนในชั้นที่ 3.1 ทั้งนี้โดยคำนึงถึงความยากของงาน และ ความสำคัญของกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ

4. จัดรูปแบบเครื่องมือ เรียบเรียงข้อรายการต่างๆ ตามชั้นตอน กำหนดเกณฑ์และน้ำหนักหรือคะแนนเข้าเป็นหมวดหมู่ จัดรูปแบบให้สะดวกในการใช้ พร้อมทั้งกำหนดคะแนนเกณฑ์ในการสอบผ่านในเรื่องนั้นๆ

จากชั้นตอนต่างๆในการสร้างเครื่องมือวัดผลการปฏิบัติสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างเครื่องมือ
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. วิเคราะห์เนื้อหา วัตถุประสงค์ พฤติกรรมบ่งชี้และกำหนดจำนวนเครื่องมือ
4. กำหนดองค์ประกอบและพฤติกรรมย่อย
5. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา และพฤติกรรม
6. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละพฤติกรรม
7. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของเกณฑ์การปฏิบัติ
8. ทดสอบครั้งที่ 1
9. วิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพและปรับปรุง
10. ทดสอบครั้งที่ 2
11. วิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพและปรับปรุง
12. ทดสอบเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ
13. จัดทำคู่มือและสร้างเกณฑ์ปกติ

7. วิธีกำหนดระดับคะแนนแบบรูบรีค (rubric)

เกณฑ์การให้คะแนน (scoring rubric) ผลและการตรวจให้คะแนนข้อสอบแบบอัตนัย เครื่องมือที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลงานของนักเรียนเรียกว่า rubric มาจากภาษาละตินว่า rubricaterra เป็นคำที่ใช้ในสมัยโบราณเกี่ยวกับศาสนา หมายถึง การทำเครื่องหมายสีแดงไว้บนสิ่งสำคัญ ดังนั้นรูบรีคก็คือ แนวทางการให้คะแนนซึ่งต้องกำหนดมาตรวัด (scale)

และรายการของคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออก หรือคุณลักษณะแต่ละจุดในมาตรวัดไว้อย่างชัดเจน ประโยชน์ของเกณฑ์การให้คะแนน มีหลายประการดังนี้ (ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช 2540 : 28-29)

1. ช่วยพัฒนาผลงานของนักเรียน ขณะเดียวกันก็เป็นเครื่องในการติดตามการพัฒนาผลงานของนักเรียนเองด้วย เพราะเกณฑ์การให้คะแนน บอกชัดเจนว่า ครูคาดหวังอะไร และนักเรียนจะรู้ว่าจะไปถึงความคาดหวังนั้นได้อย่างไร

2. ช่วยให้นักเรียนหัดใช้ความคิดในการพิจารณาคุณภาพงานของตนเองและของผู้อื่นจากการใช้เกณฑ์การให้คะแนน ประเมินผลงานของตนเองและเพื่อน การฝึกให้ทำงานหลายๆครั้งจะช่วยให้นักเรียนเป็นคนที่มีความรับผิดชอบต่อผลงานของตนเอง

3. ช่วยลดเวลาที่ครูต้องใช้สำหรับการประเมินผลงานนักเรียน เพราะหลังจากนักเรียนประเมินตนเอง และให้เพื่อนประเมินโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแล้ว ครูมักพบว่าสิ่งที่ครูต้องปรับปรุงนั้นเหลือไม่มาก

4. ครูสามารถปรับเกณฑ์การให้คะแนน ให้เหมาะสมกับการประเมินผลงานของนักเรียนกลุ่มต่างๆ ต่างกันมาก เช่น เด็กปัญญาเลิศ กับเด็กที่มีปัญหาทางสติปัญญาอยู่ห้องเดียวกัน

5. เป็นสิ่งที่ย่าง และอธิบายให้คนอื่นเข้าใจง่าย เช่น เมื่ออธิบายให้ผู้ปกครองทราบ เขาจะรู้ทันทีว่าลูกของตนจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อจะประสบผลสำเร็จ

การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (scoring rubric) คือ การตอบคำถามว่า นักเรียนทำอะไรได้สำเร็จ หรือว่ามีระดับความสำเร็จในชั้นต่างๆ เท่าใด หรือผลงานเป็นอย่างไร มีคุณภาพอยู่ในระดับใดนั่นเอง มีวิธีการกำหนด 2 แบบ คือ (ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช 2540 : 29-31)

1. เกณฑ์การให้คะแนนเป็นภาพรวมหรือเกณฑ์รวม (holistic scoring rubric) คือ เกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานใดชิ้นงานหนึ่ง โดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่ามีคุณลักษณะเป็นอย่างไรแล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงานหรือความสำเร็จของงานเป็นชิ้นๆ โดยอาจแบ่งระดับคุณภาพตั้งแต่ 0-4 หรือ 0-6 โดยมีวิธีการกำหนดคะแนนตามคุณภาพของงานดังนี้

1.1 กองที่ 1 ได้แก่ งานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษ เขียนอธิบายลักษณะของงานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษ

กองที่ 2 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้ เขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้

กองที่ 3 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้น้อย หรือยอมรับไม่ได้เขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้

จากนั้นก็ทำงานแต่ละกองมาให้คะแนนเช่น กองที่ 1 จะให้คะแนนสูงสุดลดหลั่นลงมาจนถึงกองที่ 3 ส่วนงานที่แสดงว่าไม่ใช้ความพยายามเลยให้คะแนนเป็น 0

1.2 กำหนดระดับความผิดพลาด โดยพิจารณาจากความบกพร่องของคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใด แล้วหักจากระดับคะแนนสูงสุดมาที่ระดับ เช่น การกำหนดระดับคุณภาพของงานแก้โจทย์คณิตศาสตร์อาจกำหนดดังนี้

คะแนน 4 หมายถึง คำตอบถูกและแสดงเหตุผลถูกต้อง แนวคิดชัดเจน

คะแนน 3 หมายถึง คำตอบถูก เหตุผลถูกต้อง มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย

คะแนน 2 หมายถึง เหตุผลหรือการคำนวณผิดพลาด แต่มีแนวทางที่จะ

นำไปสู่คำตอบ

คะแนน 1 หมายถึง แสดงความคิดเล็กน้อยแต่ไม่มีคำตอบ

คะแนน 0 หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก

1.3 อธิบายคุณภาพตามระดับจากสูงสุดถึงต่ำสุด เช่น เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการทำความเข้าใจเนื้อหาสาระ อาจกำหนดดังนี้

คะแนน 4 หมายถึง การสาธิตหรือแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ครบถ้วนถูกต้องแม่นยำในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงาน หรือสถานการณ์ที่กำหนดรวมทั้งเสนอแนวคิดใหม่ que แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงกฎเกณฑ์หรือลักษณะของข้อมูล

คะแนน 3 หมายถึง การแสดงออกถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงาน หรือสถานการณ์ที่กำหนด

คะแนน 2 หมายถึง การแสดงออกถึงการเข้าใจไม่สมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้อง ในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงาน หรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน

คะแนน 1 หมายถึง การแสดงออกถึงการเข้าใจในหลักการความคิดรวบยอดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ที่กำหนดน้อยมาก และเข้าใจไม่ถูกต้องบางส่วน

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใดๆ

สิ่งที่กำหนดต่อไป คือ การพิจารณาว่าคุณภาพใดจะเป็นที่ยอมรับได้ จะเห็นได้จากตัวอย่างทำานมา ตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไปมีคำอธิบายถึงการแสดงออกที่ยอมรับได้เพราะนักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการความคิดรวบยอดข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบหรือเกณฑ์ย่อย (analytic scoring rubric) เพื่อให้การมองคุณภาพของงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน จึงได้มีการแยกองค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนน (scoring rubric) เป็นหลายองค์ประกอบหรือหลายรายการ และอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ ซึ่งอาจสรุปได้ว่าเกณฑ์การให้คะแนนแบบนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

2.1 แนวทางต่างๆ ที่จะใช้พิจารณาชิ้นงาน (criteria) หรือ อาจเรียกว่าองค์ประกอบหรือรายการที่จะประเมิน เช่น ในผลงานการเขียนชิ้นงาน เราอาจมีแนวทางการประเมินโดยดูสิ่งต่อไปนี้ ได้แก่ จุดมุ่งหมาย (purpose) การจัดองค์ประกอบ (organization) รายละเอียด (details) ท่วงทำนองการเขียน (voice, style) หลักไวยากรณ์ ตัวสะกด (mechanics) เป็นต้น

2.2 คำอธิบายหรือระดับคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งเรียงลำดับตั้งแต่สูงสุดถึงต่ำสุด ซึ่งจะกำหนดระดับคุณภาพเป็นกิริระดับขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

ข้อดีของการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีการวิเคราะห์ มีดังนี้

1. ให้ผลคะแนนที่เชื่อถือได้ เมื่อผู้ตรวจอย่างยุติธรรม
2. เมื่อมีการเตรียมรายละเอียดของคำตอบไว้เรียบร้อยแล้ว ครูสามารถพิจารณาความผิดพลาดจากการให้คำถามยาก หรือความซับซ้อนของคำถาม รวมทั้งเวลาที่ไม่เหมาะสม และสามารถเปลี่ยนแปลงคำถาม หรือขยายเวลาให้เหมาะสม

3. มีการแบ่งคำตอบเป็นกองๆ ทำให้สามารถตรวจให้คะแนน จัดระดับคุณภาพข้อสอบของนักเรียนได้ง่ายขึ้น

ข้อจำกัด

1. ตรวจยากเสียเวลา
2. การกำหนดประเด็นหรือใส่ส่วนประกอบมากเกินไป อาจทำให้ได้รับคำตอบด้านต่างๆ ได้ไม่ลึกซึ้ง

กรมวิชาการ (2539 : 54-59) ได้อธิบายถึง การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (analytic scoring rubric) เพื่อให้การมองคุณภาพงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน จึงได้แยกองค์ประกอบการให้คะแนน การอธิบายถึงคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ โดยทั่วไปจะมีการแยกองค์ประกอบของงานเป็น 4 ด้าน คือ

1. ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอด หลักการในการแก้ปัญหาที่ถามอย่างกระจ่างชัด

2. การสื่อความหมาย สื่อสาร คือ ความสามารถในการอธิบาย นำเสนอ การบรรยายเหตุผล แนวคิด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์

3. การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถใช้ยุทธวิธี กระบวนการนำไปสู่ความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

4. ความสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงาน หรืออธิบายที่มา และตรวจสอบผลงาน

ตัวอย่าง การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (analytic scoring rubric) ของเรย์ (อรอนงค์ บำรุง. 2542 : 13-14 ; อ้างอิงมาจาก Rey. 1992 : 313) ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา

คะแนน 0 คือ ไม่เข้าใจปัญหาเลย

คะแนน 1 คือ เข้าใจปัญหาบางส่วน หรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน

คะแนน 2 คือ เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์

2. การวางแผนแก้ปัญหา

คะแนน 0 คือ ไม่พยายาม หรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด

คะแนน 1 คือ วางแผนถูกต้องบางส่วน ในส่วนที่แปลความหมายได้ถูกต้อง

คะแนน 2 คือ วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด

3. คำตอบ

คะแนน 0 คือ ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม

คะแนน 1 คือ คัดลอกผิดพลาด คำนวนผิดพลาด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มี

หลายคำตอบ

คะแนน 2 คือ ตอบได้ถูกต้อง และใช้ภาษาได้ถูกต้อง

เลสเตอร์และโอเดฟเฟอร์ (สมสว่าง ธนะพานิชย์สกุล. 2539 : 19-20 ; อ้างอิงมาจาก Lester and O'Daffer. 1987) แบ่งสัดส่วนของการให้คะแนนออกเป็น 3 ส่วน คือ ความเข้าใจในการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งสามารถวิเคราะห์สัดส่วนและสร้างเป็นเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ส่วนที่พิจารณา	พฤติกรรมที่แสดง	คะแนนที่ได้
ความเข้าใจในปัญหา	ไม่แสดงอะไร	0
	แปลความหมายผิดทั้งหมด	1
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนมาก	2
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนน้อย	3
	แปลความหมายได้ถูกต้องสมบูรณ์	4
วิธีการแก้ปัญหา	ไม่แสดงอะไร	0
	วางแผนการทำงานไม่ถูกต้อง	1
	แก้ปัญหาถูกเป็นส่วนน้อย	2
	แก้ปัญหาผิดเป็นส่วนน้อย	3
	วางแผนได้เหมาะสม	4
	มีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง	5
ผลลัพธ์ที่ได้	ไม่แสดงออก	0
	เขียนผิด คำนวณผิด	1
	คำตอบถูกต้อง	2

สรุปว่า การให้คะแนนแบบรูบรีค (rubric) คือ ระดับความสำเร็จในชั้นต่างๆ กัน การให้คะแนนแบบรูบรีค (rubric) มี 2 แบบ คือ

1. การให้คะแนนในภาพรวม (holistic score) คือ การให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่ง โดยดูภาพรวมของชิ้นงาน แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงาน อาจแบ่งระดับคุณภาพตั้งแต่ 0-4 หรือ 0-6 อาจแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี เช่น

วิธีที่ 1 แบ่งตามคุณภาพ

วิธีที่ 2 กำหนดตามระดับความผิดพลาด

วิธีที่ 3 กำหนดระดับการยอมรับ

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (analytic score) โดยทั่วไปแล้วจะมีการแยกองค์ประกอบของงานเป็น 4 ด้าน คือ

2.1 ความเข้าใจในความคิดรวบยอด

2.2 สื่อความหมาย สื่อสาร

2.3 การใช้กระบวนการและยุทธวิธี

2.4 ผลสำเร็จของงาน

สำหรับแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในการพัฒนาเครื่องมือวัด การปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับ นักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีเกณฑ์การให้ คะแนนรูบริค (rubric) ในภาพรวม (holistic score)

8. ความเชื่อมั่นของการวัดผลการปฏิบัติ

ในการหาคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของการวัดปฏิบัตินั้น ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 269) กล่าวว่า ข้อสอบการปฏิบัติสร้างขึ้นมีความเชื่อมั่นสูง ทำได้ยากกว่าข้อสอบข้อเขียนปรนัยทั่วไป ความเชื่อมั่นของข้อสอบการปฏิบัติจะขึ้นอยู่กับผู้ ประเมินอย่างไรก็ตามเรายังสามารถปรับปรุง การทดสอบการปฏิบัติให้มีความเชื่อมั่นให้สูงขึ้นได้ ดังนี้ ในการกำหนดเงื่อนไขหรือสถานการณ์ของการปฏิบัติงาน ต้องกำหนดสิ่งต่อไปนี้ ให้ชัดเจน

1. กำหนดเครื่องมือในการใช้ปฏิบัติงาน
2. กำหนดเวลาของการปฏิบัติงาน
3. กำหนดลักษณะของงานที่เป็นมาตรฐาน
4. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน
5. กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการให้คะแนนสำหรับผู้ประเมินอย่างชัดเจน พร้อมกับ

อธิบายวิธีการให้คะแนนและมีคู่มือการในการดำเนินการสอบด้วย

ส. วาสนา ประवालพุกษ์ (2533 : 28-42) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นของการวัดปฏิบัติจะ ขึ้นอยู่กับสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความคงเส้นคงวาของผู้สอบ
2. ความคงเส้นคงวาของการให้คะแนน
3. ความแปรผัน ในการดำเนินการสอบ
4. การเลือกกลุ่มตัวอย่างของข้อสอบ

การประกันความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในข้อ 1 และ 2 นั้น สามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางสถิติ ส่วนในข้อที่ 3 และ 4 นั้นสามารถควบคุมได้ ด้วยมาตรฐานของการดำเนินการ สอบ กล่าวคือ ในข้อ 3 ความแปรผันในการดำเนินการสอบการปฏิบัติ ซึ่งไม่สามารถจะ ดำเนินการสอบนักเรียนได้พร้อมกันหมดในเวลาเดียวกันนั้น ผู้ดำเนินการสอบจะต้องปฏิบัติตาม วิธีการดำเนินการสอบอย่างเคร่งครัดทุกขั้นตอน ไม่มีการอธิบายเพิ่มเติมมากกว่าที่กำหนดไว้ส่วน ในลักษณะข้อที่ 4 ได้แก่การดำเนินการสอบที่มีงานให้ผู้สอบปฏิบัติแตกต่างกัน เพื่อไม่ให้เกิดการ

รู้ข้อสอบก่อนเข้าสอบ เช่น การสอบฟังเสียงที่มีข้อความให้อ่านแตกต่างกัน ในการกำหนดงานที่แตกต่างกันนี้ เป็นความรับผิดชอบของผู้กำหนดโดยตรง (ซึ่งจะต้องเป็นครูผู้สอนหรือผู้ชำนาญในเนื้อหานั้นๆ) ที่จะพิจารณาว่างานที่กำหนดให้แตกต่างกันนั้นมีความเท่าเทียมกัน (parallel) ในการวัดการปฏิบัติของผู้เรียน ซึ่งความเชื่อมั่นของการวัดการปฏิบัติจะมีอยู่ 2 ลักษณะดังนี้

1. ค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน (กรรมการ)

1.1 การหาค่าความเชื่อมั่นของกรรมการคนเดียว อาจหาโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient) ของครอนบาค (Cronbark)

1.2 การหาค่าความเชื่อมั่นของกรรมการ 2 คน ในกรณีที่ให้กรรมการ 2 คน ตรวจให้คะแนนการปฏิบัติ หรือผลงานของนักเรียนกลุ่มเดียวกัน จะได้คะแนนออกมาเป็น 2 ชุด นำมาคำนวณหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน 2 ชุดนั้น ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้ก็คือ ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนของกรรมการ 2 คน นั้นสามารถคำนวณได้ 2 แบบ คือ

1.2.1 ถ้าเป็นคะแนน ใช้สูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

1.2.2 ถ้าเป็นอันดับที่ ใช้สูตรสหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน

1.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของกรรมการมากกว่า 2 คน ในบางครั้งจะมีกรรมการหลายคนตรวจสอบผลงานอย่างอิสระ เช่น ในการประกวดภาพวาด การตัดสินบทประพันธ์

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นของกรรมการอาจทำได้ โดยคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ภายในระหว่างกรรมการแต่ละคู่ ถ้าค่าสูงความเชื่อมั่นในแต่ละคู่ของกรรมการใช้ได้ แต่หากจะหาความเชื่อมั่นของกรรมการชุดนี้อาจคำนวณได้ 2 วิธี ซึ่งข้อมูลจะต้องเป็นการจัดอันดับที่ (หากเป็นคะแนนจะต้องแปลงให้เป็นอันดับที่เสียก่อน)

1.3.1 ใช้สูตรของกิลฟอร์ด (Guilford)

1.3.2 ใช้สูตรของเคนเดล (Kendall coefficient of concordance : W)

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

เมื่อแบบทดสอบการปฏิบัติที่ใช้กรรมการให้คะแนนมากกว่า 1 คน และหาค่าความเชื่อมั่นแล้วว่าการทดสอบชุดนั้นสามารถให้คะแนนได้อย่างมีความเชื่อมั่น ควรนำแบบทดสอบไปทดสอบใช้อีกครั้งเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น ควรนำแบบทดสอบไปทดสอบใช้อีกครั้งหนึ่งเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเอง โดยใช้

2.1 สัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient)

2.2 วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's ANOVA)

จากวิธีการหาค่าความเชื่อมั่นการวัดปฏิบัติที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า วิธีการหาความเชื่อมั่นของการวัดผลการปฏิบัติมีหลายวิธีดังนี้

1. ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient)
2. ใช้สูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
3. ใช้สูตรสหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน
4. ใช้สูตรของกิลฟอร์ด (Guilford)
5. ใช้สูตรของเคนเดล (Kendall coefficient of concordance : W)
6. ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's ANOVA)

9. ความเที่ยงตรงของการวัดผลการปฏิบัติ

ในการวัดคุณภาพด้านความเที่ยงตรงของการวัดการปฏิบัติ นั้น ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 269) ได้กล่าว ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบการปฏิบัติ นั้นขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1. ความชัดเจนของการกำหนดจุดประสงค์ของงาน
2. ความสอดคล้องของการกำหนดคุณลักษณะที่ต้องการประเมินกับจุดประสงค์

ของงาน

3. ผู้กำหนดงานหรือสถานการณ์ที่จะให้ปฏิบัติต้องมีทักษะในงานนั้น ๆ เป็นอย่างดี สามารถวางเงื่อนไขและกำหนดสถานการณ์ให้เป็นการกระทำที่ต้องใช้เทคนิคและวิธีการที่ตรงกับวัตถุประสงค์ของงานที่กำหนด

ส.วาสนา ประवालพฤษ์ (2533 : 58) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งที่ดัชนีชี้ให้เห็นว่า ผลที่ได้จากการวัดนั้นคือ คุณสมบัติหรือคุณลักษณะที่เราต้องการวัดจริง ในการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบสามารถพิจารณาได้ 2 แนว คือ วิเคราะห์ภายในตัวแบบทดสอบเอง ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเที่ยงตรงตามโครงสร้างและการวิเคราะห์จากเกณฑ์ภายนอก ได้แก่ การใช้เกณฑ์จากการวัดคุณลักษณะนั้นด้วยการวัดวิธีอื่นหรือแบบวัดอื่นๆ (ความเที่ยงตรงตามสภาพ) และ การใช้เกณฑ์ผลสำเร็จในอนาคต (ความเที่ยงตรงตามพยากรณ์) นอกจากนั้นยังมีความเที่ยงตรงแบบอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งล้วนแต่อยู่ในเงื่อนไขของเกณฑ์ทั้งสอง เกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง

ในการสอบการปฏิบัติเกณฑ์ที่ใช้มักจะเป็นการจัดอันดับ (rank) ของการปฏิบัติซึ่งมักจะมี ความเชื่อมั่นต่ำ เป็นเหตุให้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบกับเกณฑ์ต่ำ จึงควรจะต้องมี

การประมาณค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยใช้การปรับแก้ เพื่อให้เกณฑ์มีค่าความเชื่อมั่นเข้าใกล้ค่า 1

จากค่าความเที่ยงตรงของการวัดภาคปฏิบัติ พอสรุปได้ 2 แนว คือ

1. วิเคราะห์ภายในตัวแบบทดสอบหาโดย ความเที่ยงตรงเนื้อหาและความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

2. วิเคราะห์จากเกณฑ์ภายนอกหาโดย ความเที่ยงตรงตามสภาพ และความเที่ยงตรงตามพยากรณ์

ซึ่งในการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในครั้งนี้ หาความเที่ยงตรงของการวัดผลการปฏิบัติ โดยหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

10. ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบการปฏิบัติ

เอี่ยม โตบุญเลี้ยง (2524 :40) ได้กล่าวถึง ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบการปฏิบัติไว้ดังนี้

1. ข้อดีของแบบทดสอบการปฏิบัติ
 - 1.1 เน้นให้เด็กนำความรู้ไปใช้
 - 1.2 เป็นเครื่องช่วยในการเรียนให้แจ่มชัดขึ้น
 - 1.3 แสดงถึงสัมฤทธิ์ผลในการเรียนดี
 - 1.4 วัดทักษะและความสามารถ
2. ข้อจำกัดของแบบทดสอบการปฏิบัติ
 - 2.1 ไม่สามารถนำไปวัดได้ในทุกสาขาวิชา
 - 2.2 สอบยาก
 - 2.3 ให้คะแนนยาก
 - 2.4 ใช้เวลามาก

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2529 :17) ได้กล่าวถึง ข้อจำกัดของแบบวัดการปฏิบัติดังนี้

1. ข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลา-สถานการณ์ กล่าวคือ ข้อสอบแต่ละงานไม่ควรใช้เวลาการสอบนานนัก

2. ข้อจำกัดในเรื่องการสอบเป็นกลุ่ม
3. สร้างยาก

4. ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นที่ยอมรับสำหรับบุคคลอื่น
ได้ยาก

5. ในการดำเนินการสอบถ้าพิจารณารายละเอียดของงานและวิธีการทำงานมาก
เกินไป อาจทำให้เป้าหมายในการวัดผิดไป

จากข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบการปฏิบัติที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า
แบบทดสอบการปฏิบัติมีข้อดีในการใช้วัดทักษะความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียนในการ
ที่จะนำความรู้ไปใช้ แต่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการประเมินซึ่งมีความยุ่งยากในการให้คะแนนและ
เสียเวลาในการประเมิน จึงไม่เหมาะกับการประเมินกลุ่มใหญ่ๆ และมีจำนวนกลุ่มมาก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาเครื่องมือวัดการปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมือวัดการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

นักวิจัยหลายคนได้พัฒนาเครื่องมือวัดการปฏิบัติทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยทำการศึกษาและมีข้อสรุปเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

อรุณศรี เตชะเรืองรอง (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรพุทธศักราช 2521 ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชนิดคือ แบบสังเกต จำนวน 9 ฉบับ และแบบวัดความเข้าใจ จำนวน 9 ฉบับ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 สังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดอุดรธานี การวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือวัดทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตัดสินการวิเคราะห์งาน การหาความเที่ยงตรงตามสภาพของแบบสังเกตวัดภาคปฏิบัติ วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101) หาโดยวิธีใช้กลุ่มตัวอย่างที่รู้แล้ว (known-group technique) ทำการทดสอบ (t-test) ปรากฏว่า จากการวิเคราะห์ของแบบสังเกตทุกฉบับมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสังเกตมีความเที่ยงตรง และค่าความเชื่อมั่นหาโดยวิธีสหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation) ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของผู้สังเกต 1 คน ได้เท่ากับ 0.89 0.96 0.89 0.82 0.90 0.85 0.88 0.89 และ 0.84 ตามลำดับ

สรุปได้ว่าการสร้างเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสังเกต และแบบวัดความเข้าใจ คุณภาพของเครื่องมือมีดังนี้ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ ความเที่ยงตรงตามสภาพโดยวิธีใช้กลุ่มตัวอย่างที่รู้แล้ว (known-group technique) ความเชื่อมั่นโดยวิธีสหสัมพันธ์ชั้น (intraclass correlation)

ชัยยศ จำเนียรกุล (2532 :46) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสิงห์บุรี ที่ใช้แบบเรียนวิทยาศาสตร์ของ สสวท. พ.ศ.2531 จำนวน 589 คนผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสิงห์บุรี มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานคิดเป็นร้อยละ 53.40 โดยแยกเป็นรายทักษะดังนี้ ทักษะการสังเกต ร้อยละ 59.13 ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ ร้อยละ 45.50 ทักษะการจำแนกประเภท ร้อยละ 47.35 ทักษะการคำนวณ ร้อย

ละ 53.93 ทักษะการวัด ร้อยละ 52.65 ทักษะการลงความคิดเห็น ร้อยละ 47.58 ทักษะการพยากรณ์ ร้อยละ 56.68 ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ ส่วนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูลร้อยละ 64.08 จัดอยู่ในระดับปานกลาง

เรื่องชัย ทิมสุวรรณ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในด้านการออกแบบการทดลอง การเลือกใช้และเก็บรักษาเครื่องมือ การดำเนินการทดลอง ความปลอดภัยในการทดลอง และเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ของนักเรียนในโรงเรียนที่มีขนาดแตกต่างกัน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2533 จำนวน 712 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นแยกตามขนาดของโรงเรียน คือ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ โรงเรียนขนาดใหญ่ และโรงเรียนขนาดกลาง ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษากรุงเทพมหานคร วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็นร้อยละ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและใช้การทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีการของเซฟเฟ ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รวมกันทุกด้าน อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด เมื่อพิจารณาแยกแต่ละด้าน พบว่า
 - 1.1 การออกแบบการทดลอง อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์
 - 1.2 การเลือกใช้และการเก็บรักษาเครื่องมือ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด
 - 1.3 การดำเนินการทดลอง อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด
 - 1.4 ความปลอดภัยในการทดลอง อยู่ในระดับปานกลาง
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนที่มีขนาดแตกต่างกัน มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เพียงใจ แดนเจริญไพศาล (2533 : บทคัดย่อ) ศึกษาปัญหาการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรคือ ครูวิทยาศาสตร์ที่เคยและไม่เคยประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติ จำนวน 203 และ 97 คน ตามลำดับ ซึ่งสุ่มอย่างง่ายจากโรงเรียนจากโรงเรียนรัฐบาล

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ โดยหา ค่าร้อยละ ค่ามัชฌิมเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. สภาพปัจจุบันของการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติ

ครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ กำหนดจุดประสงค์ของการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติ ด้วยตนเอง โดยนำบทปฏิบัติการจากหนังสือเรียนมาใช้เป็นแบบสอบภาคปฏิบัติ วัดผลทักษะภาคปฏิบัติ โดยใช้วิธีการสังเกต โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ดำเนินการวัดผลทักษะภาคปฏิบัติในระหว่างที่มีการเรียนภาคปฏิบัติ ซึ่งสามารถสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติการทดลองได้ครั้งละ 5 คน ให้คะแนนทักษะภาคปฏิบัติด้วยตนเอง โดยให้คะแนนวิธีการปฏิบัติมากกว่าผลของการปฏิบัติ และกำหนดอัตราส่วนระหว่างคะแนนภาคปฏิบัติ กับคะแนนภาคทฤษฎีไว้ 20 : 80

2. ปัญหาการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติ

2.1 ครูวิทยาศาสตร์ที่เคยประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติประสบปัญหาอยู่ในระดับปานกลางในการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติแต่ละด้าน

2.2 ครูวิทยาศาสตร์ที่ไม่เคยประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติประสบปัญหาซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่ประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง

ไชยยศ ทองปากน้ำ (2534 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชนิดคือ แบบสังเกตวัดปฏิบัติการกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต จำนวน 4 ฉบับ และแบบวัดความเข้าใจการปฏิบัติกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต จำนวน 4 ฉบับ ปรากฏว่า จากการวิเคราะห์ของแบบสังเกตทุกฉบับมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปได้ว่าการสร้างเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสังเกตวัดปฏิบัติ และแบบวัดความเข้าใจในการปฏิบัติ

ทนาย สิงห์พันธ์ (2534 :1) ได้ทำการสร้างและพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรพุทธศักราช 2524(ฉบับปรับปรุง2533) ที่มีคุณภาพและเชื่อถือได้ เครื่องมือประกอบด้วยแบบสังเกตกระบวนการทำงานที่เป็นมาตรฐาน ค่า 3 ระดับ กับแบบตรวจคุณภาพของผลงานจากรายงาน พร้อมเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบสังเกตที่สร้างขึ้นแยกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ใช้สังเกตกระบวนการทำงานทั่วไปกับประเภทที่ใช้สังเกตกระบวนการทำงานเฉพาะการทดลอง ประกอบด้วยแบบวัดจำนวน 4 ฉบับ คือ แบบสังเกต ก แบบสังเกต ข (6.2) แบบสังเกต ข (7.2) และแบบตรวจรายงาน โดยใช้สังเกต

2 การทดลอง คือ การทดลอง 6.2 การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระและการทดลองที่ 7.2 ความสัมพันธ์ระหว่างมวล แรง และความเร่ง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนกัลยาณวัตร จังหวัดขอนแก่น ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์หาค่าความตรง ความเที่ยง ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

แบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกฉบับมีความตรงตามเนื้อหา โดยการพิจารณาตัดสินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ

แบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกฉบับมีความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ระหว่างคะแนนจากแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง 0.26 ถึง 0.56 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. แบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกฉบับมีความตรงเชิงจำแนกสามารถแยกผู้เรียนที่มีทักษะการทดลองสูงกับต่ำได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบไบซีเรียล ระหว่าง 0.37 ถึง 0.87 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. แบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกฉบับความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของผู้ประเมิน 2 คน ได้ค่าความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.73 ถึง 0.83

สรุปได้ว่าการสร้างและพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสังเกตกระบวนการทำงานที่มาตรฐานค่า 3 ระดับ และแบบตรวจสอบคุณภาพของผลงานจากรายงาน คุณภาพของเครื่องมือมีดังนี้ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ความเที่ยงตรงเชิงจำแนกโดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบไบซีเรียล ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของผู้ประเมิน

สมพร ภูเจริญ (2535 : 38 - 39) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดพิษณุโลก ปีการศึกษา 2534 จำนวน 952 คน จาก 35 โรงเรียน โดยการสุ่มแบบหลายชั้น ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดพิษณุโลกมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับปานกลาง

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดพิษณุโลกที่เรียนในโรงเรียนเขตอำเภอเมือง และอำเภอรอบนอก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนอยู่ในอำเภอมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่เรียนอยู่ในอำเภอรอบนอก

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้ปกครองประกอบอาชีพต่างกันมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

วัฒนาชัย จันทรวินุกูล (2538 : บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี จำนวน 154 คน เลือกโดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multistage random sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (sampling unit) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติและมีการบันทึกผลการปฏิบัติ มีทั้งหมด 32 สถานการณ์ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะ คือทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและทักษะการพยากรณ์

จากผลการวิจัยปรากฏว่าได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพจำนวน 24 ข้อมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.21-0.67 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละทักษะและรวมทั้งฉบับ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าต่ำ เนื่องจากจำนวนข้อของแบบทดสอบมีน้อยจึงทำให้ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบต่ำ

สรุปได้ว่าสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบภาคปฏิบัติ คุณภาพเครื่องมือมีดังนี้ ค่าความยากและความเชื่อมั่น

พลศักดิ์ ศรีโง๊ะ (2539 : บทคัดย่อ) ได้สร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติการทดลองเรื่องแสง กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เครื่องมือเป็นแบบสังเกตปฏิบัติการทดลอง ประกอบด้วยขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และขั้นอภิปราย จำนวน 6 ฉบับ และแบบวัดความเข้าใจภาคปฏิบัติการทดลองเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 6 ฉบับ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538

จำนวน 384 คน หาคุณภาพของแบบสังเกตภาคปฏิบัติ ดังนี้ อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นของผู้สังเกตให้คะแนน ความเชื่อมั่น และหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจภาคปฏิบัติ ดังนี้ อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น

สรุปได้ว่าสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติการทดลองเรื่องแสง กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสังเกตภาคปฏิบัติและแบบวัดความเข้าใจ คุณภาพของเครื่องมือมีดังนี้ ค่าความเชื่อมั่นของแบบสังเกตและแบบวัดความเข้าใจ ค่าความเชื่อมั่นของผู้สังเกตให้คะแนน 2 คน หาค่าอำนาจจำแนก

นิตยา พรหมดา (2542 :1) ได้สร้างแบบวัดภาคปฏิบัติการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด คือ แบบสังเกตภาคปฏิบัติการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์จำนวน 3 ชุด (16 ฉบับ) และแบบวัดความเข้าใจจากการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์จำนวน 3 ชุด (16 ฉบับ) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในกระบวนการสร้างแบบวัดภาคปฏิบัติการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดสกลนครจำนวน 260 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น แบบสังเกตภาคปฏิบัติการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 เพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสังเกตภาคปฏิบัติการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และค่าความเชื่อมั่นของผู้สังเกตให้คะแนน 2 คน ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพซึ่งประกอบด้วย ค่าความเชื่อมั่นของแบบสังเกตภาคปฏิบัติการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ค่าความเชื่อมั่นของผู้สังเกตให้คะแนน 2 คน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด แบบวัดความเข้าใจการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 เพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพซึ่งประกอบด้วย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความเข้าใจการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด พบว่า

1. แบบสังเกตภาคปฏิบัติการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ชุดที่ 1 จำนวน 6 ฉบับมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.75 ถึง 0.95 ค่าความเชื่อมั่นของผู้สังเกตให้คะแนน 2 คน มีค่าตั้งแต่ 0.82 ถึง 0.93 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด มีค่าตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.81 ชุดที่ 2 จำนวน 5 ฉบับมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.85 ถึง 0.96 ค่าความเชื่อมั่นของผู้สังเกตให้คะแนน 2 คน มีค่าตั้งแต่ 0.85 ถึง 0.93 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด มีค่าตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.63 ชุดที่ 3 จำนวน 5 ฉบับมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.76 ถึง 0.92 ค่าความเชื่อมั่นของผู้สังเกตให้คะแนน 2 คน มีค่าตั้งแต่ 0.75 ถึง 0.84 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด มีค่าตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.50

2. แบบวัดความเข้าใจการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ชุดที่ 1 จำนวน 6 ฉบับมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 ค่าความเชื่อมั่นมีค่าตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.62 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด มีค่าตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.02 ชุดที่ 2 จำนวน 5 ฉบับมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 ค่าความเชื่อมั่นมีค่าตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.67 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด มีค่าตั้งแต่ 0.64 ถึง 0.95 ชุดที่ 3 จำนวน 5 ฉบับมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.91 ค่าความเชื่อมั่นมีค่าตั้งแต่ 0.35 ถึง 0.84 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด มีค่าตั้งแต่ 0.58 ถึง 0.77

3. คะแนนที่ได้จากแบบสังเกตภาคปฏิบัติการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับคะแนนที่ได้จากแบบวัดความเข้าใจการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ทุกฉบับมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นฉบับที่ 3 ในชุดที่ 1 เรื่องการใช้แว่นขยาย

สรุปได้ว่าสร้างแบบวัดภาคปฏิบัติการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสังเกตภาคปฏิบัติและแบบวัดความเข้าใจ คุณภาพของเครื่องมือมีดังนี้ ค่าความเชื่อมั่นของแบบสังเกตและแบบวัดความเข้าใจ ค่าความเชื่อมั่นของผู้สังเกตให้คะแนน 2 คน หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ลำเพย แผ้วพลสง (2542 : บทคัดย่อ) การพัฒนาเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติการทดลองวิชา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (3000-1601) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติการทดลองวิชา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (3000-1601) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ประกอบด้วยเครื่องมือวิจัย 2 ชนิด คือ แบบสังเกตวัดภาคปฏิบัติ จำนวน 7 ฉบับ และแบบทดสอบวัดความเข้าใจภาคปฏิบัติ จำนวน 7 ฉบับ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 120 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น ข้อมูลการทดลองได้จากกรวัด 3 ครั้ง โดยใช้ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว

การวัดครั้งที่ 1 และ 2 ด้วยแบบสังเกตวัดภาคปฏิบัติ ทำเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน 2 คน การทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 ด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจภาคปฏิบัติ ทำเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ การวัดครั้งที่ 3 ด้วยแบบสังเกตวัดภาคปฏิบัติ ทำเพื่อหาคุณภาพซึ่งประกอบด้วย ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้วิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์ ค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน โดยใช้สูตรวิธีหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ค่าความเชื่อมั่นของแบบสังเกตวัดภาคปฏิบัติ โดยใช้สูตรวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาและค่าความ

คลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด โดยวิธีของกิลฟอร์ด (Guilford) การทดสอบครั้งที่ 3 ด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจภาคปฏิบัติ เพื่อหาคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วย ค่าอำนาจจำแนกโดยวิธีของเบรนนอน (Lovett) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด โดยวิธีของกิลฟอร์ด (Guilford)

สรุปได้ว่า การพัฒนาเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติการทดลอง วิชา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (3000-1601) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสังเกตวัดภาคปฏิบัติ และแบบทดสอบวัดความเข้าใจภาคปฏิบัติ คุณภาพของเครื่องมือมีดังนี้ ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน 2 คน ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

บุญช่วย จงมูม (2542 : บทคัดย่อ) การสร้างเครื่องมือวัดผลสภาพจริง เรื่อง พืช กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดผลสภาพจริง เรื่อง พืช กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 พืชสีเขียว ฉบับที่ 2 การสร้างอาหารของพืช และฉบับ 3 ปัจจัยในการสร้างอาหารของพืชซึ่งในแต่ละฉบับประกอบด้วย แบบสังเกตวัดด้านกระบวนการ และด้านผลงาน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในกระบวนการสร้างเครื่องมือวัดผลสภาพจริงในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 149 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น ทำการทดสอบ 2 ครั้ง การทดสอบครั้งที่ 1 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 65 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 2 คน และนำผลการทดสอบไปปรับปรุงเครื่องมือวัดผลสภาพจริง การทดสอบครั้งที่ 2 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 84 คน เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผลสภาพจริง

สรุปได้ว่า การสร้างเครื่องมือวัดผลสภาพจริง เรื่อง พืช กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสังเกตวัดด้านกระบวนการ และด้านผลงาน คุณภาพของเครื่องมือวิจัย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 2 คน

รชชกร นุบผาดำ (2545 : บทคัดย่อ) การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีคุณภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของจังหวัดราชบุรี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ของโรงเรียนหนองโพวิทยา อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี จำนวน 60 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ดังนี้ ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบเป็นรายข้อ ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ฉบับดังนี้ คือ ฉบับที่ 1 ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 6 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกกับเวลาและทักษะการพยากรณ์ฉบับที่ 2 ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 2 ทักษะ คือทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลและทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตีความข้อมูลและลงสรุปข้อมูล ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง 0.48 ถึง 0.68 และ 0.20 ถึง 0.45 ตามลำดับ และฉบับที่ 2 มีค่าอยู่ในช่วง 0.52 ถึง 0.79 และ 0.20 ถึง 0.52 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา พบว่าฉบับที่ 1 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละทักษะอยู่ในช่วง 0.533 ถึง 0.776 และรวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.921 และฉบับที่ 2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละทักษะอยู่ในช่วง 0.606 ถึง 0.873 และรวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.915 ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมินคำนวณโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์การอ้างอิงมีค่าเท่ากับ 1.00 ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบ คำนวณโดยวิธีหาความเที่ยงตรงแบบหลายลักษณะหลายวิธี (multitrait multimethod) มีความเที่ยงตรงเชิงเหมื่อนอยู่ในช่วง 0.510 ถึง 0.771 และสูงกว่าค่าความเที่ยงตรงเชิงจำแนกซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.177 ถึง 0.649 แสดงว่าแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแต่ละทักษะและทั้งฉบับโดยใช้สูตรของเพียร์สันมีค่าอยู่ในช่วง 0.235 ถึง 0.862 และ 0.512 ถึง 0.871 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.001

สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คุณภาพของเครื่องมือมีดังนี้ ค่าความยากและอำนาจจำแนก

ค่าความเชื่อมั่นโดยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมินโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์การอ้างอิง ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างโดยวิธี หาค่าความเที่ยงตรงแบบหลายลักษณะหลาย (mutitrait muitimethod) หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแต่ละทักษะและทั้งฉบับโดยสูตรของเพียร์สัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า งานวิจัยเกี่ยวกับการวัดการปฏิบัติส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาเครื่องมือวัดการปฏิบัติในรายวิชาต่างๆ ให้มีคุณภาพซึ่งเครื่องมือมีลักษณะเป็นแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติ และแบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติ โดยเฉพาะงานวิจัยที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จะแบ่งเป็นขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลปฏิบัติ เครื่องมือที่นิยมคือแบบสังเกตชนิดมาตราส่วนประมาณค่า ในส่วนของการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ นั้น มีการตรวจสอบคุณภาพด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ และความเชื่อมั่น การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างใช้การพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ ส่วนความเที่ยงตรงเชิงสภาพตรวจสอบโดยหาค่าสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากเครื่องมือกับเกณฑ์ในปัจจุบันซึ่งใช้เกรดเฉลี่ย ส่วนความเชื่อมั่นเนื่องจากเครื่องมือส่วนใหญ่เป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่าจึงใช้การตรวจสอบ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาในส่วนของ การหาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินจะใช้ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

สำหรับการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยมุ่งเน้นไปในการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติที่แสดงออกมา ซึ่งมีเครื่องมือเป็นแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค และแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย

กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่า การประเมินการปฏิบัติเป็นการประเมินผลเพื่อให้ได้มาซึ่งความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนซึ่ง เป็นประโยชน์อย่างมากในการวัดประเมินผลการศึกษา แต่การศึกษาค้นคว้าทางด้านนี้ยังไม่แพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทางด้านการพัฒนาเครื่องมือวัดการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์วิชาเคมี วิชาเคมีเป็นวิชาที่มีการจัดการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติ โดยนักเรียนจะต้องฝึกปฏิบัติจริงในห้องปฏิบัติการ ดังนั้น การวัดความสามารถในการปฏิบัติจึงวัดจากพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน เพื่อให้ได้ความสามารถในการปฏิบัติการทดลองอย่างแท้จริงของนักเรียน ฉะนั้นเครื่องมือที่ใช้จึงต้องเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพ มีจำนวนที่เหมาะสม กะทัดรัด มีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น สามารถวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ มีเกณฑ์การให้คะแนนอย่างชัดเจนและมีคู่มือการใช้เครื่องมือ

เพื่อที่จะพัฒนาการวัดและประเมินการปฏิบัติการทดลอง ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ได้ เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองวิชาเคมีที่มีคุณภาพ ใช้สำหรับการประเมินผลการปฏิบัติ อีกทั้งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือวัดการปฏิบัติทดลองวิทยาศาสตร์ในสาขาวิชาอื่นๆ ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อวัดความสามารถในการปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ประกอบด้วย

1. แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (rubric) 5 ระดับ จำนวน 1 ฉบับ แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 แบบสังเกตการทดลองในขั้นเตรียม

ตอนที่ 2 แบบสังเกตการทดลองในขั้นปฏิบัติ

ตอนที่ 3 แบบสังเกตการทดลองในขั้นผลงาน

ตอนที่ 4 แบบสังเกตกิจนิสัยในการทดลอง

2. แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในขั้นเตรียมขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

คุณภาพของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในการศึกษา ค้นคว้าครั้งนี้หาคุณภาพในด้านต่างๆดังนี้

1. แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

1.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

- 1.3 อำนาจจำแนก
- 1.4 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน
- 1.5 ความเชื่อมั่นของแบบสังเกต
2. แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
 - 2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
 - 2.2 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ
 - 2.3 ความยากง่าย
 - 2.4 อำนาจจำแนก
 - 2.5 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ดังนั้นในการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 จึงมีกรอบแนวความคิดในการวิจัยดังภาพประกอบ 1

คุณสมบัติที่ต้องการวัด	เครื่องมือ	คุณภาพเครื่องมือ, เกณฑ์ปกติและคู่มือ การใช้เครื่องมือ
1. ความสามารถในการ ทดลองสาระการเรียนรู้ พื้นฐานเคมีในขั้นเตรียม	1. แบบสังเกตการทดลอง สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบ รูบริก (rubric)	คุณภาพเครื่องมือ
2. ความสามารถในการ ทดลองสาระการเรียนรู้ พื้นฐานเคมีในขั้นปฏิบัติ	1.1 แบบสังเกตการ ทดลองในขั้นเตรียม	1. แบบสังเกต 1.1 ความเที่ยงตรงเชิง เนื้อหา
3. ความสามารถในการ ทดลองสาระการเรียนรู้ พื้นฐานเคมีในขั้นผลงาน	1.2 แบบสังเกตการ ทดลองในขั้นปฏิบัติ	1.2 ความเที่ยงตรงเชิง โครงสร้าง
4. กิจนิสัยที่ถูกต้องในการ ทดลองสาระการเรียนรู้ พื้นฐานเคมี	1.3 แบบสังเกตการ ทดลองในขั้นผลงาน	1.3 อำนาจจำแนก
	1.4 แบบสังเกตกิจนิสัย ในการทดลอง	1.4 ความเชื่อมั่นของ เกณฑ์การให้คะแนน
	2. แบบวัดความเข้าใจการ ทดลองสาระการเรียนรู้ พื้นฐานเคมี แบบปรนัย ชนิดเลือก	1.5 ความเชื่อมั่นของ แบบสังเกต
	ตอบ 5 ตัวเลือก	2. แบบวัดความเข้าใจ
		2.1 ความเที่ยงตรงเชิง เนื้อหา
		2.2 ความเที่ยงตรงเชิง สภาพ
		2.3 ความยากง่าย
		2.4 อำนาจจำแนก
		2.5 ความเชื่อมั่น สร้างเกณฑ์ปกติ
		จัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือ

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตร
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยมีขั้นตอนการดำเนินการตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่พัฒนา
3. ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ
4. วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช จำนวน 66 โรงเรียน จำนวน 3,120 คน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ : 18)

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช ที่มีการทดลองเคมีในห้องปฏิบัติการทดลอง ที่ได้จากประชากรโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling) จำนวน 364 คน ซึ่งมีขั้นตอนการสุ่ม ดังนี้

1. ประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ โดยใช้ตารางแสดงขนาดกลุ่มตัวอย่าง (ศิริชัย กาญจนวาสี, ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และดิเรก ศรีสุขโข. 2537 : 125)

1.1 เพื่อใช้ทดลองเครื่องมือครั้งที่ 1 และ 2 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งนี้ ยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 ต้องใช้กลุ่มทดลองอย่างน้อยครั้งละ 166 คน

รวม 332 คน

1.2 เพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งนี้ยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 353 คน

2. จำแนกโรงเรียนตามเขตพื้นที่การศึกษาทั้ง 4 เขต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ) ดังนี้

เขตพื้นที่การศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 1

เขตพื้นที่การศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2

เขตพื้นที่การศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 3

เขตพื้นที่การศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 4

3. สุ่มโรงเรียนในแต่ละเขตพื้นที่การศึกษา เขตละ 4 โรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ได้จำนวน 16 โรงเรียน

4. สุ่มจำนวนห้องเรียนของแต่ละโรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย เพื่อใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

4.1 เพื่อใช้ทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 1 โรงเรียนละ 1 ห้อง ทั้งหมด 4 ห้องเรียน ในเขตพื้นที่ศึกษานครศรีธรรมราช เขต 1 ได้กลุ่มทดลองจำนวน 166 คน

4.2 เพื่อใช้ทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 2 โรงเรียนละ 1 ห้อง ทั้งหมด 4 ห้องเรียน ในเขตพื้นที่ศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ได้กลุ่มทดลองจำนวน 168 คน

4.3 เพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โรงเรียนละ 1 ห้อง ทั้งหมด 8 ห้องเรียน ในเขตพื้นที่ศึกษานครศรีธรรมราช เขต 3 และเขต 4 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 364 คน รายละเอียดดังตาราง

ตารางที่ 2 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่ม

เขตพื้นที่ การศึกษา	โรงเรียน	ทดสอบ ครั้งที่ 1	ทดสอบ ครั้งที่ 2	หาคุณภาพ
1	เบญจมาชุกติศ	42		
	เมืองนครศรีธรรมราช	43		
	จุฬารัตนราชวิทยาลัยนครศรีธรรมราช	41		
	กัลยาณีศรีธรรมราช	40		
2	ฉวางรัชดาภิเษก		41	
	ลานสกาประชาสรรค์		44	
	ช้างกลางประชานุกูล		40	
	พิปูนสังฆรักษ์ประชาอุทิศ		43	
3	หัวไทรบำรุงราษฎร์			44
	เชียรใหญ่			45
	สตรีปากพนัง			51
	ปากพนัง			43
4	สิชลคุณาธารวิทยา			46
	นบพิตวิทยา			42
	ท่าศาลาประสิทธิ์ศึกษา			47
	โมคคัลลานประชาสรรค์			46
รวม		166	168	364

เครื่องมือที่พัฒนา

การพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้นเองมี 2 ชนิด คือ

1. แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (rubric) 5 ระดับ จำนวน 1 ฉบับ แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสังเกตการทดลองในขั้นเตรียม

ตอนที่ 2 แบบสังเกตการทดลองในขั้นปฏิบัติ

ตอนที่ 3 แบบสังเกตการทดลองในขั้นผลงาน

ตอนที่ 4 แบบสังเกตกิจนิสัยในการทดลอง

2. แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

จำนวน 1 ฉบับ

ตัวอย่างเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1. แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

ตอนที่ 1 แบบสังเกตการทดลองในชั้นเตรียม

คำชี้แจง 1. แบบสังเกตการทดลองในชั้นเตรียม มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (rubric)

5 ระดับ

2. โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่านโดยเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
1.การวางแผนและการออกแบบการทดลอง	กลุ่มที่..... 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ระบุปัญหาการทดลองได้ รู้วัตถุประสงค์ของการทดลอง เลือกใช้วิธีการทดลองได้ถูกต้อง เตรียมวิธีบันทึกผลตรงกับวัตถุประสงค์ <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ระบุปัญหาการทดลองได้ รู้วัตถุประสงค์ของการทดลอง เลือกใช้วิธีการทดลองได้ถูกต้อง <p>และจากการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ระบุปัญหาการทดลองได้ รู้วัตถุประสงค์ของการทดลอง <p>และจากการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ระบุปัญหาการทดลองได้ <p>และจากการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 4 ข้อ</p>

2. แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย
2. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบ่งเป็น 4 ตอน ตอนละ 10 ข้อ ทั้งหมดจำนวน 40 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที คะแนนเต็ม 40 คะแนน
3. ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจข้อคำถามให้ครบถ้วน แล้วเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุด เพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

ตอนที่ 1 ขั้นเตรียม

1. ในการทดลองเพื่อตรวจสอบว่า “ของเหลวชนิดหนึ่ง จะเป็นสารละลายที่มีของแข็งเป็นตัวถูกละลายอยู่หรือไม่” ควรเลือกเครื่องมือชุดใดต่อไปนี้
 - ก. หลอดทดลอง ตะเกียง
 - ข. หลอดทดลอง กระจกปริซึม
 - ค. เครื่องแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า
 - ง. บีกเกอร์ กรวย กระจกทรง ตะเกียง
 - จ. หลอดทดลอง ตะเกียง เทอร์มอมิเตอร์ จุกยาง 2 รู หลอดนำแก๊ส

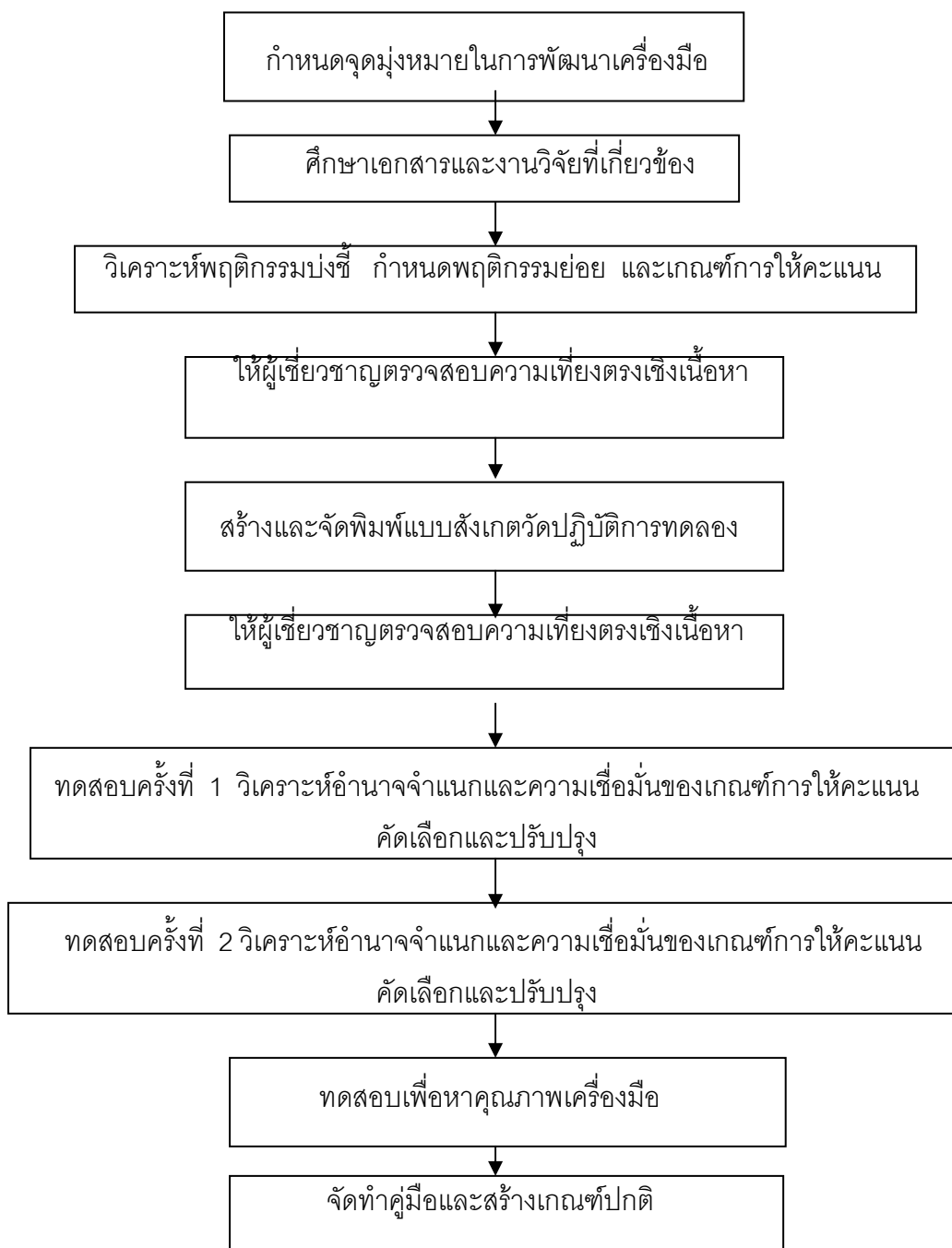
ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1. การพัฒนาแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีรายละเอียดดังภาพ

ที่ 2

การพัฒนาแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการพัฒนาแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4
ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

จากภาพที่ 2 รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
ในประเด็นต่อไปนี้

1.1 หาคุณภาพของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.2 สร้างเกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐาน
เคมี

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและ
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และการวัดการปฏิบัติ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา
แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

3. วิเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ พฤติกรรมย่อย และเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละพฤติกรรม
ย่อยเพื่อกำหนดเครื่องมือ กำหนดเป็นพฤติกรรมย่อย ในแต่ละพฤติกรรมบ่งชี้ และสร้างเกณฑ์
การให้คะแนน 5 ระดับ ตามความสามารถในการปฏิบัติในแต่ละพฤติกรรมย่อย โดยศึกษา
ค้นคว้าจากตำราสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช
2544 ได้ดังนี้

3.1 พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถการทดลองในขั้นเตรียม มี 6 พฤติกรรมย่อย
ดังนี้

3.1.1 การวางแผนและการออกแบบการทดลอง

3.1.2 ความรู้ความเข้าใจขั้นตอนดำเนินการทดลอง

3.1.3 มั่นยำในการตรวจสอบคุณสมบัติของสาร

3.1.4 ระบุการใช้งานของเครื่องมือ

3.1.5 สำรวจตรวจสอบ

3.1.6 สืบค้นข้อมูล

3.2 พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถการทดลองในขั้นปฏิบัติ มี 8 พฤติกรรมย่อย
ดังนี้

3.2.1 ทักษะในการสังเกตและการวัด

3.2.2 ทักษะในการใช้เครื่องมือ

3.2.3 ขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง

3.2.4 การดำเนินการทดลอง

3.2.5 เทคนิคทางการทดลอง

ดังนี้

- 3.2.6 การจดบันทึกข้อมูล
- 3.2.7 การหยิบจับวัสดุต่างๆ
- 3.2.8 ปฏิบัติตามวิธีที่กำหนด
- 3.3 พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถการทดลองในชั้นผลงาน มี 9 พฤติกรรมย่อย

- 3.3.1 การจดบันทึกข้อมูล
- 3.3.2 ความถูกต้องในการรายงานผล
- 3.3.3 การจัดลำดับ
- 3.3.4 การจัดกระทำข้อมูล
- 3.3.5 การแปลความหมายของข้อมูล
- 3.3.6 การสรุปและการอภิปรายผล
- 3.3.7 วิเคราะห์ข้อมูล
- 3.3.8 การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้
- 3.3.9 ทำนายแนวโน้ม
- 3.4 พฤติกรรมที่บ่งชี้ กิจนิสัยในการทดลอง มี 12 พฤติกรรมย่อย ดังนี้
- 3.4.1 ก่อนเริ่มทำการทดลอง
 - 3.4.1.1 อ่านและศึกษาการทดลองล่วงหน้าก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ
 - 3.4.1.2 ศึกษาสมบัติกายภาพและอันตรายของสารเคมีทุกชนิดที่ใช้ใน

การทดลอง

- 3.4.2 ระหว่างการทำการทดลอง
 - 3.4.2.1 สวมแว่นตานิรภัยและเสื้อคลุมปฏิบัติการตลอดเวลา
 - 3.4.2.2 สวมถุงมือยาง และล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง
 - 3.4.2.3 ตรวจสอบสภาพของเครื่องแก้วทุกชิ้นก่อนนำไปใช้งานทุกครั้ง
 - 3.4.2.4 อ่านชื่อของสารเคมีที่ฉลากบนขวดให้แน่ใจว่าถูกต้อง
 - 3.4.2.5 ตรวจสอบก่อนใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า
 - 3.4.2.6 ระวังดวงสารไวไฟ
- 3.4.3 หลังทำการทดลองเสร็จ
 - 3.4.3.1 กำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากการทดลองอย่าง
 - 3.4.3.2 ล้าง เก็บเครื่องแก้วและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เรียบร้อย

3.4.3.3 เช็ดโต๊ะปฏิบัติการให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

3.4.3.4 ตรวจสอบว่าได้ถอดปลั๊กไฟ ปิดวาล์วน้ำ และเก็บอุปกรณ์
เครื่องมือเรียบร้อย

และสร้างเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ตามความสามารถในการปฏิบัติ ในแต่ละ
พฤติกรรมย่อย

4. นำพฤติกรรมย่อยและเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละพฤติกรรมย่อย ของพฤติกรรม
บ่งชี้ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาเคมี จำนวน 5 คน และ
ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลการศึกษาจำนวน 2 คน พิจารณาความสอดคล้อง เหมาะสมของ
พฤติกรรมบ่งชี้ พฤติกรรมย่อย และเกณฑ์การให้คะแนน แล้วให้คะแนน +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่า
สอดคล้อง ให้คะแนน 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจ และให้ -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง จากนั้นนำผล
คะแนนไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence หรือ IOC
ค่าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.70 ถือว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Innes and
Straker. 2003 : 5 ;อ้างอิงจาก Thorm and Deizt. 1989) และปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง
ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

5. สร้างและจัดพิมพ์แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีตามพฤติกรรม
ย่อย ซึ่งใช้วัดความสามารถในการปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 1 ฉบับ
แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 แบบสังเกตการทดลองในขั้นเตรียม ใช้วัดความสามารถในการทดลองขั้น
เตรียม ประกอบด้วย 6 พฤติกรรมย่อย

ตอนที่ 2 แบบสังเกตการทดลองในขั้นปฏิบัติ ใช้วัดความสามารถในการทดลอง
ขั้นปฏิบัติ ประกอบด้วย 8 พฤติกรรมย่อย

ตอนที่ 3 แบบสังเกตการทดลองในขั้นผลงาน ใช้วัดความสามารถในการทดลอง
ขั้นผลงาน ประกอบด้วย 9 พฤติกรรมย่อย

ตอนที่ 4 แบบสังเกตกิจนิสัยในการทดลอง ใช้วัดกิจนิสัยในการทดลอง
ประกอบด้วย 11 พฤติกรรมย่อย

6. นำแบบสังเกตไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชา
เคมี จำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลการศึกษาจำนวน 2 คน พิจารณาความ
สอดคล้อง เหมาะสมของพฤติกรรมบ่งชี้ พฤติกรรมย่อย และเกณฑ์การให้คะแนน แล้วให้คะแนน
+1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าสอดคล้องให้คะแนน 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจ และให้ -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่

สอดคล้อง จากนั้นนำผลคะแนนไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence หรือ IOC ค่าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.70 ถือว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Innes and Straker. 2003 : 5 ; อ้างอิงจาก Thorm and Deitz. 1989) และปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่องตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 1

7. ทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช จำนวน 166 คน นำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

7.1 หาอำนาจจำแนก โดยใช้การทดสอบที (t-test) คัดเลือกข้อที่มีค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง ก่อนนำไปทดสอบครั้งที่ 2

7.2 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) ระหว่างคะแนนการปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีของนักเรียน โดยผู้สังเกต 2 คน คือ ผู้วิจัยกับอาจารย์ผู้สอน คัดเลือกข้อที่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 และปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง ก่อนนำไปทดสอบครั้งที่ 2

8. ทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช จำนวน 168 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

8.1 หาอำนาจจำแนก โดยใช้การทดสอบที (t-test) คัดเลือกข้อที่มีค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง ก่อนนำไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพ

8.2 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) ระหว่างคะแนนการปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีของนักเรียน โดยผู้สังเกต 2 คน คือ ผู้วิจัยกับอาจารย์ผู้สอน คัดเลือกข้อที่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 และปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง ก่อนนำไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพ

9. ทดสอบเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช จำนวน 364 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

9.1 อำนาจจำแนก โดยใช้การทดสอบที (t-test)

9.2 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน โดยการหาความสัมพันธ์ของการให้คะแนนจากผู้สังเกต 2 คน คือ ผู้วิจัยกับอาจารย์ผู้สอนด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 85)

9.3 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับ (item-test correlation) ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient)

9.4 ความเชื่อมั่นของแบบสังเกต โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient)

10. สร้างเกณฑ์ปกติ เขียนคู่มือการใช้และจัดพิมพ์รูปเล่ม โดยนำคะแนนจากการทดสอบเครื่องมือเพื่อหาคุณภาพ แปลงเป็นคะแนนที่ปกติ แล้วปรับขยายคะแนนที่ปกติโดยวิธีกำลังสองต่ำสุด (least squares method) (เสริม ทศศรี. 2545 :116-120) เขียนคู่มือการใช้แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีและจัดพิมพ์รูปเล่ม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

10.1 ความมุ่งหมายของแบบสังเกต

10.2 โครงสร้างของแบบสังเกต

10.3 การพัฒนาแบบสังเกต

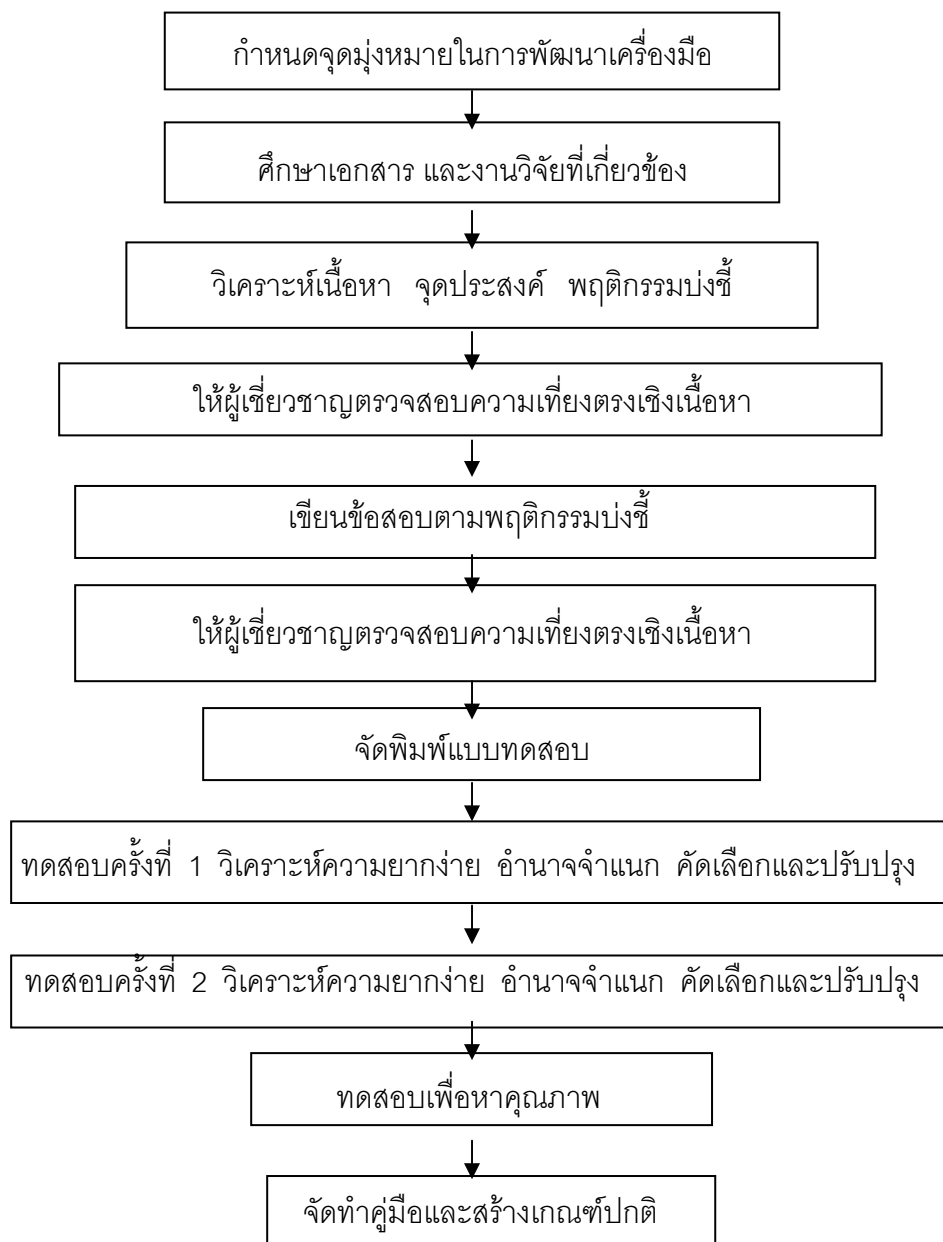
10.4 วิธีดำเนินการสอบ

10.5 การตรวจให้คะแนน

10.6 เกณฑ์ปกติ

2. การพัฒนาแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีรายละเอียดดังภาพที่ 3

การพัฒนาแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตร
 การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

จากภาพที่ 3 รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในประเด็นต่อไปนี้

1.1 หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.2 สร้างเกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

2. ศึกษาเอกสารสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาในการพัฒนาแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

3. วิเคราะห์เนื้อหา วัตถุประสงค์ พฤติกรรมบ่งชี้และพฤติกรรมย่อยความสามารถในการปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

4. นำผลการวิเคราะห์ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาเคมี จำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลการศึกษานับจำนวน 2 คน พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่าง เนื้อหา วัตถุประสงค์ และพฤติกรรมบ่งชี้ แล้วให้คะแนน +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าสอดคล้อง ให้คะแนน 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจ และให้ -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง จากนั้นนำผลคะแนนไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence หรือ IOC ค่าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.70 ถือว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Innes and Straker. 2003 : 5 ; อ้างอิงมาจาก Thorm and Deizt. 1989)

5. เขียนข้อสอบตามพฤติกรรมบ่งชี้ ซึ่งแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

6. นำแบบทดสอบไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาเคมี จำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลการศึกษานับจำนวน 2 คน พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่าง เนื้อหา วัตถุประสงค์ และพฤติกรรมบ่งชี้ แล้วให้คะแนน +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าสอดคล้อง ให้คะแนน 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจ และให้ -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง จากนั้นนำผลคะแนนไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence หรือ IOC ค่าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.70 ถือว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Innes and

Straker. 2003 : 5 ; อ้างอิงมาจาก Thorm and Deitz. 1989) และปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่องตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

7. จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี เพื่อนำไปทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 1

8. นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ไปทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช จำนวน 166 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกโดยวิธีวิเคราะห์ห้อย่างง่าย คัดเลือกและปรับปรุงแบบทดสอบโดยคัดเลือกข้อที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00

9. นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ไปทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช จำนวน 168 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกโดยวิธีวิเคราะห์ห้อย่างง่าย คัดเลือกแบบทดสอบไว้จำนวน 40 ข้อ โดยคัดเลือกข้อที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00

10. นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช จำนวน 364 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

10.1 ความยากง่าย (difficulty) โดยใช้สูตรวิเคราะห์ห้อย่างง่าย

10.2 อำนาจจำแนก (discrimination) โดยใช้สูตรวิเคราะห์ห้อย่างง่าย

10.3 ความเชื่อมั่น (reliability) โดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

10.4 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (concurrent validity) โดยวิธีหาความสัมพันธ์

ระหว่างคะแนนที่ได้จากการวัดด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กับคะแนนที่ได้จากวัดด้วยแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient)

11. สร้างเกณฑ์ปกติเขียนคู่มือการใช้ และจัดพิมพ์รูปเล่มโดยนำคะแนนจากการ

ทดสอบเครื่องมือเพื่อหาคุณภาพแปลงเป็นคะแนนที่ปกติ แล้วปรับขยายคะแนนที่ปกติโดยวิธีกำลังสองต่ำสุด (least squares method) (เสริม ทศศรี.2545 :116-120) เขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีและจัดพิมพ์รูปเล่ม
ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 11.1 ความมุ่งหมายของแบบทดสอบวัดความเข้าใจ
- 11.2 โครงสร้างของแบบทดสอบวัดความเข้าใจ
- 11.3 การพัฒนาแบบทดสอบวัดความเข้าใจ
- 11.4 วิธีดำเนินการสอบ
- 11.5 การตรวจให้คะแนน
- 11.6 เกณฑ์ปกติ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ ติดต่อโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลา และสถานที่ที่จะนำเครื่องมือไปทดลองใช้แต่ละครั้ง และประสานงานกับครูผู้สอนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของแต่ละโรงเรียนเพื่อเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลร่วมกับผู้วิจัย
2. เตรียมเครื่องมือวัดให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบแต่ละครั้ง วางแผนการสอบโดยผู้วิจัยและครูผู้สอนวิชาเคมี ดำเนินการสอบ
3. ชี้แจงให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ในการสอบและประโยชน์ที่ได้จากการทำแบบทดสอบ อธิบายวิธีการทำแบบทดสอบ พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการสอบเพื่อให้ได้ผลตามความจริง
4. ดำเนินการสอบวัดนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
5. นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนนเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวัดการปฏิบัติและสร้าง

เกณฑ์ปกติ

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการพัฒนาเครื่องมือวัดการปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เพื่อหาสถิติต่างๆ ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือวัดการปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ได้แก่

2.1 แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

2.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบแล้วคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence หรือ IOC ซึ่งคำนวณจากสูตรของโรบินลลีและแฮมบลิตัน (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539 : 249 ;อ้างอิงจาก Rovinelli and Hambleton. 1977)

2.1.2 อำนาจจำแนก (discrimination) วิเคราะห์เป็นรายข้อโดยใช้การทดสอบที (t-test)

2.1.3 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน วิเคราะห์เป็นรายข้อ โดยวิธีหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากผู้สังเกต 2 คน คือผู้วิจัยกับอาจารย์ผู้สอนด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 85)

2.1.4 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับ (item-test correlation) ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient)

2.1.5 ความเชื่อมั่นของแบบสังเกต (reliability) โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 200)

2.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

2.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบแล้วคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence

หรือ IO) ซึ่งคำนวณจากสูตรของโรบินเนลลีและแฮมบลิตัน (ลั่วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539 : 249 ; อ้างอิงจาก Rovinelli and Hambleton. 1977)

2.2.2 ความยากง่าย (difficulty) โดยใช้สูตรวิเคราะห์อย่างง่าย

2.2.3 อำนาจจำแนก (discrimination) โดยใช้สูตรวิเคราะห์อย่างง่าย

2.2.4 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (concurrent validity) โดยวิธีหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการวัดด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กับคะแนนที่ได้จากการวัดด้วยแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) (ลั่วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 85)

2.2.5 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (reliability) โดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (ลั่วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 197)

3. สร้างเกณฑ์ปกติ (norms) โดยนำคะแนนดิบแปลงเป็นคะแนนที่ปกติ แล้วปรับขยายคะแนนที่ปกติโดยวิธีกำลังสองต่ำสุด (least squares method) (เสริม ทศศรี.2545 :116-120)

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอผลการวิจัยคุณภาพเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ตามลำดับดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิจัย

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายข้อมูลจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

N	แทน	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ หรือ จำนวนข้อของแบบสังเกต
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
S.E. _{meas}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด
P	แทน	ความยากง่ายของข้อสอบ
r	แทน	อำนาจจำแนกของข้อสอบ
r_{xy}	แทน	ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน
r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
r_{tt}	แทน	ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง
	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
t	แทน	ค่าสถิติที
T	แทน	คะแนน T-ปกติ

การเสนอผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิจัย ตามลำดับดังนี้

1. คุณภาพของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

- 1.1 คุณภาพของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
 - 1.1.1 คุณภาพของแบบสังเกตเบื้องต้น
 - 1.1.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
 - 1.1.1.2 ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน
 - 1.1.2 คุณภาพจากการทดสอบครั้งที่ 1
 - 1.1.2.1 อำนาจจำแนก
 - 1.1.2.2 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน
 - 1.1.3 คุณภาพจากการทดสอบครั้งที่ 2
 - 1.1.3.1 อำนาจจำแนก
 - 1.1.3.2 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน
 - 1.1.4 คุณภาพของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
 - 1.1.4.1 อำนาจจำแนก
 - 1.1.4.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง
 - 1.1.4.3 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน
 - 1.1.4.4 ความเชื่อมั่นของแบบสังเกต
- 1.2 คุณภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
 - 1.2.1 คุณภาพของแบบทดสอบเบื้องต้น
 - 1.2.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
 - 1.2.2 คุณภาพจากการทดสอบครั้งที่ 1
 - 1.2.2.1 ความยากง่ายและอำนาจจำแนก
 - 1.2.3 คุณภาพจากการทดสอบครั้งที่ 2
 - 1.2.3.1 ความยากง่ายและอำนาจจำแนก
 - 1.2.4 คุณภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
 - 1.2.4.1 ความยากง่ายและอำนาจจำแนก
 - 1.2.4.2 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ
 - 1.2.4.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
2. เกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
 - 2.1 เกณฑ์ปกติของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

พื้นฐานเคมี

1.2.1 เกณฑ์ปกติของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.2.2 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้

พื้นฐานเคมี

2.2 คู่มือการใช้เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

ผลการวิจัย

1. คุณภาพของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.1 คุณภาพของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.1.1 คุณภาพของแบบสังเกตเบื้องต้น

1.1.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ในการประเมินคุณภาพของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาเคมีจำนวน 5 คน และด้านการวัดผลการศึกษานับจำนวน 2 คน พิจารณา จากนั้นนำผลคะแนนไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item objective congruence หรือ IOC โดยพิจารณาในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.1.1.1.1 ความสอดคล้องของเนื้อหา วัดประสงค์และพฤติกรรมบ่งชี้ของการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยผู้วิจัยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไปถือว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งผลการพิจารณามีค่า 0.71 ถึง 1.00 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก) แสดงว่าแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

1.1.1.1.2 ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยผู้วิจัยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไปถือว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งผลการพิจารณามีค่า 0.71 ถึง 1.00 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก) ผู้วิจัยจึงคัดเลือกเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไปจำนวน 34 ข้อ และปรับปรุงแก้ไขเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.1.2 คุณภาพจากการทดสอบครั้งที่ 1

1.1.2.1 อำนาจจำแนก

1.1.2.1.1 อำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบสังเกตการทดลอง
 สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้นำแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่สร้าง
 ขึ้นจำนวน 34 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 166 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หา
 อำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้การทดสอบที (t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อำนาจจำแนกรายข้อของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยการ
 ทดสอบที จากการทดสอบครั้งที่ 1 (N=166)

ข้อที่	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		t	การแปลผล	ผลการ พิจารณา
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.			
1	4.39	0.20	4.00	0.00	13.48**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
2	4.39	0.20	4.00	0.00	13.48**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
3	4.78	0.41	4.00	0.00	13.48**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
4	4.78	0.41	5.00	0.00	-3.71	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
5	4.78	0.41	4.00	0.00	13.48**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
6	4.89	0.20	3.50	0.00	47.87**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
7	5.00	0.00	3.50	0.00	-	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
8	4.89	0.20	4.50	0.00	13.48**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
9	4.39	0.20	4.50	0.00	-3.71	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
10	4.21	0.41	3.00	0.00	20.90**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
11	4.60	0.20	3.00	0.00	55.28**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
12	4.50	0.00	3.00	0.00	-	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
13	4.60	0.20	3.00	0.00	55.28**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
14	4.60	0.20	4.00	0.00	20.90**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
15	4.60	0.20	4.00	0.00	20.90**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
16	4.89	0.20	3.50	0.00	47.87**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		t	การแปลผล	ผลการพิจารณา
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.			
17	4.89	0.20	3.50	0.00	47.87**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
18	4.99	0.70	3.50	0.00	139.45**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
19	4.60	0.20	3.50	0.00	38.09**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
20	5.00	0.00	3.50	0.00	-	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
21	5.00	0.00	4.50	0.00	-	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
22	4.60	0.20	3.50	0.00	38.09**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
23	4.60	0.20	4.00	0.00	20.90**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
24	4.78	0.41	4.00	0.00	13.48**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
25	4.78	0.41	5.00	0.00	-3.71	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
26	4.10	0.20	3.50	0.00	20.90**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
27	4.50	0.00	4.00	0.00	-	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
28	4.89	0.00	4.50	0.00	13.48**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
29	4.50	0.00	4.00	0.00	-	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
30	5.00	0.00	4.00	0.00	-	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
31	5.00	0.00	4.50	0.00	-	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
32	5.00	0.00	5.00	0.00	-	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
33	4.89	0.20	4.50	0.00	13.48**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
34	5.00	0.00	5.00	0.00	-	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 1 แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ มีค่า t ตั้งแต่ -3.71 ถึง 139.45 มีข้อที่มีค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 21 ข้อ และข้อที่มีค่า t ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 13 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกข้อรายการสังเกตที่มีคุณภาพ 21 ข้อ ปรับปรุง 13 ข้อ เพื่อใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2

1.1.2.2 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน

1.1.2.2.1 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกต
การทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้นำแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐาน
เคมี ที่สร้างขึ้นจำนวน 34 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 166 คน โดยผู้วิจัยกับอาจารย์
ผู้สอน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีหาความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ทำการคัดเลือกข้อที่มี
เกณฑ์การให้คะแนนที่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้
พื้นฐานเคมี หาโดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จากการทดสอบครั้งที่ 1 (N=166)

ข้อที่	r_{xy}	การแปลผล	ผลการพิจารณา
1	0.00	ไม่สัมพันธ์กัน	ปรับปรุง
2	0.00	ไม่สัมพันธ์กัน	ปรับปรุง
3	0.58**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
4	1.00**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
5	0.58**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
6	0.09	ไม่สัมพันธ์กัน	ปรับปรุง
7	0.91**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
8	0.00	ไม่สัมพันธ์กัน	ปรับปรุง
9	0.28**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
10	0.91**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
11	0.65**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
12	0.51**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
13	0.86**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
14	0.02	ไม่สัมพันธ์กัน	ปรับปรุง
15	0.59**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
16	0.52**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
17	0.52**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
18	0.58**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
19	0.72**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ข้อที่	r_{xy}	การแปลผล	ผลการพิจารณา
20	0.91**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
21	0.00	ไม่สัมพันธ์กัน	ปรับปรุง
22	0.53**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
23	0.00	ไม่สัมพันธ์กัน	ปรับปรุง
24	1.00**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
25	0.58**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
26	0.59**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
27	-0.57**	สัมพันธ์กัน	ปรับปรุง
28	0.00	ไม่สัมพันธ์กัน	ปรับปรุง
29	0.00	ไม่สัมพันธ์กัน	ปรับปรุง
30	0.58**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
31	1.00**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
32	1.00**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
33	0.57**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
34	0.57**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 4 การทดสอบครั้งที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลอง
 สาระกรเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ -0.57 ถึง 1.00 มี
 ข้อที่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 24 ข้อ และมีข้อที่สัมพันธ์กัน
 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 10 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีเกณฑ์การให้คะแนนที่มีคุณภาพ
 24 ข้อ ปรับปรุง 10 ข้อ เพื่อใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2

1.1.3 คุณภาพจากการทดสอบครั้งที่ 2

1.1.3.1 อำนาจจำแนก

1.1.3.1.1 อำนาจจำแนกรายข้อของแบบสังเกตการทดลอง

สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้นำแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีที่คัดเลือกและปรับปรุง จากการทดลองครั้งที่ 1 จำนวน 34 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 168 คน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์หาอำนาจจำแนกเป็นรายข้อโดยการใช่การทดสอบที (t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 อำนาจจำแนก รายข้อของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยการทดสอบที จากการทดสอบครั้งที่ 2 (N=168)

ข้อที่	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		t	การแปลผล	ผลการพิจารณา
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.			
1	3.72	0.34	3.00	0.00	13.99**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
2	3.61	0.46	3.44	0.38	1.87	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
3	4.27	0.40	3.01	0.77	9.53**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
4	4.71	0.27	3.54	0.30	18.94**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
5	4.36	0.24	3.43	0.30	15.98**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
6	4.13	0.83	3.51	0.60	4.02**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
7	3.77	0.32	3.17	0.55	6.17**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
8	4.52	0.69	3.16	0.43	11.12**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
9	3.95	0.85	3.63	0.62	1.98	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
10	4.23	0.50	3.23	0.60	8.46**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
11	4.18	0.57	3.17	0.34	10.08**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
12	3.91	0.68	3.06	0.30	7.52**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
13	4.18	0.63	3.45	0.62	5.49**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้
14	4.06	0.64	2.86	0.33	11.09**	จำแนกได้	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		t	การแปลผล	ผลการพิจารณา
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.			
15	4.52	0.47	3.98	0.42	5.52**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
16	4.01	0.71	3.83	0.60	1.23	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
17	4.01	0.34	3.18	0.24	12.88**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
18	4.10	0.45	3.02	0.49	10.53**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
19	3.74	0.55	3.26	0.35	4.87**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
20	4.05	0.81	3.20	0.56	5.67**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
21	3.47	0.62	3.00	0.34	4.49**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
22	3.91	0.86	2.94	0.51	6.44**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
23	3.64	0.61	3.17	0.35	4.38**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
24	4.70	0.40	3.82	0.51	8.93**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
25	3.87	0.68	3.41	0.39	3.89**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
26	3.65	0.74	3.70	0.72	-0.34	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
27	4.25	0.43	3.93	0.55	3.08**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
28	4.53	0.51	4.34	0.62	1.52	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
29	3.92	0.51	4.05	0.45	-1.32	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
30	4.40	0.65	4.00	0.92	2.33*	จำแนกได้	คัดลอกไว้
31	4.62	0.21	4.40	0.49	2.64*	จำแนกได้	คัดลอกไว้
32	4.55	0.44	3.60	0.45	9.92**	จำแนกได้	คัดลอกไว้
33	3.74	0.58	4.11	0.21	-4.02	จำแนกไม่ได้	ปรับปรุง
34	4.31	0.49	3.56	0.86	4.92**	จำแนกได้	คัดลอกไว้

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 5 การทดสอบครั้งที่ 2 แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐาน
เคมี จำนวน 34 ข้อ มีค่า t ตั้งแต่ -4.02 ถึง 18.94 มีข้อที่มีค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

0.01 จำนวน 25 ข้อ และข้อที่มีค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 2 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกข้อรายการสังเกตที่มีคุณภาพ 27 ข้อ ปรับปรุง 7 ข้อ เพื่อใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1.3.2 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน

1.1.3.2.1 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกต

การทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้นำแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่คัดเลือกและปรับปรุงจากการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 34 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 168 คน โดยผู้วิจัยกับอาจารย์ผู้สอน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีหาค่าความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลปรากฏดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หาโดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จากการทดสอบครั้งที่ 2 (N=168)

ข้อที่	r_{xy}	การแปลผล	ผลการพิจารณา
1	-0.05	ไม่สัมพันธ์กัน	ปรับปรุง
2	0.10	ไม่สัมพันธ์กัน	ปรับปรุง
3	0.57**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
4	0.51**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
5	0.17*	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
6	0.50**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
7	0.18*	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
8	0.82**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
9	0.74**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
10	0.64**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
11	0.52**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
12	0.32**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
13	0.42**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
14	0.71**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
15	0.30**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	r_{xy}	การแปลผล	ผลการพิจารณา
16	0.55**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
17	0.48**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
18	0.44**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
19	0.18*	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
20	0.51**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
21	0.41**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
22	0.63**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
23	0.56**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
24	0.65**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
25	0.78**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
26	0.85**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
27	0.69**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
28	0.57**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
29	0.47**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
30	0.80**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
31	0.31**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
32	0.71**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
33	0.59**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้
34	0.70**	สัมพันธ์กัน	คัดเลือกไว้

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 6 การทดสอบครั้งที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลอง
 สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ -0.05 ถึง 0.85 มี
 ข้อที่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 29 ข้อ และมีข้อที่สัมพันธ์กัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 3 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีเกณฑ์การให้คะแนนที่มีคุณภาพ 32 ข้อ ปรับปรุง 2 ข้อ เพื่อใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1.4 การทดสอบเพื่อหาคุณภาพ

1.1.4.1 อำนาจจำแนก

1.1.4.1.1 อำนาจจำแนกรายข้อของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้นำแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่คัดเลือกจากการทดสอบครั้งที่ 2 ทดสอบเพื่อหาคุณภาพกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 364 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาอำนาจจำแนกเป็นรายข้อโดยการทำการทดสอบที (t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 อำนาจจำแนกรายข้อของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยการทดสอบที จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ (N=364)

ข้อที่	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		t	การแปลผล
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
1	4.36	0.45	3.01	0.58	17.45**	จำแนกได้
2	4.35	0.53	3.64	0.44	9.77**	จำแนกได้
3	4.19	0.39	2.87	0.64	16.47**	จำแนกได้
4	4.59	0.31	3.46	0.36	22.34**	จำแนกได้
5	4.45	0.45	3.29	0.35	19.13**	จำแนกได้
6	4.02	0.80	3.44	0.39	6.22**	จำแนกได้
7	4.29	0.38	3.07	0.41	20.74**	จำแนกได้
8	4.64	0.32	3.09	0.43	27.09**	จำแนกได้
9	4.07	0.89	3.31	0.41	7.33**	จำแนกได้
10	4.23	0.36	3.15	0.50	16.67**	จำแนกได้
11	4.16	0.45	3.34	0.37	13.19**	จำแนกได้
12	3.98	0.58	3.42	0.41	7.36**	จำแนกได้
13	4.30	0.62	3.34	0.47	11.68**	จำแนกได้
14	4.03	0.53	3.36	0.38	9.66**	จำแนกได้

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		t	การแปลผล
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
15	4.29	0.53	3.62	0.63	7.65**	จำแนกได้
16	4.55	0.33	3.48	0.48	17.27**	จำแนกได้
17	4.00	0.32	2.97	0.35	20.43**	จำแนกได้
18	3.98	0.36	3.40	0.65	7.33**	จำแนกได้
19	4.14	0.52	2.72	0.38	20.79**	จำแนกได้
20	3.90	0.78	2.86	0.37	11.42**	จำแนกได้
21	3.66	0.64	3.20	0.25	6.29**	จำแนกได้
22	4.06	0.60	2.70	0.34	18.43**	จำแนกได้
23	4.04	0.67	3.43	0.35	7.71**	จำแนกได้
24	4.54	0.41	3.67	0.59	11.51**	จำแนกได้
25	3.74	0.64	3.50	0.76	2.29*	จำแนกได้
26	4.39	0.31	4.09	0.55	4.36**	จำแนกได้
27	3.78	0.71	3.43	0.98	2.71**	จำแนกได้
28	3.76	0.70	3.37	0.95	3.12**	จำแนกได้
29	3.73	0.42	3.46	0.87	2.60*	จำแนกได้
30	4.34	0.43	3.96	0.95	3.48**	จำแนกได้
31	4.49	0.32	4.23	0.62	3.58**	จำแนกได้
32	4.45	0.42	3.62	0.41	13.12**	จำแนกได้
33	4.02	0.36	3.42	0.60	8.19**	จำแนกได้
34	4.19	0.42	3.46	0.64	9.06**	จำแนกได้

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 7 แบบสังเกตการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำแนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 32 ข้อ โดยมีค่า t ตั้งแต่ 2.29 ถึง 27.06 จำแนกได้

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 2 ข้อ โดยมีค่า t ตั้งแต่ 2.29 ถึง 2.60 แสดงว่าแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีมีอำนาจจำแนก

1.1.4.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้นำแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 364 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับ (item-test correlation) ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) ปรากฏผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับ หาโดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ (N=364)

ข้อ	r_{tt}
1	0.64**
2	0.57**
3	0.66**
4	0.68**
5	0.61**
6	0.38**
7	0.74**
8	0.79**
9	0.39**
10	0.64**
11	0.68**
12	0.47**
13	0.66**
14	0.52**

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ข้อ	r_{tt}
15	0.48**
16	0.69**
17	0.72**
18	0.36**
19	0.64**
20	0.51**
21	0.32**
22	0.64**
23	0.41**
24	0.67**
25	0.28**
26	0.36**
27	0.27**
28	0.30**
29	0.25**
30	0.19**
31	0.28**
32	0.57**
33	0.32**
34	0.52**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 8 คะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ทั้ง 34 ข้อ สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.19 ถึง 0.79 แสดงว่า แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

1.1.4.3 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน

1.1.4.3.1 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้นำแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่คัดเลือกและปรับปรุงจากการทดสอบครั้งที่ 2 จำนวน 34 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 364 คน โดยผู้วิจัยกับอาจารย์ผู้สอน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีหาค่าความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลปรากฏดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หาโดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ (N=364)

ข้อ	r_{xy}
1	0.55**
2	0.36**
3	0.44**
4	0.35**
5	0.39**
6	0.42**
7	0.25**
8	0.53**
9	0.59**
10	0.22*
11	0.27**
12	0.44**
13	0.21**
14	0.47**
15	0.33**
16	0.48**

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อ	r_{xy}
17	0.28**
18	0.28**
19	0.42**
20	0.30**
21	0.28**
22	0.51**
23	0.64**
24	0.46**
25	0.59**
26	0.33**
27	0.31**
28	0.44**
29	0.31**
30	0.27**
31	0.32**
32	0.27**
33	0.22*
34	0.51**

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 9 แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ทั้ง 34 ข้อ มีความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.64 และสัมพันธ์กันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.22 แสดงว่า แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน

1.1.4.4 ความเชื่อมั่นของแบบสังเกต

ผู้วิจัยได้นำแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 364 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (reliability) โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient) ปรากฏผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ความเชื่อมั่นของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ (N=364)

N	\bar{X}	S.D.	S.E. _{meas}	
364	128.74	10.77	3.23	0.91

จากตารางที่ 10 แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น 0.91

1.2 คุณภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.2.1 คุณภาพของแบบทดสอบเบื้องต้น

1.2.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity)

ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาเคมี จำนวน 5 คน และดำเนินการวัดผลการศึกษานี้จำนวน 2 คน พิจารณา จากนั้นนำผลคะแนนไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence หรือ IOC) โดยพิจารณาในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.2.1.1.1 ความสอดคล้องของเนื้อหา พฤติกรรมบ่งชี้และพฤติกรรมย่อยของการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยผู้วิจัยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไปถือว่ามี ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งผลการพิจารณามีค่า 0.71 ถึง 1.00 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก) แสดงว่าแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

1.2.1.1.2 ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยผู้วิจัยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไปถือว่ามี ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งผลการพิจารณามีค่า 0.71 ถึง 1.00 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก) แสดงว่าแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

1.2.2 คุณภาพจากการทดสอบครั้งที่ 1

1.2.2.1 ความยากง่ายและอำนาจจำแนก

ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีที่สร้างขึ้น จำนวน 60 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 166 คน แล้วนำคะแนนสอบมาวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้สูตรการวิเคราะห์อย่างง่าย โดยพิจารณาคัดเลือกข้อที่มีความยากง่ายที่มีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 และปรับปรุงข้อที่ไม่ถึงเกณฑ์ ปรากฏผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จากการทดสอบครั้งที่ 1 (N=166)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1	0.45	0.11	ปรับปรุง
2	0.80	0.14	ปรับปรุง
3	0.42	0.33	คัดเลือกไว้
4	0.77	0.25	คัดเลือกไว้
5	0.58	0.46	คัดเลือกไว้
6	0.38	0.17	ปรับปรุง
7	0.60	0.12	ปรับปรุง
8	0.30	0.14	ปรับปรุง
9	0.30	0.14	ปรับปรุง
10	0.49	0.07	ปรับปรุง
11	0.89	0.04	ปรับปรุง
12	0.48	0.45	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
13	0.81	0.05	ปรับปรุง
14	0.78	0.21	คัดเลือกไว้
15	0.86	0.19	ปรับปรุง
16	0.68	0.19	ปรับปรุง
17	0.30	0.21	คัดเลือกไว้
18	0.55	0.01	ปรับปรุง
19	0.47	0.22	คัดเลือกไว้
20	0.84	0.01	ปรับปรุง
21	0.78	0.11	ปรับปรุง
22	0.79	0.07	ปรับปรุง
23	0.63	0.33	คัดเลือกไว้
24	0.81	0.16	ปรับปรุง
25	0.45	-0.03	ปรับปรุง
26	0.40	0.17	ปรับปรุง
27	0.38	0.31	คัดเลือกไว้
28	0.15	-0.05	ปรับปรุง
29	0.84	0.10	ปรับปรุง
30	0.06	0.00	ปรับปรุง
31	0.86	0.04	ปรับปรุง
32	0.80	0.14	ปรับปรุง
33	0.59	0.28	คัดเลือกไว้
34	0.39	-0.07	ปรับปรุง
35	0.76	0.18	ปรับปรุง
36	0.25	0.16	ปรับปรุง
37	0.46	0.00	ปรับปรุง

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
38	0.52	0.30	คัดเลือกไว้
39	0.59	0.30	คัดเลือกไว้
40	0.73	0.16	ปรับปรุง
41	0.42	0.10	ปรับปรุง
42	0.46	0.31	คัดเลือกไว้
43	0.83	0.12	ปรับปรุง
44	0.43	0.33	คัดเลือกไว้
45	0.33	0.03	ปรับปรุง
46	0.62	0.24	คัดเลือกไว้
47	0.16	0.13	ปรับปรุง
48	0.62	0.28	คัดเลือกไว้
49	0.78	0.10	ปรับปรุง
50	0.25	0.16	ปรับปรุง
51	0.49	0.14	ปรับปรุง
52	0.55	0.09	ปรับปรุง
53	0.16	0.10	ปรับปรุง
54	0.60	0.37	คัดเลือกไว้
55	0.52	0.14	ปรับปรุง
56	0.40	0.15	ปรับปรุง
57	0.69	0.39	คัดเลือกไว้
58	0.25	0.00	ปรับปรุง
59	0.50	0.18	ปรับปรุง
60	0.63	0.29	คัดเลือกไว้

จากตารางที่ 11 แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 60 ข้อ มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.15 ถึง 0.89 และอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.07 ถึง 0.46 มีข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์จำนวน 19 ข้อ และมีข้อสอบที่มีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 41 ข้อ จึงคัดเลือกข้อสอบไว้ 19 ข้อ และปรับปรุง 41 ข้อ เพื่อใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2

1.2.3 คุณภาพจากการทดสอบครั้งที่ 2

1.2.3.1 ความยากง่ายและอำนาจจำแนก

ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีที่คัดเลือกและปรับปรุงจากการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 60 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 168 คน แล้วนำคะแนนสอบมาวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้สูตรการวิเคราะห์ห้อย่างง่าย โดยพิจารณาคัดเลือกข้อที่มีความยากง่ายที่มีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 และปรับปรุงข้อที่ไม่ถึงเกณฑ์ ปรากฏผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จากการทดสอบครั้งที่ 2 (N=168)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1	0.45	0.38	คัดเลือกไว้
2	0.65	0.29	คัดเลือกไว้
3	0.35	0.26	คัดเลือกไว้
4	0.71	0.18	ปรับปรุง
5	0.52	0.35	คัดเลือกไว้
6	0.50	0.35	คัดเลือกไว้
7	0.51	0.12	ตัดทิ้ง
8	0.40	0.07	ตัดทิ้ง
9	0.40	-0.21	ตัดทิ้ง
10	0.55	0.32	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
11	0.82	0.28	คัดเลือกไว้
12	0.48	0.21	คัดเลือกไว้
13	0.70	0.29	คัดเลือกไว้
14	0.76	0.17	ปรับปรุง
15	0.60	0.25	คัดเลือกไว้
16	0.55	0.28	คัดเลือกไว้
17	0.30	0.16	ตัดทิ้ง
18	0.46	0.44	คัดเลือกไว้
19	0.51	0.20	คัดเลือกไว้
20	0.69	0.19	ปรับปรุง
21	0.77	0.11	ตัดทิ้ง
22	0.57	0.10	ตัดทิ้ง
23	0.46	0.28	คัดเลือกไว้
24	0.77	0.17	ปรับปรุง
25	0.42	-0.01	ตัดทิ้ง
26	0.32	-0.05	ตัดทิ้ง
27	0.39	0.21	คัดเลือกไว้
28	0.32	0.22	คัดเลือกไว้
29	0.63	0.18	ปรับปรุง
30	0.52	0.26	คัดเลือกไว้
31	0.55	0.18	ปรับปรุง
32	0.59	0.32	คัดเลือกไว้
33	0.45	0.17	ปรับปรุง
34	0.23	-0.01	ตัดทิ้ง
35	0.57	0.14	ตัดทิ้ง

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
36	0.36	-0.04	ตัดทิ้ง
37	0.49	-0.01	ตัดทิ้ง
38	0.43	0.07	ตัดทิ้ง
39	0.55	0.34	คัดเลือกไว้
40	0.59	0.29	คัดเลือกไว้
41	0.36	0.31	คัดเลือกไว้
42	0.42	0.21	คัดเลือกไว้
43	0.71	0.18	ปรับปรุง
44	0.36	0.03	ตัดทิ้ง
45	0.33	0.01	ตัดทิ้ง
46	0.45	0.28	คัดเลือกไว้
47	0.58	0.25	คัดเลือกไว้
48	0.40	0.14	ตัดทิ้ง
49	0.69	0.24	คัดเลือกไว้
50	0.74	0.24	คัดเลือกไว้
51	0.48	0.22	คัดเลือกไว้
52	0.38	0.13	ตัดทิ้ง
53	0.40	0.04	ตัดทิ้ง
54	0.38	0.17	ปรับปรุง
55	0.50	0.30	คัดเลือกไว้
56	0.33	0.45	คัดเลือกไว้
57	0.58	0.25	คัดเลือกไว้
58	0.36	0.08	ตัดทิ้ง
59	0.43	-0.06	ตัดทิ้ง
60	0.44	0.19	ปรับปรุง

จากตารางที่ 12 แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 60 ข้อ มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.82 และอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.21 ถึง 0.45 มีข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์จำนวน 31 ข้อ และมีข้อสอบที่มีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 29 ข้อ จึงคัดเลือกข้อสอบไว้ 31 ข้อ และปรับปรุง 9 ข้อ เพื่อใช้ในการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ

1.2.4 คุณภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.2.4.1 ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ

ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 40 ข้อ ที่คัดเลือกจากการทดสอบครั้งที่ 2 ทดสอบเพื่อหาคุณภาพกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 364 คน แล้วนำคะแนนสอบมาวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้สูตรการวิเคราะห์อย่างง่าย โดยพิจารณาคัดเลือกข้อที่มีความยากง่ายที่มีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 ปรากฏผลดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ (N=364)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1	0.51	0.36	คัดเลือกไว้
2	0.58	0.20	คัดเลือกไว้
3	0.54	0.23	คัดเลือกไว้
4	0.51	0.20	คัดเลือกไว้
5	0.53	0.42	คัดเลือกไว้
6	0.43	0.35	คัดเลือกไว้
7	0.40	0.27	คัดเลือกไว้
8	0.62	0.31	คัดเลือกไว้
9	0.51	0.20	คัดเลือกไว้
10	0.72	0.20	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
11	0.65	0.28	คัดเลือกไว้
12	0.45	0.43	คัดเลือกไว้
13	0.59	0.25	คัดเลือกไว้
14	0.60	0.23	คัดเลือกไว้
15	0.56	0.56	คัดเลือกไว้
16	0.49	0.45	คัดเลือกไว้
17	0.48	0.43	คัดเลือกไว้
18	0.49	0.49	คัดเลือกไว้
19	0.51	0.57	คัดเลือกไว้
20	0.50	0.45	คัดเลือกไว้
21	0.71	0.23	คัดเลือกไว้
22	0.49	0.36	คัดเลือกไว้
23	0.67	0.38	คัดเลือกไว้
24	0.47	0.70	คัดเลือกไว้
25	0.62	0.37	คัดเลือกไว้
26	0.60	0.20	คัดเลือกไว้
27	0.49	0.49	คัดเลือกไว้
28	0.54	0.34	คัดเลือกไว้
29	0.51	0.42	คัดเลือกไว้
30	0.33	0.51	คัดเลือกไว้
31	0.56	0.33	คัดเลือกไว้
32	0.58	0.30	คัดเลือกไว้
33	0.51	0.51	คัดเลือกไว้
34	0.57	0.25	คัดเลือกไว้
35	0.45	0.56	คัดเลือกไว้
36	0.54	0.54	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
37	0.61	0.44	คัดเลือกไว้
38	0.51	0.47	คัดเลือกไว้
39	0.51	0.23	คัดเลือกไว้
40	0.44	0.55	คัดเลือกไว้

จากตารางที่ 13 แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 40 ข้อ มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.72 และอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.70 ผ่านคุณภาพตามเกณฑ์ทุกข้อ แสดงว่าแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ

1.2.4.2 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

ความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้นำคะแนนแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีจำนวน 40 ข้อ ที่คัดเลือกจากการทดสอบครั้งที่ 2 ทดสอบเพื่อหาคุณภาพกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 364 คน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีด้วยแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีกับคะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) พบว่าสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.63 แสดงว่าแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

1.2.4.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีจำนวน 40 ข้อ ที่คัดเลือกจากการทดสอบครั้งที่ 2 ทดสอบเพื่อหาคุณภาพกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 364 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (reliability) โดยวิธีของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน ปรากฏผลดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ (N=364)

N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	S.E. _{meas}	r_{tt}
364	40	21.37	6.43	2.95	0.79

จากตารางที่ 14 แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.43 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

2. เกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

2.1 เกณฑ์ปกติของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มี 2 แบบ คือ แบบสังเกตการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 1 ฉบับ และแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 1 ฉบับ ใช้วัดความสามารถในการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยจึงสร้างเกณฑ์ปกติของเครื่องมือ ดังนี้

2.1.1 เกณฑ์ปกติของแบบสังเกตการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากแบบสังเกตการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งเป็นคะแนนความสามารถในการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมีจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 364 คน แปลงเป็นคะแนนที่ปกติ (normalize T-score) แล้วปรับขยายเป็นเกณฑ์ปกติโดยวิธีกำลังสองต่ำสุด (least squares method) ผลปรากฏดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 เกณฑ์ปกติของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี (N=364)

คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ
170	87*	150	70	130	51	110	35
169	86*	149	69*	129	49	109	34
168	85*	148	68	128	48	108	32
167	84*	147	67	127	47	107	31*
166	83*	146	66	126	46	106	30*
165	82*	145	65	125	45	105	29*
164	81*	144	64	124	44	104	28*
163	80*	143	63	123	43	103	27
162	80*	142	62	122	42	102	26
161	79*	141	61	121	42	101	25
160	78*	140	60	120	41	100	24*
159	77*	139	59	119	41*	99	23*
158	76*	138	58	118	40	98	22*
157	75*	137	57*	117	39	97	21*
156	75	136	57	116	38	96	20*
155	74	135	56	115	38	95	19*
154	73*	134	55	114	37	94	19*
153	72*	133	54	113	36	93	18*
152	73	132	53	112	35*	92	17*
151	71	131	52	111	35*	91	16*

* หมายถึง ส่วนที่ปรับขยาย

จากตารางที่ 15 เกณฑ์ปกติของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มี
คะแนนดิบ ตั้งแต่ 101 ถึง 156 และคะแนนที่ปกติมีค่าตั้งแต่ T_{25} ถึง T_{75}

2.1.2 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้ พื้นฐานเคมี

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการ
เรียนรู้พื้นฐานเคมี จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 364 คน แปลงเป็นคะแนนที่ปกติ (normalize
T-score) แล้วปรับขยายเป็นเกณฑ์ปกติโดยวิธีกำลังสองต่ำสุด (least squares method)
ผลปรากฏดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
(N=364)

คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ
40	77*	30	60	20	50	10	30
39	75*	29	59	19	48	9	29*
38	74*	28	58	18	46	8	27
37	72*	27	57	17	45	7	26*
36	69	26	56	16	42	6	24*
35	68	25	55	15	40	5	23
34	67	24	54	14	38	4	21*
33	65	23	53	13	36	3	20*
32	63	22	52	12	32	2	18*
31	62	21	51	11	30	1	17*

* หมายถึง ส่วนที่ปรับขยาย

จากตารางที่ 16 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้
พื้นฐานเคมี มีคะแนนดิบ ตั้งแต่ 5 ถึง 36 และคะแนนที่ปกติมีค่าตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{69}

ในการวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ถ้าต้องการทราบระดับความสามารถในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีเป็นรายกลุ่มว่าสูงต่ำเพียงใด อยู่ในระดับใดของกลุ่ม ให้พิจารณาเกณฑ์ดังนี้ (ชวาล แพรัตนกุล, 2520 : 53)

ตั้งแต่ T_{65} และสูงกว่า	แปลว่า	มีความสามารถสูงมาก
ตั้งแต่ $T_{55} - T_{65}$	แปลว่า	มีความสามารถสูง
ตั้งแต่ $T_{45} - T_{55}$	แปลว่า	มีความสามารถปานกลาง
ตั้งแต่ $T_{35} - T_{45}$	แปลว่า	มีความสามารถต่ำ
ตั้งแต่ T_{35} และต่ำกว่า	แปลว่า	มีความสามารถต่ำมาก

ถ้าผู้สอบได้คะแนนตรงจุดแบ่งพอดี คือ T_{35} T_{45} T_{55} และ T_{65} ให้เลื่อนขึ้นไปอยู่กลุ่มถัดไปเสมอ

2.2 คู่มือการใช้เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
ผู้วิจัยดำเนินการสร้างคู่มือการใช้เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี สำหรับเป็นแนวทางในการใช้เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งคู่มือประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก)

- 2.2.1 ความหมาย
- 2.2.2 ความมุ่งหมาย
- 2.2.3 โครงสร้างของเครื่องมือ
- 2.2.4 การพัฒนาเครื่องมือ
- 2.2.5 วิธีดำเนินการสอบ
- 2.2.6 การตรวจให้คะแนน
- 2.2.7 เกณฑ์ปกติของเครื่องมือ
- 2.2.8 เกณฑ์การตัดสิน

บทที่ 5

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

บทย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในประเด็นต่อไปนี้

1. หาคุณภาพของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
2. สร้างเกณฑ์ปกติ และคู่มือการใช้เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4 ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช จำนวน 66 โรงเรียน จำนวน 3,120 คน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ : 18)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช ที่มีการทดลองเคมีในห้องปฏิบัติการทดลอง ที่ได้จากประชากรโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling) จำนวน 364 คน

เครื่องมือที่พัฒนา

1. แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบ rubric (rubric) 5 ระดับ จำนวน 1 ฉบับ แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสังเกตการทดลองในชั้นเตรียม

ตอนที่ 2 แบบสังเกตการทดลองในชั้นปฏิบัติ

ตอนที่ 3 แบบสังเกตการทดลองในชั้นผลงาน

ตอนที่ 4 แบบสังเกตกิจนิสัยในการทดลอง

2. แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในชั้นเตรียม ชั้นปฏิบัติ ชั้นผลงาน และกิจนิสัย ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ

สรุปผล

ผลการวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. คุณภาพของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.1 คุณภาพของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา จากนั้นนำผลคะแนนไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item objective congruence หรือ IOQ) โดยพิจารณาในด้านความสอดคล้องของเนื้อหา พฤติกรรมบ่งชี้ และ พฤติกรรมย่อยของการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผลการพิจารณามีค่า 0.71 ถึง 1.00 ผู้วิจัยคัดเลือกพฤติกรรมบ่งชี้ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จำนวน 34 รายการ ด้านความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผลการพิจารณามีค่า 0.71 ถึง 1.00 ผู้วิจัยคัดเลือกเกณฑ์การให้คะแนนที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จำนวน 34 รายการ

จากผลการพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา พฤติกรรมบ่งชี้ พฤติกรรมย่อย และความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อรายการที่ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป และปรับปรุงพฤติกรรมย่อยและเกณฑ์การให้คะแนนต่างๆ ที่ยังไม่เข้าเกณฑ์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.1.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

จากการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับ (item-test correlation) ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) พบว่าแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีคะแนนราย

ข้อกับคะแนนทั้งฉบับสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.19 ถึง 0.79

จากผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันที่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงสรุปได้ว่า แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

1.1.3 อำนาจจำแนกรายข้อ

1.1.3.1 การทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่าแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีอำนาจจำแนก โดยใช้การทดสอบที (t-test) มีค่า t ตั้งแต่ -3.71 ถึง 139.45 มีข้อที่มีค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 21 ข้อ และข้อที่มีค่า t ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 13 ข้อ

1.1.3.2 การทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่าแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีอำนาจจำแนก โดยใช้การทดสอบที (t-test) มีค่า t ตั้งแต่ -4.02 ถึง 18.94 มีข้อที่มีค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 25 ข้อ และข้อที่มีค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 2 ข้อ

1.1.3.3 การทดสอบเพื่อหาคุณภาพ ปรากฏว่าแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีอำนาจจำแนก โดยใช้การทดสอบที (t-test) มีค่า t ตั้งแต่ 2.29 ถึง 27.06 มีข้อที่มีค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 34 ข้อ

1.1.4 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน

1.1.4.1 การทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่า ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ -0.17 ถึง 1.00 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 24 ข้อ และสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 10 ข้อ

1.1.4.2 การทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่า ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ -0.05 ถึง 0.85 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 29 ข้อ สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 3 ข้อ และสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 2 ข้อ

1.1.4.3 การทดสอบเพื่อหาคุณภาพ ปรากฏว่า ความเชื่อมั่นของ เกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.64 สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 32 ข้อ และสัมพันธ์กันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 2 ข้อ

1.1.5 ความเชื่อมั่นของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

โดยการใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient) ปรากฏว่า แบบสังเกต การทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 สรุปได้ว่าแบบสังเกต การทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้

1.2 คุณภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ความเหมาะสมสอดคล้องของเนื้อหา วัตถุประสงค์ จากนั้นนำผลคะแนนไปคำนวณหาดัชนีความ สอดคล้อง (index of item objective congruence หรือ IOC ค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณ ได้มีค่าตั้งแต่ 0.71 ถึง 1.00 แสดงว่า แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้ พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

1.2.2 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (concurrent validity) โดยวิธีหาความสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีด้วยแบบ สังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีกับคะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถในการ ทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้ พื้นฐานเคมี ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) ปรากฏว่าสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.63 แสดงว่า แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐาน เคมี มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

1.2.3 ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการ ทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยใช้สูตรการวิเคราะห์อย่างง่าย ปรากฏว่า ในการทดสอบ ครั้งที่ 1 มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.15 ถึง 0.89 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.07 ถึง 0.46 เป็นข้อสอบที่มี คุณภาพตามเกณฑ์ จำนวน 19 ข้อ จึงคัดเลือกไว้และปรับปรุงข้อสอบที่คุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 41 ข้อ การทดสอบครั้งที่ 2 มีความยากง่าย ตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.82 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.21 ถึง 0.45 เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ 31 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ และปรับปรุงข้อสอบที่

คุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์จำนวน 29 ข้อ การทดสอบเพื่อหาคุณภาพมีความยากง่าย ตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.72 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.70 เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ทั้ง 40 ข้อ

1.2.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หาโดยวิธีของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79 แสดงว่า แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้

2. เกณฑ์ปกติ (norms) ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์ปกติของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยใช้คะแนนที่ (T-score) ปรากฏว่า แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีคะแนนที่ปกติตั้งแต่ T_{25} ถึง T_{75} และแบบทดสอบวัดความเข้าใจสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีคะแนนที่ปกติตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{69}

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือ 2 แบบ คือ แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี และแบบทดสอบวัดความเข้าใจสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยการหาคุณภาพและสร้างเกณฑ์ปกติ ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. คุณภาพของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.1 คุณภาพของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item objective congruence หรือ IOC) ซึ่งพิจารณาในด้านความสอดคล้องของเนื้อหา พฤติกรรมบ่งชี้และพฤติกรรมย่อยของการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.71 ถึง 1.00 เป็นไปตามเกณฑ์ทั้ง 34 รายการ

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยพิจารณาความสอดคล้องของพฤติกรรมย่อยกับเกณฑ์การให้คะแนนทั้ง 5 ระดับ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.71 ถึง 1.00 เป็นไปตามเกณฑ์ทั้ง 34 รายการ

จากผลการพิจารณาความสอดคล้องในด้านต่างๆ ของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยผู้เชี่ยวชาญ ค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 0.71 ถึง 1.00 ซึ่งสอดคล้องกับสุวิมล ติรگانนท์ (2546 : 144) ที่กล่าวว่า ข้อคำถามที่ดีควรมีค่า IOC ใกล้เคียง 1 ส่วนข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ควรมีการปรับปรุงแก้ไข จึงสรุปได้ว่าแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

1.1.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity)

จากผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับ (item-test correlation) ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) คะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกข้อ โดยแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.19 ถึง 0.79 จะเห็นได้ว่าคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกข้อ เนื่องจากได้มีการปรับปรุงข้อบกพร่องของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีจากผลการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 จึงอาจ

กล่าวได้ว่า แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งสอดคล้องกับแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดราชบุรี ของรศชกร บุษผาดำ (2545 : บทคัดย่อ) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.87 จึงสรุปได้ว่าแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

1.1.3 อำนาจจำแนก โดยใช้การทดสอบที (t-test)

1.1.3.1 ผลการทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่าแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ อำนาจจำแนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 21 ข้อ โดยมีค่าที่ ตั้งแต่ -3.71 ถึง 139.45 จะเห็นได้ว่า ข้อรายการส่วนใหญ่จำแนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ข้อรายการสามารถแยกผู้ที่มีความสามารถสูงและต่ำออกจากกันได้ แต่ก็มีข้อรายการบางข้อที่มีค่า t ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นผลมาจากการทดสอบแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ครั้งแรกจึงอาจมีความบกพร่องขึ้นได้จากความไม่ชัดเจนของข้อรายการ และภาษาที่ใช้ ผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อรายการที่มีอำนาจจำแนก และปรับปรุงข้อรายการที่ไม่มีอำนาจจำแนกเพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 2

1.1.3.2 ผลการทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่าแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ อำนาจจำแนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 27 ข้อ โดยมีค่าที่ ตั้งแต่ -4.02 ถึง 18.94 และยังมีบางข้อที่มีค่า t ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเกิดจากเกณฑ์การให้คะแนนยังไม่ค่อยชัดเจนด้านภาษา ผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อรายการที่มีอำนาจจำแนก และปรับปรุงข้อรายการที่ไม่มีอำนาจจำแนก เพื่อนำไปทดสอบหาคุณภาพ

1.1.3.3 การทดสอบเพื่อหาคุณภาพ ปรากฏว่าแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ อำนาจจำแนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 34 ข้อ โดยมีค่าที่ ตั้งแต่ 2.29 ถึง 27.06

จะเห็นได้ว่า การปรับปรุงข้อรายการ รวมถึงภาษาที่ใช้ให้มีความชัดเจนมากขึ้น และคัดเลือกข้อรายการที่มีคุณภาพจากการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ส่งผลให้แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำแนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าตั้งแต่ 2.29 ถึง 27.06 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับอำนาจจำแนกโดยการทดสอบทีของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติทักษะทางสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษาเขตการศึกษา 3 ของ สมยศ มัทธโนบล (2546 : บทคัดย่อ) ที่จำแนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าตั้งแต่ 0.19 ถึง 35.72 จึงอาจกล่าวได้ว่า แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีอำนาจจำแนก

1.1.4 ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน

ผู้วิจัยได้หาความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยใช้สูตรวิธีหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ปรากฏดังนี้

1.1.4.1 ผลการทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่า แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ -0.17 ถึง 1.00 มีข้อที่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 24 ข้อ มีข้อที่สัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 10 ข้อ

จะเห็นได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ สัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 10 ข้อ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นทดสอบแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีเป็นครั้งแรก จึงอาจมีความบกพร่องขึ้นได้จากความไม่ชัดเจนของเกณฑ์การให้คะแนน ภาษาที่ใช้ที่อาจส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน ผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือกและปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2

1.1.4.2 ผลการทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่า แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ -0.05 ถึง 0.85 มีข้อที่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 29 ข้อ มีข้อที่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 3 ข้อ

จะเห็นได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ สัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 2 ข้อ ทั้งที่มีการปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความชัดเจนมากขึ้น อีกทั้งปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้เหมาะสม แต่ความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนยังมีบางข้อที่ต้องปรับปรุง ทั้งนี้อาจเนื่องจากไม่ได้มีการชี้แจงวิธีการใช้แบบสังเกตให้กับอาจารย์ผู้สอนอย่างชัดเจน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน ผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือกและปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนน อีกทั้งวางแผนการเตรียมนักเรียนและอาจารย์ผู้สอน เพื่อการทดสอบเครื่องมือเพื่อหาคุณภาพ

1.1.4.3 ผลการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ ปรากฏว่า แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.64 และสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.22

จะเห็นได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 34 ข้อ ทั้งนี้เนื่องจากการคัดเลือกเกณฑ์การให้คะแนนที่มีคุณภาพ และปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความชัดเจนมากขึ้น อีกทั้งปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้เหมาะสม จากผลการทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 1 รวมไปถึงการเตรียมนักเรียนและอาจารย์ผู้สอน โดยการชี้แจงวิธีการใช้แบบสังเกตก่อนการใช้เครื่องมืออย่างชัดเจน จากผลการทดสอบเครื่องมือครั้งที่ 2 ส่งผลให้แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.64 ซึ่งสอดคล้องกับการสร้างและพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) ของทนาย สิงห์พันธ์ (2534 : บทคัดย่อ) ที่มีความเชื่อมั่นของผู้สังเกต 2 คน มีค่าระหว่าง 0.73 ถึง 0.83 จึงสรุปได้ว่าแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน

1.1.5 ความเชื่อมั่นของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

ผู้วิจัยได้หาความเชื่อมั่นของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยการใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient) ปรากฏว่า แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 ซึ่งสอดคล้องกับล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2539 : 209) ที่กล่าวว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบควรมีค่ามากกว่า 0.70 จึงจะเป็นแบบทดสอบที่เชื่อถือได้ นอกจากนี้แล้วความเชื่อมั่นของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ยังมีค่าใกล้เคียงกับความเชื่อมั่นของการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดราชบุรี ของ รสชกร บุนผาดำ (2545 : บทคัดย่อ) ซึ่งมีค่า 0.92 จึงอาจสรุปได้ว่าแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้

1.2 คุณภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity)

จากการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาเคมี 5 คน และด้านการวัดผลการศึกษา 2 คน เป็นผู้พิจารณาความเหมาะสมสอดคล้องของเนื้อหา วัดดูประสงค์ จากนั้นนำผลคะแนนไปคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (index of item objective congruence หรือ IOC) ค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 0.71 ถึง 1.00 ซึ่งสอดคล้องกับสุวิมล ติกรานนท์ (2546 : 144) ที่กล่าวว่า ข้อคำถามที่ดีควรมีค่า IOC ใกล้ 1 ส่วนข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50

ควรมีการปรับปรุงแก้ไข ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

1.2.2 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (concurrent validity)

ความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หาโดยวิธีหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีด้วยแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีกับคะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) ปรากฏว่าสัมพัทธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.63 เนื่องจากทั้งคะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีและคะแนนของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีที่ได้จากการทดสอบสามารถจำแนกนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนได้ ซึ่งสอดคล้องกับการสร้างและพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรพุทธศักราช 2524 (2534 : บทคัดย่อ) ที่พิจารณาจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน มีค่าเท่ากับ 0.56 จึงสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

1.2.3 ความยากง่ายและอำนาจจำแนก

1.2.3.1 การทดสอบครั้งที่ 1 แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยใช้สูตรการวิเคราะห์อย่างง่าย ปรากฏว่า มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.15 ถึง 0.89 และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.07 ถึง 0.46 มีข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์จำนวน 19 ข้อ และมีข้อสอบที่มีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 41 ข้อ สาเหตุดังกล่าวอาจเกิดขึ้นเพราะเป็นการทดสอบครั้งแรกจึงมีข้อบกพร่องหลายประการ อาทิ ภาษาไม่ชัดเจน การให้เวลาน้อยเกินไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00 และปรับปรุงข้อที่ต่ำกว่าเกณฑ์เพื่อใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2

1.2.3.2 การทดสอบครั้งที่ 2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยใช้สูตรการวิเคราะห์อย่างง่าย ปรากฏว่า มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.82 และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.21 ถึง 0.45 มีข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์จำนวน 31 ข้อ และมีข้อสอบที่มีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 29 ข้อ สาเหตุดังกล่าวอาจเกิดขึ้นเพราะ

แบบทดสอบยังมีข้อบกพร่องเหมือนการทดสอบครั้งที่ 1 คือ ภาษาไม่ชัดเจน การให้เวลายังน้อย อยู่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00 และปรับปรุงข้อที่ต่ำกว่าเกณฑ์เพื่อใช้ในการทดสอบหาคุณภาพ

1.2.3.3 การทดสอบเพื่อหาคุณภาพ แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยใช้สูตรการวิเคราะห์ห้อย่างง่าย ปรากฏว่า มีความยากง่าย ตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.72 และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.70 แสดงว่า ข้อสอบทุกข้อมีคุณภาพดี สอดคล้องกับคำกล่าวของชวาล แพร์ตกุล (2516 : 309) ที่ว่า แบบทดสอบที่มีความยากง่ายพอดี หรือความยากง่ายพอเหมาะ ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00 ซึ่งเป็นผลมาจากการคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบรวมถึงการให้เวลาที่เหมาะสม จากผลการทดสอบเครื่องมือในครั้งที่ 1 และ 2 ส่งผลให้แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ

1.2.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หาโดยวิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน ปรากฏว่า แบบการทดสอบวัดความเข้าใจทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79 ซึ่งสอดคล้องกับล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539 : 209) ที่กล่าวว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบควรมีค่ามากกว่า 0.70 จึงจะเป็นแบบทดสอบที่เชื่อถือได้ ทั้งนี้แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีการดำเนินการสร้างที่ถูกต้อง อีกทั้งมีการคัดเลือก ปรับปรุง และหาคุณภาพรายข้อ ตลอดจนมีการดำเนินการสอบที่เหมาะสม จึงสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ที่พัฒนาขึ้นมีความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้

2. เกณฑ์ปกติ (norms) ของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์ปกติของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในรูปคะแนนที่ปกติ (normalized T-score) เพื่อใช้เปรียบเทียบระดับความสามารถในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งได้จาก แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี 1 ฉบับ และแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี 1 ฉบับ จึงสร้างเกณฑ์เปรียบเทียบระดับความสามารถการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ได้ดังนี้ แบบสังเกต

การทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีคะแนนที่ปกติตั้งแต่ T_{25} ถึง T_{75} และแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีคะแนนที่ปกติตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{69}

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการนำเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ไปใช้วัดความสามารถในการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี เพื่อให้ได้มาซึ่งความสามารถในการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมีที่แท้จริง ควรมีการดำเนินการตามคู่มือการใช้เครื่องมืออย่างเคร่งครัด และมีการทำความเข้าใจในแนวทางการใช้เครื่องมือร่วมกันระหว่างผู้สังเกตและผู้ถูกสังเกต
2. เพื่อให้ได้มาซึ่งความสามารถในการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมีที่แท้จริง ผู้สังเกตจำเป็นต้องศึกษาและทำความเข้าใจเกณฑ์การให้คะแนนอย่างละเอียดก่อนการสังเกตและควรสังเกตอย่างใกล้ชิดต่อเนื่องจนเสร็จสิ้นการปฏิบัติ รวมถึงบันทึกผลการสังเกตทันทีภายหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติ
3. ในการพิจารณาระดับความสามารถของแบบสังเกตการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี และแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมีให้นำคะแนนที่ได้แปลงเป็นคะแนนที่ปกติแล้วเทียบกับเกณฑ์ แต่ถ้าต้องการทราบระดับความสามารถของเครื่องมือทั้งสองรวมกันให้นำคะแนนทั้งสองฉบับแปลงเป็นคะแนนที่ปกติ แล้วหาค่าที่เฉลี่ย
4. เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้ เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสภาวะการเรียนรู้พื้นฐานเคมี เพื่อพัฒนาความสามารถในการปฏิบัติ ผู้สังเกตจะต้องให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้ถูกสังเกตโดยเร็วที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยชี้ให้เห็นจุดดีที่ควรส่งเสริม จุดบกพร่องที่ควรพัฒนา และแนวทางในการพัฒนา ซึ่งจะช่วยให้ผู้ถูกสังเกตเกิดการเรียนรู้และมีแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการปฏิบัติให้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งเป็นเพียงสาขาหนึ่งทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์สาขาอื่นด้วย
2. การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี เฉพาะนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในจังหวัดนครศรีธรรมราชเท่านั้น ดังนั้นเพื่อให้สามารถนำผลการวิจัยไปใช้อย่างกว้างขวางมากขึ้น จึงควรพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทั่วประเทศ และควรหาเกณฑ์ปกติระดับชาติ
3. ควรมีการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติในรายวิชาอื่นๆ ของหลักสูตรอื่นๆ ที่จัดการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติ เพื่อให้ได้มาซึ่งความสามารถที่แท้จริง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล สุคประเสริฐ. "แบบทดสอบเพื่อวัดภาคปฏิบัติ," วิทยาจารย์. มกราคม 2537.
- กรมวิชาการ. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : กรม, 2545.
- _____. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544. กรุงเทพฯ : ไทยร่วมเกล้า จำกัด, 2544.
- กุลชลี เจริญกุล. การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติวิชาคหกรรม ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- โกวิทย์ ประवालพุกษ์ และสมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. การประเมินในชั้นเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 2
กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2523.
- จินดา เครือหงส์. การพัฒนาเครื่องมือวัดการปฏิบัติวิชานาฏศิลป์ไทยสาขาละครระดับนาฏศิลป์
ขั้นต้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2544.
- เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. "การวัดผลภาคปฏิบัติ" วารสารมิตรครู. 28(12) : มกราคม-เมษายน 2529
: 16.
- _____. "การวัดภาคปฏิบัติ". วารสารมิตรครู 28 : 16-19 ; มิถุนายน 2529.
- เทียนพร รังษีอนุวัตรกูร. การพัฒนาแบบทดสอบภาคปฏิบัติหมวดวิชาคหกรรมศาสตร์
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.
- ธงชัย ชิวปรีชา, ณรงค์ศิลป์ ฐูปพนม, และปรีชาญ์ เดชศรี. "การวัดและประเมินผลการสอน
วิทยาศาสตร์"ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์. หน้า259-266 ; กรุงเทพฯ
: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.
- นิตยา พรหมดา. การสร้างแบบวัดภาคปฏิบัติการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) มหาสารคาม :
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2542.
- นิโลบล นิมกิงรัตน์. การวัดผลงานภาคปฏิบัติ. เชียงใหม่ : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, มปป.
- _____. "การวัดผลงานภาคปฏิบัติ" วารสารการวิจัยทางการศึกษา. 10(29) : 1.37; กรกฎาคม -
กันยายน 2531.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล. มหาสารคาม ภาควิชาการวัดผลและ
วิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2535.

- บุญช่วย จงมุ่ม. การสร้างเครื่องมือวัดผลสภาพจริง เรื่อง พืช กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณิพนธ์ กศม. (การวัดผลการศึกษา) ,มหาสารคาม :
 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2542.
- ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์
 กรมฝึกหัดครู, 2525.
- เขียน ไชยศร. “การวัดผลภาคปฏิบัติ” วารสารการวัดผลการศึกษา. 23 : 37-60 ; กันยายน -
 ธันวาคม, 2529.
- พลศักดิ์ ศรีวังสะ. การพัฒนาเครื่องมือภาคปฏิบัติการทดลองเรื่องแสง กลุ่มสร้างเสริม
 ประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521.
 วิทยานิพนธ์ มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2539.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทาง
 การศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
- ไพศาล หวังพาณิชย์. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2526.
- ภพ เลหาไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2537.
- ภัทรา นิคมานนท์. การประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ : ทิพย์วิสุทธิ์การพิมพ์, 2528.
- มานะ แแปดสี. การสร้างเครื่องมือวัดทักษะภาคปฏิบัติวิชาลูกเสือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.
 ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2536.
- รศกร บุบผาคำ. การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณิพนธ์ ก.ศม. (การวัดผลการศึกษา)
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2545.
- โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ม.4 ช่วงชั้นที่ 4. กรุงเทพฯ :
 บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ จำกัด, 2546.
- ลำเพย แผ้วพลสง. การพัฒนาเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติการทดลอง วิชาทรัพยากรธรรมชาติและ
 สิ่งแวดล้อม (3000-1601) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540.
 ปรินญาณิพนธ์ กศม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2542.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สุวี
 ริยาสาส์น, 2538.
- วัฒนาพร ระบับทุกข์. แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
 แอล ที เพส จำกัด, 2542.

- วาสนา เขตกัน. การสร้างเครื่องมือวัดทักษะภาคปฏิบัติวิชางานเกษตรพื้นฐาน (ง 014) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยสารคาม, 2538.
- วิทยา กล้าหาญ. การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวิชาช่างซ่อมเครื่องยนต์มอเตอร์ไซค์วิทยาลัยสารพัดช่างและวิทยาลัยการอาชีพ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยสารคาม, 2535.
- วีรัชย์ ศรีมงคล. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะภาคปฏิบัติวิชาช่างพื้นฐาน (ง 013) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). วิทยานิพนธ์ นิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยสารคาม, 2540.
- ศักดิ์ สวัสดิ์สละ. การรับรู้สภาพแวดล้อมทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534.
- ศิริชัย กาญจนวสี. “นโยบายการประเมินผลการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ,” ใน การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- ศิริชัย กาญจนวสี, ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์, และดิเรก ศรีสุขโข. การเลือกสถิติที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัย. กรุงเทพฯ : พชรกานต์พับลิเคชัน, 2540.
- ส.วาสนา ประवालพฤษ. “การวัดผลจากการปฏิบัติจริง,” การวัดผลการศึกษา. 47 : 36-42 ; กันยายน - ธันวาคม, 2537.
- สทำน วารี. การสร้างแบบวัดภาคปฏิบัติวิชาคอมพิวเตอร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องโปรแกรมการทำงานตามตารางเบื้องต้น ตามหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). วิทยานิพนธ์ นิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยสารคาม, 2542.
- สมยศ มหัทธโนบล. การพัฒนาแบบทดสอบวัดการปฏิบัติทักษะทางสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 3.วิทยานิพนธ์. กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2546.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. “การวัดด้านปฏิบัติ” การวิจัยทางการศึกษา. (1) : 97-124 ; มกราคม – มีนาคม, 2530.

- สวัสดี ประทุมราช. “การสร้างแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน,” การวัดผลการศึกษา. 3(7) : 24-43; มกราคม-เมษายน. 2524.
- สันถวี นิยมทรัพย์. การสร้างแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติงานเกษตร กลุ่มงานและพื้นฐานอาชีพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพระราม 9 กาญจนภิเษก. สารนิพนธ์ กศม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2545.
- สิริรัตน์ วิชาศิลป์. “ทางเลือกในการวัดและประเมินผลการศึกษาของประเทศไทย : การวัดและประเมินการปฏิบัติ,” วารสารสุขุทัยธรรมมาธิราช. 11 : 74-81 ; กันยายน - ธันวาคม. 2541.
- สุธิยา เพชรวงษ์. การพัฒนาแบบทดสอบวัดการปฏิบัติวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2545.
- สุนันท์ สลโกสุม. “การวัดภาคปฏิบัติ,”. วารสารการวัดผลการศึกษา. 11:65-75; พ.ค.-ส.ค. 2532.
- สุภรณ์ ลิ้มบริบูรณ์. “การวัดผลการเรียนภาคปฏิบัติ,” สารพัฒนาหลักสูตร. 11(107) : 10-19 ; ตุลาคม – พฤศจิกายน. 2534.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. ทฤษฎีและการปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม2. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์, 2531.
- สุวิมล ว่องวานิช. “การประเมินการปฏิบัติงาน,” การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- เสริม ทศศรี. “การสร้างเกณฑ์ปกติโดยใช้วิธีกำลังสองต่ำสุด,” ใน เอกสารประกอบการสัมมนาการวิจัยการวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา. หน้า 116 – 120. สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ. 2545.
- อมรรัตน์ เชิงรู้. การศึกษาทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ กศม.(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
- อมรรัตน์ ทิพย์จันทร์. “ทางเลือกในการประเมิน” วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร. 5 : 59-69 ; กันยายน-ธันวาคม. 2543.
- อรนุช ศรีสะอาด. “การวัดและประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน” วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 5 : 11-17 ; ก.ค. 2543.

- อัจฉรา อรุณรักษ์สมบัติ. การสร้างแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติโดยวิธีเขียนตอบและวิธีปฏิบัติจริง
วิชาการประดิษฐ์ กลุ่มการงานพื้นฐานอาชีพ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 ปริญญาานิพนธ์ กศม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร, 2543.
- อารมณีย์ เบสูงเนิน. การสร้างชุดการสอนวิชาเคมี เรื่อง แก๊ส ของเหลว ของแข็ง สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา, 2541.
- อุทุมพร จามรมาน. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดลักษณะผู้เรียน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
 ห้างหุ้นส่วนจำกัดพันธ์พิบลิตซิ่ง, 2532.
- _____. "การตรวจสอบภาคปฏิบัติ." วารสารการวิจัยทางการศึกษา. 3:60-73 ; ก.ค.-ก.ย. 2529.
- เอี่ยม โตนุญเลี้ยง. พัฒนาวัดผล. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2524.
- Innes, E.V. and L. Straker. Good validity, of Work-Related Assessment. : Retrieved
 June 18,2003, From the word wind web; // thorn. Eart like-net / medtox /
 analysis. Htm /, 2003.
- Nitko, J. Educational Assessment of Students. 3rd ed. Upper Saddle River, N.J. :
 Prenticd Hall, c2001.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

**รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมีวัดปฏิบัติ
การทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี**

ด้านวิชาเคมี

รศ.ประดิษฐ์ มีสุข	อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา
อ.ดร.นวลพรรณ ศิริบุหงศ์	อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา
อ.เน่งน้อย แสงเสนห์	อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
อ.นงเยาว์ เทพยา	อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
อ.พชรมน ไตรเมศ	อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี โรงเรียนพรหมคีรีพิทยาคม

ด้านการวัดผลการศึกษา

อ.มนตรี เด่นดวง	อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
อ.ธิดาวัดน์ พรหมณะ	อาจารย์ประจำโรงเรียนบ้านเตรียม จังหวัดพังงา

ภาคผนวก ข
ดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลอง
สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

ตารางที่ 17 ดัชนีความสอดคล้องของ พฤติกรรมบ่งชี้ ของการทดลองในขั้นเตรียม

พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)							IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5	6	7		
1. สืบค้นข้อมูล	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2. การวางแผนและการ ออกแบบการทดลอง	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
3. ความรู้ความเข้าใจ ขั้นตอนดำเนินการ ทดลอง	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4. แม่นยำในการ ตรวจสอบคุณสมบัติ ของสาร	0	1	1	0	1	1	1	0.71	สอดคล้อง
5. ระบุการใช้งานของ เครื่องมือ	0	1	1	0	1	1	1	0.71	สอดคล้อง
6. สัมภาษณ์ตรวจสอบ	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง

ตารางที่ 19 ดัชนีความสอดคล้องของ พฤติกรรมบ่งชี้ ของการทดลองในชั้นผลงาน

พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)							IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5	6	7		
1. การจัดบันทึกข้อมูล	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
2. การจัดลำดับข้อมูล	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
3. ความถูกต้องในการ รายงานผล	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
4. การจัดกระทำข้อมูล	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
5. การวิเคราะห์ข้อมูล	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
6. การสรุปและการ อภิปรายผล	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
7. การแปลความหมาย ของข้อมูล	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
8. การทำนายแนวโน้ม	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
9. การนำความรู้และ วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง

ตารางที่ 21 ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้
พื้นฐานเคมี

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)							IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5	6	7		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
3	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
7	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
8	0	1	1	1	0	1	1	0.71	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
10	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
11	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
12	0	1	1	1	0	1	1	0.71	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
14	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
15	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
19	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
23	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง

ภาคผนวก ค

ดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนของเครื่องมือวัด
ปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

ตารางที่ 22 ดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสังเกตการทดลองสาระการ
เรียนรู้พื้นฐานเคมี

พฤติกรรมบ่งชี้	เกณฑ์ การให้ คะแนน	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)							IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5	6	7		
1. สืบค้นข้อมูล	5	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
	4	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
	3	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
	2	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
	1	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
2. การวางแผน และการออกแบบการ ทดลอง	5	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
	4	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
	3	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
	2	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
	1	0	1	1	1	1	1	1	0.86	สอดคล้อง
3. ความรู้ความ เข้าใจขั้นตอน ดำเนินการ ทดลอง	5	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4. แม่นยำในการ ตรวจสอบ คุณสมบัติของ สาร	5	1	1	1	-1	1	1	1	0.71	สอดคล้อง
	4	1	1	1	-1	1	1	1	0.71	สอดคล้อง
	3	1	1	1	-1	1	1	1	0.71	สอดคล้อง
	2	1	1	1	-1	1	1	1	0.71	สอดคล้อง
	1	1	1	1	-1	1	1	1	0.71	สอดคล้อง

ตารางที่ 22 (ต่อ)

พฤติกรรมบ่งชี้	เกณฑ์ การให้ คะแนน	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)							IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5	6	7		
5. ระบุการใช้งาน ของเครื่องมือ	5	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
6. สัมภาษณ์ ตรวจสอบ	5	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
7. การดำเนินการ ทดลอง	5	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
	3	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
	1	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
8. ขั้นตอนในการ ดำเนินการ ทดลอง	5	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
	3	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง
	1	1	1	1	1	0	1	1	0.86	สอดคล้อง

ภาคผนวก ง
คู่มือการใช้เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลอง
สาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

**การพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4
ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**

ความหมายของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี หมายถึง เครื่องมือวัดความสามารถในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด คือ แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี และแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

ความมุ่งหมายของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี พัฒนาขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด คือ แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี และแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

โครงสร้างของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

เครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนาครั้งนี้ เป็นเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด คือ

1. แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี เป็นแบบสังเกตวัดความสามารถในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (rubric) 5 ระดับ จำนวน 1 ฉบับ แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 แบบสังเกตการทดลองในขั้นเตรียม
- ตอนที่ 2 แบบสังเกตการทดลองในขั้นปฏิบัติ
- ตอนที่ 3 แบบสังเกตการทดลองในขั้นผลงาน
- ตอนที่ 4 แบบสังเกตกิจนิสัยในการทดลอง

2. แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี เป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

การพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

ในการพัฒนาเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 การวิเคราะห์ข้อมูล ผลปรากฏดังนี้

แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1. ค่าสถิติพื้นฐาน

แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ คะแนนเต็ม 170 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 128.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.77

2. อำนาจจำแนกรายข้อ

2.1 ผลการทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่า

แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ มีอำนาจจำแนกของแบบสังเกตโดยใช้การทดสอบที (t-test) มีค่า t ตั้งแต่ -3.71 ถึง 139.45 มีข้อที่มีค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 21 ข้อ ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงเพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 2

2.2 ผลการทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่า

แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ มีอำนาจจำแนกของแบบสังเกตโดยใช้การทดสอบที (t-test) มีค่า t ตั้งแต่ -4.02 ถึง 8.94 มีข้อที่มีค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 25 ข้อ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 2 ข้อ ผู้วิจัยจึงคัดเลือกเพื่อนำไปทดสอบหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.3 ผลการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ ปรากฏว่า

แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ มีอำนาจจำแนกของแบบสังเกตโดยใช้การทดสอบที (t-test) มีค่า t ตั้งแต่ 2.29 ถึง 27.06 มีข้อที่มีค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 32 ข้อ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 2 ข้อ

3. ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน

3.1 ผลการทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่า

แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ -0.57 ถึง 1.00 มีข้อที่มีเกณฑ์การให้คะแนนสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 10 ข้อ ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงเพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 2

3.2 ผลการทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่า

แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ -0.05 ถึง 0.85 มีข้อที่มีเกณฑ์การให้คะแนนสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 2 ข้อ ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงเพื่อนำไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพ

3.3 ผลการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ ปรากฏว่า

แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 34 ข้อ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.64 มีเกณฑ์การให้คะแนนสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 32 ข้อ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 2 ข้อ

4. ความเชื่อมั่นของแบบสังเกต

โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient) ผลปรากฏว่า แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91

5. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

โดยตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนทั้งฉบับ (item-test correlation) ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.19 ถึง 0.79

แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1. ค่าสถิติพื้นฐาน

แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 40 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.43

2. ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก

2.1 ผลการทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่า

แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.15 ถึง 0.89 อำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ -0.07 ถึง 0.46 มีข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ 19 ข้อ ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงเพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 2

2.2 ผลการทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่า

แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.82 อำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ -0.21 ถึง 0.45 มีข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ 31 ข้อ ผู้วิจัยจึงคัดเลือกไว้เพื่อนำไปทดสอบหาคุณภาพ

3.3 ผลการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ ปรากฏว่า

แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.72 อำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.70 เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์

3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี โดยวิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

4. ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

โดยวิธีหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี กับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) พบว่า สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.63

วิธีดำเนินการสอบ

การวัดความสามารถในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ใช้เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ประกอบด้วย แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี และแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งมีวิธีการใช้ดังนี้

1. แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ใช้สังเกตวัดความสามารถของนักเรียนในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (rubric) 5 ระดับ จำนวน 1 ฉบับ แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 แบบสังเกตการทดลองในขั้นเตรียม
- ตอนที่ 2 แบบสังเกตการทดลองในขั้นปฏิบัติ
- ตอนที่ 3 แบบสังเกตการทดลองในขั้นผลงาน
- ตอนที่ 4 แบบสังเกตกิจนิสัยในการทดลอง

ซึ่งมีแนวการปฏิบัติดังนี้

1.1 การเตรียมตัวก่อนสังเกต

1.1.1 ผู้สังเกตให้คะแนนจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจพฤติกรรมและเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนให้เข้าใจอย่างชัดเจน เพื่อจะได้ให้คะแนนถูกต้องตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

1.1.2 แจ้งให้นักเรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ของการสังเกต รายการพฤติกรรมที่จะสังเกต เพื่อให้นักเรียนจะได้เตรียมตนเองให้พร้อมในการปฏิบัติ

1.2 วิธีดำเนินการวัดความสามารถในการปฏิบัติ โดยให้ผู้สังเกต สังเกตการปฏิบัติ และให้คะแนนตามพฤติกรรมและเกณฑ์การให้คะแนนที่ระบุไว้ในแบบสังเกต โดยบันทึกคะแนนขณะที่สังเกตเห็นทันที

2. แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี เป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัย มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งมีแนวการปฏิบัติดังนี้

2.1 การเตรียมก่อนสอบ

2.1.1 กำหนดวัน เวลาสอบและแจ้งให้ผู้สอบทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ โดยใช้ข้อสอบภายหลังการฝึกปฏิบัติ

2.1.2 เตรียมห้องสอบและแบบทดสอบให้เพียงพอ

2.2 ดำเนินการสอบ

2.2.1 ผู้ดำเนินการสอบชี้แจงการทำแบบทดสอบตามคำชี้แจงการดำเนินการสอบที่เขียนไว้ในแผ่นหน้าสุดของแบบทดสอบ และให้ทำแบบทดสอบ

2.2.2 ผู้ดำเนินการสอบเตือนเวลาให้ผู้สอบทราบ 2 ครั้ง คือเมื่อเหลือเวลาครึ่งหนึ่งของเวลาที่กำหนดและเมื่อเหลือเวลาอีก 5 นาที

2.2.3 เมื่อหมดเวลาให้ผู้สอบวางปากกา หยุดทำทันทีแล้วเก็บแบบทดสอบ

การตรวจให้คะแนน

1. แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

การตรวจให้คะแนน ตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (rubric) 5 ระดับ โดยมีค่าคะแนน 1, 2, 3, 4, และ 5 ตามลำดับ โดยคะแนนเต็ม 170 คะแนน

2. แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

การตรวจให้คะแนน ตอบถูกต้องข้อละ 1 คะแนน โดยมีคะแนนเต็ม 40 คะแนน

เกณฑ์ปกติของเครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด คือ แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี และแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี ผู้วิจัยจึงสร้างเกณฑ์ปกติของเครื่องมือ ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 23 เกณฑ์ปกติของแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ
170	87*	159	77*	148	68	137	57*
169	86*	158	76*	147	67	136	57
168	85*	157	75*	146	66	135	56
167	84*	156	75	145	65	134	55
166	83*	155	74	144	64	133	54
165	82*	154	73*	143	63	132	53
164	81*	153	72*	142	62	131	52
163	80*	152	73	141	61	130	51
162	80*	151	71	140	60	129	49
161	79*	150	70	139	59	128	48
160	78*	149	69*	138	58	127	47

* หมายถึง ส่วนที่ปรับขยาย

ตารางที่ 23 (ต่อ)

คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ
126	46	117	39	108	32	99	23*
125	45	116	38	107	31*	98	22*
124	44	115	38	106	30*	97	21*
123	43	114	37	105	29*	96	20*
122	42	113	36	104	28*	95	19*
121	42	112	35*	103	27	94	19*
120	41	111	35*	102	26	93	18*
119	41*	110	35	101	25	92	17*
118	40	109	34	100	24*	91	16*

* หมายถึง ส่วนที่ปรับขยาย

ตารางที่ 24 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ	คะแนน ดิบ	คะแนนที่ ปกติ
40	77*	30	60	20	50	10	30
39	75*	29	59	19	48	9	29*
38	74*	28	58	18	46	8	27
37	72*	27	57	17	45	7	26*
36	69	26	56	16	42	6	24*
35	68	25	55	15	40	5	23
34	67	24	54	14	38	4	21*
33	65	23	53	13	36	3	20*
32	63	22	52	12	32	2	18*
31	62	21	51	11	30	1	17*

* หมายถึง ส่วนที่ปรับขยาย

เกณฑ์การตัดสิน

โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี แปลงเป็นคะแนนที่ปกติ (normalize T-score) แล้วหาคะแนนเฉลี่ย ซึ่งเป็นระดับความสามารถในการทดลองเคมี ดังตัวอย่าง

นายสรายุทธ ได้คะแนนจาก แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี 155 คะแนน
ได้คะแนนจาก แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี 31 คะแนน
ให้นำคะแนนที่ได้แปลงเป็นคะแนนที่ปกติ ได้ผลดังนี้

คะแนนจากแบบสังเกต 155 คะแนน เป็นคะแนนที่ปกติ 74

คะแนนจากแบบทดสอบ 31 คะแนน เป็นคะแนนที่ปกติ 62

นำมาหาคะแนนเฉลี่ย

$$= \frac{74+62}{2}$$

$$2$$

$$= 68$$

ดังนั้นคะแนนความสามารถในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี เท่ากับ 68

ถ้าต้องการทราบระดับความสามารถในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี เป็นรายกลุ่มว่าสูงต่ำเพียงใด อยู่ในระดับใดของกลุ่มให้พิจารณาเกณฑ์ดังนี้ (ชวาล แพรัตนกุล.2520 : 53)

ตั้งแต่ T_{65} ขึ้นไป แปลว่า มีความสามารถในการทดลองสูงมาก

ตั้งแต่ $T_{55} - T_{64}$ แปลว่า มีความสามารถในการทดลองสูง

ตั้งแต่ $T_{45} - T_{54}$ แปลว่า มีความสามารถในการทดลองปานกลาง

ตั้งแต่ $T_{35} - T_{44}$ แปลว่า มีความสามารถในการทดลองต่ำ

ตั้งแต่ T_{34} ลงมา แปลว่า มีความสามารถในการทดลองต่ำมาก

ภาคผนวก จ

เครื่องมือวัดปฏิบัติการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

1. แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
2. แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

แบบสังเกตการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

คำชี้แจง

1. แบบสังเกตฉบับนี้ มีจำนวนทั้งหมด 34 ข้อ โดยแบ่งเป็น 4 ตอน คือ
ตอนที่ 1 การทดลองในขั้นเตรียม
ตอนที่ 2 การทดลองในขั้นปฏิบัติ
ตอนที่ 3 การทดลองในขั้นผลงาน
ตอนที่ 4 กิจนิสัยในการทดลอง
2. แบบสังเกตฉบับนี้ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (rubric scale) 5 ระดับ แสดงพฤติกรรมของนักเรียนในการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี
3. โปรดใส่ ✓ ลงในช่องผลการสังเกตที่ตรงกับความคิดของท่านโดยเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด

ตอนที่ 1 การทดลองในชั้นเตรียม

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
1. สืบค้นข้อมูล	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองมาล่วงหน้า 2. ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง 3. ค้นคว้าข้อมูลได้ครอบคลุมครบถ้วน 4. สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดลองจากหลายแหล่ง <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 3 ข้อ หรือ เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ แต่มี 2 ข้อที่ข้อมูลไม่สมบูรณ์</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 2 ข้อ หรือ เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 3 ข้อ แต่มี 2 ข้อที่ข้อมูลไม่สมบูรณ์</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 1 ข้อ หรือ เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 2 ข้อ แต่ข้อมูลไม่สมบูรณ์ทั้ง 2 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 1 ข้อและข้อมูลไม่สมบูรณ์</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
2. การวางแผน และการ ออกแบบการ ทดลอง	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ครอบคลุมด้วยตนเองดังนี้</p> <p>1. ระบุปัญหาของการทดลองได้ 3. เลือกใช้วิธีการทดลองได้ถูกต้อง</p> <p>2. รู้วัตถุประสงค์ของการทดลอง 4. เตรียมวิธีบันทึกผลตรงกับวัตถุประสงค์</p> <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ครอบคลุมด้วยตนเองดังนี้</p> <p>1. ระบุปัญหาการทดลองได้ 3. เลือกใช้วิธีการทดลองได้ถูกต้อง</p> <p>2. รู้วัตถุประสงค์ของการทดลอง</p> <p>และจากการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ครอบคลุมด้วยตนเองดังนี้</p> <p>1. ระบุปัญหาการทดลองได้</p> <p>2. รู้วัตถุประสงค์ของการทดลอง</p> <p>และจากการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ครอบคลุมด้วยตนเองดังนี้</p> <p>1. ระบุปัญหาการทดลองได้</p> <p>และจากการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
3. ความรู้ความเข้าใจขั้นตอนดำเนินการทดลอง	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5</u> คะแนน เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ศึกษาคู่มือการทดลอง 2. เตรียมสารเคมีได้ครบถ้วนถูกต้องตามลำดับ 3. จัดลำดับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ก่อน – หลัง 4. ลำดับขั้นตอนการบันทึกตามลำดับ <p><u>4</u> คะแนน เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ศึกษาคู่มือการทดลอง <p>และปฏิบัติข้ออื่นได้อีก 2 ข้อ</p> <p><u>3</u> คะแนน เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ศึกษาคู่มือการทดลอง <p>และปฏิบัติข้ออื่นได้อีก 1 ข้อ</p> <p><u>2</u> คะแนน เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ศึกษาคู่มือการทดลอง <p>และปฏิบัติข้ออื่นจากการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน</p> <p><u>1</u> คะแนน เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
4. ตรวจสอบ คุณสมบัติ ของสารเคมี	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ด้วยตนเองดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> อ่านชื่อสารเคมีถูกต้องตรงกับสารที่ใช้ในการทดลอง ระบุคุณสมบัติและวิธีใช้สารเคมีที่จะนำไปใช้ในการทดลองได้ เตรียมสารเคมีได้ตรงกับการทดลอง เรียงลำดับสารเคมีที่ใช้ตามขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้อง <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ด้วยตนเอง 4 ข้อ และโดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ด้วยตนเอง 4 ข้อ และโดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ด้วยตนเอง 4 ข้อ และโดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
5. ระบุการใช้งาน ของเครื่องมือ อุปกรณ์และ สารเคมี	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ศึกษาวิธีการใช้งานของเครื่องมือตามคู่มือ ระบุวิธีการใช้งานของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้ถูกต้อง ทดลองใช้เครื่องมือจริงได้ถูกต้องตามวิธีการใช้ เลือกใช้เครื่องมือตรงตามการทดลอง <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
6. ตรวจสอบ ของเครื่องมือ อุปกรณ์และ สารเคมี	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....	....	....	....	....	....	<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ถูกต้องดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบสภาพภายนอกของสารเคมีที่ใช้ในการทดลองทุกตัว 2. ตรวจสอบเช็คความสะอาด สมบูรณ์ของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองทุกอย่าง 3. ตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องมืออย่างละเอียด 4. ตรวจสอบพื้นที่บริเวณ อุปกรณ์ไฟฟ้า ก่อนการทดลองอย่างรอบคอบ <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ถูกต้อง 4 รายการ แต่มี 1 ข้อ ที่ปฏิบัติได้ไม่ถูกต้อง</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ถูกต้อง 4 รายการ แต่มี 2 ข้อ ที่ปฏิบัติได้ไม่ถูกต้อง</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ถูกต้อง 4 รายการ แต่มี 3 ข้อ ที่ปฏิบัติได้ไม่ถูกต้อง</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

ตอนที่ 2 การทดลองในชั้นปฏิบัติ

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
7. การดำเนินการทดลอง	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนการทดลอง 2. ดำเนินการทดลองอย่างรอบคอบ ระวัง 3. ใช้เวลาในการทดลองตามกำหนด 4. ควบคุมการทดลองอย่างเป็นระบบ <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>
1.....		
2.....		
3.....		
4.....		
5.....		
6.....		
7.....		
8.....		
9.....		

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
8. ขั้นตอนในการ ดำเนินการ ทดลอง	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <p>1. ทำการทดลองตามขั้นตอนคู่มือ 2. ใช้วัสดุอุปกรณ์ในแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้อง</p> <p>3. ใช้เครื่องมือตามลำดับขั้นตอนการทดลอง</p> <p>4. บันทึกผลเรียงตามขั้นตอนการทดลอง</p> <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <p>1. ทำการทดลองตามขั้นตอนคู่มือ 2. ใช้วัสดุอุปกรณ์ในแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้อง</p> <p>3. ใช้เครื่องมือตามลำดับขั้นตอนการทดลอง</p> <p>และจากการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <p>1. ทำการทดลองตามขั้นตอนคู่มือ 2. ใช้วัสดุอุปกรณ์ในแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้อง</p> <p>3. ใช้เครื่องมือตามลำดับขั้นตอนการทดลอง</p> <p>และจากการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <p>1. ทำการทดลองตามขั้นตอนคู่มือทดลอง</p> <p>และจากการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
9. การหยิบจับ วัสดุต่าง ๆ	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบลักษณะ ความปลอดภัยของวัสดุก่อนหยิบจับทุกครั้ง 2. หยิบจับวัสดุตามวิธีการที่ถูกต้อง 3. หยิบจับและใช้วัสดุอย่างระมัดระวัง 4. ใช้งานเสร็จจัดเก็บตามวิธีการที่ถูกต้อง <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
10. ทักษะในการ ใช้เครื่องมือ	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือก่อนการใช้งานทุกครั้ง 2. ใช้เครื่องมือในการทดลองตามวิธีการที่ถูกต้องในคู่มือ 3. ใช้เครื่องมือได้อย่างคล่องแคล่วและปลอดภัย 4. ใช้เครื่องมือตรงกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
11. ปฏิบัติตามวิธีที่กำหนด	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ปฏิบัติการทดลองตามวิธีการที่กำหนดอย่างเคร่งครัด 2. ใช้สารเคมีตามปริมาณที่กำหนด 3. ใช้จำนวนวัสดุอุปกรณ์ตามที่ระบุไว้ใน การทดลอง 4. ปฏิบัติตนตามกฎอย่างเคร่งครัด <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
12. ทักษะในการ สังเกตและ การวัด	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> สังเกตการทดลองทุกขั้นตอนอย่างรอบคอบและถูกวิธี วัดการทดลองด้วยวิธีการหลากหลายตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด มีการบันทึกผลทุกครั้งหลังจากสังเกตและวัดผลการทดลอง ไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวในการสังเกตการวัดการทดลอง <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
13. เทคนิคทาง การทดลอง	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มีเทคนิคการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ 2. เทคนิคประหยัดวัสดุและสารเคมีและไม่มีผลต่อการทดลอง 3. เทคนิคในการทดลองให้ปลอดภัย 4. การแก้ปัญหาการทดลองเฉพาะหน้าได้ <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
14. การจดบันทึก ผลระหว่าง ทดลอง	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....	....	....	....	....	....	<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> บันทึกผลการทดลองที่เกิดขึ้นจริงจากการทดลอง บันทึกผลการทดลองถูกต้องตามขั้นตอนการทดลอง บันทึกผลการทดลองด้วยวิธีการหลากหลายตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด บันทึกผลการทดลองได้รวดเร็ว ทันที <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

ตอนที่ 3 การทดลองในชั้นผลงาน

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
15. การจดบันทึก ข้อมูล	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> บันทึกผลได้ถูกต้องครอบคลุมทุกขั้นตอน บันทึกผลได้ตรงกับวัตถุประสงค์การทดลอง บันทึกผลได้กะทัดรัดชัดเจน บันทึกผลการทดลองได้สะอาด เรียบร้อย อ่านง่าย <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
16. การจัดลำดับ ข้อมูล	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> จัดเรียงข้อมูลตามลำดับก่อน-หลัง จัดลำดับข้อมูลได้ถูกต้อง จัดเรียงลำดับได้อย่างกะทัดรัด ชัดเจน จัดเรียงข้อมูลได้เรียบร้อย อ่านง่าย <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
17. ความถูกต้อง ในการรายงาน ผล	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. รายงานข้อมูลตามลำดับก่อน-หลัง 2. รายงานข้อมูลได้ถูกต้องตามที่บันทึก 3. รายงานได้เข้าใจง่าย กระชับรัด 4. รายงานอย่างคล่องแคล่ว ว่องไว <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
18. การจัดทำ ข้อมูล	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จัดกระทำข้อมูลอย่างมีระบบ ตามลำดับ 2. จัดกระทำข้อมูลด้วยวิธีที่ถูกต้องเหมาะสมกับข้อมูล 3. จัดกระทำได้อย่างคล่องแคล่วว่องไว 4. จัดกระทำข้อมูลได้เรียบร้อย เข้าใจง่าย <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
19. การวิเคราะห์ ข้อมูล	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> วิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับก่อน-หลัง ใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้อง ได้ผลการวิเคราะห์ถูกต้อง วิเคราะห์ผลได้คล่องแคล่ว รวดเร็ว <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
20. การสรุปและ การอภิปรายผล	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มีการสรุปผลและอภิปรายผลตามความเป็นจริง 2. มีการสรุปผลและอภิปรายผล เข้าใจง่าย 3. มีการสรุปผลและอภิปรายผลได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล 4. สรุปผลและอภิปรายผล ได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
21. การแปล ความหมาย ของข้อมูล	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> มีการแปลความหมายของข้อมูลตามความเป็นจริง มีการแปลความหมายของข้อมูลอย่างละเอียด มีการแปลความหมายของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง สรุปแปลความหมายของข้อมูลได้เข้าใจง่าย <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
22. การทำนาย แนวโน้ม	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มีการทำนายแนวโน้มตามหลักการ 2. มีข้อเสนอแนะจากแนวโน้มที่ทำนาย 3. มีการทำนายแนวโน้มจากข้อมูลจริงจากการทดลอง 4. สามารถทำนายแนวโน้มในอนาคตจากผลการทดลองได้ <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
23. การนำความรู้ และวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ไป ใช้	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> นำข้อผิดพลาดไปปรับปรุงแก้ไขได้ สามารถประยุกต์ในชีวิตประจำวันได้ นำความรู้ที่ได้จากการทดลองไปใช้ประโยชน์ได้ สามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้กับการทดลองอื่นๆได้ <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

ตอนที่ 4 กิจนึสัยในการทดลอง

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
24. เตรียมตัวและ ศึกษาการทดลอง ล่วงหน้า	กลุ่มที่.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เข้าห้องปฏิบัติการก่อนหรือตรงเวลาเพื่อเตรียมตัวให้พร้อม 2. ใส่เสื้อผ้า รองเท้า และอุปกรณ์ป้องกันอย่างเรียบร้อยถูกต้อง 3. อ่านเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทดลองล่วงหน้าอย่างเข้าใจและรวดเร็ว 4. ให้ความสนใจการทดลองและพร้อมที่จะทดลอง <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>
	ชื่อ - สกุล						
	1.....	....	....	....	....	....
	2.....	....	....	....	....	....
	3.....	....	....	....	....	....
	4.....	....	....	....	....	....
	5.....	....	....	....	....	....
	6.....	....	....	....	....	....
	7.....	....	....	....	....	....
	8.....	....	....	....	....	....
9.....	....	....	....	....	....

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
25. ศึกษาสมบัติ กายภาพและ อันตรายของ สารเคมีทุกชนิด ที่ใช้ในการ ทดลอง	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....	....	....	....	....	....	<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ตั้งใจศึกษา อ่านชื่อ คุณสมบัติ และวิธีใช้ของสารเคมีก่อนนำไปทดลอง มีระบบระเบียบไม่เล่นกันระหว่างที่ทำการศึกษาสารเคมี หรือเตรียมสารเคมี วางสารเคมีไว้ที่ปลอดภัย สามัคคี ช่วยเหลือกันในการเตรียมสารเคมี และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
26. สวมถุงมือยาง และล้างมือให้ สะอาดทุกครั้ง	กลุ่มที่.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สวมถุงยางมือทุกครั้งเมื่อต้องทดลองกับสารเคมีอันตราย 2. ในแต่ละขั้นตอนเมื่อทดลองเสร็จจะต้องล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง 3. ระหว่างการทดลองไม่หยิบจับสิ่งทีนอกเหนือการทดลอง 4. เมื่อใช้ถุงมือเสร็จ ชักเก็บอย่างเป็นระเบียบ <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>
	ชื่อ - สกุล						
	1.....	....	....	....	....	....
	2.....	....	....	....	....	....
	3.....	....	....	....	....	....
	4.....	....	....	....	....	....
	5.....	....	....	....	....	....
	6.....	....	....	....	....	....
	7.....	....	....	....	....	....
	8.....	....	....	....	....	....
9.....	....	....	....	....	....

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
27. ตรวจสอบสภาพ เครื่องแก้วทุก ชิ้นก่อนนำไปใช้ งานทุกครั้ง	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....	....	....	....	....	....	<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบสภาพเครื่องแก้วที่ใช้ก่อนทดลองทุกครั้งอย่างละเอียดรอบคอบ 2. แจ้งให้อาจารย์ทราบเมื่อพบว่าเครื่องแก้วแตกหักหรือชำรุด 3. ใช้งานเครื่องแก้วรวมทั้งอุปกรณ์ทุกอย่างด้วยความระมัดระวัง 4. เมื่อใช้งานเสร็จล้างให้สะอาด เช็ดและจัดเก็บให้เป็นระเบียบทุกครั้ง <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
28.อ่านชื่อของ สารเคมีที่ฉลาก บนขวดให้แน่ใจ ว่าถูกต้อง	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ก่อนจะใช้สารเคมีทุกครั้งมีการอ่านฉลากบนขวดอีกรอบ 2. ถามอาจารย์ทันทีเมื่อเกิดความไม่แน่ใจเรื่องสารเคมี 3. รู้จักใช้สารเคมีให้ปลอดภัยอย่างระมัดระวัง 4. เก็บสารเคมีไว้ที่เดิมอย่างมีระเบียบเรียบร้อยหลังใช้งานเสร็จแต่ละครั้ง <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
29. ตรวจสอบ ก่อนใช้อุปกรณ์ ไฟฟ้า	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบเช็คอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างละเอียดรอบคอบก่อนใช้ทุกครั้ง 2. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างระมัดระวัง ตามวิธีการใช้อย่างเคร่งครัด 3. มีน้ำใจ ช่วยเหลือแนะนำเพื่อนที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่เป็น หรือไม่ถูกต้อง 4. ทำความสะอาดอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างถูกวิธี และจัดเก็บอย่างถูกต้องเมื่อใช้งานเสร็จ <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
30. ระมัดระวัง สารไวไฟ	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ปฏิบัติตามวิธีการใช้สารไวไฟอย่างเคร่งครัด ไม่ประมาทเมื่อต้องใช้สารไวไฟหรือสารมีพิษ ดับเต็อนหรือช่วยเหลือเพื่อนเมื่อเห็นว่าใช้สารไวไฟหรือสารมีพิษผิดวิธี ทำลายหรือจัดเก็บอย่างถูกวิธีทันทีที่ใช้งานเสร็จ <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
31. กำจัดของเสีย ที่เกิดขึ้นจาก การทดลอง	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....	....	....	....	....	....	<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> กำจัดของเสียหรือสารเคมีที่ใช้แล้วทันทีโดยไม่วางทิ้งไว้อย่างถูกวิธี ช่วยเหลือกันและรู้จักแบ่งหน้าที่รับผิดชอบอย่างเป็นระบบ สำรวจหาของเสียจากการทดลองที่วางตามที่ต่างๆ แนะนำวิธีการกำจัดหรือช่วยเหลือเพื่อนที่ไม่รู้วิธี <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
32. ล้างเก็บเครื่อง แก้วและอุปกรณ์ ต่างๆ ให้ เรียบร้อย	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....	....	....	....	....	....	<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ล้างเก็บเครื่องแก้วและอุปกรณ์ต่างๆ อย่างรับผิดชอบ โดยไม่ต้องสั่ง ล้างเก็บเครื่องแก้วและอุปกรณ์ต่างๆ อย่างตั้งใจ และถูกวิธี จัดเก็บอย่างเป็นระเบียบ หยิบจับใช้สะดวกในครั้งต่อไป ไม่ทำเฉยเมื่อเห็นเครื่องแก้วและอุปกรณ์ต่างๆ วางไว้อย่างไม่มีใครเก็บ <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
33. เช็ดโต๊ะ ปฏิบัติกรให้ สะอาดก่อนจาก ห้องปฏิบัติการ	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการ และพื้นที่หลังการทดลองเสร็จจนสะอาดเรียบร้อย 2. ตรวจสอบทำความสะอาดโต๊ะอื่นๆ และบริเวณต่างๆ จนสะอาด 3. ทำความสะอาดอย่างถูกวิธีและทั่วถึง 4. สามัคคี ไม่เกี่ยงและแบ่งงานกันรับผิดชอบ <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

รายการพฤติกรรม	นักเรียน (กลุ่ม/คน)	ผลการสังเกต					เกณฑ์การให้คะแนน
		5	4	3	2	1	
34. ตรวจสอบปลั๊กไฟ วาล์วน้ำ และ เก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ เรียบร้อย	กลุ่มที่..... ชื่อ - สกุล 1..... 2..... 3..... 4..... 5..... 6..... 7..... 8..... 9.....						<p><u>5 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบปลั๊กไฟ วาล์วน้ำ และเก็บอุปกรณ์เครื่องมือทุกครั้งก่อนออกจากห้อง 2. เมื่อพบว่ายังไม่เรียบร้อยก็ตรวจสอบเช็ค จัดเก็บจนเรียบร้อย 3. แจ้งให้อาจารย์ทราบเมื่อพบว่าอุปกรณ์ชำรุด เพื่อได้ดำเนินการซ่อมต่อไป 4. รอดจนกว่าทุกอย่างเรียบร้อยจึงออกจากห้องปฏิบัติการพร้อมกันทุกคน <p><u>4 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 1 ข้อ</p> <p><u>3 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 2 ข้อ</p> <p><u>2 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ 4 ข้อ โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอน 3 ข้อ</p> <p><u>1 คะแนน</u> เมื่อนักเรียนปฏิบัติได้โดยการแนะนำของอาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 ข้อ</p>

แบบทดสอบวัดความเข้าใจการทดลองสาระการเรียนรู้พื้นฐานเคมี

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 40 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อมี 5 ตัวเลือก ใช้เวลา 30 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และกิจนิสัยในการทดลอง ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจคำถาม โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
3. ในการตอบให้ทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบแต่ละข้อเพียงคำตอบเดียว
4. เมื่อนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้นักเรียนขีดเส้นทับคำตอบที่ไม่ต้องการแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในช่องคำตอบใหม่ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0		✗	✗		

5. ขอให้นักเรียนตอบแบบทดสอบให้ครบทุกข้อ เพราะแต่ละข้อมีความสำคัญเท่าเทียมกัน วัตถุประสงค์ของแบบทดสอบนี้เพื่อต้องทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองเพียงใด จึงไม่มีผลต่อคะแนนสอบวิชาใดๆ
6. ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการตอบข้อสอบเป็นอย่างดี

ขั้นเตรียม

1. ในการทดลองขั้นตอนใดไม่อยู่ในขั้นเตรียมการทดลอง
 - ก. สืบค้นข้อมูล
 - ข. ลำดับการบันทึกผล
 - ค. ระบุการใช้งานของเครื่องมือ
 - ง. การแปลความหมายของข้อมูล
 - จ. การตรวจสอบคุณสมบัติของสาร
2. การสืบค้นข้อมูลก่อนการทดลองอย่างไรถึงจะมีผลดีต่อการทดลองมากที่สุด
 - ก. สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต
 - ข. สืบค้นจากหนังสือหลายเล่ม
 - ค. สืบค้นล่องหน้าจากอินเทอร์เน็ต
 - ง. สืบค้นล่องหน้า และจากหลายแหล่ง
 - จ. สืบค้นข้อมูลจากผู้ที่ผ่านการทดลองมาแล้ว
3. การวางแผนการทดลองมีขั้นตอนอย่างไร
 - ก. สำรวจตรวจสอบ → สืบค้นข้อมูล → ออกแบบการทดลอง → สืบค้นข้อมูล
 - ข. สืบค้นข้อมูล → สำรวจตรวจสอบ → ระบุการใช้เครื่องมือ → ตรวจสอบสารเคมี
 - ค. สืบค้นข้อมูล → ออกแบบการทดลอง → ตรวจสอบสารเคมี → สำรวจตรวจสอบ
 - ง. ออกแบบการทดลอง → สำรวจตรวจสอบ → ระบุการใช้เครื่องมือ → สืบค้นข้อมูล
 - จ. ออกแบบการทดลอง → สืบค้นข้อมูล → สำรวจตรวจสอบ → ระบุการใช้เครื่องมือ
4. การออกแบบการทดลอง ประกอบด้วยอะไรบ้าง
 - ก. ปัญหา วัตถุประสงค์ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม
 - ข. ปัญหา วัตถุประสงค์ ตัวแปรต้น วิธีการทดลอง
 - ค. ปัญหา วัตถุประสงค์ วิธีการทดลอง ตารางบันทึกผล
 - ง. ปัญหา วัตถุประสงค์ ตัวแปรต้น วิธีการทดลอง ตารางบันทึกผล
 - จ. ปัญหา วัตถุประสงค์ ตัวแปรตาม วิธีการทดลอง ตารางบันทึกผล
5. การออกแบบการทดลองสำคัญอย่างไร
 - ก. ได้ผลการทดลองที่ดี
 - ข. ประหยัดเวลาและแรงงาน
 - ค. ได้ฝึกคิดวางแผนการทดลอง

- ง. ทำให้รู้ปัญหาของการทดลอง
- จ. การทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์
6. สิ่ง que แสดงถึงความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการทดลองมากที่สุดควรจะเป็นอย่างไร
- ก. เตรียมสารเคมีตามลำดับ
- ข. เตรียมสารเคมีได้อย่างถูกต้อง
- ค. จัดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง
- ง. ลำดับสารเคมีได้อย่างถูกต้องและตามคู่มือการทดลอง
- จ. จัดวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองลำดับก่อน – หลัง
7. สิ่งสำคัญที่สุดในการเตรียมสารเคมีเพื่อใช้ในการทดลองคืออะไร
- ก. จำนวนครบถ้วน
- ข. เตรียมสารเคมีถูกต้อง
- ค. อ่านชื่อและคุณสมบัติสารเคมีถูกต้อง
- ง. เรียงลำดับสารเคมีตามขั้นตอนการทดลอง
- จ. ใช้สารเคมีในการทดลองในปริมาณที่ถูกต้อง
8. สารเคมีที่ไม่ควรนำไปเตรียมเพื่อทดลองมากที่สุดมีลักษณะอย่างไร
- ก. เป็นสารไวไฟ
- ข. ราคาแพงเกินไป
- ค. เป็นสารอันตราย
- ง. เหลือปริมาณน้อย
- จ. ฉลากที่ขาดไม่ชัดเจน
9. หลักการเตรียมเครื่องมือการทดลองควรทำอย่างไร
- ก. ศึกษาตามคู่มือ ศึกษาเครื่องมือจริง ลงมือใช้เครื่องมือในการทดลอง
- ข. ศึกษาตามคู่มือ ลงมือใช้เครื่องมือ เลือกเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
- ค. ศึกษาตามคู่มือ ศึกษาการทดลอง ทดสอบเครื่องมือ เลือกใช้เครื่องมือในการทดลอง
- ง. ศึกษาตามคู่มือ ลงมือใช้เครื่องมือ เลือกเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ทดสอบเครื่องมือ
- จ. ศึกษาตามคู่มือ ศึกษาเครื่องมือจริง เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ทดสอบก่อนใช้
10. การสำรวจตรวจสอบอุปกรณ์ เครื่องมือก่อนการทดลองมีผลดีอย่างไร
- ก. ทดลองได้ถูกขั้นตอน
- ข. รู้ผลการทดลองล่วงหน้า

- ค. ทดลองได้โดยไม่ต้องคู่มือ
- ง. ออกแบบการทดลองได้ถูกต้อง
- จ. อาจพบอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ชำรุด

ขั้นปฏิบัติ

11. ในการดำเนินการทดลองสิ่งใดมีความสำคัญที่สุด
 - ก. การใช้เครื่องมือ
 - ข. ขั้นตอนในการทดลอง
 - ค. เทคนิคทางการทดลอง
 - ง. การหีบจับวัสดุอุปกรณ์
 - จ. การบันทึกผลการทดลอง
12. หัวใจสำคัญของการดำเนินการทดลองคืออะไร
 - ก. เสร็จตามเวลาที่กำหนด
 - ข. มีเทคนิคต่างๆ ในการทดลอง
 - ค. การทดลองตามขั้นตอนในคู่มือ
 - ง. ใช้ความสามารถส่วนตัวในการทดลอง
 - จ. การทดลองที่ให้ผลการทดลองที่ถูกต้อง
13. การทดลองมีลำดับขั้นตอนอย่างไร
 - ก. สังเกตและวัด → ดำเนินการทดลอง → จัดบันทึกผลการทดลอง
 - ข. ดำเนินการทดลอง → สังเกตและวัด → จัดบันทึกผลการทดลอง
 - ค. ดำเนินการตามขั้นตอน → สังเกตและวัด → จัดบันทึกผลการทดลอง
 - ง. สังเกตและวัด → จัดบันทึกผลการทดลอง → อภิปรายผลการทดลอง
 - จ. ดำเนินการตามขั้นตอน → สังเกตและวัด → อภิปรายผลการทดลอง
14. นอกจากทำให้การทดลองดำเนินไปในทิศทางที่ถูกต้องแล้ว เหตุใดเราจึงต้องดำเนินการทดลองตามขั้นตอนในคู่มือ
 - ก. ทำให้บันทึกผลการทดลองได้ง่าย
 - ข. ช่วยให้ประหยัดสารเคมีและเวลา
 - ค. จะทำให้ผลการทดลองถูกต้องทุกอย่าง
 - ง. ทำให้เป็นไปตามที่ออกแบบการทดลองไว้
 - จ. ช่วยลดอุบัติเหตุที่จะเกิดจากการทดลองผิดขั้นตอน

15. ในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ระหว่างการทดลองอย่างไรถูกต้องที่สุด
- เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ใหม่ๆ
 - เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่อยู่ใกล้มือ
 - เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เหลือๆ เพื่อประหยัด
 - เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการทดลองเท่านั้น
 - เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์
16. ทักษะในการใช้เครื่องมือในการทดลองที่ดีที่สุดควรเป็นอย่างไร
- ใช้เครื่องมือที่ไม่ชำรุด
 - ตรวจสอบเครื่องมือก่อนใช้ทุกครั้ง
 - ใช้เครื่องมือพร้อมกันหลายอย่างได้
 - ใช้เครื่องมือตามคำแนะนำของอาจารย์
 - ใช้เครื่องมือตรงตามวัตถุประสงค์การทดลอง
17. ในการทดลองหนึ่ง จะลดปริมาณสารเคมีลงครึ่งหนึ่งจากคู่มือการทดลองได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- ได้ เพราะประหยัดดี
 - ได้ เพราะไม่มีผลต่อการทดลอง
 - ได้ เพราะถ้าลดสัดส่วนอย่างอื่นด้วย
 - ไม่ได้ เพราะจะทำให้การทดลองเกิดความผิดพลาด
 - ไม่ได้ เพราะจะต้องทำการทดลองตามคู่มืออย่างเคร่งครัด
18. การวัดที่ดีในการทดลองควรเป็นไปอย่างไร
- ใช้วิธีการที่ทันสมัย
 - วัดด้วยความชำนาญ
 - ใช้อุปกรณ์การวัดถูกต้อง
 - วัดด้วยความคล่องแคล่ว รวดเร็ว
 - ใช้วิธีการตรงกับวัตถุประสงค์การทดลอง
19. การบันทึกผลระหว่างการทดลอง สิ่งใดควรให้ความสำคัญน้อยที่สุด
- ทัน่วงที
 - ตามลำดับ
 - ข้อมูลละเอียด

- ง. ข้อมูลต่อเนื่อง
- จ. ตรงตามความจริง
20. คำกล่าวใดถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับการทดลอง
- ก. การทดลองควรเป็นไปตามขั้นตอนการทดลองในคู่มือเท่านั้น
- ข. การใช้เครื่องมือการทดลองควรเลือกใช้เครื่องมือที่ถนัดเท่านั้น
- ค. การบันทึกผลการทดลองจะต้องบันทึกเฉพาะผลที่ถูกต้องเท่านั้น
- ง. ในการดำเนินการทดลองจะต้องมีเทคนิคลดขั้นตอนจะได้ประหยัดเวลา
- จ. การสังเกตผลการทดลองจะต้องสังเกตอย่างใช้วิจารณญาณจึงตัดสินใจ
- ขั้นผลงาน
21. ควรบันทึกผลการทดลองอย่างไร จึงได้ข้อมูลที่ดีที่สุด
- ก. บันทึกอย่างมีหลักการ
- ข. บันทึกตามวัตถุประสงค์
- ค. ตรวจสอบจากเพื่อนด้วย
- ง. บันทึกตามที่สังเกตและวัดได้
- จ. บันทึกผลตามคนอื่นที่ทดลองมาแล้ว
22. การจัดลำดับข้อมูลผลการทดลองอย่างไรถูกต้องที่สุด
- ก. จัดเรียงสวยงาม
- ข. เขียนเป็นตาราง
- ค. เรียงลำดับก่อน-หลัง
- ง. เรียงลำดับเข้าใจง่ายและถูกต้อง
- จ. จัดเรียงตามลำดับขั้นตอนการทดลอง
23. การรายงานผลการทดลองที่ดีควรเป็นอย่างไร
- ก. สะอาดสวยงาม
- ข. กะทัดรัด ถูกต้อง
- ค. เขียนสวย อ่านง่าย
- ง. รวดเร็ว ภาษาง่ายๆ
- จ. เรียงลำดับก่อน-หลัง

24. สิ่งสำคัญที่สุดในการจัดกระทำข้อมูลคืออะไร
- จัดทำอย่างรวดเร็ว
 - จัดกระทำตามขั้นตอน
 - จัดทำอย่างคล่องแคล่ว
 - จัดกระทำตามวิธีที่ถูกต้อง
 - จัดกระทำตามวัตถุประสงค์การทดลอง
25. คำกล่าวใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง
- การวิเคราะห์ข้อมูลมีผลต่อการทดลอง
 - การวิเคราะห์ที่ดีจะต้องวิเคราะห์ได้อย่างละเอียด
 - การวิเคราะห์จะต้องใช้วิธีที่ถูกต้องผลจึงจะน่าเชื่อถือ
 - ถ้าการทดลองถูกต้องผลการวิเคราะห์จะต้องเสมอ
 - วัตถุประสงค์การทดลองมีผลต่อการเลือกวิธีวิเคราะห์ผล
26. การสรุปผลการทดลอง ควรจะเป็นไปในลักษณะใด
- สรุปผลที่ถูกต้อง
 - สรุปให้สละสลวย ดูดี
 - สรุปแบบย่อ กะทัดรัด
 - สรุปตามผลการทดลอง
 - สรุปแบบบรรยายรายละเอียด
27. ทำไมต้องแปลความหมายข้อมูลการทดลอง
- สรุปผลได้ง่ายขึ้น
 - สะดวกต่อการอ่าน
 - เข้าใจข้อมูลได้ตรงกัน
 - บ่งบอกถึงความสำเร็จ
 - เพราะถูกต้องตามขั้นตอนการทดลอง
28. เพราะเหตุใด จึงต้องทำนายแนวโน้มในอนาคตจากผลการทดลอง
- เพราะการทดลองไม่ได้มีครั้งเดียว
 - เพราะทำให้การทดลองมีคุณภาพ
 - เพราะสามารถทำให้รู้ข้อผิดพลาดได้
 - เพราะสามารถทำนายการทดลองในอนาคต

- จ. เพราะได้ปรับปรุงแก้ไขการทดลองในครั้งต่อไป
29. จากการทดลองควรนำสิ่งใดไปใช้ประโยชน์
- วิธีการทดลอง
 - ผลการทดลอง
 - ผลสรุปและผลอภิปราย
 - ผลสรุปจากการทดลอง
 - วิธีการทดลองและผลการทดลอง
30. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนถูกต้อง
- จัดลำดับ → รายงานผล → สรุปผล → แปลความหมาย
 - จดบันทึก → จัดลำดับ → จัดกระทำ → แปลความหมาย
 - รายงานผล → จัดลำดับ → สรุปผล → แปลความหมาย
 - จดบันทึก → จัดกระทำ → จัดลำดับ → แปลความหมาย
 - จดบันทึก → จัดกระทำ → รายงานผล → แปลความหมาย

กึณินสัย

31. นักเรียนควรปฏิบัติตนอย่างไรก่อนเริ่มทำการทดลอง
- ใส่เสื้อคลุม เตรียมสารเคมี
 - แต่งกายถูกต้อง วางแผนกันในกลุ่ม
 - แต่งกายถูกต้อง อ่านคู่มือการทดลอง
 - แต่งกายถูกต้อง ทำการทดลองล่วงหน้า
 - แต่งกายเรียบร้อย เข้าห้องปฏิบัติการตรงเวลา
32. นักเรียนคิดว่า ควรแต่งกายแบบใด เมื่อเข้าห้องทดลอง
- สวมรองเท้าหุ้มส้น มัดผมเรียบร้อย สวมถุงมือยาง
 - สวมรองเท้าหุ้มส้น สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ สวมแว่นสายตา
 - สวมรองเท้าหุ้มส้น สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ มัดผมเรียบร้อย
 - สวมรองเท้าเปิดส้น สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ มัดผมเรียบร้อย
 - สวมรองเท้าเปิดส้น สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ ผูกเนคไทเรียบร้อย
33. ถ้าสารเคมีหกถูกขาเป็นบริเวณกว้างนักเรียนจะทำอย่างไรเป็นอันดับแรก
- เตรียมตัวไปหาหมอทันที
 - รีบไปแจ้งอาจารย์ให้ทราบทันที

- ค. รีบไปชะล้างด้วยน้ำที่ไหลแรงทั้งเสื้อผ้า
 ง. ถอดเสื้อนอกออก แล้วล้างด้วยน้ำไหลแรง
 จ. เตรียมตัวไปอาบน้ำ ชำระร่างกายให้สะอาด
34. นักเรียนมีการแบ่งงานอย่างไร เพื่อให้การทดลองเป็นกลุ่มมีประสิทธิภาพที่สุด
- ก. ทุกคนทำตามหัวหน้ากลุ่ม
 ข. แบ่งกันทดลองคนละขั้นตอน
 ค. ทุกคนมีส่วนร่วมกันทุกขั้นตอน
 ง. ต่างคนต่างทำเพราะเป็นการฝึกตนเอง
 จ. แบ่งหน้าที่กันแล้วรับผิดชอบของตัวเอง
35. นักเรียนคิดว่าความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับความสะอาดเป็นอย่างไร
- ก. ล้างมือทุกครั้งหลังการทดลอง
 ข. ล้างมือทุกครั้งก่อนทำการทดลอง
 ค. ล้างอุปกรณ์ทุกครั้งก่อนการทดลอง
 ง. ล้างมือทุกครั้งหลังการทดลองทุกขั้นตอน
 จ. ล้างอุปกรณ์ที่ใส่สารเคมีหลังใช้เสร็จทุกครั้ง
36. การปฏิบัติตัวแบบใดไม่ถูกต้องในการทดลอง
- ก. ล้างมือด้วยสบู่ทุกครั้ง
 ข. เอาสมุดมาจดบันทึกผล
 ค. ทำการทดลองอย่างรวดเร็ว
 ง. ทำการทดลองเพิ่มเติมจากเดิม
 จ. สวมแว่นสายตาแทนคอนแทกเลนส์
37. นักเรียนควรจะปฏิบัติตัวอย่างใดในการทดลองจึงจะเรียกว่าไม่ประมาท
- ก. ไม่นำสารเคมีทุกชนิดเข้าใกล้ไฟ
 ข. สวมคอนแทกเลนส์เพื่อป้องกันสายตา
 ค. ดัดแปลงเครื่องแก้วที่แตกมาใช้ประโยชน์
 ง. นำเฉพาะเครื่องมือมารับประทานในห้องปฏิบัติการ
 จ. ล้างมือด้วยสบู่ทุกครั้งที่ต้องทดลองกับสารกัดกร่อน

38. นักเรียนคิดว่าความรับผิดชอบในการทดลองควรจะเป็นอย่างไร
- ก. ล้างอุปกรณ์ทุกอย่างคนเดียว
 - ข. แบ่งงานให้เพื่อนทำความสะอาด
 - ค. รอให้เพื่อนล้างเสร็จแล้วช่วยเช็ด
 - ง. เก็บกวาดโต๊ะปฏิบัติการของกลุ่มอื่น
 - จ. กำจัดของเสียทันทีเมื่อไม่ใช้งานแล้ว
39. นักเรียนคิดว่าการปฏิบัติใดเกี่ยวกับการล้างอุปกรณ์การทดลองไม่ถูกต้องที่สุด
- ก. ล้างอุปกรณ์ตามลำดับ
 - ข. ล้างอุปกรณ์ด้วยน้ำเปล่า
 - ค. ล้างอุปกรณ์อย่างรวดเร็ว
 - ง. ล้างอุปกรณ์โดยไม่ถามใคร
 - จ. ล้างอุปกรณ์เฉพาะของตนเอง
40. นักเรียนคิดว่าการปฏิบัติใดก่อให้เกิดอันตรายมากที่สุด
- ก. กำจัดของเสียไม่ถูกวิธี
 - ข. ทำสารไวไฟหกแล้วลื้มเช็ด
 - ค. ไม่สวมเสื้อคลุมตลอดเวลา
 - ง. ทดลองสารมีพิษในตู้ดูดควัน
 - จ. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าโดยไม่ตรวจสอบ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล	นางสาวขวัญสุดา ภูวะการ
วันเดือนปีเกิด	15 เมษายน 2523
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	156 หมู่ 7 ตำบลท่าจี้ว อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2541	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพรหมศรีพิทยาคม อำเภอพรหมศรี จังหวัดนครศรีธรรมราช
พ.ศ. 2545	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี) สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
พ.ศ. 2550	การศึกษามหาบัณฑิต (การวัดผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา