

371.26Z

๘ ๗ 110

๕.3

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร

ปริญญานิพนธ์

ของ

เชียตฟ้า แซ่ฉิน

1 พ.ย. 2537

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

มีนาคม 2537

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

190991

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญาโทฉบับนี้แล้ว เห็น  
สมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก  
การวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วัลภา วิศาลภรณ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วัลภา วิศาลภรณ์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ ชุติ วงศ์รัตนะ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญาโทฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิริญา พูลสุวรรณ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2537

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก  
"ทศศาสตราจารย์ ดร.ชวาล แพ้วัดกุล"  
ผู้วิจัยขออภิวาไรภักดิ์พระคุณในครั้งนี้

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำให้ข้อคิดเห็น และ  
แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ และ  
รองศาสตราจารย์ วัลญา วิศาลภรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ  
โอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอ  
แนะเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ อาจารย์ยุพา  
มานะจิตต์ อาจารย์สุมล กะษามาศ อาจารย์เสกสรรค์ กะษามาศ อาจารย์ศิลป์ชัย  
ศิลป์วัตร ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า พร้อมทั้งให้  
คำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครู-อาจารย์ ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่ม  
ตัวอย่าง ขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี  
และขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ทุกคน ที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในการ  
ทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอโน้มราลึงถึงพระคุณของบิดา มารดา ครู-อาจารย์ ที่อบรม  
สั่งสอน ให้ความเมตตา และให้กำลังใจสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

เชียดฟ้า แซ่จิ้น

## สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
	ความหมายของแบบทดสอบวินิจัย.....	7
	ลักษณะของแบบทดสอบวินิจัย.....	8
	เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัย.....	12
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจัย.....	15
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	20
	ประชากร.....	20
	กลุ่มตัวอย่าง.....	20
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	24
	วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ.....	24
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	42
	วิธีจัดการหาค่ากับข้อมูล.....	43
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	43

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	47
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	138
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	138
กลุ่มตัวอย่าง.....	138
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	138
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	139
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	139
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	140
อภิปรายผล.....	151
ข้อเสนอแนะ.....	155
บรรณานุกรม.....	156
ภาคผนวก.....	161
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	262

## บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาด โรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียน.....	21
2	กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาด โรงเรียน โรงเรียน และครั้งที่ใช้ทดสอบ...	22
3	วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม วิชาเคมี ว 431 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1	26
4	วิเคราะห์ค่าตอบผิดและจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี ฉบับที่ 1 จากการทดสอบสำรวจ.....	47
5	วิเคราะห์ค่าตอบผิดและจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี ฉบับที่ 2 จากการทดสอบสำรวจ.....	52
6	วิเคราะห์ค่าตอบผิดและจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี ฉบับที่ 3 จากการทดสอบสำรวจ.....	55
7	วิเคราะห์ค่าตอบผิดและจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี ฉบับที่ 4 จากการทดสอบสำรวจ.....	61
8	วิเคราะห์ค่าตอบผิดและจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี ฉบับที่ 5 จากการทดสอบสำรวจ.....	64
9	วิเคราะห์ค่าตอบผิดและจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี ฉบับที่ 6 จากการทดสอบสำรวจ.....	71
10	วิเคราะห์ค่าตอบผิดและจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี ฉบับที่ 7 จากการทดสอบสำรวจ.....	80
11	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 1 จากการทดสอบครั้งที่ 1.....	85
12	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 2 จากการทดสอบครั้งที่ 1.....	86
13	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 3 จากการทดสอบครั้งที่ 1.....	87

14	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 4 จากการทดสอบครั้งที่ 1.....	88
15	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 5 จากการทดสอบครั้งที่ 1.....	89
16	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 6 จากการทดสอบครั้งที่ 1.....	91
17	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 7 จากการทดสอบครั้งที่ 1.....	93
18	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 1 จากการทดสอบครั้งที่ 2.....	95
19	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 2 จากการทดสอบครั้งที่ 2.....	96
20	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 3 จากการทดสอบครั้งที่ 2.....	97
21	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 4 จากการทดสอบครั้งที่ 2.....	98
22	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 5 จากการทดสอบครั้งที่ 2.....	99
23	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 6 จากการทดสอบครั้งที่ 2.....	100
24	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 7 จากการทดสอบครั้งที่ 2.....	102
25	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ทั้ง 7 ฉบับ จากการทดสอบ ครั้งที่ 3.....	103
26	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 1 จากการทดสอบครั้งที่ 3.....	104

ตาราง	หน้า	
27	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 2 จากการทดสอบครั้งที่ 3.....	105
28	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 3 จากการทดสอบครั้งที่ 3.....	106
29	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 4 จากการทดสอบครั้งที่ 3.....	107
30	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 5 จากการทดสอบครั้งที่ 3.....	108
31	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 6 จากการทดสอบครั้งที่ 3.....	109
32	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 7 จากการทดสอบครั้งที่ 3.....	111
33	คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ทั้ง 7 ฉบับ.....	112
34	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ทั้ง 7 ฉบับ.....	114
35	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาเคมี ฉบับที่ 1 เรื่องระบบเปิดระบบปิดจากการทดสอบครั้งที่ 3	115
36	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาเคมี ฉบับที่ 2 เรื่องอัตราส่วน โดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสาร ประกอบจากการทดสอบครั้งที่ 3.....	118
37	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาเคมี ฉบับที่ 3 เรื่องมวลอะตอม จากการทดสอบครั้งที่ 3.....	120
38	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาเคมี ฉบับที่ 4 เรื่องขนาดโมเลกุล จากการทดสอบครั้งที่ 3.....	124
39	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาเคมี ฉบับที่ 5 เรื่องมวลโมเลกุล จากการทดสอบครั้งที่ 3.....	126

40	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาเคมี ฉบับที่ 6 เรื่องโมล จากการทดสอบครั้งที่ 3.....	130
41	วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาเคมี ฉบับที่ 7 เรื่องสูตรเคมีและสมการเคมี จากการทดสอบ ครั้งที่ 3.....	135
42	ค่าฟังก์ชันของคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ.....	163
43	ค่าความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	165
44	ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	167
45	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1	170
46	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2	174
47	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3	177
48	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 4	182
49	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 5	184
50	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 6	190
51	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 7	196

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ลำดับขั้นการสร้างแบบทดสอบวินิจัย.....	25

โดยเริ่มจัดวิชาให้แก่นักเรียนเป็นครั้งแรกในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การจัดการเรียนการสอนมุ่งให้ผู้เรียนทุกคนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด แต่เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถ ความถนัด และความสนใจแตกต่างกัน (ศึกษาธิการ, 2534 : 23) จึงทำให้เกิดปัญหานักเรียนมีข้อบกพร่องหรือความยุ่งยากในการเรียน หากไม่ได้ดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านี้ก็จะทับถมทวีขึ้นไปเรื่อย ๆ โดยเฉพาะในเนื้อหาวิชาที่มีลำดับชั้นของเนื้อหา กล่าวคือ เนื้อหาในตอนหลัง ๆ จะต้องอาศัยความรู้ มโนภาพ หลักการจากตอนต้น ๆ (บุญชม ศรีสะอาด, 2523 : 9) วิชาเคมีก็เป็นวิชาหนึ่งที่มีลักษณะเช่นนี้ ดังนั้นหากนักเรียนเกิดความล้มเหลวในการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก็ย่อมส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการเรียนในระดับต่อไป ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องศึกษาหาจุดบกพร่อง เพื่อจะได้ดำเนินการสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนสามารถบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้

การที่ครูผู้สอนจะค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนแต่ละคน เพื่อที่จะซ่อมเสริมให้ตรงจุดได้นั้น อาจใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การสำรวจความรู้พื้นฐานก่อนเรียน การทดสอบระหว่างเรียน การสังเกต การสัมภาษณ์ เป็นต้น และเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยในการวินิจฉัยข้อบกพร่อง ตลอดจนสาเหตุของความไม่รู้ไม่เข้าใจได้คือ แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test) เพราะแบบทดสอบวินิจฉัยมีจุดมุ่งหมายสำคัญคือ ค้นหาจุดบกพร่องหรือความไม่สำเร็จในการเรียนวิชาต่าง ๆ (Ebel, 1965 : 449) ว่า เนื้อหาเรื่องใด แนวคิดใดที่ยากเกินไปสำหรับนักเรียน นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจในแนวคิดใด ความรู้ความเข้าใจในแนวคิดใดที่สับสน คลาดเคลื่อน หรือผิดไปอย่างไร นักเรียนขาดองค์ประกอบของความรู้ใดจึงทำให้เกิดความสับสน คลาดเคลื่อนหรือเข้าใจผิด (มาลินี นิ่มเสมอ, 2532 : 34)

การสอนที่มีการสอบโดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัย และสอนสิ่งที่พบว่ายังมีความบกพร่องให้กับนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียน เป็นวิธีการที่บลูม (Bloom, 1971 : 43 - 57) ได้ใช้ในกระบวนการเรียนการสอนของการเรียนเพื่อรอบรู้ (Mastery Learning) ซึ่งปรากฏว่าวิธีนี้สามารถทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ ได้มาตรฐานที่กำหนด ดังที่ลินด์ควิสต์ (Lindquist, 1951: 37) ได้กล่าวถึงข้อดีของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียนได้มากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น
2. ช่วยให้ผู้ครูผู้สอนองค์ประกอบที่สำคัญ กระบวนการที่จำเป็น ตลอดจนอุปสรรคในการเรียนการสอน

3. ประหยัดเวลาและแรงงานของครู ทำให้มีเวลาเอาใจใส่นักเรียนแต่ละคนได้มากขึ้น

4. ช่วยให้ครูรู้จักจุดบกพร่องของตน และสามารถปรับปรุงการเรียนได้ตรงจุด จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวินิจัยมีประโยชน์อย่างมากในการเรียนการสอน ช่วยให้ทราบจุดบกพร่องของผู้เรียน ทำให้ดำเนินการแก้ไขได้ตรงจุด และเป็นผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนมากขึ้น และจากการศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจัยที่ผ่านมา พบว่ายังไม่มีผู้ใดสร้างแบบทดสอบวินิจัยเคมี ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากเป็นระดับชั้นแรกที่มีการเรียนการสอนเคมี และเป็นการเริ่มต้นใช้หลักสูตรใหม่ โดยสร้างในเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ซึ่งจัดเป็นเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานสำคัญที่จะเรียนในระดับถัดไป และพบว่าเนื้อหานี้ยังเป็นปัญหาต่อผู้เรียนเพื่อใช้ในการค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียน และจะได้ดำเนินการแก้ไขให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และสำเร็จผลตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

#### จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียน วิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นในด้าน ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น
3. เพื่อหาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

#### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะทำให้

1. ได้แบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ทำให้ผู้สอนทราบถึงจุดบกพร่องของนักเรียน เพื่อให้เป็นแนวทางในการสอนซ่อมเสริม และเป็นแนวทางสำหรับปรับปรุงกระบวนการสอนให้เหมาะสม รวมทั้งเป็นแนวทางสำหรับการสร้างแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมีเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์-คณิต ปีการศึกษา 2535 - 2536 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร จำนวน 15,037 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์-คณิต ปีการศึกษา 2535 - 2536 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,137 คน ซึ่งได้มาจากประชากรโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีขนาดของโรงเรียนเป็นชั้น และห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม
3. เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เป็นวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ตามหลักสูตรวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปี พ.ศ. 2533 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบสำรวจ หมายถึง แบบทดสอบแบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยยึดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ใช้เพื่อรวบรวมคำตอบผิด และจุดบกพร่องต่าง ๆ ในการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ของนักเรียน
2. แบบทดสอบวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 7 ฉบับ โดยใช้ข้อความเช่นเดียวกับแบบทดสอบสำรวจ และตัวลงได้มาจากคำตอบผิดที่นักเรียนส่วนมากตอบในแบบทดสอบสำรวจ
3. จุดบกพร่อง หมายถึง ความผิดพลาดที่เกิดจากการทำแบบทดสอบที่เกี่ยวกับเนื้อหา หลักการ ทฤษฎี ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยพิจารณาจากการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย นักเรียนที่ทำได้น้อยกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำในหน่วยการสอนใดถือว่าบกพร่องในหน่วยการสอนนั้น และพิจารณาหาจุดบกพร่องในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในหน่วยการสอนนั้น ๆ

4. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย หมายถึง คุณภาพด้านความยาก อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง ดังนี้

4.1 ความยากของข้อสอบ หมายถึง สัดส่วนของคนทำข้อสอบในแต่ละข้อ ถูกเมื่อเทียบกับจำนวนคนที่เข้าสอบทั้งหมด ในการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

4.2 อำนาจจำแนกของแบบทดสอบ หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อสอบแต่ละข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งนี้ คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .00 ขึ้นไป

4.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ในการได้คะแนนของนักเรียนแต่ละคนที่ทำแบบทดสอบฉบับเดียวกัน ในการวิจัยครั้งนี้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 7 ฉบับ โดยคำนวณจากสูตรของโลเวทท์

4.4 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หมายถึง คุณสมบัตินี้ของแบบทดสอบที่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ นั่นคือ วัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หาได้โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ตามวิธีของโรวีเนลลีและแฮมเบิลตัน โดยผู้เชี่ยวชาญทางวิชาเคมีเป็นผู้พิจารณาตัดสินว่า สร้างแบบทดสอบได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้น โดยยึดเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่ แบบทดสอบที่ถือว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมคือ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

5. คะแนนจุดตัด หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วยการสอน เพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่า นักเรียนจะผ่านหรือไม่ผ่านในหน่วยการสอนนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ เกณฑ์ขั้นต่ำกำหนดโดยคำนวณจากวิธีของแกลลัส

6. ผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหา หมายถึง ครูผู้ที่มีประสบการณ์ทางการสอนวิชาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาแล้ว ไม่น้อยกว่า 5 ปี และนักวัดผล จำนวน 5 คน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้แก่บุคคลต่อไปนี้

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัดผลการศึกษา

1. รศ. นิภา ศรีไพโรจน์
2. อ. ยุพา มานะจิตต์

ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาเคมี

1. อ. สุวิมล            กะชามาศ
2. อ. เสกสรรค์       กะชามาศ
3. อ. ศิลปชัย       ศิลวัตร

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

กระทรวงศึกษาธิการ ได้ปรับปรุงหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสภาพเศรษฐกิจสังคม และความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยได้กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) ไว้ว่า เป็นการศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาคุณภาพชีวิต และให้สามารถทำประโยชน์ให้กับสังคมตามบทบาทและหน้าที่ของตนในฐานะพลเมืองดีตามระบอบการปกครองแบบประชาธิปไตยที่มีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข (ศึกษาธิการ. 2534 : 1)

หลักสูตรดังกล่าวได้มีการปรับปรุงโครงสร้างของวิชาต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีการปรับปรุงโครงสร้างทั้งทางสาขาวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ โดยได้กำหนดจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (ศึกษาธิการ. 2534 : 109)

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไม่ใช่ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

ในสาขาวิชาต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์นั้น วิชาเคมีนับเป็นสาขาหนึ่งที่มีความสำคัญ และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทั้งยังเป็นพื้นฐานของวิชาที่สำคัญ ๆ เช่น แพทย์ พยาบาล เกษษกร เกษตรกร และวิศวกร เป็นต้น (นิวเบอรี เอน เอฟ. 2508 : 16)

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคำนี้ ผู้วิจัย ได้แบ่งออกเป็นหัวข้อ  
ดังนี้

1. ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย
2. ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย
3. เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

#### 1. ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย

แอทคินสัน (Atkinson. 1961 : 472) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาความไม่เข้าใจในการเรียนของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะในการอ่าน การเขียน และการคำนวณ เพื่อตอบคำถามว่าอะไรผิดและผิดเพราะสาเหตุใด

อดัมส์และเทอร์เกอร์สัน (Adams and Torgerson. 1964 : 39 - 40) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า คือแบบทดสอบที่ใช้เพื่อให้เห็นถึงความบกพร่องและสาเหตุแห่งความบกพร่อง

อีเบล (Ebel. 1965 : 449) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่อง หรือความไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนของนักเรียน

อนาสตาซี (Anastasi. 1968 : 404) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์ความเก่ง - อ่อน เป็นรายบุคคล และเป็นการบอกถึงสาเหตุของความอ่อนอันนั้นด้วย

ทอร์นไดค์ และเฮเกน (Thorndike and Hagen. 1969 : 649) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า คือแบบทดสอบที่รวบรวมปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิด

ความบกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ ไว้ในแบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดหาวิธีการสอนซ่อมเสริมที่ตรงจุด และเป็นการปรับปรุงความรอบรู้ (Mastery) ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นอีกด้วย

อาห์แมนน์ และกล็อค (Ahmann and Glock. 1975 : 18) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า คือแบบทดสอบที่ใช้หลังจากการให้การเรียนการสอนแล้ว จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยคือ ช่วยให้การเข้าถึงข้อบกพร่องเฉพาะที่เป็นพื้นฐานที่อยู่เบื้องหลังของนักเรียน

ชวาล แพร์ตกุล (2508 : 317) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่ค้นหาข้อบกพร่องในการเรียน เป็นแบบทดสอบเพื่อแก้ไขและส่งเสริมการเรียนของนักเรียน ตลอดจนปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

อนันต์ ศรีโสภณ (2515 : 5) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่มีจุดประสงค์เพื่อค้นหาจุดบกพร่อง และปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนของนักเรียน

สมศักดิ์ ลินธุระเวชญ์ (2522 : 1) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบเพื่อวัดจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องในแต่ละวิชา ผลของการสอบที่ได้จากแบบทดสอบวินิจฉัยจะนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และค้นหาสาเหตุแห่งความบกพร่องนั้นได้

บุญชม ศรีสะอาด (2523 : 10) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า คือ แบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่อง หรือจุดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรค (difficulty) ในการเรียนเรื่องหนึ่ง ๆ ของนักเรียนแต่ละคน

จากความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย ของนักการศึกษาที่กล่าวมาทั้งหมด พอสรุปได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่อง รวมทั้งสาเหตุของความบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคลในการเรียนวิชาต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข และสอนซ่อมเสริมนักเรียนได้ตรงจุด

### 1. ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่แตกต่างไปจากแบบทดสอบทั่ว ๆ ไป นักการศึกษา ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

อดัมส์และเทอร์เกอร์สัน (Adams and Torgerson. 1964 : 462) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยจะแยกออกเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ (Subtests) เพื่อวัดทักษะเฉพาะอย่างของการเรียนวิชาต่าง ๆ และจะต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจฉัยที่เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด

2. แบบทดสอบแต่ละฉบับย่อย จะต้องมามีปริมาณมากพอที่จะวัดความสามารถของแต่ละบุคคลได้อย่างมีความเชื่อมั่น

3. ปกติแบบทดสอบวินิจฉัยจะใช้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ ดังนั้นข้อสอบจึงมักมีจำนวนข้อมาก ๆ และเป็นข้อที่ค่อนข้างง่าย

4. เกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจฉัย เพราะว่าจุดประสงค์ที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบวินิจฉัยคือ เพื่อค้นหาว่าสิ่งใดที่นักเรียนไม่สามารถทำได้ และเกิดจากสาเหตุใด มากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

อาห์แมนน์ และกล็อค (Ahmann and Glock. 1967 : 364 - 365) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า

1. แบบทดสอบวินิจฉัยเน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นสำคัญ

2. เกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจฉัย

3. แบบทดสอบวินิจฉัยประกอบด้วย กลุ่มข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ แล้วรวบรวมคำตอบที่เป็นปัญหาซึ่งเกิดขึ้นกับนักเรียนส่วนมากไว้ค้นหาจุดบกพร่องต่อไป

4. แบบทดสอบวินิจฉัยมักใช้เพื่อแก้ปัญหาทางการเรียน ให้กับนักเรียนที่มีคะแนนต่ำจากแบบทดสอบ เพื่อสำรวจ

เพย์ (Payne. 1968 : 167) กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยว่า ควรมีลักษณะดังนี้

1. สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดประสงค์ของการสอน

2. ประกอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์รายละเอียดขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เรื่องนั้น

3. มีแนวทางในการแก้ไขจุดบกพร่องว่าควรแก้ไข ณ จุดใด

4. ใช้ทดสอบหลังจากการสอนเนื้อหาแต่ละเนื้อหาสิ้นสุดลง ซึ่งการทดสอบจะทดสอบเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้

บลูม (Bloom. 1971 : 91 - 92) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยว่า

1. เป็นแบบทดสอบที่ชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานและระดับการเรียนรู้ เพื่อคัดแยกเด็ก เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนและเพื่อหาว่านักเรียนคนใดต้องสอนซ่อมเสริม และซ่อมเสริมตรงจุดใด
2. ใช้เมื่อนักเรียนได้เรียนบทเรียนแต่ละบทสิ้นสุดลงแล้ว
3. ใช้ประเมินผล ได้ทั้งพฤติกรรมด้านความรู้ ความรู้สึก และด้านการปฏิบัติ
4. ประกอบด้วยข้อสอบจำนวนมากข้อ และเป็นข้อสอบที่ง่าย แต่ละข้อมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป
5. การประเมินคะแนนจากแบบทดสอบ อาจประเมินได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม
6. การรายงานคะแนนจากแบบทดสอบ จะรายงานในรูปเส้นภาพ (Profile) ของนักเรียนแต่ละคน ในแต่ละทักษะย่อย ๆ

สิงห์ (Singha. 1974 : 200 - 204) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยไว้ดังนี้

1. ต้องมีการวิเคราะห์และสัมพันธ์เนื้อหาอย่างระมัดระวัง
2. คำถามจะต้องมีจำนวนข้อมากพอที่จะครอบคลุมทุกจุดประสงค์ทางการเรียนที่ต้องการทดสอบ
3. คำถามมักเป็นคำถามที่ค่อนข้างง่าย
4. มีการจัดแยกคำถามไว้เป็นพวก ๆ ในแบบทดสอบย่อย ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มข้อสอบที่วัดในแต่ละจุดประสงค์ของการเรียนรู้ โดยจะมีการวิเคราะห์คะแนนในแต่ละส่วนย่อยของแบบทดสอบย่อย

กรอนลันด์ (Gronlund. 1976 : 139) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยไว้ดังนี้

1. ยึดจุดบกพร่องในการเรียนเป็นขอบข่ายของการวัด
2. ความบกพร่องที่จะวัดเป็นความบกพร่องเฉพาะอย่าง
3. ข้อสอบมีลักษณะง่าย
4. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน

ชวาล แพ้วัดกุล (2514 : 5 - 6) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยว่าแบบทดสอบวินิจจัยที่จะแยกข้อสอบแต่ละวิชาออกเป็นฉบับย่อย ๆ หลายฉบับ โดยมีเป้าหมาย

ที่จะวัดความรู้ความสามารถของนักเรียนเป็นด้าน ๆ ไป เพื่อให้ครอบคลุมทั้งเนื้อหา และ พฤติกรรมที่สำคัญ ๆ ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร คุณประโยชน์ของแบบทดสอบย่อย ๆ เหล่านี้ คือ สามารถช่วยให้ครูผู้สอนวินิจฉัยนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ว่า ใครมีสมรรถภาพเด่นด้อย ในด้านใดบ้าง เพื่อครูจะได้ช่วยแก้ไขปัญหาของนักเรียน ได้ตรงจุดยิ่งขึ้น

บุญชม ศรีสะอาด (2523 : 9 - 11) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย ไว้ดังนี้

1. มุ่งวัดเป็นเรื่อง ๆ หรือด้าน ๆ ไป ต้องอาศัยทักษะย่อยหลายทักษะก็อาจแบ่ง เป็นแบบทดสอบย่อย วัดตามทักษะย่อย ๆ นั้น
  2. มีคะแนนของแต่ละด้าน แต่ละตอน เพราะมุ่งค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน ดังนั้นคะแนนรวมของแต่ละคนจะไม่เป็นประโยชน์ในกรณีนี้
  3. มีข้อสอบหลาย ๆ ข้อที่วัดทักษะเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เพิ่มโอกาสทำผิดพลาดได้มากขึ้น อันจะช่วยให้สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้ อย่างเพียงพอ นั่นคือ ชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องที่แท้จริงได้อย่างชัดเจน
  4. มักเป็นแบบทดสอบระดมพลัง (Power Test)
  5. การสร้างแบบทดสอบจะสร้างจากรากฐานของการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้เรียนสำเร็จ และจากการศึกษาข้อผิดพลาดหรือความบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน
  6. ความเป็นมาตรฐานของแบบทดสอบอยู่ในรูปที่ว่า เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการ สอบอยู่ภายใต้สภาพการณ์เดียวกัน และการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย
- จากที่กล่าวมา สรุปลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัย ได้ดังนี้
1. เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นหลัก
  2. สร้างจากรากฐานการวิเคราะห์ทักษะและข้อบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน
  3. ข้อสอบแต่ละข้อได้มาจากการรวบรวมและวิเคราะห์จากคำตอบที่มีปัญหาของ นักเรียนส่วนใหญ่ จึงสามารถบ่งบอกสาเหตุของการตอบผิดได้
  4. แยกเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ หลายฉบับ แต่ละฉบับวัดทักษะเฉพาะอย่าง
  5. ในแต่ละฉบับย่อยจะมีข้อสอบมากข้อซึ่งวัดในทักษะเดียวกัน เพื่อให้สามารถ จำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องได้ชัดเจน
  6. เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย มีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป มักใช้กับนักเรียน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

7. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน
8. มีลักษณะเป็นแบบทดสอบระดมพลัง (Power Test)
9. การให้คะแนนแยกเป็นด้าน ๆ เพื่อค้นหาข้อบกพร่อง และไม่สนใจคะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน
10. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาความบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล

### 3. การสร้างแบบทดสอบวินิจัย

ในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยให้มีคุณภาพนั้น ลินด์ควิสต์ (Lindquist, 1951 : 37 - 38) ได้กล่าวถึงเกณฑ์ที่ควรพิจารณาในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจัยต้องสัมพันธ์กับหลักสูตร และมีความชัดเจนในจุดประสงค์ที่ต้องการสอบ
2. คำถามในแบบทดสอบต้องสร้างให้สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการทดสอบ
3. ทำการวิเคราะห์ข้อสอบอย่างละเอียด โดยอาศัยการทดลองและอุปกรณ์หรือความไม่เข้าใจในการเรียนเป็นหลัก
4. แบบทดสอบต้องสามารถวัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนได้อย่างเพียงพอ และต้องใช้ค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนได้
5. แบบทดสอบต้องเสนอแนะจุดบกพร่องในแต่ละองค์ประกอบทางการเรียนที่ทำการวัดได้อย่างถูกต้อง
6. แบบทดสอบต้องครอบคลุมกฎเกณฑ์ทางการเรียนรู้อย่างทั่วถึง
7. แบบทดสอบต้องสามารถทดสอบความบกพร่องทางการเรียนที่ผ่านมาได้ และสามารถสืบหาความบกพร่องนั้นจากเนื้อหาแต่ละตอนที่ทำการสอบได้
8. ความก้าวหน้าของเด็กแต่ละคนจะแสดงให้เห็นจากรายได้จากคำตอบที่แบบทดสอบทำการวัด

นอกจากนี้ สิงห์ (Singha, 1974 : 201 - 202) ยังได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการสร้างแบบทดสอบวินิจัยไว้ดังนี้

1. ในกรณีที่สร้างเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบหรือแบบตอบสั้น ๆ ควรมีจำนวนข้อไม่น้อยกว่า 3 ข้อ ในแต่ละเนื้อหาย่อย
2. ไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Blue - print) ทั้งนี้เพราะไม่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและวิธีการ
3. ไม่ต้องสร้างเกณฑ์ปกติในการวินิจฉัย เพราะจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบเพื่อค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุมากกว่าจะเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
4. แบบทดสอบวินิจฉัยจะเรียงข้อสอบตามเนื้อหา คือนำข้อสอบที่อยู่ในเนื้อหาเดียวกัน มารวมเข้าไว้ด้วยกัน โดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความยาก
5. แบบทดสอบวินิจฉัยอาจสร้างเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardize Test) หรือเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher - made Test) แต่แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นมักจะมีค่ามากกว่า เพราะประหยัดเวลาและกำลังงานมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบมาตรฐาน

สำหรับวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยนั้น นักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

ทอร์นไดค์ และเฮเกน (Thorndike and Hagen. 1969 : 269 - 271) กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยว่ามี 2 ขั้นตอน คือ

1. วิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาที่ต้องการทดสอบออกเป็นทักษะหรือองค์ประกอบย่อย ๆ
2. สร้างและปรับปรุงแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อให้สามารถค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละทักษะย่อย ๆ นั้นได้

กรอปเปอร์ (Groppe. 1974 : 145) กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. วางแผนในการสร้างแบบทดสอบ
2. เขียนข้อสอบ โดยใช้จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นเกณฑ์
3. หาสาเหตุที่ไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น
4. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และปรับปรุงแบบทดสอบ

สุเทพ สันติวารานนท์ (2532 : 71) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจัยในเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ
2. วิเคราะห์ทักษะที่จำเป็นและเนื้อหาวิชาอย่างละเอียด แล้วแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ
3. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective) ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด
4. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ในข้อสอบจะกำหนดให้นักเรียนหาคำตอบและสาเหตุของการเลือกตอบ ซึ่งในขั้นนี้ถือเป็นขั้นการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจหาสาเหตุของการเลือกตอบ
5. นำไปสอบกับนักเรียน ในกลุ่มที่ได้เรียนเนื้อหาชิ้นผ่านมาแล้ว
6. วิเคราะห์คำตอบ และหาสาเหตุของการไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ทั้งนี้เพื่อนำผลการวิเคราะห์มากำหนดสร้างตัวเลือกของแบบทดสอบวินิจัยต่อไป
7. เขียนข้อสอบ โดยตัวเลือกร่างจากสาเหตุของการเลือกตอบของนักเรียน
8. นำข้อสอบในขั้น 7 มารวบรวมเป็นฉบับแบบทดสอบวินิจัย แล้วนำไปทดลองใช้ และพัฒนาปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น

จากที่กล่าวมาพอสรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจัย ดังนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมาย และวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ
2. วิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ให้ชัดเจน
3. สร้างแบบทดสอบสำรวจ โดยเขียนข้อความตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้
4. นำไปสอบและวิเคราะห์คำตอบเพื่อหาสาเหตุของการไม่สัมฤทธิ์ผล
5. สร้างแบบทดสอบวินิจัย โดยใช้คำตอบผิดที่วิเคราะห์แล้วเป็นตัวลวง
6. นำแบบทดสอบไปใช้และพัฒนาแบบทดสอบ
7. เขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบ

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

สำหรับในประเทศไทยนั้น มีผู้สนใจสร้างแบบทดสอบวินิจัยกันมาก ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแบบทดสอบทางด้านวิชาคณิตศาสตร์ และภาษาไทย ส่วนทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ยังมีน้อย โดยเฉพาะด้านวิชาเคมี ยังไม่มีผู้ใดสร้าง ตัวอย่างงานวิจัยการสร้างแบบทดสอบวินิจัย เช่น

กัลยา กลิ่นเกษร (2527 : 81) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจัยในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมี 7 ฉบับ คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนที่และการบอกตำแหน่งวัตถุ

แบบทดสอบฉบับที่ 2 การย้ายตำแหน่งหรือการจัดและการบวกและลบเวกเตอร์

แบบทดสอบฉบับที่ 3 อัตราเร็วและความเร็ว

แบบทดสอบฉบับที่ 4 ความเร่ง

แบบทดสอบฉบับที่ 5 กฎการเคลื่อนที่ข้อ 1 ของนิวตัน

แบบทดสอบฉบับที่ 6 กฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน

แบบทดสอบฉบับที่ 7 กฎการเคลื่อนที่ข้อ 3 ของนิวตัน

ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวินิจัยมีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ .55 - .99 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.002 - .67 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ มีค่าเรียงลำดับดังนี้ .807, .716, .652, .702, .736, .700, .703 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ เรียงตามลำดับดังนี้ 9, 10, 10, 3, 6, 6, 5 สำหรับค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หาโดยผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาพิจารณา ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวินิจัยทั้งเจ็ดฉบับวัดเรื่องการเคลื่อนที่ และกฎการเคลื่อนที่ได้จริง

เอื้อ จานทอง (2527 : 92 - 95) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่

4 ประกอบด้วยแบบทดสอบ 7 ฉบับ คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 มวล แรง

แบบทดสอบฉบับที่ 2 การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่กระทำมุมต่อกัน

แบบทดสอบฉบับที่ 3 สมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง

แบบทดสอบฉบับที่ 4 จุดศูนย์กลางของมวลและจุดศูนย์กลางถ่วง

แบบทดสอบฉบับที่ 5 โยเมนต์ สมดุลต่อการหมุน และโมเมนต์ของแรงคู่ควบ

แบบทดสอบฉบับที่ 6 แรงเสียดทาน

แบบทดสอบฉบับที่ 7 สภาวะสมดุล

ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยมีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ .50 - .84 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .11 - .61 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับ มีค่าเรียงลำดับดังนี้ .63, .68, .60, .67, .76, .60 และ .66 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งเจ็ดฉบับ มีค่าเรียงลำดับดังนี้ 6, 6, 14, 7, 6, 9 และ 4 สำหรับค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หาโดยผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาพิจารณา ผลปรากฏว่าแบบทดสอบทั้งเจ็ดฉบับ วัดเรื่อง มวล แรง และสภาวะสมดุลได้จริง

นางลักษณ์ จรรยาธิษ (2532 : 98 - 101) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานของความเข้าใจในการอ่านภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยแบบทดสอบ 6 ฉบับ คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 คำสรพนาม

แบบทดสอบฉบับที่ 2 คำเชื่อม

แบบทดสอบฉบับที่ 3 คำขยาย

แบบทดสอบฉบับที่ 4 ส่วนประกอบของประโยค

แบบทดสอบฉบับที่ 5 การตั้งประโยคคำถาม

แบบทดสอบฉบับที่ 6 คำศัพท์

ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 6 ฉบับ มีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ .51 - .99 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ .19 - .98 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ .7226 - .9325 สำหรับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ หาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ใช้วัดทักษะพื้นฐานของความเข้าใจในการอ่านภาษาไทย ได้จริง

พรชัย หุ่นแก้ว (2532 : 84) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยแบบทดสอบ 4 ฉบับ คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวนและตัวเลข

แบบทดสอบฉบับที่ 2 สมการและการแก้สมการ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 ตัวประกอบของจำนวนนับ

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เศษส่วน

ผลการศึกษาพบว่า ความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .3040 - .7930 อำนาจ  
จำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .0572 - .8393 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่า .8376  
ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบหาโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบมี  
ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ส่วนสาเหตุความบกพร่องนั้น ปรากฏว่า ข้อบกพร่องที่พบมาก  
ได้แก่ นักเรียนตอบว่าสมการเป็นสมการที่เป็นจริง ร้อยละ 51.19 บวกเศษส่วน 2  
จำนวนเข้าด้วยกันตำแหน่งต่อตำแหน่งร้อยละ 48.81 และตอบว่าตัวประกอบของทุกจำนวน  
ที่กำหนดให้เป็นตัวคูณร่วมน้อยที่สุด ร้อยละ 41.11

เบญจา เขียวสม (2534 : บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตามพฤติกรรมการ  
การแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 5 ฉบับ  
คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ความสามารถในการแปลความหมายคำหรือข้อความที่โจทย์  
กำหนด

แบบทดสอบฉบับที่ 2 ความสามารถในการสร้างสมการ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา

แบบทดสอบฉบับที่ 4 ความสามารถในการใช้หลักการ - กฎเกณฑ์ไปใช้ในการ  
แก้ปัญหา

แบบทดสอบฉบับที่ 5 ความสามารถในการคำนวณ

ผลการศึกษาพบว่า ข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .51 - .79 มีค่าอำนาจ  
จำแนกอยู่ระหว่าง .29 - .70 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ เรียงลำดับ  
.89, .91, .89, .96 และ .95 คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับเท่ากัน คือ  
5 คะแนน ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หาโดยผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาพิจารณาค่า  
ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ผลปรากฏว่า ข้อสอบทุกข้อวัดได้  
ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดจริง

สำหรับในต่างประเทศ ได้มีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่  
ฟิลิปปินส์และเคมี ดังนี้

ปี 1975 สภาวิจัยการศึกษาของออสเตรเลีย (ACER, 1975 : Unpaged) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนในรัฐวิกตอเรีย (Victoria) แบบที่ 5 ประกอบด้วยแบบทดสอบ 18 ฉบับ แบ่งออกเป็นสองฉบับคือ A และ B ฉบับ A วัดความรู้และความเข้าใจพื้นฐานของเนื้อหา ฉบับ B วัดระดับที่ลึกลงไปแต่เนื้อหาเดียวกัน เนื้อหาในการสร้างครอบคลุมเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ลำดับ 1L มวลทางเคมี และมวลอะตอม
- 2L ทฤษฎีโมเลกุลของก๊าซ และพลังงานจลน์ของโมเลกุล
- 3L แรงระหว่างโมเลกุลและอะตอม
- 4L เทคนิคการทำให้บริสุทธิ์ และการวิเคราะห์
- 5L การวัดมวลที่ทำปฏิริยากัน
- 6L ความร้อนในปฏิริยาเคมี
- 7L กรดและเบส
- 8L ปฏิริยารีดอกซ์
- 9L ตารางธาตุ

ปี 1967 สภาวิจัยการศึกษาของออสเตรเลีย โดย เอน แอล วิลสัน (Wilson, 1967 : Unpaged) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความพร้อมทางฟิสิกส์ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัย ในการประเมินผลความพร้อมของนักเรียนที่จะเริ่มเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งแบบทดสอบต่าง ๆ จะประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 5 ฉบับ ดังนี้

- ฉบับที่ 1 การวัดตำแหน่ง เวลา การเคลื่อนที่
- ฉบับที่ 2 สสาร และความร้อน
- ฉบับที่ 3 แสงและเสียง
- ฉบับที่ 4 แรงโน้มถ่วง และพลังงาน
- ฉบับที่ 5 ไฟฟ้า และแม่เหล็ก

จากลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย และตัวอย่างงานวิจัยที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยมีประโยชน์อย่างมากในกระบวนการเรียนการสอน และยังไม่มีผู้ใดสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย 7 ฉบับดังนี้

- ฉบับที่ 1 ระบบเปิด ระบบปิด
- ฉบับที่ 2 อัตราส่วน โดยมวลของธาตุที่รวมกัน เป็นสารประกอบ
- ฉบับที่ 3 มวลอะตอม
- ฉบับที่ 4 ขนาดโมเลกุล
- ฉบับที่ 5 มวลโมเลกุล
- ฉบับที่ 6 โมล
- ฉบับที่ 7 สูตรเคมี และสมการเคมี

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์ - คณิต ปีการศึกษา 2535 - 2536 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 15,037 คน จากโรงเรียน 102 โรงเรียน แบ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 45 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 51 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดกลาง 6 โรงเรียน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จำนวน 1,137 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์ - คณิต ปีการศึกษา 2535 - 2536 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเลือกมาโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) คือ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ โรงเรียนขนาดใหญ่ และโรงเรียนขนาดกลาง มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ได้จำนวน 4 ห้องเรียน คือ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 2 ห้อง โรงเรียนขนาดใหญ่ 1 ห้อง และโรงเรียนขนาดกลาง 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 172 คน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์ - คณิต ปีการศึกษา 2535 - 2536 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเลือกมาโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ได้จำนวนห้องเรียน 24 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 965 คน ซึ่งได้ดำเนินการดังนี้

ชั้นที่ 1 ประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ปรากฏว่าต้องใช้กลุ่มตัวอย่าง 965 คน

ชั้นที่ 2 สํารวจโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร ที่เปิดสอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์ - คณิต ปรากฏว่ามีจำนวน 102 โรงเรียน แบ่งเป็น 3 ขนาดคือ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 45 โรงเรียน จำนวน 234 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 10,680 คน โรงเรียนขนาดใหญ่ 51 โรงเรียน จำนวน 110 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 4,177 คน และโรงเรียนขนาดกลาง 6 โรงเรียน จำนวน 6 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 180 คน

ชั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย โดยสุ่มจากโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 16 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 726 คน สุ่มจากโรงเรียนขนาดใหญ่ 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 211 คน สุ่มจากโรงเรียนขนาดกลาง 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 28 คน รวม 24 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 965 คน ดังรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 กลุ่มตัวอย่างจำนวนกตามขนาดโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียน

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
ใหญ่พิเศษ	ยานนาเวศวิทยาาคม	2	74
	ศึกษานารี	2	106
	หอวัง	1	44
	มัธยมวัดมกุฎกษัตริย์	2	84
	วัดนวลนรดิศ	1	42
	สายน้ำผึ้ง	1	52
	เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ	2	100
	สุวศักดิ์มนตรี	2	90
	สามเสนวิทยาลัย	1	47
	ศรีอยุธยา	1	45

ตาราง 1 (ต่อ)

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
ใหญ่	วิชิธรรมสาธิต	1	42
	วัดราชาธิวาส	2	69
	ฤทธิรงค์รอน	1	36
	วัดบวรมงคล	2	47
	มัธยมวัดตลิตาราม	1	26
	เทพศิรินทร์ร่มเกล้า	1	33
กลาง	สุวรรณพลับพลา	1	28
	รวม	24	965

ชั้นที่ 4 นำห้องเรียนที่สุ่มมาได้ทั้งหมด 24 ห้องเรียน มาสุ่มโดยการสุ่มอย่างง่าย เพื่อใช้ในการทดสอบแต่ละครั้ง ดังนี้ การทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 7 ห้องเรียน นักเรียน 295 คน การทดสอบครั้งที่ 2 จำนวน 7 ห้องเรียน นักเรียน 282 คน การทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 10 ห้องเรียน นักเรียน 388 คน ดังรายละเอียดตาราง 2

ตาราง 2 กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดโรงเรียน โรงเรียน และครั้งที่ให้ทดสอบ

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนนักเรียนในการทดสอบ		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ใหญ่พิเศษ	ยานนาเวศวิทยาคม	41		33
	ศึกษานารี	54	52	
	หอวัง	44		

ตาราง 2 (ต่อ)

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนนักเรียนในการทดสอบ		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ใหญ่พิเศษ	มัธยมวัดมกุฎกษัตริย์	40		44
	วัดนวลนรดิศ	42		
	สายน้ำผึ้ง			52
	เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ		49	51
	สุรศักดิ์มนตรี		46	44
	สามเสนวิทยาลัย			47
	ศรีอยุธยา		45	
ใหญ่	วชิรธรรมสาธิต		42	
	วัดราชาธิวาส	38		31
	ฤทธิณรงค์รอน	36		
	วัดบวรเม่งคล		22	25
	มัธยมวัดดสิตาราม		26	
กลาง	เทพศิรินทร์ร่วมเกล้า			33
	สุวรรณพลับพลา			28
	รวม	295	282	388

## เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบสำรวจ ลักษณะของแบบทดสอบจะมีโจทย์ข้อคำถามไว้เป็นข้อ ๆ และให้นักเรียนเติมคำตอบหรือแสดงวิธีทำลงในที่ว่างที่เว้นไว้ พร้อมทั้งบอกเหตุผลของการตอบ ใช้เพื่อสำรวจรวบรวมคำตอบผิด และจุดบกพร่องต่าง ๆ ของนักเรียน

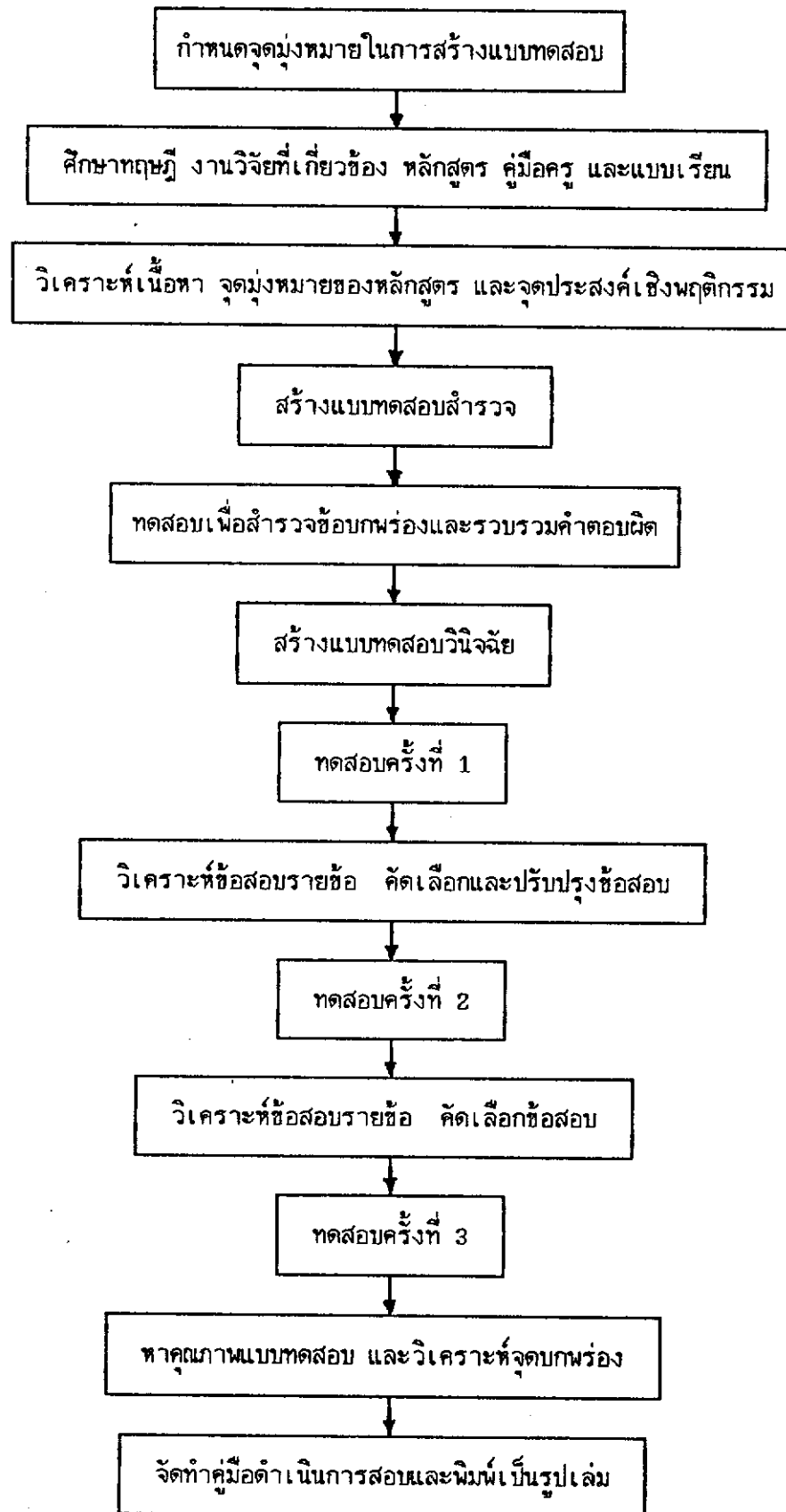
2. แบบทดสอบวินิจฉัย ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ข้อคำถามจะเป็นคำถามที่เหมือนกับแบบทดสอบสำรวจ ตัวลวงได้จากคำตอบผิดจากแบบทดสอบสำรวจ และบอกสาเหตุการตอบในแต่ละตัวลวง เพื่อใช้ในการวินิจฉัยจุดบกพร่องในการตอบ

แบบทดสอบทั้งสองฉบับสร้างขึ้นโดยยึดเนื้อหาและจุดประสงค์วิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรวิชาเคมี 431 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 โดยแบ่งเป็นฉบับย่อย ๆ ดังนี้

- |           |   |
|-----------|---|
| ฉบับที่ 1 | ระบบเปิด ระบบปิด                              |
| ฉบับที่ 2 | อัตราส่วน โดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ |
| ฉบับที่ 3 | มวลอะตอม                                      |
| ฉบับที่ 4 | ขนาดโมเลกุล                                   |
| ฉบับที่ 5 | มวลโมเลกุล                                    |
| ฉบับที่ 6 | โมล   |
| ฉบับที่ 7 | สูตรเคมี และสมการเคมี                         |

## วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ตามลำดับชั้นดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

จากภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียน จะได้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน และการสอนซ่อมเสริมให้เหมาะกับนักเรียนเป็นรายบุคคล

2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อให้เป็นแนวทางในการสร้าง พร้อมทั้งศึกษาหลักสูตร คู่มือครู และหนังสือแบบเรียนวิชาเคมี ว 431 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อหาขอบเขตของเนื้อหาในการสร้างแบบทดสอบ

3. วิเคราะห์เนื้อหา จุดมุ่งหมายของหลักสูตร และจุดประสงค์รายวิชาของวิชาเคมี ว 431 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 สร้างเป็นตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม ดังรายละเอียดในตาราง 3

ตาราง 3 วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม วิชาเคมี ว 431 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1

เนื้อหา	พฤติกรรม	ความรู้ ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้
1. ระบบเปิด ระบบปิด		/	/	/
2. อัตราส่วน โดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบ				/
3. มวลอะตอม		/		/
4. ขนาดโมเลกุล				/
5. มวลโมเลกุล		/		/
6. โมล				/
7. สูตรเคมี และสมการเคมี		/	/	/

จากการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาเคมี ว 431 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ประกอบ  
ด้วยเนื้อหาย่อย ๆ 7 เรื่อง และพฤติกรรม 3 พฤติกรรม ผู้วิจัยได้เขียนจุดประสงค์เชิง  
พฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์รายวิชาและพฤติกรรมดังนี้

#### เนื้อหาที่ 1 ระบบเปิดระบบปิด

##### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของระบบเปิด ระบบปิดได้
2. เมื่อกำหนดระบบของการทดลองมาให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่า ระบบใด  
เป็นระบบเปิด และระบบใดเป็นระบบปิด
3. เมื่อกำหนดมวลของสารในปฏิกิริยาเคมีมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหา  
มวลของสารในปฏิกิริยาที่ยังไม่ทราบค่า โดยใช้กฎทรงมวลได้

#### เนื้อหาที่ 2 อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ

##### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถคำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุ จากอัตราส่วนที่กำหนด  
ให้ โดยใช้กฎสัดส่วนคงที่ได้
2. เมื่อกำหนดอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมเป็นสารประกอบมาให้ นักเรียน  
สามารถคำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยา โดยใช้กฎสัดส่วนคงที่ได้

#### เนื้อหาที่ 3 มวลอะตอม

##### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของมวลอะตอม และมวลของธาตุ 1  
อะตอมได้
2. เมื่อกำหนดมวลอะตอมของธาตุมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลของธาตุ  
นั้น 1 อะตอมได้
3. เมื่อกำหนดมวลของธาตุ 1 อะตอมมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวล  
อะตอมของธาตุนั้นได้
4. เมื่อกำหนดมวลอะตอม และปริมาณของไอโซโทปต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติ  
มาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้

#### เนื้อหาที่ 4 ขนาดไมเลกุล

##### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เมื่อกำหนดข้อมูลจากการทดลองคือ ความเข้มข้นของสารละลาย เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่แผ่ออกไป และจำนวนหยดของสารละลายปริมาตร  $1 \text{ cm}^3$  มาให้นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตรของกรดในสารละลาย 1 หยด พื้นที่ของกรดที่แผ่บนผิวน้ำ เส้นผ่านศูนย์กลางของไมเลกุล และปริมาตรของกรด 1 ไมเลกุลได้

#### เนื้อหาที่ 5 มวลไมเลกุล

##### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของมวลไมเลกุล และมวลของสาร 1 ไมเลกุลได้
2. เมื่อกำหนดมวลไมเลกุลของสารประกอบมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลของสารประกอบ 1 ไมเลกุลได้
3. เมื่อกำหนดมวลของสารประกอบ 1 ไมเลกุลมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลไมเลกุลของสารประกอบได้
4. เมื่อกำหนดมวลอะตอม และจำนวนอะตอมของธาตุดังประกอบที่มีอยู่ในสารประกอบ 1 ไมเลกุล หรือสูตรไมเลกุลมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลไมเลกุลของสารประกอบนั้นได้

#### เนื้อหาที่ 6 โมล

##### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เมื่อกำหนด มวล จำนวนอนุภาค หรือปริมาตรที่ STP ของสารมาให้ นักเรียนสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร ในการคำนวณหาจำนวน โมลของสารได้
2. เมื่อกำหนด โมล มวล หรือปริมาตรที่ STP มาให้นักเรียนสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสารได้
3. เมื่อกำหนด โมล จำนวนอนุภาค หรือปริมาตรที่ STP ของสารมาให้ นักเรียนสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร คำนวณหามวลของสารได้
4. เมื่อกำหนด โมล มวล หรือจำนวนอนุภาคของสารมาให้ นักเรียนสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร คำนวณหาปริมาตรที่ STP ของสารได้

เนื้อหาที่ 7 สูตรเคมี และสมการเคมี

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสูตรเอ็มพีริคัล สูตรโมเลกุล และสูตรโครงสร้างได้

2. เมื่อกำหนดสูตรของสารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีมาให้ นักเรียนสามารถเขียนสมการเคมีได้

3. เมื่อกำหนดสมการเคมีมาให้ นักเรียนสามารถดุลสมการเคมีได้

จากนั้นนำเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญตัดสินว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาหรือไม่ โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ ตามวิธีของโรวินลลี และแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2524 : 83 - 85) ดังตัวอย่างแบบประเมิน ดังนี้

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหา

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชาเคมี ว 431 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ให้ท่านพิจารณาว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านี้ สอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดให้หรือไม่ ดังนี้

- ถ้าท่านแน่ใจว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นสอดคล้องกับเนื้อหานั้นจริง ให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องหมายเลข 1

- ถ้าท่านไม่แน่ใจว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นสอดคล้องกับเนื้อหานั้นจริง ให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องหมายเลข 0

- ถ้าท่านแน่ใจว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นไม่สอดคล้องกับเนื้อหานั้นจริง ให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องหมายเลข -1

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
1. ระบบเปิด ระบบปิด	1. นักเรียนสามารถบอกความหมาย ของระบบเปิด ระบบปิด ได้ 2. เมื่อกำหนดระบบของการทดลอง มาให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าแบบใด เป็นระบบเปิด ระบบใดเป็นระบบปิด 3. ....			

ผู้เชี่ยวชาญที่ทำหน้าที่ตัดสินความสอดคล้องมีจำนวน 5 คน เป็นผู้เชี่ยวชาญด้าน  
วัดผลการศึกษา 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาเคมี 3 คน ซึ่งมีประสบการณ์ใน  
การสอนวิชาเคมี 431 มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จากนั้นนำคะแนนรวมจากผลการพิจารณา  
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ผลรวมของคะแนน  
จะต้องเกินครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม จึงจะถือว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นสอดคล้องกับ  
เนื้อหา และจากการวิจัยทุกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่าความสอดคล้องมากกว่า 0.5 คือ  
มีค่าตั้งแต่ 0.6 - 1.0 ดังรายละเอียดค่าความสอดคล้องในตาราง 43 ในภาคผนวก ข  
ดังนั้นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทุกจุดประสงค์จึงมีความสอดคล้องกับเนื้อหา

4. สร้างแบบทดสอบสำรวจ โดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิง  
พฤติกรรม นำข้อสอบที่เขียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน พิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อวัด  
ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ ตามวิธีของไววินเนลลีและแฮมเบิลตัน ดังตัวอย่าง  
แบบประเมิน

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมวิชาเคมี ว 431 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี ้วัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของข้อนี้ ้หรือไม่ โดยให้ท่านพิจารณาให้คะแนน ดังนี้

- ถ้าท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด ให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องหมายเลข 1
- ถ้าท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด ให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องหมายเลข 0
- ถ้าท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด ให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องหมายเลข -1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อความ	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
(๑) เมื่อกำหนดมวลของสารในปฏิกิริยาเคมีมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลของสารที่ยังไม่ทราบค่า โดยใช้กฎทรงมวลได้	(๑) ธาตุ A รวมตัวกับออกซิเจน 3.2 กรัม ได้สารประกอบ $AO_2$ มวล 4.4 กรัม ธาตุ A ที่เข้าทำปฏิกิริยามีมวลเท่าใด			

นำคะแนนรวมจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลรวมของคะแนนจะต้องเกินครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม จึงจะถือว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นจริง ผลจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่าข้อสอบในเนื้อหาที่ 1, 2, 4, 6 และ 7 ทุกข้อมีคะแนนการพิจารณาความสอดคล้องมากกว่า 0.5 จึงถือว่า

ทุกข้อวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ส่วนเนื้อหาที่ 3 และ 5 มีข้อสอบอยู่เพียงฉบับละ 2 ข้อ ที่มีคะแนนการพิจารณาความสอดคล้องน้อยกว่า 0.50 จึงได้ตัดข้อสอบนั้นทิ้งไป ดังรายละเอียดค่าความสอดคล้องในตาราง 44 ในภาคผนวก ค และนำข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาแล้วว่าวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มาจัดทำเป็นแบบทดสอบสำรวจจำนวน 7 ฉบับ ตามเนื้อหาย่อย 7 เนื้อหาของแบบเรียน ดังนี้

ฉบับที่ 1 ระบบเปิดระบบปิด จำนวน 13 ข้อ เวลา 30 นาที

ฉบับที่ 2 อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมเป็นสารประกอบ จำนวน 10 ข้อ  
เวลา 30 นาที

ฉบับที่ 3 มวลอะตอม จำนวน 19 ข้อ เวลา 60 นาที

ฉบับที่ 4 ขนาดโมเลกุล จำนวน 8 ข้อ เวลา 25 นาที

ฉบับที่ 5 มวลโมเลกุล จำนวน 22 ข้อ เวลา 60 นาที

ฉบับที่ 6 โมล จำนวน 34 ข้อ เวลา 90 นาที

ฉบับที่ 7 สูตรเคมีและสมการเคมี จำนวน 13 ข้อ เวลา 30 นาที

5. นำแบบทดสอบสำรวจทั้ง 7 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทย์ - คณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2535 ภาคเรียนที่ 2 ในช่วงวันที่ 6 - 25 ธันวาคม 2535 จำนวน 172 คน เพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด โดยนำผลการตอบแบบทดสอบสำรวจของนักเรียนมาพิจารณาหาจุดบกพร่องของการตอบ และคัดเลือกคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดมาสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัย ดังผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องในตารางที่ 4 - 10 ในบทที่ 4

6. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย 7 ฉบับ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ซึ่งมีข้อความเหมือนกับแบบทดสอบสำรวจ และมีตัวลวงที่ได้มาจากคำตอบผิดของนักเรียนในแบบทดสอบสำรวจ แต่ละฉบับมีจำนวนข้อ และเวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบ ดังนี้

ฉบับที่ 1 ระบบเปิดระบบปิด จำนวน 13 ข้อ เวลา 30 นาที

ฉบับที่ 2 อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมเป็นสารประกอบ จำนวน 10 ข้อ  
เวลา 30 นาที

ฉบับที่ 3 มวลอะตอม จำนวน 19 ข้อ เวลา 60 นาที

ฉบับที่ 4 ขนาดโมเลกุล จำนวน 8 ข้อ เวลา 25 นาที

ฉบับที่ 5 มวลโมเลกุล จำนวน 22 ข้อ เวลา 60 นาที

- ฉบับที่ 6 โมล จำนวน 34 ข้อ เวลา 90 นาที
- ฉบับที่ 7 สูตรเคมีและสมการเคมี จำนวน 13 ข้อ เวลา 30 นาที
- ทั้ง 7 ฉบับ แสดงวิธีการสร้างจากแบบทดสอบสำรวจ ดังนี้

ฉบับที่ 1 ระบบเปิดระบบปิด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม : เมื่อกำหนดมวลของสารในปฏิกิริยาเคมีมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลของสารที่ยังไม่ทราบค่า โดยใช้กฎทรงมวลได้

ข้อสอบสำรวจ :

เผาโลหะแมกเนเซียม 1.5 กรัม ในหลอดทดลองที่ปิดสนิท หลังจากปฏิกิริยาสิ้นสุดลง ปรากฏว่าโลหะแมกเนเซียมเหลืออยู่ 0.3 กรัม และเกิดสารประกอบแมกเนเซียมออกไซด์ 2.0 กรัม จงคำนวณหามวลของออกซิเจนที่ใช้ในปฏิกิริยานี้ พร้อมทั้งแสดงวิธีทำและระบุเหตุผลในการคำนวณ

ตอบ.....

.....

.....

เหตุผล.....

.....

ข้อสอบวินิจฉัย :

เผาโลหะแมกเนเซียม 1.5 กรัม ในหลอดทดลองที่ปิดสนิท หลังจากปฏิกิริยาสิ้นสุดลง ปรากฏว่าโลหะแมกเนเซียมเหลืออยู่ 0.3 กรัม และเกิดสารประกอบแมกเนเซียมออกไซด์ 2.0 กรัม จงคำนวณหามวลของออกซิเจนที่ใช้ในปฏิกิริยานี้

- ก. 0.8 กรัม
- ข. 1.0 กรัม
- ค. 1.2 กรัม
- ง. 1.8 กรัม
- จ. 3.2 กรัม

### วิเคราะห์จุดบกพร่อง

- ก. ข้อถูก
- ข. ไม่ได้เอามวลของแมกเนเซียมที่เหลือ 0.3 กรัม ลบออกจาก 1.5 กรัม
- ค. ตอบเป็นมวลของแมกเนเซียมที่เข้าทำปฏิกิริยา
- ง. ลบตัวเลขผิด
- จ. แก้สมการผิด

### ฉบับที่ 2 อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกับสารประกอบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม : เมื่อกำหนดอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมเป็นสารประกอบ มาให้นักเรียนสามารถคำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยา โดยใช้กฎสัดส่วนคงที่

ข้อสอบสำรวจ :

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดจากการรวมตัวของธาตุคาร์บอนและออกซิเจน ในอัตราส่วน 3:8 โดยมวล ถ้าใช้คาร์บอน 10 กรัม ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในปริมาณมากเกินพอ จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุดกี่กรัม คำนวณ พร้อมทั้งแสดงวิธีทำและระบุเหตุผลในการคำนวณ

ตอบ.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 เหตุผล.....  
 .....

ข้อสอบวินิจฉัย :

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดจากการรวมตัวของธาตุคาร์บอนและออกซิเจน ในอัตราส่วน 3:8 โดยมวล ถ้าใช้คาร์บอน 10 กรัม ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในปริมาณมากเกินพอ จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุดกี่กรัม

- ก. 13.75 กรัม
- ข. 26.67 กรัม
- ค. 33.33 กรัม

ง. 36.67 กรัม

จ. 44.67 กรัม

วิเคราะห์จุดบกพร่อง

- ก. บกพร่องการเทียบน้ำหนักไตรยางค์
- ข. ตอบเป็นมวลของออกซิเจน
- ค. คำนวณหามวลของออกซิเจนที่เข้าทำปฏิกิริยาผิด
- ง. ข้อถูก
- จ. ไม่เข้าใจกฎสัดส่วนคงที่ นำมวลของสารประกอบบวกกับมวลของออกซิเจน

ฉบับที่ 3 มวลอะตอม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม : นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของมวลอะตอม และมวลของธาตุ 1 อะตอมได้

ข้อสอบสำรวจ :

มวลอะตอมของ Ca = 40 มีความหมายว่าอย่างไร จงอธิบาย พร้อมทั้งระบุเหตุผลการตอบ

ตอบ.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 เหตุผล.....  
 .....

ข้อสอบวินิจฉัย :

มวลอะตอมของ Ca = 40 มีความหมายว่าอย่างไร

- ก. Ca มีมวลเฉลี่ย = 40
- ข. Ca 1 อะตอม มีมวล 40 กรัม
- ค. Ca 1 อะตอม มีมวลเป็น 40 เท่าของธาตุมาตรฐาน
- ง. มวลของ Ca 40 อะตอม
- จ. Ca มีจำนวนโปรตอนและนิวตรอนรวมกัน = 40

### วิเคราะห์จุดบกพร่อง

- ก. ไม่เข้าใจความหมายของมวลอะตอม
- ข. เข้าใจผิดว่ามวลอะตอมคือมวลของธาตุ 1 อะตอม
- ค. ข้อถูก
- ง. ไม่เข้าใจความหมายของมวลอะตอม
- จ. จำความหมายสลับกับเลขมวล

### ฉบับที่ 4 ขนาดโมเลกุล

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม : เมื่อกำหนดข้อมูลจากการทดลอง คือ ความเข้มข้นของสารละลาย เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่แผ่ออกไป และจำนวนหยดของสารละลายปริมาตร  $1 \text{ cm}^3$  มาให้นักเรียนสามารถคำนวณหา ปริมาตรของกรดในสารละลาย 1 หยด พื้นที่ของกรดที่แผ่บนผิวน้ำ เส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุล หรือปริมาตรของกรด 1 โมเลกุลได้

ข้อสอบสำรวจ :

หยดสารละลายกรดปาล์มติกเข้มข้น 1 % โดยปริมาตรลงในน้ำ ปรากฏว่าผงซอล์กบนผิวน้ำแผ่ออกไปเป็นวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 cm และสารละลายนี้ 50 หยด มีปริมาตร  $1 \text{ cm}^3$  ดังนั้นในสารละลาย 1 หยด จะมีกรดปาล์มติกอยู่ ปริมาตรเท่าใด ให้แสดงวิธีคำนวณพร้อมทั้งระบุเหตุผลการตอบ

ตอบ.....

.....

.....

เหตุผล.....

.....

ข้อสอบวินิจฉัย :

หยดสารละลายกรดปาล์มติกเข้มข้น 1 % โดยปริมาตรลงในน้ำ ปรากฏว่าผงซอล์กบนผิวน้ำแผ่ออกไปเป็นวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 cm และสารละลายนี้ 50 หยด มีปริมาตร  $1 \text{ cm}^3$  ดังนั้นในสารละลาย 1 หยด จะมีกรดปาล์มติกอยู่ปริมาตรเท่าใด

- ก.  $0.2 \text{ cm}^3$   
 ข.  $\frac{1}{50} \text{ cm}^3$   
 ค.  $2 \times 10^{-4} \text{ cm}^3$   
 ง.  $5 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$   
 จ.  $5 \times 10^{-4} \text{ cm}^3$

วิเคราะห์จุดบกพร่อง

- ก. ส้มหารด้วย 100  
 ข. ตอบเป็นปริมาตรของสารละลาย 1 หยด  
 ค. ข้อถูก  
 ง. บกพร่องการเปลี่ยนเศษส่วนให้อยู่ในรูปของเลขทศนิยม  
 จ. บกพร่องการเปลี่ยนเศษส่วนให้อยู่ในรูปของเลขทศนิยม

ฉบับที่ 5 มวลโมเลกุล

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม : เมื่อกำหนดมวลอะตอม และจำนวนอะตอมของธาตุดังค์  
 ประกอบที่มีอยู่ในสารประกอบ 1 โมเลกุล หรือสูตรโมเลกุลมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณ  
 หามวลโมเลกุลของสารประกอบนั้นได้

ข้อสอบสำรวจ :

มวลโมเลกุลของ  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  มีค่าเท่าใด ให้แสดงวิธีคำนวณ และระบุเหตุผล  
 การตอบ

ตอบ.....

.....

.....

เหตุผล.....

.....

ข้อสอบวินิจฉัย :

มวลโมเลกุลของ  $Al_2(SO_4)_3$  มีค่าเท่าใด

- ก. 150
- ข. 214
- ค. 332
- ง. 342
- จ.  $5.68 \times 10^{-22}$

วิเคราะห์จุดบกพร่อง

- ก. รวมจำนวนอะตอมผิด
- ข. รวมจำนวนอะตอมผิด
- ค. บกพร่องการบวก
- ง. ข้อถูก
- จ. ไม่เข้าใจวิธีการคิด โดยนำมวลโมเลกุลไปคูณกับมวลของธาตุมาตรฐาน

ฉบับที่ 6 โมล

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม : เมื่อกำหนดโมล จำนวนอนุภาค หรือปริมาตรที่ STP ของสารมาให้ นักเรียนสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร คำนวณหามวลของสารได้

ข้อสอบสำรวจ :

ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์  $11.2 \text{ dm}^3$  ที่ STP จะมีคลอรีนเป็นองค์ประกอบกี่กรัม  
ให้แสดงวิธีคำนวณพร้อมทั้งระบุเหตุผลในการคำนวณ

ตอบ.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 เหตุผล.....  
 .....

ข้อสอบวินิจฉัย :

ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์  $11.2 \text{ dm}^3$  ที่ STP จะมีคลอรีนเป็นองค์ประกอบกี่กรัม

- ก. 16.25 กรัม
- ข. 17.75 กรัม
- ค. 18.25 กรัม
- ง. 36 กรัม
- จ. 177.5 กรัม

วิเคราะห์จุดบกพร่อง

- ก. แทนค่ามวลอะตอมของคลอรีนผิด
- ข. ข้อถูก
- ค. ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ หาค่าความสัมพันธ์เป็นมวลของ HCl
- ง. จำสูตรไม่ได้ทำให้หามวลโมเลกุลผิด และตอบเป็นมวลของ HCl
- จ. บกพร่องการหารเลขทศนิยม

ฉบับที่ 7 สูตรเคมีและสมการเคมี

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม : เมื่อกำหนดสูตรของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีมาให้ นักเรียนสามารถเขียนสมการเคมีได้

ข้อสอบสำรวจ :

หยดน้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ลงในแคลเซียมคาร์ไบด์ ( $\text{CaC}_2$ ) จะได้ก๊าซอะเซทิลีน ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) จงเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งระบุเหตุผลการตอบ

ตอบ.....

.....

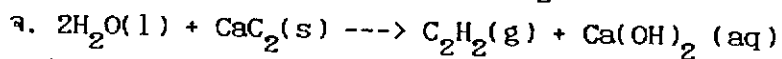
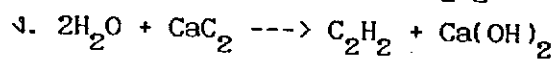
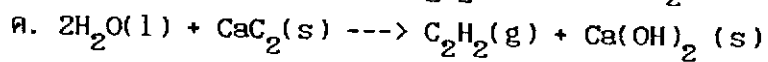
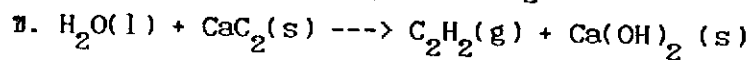
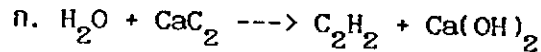
.....

เหตุผล.....

.....

ข้อสอบวินิจฉัย :

หยดน้ำ ( $H_2O$ ) ลงในแคลเซียมคาร์ไบด์ ( $CaC_2$ ) จะได้ก๊าซอะเซทิลีน ( $C_2H_2$ ) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ( $Ca(OH)_2$ ) ข้อใดเป็นสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่ถูกต้องที่สุด

วิเคราะห์จุดบกพร่อง

ก. ไม่ได้ดุลสมการ และไม่ระบุภาวะของระบบ

ข. ไม่ได้ดุลสมการ

ค. ข้อถูก

ง. ไม่ได้ระบุภาวะของระบบ

จ. เข้าใจว่า  $Ca(OH)_2$  ที่เกิดขึ้นอยู่ในรูปสารละลาย

7. ทดสอบครั้งที่ 1 โดยนำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์ - คณิต ในกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2535 จำนวน 295 คน ทดสอบในช่วงวันที่ 20 มกราคม 2536 - 15 กุมภาพันธ์ 2536 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อหาค่าความยาก และหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของเบรนนัน และหาจุดตัดเพื่อแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์โดยใช้สูตรของซีแวนและเดวิส ซึ่งได้จุดตัดของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ เรียงลำดับ ดังนี้ 10, 7, 16, 6, 18, 29 และ 10 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก 0.50 ขึ้นไป และมีค่าอำนาจจำแนก 0.00 ขึ้นไป ส่วนข้อสอบที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์นำมาปรับปรุงใหม่ และสำหรับข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำมากหรือมีค่าอำนาจจำแนกเป็นลบ คัดเลือกออกตั้งรายละเอียดผลการวิเคราะห์ในตอนที่ 4

8. ทดสอบครั้งที่ 2 โดยนำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ที่ผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงหลังจากการทดสอบครั้งที่ 1 ซึ่งมีจำนวนข้อเรียงลำดับดังนี้ 12, 10, 19, 8, 22, 32 และ 12 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผน

การเรียนวิทย์ - คณิต ในกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 จำนวน 282 คน โดยทำการทดสอบในช่วงวันที่ 1 - 18 กันยายน 2536 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายชื่อเพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ และหาจุดตัดเพื่อแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์โดยใช้สูตรของซีแฮนและเดวิส ซึ่งได้ค่าจุดตัดของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ เรียงตามลำดับ ดังนี้ 9, 7, 16, 6, 18, 27 และ 9 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.10 ขึ้นไป ส่วนข้อสอบที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ต้องการคัดเลือกออก ดังรายละเอียดผลการวิเคราะห์ในบทที่ 4

9. ทดสอบครั้งที่ 3 โดยนำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจากการทดสอบครั้งที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ฉบับที่ 1 ระบบเปิดระบบปิด จำนวน 12 ข้อ เวลา 30 นาที
- ฉบับที่ 2 อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมเป็นสารประกอบ จำนวน 8 ข้อ เวลา 25 นาที
- ฉบับที่ 3 มวลอะตอม จำนวน 19 ข้อ เวลา 60 นาที
- ฉบับที่ 4 ขนาดโมเลกุล จำนวน 6 ข้อ เวลา 25 นาที
- ฉบับที่ 5 มวลโมเลกุล จำนวน 21 ข้อ เวลา 60 นาที
- ฉบับที่ 6 โมล จำนวน 22 ข้อ เวลา 60 นาที
- ฉบับที่ 7 สูตรเคมีและสมการเคมี จำนวน 10 ข้อ เวลา 30 นาที

นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์ - คณิต ในกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 จำนวน 388 คน โดยทำการทดสอบในช่วงวันที่ 12-25 กันยายน 2536 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ คือ ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และคะแนนจุดตัด ดังรายละเอียดผลการวิเคราะห์ในบทที่ 4

10. เขียนคู่มือการสอบ และจัดพิมพ์รูปเล่ม

### วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. วางแผนดำเนินการสอบ โดยติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความร่วมมือในการสอบ กำหนดวัน เวลา วิชา และชั้นที่จะสอบ ผลการติดต่อปรากฏว่าการเก็บข้อมูล จะทำการทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์ - คณิต ในเนื้อหาวิชาเคมี วิชา 431 และได้กำหนดช่วงเวลาในการทดสอบในโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ การทดสอบสำรวจและการทดสอบครั้งที่ 1 กำหนดช่วงเวลาระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2535 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2536 ส่วนการทดสอบครั้งที่ 2 และ 3 กำหนดช่วงเวลาการทดสอบในเดือนกันยายน 2536

2. เตรียมอุปกรณ์ เช่น จำนวนแบบทดสอบ ต้องเตรียมให้มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่จะสอบ 5 % ตลอดจนเตรียม ปากกา ดินสอ สำรองไว้ให้นักเรียน

3. ตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบทดสอบทุกฉบับ

4. เมื่อถึงวัน เวลาที่กำหนด ไปถึงโรงเรียนก่อนเวลา ดำเนินการสอบโดยแจ้งวัตถุประสงค์ของการสอบและพูดโน้มน้าวจิตใจผู้สอบ อธิบายคำชี้แจงในการสอบให้นักเรียนทุกคนเข้าใจแล้วดำเนินการสอบ ซึ่งการทดสอบจะทำการทดสอบ 4 ครั้งดังนี้

4.1 ทดสอบเพื่อสำรวจ ทดสอบในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2535 ช่วงวันที่ 6-25 ธันวาคม พ.ศ. 2535 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 172 คน

4.2 ทดสอบครั้งที่ 1 ทดสอบในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2535 ช่วงวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2536 ถึงวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2536

4.3 ทดสอบครั้งที่ 2 ทดสอบในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 ช่วงวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2536 ถึงวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2536

4.4 ทดสอบครั้งที่ 3 ทดสอบในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 ช่วงวันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2536 ถึงวันที่ 25 กันยายน พ.ศ. 2536

### วิธีจัดการกับข้อมูล

1. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ
2. หาค่าสถิติพื้นฐานแบบทดสอบ คือค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3. หาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ
4. หาค่าความยากของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ
5. หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ
6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ
7. วิเคราะห์จุดบกพร่องของตัวलगของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ โดยยึดแบบทดสอบสำรวจเป็นแนวทาง

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ (อนันต์ ศรีโสภณ. 2525 : 207)

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

เมื่อ	P	แทน	ความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่นำมาวิเคราะห์

3. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ ใช้สูตรของ เบนเนน (Brennan. 1972 : 289 - 303) ที่เรียกว่า ดัชนีอำนาจจำแนกบี (Discrimination index B)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	อำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
	L	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

$n_1$  แทน จำนวนทั้งหมด ในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์  
 $n_2$  แทน จำนวนคนทั้งหมด ในกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

การหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรนี้ หาจุดตัดเพื่อแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มผ่านเกณฑ์ และกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ โดยใช้สูตรของซีแชนและเดวิส (Sheehan and Davis. 1979 : 127 - 128)

$$C = n - (2/A) [n(A-1)]^{\frac{1}{2}}$$

เมื่อ  $C$  แทน คะแนนจุดตัด  
 $n$  แทน จำนวนข้อสอบ  
 $A$  แทน จำนวนตัวเลือกของข้อสอบ

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (อังกฤษ สายยศ. 2526 : 25 - 36 อ้างอิงจาก Lovett. 1978 : 241 - 243)

$$r_{cc} = 1 - \frac{K \sum x_i - \sum x_i^2}{(K-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ  $r_{cc}$  แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์  
 $X_i$  แทน คะแนนของแต่ละคน  
 $K$  แทน จำนวนข้อสอบ  
 $C$  แทน คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ

5. คะแนนจุดตัดในการวินิจฉัย กำหนดคะแนนจุดตัดเพื่อใช้ในการวินิจฉัยจุดบกพร่องในการทำแบบทดสอบ โดยคำนวณตามวิธีของกลาสส์ (บุญเชิด วิทยไถยอนันตพงษ์. 2526 : 187 อ้างอิงจาก Glass. 1978 : 252)

$$f(C_x) = (P_A + P_D) / (P_B + P_C)$$

เมื่อ	$f(C_x)$	แทน	ฟังก์ชันของคะแนนจุดตัด
	$P_A$	แทน	สัดส่วนจำนวนคนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ แต่ผ่านเกณฑ์ภายนอก
	$P_D$	แทน	สัดส่วนจำนวนคนที่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก
	$P_B$	แทน	สัดส่วนจำนวนคนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ และไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก
	$P_C$	แทน	สัดส่วนจำนวนคนที่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ และผ่านเกณฑ์ภายนอก

6. หาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของคะแนนแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญธรรม กิจปวีตาวริสุทธิ์. 2527 : 294)

$$C.V. = \frac{S.D.}{\bar{X}} \times 100$$

เมื่อ	C.V.	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายในรูปเปอร์เซ็นต์
	S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย

7. หาคความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Mehrens and Lehmann. 1973 : 103)

$$SE_{meas} = S.D. \sqrt{1 - r_{cc}}$$

เมื่อ	$SE_{meas}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
	S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$r_{cc}$	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อสอบ
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$S^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
$r_{cc}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
C	แทน	คะแนนจุดตัด
C. V.	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายในรูปเปอร์เซ็นต์
$SE_{meas}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. การทดสอบเพื่อสำรวจ
2. การทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 1
3. การทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 2
4. การทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 3

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. การทดสอบเพื่อสำรวจ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบสำรวจที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเติมคำ และให้แสดงวิธีทำ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 172 คน นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อรวบรวมคำตอบผิด และค้นหาจุดบกพร่องในการตอบผิดนั้น แล้วคัดเลือกคำตอบผิดที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิด ข้อละ 4 คำตอบ เพื่อใช้สร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัย ดังแสดงในตาราง 4 - 10

ตาราง 4 วิเคราะห์คำตอบผิดและจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี ฉบับที่ 1 จากการทดสอบสำรวจ

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
1	ระบบที่ไม่มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม	26	จำความหมายผิด
	ระบบที่เมื่อทดลองแล้ว มวล ปริมาตร และสถานะของสารไม่เปลี่ยนแปลง	5	ไม่เข้าใจความหมายของระบบปิด
	ระบบที่มีการถ่ายเทพลังงานและมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม	4	จำความหมายสลับกับระบบเปิด
	การทดลองในภาชนะปิดทุกด้าน	2	เข้าใจความหมายผิด
2	ระบบที่มีการถ่ายเทมวลสารให้กับสิ่งแวดล้อม	18	จำความหมายได้ไม่สมบูรณ์
	ระบบที่มีการถ่ายเทพลังงานให้กับสิ่งแวดล้อม	15	จำความหมายผิด
	ระบบที่มีการถ่ายเทจากภายในสู่ภายนอก	6	จำความหมายได้ไม่สมบูรณ์
	ระบบที่ทำการทดลองในภาชนะเปิด	3	ไม่เข้าใจความหมายของระบบเปิด

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อที่	คำอธิบาย	ความถี่	จุดบกพร่อง
3	มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารหลังทำปฏิกิริยา ค่ามวลทั้งสองครั้งจะเท่ากันเสมอ อนุภาคของสารก่อนทำปฏิกิริยาเท่ากับอนุภาคของสารหลังทำปฏิกิริยา อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงที่	51	จำความหมายไม่ชัดเจน
		3	จำความหมายไม่ชัดเจน
		2	เข้าใจความหมายผิด
		2	จำความหมายสลับกับกฎสัดส่วนคงที่
4	ระบบปิด เพราะอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง ระบบเปิด เพราะไม่มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม ระบบเปิด เพราะไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ระบบเปิด เพราะไม่มี NaCl เหลืออยู่	17	เข้าใจลักษณะของระบบปิดผิด
		15	จำความหมายของระบบปิดผิด
		6	เข้าใจผิดเกี่ยวกับระบบเปิด
		2	พิจารณาสถานการณ์ที่ไม่ถูกต้อง
5	ระบบเปิด เพราะมีการถ่ายเทพลังงานจากระบบสู่สิ่งแวดล้อม ระบบเปิด เพราะไม่มีการถ่ายเทพลังงานจากระบบสู่สิ่งแวดล้อม ระบบเปิด เพราะเกิดปฏิกิริยาเคมีและมีสารใหม่เกิดขึ้น ระบบเปิด เพราะทำในภาชนะเปิด	16	จำความหมายของระบบเปิดผิด
		3	พิจารณาสถานการณ์ไม่ถูกต้อง
		3	เข้าใจผิดเกี่ยวกับลักษณะของระบบเปิด
		2	เข้าใจผิดเกี่ยวกับลักษณะของระบบเปิด

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
6	ระบบปิด เพราะไม่มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม	15	จำความหมายของระบบปิดผิด
	ระบบปิด เพราะไม่เกิดปฏิกิริยา	4	ไม่เข้าใจลักษณะของระบบปิด
	ระบบเปิด เพราะผลการเปลี่ยนแปลงได้สารละลายสีม่วงแดง	3	บกพร่องการพิจารณาสถานการณ์
	ระบบเปิด เพราะมีการถ่ายเทพลังงานสู่สิ่งแวดล้อม	2	จำความหมายได้ไม่ถูกต้อง
7	ระบบเปิด เพราะมีการถ่ายเทพลังงานจากระบบสู่สิ่งแวดล้อม	10	เข้าใจผิดเกี่ยวกับลักษณะของระบบเปิด
	ระบบเปิด เพราะเกิดปฏิกิริยาเคมี	5	เข้าใจผิดเกี่ยวกับลักษณะของระบบเปิด
	ระบบปิด เพราะของแข็งสีดำไม่สามารถถ่ายเทสิ่งแวดล้อม	3	บกพร่องการพิจารณาสถานการณ์
	ระบบปิด เพราะไม่มีการถ่ายเทพลังงาน	2	บกพร่องการพิจารณาสถานการณ์
8	ระบบปิด เพราะไม่มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม	12	บกพร่องการพิจารณาสถานการณ์
	ระบบเปิด เพราะมีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม	6	ไม่เข้าใจความหมายของระบบเปิด
	ระบบเปิด เพราะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้สารใหม่	4	บกพร่องการพิจารณาสถานการณ์
	ระบบปิด เพราะไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น	4	ไม่เข้าใจลักษณะของระบบปิด

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
9	2.4 กรัม	4	บกพร่องการลบตัวเลข
	1.6 กรัม	4	บกพร่องการลบตัวเลข
	3.4 กรัม	2	บกพร่องการลบตัวเลข
	79.4 กรัม	2	ไม่เข้าใจกฎทรงมวล
10	0.2 กรัม	5	บกพร่องการลบตัวเลข
	20.4 กรัม	2	รวมมวลของสารก่อนเกิด ปฏิกิริยาผิด
	23.5 กรัม	2	ไม่เข้าใจกระบวนการคิดโดย ใช้กฎทรงมวล
	43.6 กรัม	2	บกพร่องการคำนวณตัวเลข
11	0.8 กรัม	5	รวมมวลของสารก่อนและหลัง ปฏิกิริยา ไม่ถูกต้อง
	1.56 กรัม	3	นำมวลก่อนเกิดปฏิกิริยาไปหาร มวลหลังปฏิกิริยา
	3.4 กรัม	3	บกพร่องการลบตัวเลข
	2.2 กรัม	2	บกพร่องการลบตัวเลข
12	0.75 กรัม	5	ไม่เข้าใจกฎทรงมวล
	5.80 กรัม	3	บวกตัวเลขผิด
	6.20 กรัม	2	บวกตัวเลขผิด
	6.75 กรัม	2	บวกตัวเลขผิด

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
13	12 กรัม	7	ไม่เข้าใจโจทย์
	8.2 กรัม	2	บกพร่องการบวก
	10.4 กรัม	2	บกพร่องการบวก
	17.18 กรัม	2	ไม่เข้าใจกฎทรงมวล

ตาราง 5 วิเคราะห์ค่าตอบผิดและจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี  
ฉบับที่ 2 จากการทดสอบสำรวจ

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
1	2 กรัม 2.4 กรัม 4 7.75 กรัม	14 2 2 2	เข้าใจผิด คำนวณโดยใช้กฎทรงมวล บกพร่องการเทียบโมลยุติไตรยางค์ บกพร่องการคูณ ไม่เข้าใจการใช้กฎสัดส่วนคงที่
2	100, 330 กรัม  30.3, 69.7 กรัม 22.2, 77.8 กรัม 33.3, 66.7 กรัม	10  3 2 2	เข้าใจโจทย์ผิด คิดว่า 100g เป็นมวล ของโพแทสเซียม ไม่เข้าใจกฎสัดส่วนคงที่ บกพร่องการหาร ไม่เข้าใจกฎสัดส่วนคงที่
3	0.6 กรัม 1.6 กรัม  6 กรัม 3 กรัม	8 6  3 2	คำนวณโดยใช้กฎทรงมวล เข้าใจผิด คิดว่า 1 กรัมเป็นมวลของ สารประกอบ ไม่เข้าใจกฎสัดส่วนคงที่ บกพร่องการหาร
4	15.4 กรัม 17.2 กรัม 53.2 กรัม 95 กรัม	4 2 2 2	บกพร่องการคูณและการหาร ไม่เข้าใจกฎสัดส่วนคงที่ ตอบเป็นมวลของสารประกอบ บกพร่องการเทียบโมลยุติไตรยางค์

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
5	5 กรัม	4	คำนวณโดยใช้กฎทรงมวล
	5.6 กรัม	4	บกพร่องการเทียบน้ำหนักไตโรยงาค์
	6.4 กรัม	2	ไม่เข้าใจกฎสัดส่วนคงที่
	19.2 กรัม	2	ไม่เข้าใจกฎสัดส่วนคงที่
6	33.33 กรัม	3	คำนวณหามวลของออกซิเจนที่เข้าทำปฏิกิริยาผิด
	13.75 กรัม	2	บกพร่องการเทียบน้ำหนักไตโรยงาค์
	26.67 กรัม	2	ตอบเป็นมวลของออกซิเจน
	44.67 กรัม	2	ไม่เข้าใจกฎสัดส่วนคงที่
7	2.5 กรัม	12	ตอบเป็นมวลของไฮโดรเจนที่เข้าทำปฏิกิริยา
	10.25 กรัม	4	คำนวณหามวลของไฮโดรเจนที่เข้าทำปฏิกิริยาผิด
	12 กรัม	4	ไม่เข้าใจความหมายของเปอร์เซ็นต์
	50 กรัม	4	คำนวณหามวลของไฮโดรเจนและคาร์บอนผิด
8	4.39 กรัม	4	ตอบเป็นมวลของไฮโดรเจนที่เข้าทำปฏิกิริยา
	20 กรัม	2	ไม่เข้าใจการคำนวณด้วยกฎสัดส่วนคงที่
	23.2 กรัม	2	คำนวณหามวลของไฮโดรเจนผิด
	23.8 กรัม	1	แทนค่าอัตราส่วนของไฮโดรเจนผิด

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
9	ไฮโดรเจน 0.38 กรัม	5	บกพร่องการลบ
	ไฮโดรเจน 3.75 กรัม	3	บกพร่องการลบ
	ไฮโดรเจน 0.9 กรัม และ กำมะถัน 8.4 กรัม	3	ไม่เข้าใจการคำนวณด้วยกฎสัดส่วนคงที่
	ไม่มีสารตั้งต้นใดเหลือ	3	ไม่เข้าใจการคำนวณโดยใช้กฎสัดส่วนคงที่
10	โซเดียม 6.8 กรัม	5	เข้าใจผิดว่าใช้โซเดียมและคลอรีน อย่างละ 10 กรัม
	โซเดียม 2.7 กรัม คลอรีน 1.45 กรัม	5	ไม่เข้าใจการคำนวณด้วยกฎสัดส่วนคงที่
	ไม่มีสารตั้งต้นใดเหลือ	4	ไม่เข้าใจการคำนวณด้วยกฎสัดส่วนคงที่
	โซเดียม 3.2 กรัม	3	ตอบเป็นมวลของโซเดียมที่ใช้ไป

ตาราง 6 วิเคราะห์คำตอบผิดและจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี  
ฉบับที่ 3 จากการทำทดสอบสำรวจ

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
1	มวลของธาตุ 1 อะตอม จำนวนอะตอมที่มีอยู่ในสารนั้น มวลของธาตุ 1 อะตอม $\times$ $1.66 \times 10^{-24}$ มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ	8 2 2 2	เข้าใจผิดว่ามวลอะตอมคือมวลของธาตุ 1 อะตอม ไม่เข้าใจความหมายของมวลอะตอม จำความสัมพันธ์ของมวลอะตอมผิด ไม่เข้าใจความหมายของมวลอะตอม
2	มวลเปรียบเทียบของธาตุนั้น 1 อะตอมกับคาร์บอน-12 1 อะตอม มวลอะตอม ปริมาณของธาตุใน 1 อะตอม มวลของธาตุหารด้วยมวลของ คาร์บอน-12 1 อะตอม	6 5 3 2	เข้าใจผิดเป็นมวลอะตอม เข้าใจผิดว่ามวลอะตอมคือมวลของธาตุ 1 อะตอม จำความหมายไม่สมบูรณ์ จำความสัมพันธ์ของมวลอะตอมผิด
3	Be 1 อะตอม มีมวล 9 กรัม โมเลกุลของธาตุ Be มี 9 อะตอม Be มีจำนวนโปรตอน = 4 นิวตรอน = 5 Be มีมวลเฉลี่ย = 9	29 7 2 2	เข้าใจผิดว่ามวลอะตอม คือมวลของธาตุ 1 โมเลกุล ไม่เข้าใจความหมายของมวลอะตอม จำสลับกับเลขมวล ไม่เข้าใจความหมายของมวลอะตอม

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
4	P 1 อะตอมมีมวล 31 กรัม	15	เข้าใจผิดว่ามวลอะตอมคือมวลของธาตุ 1 โมเลกุล
	มวลของธาตุ P 31 อะตอม	2	ไม่เข้าใจความหมายของมวลอะตอม
	P มีจำนวนโปรตอนและนิวตรอนรวมกัน = 31	2	จำความหมายสลับกับเลขมวล
	P มีมวลเฉลี่ย = 9	2	ไม่เข้าใจความหมายของมวลอะตอม
5	$6.64 \times 10^{-25}$ กรัม	11	บกพร่องการคำนวณ เลขยกกำลัง
	40 กรัม	6	เข้าใจผิดว่ามวลอะตอมคือมวลของธาตุ 1 อะตอม
	$24.1 \times 10^{24}$ กรัม	2	บกพร่องการแก้สมการ
	$240.8 \times 10^{-23}$ กรัม	2	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
6	$9.3 \times 10^{-25}$ กรัม	6	บกพร่องการคำนวณ เลขยกกำลัง
	56 กรัม	3	เข้าใจผิดว่ามวลอะตอมคือมวลของธาตุ 1 อะตอม
	$3.37 \times 10^{25}$ กรัม	2	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
	$2.9 \times 10^{-26}$ กรัม	2	บกพร่องการแก้สมการ
7	$3.98 \times 10^{-25}$ กรัม	36	บกพร่องการคำนวณ เลขยกกำลัง
	$14.4 \times 10^{24}$ กรัม	10	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
7	24 กรัม	5	เข้าใจผิดว่ามวลอะตอมคือมวลของธาตุ 1 อะตอม
	$0.069 \times 10^{-24}$ กรัม	2	บกพร่องการแก้สมการ
8	$5.89 \times 10^{-25}$ กรัม	8	บกพร่องการคำนวณเลขยกกำลัง
	35.5 กรัม	5	เข้าใจผิดว่ามวลอะตอม คือมวลของธาตุ 1 อะตอม
	$21.4 \times 10^{24}$ กรัม	3	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
	$4.6 \times 10^{-26}$ กรัม	2	บกพร่องการแก้สมการ
9	$82.5 \times 10^{24}$ กรัม	7	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
	$2.27 \times 10^{-26}$ กรัม	5	บกพร่องการคำนวณเลขยกกำลัง
	137 กรัม	4	เข้าใจผิดว่ามวลอะตอมคือมวลของธาตุ 1 อะตอม
	$8.25 \times 10^{-25}$ กรัม	2	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน และบกพร่องการคำนวณเลขยกกำลัง
10	$391 \times 10^{23}$ กรัม	7	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
	$107.9 \times 10^{-25}$ กรัม	5	บกพร่องการคำนวณเลขยกกำลัง

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
10	65 กรัม	3	เข้าใจผิดว่ามวลอะตอมคือมวลของธาตุ 1 อะตอม
	$2.5 \times 10^{-26}$ กรัม	2	บกพร่องการแก้สมการ
11	$3.03 \times 10^{-47}$	10	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
	$18.26 \times 10^{-24}$	4	เข้าใจผิดว่ามวลอะตอมคือมวลของธาตุ 1 อะตอม
	0.303	3	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
	1.1	2	บกพร่องการหารเลขยกกำลัง
12	52.35	4	กลับส่วนตัวหารมาเป็นตัวคูณไม่ถูกต้อง
	0.52	3	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
	$5.24 \times 10^{-47}$	3	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
	1.9	2	บกพร่องการหารเลขทศนิยม
13	0.88	4	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
	$8.8 \times 10^{-47}$	4	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
13	42.6	2	บกพร่องการหาร
	$3.19 \times 10^{-45}$	2	จำความสัมพันธ์ของมวลอะตอมผิด และ สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดร กับมวล ของธาตุมาตรฐาน
14	$0.11 \times 10^{-47}$	4	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวล ของธาตุมาตรฐาน
	$6.64 \times 10^{-24}$	4	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลอะตอม
	$3.99 \times 10^{-46}$	2	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวล ของธาตุมาตรฐาน
	40	2	บกพร่องการหาร เลขศนิยม
15	2	22	บกพร่องการหาร เลขศนิยม
	$3.32 \times 10^{-23}$	5	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวล ของธาตุมาตรฐาน
	0.55	3	ใช้เลขอาโวกาโดร และไม่ได้คำนวณ เลขยกกำลัง
	$1.99 \times 10^{-45}$	1	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวล ของธาตุมาตรฐาน
16	2.5	11	บกพร่องการหาร เลขยกกำลัง
	0.688	5	ใช้เลขอาโวกาโดร, กลับส่วนตัวหาร ไม่ถูกต้อง

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
16	50	3	บกพร่องการคำนวณเลขยกกำลัง
	$41.5 \times 10^{-24}$	3	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลอะตอม
17	21.43	4	ไม่เข้าใจการหามวลอะตอมเฉลี่ย
	64.3	3	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลอะตอมเฉลี่ย
	17.1	2	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลอะตอมเฉลี่ย
	20.27	1	บกพร่องการคูณ
18	35.97	8	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลอะตอมเฉลี่ย
	34.12	3	บกพร่องการคูณ
	36.78	2	บกพร่องการคูณ
	71.94	1	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลอะตอมเฉลี่ย
19	16.75	5	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลอะตอมเฉลี่ย
	15.93	4	บกพร่องการคูณ
	1602.8	2	ไม่ได้หาค่าเฉลี่ย
	4.66	2	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลอะตอมเฉลี่ย

ตาราง 7 วิเคราะห์ค่าตอบผิดและจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี  
ฉบับที่ 4 จากการทดสอบสำรวจ

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
1	$\frac{1}{50} \text{ cm}^3$	82	ตอบเป็นปริมาตรของสารละลาย 1 หยด
	$5 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$	4	กลับส่วนตัวหารเป็นตัวคูณไม่ถูกต้อง
	$\frac{1}{2} \text{ cm}^3$	3	บกพร่องการหาร
	$5 \times 10^{-4} \text{ cm}^3$	2	กลับส่วนตัวหารเป็นตัวคูณไม่ถูกต้อง
2	$31.42 \text{ cm}^3$	10	บกพร่องการคูณ
	$1257.14 \text{ cm}^3$	4	แทนค่ารัศมีด้วยเส้นผ่านศูนย์กลาง
	$62.8 \text{ cm}^3$	2	ใช้สูตรหาเส้นรอบวง
	$628.6 \text{ cm}^3$	2	จำสูตรการหาพื้นที่วงกลมผิด
3	20 cm	8	ตอบเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของผงชอล์กที่แผ่ออกไป
	0.4 cm	6	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุล
	$6.3 \times 10^{-3} \text{ cm}$	4	คำนวณหาปริมาตรของกรดในสารละลาย 1 หยดผิด
	$1.57 \times 10^{-6} \text{ cm}$	2	คำนวณหาปริมาตรของกรดในสารละลาย 1 หยดผิด

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
4	$\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times (20)^3 \text{ cm}^3$	10	แทนค่ารัศมีไม่ถูกต้องด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางของกรตที่แผ่นผิวน้ำ
	$\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times (10)^3 \text{ cm}^3$	6	แทนค่ารัศมีไม่ถูกต้องด้วยรัศมีของกรตที่แผ่นผิวน้ำ
	$\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times$ $(\frac{6.3 \times 10^{-3}}{2})^3 \text{ cm}^3$	4	คำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้เลกุลผิด
	$\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times$ $(\frac{1.57 \times 10^{-6}}{2})^3 \text{ cm}^3$	2	คำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้เลกุลผิด
5	$\frac{1}{70} \text{ cm}^3$	68	ตอบเป็นปริมาตรของสารละลาย 1 หยด
	$1.43 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$	5	บกพร่องการคำนวณเลขยกกำลัง
	$\frac{1}{7} \text{ cm}^3$	4	ขาดความรอบคอบในการอ่านโจทย์
	$0.01 \text{ cm}^3$	2	บกพร่องการคำนวณและตอบเป็นปริมาตรสารละลาย 1 หยด
6	$616 \text{ cm}^2$	8	แทนค่ารัศมีด้วยเส้นผ่านศูนย์กลาง
	$44 \text{ cm}^2$	6	คำนวณโดยใช้สูตรหาเส้นรอบวง

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
	176 cm <sup>2</sup> 308 cm <sup>2</sup>	4 2	จำสูตรผิด จำสูตรผิด
7	14 cm $9.3 \times 10^{-5}$ cm $6 \times 10^{-5}$ cm $3.3 \times 10^{-5}$ cm	8 7 6 4	เข้าใจผิดเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของกรดที่แผ่นผิวหนัง บกพร่องการหาร คำนวณปริมาตรของกรดในสารละลาย 1 หยดผิด คำนวณหาพื้นที่ของกรดที่แผ่นผิวหนังผิด
8	$\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times (7)^3$ cm <sup>3</sup> $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times$ $(\frac{6 \times 10^{-5}}{2})^3$ cm <sup>3</sup> $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times$ $(\frac{9.3 \times 10^{-5}}{2})^3$ cm <sup>3</sup> $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times$ $(\frac{3.3 \times 10^{-5}}{2})^3$ cm <sup>3</sup>	10 7 7 3	คำนวณโดยใช้รัศมีของกรดที่แผ่นผิวหนัง คำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุลผิด คำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุลผิด คำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุลผิด

ตาราง 8 วิเคราะห์ค่าตอบผิด และจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี  
ฉบับที่ 5 เรื่อง มวลโมเลกุล จากการทดสอบสำรวจ

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
1	มวลของสาร 1 โมเลกุล	18	เข้าใจผิดว่ามวลโมเลกุลคือมวลของสาร 1 โมเลกุล
	มวลของสาร 1 โมเลกุล/ $6.02 \times 10^{-24}$	10	สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
	มวลของสาร 1 โมเลกุล ที่ใช้ เทียบกับมวลมาตรฐาน	4	จากความหมายไม่ชัดเจน
	มวลอะตอมของธาตุ	3	สับสนระหว่างมวลโมเลกุลกับมวลอะตอม
2	มวลโมเลกุล	14	เข้าใจผิดว่ามวลโมเลกุลคือมวลของสาร 1 โมเลกุล
	มวลของธาตุ 1 โมเลกุล $\times$ $1.66 \times 10^{-24}$	11	จากความสัมพันธ์ของมวลโมเลกุลผิด
	สารที่มีโมเลกุลเพียงโมเลกุล เดียว	9	เข้าใจความหมายของมวลของสาร 1 โมเลกุลผิด
	มวลของอะตอม	2	เข้าใจความหมายของมวลของสาร 1 โมเลกุลผิด
3	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1 โมเลกุล มีมวล 64 กรัม	22	เข้าใจผิดว่ามวลโมเลกุลคือมวลของสาร 1 โมเลกุล
	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีมวล อะตอม = 64	10	สับสนระหว่างมวลโมเลกุลกับมวลอะตอม
	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1 อะตอม มีมวล 64 กรัม	4	สับสนชนิดของอนุภาค และเข้าใจผิดว่ามวลโมเลกุลคือมวลของสาร 1 โมเลกุล

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
	ซิลเฟอร์ ไดออกไซด์มีมวลเป็น 64 เท่าของคาร์บอน -12 1 อะตอม	3	จำความหมายของมวล โมเลกุลผิด
4	กลูโคส 1 โมเลกุลมีมวล 180 กรัม กลูโคส มีมวลอะตอม = 180 กลูโคส 1 อะตอมมีมวล 180 กรัม  กลูโคสมีมวลเป็น 180 เท่า ของคาร์บอน -12 1 อะตอม	20 11 4 4	เข้าใจผิดว่ามวล โมเลกุลคือมวลของสาร 1 โมเลกุล สับสนระหว่างมวล โมเลกุลกับมวลอะตอม สับสนเกี่ยวกับชนิดของอนุภาค และเข้าใจ ผิดว่ามวล โมเลกุลคือมวลของสาร 1 โมเลกุล จำความหมายของมวล โมเลกุลผิด
5	96 กรัม  $2.59 \times 10^{-22}$ กรัม $5.78 \times 10^{-22}$ กรัม  $57.83 \times 10^{-24}$ กรัม	11 4 2 2	เข้าใจผิดว่ามวล โมเลกุลคือมวลของสาร 1 โมเลกุล บกพร่องการคูณ สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวล ของธาตุมาตรฐาน สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวล ของธาตุมาตรฐาน และบกพร่องการหาร เลขยกกำลัง
6	84 กรัม	9	เข้าใจผิดว่ามวล โมเลกุลคือมวลของสาร 1 โมเลกุล

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
	139.44 กรัม $505 \times 10^{23}$ กรัม $142.4 \times 10^{-24}$ กรัม	3 2 2	ลิมิตคำนวณเลขยกกำลัง สับสนระหว่างเลขอาไวกาไครกับมวล ของธาตุมาตรฐาน บกพร่องการคูณ
7	58.5 กรัม $3.52 \times 10^{-21}$ กรัม $3.52 \times 10^{-23}$ กรัม $9.40 \times 10^{-23}$ กรัม	8 2 2 2	เข้าใจผิดว่ามวลโมเลกุลคือมวลของสาร 1 โมเลกุล สับสนระหว่างเลขอาไวกาไครกับมวล ของธาตุมาตรฐาน จากความสับสนผิด บกพร่องการหารด้วย เลขยกกำลัง บกพร่องการคูณ
8	56 กรัม $337.12 \times 10^{23}$ กรัม $86.96 \times 10^{-24}$ กรัม $9.3 \times 10^{-24}$ กรัม	9 3 2 2	เข้าใจผิดว่ามวลโมเลกุลคือมวลของสาร 1 โมเลกุล สับสนระหว่างเลขอาไวกาไครกับมวล ของธาตุมาตรฐาน บกพร่องการคูณ บกพร่องการคำนวณเลขยกกำลัง
9	549.46 กรัม 331 กรัม	12 9	ลิมิตคำนวณเลขยกกำลัง เข้าใจผิดว่ามวลโมเลกุลคือมวลของสาร 1 โมเลกุล

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
	$1.9 \times 10^{26}$ กรัม $1.9 \times 10^{-20}$ กรัม	3 2	จำกัดความสัมพันธ์ของมวลโมเลกุลผิด สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวล ของธาตุมาตรฐาน
10	34 กรัม 56.4 กรัม $20.5 \times 10^{-24}$ กรัม 0.34 กรัม	5 2 2 2	เข้าใจผิดว่ามวลโมเลกุลคือมวลของสาร 1 โมเลกุล ลืมนำหน่วยเลขยกกำลัง สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวล ของธาตุมาตรฐาน เข้าใจผิดว่ามวลโมเลกุลคือมวลของสาร 100 โมเลกุล
11	$49.6 \times 10^{-24}$ 0.18 49.6 216	4 4 2 2	จำกัดสัมพันธ์ผิดและบกพร่องการคูณ เลขยกกำลัง บกพร่องการหารเลขศนิยม จำกัดสัมพันธ์ผิดและลืมนำหน่วยเลข ยกกำลัง แทนค่ามวลของธาตุมาตรฐานผิด
12	126.8 $1.26 \times 10^{-46}$ 26 552	4 3 2 2	กลับส่วนตัวหารมาเป็นตัวคูณไม่ถูกต้อง จำกัดความสัมพันธ์ของมวลโมเลกุลผิด ขาดความรอบคอบในการตอบ แทนค่ามวลของธาตุมาตรฐานผิด

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
13	0.0002 0.55 24 $5.5 \times 10^{-48}$	4 3 2 2	บกพร่องการหาร เลขศนิยม สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวล ของธาตุมาตรฐาน แทนค่ามวลของธาตุมาตรฐานผิด จากความสัมพันธ์ของมวล โมเลกุลผิด
14	0.52 $1.4 \times 10^{-46}$ 14.4 629	5 4 2 2	บกพร่องการหาร เลขศนิยม จากความสัมพันธ์ของมวล โมเลกุลผิด สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวล ของธาตุมาตรฐาน แทนค่ามวลของธาตุมาตรฐานผิด
15	$2.6 \times 10^{-23}$ $43.5 \times 10^{-48}$ 189 4.4	4 3 3 2	จากความสัมพันธ์ผิด แทนค่ามวลของ Y ผิด จากความสัมพันธ์ของมวล โมเลกุลผิด แทนค่ามวลของธาตุมาตรฐานผิด สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวล ของธาตุมาตรฐาน
16	$2.6 \times 10^{-22}$ $4.4 \times 10^{-46}$ 44 1914	5 3 3 2	จากความสัมพันธ์ของมวล โมเลกุลผิด จากความสัมพันธ์ผิด สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวล ของธาตุมาตรฐาน แทนค่ามวลของธาตุมาตรฐานผิด

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
17	93	13	แทนค่ามวลอะตอมผิดและจำสัญลักษณ์ของไฮเดียมผิด
	83	5	ลืมคิดมวลอะตอมของไฮโดรเจน
	72	2	ลืมบวกมวลอะตอมของคาร์บอน
	$139.44 \times 10^{-24}$	2	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลโมเลกุล
18	128	4	แทนค่ามวลอะตอมของแคลเซียมผิด
	140	3	คำนวณค่ามวลอะตอมของออกซิเจน 4 อะตอมผิด
	164	3	คำนวณค่ามวลอะตอมของออกซิเจน 4 อะตอมผิด
	$94 \times 10^{24}$	2	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลโมเลกุล
19	320	4	คำนวณค่ามวลอะตอมของคาร์บอน 16 อะตอมผิด
	448	3	คำนวณค่ามวลอะตอมของคาร์บอน 16 อะตอมผิด
	260	2	คำนวณค่ามวลอะตอมของคาร์บอน 16 อะตอมผิด
	$2.5 \times 10^{-22}$	2	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลโมเลกุล
20	278	5	นับจำนวนอะตอมของออกซิเจนผิด
	22,800	4	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลโมเลกุล

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
	346 $186.7 \times 10^{24}$	2 2	คำนวณค่ามวลอะตอมของออกซิเจนผิด ไม่เข้าใจวิธีการหามวลโมเลกุล
21	$7.65 \times 10^{-22}$ 551 454 363	4 4 4 2	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลโมเลกุล แทนค่ามวลอะตอมของไฮโดรเจนผิดเป็น 172 บกพร่องการบวก รวมมวลอะตอมของไฮโดรเจนผิด
22	15,120 3,600 150 146	16 14 12 2	ไม่เข้าใจวิธีการหามวลโมเลกุล ไม่เข้าใจวิธีการหามวลโมเลกุล ไม่เข้าใจสูตรทำให้ับจำนวนอะตอม ไม่ถูกต้อง ไม่เข้าใจสูตรทำให้ับจำนวนอะตอม ไม่ถูกต้อง

ตาราง 9 วิเคราะห์ค่าตอมพิด และจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี  
ฉบับที่ 6 จากการทดสอบสำรวจ

ข้อที่	ค่าตอมพิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
1	30 ไมล $5.59 \times 10^{-23}$ ไมล 0.3 ไมล 0.33 ไมล	9 7 4 2	บกพร่องการหาร เลขศนิยม สับสนระหว่างมวลกับปริมาตร จำเลขอาโวกาโดรผิด บกพร่องการเทียบโมลลิตีไตรยางค์
2	4 ไมล 0.13 ไมล 0.1 ไมล 0.017 ไมล	13 11 5 2	บกพร่องการหาร เลขศนิยม ไม่เข้าใจวิธีการหา โมลของธาตุ องค์ประกอบในโมเลกุล ไม่เข้าใจวิธีการหา โมลของธาตุ องค์ประกอบในโมเลกุล ไม่เข้าใจวิธีการหา โมล
3	3.7 ไมล $6.02 \times 10^{-21}$ ไมล 0.27 ไมล $6.02 \times 10^{25}$ ไมล	26 5 4 3	สับสนระหว่างจำนวนอนุภาคกับมวล กลับส่วนตัวหารให้อยู่ในตัวคูณไม่ถูกต้อง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหา โมล ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง โมลกับมวล
4	0.2 ไมล 0.05 ไมล 0.021 ไมล $1.3 \times 10^{-23}$ ไมล	12 5 3 2	บกพร่องการหาร บกพร่องการหาร ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ $Ca^{2+}$ คัดค่ามวล อะตอมผิด สับสนระหว่างมวลกับจำนวนอนุภาค

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
5	0.3 ไมล	16	ตอบเป็นจำนวนไมลของ $PCl_3$
	0.38 ไมล	4	ไม่เข้าใจวิธีการหาไมลของธาตุองค์ประกอบในไมเลกุล
	0.87 ไมล	2	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาไมล
	9 ไมล	2	บกพร่องการหาร
6	12.8 ไมล	11	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาไมล
	$4.8 \times 10^{23}$ ไมล	4	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาไมล
	$0.5 \times 10^{-23}$ ไมล	3	ใช้เลขอาวกาโดรแทนมวลไมเลกุล
	$1.9 \times 10^{24}$ ไมล	2	แทนค่ามวลไมเลกุลด้วย $1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
7	0.8 ไมล	7	บกพร่องการหาร
	44.8 ไมล	4	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาไมล
	11.2 ไมล	2	บกพร่องการเทียบบัญญัติไตรยางค์
	$12.04 \times 10^{23}$ ไมล	2	สับสนระหว่างปริมาณกับจำนวนอนุภาค
8	22.3 ไมล	17	ไม่ได้เปลี่ยน $cm^3$ เป็น $dm^3$
	2.2 ไมล	4	เปลี่ยน $cm^3$ เป็น $dm^3$ ไม่ถูกต้อง
	34 ไมล	2	สับสนระหว่างมวลกับปริมาณ
	11.2 ไมล	2	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาไมล

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
9	$2.5 \times 10^2$ ไมล	4	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาไมล
	0.05 ไมล	2	บกพร่องการคำนวณเลขยกกำลังและทศนิยม
	0.2 ไมล	2	บกพร่องการหาร
	0.4 ไมล	2	สับสนระหว่างมวลกับปริมาตร
10	54.75 ไมเลกุล	13	หาความสัมพันธ์เป็นมวล
	$0.25 \times 10^{-23}$ ไมเลกุล	2	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวน ไมเลกุล
	$2.49 \times 10^{-24}$ ไมเลกุล	2	จำเลขอาโวกาโดรสลับกับมวลของธาตุมาตรฐาน
	24.3 ไมเลกุล	2	หาความสัมพันธ์เป็นมวล
11	$15.05 \times 10^{23}$ อะตอม	34	ตอบเป็นจำนวน ไมเลกุลของก๊าซคลอรีน
	88.75 อะตอม	10	หาความสัมพันธ์เป็นมวล
	14.2 อะตอม	4	หาความสัมพันธ์เป็นมวล
	$4.2 \times 10^{-24}$ อะตอม	3	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวนอะตอม
12	64 ไอออน	12	หาความสัมพันธ์เป็นมวล
	$0.13 \times 10^{-23}$ ไอออน	2	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวนไอออน
	$75.25 \times 10^{22}$ ไอออน	2	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวนไอออน
	$385.28 \times 10^{-23}$ ไอออน	2	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวนไอออน, จำเลขอาโวกาโดรผิด

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
13	$93.3 \times 10^{23}$ อะตอม 0.5 อะตอม 3.01 อะตอม $4.91 \times 10^{23}$ อะตอม	6 5 2 2	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวนอะตอม หาความสัมพันธ์เป็น โมล ลืมคำนวณเลขยกกำลัง จำสัญลักษณ์ของฟอสฟอรัสผิดเป็น F
14	2 ไอออน 36.12 ไอออน 2420.5 ไอออน $427.4 \times 10^{23}$ ไอออน	7 5 5 2	หาความสัมพันธ์เป็น โมล คำนวณจำนวน โมลผิด และลืมคำนวณ เลขยกกำลัง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวน ไอออน ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวน ไอออน
15	0.8 อะตอม 78.4 อะตอม 2 อะตอม $2.408 \times 10^{23}$ อะตอม	9 7 6 2	หาความสัมพันธ์เป็น โมล ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวนอะตอม เข้าใจผิดเป็นจำนวนอะตอมของ H ใน $H_2SO_4$ 1 โมเลกุล ตอบเป็นจำนวนโมเลกุลของ $H_2SO_4$
16	$3.01 \times 10^{23}$ โมเลกุล $30.1 \times 10^{23}$ โมเลกุล 0.5 โมเลกุล $0.67 \times 10^{23}$ โมเลกุล	6 5 3 2	เข้าใจผิดว่า $1 \text{ dm}^3 = 10 \text{ cm}^3$ ไม่ได้เปลี่ยน $\text{cm}^3$ เป็น $\text{dm}^3$ หาความสัมพันธ์เป็น โมล ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวนโมเลกุล
17	$202.27 \times 10^{23}$ โมเลกุล 1.5 โมเลกุล	7 5	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวนโมเลกุล หาความสัมพันธ์เป็น โมล

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
	96 ไมเลกุล $2.49 \times 10^{-24}$ ไมเลกุล	4 2	หาความสัมพันธ์เป็นมวล สัมพันธ์ระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวล ของธาตุมาตรฐาน
18	$120.4 \times 10^{23}$ ไมเลกุล $12.04 \times 10^{23}$ ไมเลกุล 20 ไมเลกุล $2.69 \times 10^{21}$ ไมเลกุล	9 5 5 3	ไม่ได้เปลี่ยน $\text{cm}^3$ เป็น $\text{dm}^3$ เข้าใจผิดว่า $1 \text{ dm}^3 = 10 \text{ cm}^3$ หาความสัมพันธ์เป็นโมล และไม่ได้เปลี่ยน หน่วย ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวนไมเลกุล
19	$3.612 \times 10^{23}$ กรัม $9.96 \times 10^{-25}$ กรัม 66.9 กรัม 321 กรัม	9 2 2 2	หาความสัมพันธ์เป็นจำนวนอนุภาค หาความสัมพันธ์เป็นจำนวนอนุภาคและ จำเลขอาโวกาโดรผิด คำนวณมวลไมเลกุลผิด บกพร่องการคูณเลขทศนิยม
20	0.14 กรัม 0.028 กรัม 1.4 กรัม $6.02 \times 10^{21}$ กรัม	16 2 2 2	เข้าใจผิดว่าก๊าซไนโตรเจน 1 ไมเลกุล มี 1 อะตอม บกพร่องการคำนวณเลขทศนิยม บกพร่องการคูณและเข้าใจผิดว่าก๊าซ ไนโตรเจน 1 ไมเลกุล มี 1 อะตอม หาความสัมพันธ์เป็นจำนวนอนุภาค

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
21	25 กรัม	13	ตอบเป็นมวลของ $\text{CaCO}_3$
	300 กรัม	4	ไม่เข้าใจวิธีคำนวณมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสารประกอบ
	11 กรัม	2	เข้าใจว่าคาร์บอนคือคาร์บอน ไดออกไซด์
	$1.505 \times 10^{23}$ กรัม	2	หาความสัมพันธ์เป็นจำนวนอนุภาค
22	40 กรัม	7	หาความสัมพันธ์เป็น โมล
	2400 กรัม	6	คำนวณจำนวน โมลผิด
	$1.75 \times 10^{27}$ กรัม	6	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณมวล
	312 กรัม	4	คำนวณหาจำนวน โมลผิด
23	3 กรัม	10	หาความสัมพันธ์เป็น โมล
	$577.9 \times 10^{23}$ กรัม	5	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณมวล
	36 กรัม	3	บกพร่องการหาร
	$0.56 \times 10^{23}$ กรัม	1	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณมวล
24	100 กรัม	8	ไม่ได้เปลี่ยน $\text{cm}^3$ เป็น $\text{dm}^3$
	10 กรัม	7	เข้าใจผิดว่า $1 \text{ dm}^3 = 10 \text{ cm}^3$
	0.2 กรัม	4	เข้าใจผิดว่าก๊าซฮีเลียม 1 โมเลกุล มี 2 อะตอม
	0.025 กรัม	2	หาความสัมพันธ์เป็นจำนวน โมล
25	36 กรัม	7	จำสูตร โมเลกุลไม่ได้ และหาความสัมพันธ์เป็นมวล

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
	18.25 กรัม 16.25 กรัม 2 กรัม	5 3 2	หาความสัมพันธ์เป็นมวล คู่ค่ามวลอะตอมของคลอรีนผิด บกพร่องการหาร เลขทศนิยม
26	$72.24 \times 10^{23} \text{ dm}^3$ $2.3 \text{ dm}^3$ $28.88 \text{ dm}^3$ $52.8 \text{ dm}^3$	3 3 2 2	หาความสัมพันธ์เป็นจำนวนอนุภาค สัมพันธ์ระหว่างมวลกับปริมาตร บกพร่องการคูณ หาความสัมพันธ์เป็นมวล
27	$106.4 \text{ dm}^3$ $56 \text{ dm}^3$ $8.5 \text{ dm}^3$ $3.6 \text{ dm}^3$	4 2 2 2	สับสนระหว่างมวลกับปริมาตร บกพร่องการคูณ เลขทศนิยม หาความสัมพันธ์เป็นมวล สะเพร่าในการเขียนตัวเลข
28	$0.7168 \text{ dm}^3$ $0.448 \text{ dm}^3$ $0.468 \text{ dm}^3$ $0.032 \text{ dm}^3$	3 3 2 2	สับสนระหว่างมวลกับปริมาตร บกพร่องการคูณ เลขทศนิยม จากปริมาตรของก๊าซ 1 โมลที่ STP ผิด หาความสัมพันธ์เป็นมวล
29	$134.8 \times 10^{22} \text{ dm}^3$ $104 \text{ dm}^3$ $168.6 \times 10^{22} \text{ dm}^3$ $2.8 \text{ dm}^3$	7 4 2 2	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาปริมาตร ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาปริมาตร ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาปริมาตร หาความสัมพันธ์เป็นมวล

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
30	4.48 $\text{dm}^3$ 33.61 $\text{dm}^3$ 56 $\text{dm}^3$ 0.25 $\text{dm}^3$	4 2 2 2	คำนวณหาจำนวน โมลผิด ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาปริมาตร บกพร่องการคูณ เลขทศนิยม หาความสัมพันธ์เป็น โมล
31	11.2 $\text{dm}^3$ $67.42 \times 10^{20} \text{dm}^3$ 0.0005 $\text{dm}^3$ $4.48 \times 10^3 \text{dm}^3$	4 3 2 2	บกพร่องการคูณ เลขทศนิยม ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาปริมาตร หาความสัมพันธ์เป็น โมล คำนวณหาจำนวน โมลผิด
32	56 $\text{dm}^3$ 100.8 $\text{dm}^3$ 3.37 $\text{dm}^3$ 4.48 $\text{dm}^3$	6 6 2 2	บกพร่องการคูณ เลขทศนิยม ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาปริมาตร บกพร่องการคูณและหาร คำนวณหาจำนวน โมลผิด
33	280 $\text{dm}^3$ 3.58 $\text{dm}^3$ 2240 $\text{dm}^3$ 35.8 $\text{dm}^3$	4 3 2 2	คำนวณหาจำนวน โมลผิด เทียบน้ำหนัก ไตรยางค์ผิด ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาปริมาตร เทียบน้ำหนัก ไตรยางค์ผิด, บกพร่องการคูณ เลขทศนิยม
34	985.1 $\text{dm}^3$ 19.6 $\text{dm}^3$	5 2	ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาปริมาตร เทียบน้ำหนัก ไตรยางค์ผิด

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
	9.49 $\text{dm}^3$	2	บกพร่องการคูณ
	5.6 $\text{dm}^3$	2	คำนวณหาจำนวนโมลผิด

ตาราง 10 วิเคราะห์ค่าตอบผิด และจุดบกพร่องในการตอบแบบทดสอบสำรวจวิชาเคมี  
ฉบับที่ 7 จากการทดสอบสำรวจ

ข้อที่	ค่าตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
1	<p>สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำ</p> <p>สูตรที่แสดงเศษส่วนอย่างต่ำของมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ</p> <p>สูตรอย่างง่ายที่บอกเฉพาะส่วนประกอบ แต่ไม่ได้บอกจำนวน</p> <p>สูตรที่แสดงการจัดเรียงตัวของสาร</p>	<p>7</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>2</p>	<p>จากความหมายไม่ชัดเจน</p> <p>จากความหมายผิด</p> <p>จากความหมายผิด</p> <p>จากความหมายสลับกับสูตรโครงสร้าง</p>
2	<p>สูตรที่บอกให้ทราบจำนวนอะตอมใน 1 โมเลกุล</p> <p>ค่าเปรียบเทียบระหว่างธาตุ 1 ธาตุ กับคาร์บอน-12 1 อะตอม</p> <p>สูตรที่บอกให้ทราบว่าสารนั้นประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง</p> <p>สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำในการเกิดสารประกอบ</p>	<p>7</p> <p>4</p> <p>2</p> <p>2</p>	<p>จากความหมายไม่ชัดเจน</p> <p>จากความหมายสลับกับมวลอะตอม</p> <p>จากความหมายไม่ชัดเจน</p> <p>จากความหมายไม่ชัดเจน</p>
3	<p>สูตรที่บอกให้ทราบถึงการจัดเรียงอิเล็กตรอนของโมเลกุลของสารแต่ละชนิด</p> <p>สูตรที่แสดงสัญลักษณ์ของธาตุองค์ประกอบ โดยระบุจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุที่รวมกันเป็นโมเลกุล</p>	<p>4</p> <p>3</p>	<p>จากความหมายผิด</p> <p>จากความหมายสลับกับสูตรโมเลกุล</p>

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
3	สูตรที่แสดงให้เห็นว่าธาตุองค์ประกอบมีการยึดเกาะกันอย่างไร	2	จำความหมายไม่ชัดเจน
	สูตรที่บอกถึงการจัดเรียงโมเลกุลของสาร	2	จำความหมายไม่ชัดเจน
4	$H_2O(l) + CaC_2(s) \rightarrow C_2H_2(g) + Ca(OH)_2(s)$	4	ไม่ได้ดุลสมการ
	$2H_2O + CaC_2 \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$	3	ไม่ได้ระบุภาวะของสาร
	$H_2O + CaC_2 \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$	2	ไม่ได้ดุลสมการและไม่ได้ระบุภาวะของสาร
	$2H_2O(l) + CaC_2(s) \rightarrow C_2H_2(g) + Ca(OH)_2(aq)$	2	เข้าใจว่า $Ca(OH)_2$ อยู่ในรูปสารละลาย
5	$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$	6	ไม่ได้ระบุภาวะของสาร
	$4NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(aq) + 2NO(g)$	6	ดุลสมการโดยนับจำนวน O ผิด
	$NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + NO$	5	ไม่ได้ดุลสมการ และไม่ได้ระบุภาวะของสาร
	$NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow HNO_3(aq) + NO(g)$	4	ไม่ได้ดุลสมการ
6	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$	27	ไม่ได้ระบุภาวะของสาร
	$C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow C_2H_5OH(l) + CO_2(g)$	10	ไม่ได้ดุลสมการ

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
	$C_6H_{12}O_6 + \text{ยีสต์} \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + \text{ยีสต์}$ $C_6H_{12}O_6(aq) + \text{ยีสต์} \rightarrow 2C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$	3 2	ไม่ได้ระบุภาวะของสาร เข้าใจว่ายีสต์เข้าทำปฏิกิริยา เข้าใจว่ายีสต์เข้าทำปฏิกิริยา
7	$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ $CaCO_3(s) + O_2(g) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$ $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(g) + CO_2(g)$ $CaO(s) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$	9 3 3 2	ไม่ได้ระบุภาวะของสาร เข้าใจว่า $CaCO_3$ ทำปฏิกิริยากับ $O_2$ ในอากาศ เข้าใจว่า $CaO$ ที่เกิดขึ้นเป็นก๊าซ เขียนสมการสลับข้าง
8	$Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2$ $MgSO_4(aq) + H_2(g) \rightarrow Mg(s) + H_2SO_4(aq)$ $Mg(s) + H_2SO_4(l) \rightarrow MgSO_4(l) + H_2(g)$ $Mg + H_2SO_4 + H_2O \rightarrow MgSO_4 + CO_2 + H_2O$	20 4 2 2	ไม่ได้ระบุสถานะของสาร เขียนสมการสลับข้าง ระบุภาวะของ $H_2SO_4$ และ $MgSO_4$ ผิด เข้าใจว่าน้ำเข้าร่วมในปฏิกิริยา
9	$2Na(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$ $Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Na_2(OH)(aq) + H_2(g)$	9 5	ดุลสมการโดยไม่คำนึงถึงชนิดของธาตุ ไม่เข้าใจวิธีดุลสมการ

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
	$\text{Na(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$	4	ไม่เข้าใจวิถีดุลสมการ
	$\text{Na(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$	2	ไม่ได้ดุล Na
10	$\text{C}_8\text{H}_{18}\text{(g)} + 5\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 6\text{CO}_2\text{(g)} + 6\text{H}_2\text{O(l)}$	8	ดุลสมการโดยไม่คำนึงถึงชนิดของธาตุ
	$\text{C}_8\text{H}_{18}\text{(g)} + 12.5\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 8\text{CO}_2\text{(g)} + 9\text{H}_2\text{O(l)}$	7	ไม่ได้นำตัวเลขหน้าสูตรให้เป็นจำนวนเต็ม
	$\text{C}_8\text{H}_{18}\text{(g)} + 12\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 8\text{CO}_2\text{(g)} + 9\text{H}_2\text{O(l)}$	4	นับจำนวน O ผิด
	$\text{C}_8\text{H}_{18}\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 8\text{CO}_2\text{(g)} + 9\text{H}_2\text{O(l)}$	4	ไม่ได้ดุลจำนวนออกซิเจน
11	$2\text{N}_2\text{O}_5\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 4\text{HNO}_3\text{(aq)}$	6	ไม่ได้ทอนเป็นอย่างต่ำ
	$3\text{N}_2\text{O}_5\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 6\text{HNO}_3\text{(g)}$	5	ไม่ได้ทอนเป็นอย่างต่ำ
	$\text{N}_2\text{O}_5\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{N}_2\text{O}_6\text{(aq)}$	4	ไม่เข้าใจวิถีการดุลสมการ
	$\text{N}_2\text{O}_5\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow (\text{HNO}_3)_2\text{(aq)}$	2	เติมตัวเลขผิดตำแหน่ง

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบผิด	ความถี่	จุดบกพร่อง
12	$\text{CH}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	7	นับจำนวน O ผิด
	$2\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	5	ดุลโดยไม่คำนึงถึงชนิดของธาตุ
	$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	3	ไม่ได้ดุล O
	$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_4\text{O}(\text{l})$	2	ไม่เข้าใจวิธีการดุลสมการ
13	$4\text{P}_2\text{O}_5(\text{g}) + 12\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 8\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$	5	ไม่ได้ทอนเป็นอย่างต่ำ
	$\text{P}_2\text{O}_5(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{P}_2\text{O}_6(\text{aq})$	4	ไม่เข้าใจวิธีการดุลสมการ
	$\text{P}_2\text{O}_5(\text{g}) + \text{H}_3\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{P}_2\text{O}_6(\text{aq})$	2	ไม่เข้าใจวิธีการดุลสมการ
	$2\text{P}_2\text{O}_5(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$	2	ไม่ได้ทอนเป็นอย่างต่ำ

จากตาราง 4 - 10 ผลการวิเคราะห์คำตอบผิดและจุดบกพร่องจากการทดสอบ เพื่อสำรวจของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ ปรากฏว่า คำตอบผิด 4 คำตอบในแต่ละข้อ ที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดและคัดเลือกไว้เป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัย สามารถบอกจุดบกพร่องของการตอบผิดได้

2. การทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 1

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 295 คน แล้วนำผลการทดสอบมาคำนวณหาค่าความยากโดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบโดยใช้สูตรดัชนีอำนาจจำแนกมี ของเบรเวนแนน ปรากฏว่า ได้ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ ดังตาราง 11-17

ตารางที่ 11 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 1 จากการทดสอบครั้งที่ 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
1.1	1 *	0.4339	0.6592
	2 *	0.4237	0.5768
	3 **	0.5322	-0.0227
1.2	4 *	0.3322	0.7532
	5 *	0.3763	0.7724
	6 *	0.3017	0.8119
	7 *	0.2576	0.6871
	8 *	0.2847	0.7575
1.3	9	0.8542	0.1894
	10	0.8576	0.1468
	11	0.6847	0.2950
	12	0.8576	0.1659
	13	0.8949	0.1366

\* ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข  
 \*\* ข้อสอบที่คัดออก

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
 วินิจฉัยวิชาเคมี ในฉบับที่ 1 เรื่องระบบเปิดระบบปิด ซึ่งมีจำนวน 13 ข้อ วัดจุดประสงค์  
 เชิงพฤติกรรม 3 จุดประสงค์ ปรากฏว่ามีค่าความยากตั้งแต่ 0.2567 - 0.8949 และ  
 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.0227 - 0.8119 ข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้มีจำนวน  
 5 ข้อ คือข้อ 9, 10, 11, 12 และ 13 ส่วนข้อสอบที่ต้องปรับปรุงเนื่องจากไม่ถึง  
 เกณฑ์ที่กำหนดไว้คือข้อ 1, 2, 4, 5, 6, 7 และ 8 ส่วนข้อสอบที่คัดออก คือข้อ 3  
 เนื่องจากมีค่าอำนาจจำแนกเป็นลบ ดังนั้น จึงคัดเลือกข้อสอบไว้ 12 ข้อ จากทั้งหมด  
 13 ข้อ

ตาราง 12 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาเคมี ฉบับที่ 2  
 จากการทดสอบครั้งที่ 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
2.1	1	0.8847	0.1348
	2	0.5797	0.4175
	3	0.6814	0.4589
	4	0.8746	0.1822
	5	0.7424	0.2830
2.2	6	0.5356	0.4782
	7 *	0.4373	0.4030
	8	0.5695	0.5327
	9	0.5898	0.3701
	10 *	0.3932	0.3281

\* ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข

จากตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วินิจฉัยวิชาเคมีในฉบับที่ 2 เรื่องอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ ซึ่ง  
มีจำนวน 10 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 2 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความ  
ยากตั้งแต่ 0.3932 - 0.8847 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1348 - 0.5327 ข้อ  
สอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ ข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5,  
6, 8 และ 9 ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดให้ คือ  
ค่าความยากต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุงแก้ไขคือข้อที่ 7 และ 10 ดังนั้นจึงคัดเลือกข้อสอบ  
ไว้ทั้ง 10 ข้อ

ตาราง 13 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 3 จาก  
การทดสอบครั้งที่ 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
3.1	1	0.5186	0.4986
	2 *	0.3661	0.4184
	3	0.6068	0.4693
	4	0.6068	0.5122
3.2	5	0.7390	0.3968
	6	0.7525	0.3747
	7	0.7695	0.3757
	8	0.7864	0.3480
	9	0.6881	0.4225
	10	0.6542	0.3491
3.3	11	0.8034	0.2490
	12	0.8102	0.2236
	13	0.8542	0.2376

ตาราง 13 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
3.4	14	0.8203	0.2642
	15	0.6475	0.2886
	16	0.7627	0.3153
	17	0.6102	0.5210
	18	0.5695	0.5301
	19	0.5932	0.5486

\* ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข

จากตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมีในฉบับที่ 3 เรื่องมวลอะตอม ซึ่งมีจำนวน 19 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.3661 - 0.8542 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2236 - 0.5486 ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดมี 18 ข้อ ส่วนข้อสอบที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ต้องปรับปรุงแก้ไข 1 ข้อ คือ ข้อ 2 ดังนั้นจึงคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้ง 19 ข้อ

ตาราง 14 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 4  
จากการทดสอบครั้งที่ 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
4.1	1 *	0.2678	0.7474
	2	0.5119	0.4983

ตาราง 14 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
	3 *	0.1153	0.5629
	4 *	0.1661	0.6811
	5 *	0.1695	0.8478
	6 *	0.4916	0.1788
	7 *	0.1322	0.8858
	8 *	0.1763	0.8408

\* ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข

จากตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมีในฉบับที่ 4 เรื่องขนาดโมเลกุล ซึ่งมีจำนวน 8 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.1153 - 0.5119 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1788 - 0.8858 ข้อสอบที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดมี 1 ข้อ คือข้อ 2 ส่วนข้อสอบที่มีค่าไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดต้องปรับปรุงแก้ไข 7 ข้อ คือข้อ 1, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ดังนั้นจึงคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้ง 8 ข้อ

ตาราง 15 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 5 จากการทำทดสอบครั้งที่ 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
5.1	1	0.5627	0.4436
	2 *	0.2678	0.1301

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
5.2	3 *	0.3492	0.4104
	4 *	0.2136	0.1981
	5	0.5898	0.4921
	6	0.6407	0.4144
	7	0.6610	0.4282
	8	0.6136	0.3809
	9	0.6305	0.3400
5.3	10	0.7051	0.4508
	11	0.7559	0.3731
	12	0.7593	0.3379
	13	0.7051	0.4058
	14	0.7051	0.3309
	15	0.7661	0.3575
	16	0.7356	0.4041
5.4	17	0.8610	0.0925
	18	0.9220	0.1192
	19	0.9051	0.1105
	20	0.8203	0.2297
	21	0.6305	0.2051
	22 *	0.4915	0.2827

\* ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข

จากตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาเคมี ในฉบับที่ 5 เรื่องมวลโมเลกุล ซึ่งมีจำนวน 22 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.2136 - 0.9220 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.0925 - 0.4921 ข้อสอบข้อที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกที่กำหนด 18 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 และ 21 ข้อสอบที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ ต้องปรับปรุงแก้ไข 4 ข้อคือ 2, 3, 4 และ 22 ดังนั้นจึงคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้ง 22 ข้อ

ตาราง 16 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 6 จาก  
จากทดสอบครั้งที่ 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
6.1	1	0.7458	0.1588
	2 **	0.4780	-0.0236
	3 *	0.4068	0.4786
	4	0.5559	0.3742
	5 *	0.2441	0.5335
	6	0.7254	0.3115
	7	0.7254	0.3115
	8	0.5457	0.5115
	9	0.7254	0.3115
6.2	10	0.8339	0.1885
	11 **	0.1322	0.2714
	12	0.7932	0.2022
	13	0.5017	0.5005
	14	0.6542	0.3923
	15 *	0.2136	0.2440

ตาราง 16 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
6.3	16	0.5593	0.3703
	17	0.7559	0.2769
	18	0.5763	0.4484
	19	0.6678	0.3769
	20 *	0.4136	0.4385
	21 *	0.4576	0.1615
	22	0.6441	0.4038
	23	0.6237	0.3945
	24	0.5288	0.5346
	25	0.5051	0.4319
6.4	26	0.8305	0.1923
	27	0.7288	0.2753
	28	0.8339	0.0912
	29	0.7458	0.0940
	30	0.7119	0.2945
	31	0.6915	0.2527
	32	0.6441	0.3714
	33	0.6136	0.4385
	34	0.6576	0.3885

\* ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข

\*\* ข้อสอบที่คัดออก

จากตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมีในฉบับที่ 6 เรื่องโมล ซึ่งมีจำนวน 34 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.1322 - 0.8339 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.0236 - 0.5335 ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวน 27 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 และ 34 ส่วนข้อสอบที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดมี 7 ข้อ โดยข้อสอบที่นำมาปรับปรุงแก้ไข 5 ข้อ คือ ข้อที่ 3, 5, 15, 20 และ 21 ข้อสอบที่คัดออก 2 ข้อ คือข้อ 2 เนื่องจากมีค่าอำนาจจำแนกเป็นลบ และข้อ 11 เนื่องจากมีค่าความยากต่ำมาก ดังนั้นจึงคัดเลือกข้อสอบไว้ 32 ข้อ จากจำนวน 34 ข้อ

ตาราง 17 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 7 จากการทดสอบครั้งที่ 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
7.1	1	0.5119	0.4517
	2	0.6576	0.3188
	3	0.5898	0.1740
7.2	4 *	0.4542	0.3099
	5	0.7085	0.3678
	6 **	0.2780	0.4167
	7	0.6203	0.3191
	8	0.8034	0.2370
7.3	9	0.7492	0.2947
	10 *	0.4271	0.3472
	11	0.7729	0.2110

ตาราง 17 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
	12	0.6942	0.4426
	13	0.6000	0.2110

\* ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข

\*\* ข้อสอบที่คัดออก

จากตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 7 เรื่องสูตรเคมีและสมการเคมี ซึ่งมีจำนวน 13 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.2780-0.8034 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1740 - 0.4517 ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวน 10 ข้อคือ ข้อที่ 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12 และ 13 ส่วนข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวน 3 ข้อ โดยข้อที่นำมาปรับปรุงแก้ไขคือ ข้อ 4 และ 10 ข้อที่คัดออกคือข้อ 6 เนื่องจากมีค่าความยากต่ำมาก ดังนั้นจึงคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 12 ข้อ จากจำนวนทั้งหมด 13 ข้อ

### 3. การทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 2

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ ที่ได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขหลังจากการทดสอบครั้งที่ 1 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 282 คน นำผลการทดสอบมาคำนวณหาค่าความยากโดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรดัชนีอำนาจจำแนกบี ของเบรทแนน ปรากฏว่าได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ ดังตาราง 18-24

ตาราง 18 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 1  
จากการทดสอบครั้งที่ 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
1.1	1	0.7801	0.5160
	2	0.7340	0.4651
1.2	3	0.6844	0.7373
	4	0.7092	0.6751
	5	0.6809	0.6665
	6	0.5745	0.5603
	7	0.6879	0.6933
1.3	8	0.9326	0.1314
	9	0.9113	0.1167
	10	0.8050	0.2404
	11	0.8652	0.1315
	12	0.9149	0.1876

จากตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมีในฉบับที่ 1 เรื่องระบบเปิดระบบปิด ซึ่งมีจำนวน 12 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.5745 - 0.9326 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1167 - 0.7373 แสดงว่าข้อสอบทั้ง 12 ข้อ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นจึงคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 12 ข้อ

ตาราง 19 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 2  
จากการทดสอบครั้งที่ 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
2.1	1	0.8511	0.2128
	2	0.7270	0.5461
	3	0.7553	0.3475
	4	0.9255	0.1206
	5	0.7411	0.3475
2.2	6 **	0.4255	0.4965
	7	0.5000	0.4326
	8	0.5886	0.5674
	9	0.5109	0.3546
	10 **	0.4894	0.5532

\*\* ข้อที่คัดออก

จากตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ในฉบับที่ 2 เรื่องอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ ซึ่งมีจำนวน 10 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 2 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.4255 - 0.9255 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1206 - 0.5674 ข้อสอบที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวน 8 ข้อ คือ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 และ 9 ข้อสอบที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดต้องคัดออกมี 2 ข้อคือ ข้อ 6 และ 10 ดังนั้นจึงคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 8 ข้อ จากจำนวนทั้งหมด 10 ข้อ

ตาราง 20 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 3  
จากการทดสอบครั้งที่ 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
3.1	1	0.7163	0.4771
	2	0.5674	0.4087
	3	0.7837	0.3407
	4	0.7376	0.3721
3.2	5	0.8191	0.4048
	6	0.8333	0.3587
	7	0.7943	0.4316
	8	0.7943	0.4460
	9	0.6809	0.5421
	10	0.5957	0.5031
3.3	11	0.9007	0.2079
	12	0.9113	0.1841
	13	0.9220	0.1459
	14	0.9362	0.1429
	15	0.5816	0.2766
	16	0.7624	0.1731
3.4	17	0.7801	0.4203
	18	0.7092	0.4499
	19	0.6950	0.4386

จากตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบ  
ทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมีในฉบับที่ 3 เรื่องมวลอะตอม ซึ่งมีจำนวน 19 ข้อ วัดจุดประสงค์

เชิงพหุคูณ 4 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.5674 - 0.9362 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1429 - 0.5421 ข้อสอบทั้ง 19 ข้อ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด จึงคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 19 ข้อ

ตาราง 21 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 4 จากการทดสอบครั้งที่ 2

จุดประสงค์เชิงพหุคูณ	ข้อที่	P	B
4.1	1 **	0.3972	0.5015
	2	0.9078	0.1523
	3	0.5496	0.7314
	4	0.5390	0.6755
	5 **	0.4255	0.3355
	6	0.8688	0.2372
	7	0.5709	0.7039
	8	0.5709	0.7039

\*\* ข้อที่คัดออก

จากตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมีในฉบับที่ 4 เรื่องขนาดโมเลกุล ซึ่งมีจำนวน 8 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพหุคูณ 1 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.3972 - 0.9078 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1523 - 0.7314 ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด 6 ข้อ คือ ข้อ 2, 3, 4, 6, 7 และ 8 ข้อสอบที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด ต้องคัดออก มี 2 ข้อ คือ ข้อ 1 และข้อ 5 ดังนั้นจึงคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 6 ข้อ จากจำนวนทั้งหมด 8 ข้อ

ตาราง 22 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ชั้นปีที่ 5  
จากการทดสอบครั้งที่ 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
4.1	1	0.5922	0.3890
	2	0.6809	0.3446
	3	0.5142	0.5389
	4	0.5248	0.4454
4.2	5	0.8156	0.3312
	6	0.8050	0.3678
	7	0.7908	0.4261
	8	0.7624	0.4431
	9	0.7766	0.4417
	10	0.7872	0.4651
4.3	11	0.8191	0.3379
	12	0.8723	0.2687
	13	0.8582	0.2701
	14	0.8333	0.2512
	15	0.8404	0.3074
	16	0.8652	0.2551
4.4	17	0.7270	0.4040
	18	0.8790	0.1826
	19	0.9433	0.0767
	20	0.8475	0.1218
	21	0.9113	0.1581
	22 **	0.4858	0.4138

\*\* ข้อที่คัดออก

จากตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมีในฉบับที่ 5 เรื่องมวลโมเลกุล ซึ่งมีจำนวน 22 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.4858 - 0.9433 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.0767 - 0.5389 ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดต้องคัดออก มี 1 ข้อ คือข้อ 22 ดังนั้นจึงคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 21 ข้อ จากจำนวนทั้งหมด 22 ข้อ

ตาราง 23 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 6 จากการทำทดสอบครั้งที่ 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
6.1	1	0.6667	0.2428
	2 **	0.3794	0.3736
	3	0.6773	0.3178
	4 **	0.3298	0.4023
	5	0.8936	0.1240
	6	0.7376	0.2475
	7 **	0.3369	0.6271
	8	0.7376	0.2767
6.2	9	0.8617	0.1320
	10	0.8121	0.2190
	11	0.5887	0.4211
	12	0.6667	0.3302
	13 **	0.1879	0.5384
	14 **	0.2766	0.6390
	15	0.7376	0.2767
	16 **	0.2837	0.6308

ตาราง 23 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
6.2	17	0.7979	0.2064
	18 **	0.1560	0.4591
	19	0.5638	0.4209
	20	0.8121	0.1607
	21	0.7234	0.3223
	22 **	0.2908	0.6517
	23 **	0.4787	0.5200
6.4	24	0.8546	0.1694
	25	0.7234	0.2349
	26	0.7872	0.2479
	27	0.7163	0.2723
	28	0.6738	0.3219
	29	0.6418	0.3591
	30	0.6809	0.3719
	31	0.6809	0.3719
	32 **	0.4965	0.4994

\* ข้อที่คัดออก

จากตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ในฉบับที่ 6 เรื่อง โมล ซึ่งมีจำนวน 32 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4 จุดประสงค์ ปรากฏว่า ข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.1560 - 0.8936 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1240 - 0.6517 ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวน 22 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 17, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 และ 31 ข้อสอบที่

มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดต้องคัดออกจำนวน 10 ข้อ คือข้อที่ 2, 4, 7, 13, 14, 16, 18, 22, 23 และ 32 ดังนั้นจึงคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 22 ข้อ จากจำนวนทั้งหมด 32 ข้อ

ตาราง 24 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 7 จากการทำทดสอบครั้งที่ 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
7.1	1	0.7624	0.2116
	2	0.7730	0.2098
	3	0.8156	0.1572
7.2	4 **	0.3865	0.3249
	5	0.5106	0.4610
	6	0.5319	0.3816
	7	0.7801	0.2592
7.3	8	0.7943	0.2063
	9 **	0.3652	0.3133
	10	0.7589	0.3082
	11	0.6738	0.4135
	12	0.5035	0.4875

\*\* ข้อสอบที่คัดออก

จากตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ในฉบับที่ 7 เรื่องสูตรเคมีและสมการเคมี ซึ่งมีจำนวน 12 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.3652-0.8156 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1572 - 0.4875 ข้อสอบที่มีค่าความยากและ

ค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวน 10 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11 และ 12 ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดต้องคัดออก มีจำนวน 2 ข้อ คือ ข้อที่ 4 และ 9 ดังนั้นจึงคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 10 ข้อ ในจำนวนทั้งหมด 12 ข้อ

#### 4. การทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 3

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ที่ได้รับการคัดเลือกแล้ว จากการทดสอบครั้งที่ 2 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 388 คน ได้ค่าสถิติพื้นฐาน และคุณภาพของแบบทดสอบ ดังตารางต่อไปนี้

##### 4.1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมีทั้ง 7 ฉบับ

จากการทดสอบครั้งที่ 3 ผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 388 คน มาวิเคราะห์หาค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน และความแปรปรวนของคะแนน ปรากฏผลดังตาราง 25

ตาราง 25 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี 7 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3

ฉบับที่	n	$\bar{X}$	S	S <sup>2</sup>	C. V.
1	12	9.4407	2.5788	6.6502	27.3158
2	8	5.4149	1.9304	3.7266	35.6498
3	19	14.3170	4.0097	16.0775	28.0066
4	6	3.9634	1.8354	3.3687	46.3087
5	21	16.3866	4.6199	21.3437	28.1932
6	22	14.5902	5.7475	33.0332	39.3929
7	10	6.7036	2.1404	4.0332	31.9291

จากตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 3.9634 ถึง 16.3866 และแบบทดสอบทุกฉบับมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย สำหรับค่าความเที่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 1.8354 ถึง 5.7475 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบ ปรากฏว่าคะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่องระบบเปิดระบบปิดมีการกระจายน้อยที่สุด ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่องขนาดโมเลกุล มีการกระจายมากที่สุด

#### 4.2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

จากการนำผลการทดสอบจากกลุ่มตัวอย่าง 388 คน มาคำนวณหาค่าความยากโดยใช้สูตรอย่างง่าย และคำนวณค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรดัชนีอำนาจจำแนกบีของเบรนนัน ปรากฏว่าได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ ดังตาราง 26-32

ตาราง 26 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกในแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 1 จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
1.1	1	0.8170	0.4699
	2	0.7706	0.4392
1.2	3	0.7016	0.6763
	4	0.7577	0.6009
	5	0.7320	0.6679
	6	0.5825	0.6019
	7	0.6753	0.6278
1.3	8	0.8995	0.1943
	9	0.8942	0.1102

ตาราง 26 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
1.3	10	0.7655	0.2345
	11	0.8247	0.1036
	12	0.9304	0.1089

จากตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ในฉบับที่ 1 เรื่องระบบเปิดระบบปิด ซึ่งมีจำนวน 12 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.5825 - 0.9304 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1036 - 0.6763 ดังนั้นข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 27 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกในแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 2 จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
2.1	1	0.8995	0.1706
	2	0.5361	0.5648
	3	0.6907	0.4558
	4	0.9072	0.1646
	5	0.7577	0.3765
2.2	6	0.5026	0.5941
	7	0.5902	0.5644
	8	0.5361	0.4614

จากตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมีในฉบับที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวเป็นสารประกอบ ซึ่งมีจำนวน 8 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 2 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.5026 - 0.9072 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1646-0.5941 ดังนั้นข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 28 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 3 จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
3.1	1	0.7577	0.3758
	2	0.6186	0.3703
	3	0.7036	0.4679
	4	0.6933	0.4667
3.2	5	0.7964	0.3543
	6	0.8428	0.2769
	7	0.8067	0.3452
	8	0.8351	0.2812
	9	0.6624	0.5459
	10	0.5815	0.5682
3.3	11	0.9098	0.1190
	12	0.9201	0.1512
	13	0.9253	0.1311
	14	0.9021	0.1750
	15	0.6005	0.4355
	16	0.8067	0.3216

ตาราง 28 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
3.4	17	0.7474	0.4367
	18	0.6675	0.4948
	19	0.7320	0.4246

จากตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ในฉบับที่ 3 เรื่องมวลอะตอม ซึ่งมีจำนวน 19 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.5815 - 0.9253 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1190 - 0.5682 ดังนั้นข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 29 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 4 จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
4.1	1	0.9021	0.2268
	2	0.5077	0.6548
	3	0.5077	0.5469
	4	0.7165	0.0686
	5	0.5670	0.8067
	6	0.5799	0.8172

จากตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี เรื่อง ขนาดโมเลกุล ซึ่งมีจำนวน 6 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.5007 - 0.9021 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.0686 - 0.8172 ดังนั้นข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบฉบับที่ 4 มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 30 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 5 จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
5.1	1	0.7603	0.3771
	2	0.6108	0.3867
	3	0.5155	0.4838
	4	0.5000	0.4916
5.2	5	0.7809	0.5416
	6	0.7964	0.5010
	7	0.7577	0.5805
	8	0.7784	0.5155
	9	0.8144	0.4428
	10	0.8093	0.4589
5.3	11	0.8557	0.3347
	12	0.8557	0.3238
	13	0.8376	0.3055
	14	0.7938	0.3439
	15	0.8763	0.3025
	16	0.8737	0.3202

ตาราง 30 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
5.4	17	0.7603	0.3662
	18	0.8660	0.2203
	19	0.9098	0.2037
	20	0.8402	0.3097
	21	0.8945	0.2006

จากตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ในฉบับที่ 5 เรื่อง มวลโมเลกุล ซึ่งมีจำนวน 21 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.5000 - 0.9098 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2006 - 0.5805 ดังนั้นข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบฉบับที่ 5 มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 31 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 6 จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
6.1	1	0.6031	0.3495
	2	0.6443	0.3309
	3	0.7912	0.2982
	4	0.6649	0.4642
	5	0.6727	0.4297
6.2	6	0.8069	0.2670
	7	0.7990	0.3060

ตาราง 31 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
6.2	8	0.5747	0.5042
	9	0.6546	0.4926
	10	0.6598	0.4837
6.3	11	0.7268	0.3676
	12	0.5000	0.4542
	13	0.6463	0.5377
	14	0.6340	0.5811
6.4	15	0.7809	0.3584
	16	0.7191	0.3599
	17	0.7423	0.2141
	18	0.6366	0.5661
	19	0.5954	0.5213
	20	0.5619	0.5899
	21	0.6005	0.5652
	22	0.5851	0.5498

จากตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ในฉบับที่ 6 เรื่อง โมล ซึ่งมีจำนวน 22 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.5000 - 0.8093 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2141 - 0.5899 ดังนั้นข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบฉบับที่ 6 มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 32 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 7  
จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	P	B
7.1	1	0.7887	0.1873
	2	0.7603	0.2192
	3	0.7835	0.2094
7.2	4	0.5103	0.4299
	5	0.5077	0.3524
	6	0.8041	0.3094
7.3	7	0.7036	0.4490
	8	0.6933	0.3261
	9	0.6186	0.4814
	10	0.5077	0.4461

จากตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ในฉบับที่ 7 เรื่อง สูตรเคมีและสมการเคมี ซึ่งมีจำนวน 10 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 จุดประสงค์ ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.5077 - 0.8041 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1875 - 0.4814 ดังนั้นข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบฉบับที่ 7 มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

#### 4.3 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ 7 ฉบับ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ไปทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 388 คน ในจำนวนนี้ได้นำคะแนนของนักเรียนที่ทราบระดับผลการเรียนวิชาเคมี 431 จำนวน 200 คน มาคำนวณหาคะแนนจุดตัด เพื่อใช้ในการวินิจฉัยตามวิธีของแกลส์ส โดยใช้ระดับผลการเรียนวิชาเคมี 431 เป็นเกณฑ์ภายนอกในการแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มรอบรู้ 100 คน ได้แก่นักเรียนที่ได้ระดับผลการเรียน 2, 3 และ 4 กลุ่มไม่รอบรู้ 100 คน ได้แก่นักเรียนที่ได้ระดับผลการเรียน 0 และ 1 ได้คะแนนจุดตัดตั้งรายละเอียดในตาราง 33

ตาราง 33 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี 7 ฉบับ

แบบทดสอบฉบับที่	คะแนนเต็ม	คะแนนจุดตัด	% ของการสอบผ่าน
1	12	11	≈ 91.67
2	8	7	≈ 87.50
3	19	15	≈ 78.95
4	6	4	≈ 66.67
5	21	17	≈ 80.95
6	22	14	≈ 63.64
7	10	8	≈ 80.00

จากตาราง 33 ปรากฏว่า คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี 7 ฉบับจากการทดสอบครั้งที่ 3 จำนวนนักเรียน 200 คน มีดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่องระบบเปิดระบบปิด ซึ่งมีจำนวน 12 ข้อ มีคะแนนจุดตัด 11 คะแนน มีเปอร์เซ็นต์ของการสอบผ่าน ≈ 91.67 % ดังนั้น นักเรียนที่จะสอบผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้ จะต้องทำข้อสอบได้ถูกต้องอย่างน้อย 11 ข้อ ในจำนวนทั้งหมด 12 ข้อ ส่วนนักเรียนที่ทำข้อสอบได้ถูกต้องน้อยกว่า 11 ข้อ หรือ % ถือได้ว่ามีความบกพร่องในเนื้อหาเรื่องระบบเปิดระบบปิด

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่องอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ ซึ่งมีจำนวน 8 ข้อ มีคะแนนจุดตัด 7 คะแนน มีเปอร์เซ็นต์การสอบผ่าน ≈ 87.50 % ดังนั้น นักเรียนที่จะสอบผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้ จะต้องทำแบบทดสอบได้ถูกต้องอย่างน้อย 7 ข้อ ในจำนวนทั้งหมด 8 ข้อ ส่วนนักเรียนที่ทำข้อสอบได้ถูกต้องน้อยกว่า 7 ข้อ ถือได้ว่ามีความบกพร่องในเนื้อหาเรื่องอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่องมวลอะตอม ซึ่งมีจำนวน 19 ข้อ มีคะแนนจุดตัด 15 คะแนน มีเปอร์เซ็นต์การสอบผ่าน  $\approx 78.95\%$  ดังนั้น นักเรียนที่จะสอบผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้ จะต้องทำข้อสอบได้ถูกต้องอย่างน้อย 15 ข้อ ในจำนวนทั้งหมด 19 ข้อ ส่วนนักเรียนที่ทำข้อสอบได้ถูกต้องน้อยกว่า 15 ข้อ ถือได้ว่ามีความบกพร่องในเนื้อหาเรื่องมวลอะตอม

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่องขนาดโมเลกุล ซึ่งมีจำนวน 6 ข้อ มีคะแนนจุดตัด 4 คะแนน มีเปอร์เซ็นต์การสอบผ่าน  $\approx 66.67\%$  ดังนั้น นักเรียนที่จะสอบผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้ จะต้องทำข้อสอบได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ข้อ ในจำนวนทั้งหมด 6 ข้อ ส่วนนักเรียนที่ทำข้อสอบได้ถูกต้องน้อยกว่า 4 ข้อ ถือได้ว่ามีความบกพร่องในเนื้อหาเรื่องขนาดโมเลกุล

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เรื่องมวลโมเลกุล ซึ่งมีจำนวน 21 ข้อ มีคะแนนจุดตัด 17 คะแนน มีเปอร์เซ็นต์การสอบผ่าน  $\approx 80.95\%$  ดังนั้น นักเรียนที่จะสอบผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้ จะต้องทำข้อสอบได้ถูกต้องอย่างน้อย 17 ข้อ ในจำนวนทั้งหมด 21 ข้อ ส่วนนักเรียนที่ทำข้อสอบได้ถูกต้องน้อยกว่า 17 ข้อ ถือได้ว่ามีความบกพร่องในเนื้อหาเรื่องมวลโมเลกุล

แบบทดสอบฉบับที่ 6 เรื่องโมล ซึ่งมีจำนวน 22 ข้อ มีคะแนนจุดตัด 14 คะแนน มีเปอร์เซ็นต์การสอบผ่าน  $\approx 63.64\%$  ดังนั้นนักเรียนที่จะสอบผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้ จะต้องทำข้อสอบได้ถูกต้องอย่างน้อย 14 ข้อ ในจำนวนทั้งหมด 22 ข้อ ส่วนนักเรียนที่ทำข้อสอบได้ถูกต้องน้อยกว่า 14 ข้อ ถือได้ว่ามีความบกพร่องในเนื้อหาเรื่องโมล

แบบทดสอบฉบับที่ 7 เรื่องสูตรเคมีและสมการเคมี ซึ่งมีจำนวน 10 ข้อ มีคะแนนจุดตัด 8 คะแนน มีเปอร์เซ็นต์การสอบผ่าน  $\approx 80.00\%$  ดังนั้น นักเรียนที่จะสอบผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบฉบับนี้ จะต้องทำข้อสอบได้ถูกต้องอย่างน้อย 8 ข้อ ในจำนวนทั้งหมด 10 ข้อ ส่วนนักเรียนที่ทำข้อสอบได้ถูกต้องน้อยกว่า 8 ข้อ ถือได้ว่ามีความบกพร่องในเนื้อหาเรื่องสูตรเคมีและสมการเคมี

จากคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของการสอบผ่าน ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีเกณฑ์สูงที่สุดคือ  $\approx 91.67\%$  และแบบทดสอบฉบับที่ 6 มีเกณฑ์ต่ำสุดคือ  $\approx 63.64\%$

#### 4.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี 7 ฉบับ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 3 มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ โดยใช้สูตรไบโนเมียล (Binomial) ของโลเวทท์ (Lovett) ปรากฏผลดังตาราง 34

ตาราง 34 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี 7 ฉบับ

ฉบับที่	$r_{cc}$	$SE_{meas}$
1	0.8242	$\pm 1.0813$
2	0.7642	$\pm 0.9374$
3	0.8283	$\pm 1.6615$
4	0.7196	$\pm 0.9719$
5	0.8747	$\pm 1.6353$
6	0.8925	$\pm 1.8844$
7	0.6884	$\pm 1.1948$

จากตาราง 34 ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมีทั้ง 7 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.6884 - 0.8925 แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ มีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง โดยแบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นสูงที่สุดคือแบบทดสอบฉบับที่ 6 เรื่อง โมล และแบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุดคือ แบบทดสอบฉบับที่ 7 เรื่องสูตรและสมการเคมี สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ มีค่าตั้งแต่  $\pm 0.9374$  ถึง  $\pm 1.6615$  โดยแบบทดสอบที่มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดต่ำที่สุด คือ แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่องอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ และแบบทดสอบฉบับที่มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดสูงสุด คือแบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง มวลอะตอม

#### 4.5 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ มาวิเคราะห์หาจุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแต่ละข้อว่า การที่นักเรียนตอบผิดนั้นมีสาเหตุมาจากอะไร และมีเปอร์เซ็นต์การตอบผิดมากน้อยเพียงใด โดยนำคำตอบในแบบทดสอบสำรวจมาเป็นแนวทางในการพิจารณา ซึ่งการพิจารณาจุดบกพร่องนั้นผู้วิจัยได้ทำร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาเคมี ปรากฏผลดังตาราง 35-41

ตาราง 35 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 1 เรื่องระบบเปิดระบบปิด จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
1.1	1	A <sub>4</sub> 0.77	-	A <sub>6</sub> 11.34	A <sub>3</sub> 2.32	A <sub>1</sub> 3.87
	2	A <sub>4</sub> 0.52	A <sub>2</sub> 0.77	A <sub>6</sub> 12.87	A <sub>2</sub> 8.76	-
1.2	3	A <sub>6</sub> 5.67	A <sub>5</sub> 2.84	A <sub>6</sub> 15.72	-	D 5.67
	4	A <sub>4</sub> 0.77	A <sub>5</sub> 8.51	-	A <sub>6</sub> 13.14	A <sub>6</sub> 1.80
	5	A <sub>5</sub> 6.96	-	A <sub>6</sub> 7.73	A <sub>5</sub> D 9.28	A <sub>6</sub> 2.84

ตาราง 35 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
	6	-	A <sub>6</sub> 13.40	A <sub>5</sub> 10.05	A <sub>6</sub> D 23.20	D 15.98
	7	A <sub>5</sub> 13.14	A <sub>6</sub> D 5.67	A <sub>5</sub> D 4.90	-	A <sub>6</sub> D 8.76
1.3	8	B <sub>1</sub> 4.12	B <sub>1</sub> 1.03	-	B <sub>1</sub> 4.12	B <sub>4</sub> C 0.77
	9	B <sub>1</sub> 6.44	-	B <sub>4</sub> 2.32	C 0.77	B <sub>3</sub> 1.03
	10	C 16.24	B <sub>4</sub> C 2.84	B <sub>1</sub> 2.58	-	B <sub>1</sub> 3.09
	11	B <sub>4</sub> 5.67	B <sub>2</sub> 5.93	B <sub>2</sub> 1.55	-	B <sub>2</sub> 4.38
	12	B <sub>2</sub> 2.32	-	B <sub>2</sub> 1.55	E 1.80	B <sub>4</sub> C 1.28

จากตาราง 35 ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 ปรากฏว่ามีสัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องดังนี้

- A หมายถึง ความบกพร่องที่เกี่ยวกับความหมายของระบบเปิดระบบปิด
- A<sub>1</sub> หมายถึง จำความหมายของระบบปิดผิด 3.87 %
- A<sub>2</sub> หมายถึง จำความหมายของระบบเปิดระบบปิดไม่สมบูรณ์ 9.53 %
- A<sub>3</sub> หมายถึง จำความหมายของระบบปิดและระบบเปิดสลับกัน 2.32 %
- A<sub>4</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่าระบบเปิดระบบปิด พิจารณาที่การเปิดหรือปิด  
ภาชนะ 0.69 %
- A<sub>5</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่าระบบเปิดระบบปิด พิจารณาที่การเกิดปฏิกิริยา  
หรือไม่เกิดปฏิกิริยา 11.14 %
- A<sub>6</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่าระบบเปิดระบบปิด พิจารณาที่การมีการถ่ายเท  
พลังงานหรือไม่มีการถ่ายเทพลังงาน 17.45 %
- B หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณ
- B<sub>1</sub> หมายถึง ลบตัวเลขผิด 7.06 %
- B<sub>2</sub> หมายถึง บวกตัวเลขผิด 7.87 %
- B<sub>3</sub> หมายถึง แก้วสมการผิด 1.03 %
- B<sub>4</sub> หมายถึง บกพร่องวิธีการคำนวณโดยใช้กฎทรงมวล 3.03 %
- C หมายถึง บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจกฎทรงมวล 4.77 %
- D หมายถึง พิจารณาสถานการณ์ที่ให้ไม่ถูกต้อง 18.34 %
- E หมายถึง ไม่เข้าใจโจทย์เนื่องจากโจทย์มีความซับซ้อน 1.80 %

สำหรับตัวเลือกที่มีสัญลักษณ์มากกว่าหนึ่งตัวอักษร แสดงว่าตัวเลือกนั้นมีจุดบกพร่องมากกว่า 1 จุด เช่น A<sub>5</sub>D มีจุดบกพร่อง 2 จุดคือเข้าใจผิดว่าระบบเปิดระบบปิดพิจารณาที่การเกิดปฏิกิริยาหรือไม่เกิดปฏิกิริยา และพิจารณาสถานการณ์ที่ให้ไม่ถูกต้อง

ตาราง 36 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
2.1	1	A <sub>1</sub> 6.44	B <sub>6</sub> 1.55	B <sub>1</sub> 1.55	-	C 0.52
	2	-	A <sub>2</sub> 30.41	C 9.28	B <sub>2</sub> 3.61	C 3.09
	3	A <sub>1</sub> 19.07	-	A <sub>3</sub> 5.93	B <sub>2</sub> 1.80	C 4.12
	4	-	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> 5.41	B <sub>7</sub> C 2.06	A <sub>4</sub> 0.52	B <sub>6</sub> 1.29
	5	A <sub>1</sub> 7.22	B <sub>6</sub> 5.15	C D 5.93	-	C D 5.93
2.2	6	A <sub>5</sub> 17.53	B <sub>4</sub> 7.73	E 8.51	-	B <sub>4</sub> 15.98
	7	A <sub>5</sub> 22.42	C 4.12	B <sub>4</sub> 8.25	B <sub>5</sub> 6.19	-

ตาราง 36 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
	8	B <sub>3</sub> 9.28	B <sub>3</sub> 13.14	-	C 14.43	C 9.54

จากตาราง 36 ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาเคมี ฉบับที่ 2 ปรากฏว่ามีสัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องดังนี้

- A หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากเข้าใจโจทย์ที่กำหนดให้ผิด
- A<sub>1</sub> หมายถึง เข้าใจผิด คำนวณโดยใช้กฎทรงมวลแทนกฎสัดส่วนคงที่ 8.91 %
- A<sub>2</sub> หมายถึง เข้าใจว่ามวล 100 g เป็นมวลของโพแทสเซียม 30.41 %
- A<sub>3</sub> หมายถึง เข้าใจว่ามวล 1 g เป็นมวลของสารประกอบ 5.93 %
- A<sub>4</sub> หมายถึง ตอบเป็นมวลของสารประกอบที่เกิดขึ้น 0.52 %
- A<sub>5</sub> หมายถึง ตอบเป็นมวลของไฮโดรเจนที่เข้าทำปฏิกิริยา 19.98 %
- B หมายถึง ความบกพร่องที่เกิดจากการคำนวณ
- B<sub>1</sub> หมายถึง บกพร่องเรื่องการคูณ 2.32 %
- B<sub>2</sub> หมายถึง บกพร่องเรื่องการหาร 3.61 %
- B<sub>3</sub> หมายถึง บกพร่องเรื่องการลบ 14.18 %
- B<sub>4</sub> หมายถึง คำนวณหามวลของไฮโดรเจนที่เข้าทำปฏิกิริยาผิด 15.98 %
- B<sub>5</sub> หมายถึง แทนค่าอัตราส่วนโดยมวลของไฮโดรเจนผิด 6.19 %
- B<sub>6</sub> หมายถึง บกพร่องการเทียบบัญญัติไตรยางค์ 2.66 %
- B<sub>7</sub> หมายถึง นำมวลที่คำนวณได้ไปบวกกับอัตราส่วน 2.06 %

- C หมายถึง ไม่เข้าใจการนำกฎสัดส่วนคงที่มาใช้ในการคำนวณหามวลของสาร 8.43 %
- D หมายถึง สับสนระหว่างมวลของอลูมิเนียม และมวลของสารประกอบ 11.86 %
- E หมายถึง ไม่เข้าใจความหมายของเลขเปอร์เซ็นต์ 8.51 %

ตาราง 37 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 3 เรื่อง มวลอะตอม จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
3.1	1	A <sub>1</sub> 3.61	A <sub>5</sub> 5.67	A <sub>1</sub> 3.87	A <sub>2</sub> 10.31	-
	2	A <sub>5</sub> 2.06	A <sub>3</sub> 8.51	-	A <sub>2</sub> 7.22	A <sub>5</sub> 20.36
	3	A <sub>1</sub> 9.54	A <sub>5</sub> 11.86	-	A <sub>1</sub> 4.90	A <sub>4</sub> 3.35
	4	A <sub>1</sub> 6.44	A <sub>5</sub> 11.08	A <sub>1</sub> 5.15	-	A <sub>4</sub> 7.22
3.2	5	A <sub>5</sub> 6.19	-	C <sub>1</sub> 1.55	B <sub>1</sub> 10.05	A <sub>6</sub> 2.58

ตาราง 37 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
	6	-	A <sub>6</sub> 3.61	B <sub>1</sub> 6.70	C <sub>1</sub> 1.03	A <sub>5</sub> 4.38
	7	A <sub>5</sub> 5.15	B <sub>1</sub> 9.28	A <sub>6</sub> 3.61	-	C <sub>1</sub> 1.29
3.2	8	A <sub>5</sub> 5.41	A <sub>6</sub> 2.84	-	C <sub>1</sub> 1.55	B <sub>1</sub> 6.70
	9	A <sub>5</sub> 5.41	B <sub>1</sub> 18.56	A <sub>6</sub> B <sub>1</sub> 3.87	A <sub>6</sub> 5.93	-
	10	A <sub>5</sub> 7.22	A <sub>6</sub> 2.58	C <sub>1</sub> 2.07	B <sub>1</sub> 29.64	-
3.3	11	A <sub>6</sub> 0.77	B <sub>2</sub> 4.12	-	A <sub>5</sub> 2.58	A <sub>6</sub> 1.55
	12	A <sub>6</sub> 1.55	B <sub>2</sub> 3.09	-	B <sub>4</sub> 25.78	A <sub>6</sub> 0.77
	13	A <sub>6</sub> 1.29	-	A <sub>2</sub> A <sub>6</sub> 3.09	B <sub>3</sub> 2.06	A <sub>6</sub> 1.03

ตาราง 37 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
	14	-	B <sub>2</sub> 3.61	A <sub>6</sub> 3.35	C <sub>2</sub> 2.06	A <sub>6</sub> B <sub>4</sub> 0.77
	15	B <sub>2</sub> 30.70	-	A <sub>6</sub> B <sub>5</sub> 4.38	A <sub>6</sub> B <sub>4</sub> 1.55	C <sub>2</sub> 2.32
	16	A <sub>6</sub> B <sub>4</sub> 2.06	B <sub>2</sub> 15.21	-	B <sub>1</sub> 1.29	C <sub>2</sub> 3.35
3.4	17	C <sub>3</sub> 3.35	B <sub>6</sub> 8.25	-	C <sub>5</sub> 11.08	C <sub>4</sub> 2.58
	18	B <sub>6</sub> 6.19	-	C <sub>5</sub> 19.33	B <sub>6</sub> 6.44	C <sub>4</sub> 1.29
	19	C <sub>4</sub> 1.80	-	C <sub>5</sub> 6.96	B <sub>6</sub> 13.66	B <sub>7</sub> 4.38

จากตาราง 37 ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ชั้นปีที่ 3 ปรากฏว่ามีสัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องดังนี้

- A หมายถึง ความบกพร่องเกี่ยวกับความหมายและความสัมพันธ์ของมวลอะตอม
- A<sub>1</sub> หมายถึง จำความหมายของมวลอะตอมผิด 11.17 %
  - A<sub>2</sub> หมายถึง จำความสัมพันธ์ของมวลอะตอมผิด 6.87 %
  - A<sub>3</sub> หมายถึง จำความหมายมวลอะตอมไม่ชัดเจน 5.29 %
  - A<sub>4</sub> หมายถึง จำความหมายของมวลอะตอมสลับกับเลขอะตอม 5.29 %
  - A<sub>5</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่ามวลอะตอมคือมวลของธาตุ 1 อะตอม 7.94 %
  - A<sub>6</sub> หมายถึง สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรและมวลของธาตุมาตรฐาน 3.94 %
- B หมายถึง ความบกพร่องจากการคำนวณ
- B<sub>1</sub> หมายถึง บกพร่องการคำนวณเลขยกกำลัง 12.30 %
  - B<sub>2</sub> หมายถึง บกพร่องการหารเลขทศนิยม 11.35 %
  - B<sub>3</sub> หมายถึง บกพร่องการหาร 2.06 %
  - B<sub>4</sub> หมายถึง กลับส่วนตัวหารมาอยู่ในรูปตัวคูณไม่ถูกต้อง 7.54 %
  - B<sub>5</sub> หมายถึง ไม่ได้คำนวณเลขยกกำลัง 4.38 %
  - B<sub>6</sub> หมายถึง บกพร่องการคูณ 8.64 %
  - B<sub>7</sub> หมายถึง ไม่ได้หาค่าเฉลี่ย 4.38 %
- C หมายถึง บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการคิด
- C<sub>1</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการแก้สมการ 1.50 %
  - C<sub>2</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลอะตอม 2.58 %
  - C<sub>3</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย โดยคิดเฉพาะไอโซโทปแรก 3.35 %
  - C<sub>4</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย โดยเอาผลบวกของมวลอะตอมคูณกับผลบวกของเปอร์เซ็นต์แล้วเฉลี่ย 1.89 %
  - C<sub>5</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย โดยนำเอามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปรวมกันแล้วเฉลี่ย ไม่ได้เอาเปอร์เซ็นต์ที่ในธรรมชาติมาคิด 12.46 %

ตาราง 38 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 4 เรื่อง ขนาดโมเลกุล จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
4.1	1	B <sub>1</sub> 2.58	A <sub>2</sub> 3.87	-	A <sub>1</sub> 1.80	A <sub>3</sub> 1.55
	2	C 2.06	A <sub>5</sub> 7.73	B <sub>2</sub> 21.39	B <sub>2</sub> 18.04	-
	3	A <sub>4</sub> 6.96	A <sub>6</sub> 1.03	-	B <sub>3</sub> 19.59	B <sub>3</sub> 21.65
	4	A <sub>2</sub> 4.38	-	A <sub>1</sub> 3.35	A <sub>1</sub> 6.70	A <sub>3</sub> 10.82
	5	A <sub>5</sub> 7.47	B <sub>4</sub> 8.76	B <sub>2</sub> 6.44	B <sub>4</sub> 20.36	-
	6	A <sub>4</sub> 6.96	B <sub>3</sub> 6.44	B <sub>3</sub> 4.90	B <sub>3</sub> 23.71	-

จากตาราง 38 ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 4 ปรากฏว่ามีสัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องดังนี้

- A หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากความเข้าใจผิดและจำผิดพลาด
- A<sub>1</sub> หมายถึง จำสูตรหาพื้นที่วงกลมผิด 5.93 %
- A<sub>2</sub> หมายถึง คำนวณโดยใช้สูตรเส้นรอบวง 4.13 %
- A<sub>3</sub> หมายถึง แทนค่ารัศมีของกรดที่แผ่นเม็วน้ำด้วยเส้นผ่านศูนย์กลาง  
6.19 %
- A<sub>4</sub> หมายถึง แทนค่ารัศมีของไม เลกุลด้วยรัศมีของกรดที่แผ่นเม็วน้ำ  
6.96 %
- A<sub>5</sub> หมายถึง เข้าใจผิดเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของกรดที่แผ่นเม็วน้ำ  
7.60 %
- A<sub>6</sub> หมายถึง แทนค่ารัศมีของไม เลกุลด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางของกรดที่แผ่นเม็วน้ำ  
1.03 %
- B หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณผิดพลาด
- B<sub>1</sub> หมายถึง คำนวณตัวเลขผิด 2.58 %
- B<sub>2</sub> หมายถึง คำนวณหาปริมาตรของกรดในสารละลาย 1 หยดผิด  
22.94 %
- B<sub>3</sub> หมายถึง คำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของไม เลกุลผิด 38.15 %
- B<sub>4</sub> หมายถึง คำนวณหาพื้นที่กรดที่แผ่นเม็วน้ำผิด 14.56 %
- C หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของไม เลกุล 2.06 %

ตาราง 39 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจัยวิชา  
เคมี ชั้นปีที่ 5 เรื่อง มวลโมเลกุล จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
5.1	1	A <sub>4</sub> 2.84	A <sub>5</sub> 6.19	A <sub>2</sub> 4.38	A <sub>3</sub> 10.57	-
	2	A <sub>5</sub> 2.58	A <sub>5</sub> 6.19	-	A <sub>2</sub> 26.80	A <sub>1</sub> 3.35
	3	A <sub>4</sub> 3.61	A <sub>5</sub> 12.37	A <sub>5</sub> A <sub>7</sub> 4.90	A <sub>2</sub> 27.57	-
	4	A <sub>4</sub> 4.64	A <sub>5</sub> 11.86	A <sub>5</sub> A <sub>7</sub> 3.86	A <sub>2</sub> 29.64	-
5.2	5	A <sub>5</sub> 7.47	-	B <sub>6</sub> 2.58	A <sub>6</sub> 5.67	B <sub>7</sub> 6.19
	6	A <sub>5</sub> 6.19	B <sub>5</sub> 4.64	-	A <sub>6</sub> 6.70	B <sub>6</sub> 2.84
	7	A <sub>5</sub> 6.96	A <sub>6</sub> 4.12	B <sub>7</sub> B <sub>1</sub> 8.25	B <sub>6</sub> 4.90	-

ตาราง 39 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
	8	-	B <sub>1</sub> 7.47	B <sub>6</sub> 3.09	A <sub>6</sub> 5.41	A <sub>5</sub> 6.19
	9	A <sub>5</sub> 5.67	B <sub>5</sub> 4.12	B <sub>7</sub> 3.35	A <sub>6</sub> 5.41	-
	10	A <sub>3</sub> 2.32	A <sub>5</sub> 6.96	B <sub>5</sub> 4.38	A <sub>6</sub> 5.93	-
5.3	11	B <sub>2</sub> 3.09	-	A <sub>2</sub> B <sub>6</sub> 4.38	B <sub>8</sub> 4.12	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> 2.84
	12	A <sub>2</sub> 3.87	B <sub>9</sub> 4.38	-	B <sub>4</sub> 4.90	B <sub>8</sub> 1.29
	13	B <sub>2</sub> 2.06	A <sub>6</sub> 7.22	-	B <sub>8</sub> 3.09	A <sub>2</sub> 3.87
	14	B <sub>2</sub> 10.05	A <sub>6</sub> 7.22	-	B <sub>8</sub> 1.29	A <sub>2</sub> 2.06

ตาราง 39 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
5.3	15	A <sub>2</sub> 2.32	A <sub>2</sub> 5.41	B <sub>8</sub> 3.09	-	A <sub>6</sub> 1.55
	16	A <sub>2</sub> 2.58	A <sub>2</sub> 4.38	B <sub>8</sub> 2.84	-	A <sub>6</sub> 2.84
5.4	17	B <sub>10</sub> 2.32	B <sub>10</sub> 7.47	-	A <sub>8</sub> B <sub>11</sub> 12.63	C <sub>1</sub> 1.55
	18	A <sub>8</sub> B <sub>10</sub> 5.15	B <sub>12</sub> 5.41	-	B <sub>12</sub> 2.06	C <sub>1</sub> 0.77
	19	-	B <sub>12</sub> 3.61	B <sub>12</sub> 2.58	B <sub>12</sub> 1.29	C <sub>1</sub> 1.55
	20	C <sub>3</sub> 7.22	-	B <sub>11</sub> 3.87	C <sub>2</sub> 2.84	C <sub>1</sub> 2.06
	21	C <sub>1</sub> 3.09	B <sub>12</sub> 1.29	B <sub>3</sub> 4.12	-	B <sub>11</sub> 2.06

จากตาราง 39 ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 5 ปรากฏว่ามีสัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องดังนี้

A หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากความไม่เข้าใจ สับสน หรือจำคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมวลโมเลกุล

- A<sub>1</sub> หมายถึง เข้าใจความหมายของมวลของสาร 1 โมเลกุลผิด 3.35 %  
 A<sub>2</sub> หมายถึง จำความสัมพันธ์ของมวลโมเลกุลผิด 12.01 %  
 A<sub>3</sub> หมายถึง จำความหมายของโมเลกุลไม่ชัดเจน 6.45 %  
 A<sub>4</sub> หมายถึง สับสนระหว่างมวลโมเลกุลกับมวลอะตอม 3.70 %  
 A<sub>5</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่ามวลโมเลกุล คือมวลของสาร 1 โมเลกุล 8.74 %  
 A<sub>6</sub> หมายถึง สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน 5.17 %  
 A<sub>7</sub> หมายถึง สับสนเกี่ยวกับชนิดของอนุภาค 4.38 %  
 A<sub>8</sub> หมายถึง จำสัญลักษณ์ของธาตุผิด 8.39 %

B หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณผิดพลาด

- B<sub>1</sub> หมายถึง บกพร่องการคำนวณเลขยกกำลัง 6.18 %  
 B<sub>2</sub> หมายถึง บกพร่องการหารเลขทศนิยม 5.07 %  
 B<sub>3</sub> หมายถึง บกพร่องการบวก 4.12 %  
 B<sub>4</sub> หมายถึง กลับส่วนตัวหารให้อยู่ในตัวคูณไม่ถูกต้อง 4.9 %  
 B<sub>5</sub> หมายถึง ลืมคำนวณเลขยกกำลัง 4.38 %  
 B<sub>6</sub> หมายถึง บกพร่องการคูณ 3.56 %  
 B<sub>7</sub> หมายถึง บกพร่องการแก้สมการ 5.93 %  
 B<sub>8</sub> หมายถึง แทนค่ามวลของธาตุมาตรฐานผิด 2.62 %  
 B<sub>9</sub> หมายถึง ขาดความรอบคอบในการตอบ 4.38 %  
 B<sub>10</sub> หมายถึง ลืมบวกมวลอะตอมของธาตุบางธาตุในสารประกอบ 7.47 %  
 B<sub>11</sub> หมายถึง แทนค่ามวลอะตอมของธาตุผิด 6.19 %  
 B<sub>12</sub> หมายถึง รวมมวลอะตอมของธาตุบางธาตุในสารประกอบผิด 5.41 %

C หมายถึง บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการคิด

- C<sub>1</sub> หมายถึง บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลโมเลกุล 1.80 %

$C_2$  หมายถึง น้ำเอนามวละตอมของธาตุแต่ละธาตุมาคูณกันแทนการบวก  
2.84 %

$C_3$  หมายถึง นับจำนวนอะตอมของธาตุจากสูตรเคมีผิด 7.22 %

ตาราง 40 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชา  
เคมี ฉบับที่ 6 เรื่อง โมล จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
6.1	1	$A_1$ 20.36	$B_{10}$ 5.41	-	$B_2$ 9.02	$D_1$ 4.90
	2	-	$H_3$ 10.82	$B_2$ 9.02	$B_2$ 8.24	$D_2E_1$ 7.47
	3	-	$C_1C_{10}$ 3.61	$D_2E_2$ 3.35	$D_2E_3$ 8.77	$C_1$ 5.15
	4	-	$B_2$ 3.61	$B_{10}$ 9.54	$C_1C_6$ 13.14	$D_3E_4$ 7.22
	5	$B_1B_2$ 11.34	$B_4$ 7.22	$D_3E_5$ 6.70	-	$C_1C_6$ 7.47
6.2	6	$C_2C_7$ 3.09	$A_3$ 4.38	-	$D_1F_1$ 4.38	$D_1F_1$ 7.22

ตาราง 40 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
6.3	7	D <sub>1</sub> E <sub>1</sub> 8.51	-	C <sub>2</sub> C <sub>7</sub> 7.22	C <sub>2</sub> C <sub>8</sub> 2.32	A <sub>1</sub> D <sub>1</sub> E <sub>5</sub> 2.06
	8	D <sub>4</sub> F <sub>2</sub> 8.51	B <sub>5</sub> 4.90	-	A <sub>4</sub> 9.28	C <sub>2</sub> C <sub>17</sub> 19.85
	9	D <sub>4</sub> F <sub>2</sub> 10.05	B <sub>5</sub> B <sub>9</sub> 5.41	C <sub>2</sub> C <sub>9</sub> F <sub>2</sub> 3.87	-	C <sub>2</sub> C <sub>17</sub> 15.21
	10	C <sub>2</sub> C <sub>18</sub> 10.82	-	A <sub>3</sub> 7.22	D <sub>5</sub> F <sub>1</sub> 3.35	D <sub>5</sub> F <sub>2</sub> 12.63
	11	-	B <sub>8</sub> 5.67	B <sub>3</sub> 5.41	D <sub>2</sub> F <sub>3</sub> 14.18	A <sub>3</sub> D <sub>2</sub> F <sub>3</sub> 2.06
	12	-	H <sub>1</sub> 7.73	H <sub>2</sub> 25.26	C <sub>5</sub> 7.47	D <sub>2</sub> F <sub>3</sub> 9.54
	13	D <sub>4</sub> 14.95	B <sub>9</sub> 3.61	B <sub>8</sub> 8.25	-	C <sub>4</sub> C <sub>11</sub> 8.51
	14	D <sub>4</sub> F <sub>2</sub> 20.88	B <sub>7</sub> 5.93	-	C <sub>4</sub> C <sub>13</sub> 5.67	C <sub>4</sub> C <sub>12</sub> 4.12

ตาราง 40 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
6.4	15	D <sub>3</sub> E <sub>5</sub> 4.90	-	B <sub>6</sub> 5.41	D <sub>3</sub> F <sub>1</sub> 6.70	D <sub>3</sub> F <sub>3</sub> 4.90
	16	D <sub>3</sub> E <sub>5</sub> 3.87	B <sub>3</sub> 14.95	D <sub>3</sub> F <sub>1</sub> 6.44	-	G 2.84
	17	D <sub>3</sub> F <sub>1</sub> 7.22	-	A <sub>2</sub> 6.44	B <sub>3</sub> 9.54	D <sub>3</sub> E <sub>5</sub> 2.06
	18	-	D <sub>5</sub> F <sub>1</sub> 5.93	D <sub>5</sub> E <sub>5</sub> 6.44	C <sub>3</sub> C <sub>15</sub> 17.78	C <sub>3</sub> C <sub>14</sub> D <sub>5</sub> F <sub>1</sub> 6.19
	19	D <sub>5</sub> F <sub>2</sub> 14.69	B <sub>9</sub> 8.76	-	C <sub>3</sub> C <sub>15</sub> 12.11	B <sub>3</sub> 4.90
	20	D <sub>5</sub> F <sub>2</sub> 8.76	-	B <sub>3</sub> 9.54	B <sub>9</sub> 11.08	C <sub>3</sub> C <sub>15</sub> 14.43
	21	B <sub>6</sub> B <sub>7</sub> 9.02	B <sub>9</sub> 8.51	-	B <sub>3</sub> 7.99	C <sub>3</sub> C <sub>16</sub> 14.43
	22	B <sub>10</sub> 9.28	B <sub>3</sub> B <sub>10</sub> 14.95	-	B <sub>9</sub> 4.64	C <sub>3</sub> C <sub>16</sub> 12.63

จากตาราง 40 ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 6 ปรากฏว่ามีสัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องดังนี้

- A หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากจำสัญลักษณ์ ค่าคงที่ คลาดเคลื่อน
- A<sub>1</sub> หมายถึง จำเลขอาโวกาโดรผิด 11.21 %
  - A<sub>2</sub> หมายถึง จำปริมาตรของก๊าซ 1 ไมล์ ที่ STP ผิด 6.44 %
  - A<sub>3</sub> หมายถึง จำสับสรรระหว่างเลขอาโวกาโดร กับมวลของธาตุมาตรฐาน 4.55 %
  - A<sub>4</sub> หมายถึง จำสัญลักษณ์ของธาตุผิด 9.28 %
- B หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณ
- B<sub>1</sub> หมายถึง บกพร่องการหารเลขยกกำลัง 11.34 %
  - B<sub>2</sub> หมายถึง บกพร่องการหารเลขทศนิยม 10.31 %
  - B<sub>3</sub> หมายถึง บกพร่องการคูณเลขทศนิยม 9.61 %
  - B<sub>4</sub> หมายถึง บกพร่องการเปลี่ยนเศษส่วนให้อยู่ในรูปเลขทศนิยม 7.22 %
  - B<sub>5</sub> หมายถึง ลืมคำนวณเลขยกกำลัง 4.90 %
  - B<sub>6</sub> หมายถึง บกพร่องการคูณ 7.22 %
  - B<sub>7</sub> หมายถึง บกพร่องการหาร 7.48 %
  - B<sub>8</sub> หมายถึง คำนวณหาจำนวนโมเลกุลผิด 13.92 %
  - B<sub>9</sub> หมายถึง คำนวณหาจำนวนโมลผิด 7.32 %
  - B<sub>10</sub> หมายถึง บกพร่องการเทียบโมลต่อโมลโดยตรง 13.06 %
- C หมายถึง บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณสาร
- C<sub>1</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาโมล 8.63 %
  - C<sub>2</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวนอนุภาค 12.44 %
  - C<sub>3</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาปริมาตร 15.51 %
  - C<sub>4</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวล 9.15 %
  - C<sub>5</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสารประกอบ 7.47 %
  - C<sub>6</sub> หมายถึง เอาปริมาตรที่ STP ไปคูณแทนการหาร 10.01 %
  - C<sub>7</sub> หมายถึง เอาเลขอาโวกาโดรไปหารแทนการคูณ 10.31 %

- C<sub>8</sub> หมายถึง เอามวลไปหารเลขอาโวกาโดร 2.32 %
- C<sub>9</sub> หมายถึง เอามวลคูณมวลอะตอม 3.87 %
- C<sub>10</sub> หมายถึง เอามวลคูณมวลโมเลกุล 3.61 %
- C<sub>11</sub> หมายถึง เอามวลโมเลกุลคูณกับปริมาตร 8.51 %
- C<sub>12</sub> หมายถึง เอามวลอะตอมไปคูณกับจำนวนอนุภาค 4.12 %
- C<sub>13</sub> หมายถึง เอามวลอะตอมไปหารจำนวนอนุภาค 5.67 %
- C<sub>14</sub> หมายถึง เอามวลโมเลกุลไปคูณกับจำนวนอนุภาคโดยไม่ได้คำนวณหาจำนวนโมล 6.19 %
- C<sub>15</sub> หมายถึง เอาปริมาตร 1 โมลที่ STP ไปคูณกับจำนวนอนุภาค โดยไม่ได้คำนวณหาจำนวนโมล 13.53 %
- C<sub>16</sub> หมายถึง เอาปริมาตร 1 โมลที่ STP ไปคูณกับมวล โดยไม่ได้คำนวณหาจำนวนโมล 13.53 %
- C<sub>17</sub> หมายถึง เอามวลคูณกับเลขอาโวกาโดร โดยไม่ได้คำนวณหาจำนวนโมล 17.53 %
- C<sub>18</sub> หมายถึง เอาปริมาตรคูณกับเลขอาโวกาโดร โดยไม่ได้คำนวณหาจำนวนโมล 10.82 %
- D หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากความไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร
- D<sub>1</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค 9.02 %
- D<sub>2</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวล 11.34 %
- D<sub>3</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตร 9.95 %
- D<sub>4</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอนุภาคกับมวล 13.60 %
- D<sub>5</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอนุภาคกับปริมาตร 11.60 %
- E หมายถึง บกพร่องเนื่องจากเกิดความสับสนระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของสาร
- E<sub>1</sub> หมายถึง สับสนระหว่างมวลกับจำนวนอนุภาค 7.99 %
- E<sub>2</sub> หมายถึง สับสนระหว่างมวลโมเลกุลกับจำนวนอนุภาค 3.35 %
- E<sub>3</sub> หมายถึง สับสนระหว่างมวลโมเลกุลกับมวลของธาตุมาตรฐาน 8.77 %
- E<sub>4</sub> หมายถึง สับสนระหว่างปริมาตรกับจำนวนอนุภาค 7.22 %
- E<sub>5</sub> หมายถึง สับสนระหว่างปริมาตรกับมวล 4.34 %

- F หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากหาความสัมพันธ์ไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการ
- $F_1$  หมายถึง หาความสัมพันธ์เป็นมวล 7.86 %
- $F_2$  หมายถึง หาความสัมพันธ์เป็นโมล 13.23 %
- $F_3$  หมายถึง หาความสัมพันธ์เป็นจำนวนอนุภาค 10.23 %
- G หมายถึง บกพร่องเนื่องจากสะเพร่าในการเขียนตัวเลข 2.84 %
- H หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจาก เข้าใจผิดในสิ่งที่โจทย์กำหนด
- $H_1$  หมายถึง เข้าใจโจทย์ผิดว่า คาร์บอนคือ คาร์บอนไดออกไซด์ 7.73 %
- $H_2$  หมายถึง เข้าใจผิดว่า โจทย์ถามมวลของ  $\text{CaCO}_3$  25.26 %
- $H_3$  หมายถึง ไม่เข้าใจสัญลักษณ์  $\text{Ca}^{2+}$  10.82 %

ตาราง 41 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 7 เรื่องสูตรเคมีและสมการเคมี จากการทดสอบครั้งที่ 3

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
7.1	1	$A_1$ 4.38	-	$A_1$ 11.60	$A_3$ 2.32	$A_2$ 2.84
	2	$A_2$ 10.82	$A_2$ 7.47	-	$A_4$ 4.12	$A_2$ 1.55
	3	$A_1$ 3.61	$A_5$ 3.87	$A_2$ 10.82	$A_2$ 3.35	-
7.2	4	$B_1 B_2$ 2.32	$B_1$ 5.93	$B_2$ 31.96	$B_4$ 8.76	-

ตาราง 41 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	สัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องของตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
7.3	5	B <sub>2</sub> 9.54	-	C <sub>1</sub> 25.00	B <sub>3</sub> 4.64	C <sub>2</sub> 10.05
	6	B <sub>2</sub> 9.54	B <sub>3</sub> 2.06	-	C <sub>4</sub> 7.73	C <sub>3</sub> 0.26
	7	-	B <sub>6</sub> 4.12	B <sub>9</sub> 3.35	B <sub>8</sub> 13.66	B <sub>8</sub> 8.51
	8	B <sub>8</sub> 7.22	-	B <sub>7</sub> 10.56	B <sub>7</sub> 5.67	B <sub>8</sub> 7.22
	9	B <sub>9</sub> 2.32	B <sub>5</sub> 5.93	B <sub>8</sub> 20.62	B <sub>4</sub> 9.28	-
	10	B <sub>8</sub> 10.82	B <sub>7</sub> 24.48	-	B <sub>7</sub> 5.93	B <sub>8</sub> 7.99

จากตาราง 41 ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 7 ปรากฏว่ามีสัญลักษณ์และเปอร์เซ็นต์ของจุดบกพร่องดังนี้

A หมายถึง ความบกพร่องเกี่ยวกับความหมายของสูตรเคมี

A<sub>1</sub> หมายถึง จากความหมายผิด 9.80 %

- A<sub>2</sub> หมายถึง จำความหมายไม่ชัดเจน 12.28 %
- A<sub>3</sub> หมายถึง จำความหมายสูตรเอ็มพิร็กสลับกับสูตรโครงสร้าง 2.32 %
- A<sub>4</sub> หมายถึง จำความหมายสูตรโมเลกุลสลับกับมวลอะตอม 4.2 %
- A<sub>5</sub> หมายถึง จำความหมายสูตรโครงสร้างสลับกับสูตรโมเลกุล 3.87 %
- B หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการดุลสมการและเขียนสมการ
- B<sub>1</sub> หมายถึง ไม่ได้ดุลสมการ 8.25 %
- B<sub>2</sub> หมายถึง ไม่ได้ระบุภาวะของระบบ 17.87 %
- B<sub>3</sub> หมายถึง เขียนสมการสลับข้าง 3.35 %
- B<sub>4</sub> หมายถึง ดุลสมการผิด โดยนับจำนวนอะตอมของออกซิเจนผิด 8.85 %
- B<sub>5</sub> หมายถึง ไม่ได้ดุลจำนวน O 5.93 %
- B<sub>6</sub> หมายถึง ไม่ได้ดุลจำนวน Na 4.12 %
- B<sub>7</sub> หมายถึง ไม่ได้ทอนเป็นอย่างต่ำ 23.32 %
- B<sub>8</sub> หมายถึง ดุลสมการโดยเปลี่ยนตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมในสูตรเคมี 19.01 %
- B<sub>9</sub> หมายถึง ดุลสมการโดยไม่ได้คำนึงถึงชนิดของธาตุ 2.84 %
- C หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากเข้าใจผิดในสิ่งที่โจทย์ที่กำหนดให้
- C<sub>1</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่า CaO ที่เกิดขึ้นเป็นก๊าซ 25.00 %
- C<sub>2</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่า CaCO<sub>3</sub> ทำปฏิกิริยากับ O<sub>2</sub> ในอากาศ 10.05 %
- C<sub>3</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่า ตัวทำละลายคือน้ำเข้าร่วมในปฏิกิริยาเคมีด้วย 0.26 %
- C<sub>4</sub> หมายถึง ระบุภาวะของ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> และ MgSO<sub>4</sub> ผิด 8.51 %

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

#### จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นในด้าน ความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น
3. เพื่อหาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2535 - 2536 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,137 คน ซึ่งได้มาจากประชากรโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit)

#### เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ว 431 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 7 ฉบับ ดังนี้

- ฉบับที่ 1 ระบบเปิดระบบปิด
- ฉบับที่ 2 อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมเป็นสารประกอบ
- ฉบับที่ 3 มวลอะตอม
- ฉบับที่ 4 ขนาดโมเลกุล

- ฉบับที่ 5 มวลไมเลกุล
- ฉบับที่ 6 โมล
- ฉบับที่ 7 สูตรเคมีและสมการเคมี

### วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น 7 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ การนำแบบทดสอบไปสอบ ดำเนินการดังนี้

ทดสอบเพื่อสำรวจ นำแบบทดสอบสำรวจที่สร้างขึ้นทั้ง 7 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจ จำนวน 172 คน เพื่อใช้รวบรวมคำตอบผิดและจุดบกพร่องต่าง ๆ และนำผลที่ได้จากการตอบผิดของนักเรียนมาสร้างเป็นตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัย

ทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 295 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ ปรับปรุงแก้ไข และคัดเลือกข้อสอบ

ทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขและคัดเลือกแล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 282 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และคัดเลือกข้อสอบ

ทดสอบครั้งที่ 3 นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ที่ได้รับการคัดเลือกแล้วจากการทดสอบครั้งที่ 2 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 388 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดสอบแต่ละครั้ง จะดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ทดสอบเพื่อสำรวจ วิเคราะห์หาค่าตอบผิด และจุดบกพร่องของการตอบผิด
2. การทดสอบครั้งที่ 1 วิเคราะห์หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ
3. การทดสอบครั้งที่ 2 วิเคราะห์หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

4. การทดสอบครั้งที่ 3 วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้
  - 4.1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ
  - 4.2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ
  - 4.3 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ
  - 4.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ
  - 4.5 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ
- 3.6 วิเคราะห์จุดบกพร่องของตัวलग ในแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ

### สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. การทดสอบเพื่อสำรวจ

จากการนำแบบทดสอบสำรวจไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลการทดสอบมารวบรวมคำตอบผิด และวิเคราะห์หาจุดบกพร่องของคำตอบผิดนั้น คัดเลือกคำตอบผิดที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดมาข้อละ 4 คำตอบ เพื่อใช้เป็นตัวलगในแบบทดสอบวินิจัย ซึ่งปรากฏว่าคำตอบผิดที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบทั้ง 4 คำตอบ ของข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ สามารถชี้บอกจุดบกพร่องของนักเรียนได้

#### 2. การทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 1

จากการนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผลการทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 1 แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 13 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.2567 - 0.8949 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.0227 - 0.8119 มีข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ 5 ข้อ ข้อสอบที่คัดเลือกออก 1 ข้อ ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข 7 ข้อ รวมคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 12 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.3932 - 0.8847 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1348 - 0.5327 มีข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ 8 ข้อ ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข 2 ข้อ รวมคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 10 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 19 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.3661 - 0.8542 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2236 - 0.5486 มีข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ 18 ข้อ ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข 1 ข้อ รวมคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 19 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.1153 - 0.5119 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1788 - 0.8858 มีข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ 1 ข้อ ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข 7 ข้อ รวมคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 8 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 5 จำนวน 22 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.2136 - 0.9220 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.0925 - 0.4921 มีข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ 18 ข้อ ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข 4 ข้อ รวมคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 22 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 34 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.1322 - 0.8339 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.0236 - 0.5335 มีข้อสอบที่มีค่าความยากถึงเกณฑ์ 27 ข้อ ข้อสอบที่คัดเลือกออก 2 ข้อ ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข 5 ข้อ รวมคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 32 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 7 จำนวน 13 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.2780 - 0.8034 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1740 - 0.4517 มีข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ 10 ข้อ ข้อสอบที่คัดเลือกออก 1 ข้อ ข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไข 2 ข้อ รวมคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 12 ข้อ

### 3. การทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 2

นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ที่ผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขแล้ว จากการทดสอบครั้งที่ 1 ไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 2 แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 12 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.5745 - 0.9326 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1167 - 0.7373 ข้อสอบทุกข้อมีค่าถึงเกณฑ์ จึงคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 12 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.4255 - 0.9255 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1206 - 0.5674 มีข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ 8 ข้อ ข้อสอบที่คัดเลือกออก 2 ข้อ รวมคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 8 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 จำนวน 19 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.5674 - 0.9362 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1429 - 0.5421 ข้อสอบทุกข้อมีค่าถึงเกณฑ์ จึงคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 19 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 4 จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.3972 - 0.9078 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1523 - 0.7314 มีข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ 6 ข้อ ข้อสอบที่คัดเลือกออก 2 ข้อ รวมคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 6 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 5 จำนวน 22 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.4858 - 0.9433 มีค่าอำนาจจำแนก 0.0767 - 0.5389 มีข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ 21 ข้อ ข้อสอบที่คัดเลือกออก 1 ข้อ รวมข้อสอบที่คัดเลือกไว้ทั้งหมด 21 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 6 จำนวน 32 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.1560 - 0.8936 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1240 - 0.6517 มีข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ 22 ข้อ ข้อสอบที่คัดเลือกออก 10 ข้อ รวมคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 22 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 7 จำนวน 12 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.3652 - 0.8156 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.1572 - 0.4875 มีข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ 10 ข้อ ข้อสอบที่คัดเลือกออก 2 ข้อ รวมคัดเลือกข้อสอบไว้ทั้งหมด 10 ข้อ

#### 4. การทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 3

นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่ผ่านการคัดเลือกจากการทดสอบครั้งที่ 2 ไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 3 แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพ ดังนี้

4.1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ จากการทดสอบครั้งที่ 3 ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ มีคะแนนเฉลี่ยเรียงลำดับดังนี้ 9.4407, 5.4149, 14.3170, 3.9634, 16.3866, 14.5902 และ 6.7036 ส่วนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนได้ค่าเรียงลำดับดังนี้ 2.5788, 1.9304, 4.0097, 1.8354, 4.6199, 5.7475 และ 2.1404 และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบมีค่าเรียงลำดับ ดังนี้ 27.3158, 35.6498, 28.0066, 46.3087, 28.1932, 39.3929 และ 31.9291

4.2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

	แบบทดสอบฉบับที่ 1	จำนวน 12 ข้อ	มีค่าความยากตั้งแต่	0.5825 -
0.9304	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	0.1036 -	0.6763	
	แบบทดสอบฉบับที่ 2	จำนวน 8 ข้อ	มีค่าความยากตั้งแต่	0.5026 -
0.9072	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	0.1646 -	0.5941	
	แบบทดสอบฉบับที่ 3	จำนวน 19 ข้อ	มีค่าความยากตั้งแต่	0.5815 -
0.9253	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	0.1190 -	0.5682	
	แบบทดสอบฉบับที่ 4	จำนวน 6 ข้อ	มีค่าความยากตั้งแต่	0.5077 -
0.9021	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	0.0686 -	0.8172	
	แบบทดสอบฉบับที่ 5	จำนวน 21 ข้อ	มีค่าความยากตั้งแต่	0.5000 -
0.9098	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	0.2006 -	0.5805	
	แบบทดสอบฉบับที่ 6	จำนวน 22 ข้อ	มีค่าความยากตั้งแต่	0.5000 -
0.8093	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	0.2141 -	0.5899	
	แบบทดสอบฉบับที่ 7	จำนวน 10 ข้อ	มีค่าความยากตั้งแต่	0.5077 -
0.8041	มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่	0.1875 -	0.4814	

4.3 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ซึ่งหาโดยใช้วิธีของ แกลสส์ ผลปรากฏว่าแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ มีคะแนนเกณฑ์เรียงลำดับ ดังนี้ 11, 7, 15, 4, 17, 14 และ 8 คะแนน

4.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ซึ่งหาโดยใช้สูตร ไบโนเมียลของโลเวทท์ ผลปรากฏว่า แบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นเรียงลำดับ ดังนี้ 0.8242, 0.7642, 0.8283, 0.7196, 0.8747, 0.8925 และ 0.6884 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ มีค่าเรียงลำดับ ดังนี้ 1.0813, 0.9374, 1.6615, 0.9719, 1.6353, 1.8844 และ 1.1948

4.5 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เป็นผู้พิจารณาว่าข้อสอบทั้ง 7 ฉบับ มีความเที่ยงตรงหรือไม่ โดยใช้แบบตรวจสอบรายการตามวิธีของ ไรวินเนลลีและแฮมเบิลตัน แล้วนำผลการพิจารณา มาคำนวณหาค่าความสอดคล้อง ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ มีค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหา ตั้งแต่ 0.60 - 1.00 และมีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตั้งแต่ 0.60 - 1.00

4.6 การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ซึ่งวิเคราะห์จากการทดสอบครั้งที่ 3 และใช้ผลจากการทดสอบสำรวจร่วมในการพิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบแต่ละฉบับมีจุดบกพร่องเรียงลำดับตามเปอร์เซ็นต์ที่บกพร่อง ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่องระบบเปิดระบบปิด นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. บกพร่องเนื่องจากพิจารณาสถานการณ์ที่ไม่ถูกต้อง
2. ความบกพร่องที่เกี่ยวกับความหมายของระบบเปิดระบบปิด
  - 2.1 เข้าใจผิดว่าระบบเปิดระบบปิดพิจารณาที่การมีการถ่ายเทพลังงานหรือไม่มีการถ่ายเทพลังงาน

2.2 เข้าใจผิดว่าระบบเปิดระบบปิดพิจารณาที่การเกิดปฏิกิริยาหรือไม่เกิดปฏิกิริยา

2.3 จำความหมายของระบบเปิดระบบปิด ไม่สมบูรณ์

2.4 จำความหมายของระบบปิดผิด

2.5 จำความหมายของระบบเปิดและระบบปิดสลับกัน

2.6 เข้าใจผิดว่าระบบเปิดระบบปิดพิจารณาที่การเปิดหรือปิดภาชนะ

3. ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณ

3.1 บวกตัวเลขผิด

3.2 ลบตัวเลขผิด

3.3 บกพร่องวิธีการคำนวณ โดยใช้กฎทรงมวล

3.4 แก้วสมการผิด

4. บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจกฎทรงมวล

5. ไม่เข้าใจโจทย์เนื่องจากโจทย์มีความซับซ้อน

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่องอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบ นักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้

1. บกพร่องเนื่องจากเข้าใจโจทย์ที่กำหนดให้ผิด

1.1 เข้าใจว่ามวล 100 g เป็นมวลของโพแทสเซียม

1.2 ตอบเป็นมวลของไฮโดรเจนที่เข้าทำปฏิกิริยา

- 1.3 เข้าใจผิด คำนวณ โดยใช้กฎทรงมวลแทนกฎสัดส่วนคงที่
- 1.4 เข้าใจว่า มวล 1 กรัม เป็นมวลของสารประกอบที่เกิดขึ้น
- 1.5 ตอบเป็นมวลของสารประกอบที่เกิดขึ้น
2. สับสนระหว่างมวลของอลูมิเนียมและมวลของสารประกอบ
3. ไม่เข้าใจความหมายของเลขเปอร์เซ็นต์
4. ไม่เข้าใจการนำกฎสัดส่วนคงที่มาใช้ในการคำนวณหามวลของสาร
5. ความบกพร่องที่เกิดจากการคำนวณ
  - 5.1 คำนวณหามวลของไฮโดรเจนที่เข้าทำปฏิกิริยาผิด
  - 5.2 บกพร่องเรื่องการลบ
  - 5.3 แทนค่าอัตราส่วนโดยมวลของไฮโดรเจนผิด
  - 5.4 บกพร่องเรื่องการหาร
  - 5.5 บกพร่องการเทียบบัญญัติไตรยางค์
  - 5.6 บกพร่องเรื่องการคูณ
  - 5.7 นำมวลที่คำนวณได้ไปบวกกับอัตราส่วน

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่องมวลอะตอม นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ความบกพร่องจากการคำนวณ
  - 1.1 บกพร่องการคำนวณเลขยกกำลัง
  - 1.2 บกพร่องการหารเลขทศนิยม
  - 1.3 บกพร่องการคูณ
  - 1.4 กลับส่วนตัวหารมาอยู่ในรูปตัวคูณไม่ถูกต้อง
  - 1.5 ไม่ได้คำนวณเลขยกกำลัง
  - 1.6 ไม่ได้หาค่าเฉลี่ย
  - 1.7 บกพร่องการหาร
2. ความบกพร่องเกี่ยวกับความหมาย และความสัมพันธ์ของมวลอะตอม
  - 2.1 จำความหมายของมวลอะตอมผิด
  - 2.2 เข้าใจผิดว่ามวลอะตอม คือ มวลของธาตุ 1 อะตอม
  - 2.3 จำความสัมพันธ์ของมวลอะตอมผิด
  - 2.4 จำความหมายมวลอะตอมไม่ชัดเจน

- 2.5 จำความหมายของมวลอะตอมสลับกับ เลขอะตอม
- 2.6 สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดร กับมวลของธาตุมาตรฐาน
3. ความบกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการคิด
- 3.1 ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย โดยนำเอามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปมารวมกันแล้วเฉลี่ย ไม่ได้เอาเปอร์เซ็นต์ที่มีในธรรมชาติมาคิด
- 3.2 ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย โดยคิดเฉพาะไอโซโทปแรก
- 3.3 ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลอะตอม
- 3.4 ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย โดยเอาผลบวกของมวลอะตอมคูณกับผลบวกของเปอร์เซ็นต์ แล้วเฉลี่ย
- 3.5 ไม่เข้าใจวิธีการแก้สมการ
- แบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่องขนาดโมเลกุล นักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้
1. ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณผิดพลาด
- 1.1 คำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุลผิด
- 1.2 คำนวณหาปริมาตรของกรดในสารละลาย 1 หยดผิด
- 1.3 คำนวณหาพื้นที่กรดที่แผ่นผิวหน้าผิด
- 1.4 คำนวณตัวเลขผิด
2. ความบกพร่องเนื่องจากความเข้าใจผิดและจำผิดพลาด
- 2.1 เข้าใจผิดเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของกรดที่แผ่นผิวหน้า
- 2.2 แทนค่ารัศมีของโมเลกุลด้วยรัศมีของกรดที่แผ่นผิวหน้า
- 2.3 แทนค่ารัศมีของกรดที่แผ่นผิวหน้าด้วยเส้นผ่านศูนย์กลาง
- 2.4 จำสูตรหาพื้นที่วงกลมผิด
- 2.5 คำนวณโดยใช้สูตรเส้นรอบวง
- 2.6 แทนค่ารัศมีของโมเลกุลด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางของกรดที่แผ่นผิวหน้า
3. ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุล
- แบบทดสอบฉบับที่ 5 เรื่อง มวลโมเลกุล นักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้
1. ความบกพร่องเนื่องจากความไม่เข้าใจ สับสน หรือจำคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมวลโมเลกุล

- 1.1 จำความสัมพันธ์ของมวลโมเลกุลผิด
  - 1.2 จำสัญลักษณ์ของธาตุผิด
  - 1.3 เข้าใจผิดว่ามวลโมเลกุลคือมวลของสาร 1 โมเลกุล
  - 1.4 จำความหมายของมวลโมเลกุลไม่ชัดเจน
  - 1.5 สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
  - 1.6 สับสนเกี่ยวกับชนิดของอนุภาค
  - 1.7 สับสนระหว่างมวลโมเลกุลกับมวลอะตอม
  - 1.8 เข้าใจความหมายของมวลของสาร 1 โมเลกุลผิด
  2. ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณผิดพลาด
    - 2.1 ลืมบวกมวลอะตอมของธาตุบางธาตุในสารประกอบ
    - 2.2 แทนค่ามวลอะตอมผิด
    - 2.3 บกพร่องการคำนวณเลขยกกำลัง
    - 2.4 บกพร่องการแก้สมการ
    - 2.5 รวมมวลอะตอมของธาตุบางธาตุในสารประกอบผิด
    - 2.6 บกพร่องการหารเลขทศนิยม
    - 2.7 กลับส่วนตัวหารให้อยู่ในรูปตัวคูณไม่ถูกต้อง
    - 2.8 ลืมคำนวณเลขยกกำลัง
    - 2.9 ขาดความรอบคอบในการตอบ
    - 2.10 บกพร่องการบวก
    - 2.11 บกพร่องการคูณ
    - 2.12 แทนค่ามวลอะตอมของธาตุมาตรฐานผิด
  3. บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการคิด
    - 3.1 นับจำนวนอะตอมของธาตุจากสูตรเคมีผิด
    - 3.2 นำเอามวลอะตอมของธาตุแต่ละธาตุมาคูณกันแทนการบวก
    - 3.3 ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลโมเลกุล
- แบบทดสอบฉบับที่ 6 เรื่องโมล นักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้
1. ความบกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
    - 1.1 เข้าใจผิดว่าโจทย์ถามมวลของ  $\text{CaCO}_3$

- 1.2 ไม่เข้าใจสัญลักษณ์  $\text{Ca}^{2+}$
- 1.3 เข้าใจโจทย์ผิดว่า คาร์บอน คือ คาร์บอนไดออกไซด์
2. บกพร่องเนื่องจากหาความสัมพันธ์ไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการ
  - 2.1 หาความสัมพันธ์เป็นโมล
  - 2.2 หาความสัมพันธ์เป็นจำนวนอนุภาค
  - 2.3 หาความสัมพันธ์เป็นมวล
3. บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร
  - 3.1 ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอนุภาคกับมวล
  - 3.2 ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอนุภาคกับปริมาตร
  - 3.3 ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวล
  - 3.4 ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตร
  - 3.5 ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค
4. ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณ
  - 4.1 คำนวณหามวลโมเลกุลผิด
  - 4.2 บกพร่องการเทียบโมลคู่ได้ตรงยงค์
  - 4.3 บกพร่องการหารเลขยกกำลัง
  - 4.4 บกพร่องการหารเลขทศนิยม
  - 4.5 บกพร่องการคูณเลขทศนิยม
  - 4.6 บกพร่องการหาร
  - 4.7 คำนวณหาจำนวนโมลผิด
  - 4.8 บกพร่องการคูณ
  - 4.9 บกพร่องการเปลี่ยนเลขเศษส่วนให้อยู่ในรูปเลขทศนิยม
  - 4.10 ลืมคำนวณเลขยกกำลัง
5. บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณสาร
  - 5.1 เอามวลคูณกับเลขอาโวกาโดร โดยไม่ได้คำนวณหาจำนวนโมล
  - 5.2 ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาปริมาตร
  - 5.3 เอาปริมาตร 1 โมลที่ STP ไปคูณกับจำนวนอนุภาค โดยไม่ได้

คำนวณหาจำนวนโมล

- จำนวนไมล
- 5.4 เอาปริมาตร 1 ไมลที่ STP ไปคูณกับมวล โดยไม่ได้คำนวณหาจำนวนไมล
  - 5.5 ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวนอนุภาค
  - 5.6 เอาปริมาตรคูณกับเลขอาโวกาโดร โดยไม่ได้คำนวณหาจำนวนไมล
  - 5.7 เอาเลขอาโวกาโดรไปหารแทนการคูณ
  - 5.8 เอาปริมาตรที่ STP ไปคูณแทนการหาร
  - 5.9 ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวล
  - 5.10 ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาไมล
  - 5.11 เอามวลโมเลกุลคูณกับปริมาตร
  - 5.12 ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสารประกอบ
  - 5.13 เอามวลโมเลกุลไปคูณกับจำนวนอนุภาค โดยไม่ได้คำนวณหาจำนวนไมล
  - 5.14 เอามวลอะตอมไปหารจำนวนอนุภาค
  - 5.15 เอามวลอะตอมไปคูณกับจำนวนอนุภาค
  - 5.16 เอามวลคูณกับมวลอะตอม
  - 5.17 เอามวลคูณกับมวลโมเลกุล
  - 5.18 เอามวลไปหารเลขอาโวกาโดร
6. บกพร่องเนื่องจากเกิดความสับสนระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของสาร
    - 6.1 สับสนระหว่างมวลโมเลกุลกับมวลของธาตุมาตรฐาน
    - 6.2 สับสนระหว่างมวลกับจำนวนอนุภาค
    - 6.3 สับสนระหว่างปริมาตรกับจำนวนอนุภาค
    - 6.4 สับสนระหว่างปริมาตรกับมวล
    - 6.5 สับสนระหว่างมวลโมเลกุลกับจำนวนอนุภาค
  7. ความบกพร่องเนื่องจาก จำสัญลักษณ์ ค่าคงที่ คลาดเคลื่อน
    - 7.1 จำสัญลักษณ์ของธาตุผิด
    - 7.2 จำปริมาตรของก๊าซ 1 ไมล ที่ STP ผิด
    - 7.3 จำสับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
    - 7.4 จำเลขอาโวกาโดรผิด

8. บทพร่องเนื่องจากสะเพร่าในการเขียนตัวเลข  
แบบทดสอบฉบับที่ 7 เรื่องสูตรเคมีและสมการเคมี นักเรียนมีจุดบกพร่อง

ดังนี้

1. ความบกพร่องเนื่องจากเข้าใจผิดในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
  - 1.1 เข้าใจผิดว่า  $\text{CaO}$  ที่เกิดขึ้นเป็นก๊าซ
  - 1.2 เข้าใจผิดว่า  $\text{CaCO}_3$  ทำปฏิกิริยากับ  $\text{O}_2$  ในอากาศ
  - 1.3 ระบุภาวะของ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  และ  $\text{MgSO}_4$  ผิด
  - 1.4 เข้าใจผิดว่า ตัวน้ำละลายคือน้ำ เข้าร่วมในปฏิกิริยาเคมีด้วย
2. ความบกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการดุลสมการและเขียนสมการ
  - 2.1 ไม่ได้ทอนเป็นอย่างต่ำ
  - 2.2 ดุลสมการโดยเปลี่ยนตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมในสูตรเคมี
  - 2.3 ไม่ได้ระบุภาวะของระบบ
  - 2.4 ดุลสมการผิด โดยนับจำนวนอะตอมของออกซิเจนผิด
  - 2.5 ไม่ได้ดุลสมการ
  - 2.6 ไม่ได้ดุลจำนวนอะตอมของ O
  - 2.7 ไม่ได้ดุลจำนวนอะตอมของ Na
  - 2.8 เขียนสมการสลับข้าง
  - 2.9 ดุลโดยไม่ได้คำนึงถึงชนิดของธาตุ
3. ความบกพร่องเกี่ยวกับความหมายของสูตรเคมี
  - 3.1 จำความหมายไม่ชัดเจน
  - 3.2 จำความหมายผิด
  - 3.3 จำความหมายสูตรโมเลกุลสลับกับมวลอะตอม
  - 3.4 จำความหมายสูตรโครงสร้างสลับกับสูตรโมเลกุล
  - 3.5 จำความหมายสูตรเอ็มพิริกัลสลับกับสูตรโครงสร้าง

จากจุดบกพร่องต่าง ๆ ในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ พบว่านอกจากนักเรียน  
มีจุดบกพร่องเกี่ยวกับเนื้อหาทางเคมีแล้ว จุดบกพร่องที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความบกพร่อง  
คือ ความบกพร่องจากการขาดทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์

## อภิปรายผล

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

### 1. การทดสอบเพื่อสำรวจ

จากการนำแบบทดสอบสำรวจ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อสำรวจคำตอบผิด และจุดบกพร่อง ลักษณะการตอบในแบบทดสอบสำรวจเป็นแบบ เขียนตอบหรือแสดงวิธีทำ พร้อมทั้งระบุเหตุผลการตอบ ผู้วิจัยนำผลการสอบมาตรวจและบันทึกความถี่ของคำตอบที่นักเรียนตอบมา พร้อมทั้งวิเคราะห์สาเหตุการตอบผิดของแต่ละคำตอบ โดยพิจารณาจากคำตอบที่นักเรียนเขียนตอบ ขั้นตอนการแสดงวิธีทำ และเหตุผลการตอบประกอบกัน แล้วคัดเลือกคำตอบผิดที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิด ไว้เป็นตัวอย่าง ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่งคำตอบผิดที่คัดเลือกไว้ 4 คำตอบนั้น พบว่าสามารถชี้บอกจุดบกพร่องในการตอบของนักเรียนได้ สำหรับการตอบแบบทดสอบสำรวจของนักเรียน เนื่องจากแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย ตอบโดยแสดงวิธีทำ จึงมีนักเรียนบางคนตอบข้อสอบไม่ครบทุกข้อ เว้นบางข้อไว้ ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์คำตอบในข้อที่เว้นของนักเรียนคนนั้นได้ ซึ่งมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

### 2. การทดสอบเพื่อหาคุณภาพ

การทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ได้ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ได้คุณภาพของแบบทดสอบดังนี้

#### 2.1 ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

จากการทดสอบครั้งที่ 1 ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.1153 - 0.9200 เมื่อแยกพิจารณาข้อสอบเป็นรายข้อของแบบทดสอบแต่ละฉบับแล้ว พบว่าข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าความยากถึงเกณฑ์ที่ต้องการ คือมีค่าความยากตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และมีแบบทดสอบอยู่ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 4 ที่ข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าความยากไม่ถึงเกณฑ์ที่ต้องการ คือมีค่าความยากต่ำกว่า 0.50 ทั้งนี้เนื่องจากข้อสอบเพิ่งได้รับการวิเคราะห์เป็นครั้งแรก ข้อสอบยังไม่ได้มีการปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งการทดสอบครั้งที่ 1 นี้ ไม่ได้ทำการสอบหลังจากนักเรียนเรียนจบบทเรียน แต่ทำการสอบเมื่อเริ่มเรียนเนื้อหาใหม่แล้ว ทำให้นักเรียนเกิดการลืมได้ จึงได้นำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไข หลังจากการปรับปรุงแก้ไข ได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับไปทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่า

ได้ค่าความยากตั้งแต่ 0.1560 - 0.9433 จะเห็นได้ว่าข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าความยากถึงเกณฑ์ที่ต้องการ ทั้งนี้เพราะข้อสอบได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว และการทดสอบได้ทำการทดสอบหลังจากจบบทเรียนในแต่ละเนื้อหาทันที จะมีข้อสอบเพียงบางข้อเท่านั้นจากแบบทดสอบฉบับที่ 2, 4, 5, 6 และ 7 ที่มีค่าความยากไม่ถึงเกณฑ์ที่ต้องการ จึงคัดออกไป หลังจากได้คัดเลือกข้อสอบทุกข้อที่มีค่าความยากถึงเกณฑ์ที่ต้องการแล้ว ได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับไปทดสอบครั้งที่ 3 ปรากฏว่าได้ค่าความยากของข้อสอบ ตั้งแต่ 0.5000 - 0.9304 ซึ่งเป็นค่าความยากที่อยู่ในเกณฑ์ทั้งสิ้น ทั้งนี้เนื่องจากข้อสอบได้ผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงมาอย่างดี และนำการทดสอบหลังจบบทเรียนใหม่ ๆ แสดงว่าข้อสอบเหล่านี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย ซึ่งสอดคล้องกับการอธิบายลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยของ อัดัมส์ และทอร์เกอร์สัน (Adams and Torgerson, 1964 : 462) บลูม (Bloom, 1971 : 91) สิงห์ (Singha, 1974 : 201) และกรอนลันด์ (Gronlund, 1976 : 139) ที่กล่าวไว้ว่าข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบวินิจฉัย ควรเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย และแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความยากใกล้เคียงกับแบบทดสอบวินิจฉัยในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้สร้างไว้ เช่น กัลยา กลิ่นเกษร (2527 : 81) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่ ซึ่งมีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.55 - 0.99 เอื้อ จานทอง (2527 : 92 - 95) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องมวล แรง และสภาพสมดุล ซึ่งมีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.50 - 0.84

## 2.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

จากการทดสอบครั้งที่ 1 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ -0.0227 - 0.8858 จะเห็นได้ว่าข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์ คือ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.00 ขึ้นไป จะมีข้อสอบอยู่เพียง 2 ข้อ คือในแบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 1 ข้อ และในแบบทดสอบฉบับที่ 6 อีก 1 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกเป็นลบ แสดงว่าข้อสอบทั้ง 2 ข้อนั้น มีสัดส่วนของนักเรียนในกลุ่มที่ไม่มีความบกพร่องตอบข้อสอบได้ ถูกน้อยกว่าสัดส่วนของนักเรียนในกลุ่มที่มีความบกพร่อง จึงคัดออกไป และเมื่อได้ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อสอบแล้ว ได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ไปทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่า ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.0767 - 0.7373 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์ทุกข้อ เมื่อคัดเลือกข้อสอบตามที่ต้องการแล้ว ได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

ไปทดสอบครั้งที่ 3 ปรากฏว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.0686 - 0.8172 ซึ่งเป็นค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์สูง คือมีค่าตั้งแต่ 0.10 ขึ้นไป สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งค้นหาสาเหตุและจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนมากกว่าจะเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Singha. 1974 : 201 - 202) และค่าอำนาจจำแนกที่ได้ใกล้เคียงกับค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีผู้สร้างไว้ คือ เอื้อ จานทอง (2527 : 92 - 95) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และสภาพสมดุล ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.11 - 0.61

### 2.3 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

ผู้วิจัยได้นำผลการทดสอบครั้งที่ 3 มาคำนวณหาคะแนนจุดตัด โดยใช้วิธีการหาฟังก์ชันของคะแนนจุดตัดของแกลลัส เพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่านักเรียนผ่านหรือไม่ผ่าน ในหน่วยการสอนนั้น ปรากฏว่าได้คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับเรียงลำดับคือ 11, 7, 15, 4, 17, 14 และ 8 ซึ่งคะแนนจุดตัดของทุกฉบับมีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มของแบบทดสอบ ดังนั้นเกณฑ์ในการพิจารณาว่านักเรียนผ่านหรือไม่จึงมีค่าสูง สอดคล้องกับค่าความยากของข้อสอบที่มีค่าสูง และสอดคล้องกับลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยที่ว่าข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบวินิจฉัยควรเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (Adams and Torgerson. 1964 : 462, Bloom. 1971 : 91, Singha. 1974 : 201, Gronlund. 1976 : 139) ดังนั้นคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยจึงควรมีค่าสูง

### 2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

จากการทดสอบครั้งที่ 3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับซึ่งหาได้โดยใช้สูตร ไบนอมิยัล (Binomial) ของโลเวทท์ (Lovett) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ตั้งแต่ 0.6884 - 0.8925 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาฟิสิกส์ ที่ กัลยา กลิ่นเกษร (2527 : 81) ได้สร้างไว้ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.652 - 0.807 ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ จึงมีค่าสูง แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้

### 2.5 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5

คน เป็นผู้พิจารณาว่าแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับมีความเที่ยงตรงหรือไม่ โดยใช้แบบตรวจสอบรายการตามวิธีของ ไรวินเนลลีและแฮมเบิลตัน การตรวจสอบกระทำ 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหาหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบว่าข้อสอบที่เขียนขึ้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ ผลการพิจารณาทั้งสองขั้นตอนจากผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาในหลักสูตร และข้อสอบทุกข้อเขียนได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดจริง แสดงว่าแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ อาห์แมนน์ และกล็อค (Ahmann and Glock, 1967 : 364 - 365) ที่กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่าแบบทดสอบวินิจัยเน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ

2.6 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ

จากการวิเคราะห์จุดบกพร่อง พบว่า แบบทดสอบที่มีจุดบกพร่องมากที่สุดคือแบบทดสอบฉบับที่ 6 เรื่องไมล ซึ่งถือได้ว่าเป็นเนื้อหาส่วนที่สำคัญของเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ส่วนแบบทดสอบฉบับที่มีจุดบกพร่องน้อยที่สุด คือ ฉบับที่ 4 เรื่องขนาดโมเลกุล และเป็นฉบับที่มีจำนวนข้อสอบน้อยที่สุด

สำหรับจุดบกพร่องที่พบในแบบทดสอบแต่ละฉบับนั้น มีจุดบกพร่องบางประการที่เหมือนกัน เนื่องจาก ลักษณะเนื้อหามีความต่อเนื่องกัน รวมทั้งในแบบทดสอบแต่ละฉบับจะมีการนำหลักทางคณิตศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง ส่วนจุดบกพร่องส่วนใหญ่ก็จะแตกต่างกันไปในแต่ละฉบับ เนื่องจากวัดเนื้อหาและจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน จึงกล่าวได้ว่า ในการวิเคราะห์จุดบกพร่องของแบบทดสอบวินิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตัวलगที่นักเรียนเลือกตอบสามารถวิเคราะห์จุดบกพร่องในการเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ อีเบล (Ebel, 1965 : 449) สิงห์ (Singha, 1974 : 200 - 201) และกลอนลันด์ (Gronlund, 1976 : 139) ได้กล่าวไว้ในทำนองเดียวกันว่า จุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยก็เพื่อค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียน และข้อสอบแต่ละข้อสามารถค้นหาสาเหตุของการตอบผิดได้

### ข้อเสนอแนะ

จากการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมีในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์-คณิต การจะนำแบบทดสอบชุดนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ควรดำเนินการสอบตามคู่มือดำเนินการสอบอย่างเคร่งครัด การทดสอบควรทดสอบทันทีที่นักเรียนเรียนเนื้อหา นั้น ๆ เสร็จสิ้นลง และให้นักเรียนได้ทราบผลการสอบอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นครูผู้สอนควรจะได้จัดสอนซ่อมเสริม เพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่มีความบกพร่องทันที

2. เนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ที่ผู้วิจัยนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยในครั้งนี้ จัดได้ว่าเป็นเนื้อหาพื้นฐานของการเรียนวิชาเคมี ดังนั้นจึงควรมีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ในเนื้อหาอื่น และในระดับชั้นอื่นชั้นอีก เพื่อประโยชน์ต่อการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

3. จากการวิเคราะห์จุดบกพร่องของแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น พบว่าจุดบกพร่องส่วนหนึ่งเกิดจากการที่นักเรียนขาดทักษะและหลักการทางคณิตศาสตร์ ทำให้เห็นว่า การที่นักเรียนจะเรียนวิชาเคมีให้ได้ดีนั้น จำเป็นจะต้องมีทักษะและหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ติดตัว เพื่อให้แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับนี้ใช้ได้ประโยชน์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยเห็นว่า ควรจะได้มีการสำรวจว่ามีทักษะและหลักการทางคณิตศาสตร์อะไรบ้างที่จำเป็นสำหรับการเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 และนำทักษะและหลักการเหล่านั้นมาสร้างเป็นแบบฝึกหรือแบบเรียนสำเร็จรูป เมื่อทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบวินิจฉัย แล้วพบว่านักเรียนคนใดมีความบกพร่องทางทักษะหรือหลักการใดทางคณิตศาสตร์ ก็จะสามารถซ่อมเสริมนักเรียนคนนั้นด้วยแบบฝึกหรือแบบเรียนสำเร็จรูป ซึ่งจะช่วยให้แก้ไขจุดบกพร่องของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

มจรจกน

## บรรณานุกรม

- กัลยา กลิ่นเกษร. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ และกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดลพบุรี ปรินทิพานินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527 : อัดสำเนา.
- ชวาล แพ้ตกุล. เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2508.  
\_\_\_\_\_. "การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน" พัฒนาวัดผล. 7 : 2 - 16 ; กรกฎาคม 2514.
- ดำรง ดิวิเจริญ. เอกสารคำสอนวิชาวัดผล 201 การวัดผลแบบอิงเกณฑ์. ภาควิชา พื้นฐานของการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2529.
- นงลักษณ์ จรรยาวัช. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะพื้นฐานของความเข้าใจในการอ่านภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปรินทิพานินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532 : ถ่ายเอกสาร.
- นิวเบอร์ เอนเอฟ. การสอนเคมีสำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศร้อน. แปลโดย ประณีต ไกมารกุล. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2508.
- บุญชม ศรีสะอาด. "แบบทดสอบวินิจฉัย". การวัดผลการศึกษา. 2(1) : 9 - 23 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2523.
- บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ ภาควิชา พื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธ์. ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : การพิมพ์พระนคร, 2527.
- เบญจา เขียวสม. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยตามพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินทิพานินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534 : อัดสำเนา.

- พรชัย หนูแก้ว. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดขอนแก่น. ปรินทิพานพันธ์ กศ.ม.  
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. ถ่าย  
เอกสาร.
- มาลินี นิ่มเสมอ. "การใช้ประโยชน์จากแบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัย," สสวท. 17(1) :  
33 - 37 ; มกราคม - มีนาคม 2532.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2.  
กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2531.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง  
พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2533.
- \_\_\_\_\_ . คู่มือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.  
2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2533.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือครูวิชาเคมี เล่ม 1 ว.431.  
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2534.
- \_\_\_\_\_ . หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 1 ว.431. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา  
ลาดพร้าว, 2534.
- สมศักดิ์ สิ้นธุระเวทย์. แบบทดสอบวินิจฉัย. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบ กรมวิชาการ  
กระทรวงศึกษาธิการ, 2522. อัดสำเนา.
- สุเทพ สันติวรานนท์. "แบบทดสอบวินิจฉัยและแนวทางในการสร้าง," ศึกษาศาสตร์.  
6 (15-16) : 67-74 ; สิงหาคม 2532 - มีนาคม 2533.
- สุทัศน์ สุกมลสันต์. "การหาจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ และแบบทดสอบอิงปริเซต,"  
การวัดผลการศึกษา. 8(24) : 56-74 ; มกราคม - เมษายน 2530.
- อนันต์ ศรีโสภาก. พัฒนาการทดสอบ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515.  
\_\_\_\_\_ . การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2525.
- อังคณา สายยศ. "การเขียนข้อสอบอิงเกณฑ์," การวัดผลการศึกษา. 4(3) : 25-  
36 ; มกราคม - เมษายน 2526.
- อุทุมพร จามรมาน. การสัมพัทธ์อย่างทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : พันนี้  
พับลิชชิ่ง, 2532.

เอื้อ จานทอง. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องมวล แรง และสภาพสมดุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดนครนายก และจังหวัดปราจีนบุรี. ปรินทูปานินทร์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

Adams, Georgia. S. and Theodore L. Torgerson. Measurement and Evaluation in Education on Psychology and Guidance. New York : Rinehart and Winston, 1964.

Ahmann, Stanley J. and Marvin D. Glock. Evaluation Pupil Growth Principle of Tests and Measurement. 3rd ed. Boston : Allyn and Bacon, Inc., 1967.

\_\_\_\_\_. Measuring and Evaluating Educational Achievement. 2nd ed. Boston : Allyn and Bacon Inc., 1975.

Anastasi, Anne. Psychological Testing. 3rd ed. London : Macmillan, 1968.

Atkinson, Smith Krouse. The Educator's Encyclopaedia. New York : Prentice - Hall, 1961.

Australian Council for Educational Research Chemistry Diagnostic test. 1975.

Bloom, Benjamin S. and others. Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York : McGraw-Hill Inc., 1971.

Brennan, R.L. "A Generalized Upper-Lower Item Discrimination Index," Education and Psychological Measurement. 32 : 289-303; 1972.

Ebel, Robert L. Measurement Education Achivement. New Jersey : Prentice - Hall Inc., 1965.

- Gronlund, Norman E. Measurement and Evaluation in Teaching. 3rd. ed., New York : Macmillan Publishing Co., Inc., 1976.
- Gropper, George L. "A Technology for Developing Instructional Materials Vol. 3 Hand book Part F., Develop Diagnostic and Evaluation Test," Research in Education. 9 : 145 ; October, 1974.
- Lindquist, Everet Franklin. Educational Measurement. Washington, D.C. American Council on Education, 1951.
- Mchrens, William A. and Irvin J. Lehmann. Measurement and Evaluation in Education and Psychology. New York : Rinehart and Winston, 1973.
- Payne, David A. The Specification and Measurement of Learning Outcome. Waltham : Blaisdell, 1968.
- Sheehan, D.S. and R.G. Davis, "The Development and Validation of a Criterion - Referenced Mathematics Battery" School Science and Mathematics. 29 : 125-132; 1979.
- Singha, H.S. Modern Education Testing. New Delhi : Sterling Publishing, 1974.
- Thorndike, Robert Ladd and Elizabeth Hagen. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. 3rd ed. New York : Wiley, 1969.
- Wilson, N.L. Physics Readiness Diagnostic test. 1967.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ค่าฟังก์ชันของคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ

ตาราง 42 ค่าฟังก์ชันของคะแนนจุดตัด ของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

คะแนนจุดตัด (C)	ค่าฟังก์ชันของคะแนนจุดตัด $f(c_x)$						
	ฉบับที่ 1 n = 12	ฉบับที่ 2 n = 8	ฉบับที่ 3 n = 19	ฉบับที่ 4 n = 6	ฉบับที่ 5 n = 21	ฉบับที่ 6 n = 22	ฉบับที่ 7 n = 10
1	1.0000	1.0000	1.0000	0.9231	1.0000	1.0000	1.0000
2	1.0000	0.9231	0.9802	0.7699	1.0000	0.9608	1.0000
3	1.0000	0.8349	0.9417	0.4705	0.9802	0.9231	0.8692
4	0.9608	0.6129	0.9417	0.3733*	0.9802	0.8692	0.7094
5	0.8349	0.4925	0.9417	0.4599	0.9608	0.8692	0.6949
6	0.7241	0.5385	0.8868	0.5038	0.9231	0.8182	0.6134
7	0.6529	0.4706*	0.8182		0.9048	0.6949	0.5748
8	0.5748	0.7049	0.7241		0.8519	0.6129	0.5625*
9	0.4706		0.6949		0.7699	0.5625	0.6496
10	0.4493		0.5748		0.6807	0.5152	0.8182
11	0.4085*		0.4925		0.6393	0.4599	
12	0.7391		0.3986		0.5748	0.4507	
13			0.3889		0.5504	0.3699	
14			0.3333		0.4925	0.3072*	
15			0.2739*		0.4388	0.3245	
16			0.3699		0.3889	0.3157	
17			0.4493		0.3793*	0.3423	
18			0.5625		0.3986	0.3514	
19			0.8018		0.4599	0.3793	
20					0.4706	0.4925	
21					0.6000	0.6393	
22						0.7699	

\* ค่าฟังก์ชันของคะแนนจุดตัดที่ต่ำสุดของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ภาคผนวก ข.

ค่าความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตาราง 43 ค่าความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เนื้อหา	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ค่าความ สอดคล้อง	เนื้อหา	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ค่าความ สอดคล้อง
1	1.1	1.0	5	5.1	1.0
	1.2	0.8		5.2	1.0
	1.3	0.6		5.3	1.0
2	2.1	0.8		5.4	1.0
	2.2	0.8	6	6.1	0.8
3	3.1	1.0		6.2	0.8
	3.2	1.0		6.3	0.8
	3.3	1.0		6.4	0.8
4	3.4	1.0	7	7.1	1.0
	4.1	1.0		7.2	0.8
				7.3	1.0

ภาคผนวก ค.

ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตาราง 44 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ฉบับที่	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	ค่าความ สอดคล้อง	ฉบับที่	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	ค่าความ สอดคล้อง	
1	1.1	1	1.0	4		13	1.0	
		2	1.0			14	1.0	
	1.2	3	0.8			15	1.0	
		4	0.8			16	1.0	
		5	0.8			3.4	17	1.0
		6	0.8				18	1.0
		7	0.8				19	1.0
	1.3	8	1.0			4.1	1	1.0
		9	1.0				2	1.0
		10	1.0				3	1.0
		11	1.0				4	1.0
		12	1.0				5	1.0
2	2.1	1	0.6	5		6	1.0	
		2	0.6			1	1.0	
		3	0.6			2	1.0	
		4	0.6			3	1.0	
		5	0.6			4	1.0	
	2.2	6	1.0			5.2	5	1.0
		7	1.0				6	1.0
		8	1.0				7	1.0
3	3.1	1	1.0			8	1.0	
		2	1.0			9	1.0	
		3	1.0			10	1.0	
		4	1.0			5.3	11	1.0
	3.2	5	1.0				12	1.0
		6	1.0				13	1.0
		7	1.0				14	1.0
		8	1.0			15	1.0	
	3.3	9	1.0			5.4	16	1.0
		10	1.0				17	1.0
		11	1.0				18	1.0
		12	1.0				19	1.0

ตาราง 44 (ต่อ)

ฉบับที่	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	ค่าความ สอดคล้อง	ฉบับที่	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	ค่าความ สอดคล้อง
6	6.1	20	1.0	7	7.1	16	1.0
		21	1.0			17	1.0
		1	1.0			18	1.0
		2	1.0			19	1.0
		3	1.0			20	1.0
	4	1.0	21			1.0	
	5	1.0	22			1.0	
	6.2	6	0.8			1	1.0
		7	0.8			2	1.0
		8	0.8			3	1.0
		9	0.8		4	1.0	
		10	0.8			5	1.0
	6.3	11	1.0		6	1.0	
		12	1.0		7	1.0	
		13	1.0			1.0	
14	1.0	9	1.0				
6.4	15	1.0	10	1.0			

ภาคผนวก ง.

ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

ตาราง 45 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
1.1	1	ก	1	2	0.0077	0.0149
		ข *	265	52	0.8170	0.4649
		ค	10	34	0.1134	0.2791
		ง	1	8	0.0232	0.0705
		จ	3	12	0.0387	0.1004
	2	ก	0	2	0.0052	0.0114
		ข	0	3	0.0077	0.0278
		ค	6	44	0.1287	0.2503
		ง	24	10	0.0876	-0.0302
		จ *	250	49	0.7706	0.4392
1.2	3	ก	4	18	0.0567	0.1524
		ข	6	5	0.0284	0.0249
		ค	13	48	0.1572	0.2202
		ง *	249	23	0.7016	0.6763
		จ	8	14	0.0567	0.1011
	4	ก	0	3	0.0077	0.0278
		ข	6	27	0.0851	0.2286
		ค *	259	35	0.7577	0.6009
		ง	14	37	0.1314	0.2926
		จ	1	6	0.0180	0.0520

ตาราง 45 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
1.3	5	ก	8	19	0.0696	0.1474
		ข *	257	27	0.7320	0.6679
		ค	6	24	0.0773	0.2008
		ง	7	29	0.0928	0.2436
		จ	2	9	0.0284	0.0762
	6	ก *	210	16	0.5825	0.6019
		ข	15	37	0.1340	0.2890
		ค	9	30	0.1005	0.2456
		ง	2	7	0.2320	0.0577
		จ	44	18	0.1598	-0.0275
	7	ก	16	35	0.1314	0.2669
		ข	8	14	0.0567	0.1011
		ค	9	10	0.0490	0.0604
		ง *	238	24	0.6753	0.6278
		จ	9	25	0.0876	0.1993
	8	ก	6	10	0.0412	0.0712
		ข	1	3	0.0103	0.0242
		ค *	267	82	0.8995	0.1943
		ง	6	10	0.0412	0.0712
		จ	0	3	0.0077	0.0278

ตาราง 45 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
	9	ก	18	7	0.0644	0.0005
		ข *	259	88	0.8942	0.1102
		ค	1	8	0.0232	0.0705
		ง	0	3	0.0077	0.0278
		จ	2	2	0.0103	0.0114
	10	ก	35	28	0.1624	0.1343
		ข	5	6	0.0284	0.0378
		ค	4	6	0.0258	0.0413
		ง *	229	63	0.7655	0.2345
		จ	7	5	0.0309	0.0213
	11	ก	11	11	0.0567	0.0626
		ข	12	11	0.0593	0.0590
		ค	2	4	0.0155	0.0299
		ง *	239	81	0.8247	0.1036
		จ	16	1	0.0438	-0.0516
	12	ก	6	3	0.0232	0.0063
		ข *	269	92	0.9304	0.1089
		ค	1	5	0.0155	0.0427

ตาราง 45 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
		ง	2	5	0.0180	0.0392
		จ	2	3	0.0128	0.0206

\* ข้อถูก  $n_1 = 280$   $n_2 = 108$

ตาราง 46 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
2.1	1	ก	2	23	0.0644	0.1152
		ข	1	5	0.0155	0.0229
		ค	0	6	0.0155	0.0326
		ง *	200	149	0.8995	0.1706
		จ	1	1	0.0052	0.0005
	2	ก *	164	44	0.5361	0.5648
		ข	32	86	0.3041	0.3105
		ค	6	30	0.0928	0.1336
		ง	1	13	0.0361	0.0658
		จ	1	11	0.0309	0.0549
	3	ก	10	64	0.1907	0.2988
		ข *	185	83	0.0907	0.4558
		ค	3	20	0.0593	0.0940
		ง	2	5	0.0180	0.0174
		จ	4	12	0.0412	0.0456
	4	ก *	201	151	0.9072	0.1646
		ข	2	19	0.0541	0.0935
		ค	1	7	0.0206	0.0331
		ง	0	2	0.0056	0.0109
		จ	0	5	0.0129	0.0463

ตาราง 46 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
2.2	5	ก	2	26	0.0722	0.1315
		ข	4	16	0.0515	0.0673
		ค	4	19	0.0593	0.0837
		ง *	191	103	0.7577	0.3765
		จ	3	20	0.0593	0.0940
	6	ก	12	56	0.1753	0.2455
		ข	7	23	0.0773	0.0907
		ค	10	23	0.0851	0.0760
		ง *	160	35	0.5026	0.5941
		จ	15	47	0.1598	0.1819
	7	ก	19	68	0.2242	0.2764
		ข	1	15	0.0412	0.0766
		ค	4	28	0.0825	0.1326
		ง	5	19	0.0619	0.0788
		จ *	175	54	0.5902	0.5644
	8	ก	18	18	0.0928	0.0096
		ข	14	37	0.1314	0.1325
		ค *	154	54	0.5361	0.4614

ตาราง 46 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
		ง	15	41	0.1443	0.1493
		จ	3	34	0.0954	0.1701

\* ข้อถูก  $n_1 = 204$   $n_2 = 184$

ตาราง 47 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 3

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
3.1	1	ก	2	12	0.0361	0.0476
		ข	1	21	0.0567	0.0970
		ค	2	13	0.0387	0.0525
		ง	3	40	0.0131	0.1787
		จ *	175	119	0.7577	0.3758
	2	ก	0	8	0.0205	0.0390
		ข	8	25	0.0851	0.0782
		ค *	149	91	0.6186	0.3703
		ง	8	20	0.0722	0.0538
		จ	18	61	0.2036	0.1992
	3	ก	4	33	0.0954	0.1391
		ข	1	45	0.1186	0.2140
		ค *	174	99	0.7036	0.4679
		ง	2	17	0.0490	0.0720
		จ	2	11	0.0335	0.0427
	4	ก	2	23	0.0644	0.1013
		ข	1	42	0.1108	0.1994
		ค	1	19	0.0515	0.0872
		ง *	172	97	0.6933	0.4667
		จ	7	2	0.0722	0.0788

ตาราง 47 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
3.2	5	ก	2	22	0.0619	0.0564
		ข *	180	129	0.7964	0.3543
		ค	0	6	0.0155	0.0293
		ง	1	38	0.1005	0.1799
		จ	0	10	0.0258	0.0488
	6	ก *	181	146	0.8428	0.2769
		ข	1	13	0.0361	0.0580
		ค	0	26	0.0670	0.1268
		ง	0	4	0.0103	0.0195
		จ	1	16	0.0438	0.0726
	7	ก	0	20	0.0515	0.0976
		ข	0	36	0.0928	0.1756
		ค	2	12	0.0361	0.0476
		ง *	181	132	0.8067	0.3452
		จ	0	5	0.0129	0.0244
	8	ก	0	21	0.0541	0.1024
		ข	0	11	0.0284	0.0537
		ค *	180	144	0.8351	0.2812
		ง	0	6	0.0155	0.0293
		จ	3	23	0.0670	0.0958

ตาราง 47 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
3.3	9	ก	1	20	0.0541	0.0921
		ข	6	66	0.1856	0.2892
		ค	1	14	0.0387	0.0628
		ง	1	22	0.0593	0.1019
		จ *	174	83	0.6624	0.5459
	10	ก	1	27	0.0722	0.1262
		ข	0	10	0.0258	0.0488
		ค	1	7	0.0207	0.0287
		ง	19	96	0.2964	0.3645
		จ *	162	65	0.5851	0.5682
	11	ก	0	3	0.0077	0.0146
		ข	4	12	0.0412	0.0367
		ค *	178	175	0.9098	0.1190
		ง	1	9	0.0258	0.0384
		จ	0	6	0.0155	0.0293
	12	ก	0	6	0.0155	0.0293
ข		0	12	0.0309	0.0585	
ค *		183	174	0.9201	0.1512	
ง		0	10	0.2578	0.0488	
จ		0	3	0.0077	0.0146	

ตาราง 47 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
	13	ก	0	5	0.0129	0.0244
		ข *	182	177	0.9253	0.1311
		ค	1	11	0.0309	0.0482
		ง	0	8	0.0206	0.0390
		จ	0	4	0.0103	0.0195
	14	ก *	182	168	0.9021	0.1750
		ข	1	13	0.0361	0.0580
		ค	0	13	0.0335	0.0634
		ง	0	8	0.0206	0.0390
		จ	0	3	0.0077	0.0146
	15	ก	28	95	0.3070	0.3377
		ข *	152	81	0.6005	0.4355
		ค	2	15	0.0438	0.0622
		ง	0	6	0.0155	0.0293
		จ	1	8	0.0232	0.0336
	16	ก	0	8	0.0206	0.0390
		ข	9	50	0.1521	0.1947
		ค *	174	129	0.8067	0.3216
		ง	0	5	0.0129	0.0244
		จ	0	13	0.0335	0.0634

ตาราง 47 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัวเลือก	U	L	P	B
3.4	17	ก	1	12	0.0335	0.0531
		ข	2	30	0.0825	0.1354
		ค *	179	111	0.7474	0.4367
		ง	0	43	0.1108	0.2098
		จ	1	9	0.0258	0.0384
	18	ก	7	17	0.0619	0.0447
		ข *	170	89	0.6675	0.4948
		ค	2	73	0.1933	0.3452
		ง	3	22	0.0644	0.0909
		จ	1	4	0.0129	0.0140
	19	ก	0	7	0.0180	0.0341
		ข *	175	109	0.7320	0.4246
		ค	4	23	0.0696	0.0903
		ง	4	49	0.1366	0.2172
		จ	0	17	0.0438	0.0829

\* ข้อถูก  $n_1 = 183$   $n_2 = 205$

ตาราง 48 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 4

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
4.1	1	ก	0	10	0.0258	0.0654
		ข	2	13	0.0387	0.0765
		ค *	233	117	0.9021	0.2268
		ง	0	7	0.0180	0.0458
		จ	0	6	0.0155	0.0392
	2	ก	0	8	0.0206	0.0523
		ข	2	28	0.0773	0.1745
		ค	31	52	0.2139	0.2080
		ง	22	48	0.1804	0.2201
		จ *	180	17	0.5077	0.6548
	3	ก	4	23	0.0696	0.1333
		ข	1	3	0.0103	0.0154
		ค *	170	27	0.5077	0.5469
		ง	23	53	0.1959	0.2485
		จ	37	47	0.2165	0.1497
	4	ก	4	13	0.0438	0.0679
		ข *	182	108	0.7165	0.0686
		ค	1	12	0.0335	0.0742
		ง	18	8	0.0670	-0.0243
		จ	30	12	0.1082	-0.0492

ตาราง 48 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
	5	ก	0	29	0.0747	0.1895
		ข	1	34	0.0876	0.2180
		ค	3	22	0.0644	0.1310
		ง	23	56	0.2036	0.2681
		จ *	208	12	0.5670	0.8067
	6	ก	0	27	0.0696	0.1765
		ข	1	24	0.0644	0.1526
		ค	2	17	0.0490	0.1026
		ง	20	72	0.2371	0.3855
		จ *	212	13	0.5799	0.8172

\* ข้อถูก  $n_1 = 235$   $n_2 = 153$

ตาราง 49 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 5

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
5.1	1	ก	3	8	0.0284	0.0416
		ข	3	21	0.0619	0.1294
		ค	3	14	0.0438	0.0821
		ง	14	27	0.1057	0.1241
		จ *	217	78	0.7603	0.3771
	2	ก	2	8	0.0258	0.0457
		ข	5	19	0.0619	0.1075
		ค *	182	55	0.6108	0.3867
		ง	48	56	0.2680	0.1043
		จ	3	10	0.0335	0.0551
	3	ก	6	8	0.0361	0.0291
		ข	12	36	0.1237	0.1932
		ค	4	15	0.0490	0.0847
		ง	50	57	0.2757	0.1768
		จ *	168	32	0.5155	0.4838
	4	ก	7	11	0.0464	0.0452
		ข	13	33	0.1186	0.1688
		ค	1	14	0.0386	0.0904
		ง	54	61	0.2964	0.1872
		จ *	165	29	0.5000	0.4916

ตาราง 49 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
5.2	5	ก	1	28	0.0747	0.1850
		ข *	237	66	0.7809	0.5416
		ค	1	9	0.0258	0.0566
		ง	1	21	0.0567	0.1377
		จ	0	24	0.0619	0.1622
	6	ก	0	24	0.0619	0.1622
		ข	0	18	0.0464	0.1216
		ค *	237	72	0.7964	0.5010
		ง	3	23	0.0670	0.1429
		จ	0	11	0.0284	0.0743
	7	ก	0	27	0.0696	0.1824
		ข	0	16	0.0412	0.1081
		ค	4	28	0.0825	0.1725
		ง	1	18	0.0490	0.1175
		จ *	235	59	0.7577	0.5805
	8	ก *	234	68	0.7784	0.5155
		ข	6	23	0.0747	0.1304
		ค	0	12	0.0309	0.0811
		ง	0	21	0.0541	0.1419
		จ	0	24	0.0619	0.1622

ตาราง 49 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
5.3	9	ก	3	19	0.0567	0.1159
		ข	0	15	0.0412	0.0972
		ค	0	13	0.0335	0.0878
		ง	0	21	0.0541	0.1419
		จ *	236	80	0.8144	0.4428
	10	ก	0	9	0.0232	0.0608
		ข	2	25	0.0696	0.1606
		ค	3	14	0.0438	0.0821
		ง	0	23	0.0593	0.1554
		จ *	235	77	0.8093	0.4589
	11	ก	1	11	0.0309	0.0702
		ข *	236	96	0.8557	0.3347
		ค	1	16	0.0438	0.1039
		ง	1	15	0.0412	0.0972
		จ	1	10	0.0284	0.0634
	12	ก	1	14	0.0387	0.0904
		ข	2	15	0.0438	0.0930
		ค *	235	97	0.8557	0.3238
		ง	1	18	0.0490	0.1175
		จ	1	4	0.0129	0.0229

ตาราง 49 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
	13	ก	0	8	0.0206	0.0541
		ข	8	20	0.0722	0.1018
		ค *	229	96	0.8376	0.3055
		ง	1	11	0.0309	0.0702
		จ	2	13	0.0387	0.0795
	14	ก	17	22	0.1005	0.0778
		ข	1	27	0.0722	0.1783
		ค *	222	86	0.7938	0.3439
		ง	0	5	0.0129	0.0338
		จ	0	8	0.0206	0.0541
	15	ก	0	9	0.0232	0.06081
		ข	0	21	0.0541	0.1419
		ค	0	12	0.0309	0.0811
		ง *	238	102	0.8763	0.3025
		จ	2	4	0.0155	0.0187
	16	ก	0	10	0.0258	0.06757
		ข	0	17	0.0438	0.1149
		ค	1	10	0.0284	0.0634
		ง *	239	100	0.8737	0.3202
		จ	0	11	0.0284	0.0743

ตาราง 49 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
5.4	17	ก	0	9	0.0232	0.0608
		ข	7	22	0.0747	0.1195
		ค *	216	79	0.7603	0.3662
		ง	14	35	0.1263	0.1782
		จ	3	3	0.0155	0.0078
	18	ก	5	15	0.0515	0.0805
		ข	7	14	0.0541	0.0654
		ค *	228	108	0.8660	0.2203
		ง	0	8	0.0206	0.0541
		จ	0	3	0.0077	0.0203
	19	ก *	237	116	0.9098	0.2037
		ข	2	12	0.0361	0.0727
		ค	1	9	0.0258	0.0566
		ง	0	5	0.0129	0.0338
		จ	0	6	0.0155	0.0405
	20	ก	6	22	0.0722	0.1236
		ข *	230	96	0.8402	0.3097
		ค	1	14	0.0387	0.0904
		ง	1	10	0.0284	0.0634
		จ	2	6	0.0206	0.0322

ตาราง 49 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
	21	ก	2	10	0.0309	0.0592
		ข	0	5	0.0129	0.0338
		ค	4	12	0.0412	0.0644
		ง *	233	114	0.8943	0.2006
		จ	1	7	0.0206	0.0431

\* ข้อถูก  $n_1 = 240$   $n_2 = 148$

ตาราง 50 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 6

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
6.1	1	ก	17	62	0.2036	0.1731
		ข	3	18	0.0541	0.0621
		ค *	132	102	0.6031	0.3495
		ง	10	25	0.0902	0.0506
		จ	2	17	0.0490	0.0637
	2	ก *	137	113	0.6443	0.3309
		ข	6	36	0.1082	0.1241
		ค	6	29	0.0902	0.0929
		ง	10	22	0.0824	0.0372
		จ	5	24	0.0747	0.0767
	3	ก *	158	149	0.7912	0.2982
		ข	1	13	0.0361	0.0519
		ค	1	12	0.0335	0.0475
		ง	1	33	0.0877	0.1412
		จ	3	17	0.0515	0.0576
	4	ก *	153	105	0.6649	0.4642
		ข	2	12	0.0361	0.0414
		ค	4	33	0.0954	0.1229
		ง	3	48	0.1314	0.1960
		จ	2	26	0.0722	0.1128

ตาราง 50 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
6.2	5	ก	6	38	0.1134	0.1331
		ข	3	25	0.0722	0.0933
		ค	1	25	0.0670	0.1055
		ง *	151	110	0.6727	0.4297
		จ	3	26	0.0747	0.0978
	6	ก	0	12	0.0309	0.0536
		ข	0	17	0.0438	0.0759
		ค *	158	156	0.8093	0.2670
		ง	1	16	0.0438	0.0653
		จ	5	23	0.0722	0.0722
	7	ก	4	29	0.0851	0.1229
		ข *	160	150	0.7990	0.3060
		ค	0	28	0.0722	0.1250
		ง	0	9	0.0232	0.0402
		จ	0	8	0.0206	0.0357
	8	ก	4	29	0.0851	0.1051
		ข	1	18	0.0490	0.0743
		ค *	142	81	0.5747	0.5042
		ง	7	29	0.0928	0.0868
		จ	10	67	0.1985	0.2381

ตาราง 50 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
6.3	9	ก	5	34	0.1005	0.1213
		ข	0	21	0.0541	0.0938
		ค	1	14	0.0387	0.0564
		ง *	154	100	0.6546	0.4926
		จ	4	55	0.1521	0.2211
	10	ก	2	40	0.1082	0.1664
		ข *	154	102	0.6598	0.4837
		ค	1	27	0.0722	0.1144
		ง	2	11	0.0335	0.0369
		จ	5	44	0.1263	0.1659
	11	ก *	154	128	0.7268	0.3676
		ข	0	22	0.0567	0.0982
		ค	7	14	0.0541	0.0198
		ง	3	52	0.1418	0.2139
		จ	0	8	0.0206	0.0357
	12	ก *	125	69	0.5000	0.4542
		ข	5	25	0.0773	0.0811
		ค	25	73	0.2526	0.1735
		ง	5	24	0.0747	0.0767
		จ	4	33	0.0954	0.1229

ตาราง 50 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
6.4	13	ก	5	53	0.1495	0.2061
		ข	1	13	0.0361	0.0519
		ค	0	32	0.0825	0.1429
		ง *	157	94	0.6469	0.5377
		จ	1	32	0.0851	0.1368
	14	ก	2	79	0.2088	0.3405
		ข	2	21	0.0593	0.0816
		ค *	159	87	0.6340	0.5811
		ง	1	21	0.0567	0.0877
		จ	0	16	0.0412	0.0714
	15	ก	1	18	0.0490	0.0743
		ข *	162	141	0.7809	0.3583
		ค	1	20	0.0541	0.0832
		ง	0	26	0.0670	0.1161
		จ	0	19	0.0490	0.0848
	16	ก	0	15	0.0387	0.0670
		ข	8	50	0.1495	0.1744
		ค	2	23	0.0844	0.0905
		ง *	152	127	0.7191	0.3599
		จ	2	9	0.0284	0.0280

ตาราง 50 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
	17	ก	3	25	0.0722	0.0933
		ข *	142	146	0.7423	0.2141
		ค	2	23	0.0644	0.0905
		ง	17	22	0.0954	0.0054
		จ	0	8	0.0206	0.0357
	18	ก *	158	89	0.6366	0.5661
		ข	0	23	0.0593	0.1027
		ค	2	23	0.0644	0.0905
		ง	3	66	0.1778	0.2764
		จ	1	23	0.0619	0.0966
	19	ก	5	52	0.1469	0.2017
		ข	3	31	0.0476	0.1201
		ค *	147	84	0.5954	0.5213
		ง	1	46	0.1211	0.1993
		จ	8	11	0.0490	0.0003
	20	ก	8	26	0.0876	0.0673
		ข *	148	70	0.5619	0.5899
		ค	6	31	0.0954	0.1018
		ง	2	41	0.1108	0.1708
		จ	0	56	0.1443	0.2500

ตาราง 50 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
	21	ก	3	32	0.0902	0.1246
		ข	3	30	0.0851	0.1156
		ค *	152	81	0.6005	0.5652
		ง	3	28	0.0799	0.1067
		จ	3	53	0.1443	0.2183
	22	ก	6	30	0.0928	0.0973
		ข	5	53	0.1495	0.2061
		ค *	148	79	0.5851	0.5498
		ง	1	17	0.0464	0.0698
		จ	4	45	0.1263	0.1765

\* ข้อถูก  $n_1 = 164$   $n_2 = 224$

ตาราง 51 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 7

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
7.1	1	ก	6	11	0.0438	0.0347
		ข *	186	120	0.7887	0.1875
		ค	17	28	0.1160	0.0802
		ง	0	9	0.0232	0.0514
		จ	4	7	0.0284	0.0212
	2	ก	11	31	0.1082	0.1255
		ข	10	19	0.0747	0.0616
		ค *	183	112	0.7603	0.2192
		ง	6	10	0.0412	0.0290
		จ	3	3	0.0155	0.0031
	3	ก	3	11	0.0361	0.0488
		ข	6	9	0.0387	0.0233
		ค	14	28	0.1082	0.0943
		ง	3	10	0.0335	0.0431
		จ *	187	117	0.7835	0.2094
7.2	4	ก	0	9	0.0232	0.0514
		ข	0	23	0.0593	0.1314
		ค	54	70	0.3196	0.1465
		ง	9	25	0.0876	0.1006
		จ *	150	48	0.5103	0.4299

ตาราง 51 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
7.3	5	ก	4	33	0.0954	0.1698
		ข *	142	55	0.5077	0.3524
		ค	45	52	0.2500	0.0859
		ง	3	15	0.0464	0.0716
		จ	19	20	0.1005	0.0251
	6	ก	1	36	0.0954	0.2010
		ข	0	8	0.0206	0.0457
		ค *	201	111	0.8041	0.3094
		ง	11	19	0.0773	0.0569
		จ	0	1	0.0026	0.0057
	7	ก *	193	80	0.7036	0.4490
		ข	3	13	0.0412	0.0560
		ค	2	11	0.0335	0.0534
		ง	14	39	0.1366	0.1571
		จ	1	32	0.0851	0.1782
	8	ก	4	24	0.0722	0.1184
		ข *	179	90	0.6933	0.3261
		ค	11	30	0.1056	0.1198
		ง	5	17	0.0567	0.0737
		จ	14	14	0.0722	0.0143

ตาราง 51 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อ ที่	ตัว เลือก	U	L	P	B
	9	ก	2	7	0.0232	0.0306
		ข	4	19	0.0593	0.0842
		ค	23	57	0.2062	0.1855
		ง	6	30	0.0928	0.1433
		จ *	178	62	0.6186	0.4814
	10	ก	7	35	0.1082	0.1671
		ข	35	60	0.2448	0.1785
		ค *	151	46	0.5077	0.4461
		ง	8	15	0.0593	0.0482
		จ	12	19	0.0799	0.0522

\* ข้อถูก  $n_1 = 213$   $n_2 = 175$

ภาคผนวก จ.

คู่มือดำเนินการสอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

**คู่มือดำเนินการสอบ**  
**แบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

**จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบ**

แบบทดสอบวินิจัยชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการสอนซ่อมเสริม และจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน ในแบบทดสอบวินิจัยชุดนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 7 ฉบับ คือ

- แบบทดสอบฉบับที่ 1 ระบบเปิดระบบปิด
- แบบทดสอบฉบับที่ 2 อัตราส่วน โดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ
- แบบทดสอบฉบับที่ 3 มวลอะตอม
- แบบทดสอบฉบับที่ 4 ขนาดโมเลกุล
- แบบทดสอบฉบับที่ 5 มวลโมเลกุล
- แบบทดสอบฉบับที่ 6 โมล
- แบบทดสอบฉบับที่ 7 สูตรเคมี และสมการเคมี

**โครงสร้างของแบบทดสอบ**

แบบทดสอบวินิจัยชุดนี้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้เรื่องระบบเปิดระบบปิด มีจำนวน 12 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้เรื่องอัตราส่วน โดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ มีจำนวน 8 ข้อ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้เรื่องมวลอะตอม มีจำนวน 19 ข้อ

- แบบทดสอบฉบับที่ 4 เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้เรื่องขนาดโมเลกุล มีจำนวน  
6 ข้อ
- แบบทดสอบฉบับที่ 5 เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้เรื่องมวลโมเลกุล มีจำนวน  
21 ข้อ
- แบบทดสอบฉบับที่ 6 เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้เรื่องโมล มีจำนวน 22 ข้อ
- แบบทดสอบฉบับที่ 7 เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้เรื่องสูตรเคมีและสมการเคมี  
มีจำนวน 10 ข้อ

#### ลักษณะของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมีชุดนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาว่านักเรียนมีจุดบกพร่องที่  
จุดใด และมีสาเหตุที่บกพร่องเป็นอย่างไร ในการเรียนวิชาเคมี ว 431 เรื่องปริมาณสาร  
สัมพันธ์ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์-คณิต ทั้งนี้เพื่อประโยชน์  
ในการสอนซ่อมเสริมได้ถูกต้องและตรงจุด อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการปรับปรุงและจัดการ  
เรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน ด้วยเหตุนี้แบบทดสอบชุดนี้จึงมุ่งสนใจ  
คะแนนของนักเรียนแต่ละคนในข้อสอบแต่ละข้อ คะแนนรวมของนักเรียนจึงไม่มีความจำเป็น  
นัก เพราะแบบทดสอบชุดนี้ไม่มุ่งที่จะเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนในกลุ่ม ดังนั้นแบบ  
ทดสอบชุดนี้จึงสามารถนำไปใช้ได้ทั้งกับนักเรียนเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล ในการวินิจัย  
ว่านักเรียนแต่ละคนบกพร่องในเรื่องใดหรือเนื่องมาจากสาเหตุใด ทำได้โดยการตรวจ  
ข้อสอบที่นักเรียนทำแล้วดูว่านักเรียนทำผิดข้อใด แสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องในแบบ  
ทดสอบย่อยนั้น การค้นหาสาเหตุของความบกพร่องได้จากตารางสำหรับการวินิจัย

#### การพัฒนาแบบทดสอบ

แบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เริ่มสร้างเมื่อปีพุทธศักราช 2535 และสร้างเสร็จ  
ในปีพุทธศักราช 2536 โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,137 คน การทดสอบกระทำ

4 ครั้ง ครั้งแรกเป็นการทดสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด โดยสร้างแบบทดสอบสำรวจแบบเติมคำและแสดงวิธีทำ นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 172 คน นำคำตอบที่ได้มาวิเคราะห์หาจุดบกพร่อง และรวบรวมคำตอบผิด จากนั้นดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีข้อความเช่นเดียวกับแบบทดสอบสำรวจ และนำคำตอบผิดที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดมาสร้างเป็นตัวลงได้แบบทดสอบวินิจฉัย 7 ฉบับย่อย จากนั้นนำแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ ไปทดสอบ 3 ครั้ง โดยทดสอบครั้งที่ 1 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 295 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ ทดสอบครั้งที่ 2 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 282 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และคัดเลือกข้อสอบ และทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

#### คุณภาพของแบบทดสอบ

1. ค่าสถิติพื้นฐาน หมายถึง คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแปรปรวนของความแปรปรวนของคะแนน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของคะแนนในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ แสดงในตาราง 1

ตาราง 1 คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และสัมประสิทธิ์การกระจายของคะแนนในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

ฉบับที่	จำนวนข้อสอบ	คะแนนเฉลี่ย	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความแปรปรวน	สัมประสิทธิ์การกระจาย
1	12	9.4407	2.5788	6.6502	27.3158
2	8	5.4149	1.9304	3.7266	35.6498
3	19	14.3170	4.0097	16.0775	28.0066
4	6	3.9634	1.8354	3.3687	46.3087
5	21	16.3866	4.6199	21.3437	28.1932
6	22	14.5902	5.7475	33.0332	39.3929
7	10	6.7036	2.1404	4.0332	31.9291

2. คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ หมายถึง ค่าความยากของข้อสอบซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรดัชนีอำนาจจำแนกบี ของเบรนแนน ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าความยากของข้อสอบ และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

แบบทดสอบฉบับที่	ค่าความยากของข้อสอบ	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
1	0.5825 - 0.9304	0.1036 - 0.6763
2	0.5026 - 0.9072	0.1646 - 0.5941
3	0.5815 - 0.9253	0.1190 - 0.5682
4	0.5077 - 0.9021	0.0686 - 0.8172
5	0.5000 - 0.9098	0.2006 - 0.5805
6	0.5000 - 0.8093	0.2141 - 0.5899
7	0.5077 - 0.8041	0.1875 - 0.4814

3. คะแนนจุดตัด หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่กำหนดไว้ในแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ เพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่านักเรียนผ่านหรือไม่ผ่านในแบบทดสอบฉบับย่อยนั้น ซึ่งคำนวณหาจุดตัด โดยใช้วิธีของแกลสส์ ปรากฏว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ มีคะแนนจุดตัด ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

ฉบับที่	คะแนนเต็ม	คะแนนจุดตัด	เปอร์เซ็นต์การสอบผ่าน
1	12	11	92
2	8	7	88
3	19	15	79
4	6	4	67
5	21	17	81
6	22	14	64
7	10	8	80

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ในการได้คะแนนของนักเรียนแต่ละคนจากแบบทดสอบ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตร ไบโนเมียล (Binomial) ของโลเวทท์ (Lovett) ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าความเชื่อมั่น และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ในการวัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

ฉบับที่	ค่าความเชื่อมั่น	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ในการวัด
1	0.8242	1.0813
2	0.7642	0.9374
3	0.8283	1.6615
4	0.7196	0.9719

ตาราง 4 (ต่อ)

ฉบับที่	ค่าความเชื่อมั่น	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ในการวัด
5	0.8747	1.6353
6	0.8925	1.8844
7	0.6884	1.1948

5. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งหาได้โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ตามวิธีของ โรวีเนลลี และ แฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ผลปรากฏว่าได้รับการยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญว่าแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ มีความเที่ยงตรง

#### เวลาที่ ใช้ ในการทดสอบ

จากการนำแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ ไปทดสอบ ปรากฏว่านักเรียนทุกคนใช้เวลาในการตอบแบบทดสอบแต่ละฉบับ ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 เวลาที่ใช้ในการทดสอบแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ

แบบทดสอบฉบับที่	เวลาในการทำแบบทดสอบ (นาที)
1	30
2	25
3	60
4	25

## ตาราง 5 (ต่อ)

แบบทดสอบฉบับที่	เวลาในการทำแบบทดสอบ ( นาที )
5	60
6	60
7	30

วิธีดำเนินการสอบ

## 1. การเตรียมตัวก่อนสอบ

1.1 เตรียมแบบทดสอบและกระดาษคำตอบให้มีจำนวนมากกว่าจำนวนผู้เข้าสอบ เพื่อเตรียมสำรองไว้สำหรับนักเรียนที่ได้แบบทดสอบหรือกระดาษคำตอบที่ชำรุด

1.2 ผู้ดำเนินการสอบต้องศึกษาคำชี้แจง วิธีการตอบแบบทดสอบไว้ล่วงหน้าอย่างน้อย 1 ครั้ง เพื่อให้สามารถดำเนินการได้ถูกต้องและรวดเร็ว

## 2. วิธีดำเนินการขณะสอบ

2.1 แจกกระดาษคำตอบให้นักเรียนทุกคน เพื่อให้นักเรียนเขียนรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวนักเรียนตามแบบด้านบนของกระดาษคำตอบ ได้แก่ ชื่อ ชื่อสกุล เพศ เลขที่ โรงเรียน ชั้น เป็นต้น

2.2 แจกแบบทดสอบให้นักเรียนทุกคน พร้อมทั้งกำชับนักเรียนว่าอย่าลงมือตอบแบบทดสอบจนกว่าจะได้รับฟังคำชี้แจงในการตอบแบบทดสอบจนเข้าใจและครบทุกข้อให้ลงมือทำได้

2.3 อธิบายวิธีทำแบบทดสอบโดยผู้ดำเนินการสอบอ่านคำชี้แจงอธิบายตัวอย่างในการตอบและตัวอย่างข้อสอบ ตามคำชี้แจงที่หน้าปกของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

2.4 เมื่อนักเรียนทุกคนเข้าใจวิธีทำแบบทดสอบแล้ว ผู้ดำเนินการสอบให้นักเรียนลงมือทำแบบทดสอบได้

2.5 เมื่อเวลาผ่านไปครึ่งหนึ่งของเวลาทั้งหมด ผู้ดำเนินการสอบควรเตือนนักเรียนโดยบอกเวลาที่เหลือ และเมื่อเหลือเวลาอีก 5 นาที ควรเตือนนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง โดยบอกเวลาที่เหลือให้นักเรียนทราบ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนทำข้อสอบอย่างตั้งใจ

3. วิธีปฏิบัติเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จ ให้ผู้ดำเนินการสอบเก็บแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบของนักเรียนส่งกรรมการคุมสอบ

### การตรวจให้คะแนนและการวินิจฉัย

1. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาตรวจให้คะแนน โดยให้ 1 คะแนนสำหรับข้อที่ถูก และให้ 0 สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ

2. การพิจารณาว่านักเรียนบกพร่องในแบบทดสอบฉบับใด ทำได้โดยการนำคะแนนรวมของนักเรียนในแต่ละฉบับ เทียบกับคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบแต่ละฉบับ นักเรียนได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัดในแบบทดสอบฉบับใด ถือว่านักเรียนมีความบกพร่องในแบบทดสอบฉบับนั้น

3. เมื่อทราบว่านักเรียนบกพร่องในแบบทดสอบฉบับใดแล้ว ให้พิจารณาว่าในแบบทดสอบฉบับนั้นนักเรียนตอบข้อสอบข้อใดผิด แสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของข้อสอบข้อนั้น

4. เมื่อทราบว่านักเรียนมีความบกพร่องในข้อสอบข้อใด ให้ดูจากตารางการวินิจฉัยว่า การที่นักเรียนคนนั้นเลือกตอบตัวเลือกนั้นมีจุดบกพร่องในลักษณะใด

5. นำผลการวินิจฉัยของนักเรียนแต่ละคนบันทึกลงในใบแจ้งผลการวินิจฉัย 2 ฉบับ ฉบับหนึ่งครูเก็บไว้เป็นหลักฐานในการสอนซ่อมเสริม ส่วนอีกฉบับหนึ่งแจ้งให้นักเรียนทราบเพื่อปรับปรุงจุดบกพร่องของตนเอง

การวินิจฉัยจุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ แสดงในตาราง 6 - 12 ดังนี้

ตาราง 6 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ชั้นปีที่ 1 เรื่องระบบเปิดระบบปิด

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	ตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
1.1	1	A <sub>4</sub>	-	A <sub>6</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>
	2	A <sub>4</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>2</sub>	-
1.2	3	A <sub>6</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	-	D
	4	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	-	A <sub>6</sub>	A <sub>6</sub> D
	5	A <sub>5</sub>	-	A <sub>6</sub>	A <sub>5</sub> D	A <sub>6</sub>
	6	-	A <sub>6</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub> D	D
	7	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub> D	A <sub>5</sub> D	-	A <sub>6</sub> D
1.3	8	B <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	-	B <sub>1</sub>	B <sub>4</sub> C
	9	B <sub>1</sub>	-	B <sub>4</sub>	C	B <sub>3</sub>
	10	C	B <sub>4</sub> C	B <sub>1</sub>	-	B <sub>1</sub>
	11	B <sub>4</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	-	B <sub>2</sub>
	12	B <sub>2</sub>	-	B <sub>2</sub>	E	B <sub>4</sub> C

จากตาราง 6 การวินิจฉัยจุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยชั้นปีที่ 1 ได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

A หมายถึง ความบกพร่องที่เกี่ยวกับความหมายของระบบเปิดระบบปิด

A<sub>1</sub> หมายถึง จำความหมายของระบบปิดผิด

A<sub>2</sub> หมายถึง จำความหมายของระบบเปิดไม่สมบูรณ์

A<sub>3</sub> หมายถึง จำความหมายของระบบเปิดและระบบปิดสลับกัน

- A<sub>4</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่าระบบเปิด ระบบปิดพิจารณาที่มีการเปิดหรือปิด  
สถานะ
- A<sub>5</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่าระบบเปิดระบบปิดพิจารณาที่มีการเกิดปฏิกิริยา  
หรือ ไม่มีการเกิดปฏิกิริยา
- A<sub>6</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่าระบบเปิดระบบปิดพิจารณาที่มีการถ่ายเทพลังงาน  
หรือ ไม่มีการถ่ายเทพลังงาน
- B หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณ
- B<sub>1</sub> หมายถึง ลบตัวเลขผิด
- B<sub>2</sub> หมายถึง บวกตัวเลขผิด
- B<sub>3</sub> หมายถึง แก้วสมการผิด
- B<sub>4</sub> หมายถึง บกพร่องวิธีการคำนวณ โดยใช้กฎทรงมวล
- C หมายถึง บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจกฎทรงมวล
- D หมายถึง พิจารณาสถานการณ์ที่ไม่ถูกต้อง
- E หมายถึง ไม่เข้าใจโจทย์ เนื่องจากโจทย์มีความซับซ้อน

ตาราง 7 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอนผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชา  
เคมี ฉบับที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	ตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
2.1	1	A <sub>1</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>1</sub>	-	C
	2	-	A <sub>2</sub>	C	B <sub>2</sub>	C
	3	A <sub>1</sub>	-	A <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	C
	4	-	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	B <sub>7</sub> C	A <sub>4</sub>	B <sub>6</sub>
	5	A <sub>1</sub>	B <sub>6</sub>	C D	-	C D

ตาราง 7 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	ตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
2.2	6	A <sub>5</sub>	B <sub>4</sub>	E	-	B <sub>4</sub>
	7	A <sub>5</sub>	C	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	-
	8	B <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	-	C	C

จากตาราง 7 การวินิจฉัยจุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาเคมี ฉบับที่ 2 ได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- A หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากเข้าใจโจทย์ที่กำหนดให้ผิด
- A<sub>1</sub> หมายถึง เข้าใจผิด คำนวณ โดยใช้กฎทรงมวลแทนกฎสัดส่วนคงที่
- A<sub>2</sub> หมายถึง เข้าใจว่ามวล 100 g เป็นมวลของโพแทสเซียม
- A<sub>3</sub> หมายถึง เข้าใจว่ามวล 1 g เป็นมวลของสารประกอบ
- A<sub>4</sub> หมายถึง ตอบเป็นมวลของสารประกอบที่เกิดขึ้น
- A<sub>5</sub> หมายถึง ตอบเป็นมวลของไฮโดรเจนที่เข้าทำปฏิกิริยา
- B หมายถึง ความบกพร่องที่เกิดจากการคำนวณ
- B<sub>1</sub> หมายถึง บกพร่องเรื่องการคูณ
- B<sub>2</sub> หมายถึง บกพร่องเรื่องการหาร
- B<sub>3</sub> หมายถึง บกพร่องเรื่องการลบ
- B<sub>4</sub> หมายถึง คำนวณหามวลของไฮโดรเจนที่เข้าทำปฏิกิริยาผิด
- B<sub>5</sub> หมายถึง แทนค่าอัตราส่วนโดยมวลของไฮโดรเจนผิด
- B<sub>6</sub> หมายถึง บกพร่องการเทียบบัญญัติไตรยางค์
- B<sub>7</sub> หมายถึง นำมวลที่คำนวณได้ไปบวกกับอัตราส่วน

- C หมายถึง ไม่เข้าใจการนำกฎสัดส่วนคงที่มาใช้ในการคำนวณหามวลของสาร  
 D หมายถึง สับสนระหว่างมวลของอลูมิเนียม และมวลของสารประกอบ  
 E หมายถึง ไม่เข้าใจความหมายของเลขเปอร์เซ็นต์

ตาราง 8 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 3 เรื่อง มวลอะตอม

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	ตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
3.1	1	A <sub>1</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	-
	2	A <sub>5</sub>	A <sub>3</sub>	-	A <sub>2</sub>	A <sub>5</sub>
	3	A <sub>1</sub>	A <sub>5</sub>	-	A <sub>1</sub>	A <sub>4</sub>
	4	A <sub>1</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>1</sub>	-	A <sub>4</sub>
3.2	5	A <sub>5</sub>	-	C <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	A <sub>6</sub>
	6	-	A <sub>6</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	A <sub>5</sub>
	7	A <sub>5</sub>	B <sub>1</sub>	A <sub>6</sub>	-	C <sub>1</sub>
	8	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	-	C <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>
	9	A <sub>5</sub>	B <sub>1</sub>	A <sub>6</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>6</sub>	-
	10	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	C <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	-
3.3	11	A <sub>6</sub>	B <sub>2</sub>	-	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
	12	A <sub>6</sub>	B <sub>2</sub>	-	B <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>
	13	A <sub>6</sub>	-	A <sub>2</sub> A <sub>6</sub>	B <sub>3</sub>	A <sub>6</sub>
	14	-	B <sub>2</sub>	A <sub>6</sub>	C <sub>2</sub>	A <sub>6</sub> B <sub>4</sub>
	15	B <sub>2</sub>	-	A <sub>6</sub> B <sub>5</sub>	A <sub>6</sub> B <sub>4</sub>	C <sub>2</sub>
	16	A <sub>6</sub> B <sub>4</sub>	B <sub>2</sub>	-	B <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>

ตาราง 8 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	ตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
3.4	17	C <sub>3</sub>	B <sub>6</sub>	-	C <sub>5</sub>	C <sub>4</sub>
	18	B <sub>6</sub>	-	C <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	C <sub>4</sub>
	19	C <sub>4</sub>	-	C <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>

จากตาราง 8 การวินิจฉัยจุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ชั้นปีที่ 3 ได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

A หมายถึง ความบกพร่องเกี่ยวกับความหมายและความสัมพันธ์ของมวลอะตอม

A<sub>1</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจความหมายของมวลอะตอม

A<sub>2</sub> หมายถึง จำความสัมพันธ์ของมวลอะตอมผิด

A<sub>3</sub> หมายถึง จำความหมายมวลอะตอมไม่ชัดเจน

A<sub>4</sub> หมายถึง จำความหมายของมวลอะตอมสลับกับเลขอะตอม

A<sub>5</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่ามวลอะตอมคือมวลของธาตุ 1 อะตอม

A<sub>6</sub> หมายถึง สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรและมวลของธาตุมาตรฐาน

B หมายถึง ความบกพร่องจากการคำนวณ

B<sub>1</sub> หมายถึง บกพร่องการคำนวณเลขยกกำลัง

B<sub>2</sub> หมายถึง บกพร่องการหารเลขทศนิยม

B<sub>3</sub> หมายถึง บกพร่องการหาร

B<sub>4</sub> หมายถึง กลับส่วนตัวหารมาอยู่ในรูปตัวคูณไม่ถูกต้อง

B<sub>5</sub> หมายถึง ไม่ได้คำนวณเลขยกกำลัง

B<sub>6</sub> หมายถึง บกพร่องการคูณ

B<sub>7</sub> หมายถึง ไม่ได้หาค่าเฉลี่ย

- C หมายถึง บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการคิด
- C<sub>1</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการแก้สมการ
- C<sub>2</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลอะตอม
- C<sub>3</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย โดยคิดเฉพาะไอโซโทปแรก
- C<sub>4</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย โดยเอาผลบวกของมวลอะตอมคูณกับผลบวกของเปอร์เซ็นต์แล้วเฉลี่ย
- C<sub>5</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย โดยนำเอามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปรวมกันแล้วเฉลี่ย ไม่ได้เอาเปอร์เซ็นต์ที่มีในธรรมชาติมาคิด

ตาราง 9 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 4 เรื่อง ขนาดโมเลกุล

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	ตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
4.1	1	B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	-	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
	2	C	A <sub>5</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	-
	3	A <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>	-	B <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>
	4	A <sub>2</sub>	-	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
	5	A <sub>5</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>4</sub>	-
	6	A <sub>4</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	-

จากตาราง 9 การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 4 ได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- A หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากความเข้าใจผิดและจำผิดพลาด
- A<sub>1</sub> หมายถึง จำสูตรหาพื้นที่วงกลมผิด
- A<sub>2</sub> หมายถึง คำนวณโดยใช้สูตรเส้นรอบวง
- A<sub>3</sub> หมายถึง แทนค่ารัศมีของกรดที่แผ่นผิวน้ำด้วยเส้นผ่านศูนย์กลาง
- A<sub>4</sub> หมายถึง แทนค่ารัศมีของโมเลกุลด้วยรัศมีของกรดที่แผ่นผิวน้ำ
- A<sub>5</sub> หมายถึง เข้าใจผิดเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของกรดที่แผ่นผิวน้ำ
- A<sub>6</sub> หมายถึง แทนค่ารัศมีของโมเลกุลด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางของกรดที่แผ่นผิวน้ำ
- B หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณผิดพลาด
- B<sub>1</sub> หมายถึง คำนวณตัวเลขผิด
- B<sub>2</sub> หมายถึง คำนวณหาปริมาตรของกรดในสารละลาย 1 หยดผิด
- B<sub>3</sub> หมายถึง คำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุลผิด
- B<sub>4</sub> หมายถึง คำนวณหาพื้นที่กรดที่แผ่นผิวน้ำผิด
- C หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุล

ตาราง 10 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจัยวิชาเคมี ฉบับที่ 5 เรื่อง มวลโมเลกุล

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	ตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
5.1	1	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	-
	2	A <sub>5</sub>	A <sub>1</sub>	-	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>
	3	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub> A <sub>7</sub>	A <sub>2</sub>	-
	4	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub> A <sub>7</sub>	A <sub>2</sub>	-

ตาราง 10 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	ตัวเลือก					
		ก	ข	ค	ง	จ	
5.2	5	A <sub>5</sub>	-	B <sub>6</sub>	A <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>	
	6	A <sub>5</sub>	B <sub>5</sub>	-	A <sub>6</sub>	B <sub>6</sub>	
	7	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	B <sub>7</sub> B <sub>1</sub>	B <sub>6</sub>	-	
	8	-	B <sub>1</sub>	B <sub>6</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>5</sub>	
	9	A <sub>5</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>7</sub>	A <sub>6</sub>	-	
	10	A <sub>3</sub>	A <sub>5</sub>	B <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	-	
	5.3	11	B <sub>2</sub>	-	A <sub>2</sub> B <sub>6</sub>	B <sub>8</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>
		12	A <sub>2</sub>	B <sub>9</sub>	-	B <sub>4</sub>	B <sub>8</sub>
		13	B <sub>2</sub>	A <sub>6</sub>	-	B <sub>8</sub>	A <sub>2</sub>
		14	B <sub>2</sub>	A <sub>6</sub>	-	B <sub>8</sub>	A <sub>2</sub>
15		A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>8</sub>	-	A <sub>6</sub>	
16		A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>8</sub>	-	A <sub>6</sub>	
5.4	17	B <sub>10</sub>	B <sub>10</sub>	-	A <sub>8</sub> B <sub>11</sub>	C <sub>1</sub>	
	18	A <sub>8</sub> B <sub>10</sub>	B <sub>12</sub>	-	B <sub>12</sub>	C <sub>1</sub>	
	19	-	B <sub>12</sub>	B <sub>12</sub>	B <sub>12</sub>	C <sub>1</sub>	
	20	C <sub>3</sub>	-	B <sub>11</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	
	21	C <sub>1</sub>	B <sub>12</sub>	B <sub>3</sub>	-	B <sub>11</sub>	

จากตาราง 10 การวินิจฉัยจุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 5 ได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

A หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากความไม่เข้าใจ สับสน หรือจำคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมวลโมเลกุล

- A<sub>1</sub> หมายถึง เข้าใจความหมายของมวลของสาร 1 โมเลกุลผิด
- A<sub>2</sub> หมายถึง จำความสัมพันธ์ของมวลโมเลกุลผิด
- A<sub>3</sub> หมายถึง จำความหมายของโมเลกุลไม่ชัดเจน
- A<sub>4</sub> หมายถึง สับสนระหว่างมวลโมเลกุลกับมวลอะตอม
- A<sub>5</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่ามวลโมเลกุล คือมวลของสาร 1 โมเลกุล
- A<sub>6</sub> หมายถึง สับสนระหว่างเลขอาโวกาโดรกับมวลของธาตุมาตรฐาน
- A<sub>7</sub> หมายถึง สับสนเกี่ยวกับชนิดของอนุภาค
- A<sub>8</sub> หมายถึง จำสัญลักษณ์ของธาตุผิด

B หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณผิดพลาด

- B<sub>1</sub> หมายถึง บกพร่องการคำนวณเลขยกกำลัง
- B<sub>2</sub> หมายถึง บกพร่องการหาร เลขทศนิยม
- B<sub>3</sub> หมายถึง บกพร่องการบวก
- B<sub>4</sub> หมายถึง กลับส่วนตัวหารให้อยู่ในตัวคูณไม่ถูกต้อง
- B<sub>5</sub> หมายถึง ลืมคำนวณเลขยกกำลัง
- B<sub>6</sub> หมายถึง บกพร่องการคูณ
- B<sub>7</sub> หมายถึง บกพร่องการแก้สมการ
- B<sub>8</sub> หมายถึง แทนค่ามวลของธาตุมาตรฐานผิด
- B<sub>9</sub> หมายถึง ขาดความรอบคอบในการตอบ
- B<sub>10</sub> หมายถึง ลืมบวกมวลอะตอมของธาตุบางธาตุในสารประกอบ
- B<sub>11</sub> หมายถึง แทนค่ามวลอะตอมของธาตุผิด
- B<sub>12</sub> หมายถึง รวมมวลอะตอมของธาตุบางธาตุในสารประกอบผิด

C หมายถึง บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการคิด

- C<sub>1</sub> หมายถึง บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลโมเลกุล
- C<sub>2</sub> หมายถึง นำเอามวลอะตอมของธาตุแต่ละธาตุมาคูณกันแทนการบวก
- C<sub>3</sub> หมายถึง นับจำนวนอะตอมของธาตุจากสูตรเคมีผิด

ตาราง 11 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชา  
เคมี ฉบับที่ 6 เรื่อง โมล

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	ตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
6.1	1	A <sub>1</sub>	B <sub>10</sub>	-	B <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>
	2	-	H <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	D <sub>2</sub> E <sub>1</sub>
	3	-	C <sub>1</sub> C <sub>10</sub>	D <sub>2</sub> E <sub>2</sub>	D <sub>2</sub> E <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>
	4	-	B <sub>2</sub>	B <sub>10</sub>	C <sub>1</sub> C <sub>6</sub>	D <sub>3</sub> E <sub>4</sub>
	5	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	B <sub>4</sub>	D <sub>3</sub> E <sub>5</sub>	-	C <sub>1</sub> C <sub>6</sub>
6.2	6	C <sub>2</sub> C <sub>7</sub>	A <sub>3</sub>	-	D <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	D <sub>1</sub> F <sub>1</sub>
	7	D <sub>1</sub> E <sub>1</sub>	-	C <sub>2</sub> C <sub>7</sub>	C <sub>2</sub> C <sub>8</sub>	A <sub>1</sub> D <sub>1</sub> E <sub>5</sub>
	8	D <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	B <sub>5</sub>	-	A <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> C <sub>17</sub>
	9	D <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	B <sub>5</sub> B <sub>9</sub>	C <sub>2</sub> C <sub>9</sub> F <sub>2</sub>	-	C <sub>2</sub> C <sub>17</sub>
	10	C <sub>2</sub> C <sub>18</sub>	-	A <sub>3</sub>	D <sub>5</sub> F <sub>1</sub>	D <sub>5</sub> F <sub>2</sub>
6.3	11	-	B <sub>8</sub>	B <sub>3</sub>	D <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	A <sub>3</sub> D <sub>2</sub> F <sub>3</sub>
	12	-	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	C <sub>5</sub>	D <sub>2</sub> F <sub>3</sub>
	13	D <sub>4</sub>	B <sub>9</sub>	B <sub>8</sub>	-	C <sub>4</sub> C <sub>11</sub>
	14	D <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	B <sub>7</sub>	-	C <sub>4</sub> C <sub>13</sub>	C <sub>4</sub> C <sub>12</sub>
6.4	15	D <sub>3</sub> E <sub>5</sub>	-	B <sub>6</sub>	D <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	D <sub>3</sub> F <sub>3</sub>
	16	D <sub>3</sub> E <sub>5</sub>	B <sub>3</sub>	D <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	-	G
	17	D <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	-	A <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	D <sub>3</sub> E <sub>5</sub>
	18	-	D <sub>5</sub> F <sub>1</sub>	D <sub>5</sub> E <sub>5</sub>	C <sub>3</sub> C <sub>15</sub>	C <sub>3</sub> C <sub>14</sub> D <sub>5</sub> F <sub>1</sub>
	19	D <sub>5</sub> F <sub>2</sub>	B <sub>9</sub>	-	C <sub>3</sub> C <sub>15</sub>	B <sub>3</sub>
	20	D <sub>5</sub> F <sub>2</sub>	-	B <sub>3</sub>	B <sub>9</sub>	C <sub>3</sub> C <sub>15</sub>

ตาราง 11 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	ตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
	21	B <sub>6</sub> B <sub>7</sub>	B <sub>9</sub>	-	B <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> C <sub>16</sub>
	22	B <sub>10</sub>	B <sub>3</sub> B <sub>10</sub>	-	B <sub>9</sub>	C <sub>3</sub> C <sub>16</sub>

จากตาราง 11 การวินิจฉัยจุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 6 พบได้หนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

A หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากจำสัญลักษณ์ คำคั่งที่ คลาดเคลื่อน

A<sub>1</sub> หมายถึง จำเลขอาโวกาโดรผิด

A<sub>2</sub> หมายถึง จำปริมาตรของก๊าซ 1 โมล ที่ STP ผิด

A<sub>3</sub> หมายถึง จำสับสนระหว่าง เลขอาโวกาโดร กับมวลของธาตุมาตรฐาน

A<sub>4</sub> หมายถึง จำสัญลักษณ์ของธาตุผิด

B หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณ

B<sub>1</sub> หมายถึง บกพร่องการหาร เลขยกกำลัง

B<sub>2</sub> หมายถึง บกพร่องการหาร เลขทศนิยม

B<sub>3</sub> หมายถึง บกพร่องการคูณ เลขทศนิยม

B<sub>4</sub> หมายถึง บกพร่องการ เปลี่ยนเศษส่วน ให้อยู่ในรูป เลขทศนิยม

B<sub>5</sub> หมายถึง ลืมคำนวณ เลขยกกำลัง

B<sub>6</sub> หมายถึง บกพร่องการคูณ

B<sub>7</sub> หมายถึง บกพร่องการหาร

B<sub>8</sub> หมายถึง คำนวณหาจำนวน โมเลกุลผิด

B<sub>9</sub> หมายถึง คำนวณหาจำนวน โมลผิด

B<sub>10</sub> หมายถึง บกพร่องการ เทียบบัญญัติ ไตรยางค์

C หมายถึง บทพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณสาร

- C<sub>1</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาโมล
- C<sub>2</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาจำนวนอนุภาค
- C<sub>3</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาปริมาตร
- C<sub>4</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวล
- C<sub>5</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหามวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสารประกอบ
- C<sub>6</sub> หมายถึง เอาปริมาตรที่ STP ไปคูณแทนการหาร
- C<sub>7</sub> หมายถึง เอาเลขอาโวกาโดรไปหารแทนการคูณ
- C<sub>8</sub> หมายถึง เอามวลไปหารเลขอาโวกาโดร
- C<sub>9</sub> หมายถึง เอามวลคูณมวลอะตอม
- C<sub>10</sub> หมายถึง เอามวลคูณมวล โมเลกุล
- C<sub>11</sub> หมายถึง เอามวล โมเลกุลคูณกับปริมาตร
- C<sub>12</sub> หมายถึง เอามวลอะตอมไปคูณกับจำนวนอนุภาค
- C<sub>13</sub> หมายถึง เอามวลอะตอมไปหารจำนวนอนุภาค
- C<sub>14</sub> หมายถึง เอามวล โมเลกุล ไปคูณกับจำนวนอนุภาค โดยไม่ได้คำนวณหาจำนวนโมล
- C<sub>15</sub> หมายถึง เอาปริมาตร 1 โมลที่ STP ไปคูณกับจำนวนอนุภาค โดยไม่ได้คำนวณหาจำนวน โมล
- C<sub>16</sub> หมายถึง เอาปริมาตร 1 โมลที่ STP ไปคูณกับมวล โดยไม่คำนวณหาจำนวน โมล
- C<sub>17</sub> หมายถึง เอามวลคูณกับ เลขอาโวกาโดร โดยไม่ได้คำนวณหาจำนวน โมล
- C<sub>18</sub> หมายถึง เอาปริมาตรคูณกับ เลขอาโวกาโดร โดยไม่ได้คำนวณหาจำนวน โมล

D หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากความไม่เข้าใจสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร

- D<sub>1</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง โมลกับจำนวนอนุภาค

- D<sub>2</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวล
- D<sub>3</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตร
- D<sub>4</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอนุภาคกับมวล
- D<sub>5</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอนุภาคกับปริมาตร
- E หมายถึง บกพร่องเนื่องจากเกิดความสับสนระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของสาร
- E<sub>1</sub> หมายถึง สับสนระหว่างมวลกับจำนวนอนุภาค
- E<sub>2</sub> หมายถึง สับสนระหว่างมวล ไม่เลกุลกับจำนวนอนุภาค
- E<sub>3</sub> หมายถึง สับสนระหว่างมวล ไม่เลกุลกับมวลของธาตุมาตรฐาน
- E<sub>4</sub> หมายถึง สับสนระหว่างปริมาตรกับจำนวนอนุภาค
- E<sub>5</sub> หมายถึง สับสนระหว่างปริมาตรกับมวล
- F หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากหาความสัมพันธ์ไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการ
- F<sub>1</sub> หมายถึง หาความสัมพันธ์เป็นมวล
- F<sub>2</sub> หมายถึง หาความสัมพันธ์เป็น โมล
- F<sub>3</sub> หมายถึง หาความสัมพันธ์เป็นจำนวนอนุภาค
- G หมายถึง บกพร่องเนื่องจากสับสนเกี่ยวกับการเขียนตัวเลข
- H หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจาก เข้าใจผิดในสิ่งที่โจทย์กำหนด
- H<sub>1</sub> หมายถึง เข้าใจโจทย์ผิดว่า คาร์บอนคือ คาร์บอนไดออกไซด์
- H<sub>2</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่า โจทย์ถามมวลของ CaCO<sub>3</sub>
- H<sub>3</sub> หมายถึง ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ Ca<sup>2+</sup>

ตาราง 12 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี ฉบับที่ 7 เรื่องสูตรเคมีและสมการเคมี

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อที่	ตัวเลือก				
		ก	ข	ค	ง	จ
7.1	1	A <sub>1</sub>	-	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>
	2	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	-	A <sub>4</sub>	A <sub>2</sub>
	3	A <sub>1</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	-
7.2	4	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>4</sub>	-
	5	B <sub>2</sub>	-	C <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>2</sub>
	6	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	-	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>
7.3	7	-	B <sub>6</sub>	B <sub>9</sub>	B <sub>8</sub>	B <sub>8</sub>
	8	B <sub>8</sub>	-	B <sub>7</sub>	B <sub>7</sub>	B <sub>8</sub>
	9	B <sub>9</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>8</sub>	B <sub>4</sub>	-
	10	B <sub>8</sub>	B <sub>7</sub>	-	B <sub>7</sub>	B <sub>8</sub>

จากตาราง 12 การวินิจฉัยจุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 7 ได้กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

A หมายถึง ความบกพร่องเกี่ยวกับความหมายของสูตรเคมี

- A<sub>1</sub> หมายถึง จำความหมายผิด
- A<sub>2</sub> หมายถึง จำความหมายไม่ชัดเจน
- A<sub>3</sub> หมายถึง จำความหมายสูตร เอ็มพริกัลสลับกับสูตร โครงสร้าง
- A<sub>4</sub> หมายถึง จำความหมายสูตร โมเลกุลสลับกับมวลอะตอม
- A<sub>5</sub> หมายถึง จำความหมายสูตร โครงสร้างสลับกับสูตร โมเลกุล

- B หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการดุลสมการและเขียนสมการ
- B<sub>1</sub> หมายถึง ไม่ได้ดุลสมการ
- B<sub>2</sub> หมายถึง ไม่ได้ระบุภาวะของระบบ
- B<sub>3</sub> หมายถึง เขียนสมการสลับข้าง
- B<sub>4</sub> หมายถึง ดุลสมการผิด โดยนับจำนวนอะตอมของออกซิเจนผิด
- B<sub>5</sub> หมายถึง ไม่ได้ดุลจำนวน O
- B<sub>6</sub> หมายถึง ไม่ได้ดุลจำนวน Na
- B<sub>7</sub> หมายถึง ไม่ได้ทอน เป็นอย่างต่ำ
- B<sub>8</sub> หมายถึง ดุลสมการโดยเปลี่ยนตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมในสูตรเคมี
- B<sub>9</sub> หมายถึง ดุลสมการโดยไม่ได้คำนึงถึงชนิดของธาตุ
- C หมายถึง ความบกพร่องเนื่องจากเข้าใจผิดในสิ่งที่โจทย์ที่กำหนดให้
- C<sub>1</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่า CaO ที่เกิดขึ้นเป็นก๊าซ
- C<sub>2</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่า CaCO<sub>3</sub> ทำปฏิกิริยากับ O<sub>2</sub> ในอากาศ
- C<sub>3</sub> หมายถึง เข้าใจผิดว่า ตัวทำละลายคือน้ำเข้าร่วมในปฏิกิริยาเคมีด้วย
- C<sub>4</sub> หมายถึง ระบุภาวะของ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> และ MgSO<sub>4</sub> ผิด

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบทดสอบวินิจฉัยขั้นนี้สร้างขึ้นโดยยึดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ในวิชาเคมี

ว 431 ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่สอดคล้องกับแต่ละจุดประสงค์ในแบบ  
ทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ

ฉบับที่	ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1	1-2	1.1 นักเรียนสามารถบอกความหมายของระบบเปิด ระบบปิดได้
	3-7	1.2 เมื่อกำหนดระบบของการทดลองมาให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าระบบใดเป็นระบบเปิด และระบบใดเป็นระบบปิด

ตาราง 13 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2	8-12	1.3 เมื่อกำหนดมวลของสารในปฏิกิริยาเคมีมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาที่ยังไม่ทราบค่า โดยใช้กฎทรงมวลได้
	1-5	2.1 นักเรียนสามารถคำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุ จากอัตราส่วนที่กำหนดให้ โดยใช้กฎสัดส่วนคงที่
	6-8	2.2 เมื่อกำหนดอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมเป็นสารประกอบมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาโดยใช้กฎสัดส่วนคงที่ได้
3	1-4	3.1 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของมวลอะตอม และมวลของธาตุ 1 อะตอมได้
	5-10	3.2 เมื่อกำหนดมวลอะตอมของธาตุมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลของธาตุนั้น 1 อะตอมได้
	11-16	3.3 เมื่อกำหนดมวลของธาตุ 1 อะตอมมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลอะตอมของธาตุนั้นได้
	17-19	3.4 เมื่อกำหนดมวลอะตอม และปริมาณของไอโซโทปต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้
4	1-6	4.1 เมื่อกำหนดข้อมูลจากการทดลอง คือ ความเข้มข้นของสารละลาย เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่แผ่ออกไป และจำนวนหยดของสารละลายปริมาตร $1 \text{ cm}^3$ มาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตรของกรดในสารละลาย 1 หยด พื้นที่ของกรดที่แผ่บนผิวน้ำ เส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุล และปริมาตรของกรด 1 โมเลกุลได้
5	1-4	5.1 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของมวลโมเลกุล และมวลของสาร 1 โมเลกุลได้

ตาราง 13 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
6	5-10	5.2 เมื่อกำหนดมวลโมเลกุลของสารประกอบมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลของสารประกอบ 1 โมเลกุลได้
	11-16	5.3 เมื่อกำหนดมวลของสาร 1 โมเลกุลมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลโมเลกุลของสารประกอบได้
	17-21	5.4 เมื่อกำหนดมวลอะตอมและจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารประกอบ 1 โมเลกุล หรือสูตรโมเลกุลมาให้ นักเรียนสามารถคำนวณหามวลโมเลกุลของสารประกอบนั้นได้
	1-5	6.1 เมื่อกำหนด มวล จำนวนอนุภาค หรือปริมาตรที่ STP ของสารมาให้ นักเรียนสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร ในการคำนวณหาจำนวนโมลของสารได้
7	6-10	6.2 เมื่อกำหนด โมล มวล หรือปริมาตรที่ STP ของสารมาให้ นักเรียนสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร ในการคำนวณหาจำนวนอนุภาคของสารได้
	11-14	6.3 เมื่อกำหนด โมล จำนวนอนุภาค หรือปริมาตรที่ STP ของสารมาให้ นักเรียนสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารในการคำนวณหามวลของสารได้
	15-22	6.4 เมื่อกำหนด โมล มวล หรือจำนวนอนุภาคของสารมาให้ นักเรียนสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารในการคำนวณหาปริมาตรที่ STP ของสารได้
	1-3	7.1 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสูตรเอ็มพีริกัล สูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้างได้
7	4-6	7.2 เมื่อกำหนดสูตรของสารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีมาให้ นักเรียนสามารถเขียนสมการเคมีได้
	7-10	7.3 เมื่อกำหนดสมการเคมีมาให้ นักเรียนสามารถดุลสมการเคมีได้

ภาคผนวก ฉ.

แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1

จำนวน 7 ฉบับย่อย

แบบทดสอบฉบับที่ 1  
ระบบเปิด ระบบปิด

โปรดอ่านคำสั่งนี้ให้ดีก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 12 ข้อ

2. แบบทดสอบฉบับนี้ ไม่กำหนดเวลาในการสอบ แต่นักเรียนควรทำให้เสร็จภายในเวลา 30 นาที

3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก คือคำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก, ข, ค, ง, หรือ จ ที่กำหนดให้เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบใดแล้วให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (x) ตรงกับตัวอักษรที่ต้องการในกระดาษคำตอบดังตัวอย่างการเลือกตอบข้อ ง ดังนี้

ข้อ (๑) ก    ข    ค    ~~x~~    จ

ถ้านักเรียนขีดตอบแล้วแต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีด (=) ทับลงบนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อนให้ชัดเจนทุกครั้งไป แล้วจึงขีดตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก ดังนี้

ข้อ (๑) ~~x~~    ข    ค    ~~x~~    จ

4. ตัวอย่างข้อสอบ

(๑) เพลาลวดแมกเนเซียม 1.5 กรัม ในหลอดทดลองที่ปิดสนิท หลังจากปฏิกิริยาลิ้นสุดลงปรากฏว่าลวดแมกเนเซียมเหลืออยู่ 0.3 กรัม และเกิดสารประกอบแมกเนเซียมออกไซด์ 2.0 กรัม จงคำนวณหามวลของออกซิเจนที่ใช้ในปฏิกิริยานี้

ก. 0.8 กรัม

ข. 1.0 กรัม

ค. 1.2 กรัม

ง. 1.8 กรัม

จ. 3.2 กรัม

จะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ก.

5. จงอย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้

## 1. ระบบปิด หมายถึงอะไร

- ก. การทดลองในภาชนะที่ปิดทุกด้าน
- ข. ระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม
- ค. ระบบที่ไม่มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม
- ง. ระบบที่มีการถ่ายเทพลังงานและมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม
- จ. ระบบที่เมื่อทดลองแล้ว มวล ปริมาตร และสถานะของสารไม่เปลี่ยนแปลง

## 2. ระบบเปิด หมายถึงอะไร

- ก. ระบบที่ทำการทดลองในภาชนะเปิด
- ข. ระบบที่มีการถ่ายเทจากภายในสู่ภายนอก
- ค. ระบบที่มีการถ่ายเทพลังงานให้กับสิ่งแวดล้อม
- ง. ระบบที่มีการถ่ายเทมวลสารให้กับสิ่งแวดล้อม
- จ. ระบบที่มีการถ่ายเทมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 3 - 4

ในการทดลองครั้งหนึ่ง ได้ทำการทดลอง ดังนี้

- การทดลองที่ 1 ใส่ NaCl 1 ช้อน เบอร์ 1 ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำอยู่ 5 cm<sup>3</sup> ปรากฏว่า NaCl ละลายหมด อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง
- การทดลองที่ 2 นำสารที่ได้จากการทดลองที่ 1 ใส่ในจานหลุมโลหะ เฝ้าด้วยตะเกียงจนแห้ง ได้คราบสีขาวจับที่ก้นหลุม

## 3. ระบบของการทดลองที่ 1 จัดเป็นระบบแบบใด

- ก. ระบบปิด เพราะอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง
- ข. ระบบปิด เพราะไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น
- ค. ระบบปิด เพราะไม่มีการถ่ายเทมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม
- ง. ระบบปิด เพราะไม่มีการถ่ายเทมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม
- จ. ระบบเปิด เพราะไม่มี NaCl เหลืออยู่

4. ระบบในการทดลองที่ 2 จัดเป็นระบบแบบใด
- ระบบเปิด เพราะทำในภาชนะเปิด
  - ระบบเปิด เพราะเกิดปฏิกิริยาเคมีและมีสารใหม่เกิดขึ้น
  - ระบบเปิด เพราะมีการถ่ายเทมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม
  - ระบบเปิด เพราะมีการถ่ายเทพลังงานจากระบบสู่สิ่งแวดล้อม
  - ระบบปิด เพราะไม่มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง ให้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 5 - 7

ในการทดลองครั้งหนึ่งได้ทำการทดลอง ดังนี้

- การทดลองที่ 1 ใส่โพแทสเซียมเปอร์มันกาเนต 1 เกล็ด ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำอยู่  $5 \text{ cm}^3$  ได้สารละลายสีม่วงแดง
- การทดลองที่ 2 ใส่โพแทสเซียมเปอร์มันกาเนต 2 ฟิล์ม เบอร์ 2 ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ ปิดด้วยจุกยางต่อด้วยหลอดนำก๊าซ เผาด้วยตะเกียง ได้ของแข็งสีดำ มีฟองก๊าซปุดที่หลอดนำก๊าซ
- การทดลองที่ 3 นำของแข็งสีดำที่ได้จากการเผาในการทดลองที่ 2 มาใส่ในหลอดทดลองขนาดกลางที่มีน้ำอยู่  $5 \text{ cm}^3$  ได้สารละลายสีเขียวเข้ม

5. ระบบในการทดลองที่ 1 จัดเป็นระบบแบบใด
- ระบบปิด เพราะไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี
  - ระบบปิด เพราะไม่มีการถ่ายเทมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม
  - ระบบปิด เพราะไม่มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม
  - ระบบเปิด เพราะผลการเปลี่ยนแปลงได้สารละลายสีม่วงแดง
  - ระบบเปิด เพราะมีการถ่ายเทพลังงานสู่สิ่งแวดล้อม

6. ระบบในการทดลองที่ 2 จัดเป็นระบบแบบใด
- ระบบเปิด เพราะมีการถ่ายเทมวลสารจากระบบสู่สิ่งแวดล้อม
  - ระบบเปิด เพราะมีการถ่ายเทพลังงานจากระบบสู่สิ่งแวดล้อม
  - ระบบเปิด เพราะเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้สารใหม่
  - ระบบปิด เพราะไม่มีการถ่ายเทพลังงาน
  - ระบบปิด เพราะของแข็งสีดำไม่สามารถถ่ายเทสู่สิ่งแวดล้อม
7. ระบบในการทดลองที่ 3 จัดเป็นระบบแบบใด
- ระบบเปิด เพราะเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้สารใหม่
  - ระบบเปิด เพราะมีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม
  - ระบบปิด เพราะไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น
  - ระบบปิด เพราะไม่มีการถ่ายเทมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม
  - ระบบปิด เพราะไม่มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม
8. ใส่แคลเซียมคาร์บอเนต 16 กรัม ลงในบีกเกอร์ที่มีสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เจือจาง 25 กรัม เกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น เมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุด มีสารเหลืออยู่ในบีกเกอร์ 38.4 กรัม ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าใด
- 1.6 กรัม
  - 2.4 กรัม
  - 2.6 กรัม
  - 3.4 กรัม
  - 79.4 กรัม
9. ใส่โลหะแมกเนเซียม 4.8 กรัม ลงในบีกเกอร์ที่บรรจุสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เจือจาง 22 กรัม จะได้ก๊าซไฮโดรเจนเกิดขึ้น หลังจากปฏิกิริยาลิ้นสุดมีสารเหลืออยู่ทั้งสิ้น 26.4 กรัม ก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าใด
- 0.2 กรัม
  - 0.4 กรัม
  - 20.4 กรัม
  - 23.5 กรัม
  - 43.6 กรัม

10. จากการทดลองเผาเหล็ก 6.8 กรัม กับกำมะถันจำนวนหนึ่ง ได้สารประกอบเหล็กซัลไฟด์ 8.8 กรัม และมีเหล็กเหลืออยู่ 1.2 กรัม จงคำนวณหามวลของกำมะถันที่ใช้ในปฏิกิริยานี้
- 0.8 กรัม
  - 1.56 กรัม
  - 2.2 กรัม
  - 3.2 กรัม
  - 3.4 กรัม
11. เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนตจำนวนหนึ่ง พบว่าสลายตัวให้แคลเซียมออกไซด์ 3.5 กรัม และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2.75 กรัม จงคำนวณหามวลของแคลเซียมคาร์บอเนตที่ใช้ในการเผาครั้งนี้
- 0.75 กรัม
  - 5.80 กรัม
  - 6.20 กรัม
  - 6.25 กรัม
  - 6.75 กรัม
12. ธาตุ X รวมตัวกับออกซิเจนโดยตรง ได้สารประกอบ XO ถ้าใช้ธาตุ X 3.6 กรัม จะรวมพอดีกับออกซิเจน 4.8 กรัม อยากทราบว่ามวลสารประกอบ XO เกิดขึ้นกี่กรัม
- 8.2 กรัม
  - 8.4 กรัม
  - 10.4 กรัม
  - 12 กรัม
  - 17.18 กรัม

แบบทดสอบฉบับที่ 2  
อัตราส่วน โดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ

---

โปรดอ่านคำสั่งที่แจ้งต่อไปนี้ก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 8 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ไม่กำหนดเวลาในการสอบ แต่นักเรียนควรทำให้เสร็จภายในเวลา 25 นาที
3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก คือคำถามแต่ละข้อจะให้ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก, ข, ค, ง, หรือ จ ที่กำหนดให้เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบใดแล้วให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (x) ตรงกับตัวอักษรที่ต้องการในกระดาษคำตอบดังตัวอย่างการเลือกตอบข้อ ง ดังนี้

ข้อ (0) ก   ข   ค   ~~ง~~   จ

ถ้านักเรียนขีดตอบแล้วแต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีด (=) ทับลงบนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อนให้ขีดเจตน์ทุกครั้งไป แล้วจึงขีดตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก ดังนี้

ข้อ (0) ~~ก~~   ข   ค   ~~ง~~   จ

4. ตัวอย่างข้อสอบ  
(00) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดจากการรวมตัวของธาตุคาร์บอนและออกซิเจน ในอัตราส่วน 3:8 โดยมวล ถ้าใช้คาร์บอน 10 กรัม ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในปริมาณมากเกินพอ จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุดกี่กรัม

- ก. 13.75 กรัม
- ข. 26.67 กรัม
- ค. 33.33 กรัม
- ง. 36.67 กรัม
- จ. 44.67 กรัม

จะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง.

5. จงอย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้

1. คาร์บอน 3 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับออกซิเจน 4 กรัม เกิดเป็นสารประกอบคาร์บอนมอนอกไซด์ ถ้าใช้คาร์บอน 5 กรัม จะรวมตัวพอดีกับออกซิเจนกี่กรัม
  - ก. 2 กรัม
  - ข. 2.4 กรัม
  - ค. 4 กรัม
  - ง. 6.67 กรัม
  - จ. 7.75 กรัม
  
2. จากการวิเคราะห์สารประกอบโพแทสเซียมไฮไดรด์ พบว่าประกอบด้วยธาตุโพแทสเซียมและธาตุไฮโดรเจนในอัตราส่วน 1:3.3 โดยมวล ถ้านำสารประกอบโพแทสเซียมไฮไดรด์ 100 กรัม มาวิเคราะห์ จะประกอบด้วยโพแทสเซียมและไฮโดรเจนอย่างละกี่กรัมตามลำดับ
  - ก. 23.26 , 76.74 กรัม
  - ข. 100 , 330 กรัม
  - ค. 30.3 , 69.7 กรัม
  - ง. 22.2 , 77.8 กรัม
  - จ. 33.3 , 66.7 กรัม
  
3. แมกเนเซียมออกไซด์ เกิดจากการรวมตัวกันระหว่างธาตุแมกเนเซียมและธาตุออกซิเจน จากการวิเคราะห์พบว่าแมกเนเซียมออกไซด์มีแมกเนเซียมเป็นองค์ประกอบ 60 % โดยมวล ดังนั้น ในการเตรียมแมกเนเซียมออกไซด์ออกซิเจน 1 กรัม จะรวมพอดีกับแมกเนเซียมกี่กรัม
  - ก. 0.6 กรัม
  - ข. 1.5 กรัม
  - ค. 1.6 กรัม
  - ง. 3 กรัม
  - จ. 6 กรัม

4. แคลเซียมออกไซด์ ประกอบด้วยธาตุแคลเซียมและออกซิเจนในอัตราส่วน 5:2 โดยมวล ถ้าในการวิเคราะห์แคลเซียมออกไซด์จำนวนหนึ่ง ปรากฏว่าประกอบด้วยแคลเซียม 38 กรัม แคลเซียมออกไซด์จำนวนนี้จะมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบกี่กรัม
- ก. 15.2 กรัม  
ข. 15.4 กรัม  
ค. 17.2 กรัม  
ง. 53.2 กรัม  
จ. 95 กรัม
5. จากการวิเคราะห์สารประกอบอะลูมิเนียมซัลไฟด์ 15 กรัม ปรากฏว่าประกอบด้วยอะลูมิเนียม 5.4 กรัม ที่เหลือเป็นกำมะถัน ดังนั้นถ้าต้องการเตรียมอะลูมิเนียมซัลไฟด์โดยใช้อะลูมิเนียม 10 กรัม จะต้องใช้กำมะถันกี่กรัมจึงจะรวมตัวกันพอดี
- ก. 5 กรัม  
ข. 5.6 กรัม  
ค. 6.4 กรัม  
ง. 17.8 กรัม  
จ. 19.2 กรัม
6. ก๊าซฮีเทนประกอบด้วยไฮโดรเจน 20 % โดยมวล นอกนั้นเป็นคาร์บอน ถ้านำคาร์บอนและไฮโดรเจนอย่างละ 10 กรัม มารวมกันเพื่อให้เกิดเป็นก๊าซฮีเทน จะเกิดเป็นก๊าซฮีเทนได้มากที่สุดกี่กรัม
- ก. 2.5 กรัม  
ข. 10.25 กรัม  
ค. 12 กรัม  
ง. 12.5 กรัม  
จ. 50 กรัม

7. ก๊าซแอมโมเนียมประกอบด้วยไนโตรเจนร้อยละ 82 โดยมวล ที่เหลือเป็นไฮโดรเจน ถ้าใช้ในไนโตรเจน 20 กรัม ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนที่มากเกินไป จะเกิดก๊าซแอมโมเนียกี่กรัม
- 4.39 กรัม
  - 20 กรัม
  - 23.2 กรัม
  - 23.8 กรัม
  - 24.39 กรัม
8. จากการนำก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ 3.4 กรัม มาวิเคราะห์พบว่าประกอบด้วยไฮโดรเจน 0.2 กรัม ที่เหลือเป็นกำมะถัน ถ้าต้องการเตรียมไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยใช้กำมะถันและไฮโดรเจนอย่างละ 10 กรัม จะมีสารตั้งต้นตัวใดเหลือหรือไม่ และเหลือกี่กรัม
- ไฮโดรเจน 0.38 กรัม
  - ไฮโดรเจน 3.75 กรัม
  - ไฮโดรเจน 9.38 กรัม
  - ไฮโดรเจน 0.9 กรัม กำมะถัน 8.4 กรัม
  - ไม่มีสารตั้งต้นตัวใดเหลือ

แบบทดสอบฉบับที่ 3

มวลอะตอม

โปรดอ่านคำสั่งที่แจ้งต่อไปนี้ก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 19 ข้อ

2. แบบทดสอบฉบับนี้ ไม่กำหนดเวลาในการสอบ แต่นักเรียนควรทำให้เสร็จภายในเวลา 60 นาที

3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก คือคำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก, ข, ค, ง, หรือ จ ที่กำหนดให้เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบใดแล้วให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (x) ตรงกับตัวอักษรที่ต้องการในกระดาษคำตอบดังตัวอย่างการเลือกตอบข้อ ง ดังนี้

ข้อ (00) ก   ข   ค   ~~ข~~   จ

ถ้านักเรียนขีดตอบแล้วแต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีด (=) ทับลงบนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อนให้ขีดเจกนทุกครั้งไป แล้วจึงขีดตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก ดังนี้

ข้อ (00) ~~ข~~   ข   ค   ~~ข~~   จ

4. ตัวอย่างข้อสอบ

(00) มวลอะตอมของ Be = 9 Be 1 อะตอมมีมวลเท่าใด

ก. 9 กรัม

ข.  $149.4 \times 10^{-23}$  กรัม

ค.  $14.94 \times 10^{-24}$  กรัม

ง.  $54.18 \times 10^{-24}$  กรัม

จ.  $54.18 \times 10^{23}$  กรัม

จะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค.

5. จงอย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้

1. มวลอะตอม หมายถึงอะไร
  - ก. มวลเฉลี่ยของธาตุ
  - ข. มวลของธาตุ 1 อะตอม
  - ค. จำนวนอะตอมที่มีอยู่ในสารนั้น
  - ง. มวลของธาตุ 1 อะตอม  $\times 1.66 \times 10^{-24}$
  - จ. มวลเปรียบเทียบว่าธาตุนั้น 1 อะตอม มีมวลเป็นกี่เท่าของธาตุมาตรฐาน
  
2. มวลของธาตุ 1 อะตอม หมายถึงอะไร
  - ก. มวลอะตอม
  - ข. ปริมาณของธาตุใน 1 อะตอม
  - ค. มวลจริง ๆ ของธาตุนั้น 1 อะตอม มีหน่วยเป็นกรัม
  - ง. มวลอะตอมของธาตุหารด้วยมวลอะตอมของไฮโดรเจน
  - จ. มวลเปรียบเทียบของธาตุนั้น 1 อะตอม กับคาร์บอน-12 1 อะตอม
  
3. มวลอะตอมของ Be = 9 มีความหมายว่าอย่างไร
  - ก. Be มีมวลเฉลี่ย = 9
  - ข. Be 1 อะตอม มีมวล 9 กรัม
  - ค. Be 1 อะตอม มีมวลเป็น 9 เท่าของธาตุมาตรฐาน
  - ง. โมเลกุลของธาตุ Be มี 9 อะตอม
  - จ. Be มีจำนวนโปรตอน = 4 นิวตรอน = 5
  
4. มวลอะตอมของ P = 31 มีความหมายว่าอย่างไร
  - ก. P มีมวลเฉลี่ย = 31
  - ข. P 1 อะตอม มีมวล 31 กรัม
  - ค. มวลของธาตุ P 31 อะตอม
  - ง. P 1 อะตอมมีมวลเป็น 31 เท่าของธาตุมาตรฐาน
  - จ. P มีจำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอนรวมกัน = 31

5. มวลอะตอมของแคลเซียม = 40 แคลเซียม 1 อะตอม จะมีมวลเท่าใด

- ก. 40 กรัม
- ข.  $66.4 \times 10^{-24}$  กรัม
- ค.  $24.1 \times 10^{24}$  กรัม
- ง.  $6.64 \times 10^{-25}$  กรัม
- จ.  $240.8 \times 10^{-23}$  กรัม

6. มวลอะตอมของเหล็ก = 56 เหล็ก 1 อะตอม จะมีมวลเท่าใด

- ก.  $92.96 \times 10^{-24}$  กรัม
- ข.  $3.37 \times 10^{25}$  กรัม
- ค.  $9.3 \times 10^{-25}$  กรัม
- ง.  $2.9 \times 10^{-26}$  กรัม
- จ. 56 กรัม

7. มวลอะตอมของแมกเนเซียม = 24 แมกเนเซียม 1 อะตอม จะมีมวลเท่าใด

- ก. 24 กรัม
- ข.  $3.98 \times 10^{-25}$  กรัม
- ค.  $14.4 \times 10^{24}$  กรัม
- ง.  $39.8 \times 10^{-24}$  กรัม
- จ.  $0.069 \times 10^{-24}$  กรัม

8. มวลอะตอมของคลอรีน = 35.5 คลอรีน 1 อะตอม จะมีมวลเท่าใด

- ก. 35.5 กรัม
- ข.  $21.4 \times 10^{24}$  กรัม
- ค.  $58.93 \times 10^{-24}$  กรัม
- ง.  $4.6 \times 10^{-26}$  กรัม
- จ.  $5.89 \times 10^{-25}$  กรัม

9. มวลอะตอมของแบเรียม = 137 แบเรียม 1 อะตอม จะมีมวลเท่าใด
- 137 กรัม
  - $2.27 \times 10^{-26}$  กรัม
  - $8.25 \times 10^{-25}$  กรัม
  - $82.5 \times 10^{24}$  กรัม
  - $2.27 \times 10^{-22}$  กรัม
10. มวลอะตอมของสังกะสี = 65 สังกะสี 1 อะตอม จะมีมวลเท่าใด
- 65 กรัม
  - $391 \times 10^{23}$  กรัม
  - $2.5 \times 10^{-26}$  กรัม
  - $107.9 \times 10^{-25}$  กรัม
  - $1.08 \times 10^{-22}$  กรัม
11. โบรอน 1 อะตอม มีมวล  $18.26 \times 10^{-24}$  กรัม มวลอะตอมของธาตุโบรอน มีค่าเท่าใด
- 0.303
  - 1.1
  - 11
  - $18.26 \times 10^{-24}$
  - $3.03 \times 10^{-47}$
12. ฟลูออรีน 1 อะตอม มีมวล  $31.54 \times 10^{-24}$  กรัม มวลอะตอมของธาตุฟลูออรีนมีค่าเท่าใด
- 0.52
  - 1.9
  - 19
  - 52.35
  - $5.24 \times 10^{-47}$

13. ซัลเฟอร์ 1 อะตอม มีมวล  $53.12 \times 10^{-24}$  กรัม มวลอะตอมของซัลเฟอร์มีค่าเท่าใด
- 0.88
  - 32
  - 42.6
  - $3.19 \times 10^{-45}$
  - $8.8 \times 10^{-47}$
14. ซีเลียม 1 อะตอม มีมวล  $6.64 \times 10^{-24}$  กรัม มวลอะตอมของซีเลียมมีค่าเท่าใด
- 4
  - 40
  - $0.11 \times 10^{-47}$
  - $6.64 \times 10^{-24}$
  - $3.99 \times 10^{-46}$
15. นีออน 1 อะตอม มีมวล  $3.32 \times 10^{-23}$  กรัม มวลอะตอมของนีออนมีค่าเท่าใด
- 2
  - 20
  - 0.55
  - $1.99 \times 10^{-45}$
  - $3.32 \times 10^{-23}$
16. ธาตุ A 1 อะตอม มีมวล  $41.5 \times 10^{-24}$  กรัม มวลอะตอมของธาตุ A มีค่าเท่าใด
- 0.688
  - 2.5
  - 25
  - 50
  - $41.5 \times 10^{-24}$

17. ธาตุ X มี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอมเท่ากับ 20.1 , 21.2 และ 23 มีปริมาณในธรรมชาติเป็นร้อยละ 85.1, 10.5 และ 4.4 ตามลำดับ จงคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ X
- ก. 17.1
  - ข. 20.27
  - ค. 20.34
  - ง. 21.43
  - จ. 64.3
18. ธาตุคลอรีนมี 2 ไอโซโทป มีมวลอะตอมเท่ากับ 34.969 และ 36.966 มีปริมาณในธรรมชาติเป็นร้อยละ 75.77 และ 24.23 ตามลำดับ จงคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุคลอรีน
- ก. 34.12
  - ข. 35.45
  - ค. 35.97
  - ง. 36.78
  - จ. 71.94
19. ธาตุ A มี 2 ไอโซโทป มีมวลอะตอมเท่ากับ 16 และ 17.5 มีปริมาณในธรรมชาติเป็นร้อยละ 98.1 และ 1.9 ตามลำดับ จงคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ A
- ก. 4.66
  - ข. 16.03
  - ค. 15.93
  - ง. 16.75
  - จ. 1602.8

แบบทดสอบฉบับที่ 4

ขนาดไม เลกุล

โปรดอ่านคำชี้แจงต่อไปนี้ก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 6 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ไม่กำหนดเวลาในการสอบ แต่นักเรียนควรทำให้เสร็จภายในเวลา 25 นาที
3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก คือคำถามแต่ละข้อจะให้ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก, ข, ค, ง, หรือ จ ที่กำหนดให้เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบใดแล้วให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (x) ตรงกับตัวอักษรที่ต้องการในกระดาษคำตอบดังตัวอย่างการเลือกตอบข้อ ง ดังนี้

ข้อ (00) ก ข ค ~~x~~ จ

ถ้านักเรียนขีดตอบแล้วแต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีด (=) ทับลงบนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อนให้ชัดเจนทุกครั้งไป แล้วจึงขีดตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก ดังนี้

ข้อ (00) ~~x~~ ข ค ~~x~~ จ

4. ตัวอย่างข้อสอบ

(00) หยดสารละลายกรดปาล์มติกเข้มข้น 2 % โดยปริมาตรลงในน้ำ ปรากฏว่าผงซอล์กบนผิวน้ำแผ่ออกไปเป็นวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 cm และสารละลายนี้ 50 หยด มีปริมาตร  $1 \text{ cm}^3$  ดังนั้นในสารละลาย 1 หยด จะมีกรดปาล์มติกอยู่ ปริมาตรเท่าใด

ก.  $0.2 \text{ cm}^3$

ข.  $\frac{1}{50} \text{ cm}^3$

ค.  $4 \times 10^{-4} \text{ cm}^3$

ง.  $4 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$

จ.  $5 \times 10^{-4} \text{ cm}^3$

จะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค.

5. จงอย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1-3

หยดสารละลายกรดปาล์มดิกเข้มข้น 1 % โดยปริมาตรลงในน้ำ ปรากฏว่าผงซอล์กบนผิวหน้าแผ่ออกไปเป็นวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร และสารละลายนี้ 50 หยด มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าโมเลกุลของกรดปาล์มดิกเป็นทรงกลม และเรียงเป็นชั้นเดียวบนผิวหน้า จงคำนวณหา

1. กรดปาล์มดิกที่แผ่บนผิวหน้า มีพื้นที่เท่าใด

ก. 31.4  $\text{cm}^2$

ข. 62.8  $\text{cm}^2$

ค. 314.3  $\text{cm}^2$

ง. 628.6  $\text{cm}^2$

จ. 1,257.1  $\text{cm}^2$

2. เส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุลกรดปาล์มดิก มีค่าเท่าใด

ก. 0.4 cm

ข. 20 cm

ค.  $1.57 \times 10^{-6}$  cm

ง.  $6.3 \times 10^{-3}$  cm

จ.  $6.4 \times 10^{-7}$  cm

3. กรดปาล์มดิก 1 โมเลกุล มีปริมาตรเท่าใด

ก.  $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times 10^3 \text{ cm}^3$

ข.  $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times 20^3 \text{ cm}^3$

ค.  $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times \left(\frac{6.4 \times 10^{-7}}{2}\right)^3 \text{ cm}^3$

ง.  $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times \left(\frac{6.3 \times 10^{-3}}{2}\right)^3 \text{ cm}^3$

จ.  $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times \left(\frac{1.57 \times 10^{-6}}{2}\right)^3 \text{ cm}^3$

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 4-6

หยดสารละลายกรดโอลิก เข้มข้น 1 % โดยปริมาตร จำนวน 1 หยด ลงในน้ำ ปรากฏว่าผงซอล์กบนผิวน้ำแผ่ออกไปเป็นวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร และสารละลายนี้ 70 หยด มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าโมเลกุลของกรดโอลิกเป็นทรงกลม และเรียงเป็นชั้นเดียวบนผิวน้ำ

4. กรดโอลิกที่แผ่บนผิวน้ำ มีปริมาตรเท่าใด

- ก. 44  $\text{cm}^2$   
 ข. 154  $\text{cm}^2$   
 ค. 176  $\text{cm}^2$   
 ง. 308  $\text{cm}^2$   
 จ. 616  $\text{cm}^2$

5. เส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุลกรดโอลิก มีค่าเท่าใด

- ก. 14  $\text{cm}$   
 ข.  $3.3 \times 10^{-5} \text{ cm}$   
 ค.  $6 \times 10^{-5} \text{ cm}$   
 ง.  $9.3 \times 10^{-5} \text{ cm}$   
 จ.  $9.3 \times 10^{-7} \text{ cm}$

6. กรดโอลิก 1 โมเลกุล มีปริมาตรเท่าใด

ก.  $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times 7^3 \text{ cm}^3$

ข.  $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times \left(\frac{3.3 \times 10^{-5}}{2}\right)^3 \text{ cm}^3$

ค.  $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times \left(\frac{6 \times 10^{-5}}{2}\right)^3 \text{ cm}^3$

ง.  $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times \left(\frac{9.3 \times 10^{-5}}{2}\right)^3 \text{ cm}^3$

จ.  $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times \left(\frac{9.3 \times 10^{-7}}{2}\right)^3 \text{ cm}^3$

แบบทดสอบฉบับที่ 5

มวลโมเลกุล

โปรดอ่านคำสั่งที่แนบต่อไปนี้ก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 21 ข้อ

2. แบบทดสอบฉบับนี้ ไม่กำหนดเวลาในการสอบ แต่นักเรียนควรทำให้เสร็จภายในเวลา 60 นาที

3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก คือคำถามแต่ละข้อจะให้ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก, ข, ค, ง, หรือ จ ที่กำหนดให้เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบใดแล้วให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (x) ตรงกับตัวอักษรที่ต้องการ ในกระดาษคำตอบดังตัวอย่างการเลือกตอบข้อ ง ดังนี้

ข้อ (00) ก    ข    ค    ~~ง~~    จ

ถ้านักเรียนขีดตอบแล้วแต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีด (=) ทับลงบนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อน ให้ขีดเจนนทุกครั้งไป แล้วจึงขีดตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก ดังนี้

ข้อ (00) ~~ง~~    ข    ค    ~~ง~~    จ

4. ตัวอย่างข้อสอบ

(00) มวลโมเลกุลของ  $Al_2(SO_4)_3$  มีค่าเท่าใด

ก. 150

ข. 214

ค. 332

ง. 342

จ.  $5.68 \times 10^{-22}$

จะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง.

5. จงอย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้

1. มวลโมเลกุล หมายถึงอะไร
  - ก. มวลอะตอมของธาตุ
  - ข. มวลของสาร 1 โมเลกุล
  - ค. มวลของสาร 1 โมเลกุล/ $6.02 \times 10^{-24}$
  - ง. มวลของสาร 1 โมเลกุลที่ใช้เทียบกับมวลมาตรฐาน
  - จ. มวลเปรียบเทียบว่า สารนั้น 1 โมเลกุลมีมวลเป็นกี่เท่าของธาตุมาตรฐาน
  
2. มวลของสาร 1 โมเลกุล หมายถึงอะไร
  - ก. มวลอะตอม
  - ข. มวลโมเลกุลของสาร
  - ค. มวลจริง ๆ ของสาร 1 โมเลกุล มีหน่วยเป็นกรัม
  - ง. มวลของธาตุ 1 โมเลกุล  $\times 1.66 \times 10^{-24}$
  - จ. สารที่มีโมเลกุลเพียงโมเลกุลเดียว
  
3. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีมวลโมเลกุล = 64 หมายความว่าอย่างไร
  - ก. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีมวลอะตอม = 64
  - ข. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1 โมเลกุลมีมวล 64 กรัม
  - ค. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1 อะตอมมีมวล 64 กรัม
  - ง. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีมวลเป็น 64 เท่า ของคาร์บอน-12 1 อะตอม
  - จ. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1 โมเลกุล มีมวลเป็น 64 เท่าของธาตุมาตรฐาน
  
4. กลูโคสมีมวลโมเลกุล = 180 มีความหมายว่าอย่างไร
  - ก. กลูโคสมีมวลอะตอม = 180
  - ข. กลูโคส 1 โมเลกุล มีมวล 180 กรัม
  - ค. กลูโคส 1 อะตอม มีมวล 180 กรัม
  - ง. กลูโคสมีมวลเป็น 180 เท่าของคาร์บอน-12 1 อะตอม
  - จ. กลูโคส 1 โมเลกุลมีมวลเป็น 180 เท่าของธาตุมาตรฐาน

5. มวลโมเลกุลของกรดฟอสฟอริก = 96 ดังนั้นกรดฟอสฟอริก 1 โมเลกุล จะมีมวลเท่าใด
- ก. 96 กรัม
- ข.  $1.59 \times 10^{-22}$  กรัม
- ค.  $2.59 \times 10^{-22}$  กรัม
- ง.  $5.78 \times 10^{-22}$  กรัม
- จ.  $57.83 \times 10^{-24}$  กรัม
6. มวลโมเลกุลของไฮเดียมไฮไดรเจนคาร์บอเนตเท่ากับ 84 ดังนั้น ไฮเดียมไฮไดรเจนคาร์บอเนต 1 โมเลกุล จะมีมวลเท่าใด
- ก. 84 กรัม
- ข. 139.44 กรัม
- ค.  $1.39 \times 10^{-22}$  กรัม
- ง.  $505.7 \times 10^{23}$  กรัม
- จ.  $142.4 \times 10^{-24}$  กรัม
7. มวลโมเลกุลของไฮเดียมคลอไรด์ = 58.5 ดังนั้นไฮเดียมคลอไรด์ 1 โมเลกุล จะมีมวลเท่าใด
- ก. 58.5 กรัม
- ข.  $3.52 \times 10^{-21}$  กรัม
- ค.  $3.52 \times 10^{-23}$  กรัม
- ง.  $9.40 \times 10^{-23}$  กรัม
- จ.  $9.71 \times 10^{-23}$  กรัม
8. มวลโมเลกุลของแคลเซียมออกไซด์ = 56 ดังนั้นแคลเซียมออกไซด์ 1 โมเลกุล จะมีมวลเท่าใด
- ก.  $92.96 \times 10^{-24}$  กรัม
- ข.  $9.3 \times 10^{-24}$  กรัม
- ค.  $86.96 \times 10^{-24}$  กรัม
- ง.  $337.12 \times 10^{23}$  กรัม
- จ. 56 กรัม

9. มวลโมเลกุลของเลด (II) ไนเตรต = 331 ดังนั้นเลด (II) ไนเตรต 1 โมเลกุล จะมีมวลเท่าใด
- 331 กรัม
  - 549.46 กรัม
  - $1.9 \times 10^{26}$  กรัม
  - $1.9 \times 10^{-20}$  กรัม
  - $5.49 \times 10^{-22}$  กรัม
10. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีมวลโมเลกุล = 34 ดังนั้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1 โมเลกุล จะมีมวลเท่าใด
- 0.34 กรัม
  - 34 กรัม
  - 56.4 กรัม
  - $20.5 \times 10^{24}$  กรัม
  - $56.4 \times 10^{-24}$  กรัม
11. น้ำ 1 โมเลกุล มีมวล  $29.88 \times 10^{-24}$  กรัม มวลโมเลกุลของน้ำมีค่าเป็นเท่าใด
- 0.18
  - 18
  - 49.6
  - 216
  - $49.6 \times 10^{-24}$
12. ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 1 โมเลกุลมีมวล  $76.36 \times 10^{-24}$  กรัม มวลโมเลกุลของไนโตรเจนไดออกไซด์ มีค่าเป็นเท่าใด
- $1.26 \times 10^{-46}$
  - 26
  - 46
  - 126.8
  - 552

13. ก๊าซไฮโดรเจน 1 โมเลกุล มีมวล  $3.32 \times 10^{-24}$  กรัม มวลโมเลกุลของก๊าซไฮโดรเจนมีค่าเท่าใด
- 0.0002
  - 0.55
  - 2
  - 24
  - $5.5 \times 10^{-48}$
14. สาร X 1 โมเลกุล มีมวล  $87 \times 10^{-24}$  กรัม มวลโมเลกุลของ X มีค่าเท่าใด
- 0.52
  - 14.4
  - 52.4
  - 629
  - $1.4 \times 10^{-46}$
15. สาร Y 1 โมเลกุลมีมวล  $15.8 \times 1.66 \times 10^{-24}$  กรัม มวลโมเลกุลของสาร Y มีค่าเท่าใด
- $43.5 \times 10^{-48}$
  - $2.6 \times 10^{-23}$
  - 189
  - 15.8
  - 4.4
16. คอปเปอร์ซัลเฟต 1 โมเลกุล มีมวล  $159.5 \times 1.66 \times 10^{-24}$  กรัม มวลโมเลกุลของคอปเปอร์ซัลเฟต มีค่าเท่าใด
- $4.4 \times 10^{-46}$
  - $2.6 \times 10^{-22}$
  - 1914
  - 159.5
  - 44

คำชี้แจง ใช้ค่ามวลอะตอมต่อไปนี้ ในการคำนวณในข้อ 17 - 21

Mg = 24	S = 32	Na = 23	H = 1
C = 12	O = 16	Ca = 40	Cr = 52
P = 31	Pb = 207	I = 127	

17. โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 1 โมเลกุล ประกอบด้วยโซเดียม 1 อะตอม ไฮโดรเจน 1 อะตอม คาร์บอน 1 อะตอม และออกซิเจน 3 อะตอม มวลโมเลกุลของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต มีค่าเป็นเท่าใด
- ก. 72  
ข. 83  
ค. 84  
ง. 93  
จ.  $139.44 \times 10^{-24}$
18. แคลเซียมโครเมต 1 โมเลกุล ประกอบด้วย แคลเซียม 1 อะตอม โครเมียม 1 อะตอม และออกซิเจน 4 อะตอม มวลโมเลกุลของแคลเซียมโครเมต มีค่าเท่าใด
- ก. 128  
ข. 140  
ค. 156  
ง. 164  
จ.  $94 \times 10^{24}$
19. กรดพาร์มิติก 1 โมเลกุล ประกอบด้วย คาร์บอน 16 อะตอม ไฮโดรเจน 32 อะตอม และออกซิเจน 2 อะตอม มวลโมเลกุลของกรดพาร์มิติกมีค่าเท่าใด
- ก. 256  
ข. 260  
ค. 320  
ง. 448  
จ.  $2.5 \times 10^{-22}$

20. แคลเซียมฟอสเฟต มีสูตรโมเลกุลเป็น  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  จงคำนวณหามวลโมเลกุลของแคลเซียมฟอสเฟต
- ก. 278
  - ข. 310
  - ค. 346
  - ง. 22,800
  - จ.  $186.7 \times 10^{24}$
21. เลด (II) ไอโอไดด์ มีสูตรโมเลกุลเป็น  $\text{PbI}_2$  จงคำนวณหามวลโมเลกุลของเลด (II) ไอโอไดด์
- ก.  $7.65 \times 10^{-22}$
  - ข. 363
  - ค. 454
  - ง. 461
  - จ. 551

แบบทดสอบฉบับที่ 6

ไมล

โปรดอ่านคำสั่งแจ้งต่อไปนี้ก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 22 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ไม่กำหนดเวลาในการสอบ แต่นักเรียนควรทำให้เสร็จภายในเวลา 60 นาที
3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก คือคำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก, ข, ค, ง, หรือ จ ที่กำหนดให้เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบใดแล้วให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (x) ตรงกับตัวอักษรที่ต้องการในกระดาษคำตอบดังตัวอย่างการเลือกตอบข้อ ง ดังนี้

ข้อ (00) ก ข ค ~~ง~~ จ

ถ้านักเรียนขีดตอบแล้วแต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีด (=) ทับลงบนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อนให้ขีดเจนนทุกครั้งไป แล้วจึงขีดตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก ดังนี้

ข้อ (00) ~~ก~~ ข ค ~~ง~~ จ

4. ตัวอย่างข้อสอบ

(00) ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์  $11.2 \text{ dm}^3$  ที่ STP จะมีคลอรีนเป็นองค์ประกอบกี่กรัม

- ก. 16.25 กรัม
- ข. 17.75 กรัม
- ค. 18.25 กรัม
- ง. 36 กรัม
- จ. 177.5 กรัม

จะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ข.

5. จงอย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้

คำชี้แจง กำหนดค่ามวลอะตอมของธาตุที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

Mg = 24 Cl = 35.5 K = 39 N = 14 O = 16 Al = 27

Ca = 40 P = 31 He = 4 H = 1 C = 12 Br = 80

S = 32 Na = 23 F = 19

1.  $\text{KNO}_3$   $1.806 \times 10^{24}$  โมเลกุล มีจำนวนเท่าใด

ก. 0.3 โมล

ข. 0.33 โมล

ค. 3 โมล

ง. 30 โมล

จ.  $5.59 \times 10^{-23}$  โมล

2.  $\text{Ca}^{2+}$  0.8 กรัม มีจำนวนโมลเท่าใด

ก. 0.02 โมล

ข. 0.021 โมล

ค. 0.05 โมล

ง. 0.2 โมล

จ.  $1.3 \times 10^{-23}$  โมล

3. ก๊าซฮีเลียม 3.2 กรัม มีจำนวนโมลเท่าใด

ก. 0.8 โมล

ข. 12.8 โมล

ค.  $0.3 \times 10^{-23}$  โมล

ง.  $1.9 \times 10^{24}$  โมล

จ.  $4.8 \times 10^{23}$  โมล

4. ไอ้ น้ำ  $2 \text{ dm}^3$  ที่ STP มีจำนวนโมลเท่าใด

ก. 0.089 โมล

ข. 0.8 โมล

ค. 11.2 โมล

ง. 44.8 โมล

จ.  $12.04 \times 10^{23}$  โมล

5. ก๊าซ CO  $0.112 \times 10^2 \text{ dm}^3$  ที่ STP จะมีจำนวนโมลเท่าใด
- 0.05 โมล
  - 0.2 โมล
  - 0.4 โมล
  - 0.5 โมล
  - $2.5 \times 10^2$  โมล
6. HCL 1.5 โมล จะมีจำนวนโมเลกุลเท่าใด
- $0.25 \times 10^{-23}$  โมเลกุล
  - $2.49 \times 10^{-24}$  โมเลกุล
  - $9.03 \times 10^{23}$  โมเลกุล
  - 24.3 โมเลกุล
  - 54.75 โมเลกุล
7. โบรไมด์ไอออน ( $\text{Br}^-$ ) 0.8 โมล มีจำนวนไอออนเท่าใด
- 64 ไอออน
  - $4.816 \times 10^{23}$  ไอออน
  - $0.13 \times 10^{-23}$  ไอออน
  - $75.25 \times 10^{22}$  ไอออน
  - $385.28 \times 10^{-23}$  ไอออน
8. ฟอสฟอรัส 15.5 กรัม มีจำนวนอนุภาคเท่าใด
- 0.5 อะตอม
  - 3.01 อะตอม
  - $3.01 \times 10^{23}$  อะตอม
  - $4.91 \times 10^{23}$  อะตอม
  - $93.3 \times 10^{23}$  อะตอม

9.  $\text{Cl}^-$  71 กรัม มีจำนวนไอออนอยู่เท่าใด
- 2 ไอออน
  - 36.12 ไอออน
  - 2,420.5 ไอออน
  - $12.04 \times 10^{23}$  ไอออน
  - $427.4 \times 10^{23}$  ไอออน
10.  $\text{SO}_2$  33.6  $\text{dm}^3$  ที่ STP จะมีจำนวนโมเลกุลเท่าใด
- $202.27 \times 10^{23}$  โมเลกุล
  - $9.03 \times 10^{23}$  โมเลกุล
  - $2.49 \times 10^{-24}$  โมเลกุล
  - 96 โมเลกุล
  - 1.5 โมเลกุล
11.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0.6 โมล มีมวลเท่าใด
- 32.1 กรัม
  - 66.9 กรัม
  - 321 กรัม
  - $3.612 \times 10^{23}$  กรัม
  - $9.96 \times 10^{-25}$  กรัม
12.  $\text{CaCO}_3$  0.25 โมล จะมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบกี่กรัม
- 3 กรัม
  - 11 กรัม
  - 25 กรัม
  - 300 กรัม
  - $1.505 \times 10^{23}$  กรัม

13.  $C_6H_6$   $24.08 \times 10^{24}$  โมเลกุล มีมวลเท่าใด

- ก. 40 กรัม
- ข. 312 กรัม
- ค. 2,400 กรัม
- ง. 3,120 กรัม
- จ.  $1.75 \times 10^{27}$  กรัม

14. กำมะถัน  $18.06 \times 10^{23}$  อะตอม จะมีมวลเท่าใด

- ก. 3 กรัม
- ข. 36 กรัม
- ค. 96 กรัม
- ง.  $0.56 \times 10^{23}$  กรัม
- จ.  $577.9 \times 10^{23}$  กรัม

15.  $CO_2$  1.2 โมล จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP

- ก.  $2.3 \text{ dm}^3$
- ข.  $26.88 \text{ dm}^3$
- ค.  $28.88 \text{ dm}^3$
- ง.  $52.8 \text{ dm}^3$
- จ.  $72.24 \times 10^{23} \text{ dm}^3$

16.  $H_2S$   $2.5 \times 10^{-1}$  โมล มีปริมาตรเท่าใดที่ STP

- ก.  $106.4 \text{ dm}^3$
- ข.  $56 \text{ dm}^3$
- ค.  $8.5 \text{ dm}^3$
- ง.  $5.6 \text{ dm}^3$
- จ.  $3.6 \text{ dm}^3$

17.  $\text{CH}_4$  0.002 โมล มีปริมาตรเท่าใดที่ STP
- ก. 0.032  $\text{dm}^3$
- ข. 0.0448  $\text{dm}^3$
- ค. 0.468  $\text{dm}^3$
- ง. 0.448  $\text{dm}^3$
- จ. 0.7168  $\text{dm}^3$
18. ก๊าซ CO  $6.02 \times 10^{22}$  โมเลกุล มีปริมาตรเท่าใดที่ STP
- ก. 2.24  $\text{dm}^3$
- ข. 2.8  $\text{dm}^3$
- ค. 104  $\text{dm}^3$
- ง.  $134.8 \times 10^{22}$   $\text{dm}^3$
- จ.  $168.6 \times 10^{22}$   $\text{dm}^3$
19. He  $1.505 \times 10^{23}$  อะตอม มีปริมาตรเท่าใดที่ STP
- ก. 0.25  $\text{dm}^3$
- ข. 4.48  $\text{dm}^3$
- ค. 5.6  $\text{dm}^3$
- ง. 33.61  $\text{dm}^3$
- จ. 56  $\text{dm}^3$
20.  $\text{H}_2\text{S}$   $3.01 \times 10^{20}$  โมเลกุล จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP
- ก. 0.0005  $\text{dm}^3$
- ข. 0.0112  $\text{dm}^3$
- ค. 11.2  $\text{dm}^3$
- ง.  $4.48 \times 10^3$   $\text{dm}^3$
- จ.  $67.42 \times 10^{20}$   $\text{dm}^3$

21. น้ำ 4.5 กรัม ทำให้กลายเป็นไอทั้งหมด จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP

ก. 3.37  $\text{dm}^3$

ข. 4.48  $\text{dm}^3$

ค. 5.6  $\text{dm}^3$

ง. 56  $\text{dm}^3$

จ. 100.8  $\text{dm}^3$

22. ก๊าซมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) 0.1 kg จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP

ก. 3.58  $\text{dm}^3$

ข. 35.8  $\text{dm}^3$

ค. 140  $\text{dm}^3$

ง. 280  $\text{dm}^3$

จ. 2,240  $\text{dm}^3$

แบบทดสอบฉบับที่ 7  
สูตรเคมีและสมการเคมี

โปรดอ่านคำชี้แจงต่อไปนี้ก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 10 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ไม่กำหนดเวลาในการสอบ แต่นักเรียนควรทำให้เสร็จภายในเวลา 30 นาที
3. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก คือคำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก, ข, ค, ง, หรือ จ ที่กำหนดให้เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบใดแล้วให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (x) ตรงกับตัวอักษรที่ต้องการ ในกระดาษคำตอบดังตัวอย่างการเลือกตอบข้อ ง ดังนี้

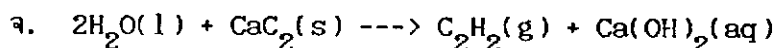
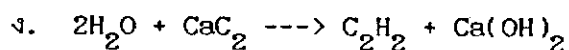
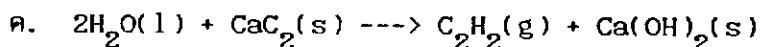
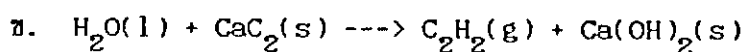
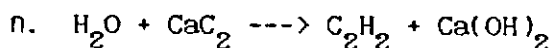
ข้อ (00) ก ข ค ~~x~~ ง

ถ้านักเรียนขีดตอบแล้วแต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีด (=) ทับลงบนกระดาษคำตอบเดิมเสียก่อน ให้ขีดเจนทุกครั้งไป แล้วจึงขีดตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ก ดังนี้

ข้อ (00) ~~x~~ ข ค ~~ง~~

4. ตัวอย่างข้อสอบ

(00) หยดน้ำ ( $H_2O$ ) ลงในแคลเซียมคาร์ไบด์ ( $CaC_2$ ) จะได้ก๊าซอะเซทิลีน ( $C_2H_2$ ) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ( $Ca(OH)_2$ ) ข้อใดเป็นสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่ถูกต้องที่สุด



จะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค.

5. จงอย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้

## 1. สูตรเอมพิริคัล หมายถึงอะไร

- ก. สูตรที่แสดงเศษส่วนอย่างต่ำของมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ
- ข. สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบ
- ค. สูตรอย่างง่ายที่บอกเฉพาะส่วนประกอบแต่ไม่ได้บอกจำนวน
- ง. สูตรที่แสดงการจัดตัวของสาร
- จ. สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำ

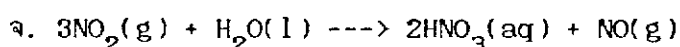
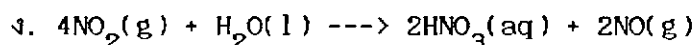
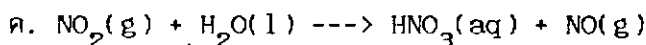
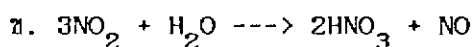
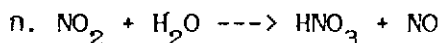
## 2. สูตรโมเลกุล หมายถึงอะไร

- ก. สูตรที่บอกให้ทราบจำนวนอะตอมใน 1 โมเลกุล
- ข. สูตรที่บอกให้ทราบว่าสารนั้นประกอบด้วยธาตุอะไรมากบ้าง
- ค. สูตรที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่ใน 1 โมเลกุล
- ง. ค่าเปรียบเทียบระหว่างธาตุ 1 อะตอม กับคาร์บอน-12 1 อะตอม
- จ. สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำในการเกิดสารประกอบ

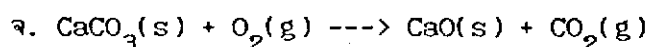
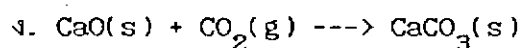
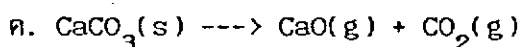
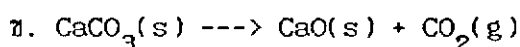
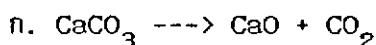
## 3. สูตรโครงสร้าง หมายถึงอะไร

- ก. สูตรที่บอกให้ทราบถึงการจัดเรียงอิเล็กตรอนของ โมเลกุลของสารแต่ละชนิด
- ข. สูตรที่แสดงสัญลักษณ์ของธาตุองค์ประกอบ โดยระบุจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุที่รวมกันเป็น โมเลกุล
- ค. สูตรที่แสดงให้รู้ว่าธาตุองค์ประกอบมีการยึดเกาะกันอย่างไร
- ง. สูตรที่บอกถึงการจัดเรียง โมเลกุลของสาร
- จ. สูตรที่แสดงว่าใน 1 โมเลกุลของสาร ประกอบด้วยธาตุอะไรมากบ้างอย่างละกี่อะตอม และมีการจัดเรียงตัวกันอย่างไร

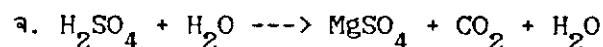
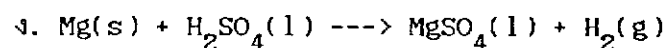
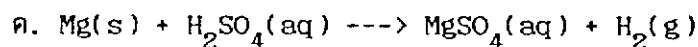
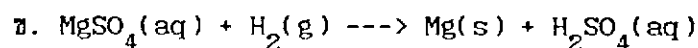
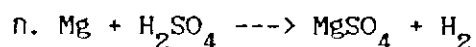
4. เมื่อผ่านก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $\text{NO}_2$ ) ลงในน้ำ จะได้สารละลายกรดไนตริก ( $\text{HNO}_3$ ) กับก๊าซไนโตรเจนโมโนออกไซด์ ( $\text{NO}$ ) ข้อใดเป็นสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาเคมีที่ถูกต้องที่สุด



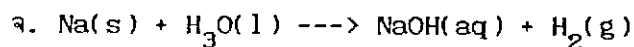
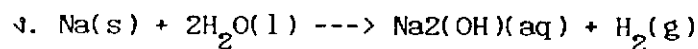
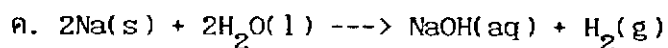
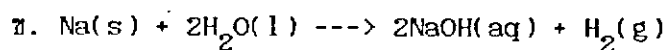
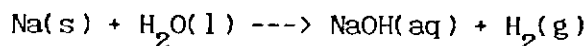
5. เพลาคัลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) แล้วสลายตัวให้แคลเซียมออกไซด์ ( $\text{CaO}$ ) กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ข้อใดเป็นสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่ถูกต้องที่สุด



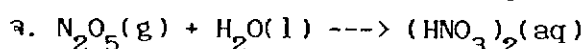
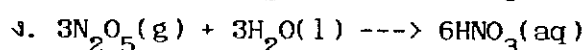
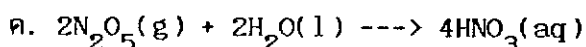
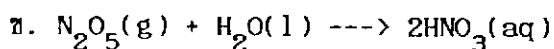
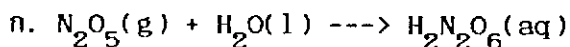
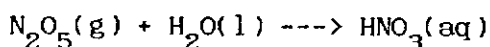
6. จากการใส่ลวดแมกเนเซียม ( $\text{Mg}$ ) ลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) แล้วได้สารละลายแมกเนเซียมซัลเฟต ( $\text{MgSO}_4$ ) กับก๊าซไฮโดรเจนเกิดขึ้น ข้อใดเป็นสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่ถูกต้องที่สุด



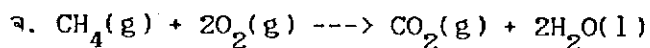
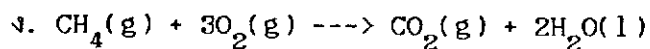
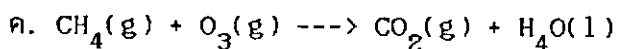
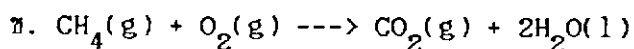
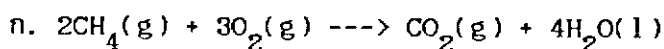
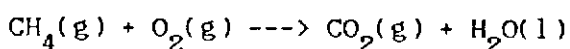
7. จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้



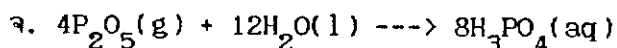
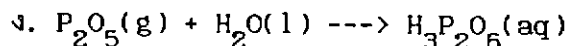
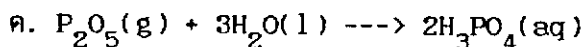
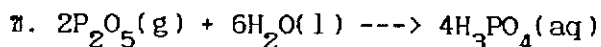
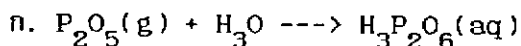
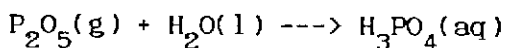
8. จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้



9. จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้



10. จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้



ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวเชียดฟ้า แซ่จัน  
เกิดวันที่ 8 เดือน มีนาคม พุทธศักราช 2505  
ภูมิลำเนา บ้านเลขที่ 77 ถนนพหลคีรี ตำบลนาสาร อำเภอบ้านนาสาร  
จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84120  
ที่อยู่ปัจจุบัน สุขเหมือน อพาร์ทเมนท์ 2 1967/26 ซอยตลาดวรไถทัย ถนนพระราม 4  
คลองตัน พระโขนง กรุงเทพฯ 10110 โทร. 2494492 ต่อ 427  
สถานที่ทำงาน โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ถนนสุขุมวิท 22 คลองเตย กรุงเทพฯ 10110  
โทร. 2582234

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2524 มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนบ้านนาสาร อำเภอบ้านนาสาร  
จังหวัดสุราษฎร์ธานี
- พ.ศ. 2528 กศ.บ. (เกียรตินิยม) วิชาเอกเคมี วิชาโทการวัดผลการศึกษา  
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา
- พ.ศ. 2537 กศ.ม. วิชาเอกการวัดผลการศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ  
ของ  
เชียดฟ้า แซ่ฉิน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา  
มีนาคม 2537

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 ที่มีคุณภาพ จำนวน 7 ฉบับย่อย คือ ระบบเปิดระบบปิด จำนวน 12 ข้อ อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ จำนวน 8 ข้อ มวลอะตอม จำนวน 19 ข้อ ขนาดโมเลกุล จำนวน 6 ข้อ มวลโมเลกุล จำนวน 21 ข้อ โมล จำนวน 22 ข้อ สูตรเคมีและสมการเคมี จำนวน 10 ข้อ เพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2535 - 2536 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,137 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบมีดังนี้ สร้างแบบทดสอบสำรวจชนิดให้เติมคำตอบและแสดงวิธีทำ โดยข้อสอบนั้นเขียนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน หลังจากนั้นนำไปสำรวจหาจุดบกพร่องในการตอบผิดของนักเรียนและรวบรวมคำตอบผิด แล้วสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดในแบบทดสอบสำรวจมาสร้างเป็นตัวลวง แล้วนำแบบทดสอบไปทดสอบ 3 ครั้ง โดยการทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและคัดเลือกข้อสอบ และการทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ มีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.5000 - 0.9304 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ 0.0686 - 0.8172 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรไบโนเมียลของโลเวทท์ มีค่าเรียงลำดับ ดังนี้ 0.8242, 0.7642, 0.8283, 0.7196, 0.8747, 0.8925 และ 0.6884 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ มีค่าเรียงลำดับ ดังนี้ 11, 7, 15, 4, 17, 14 และ 8

A CONSTRUCTION OF THE CHEMISTRY DIAGNOSTIC TEST IN STOICHIOMETRY I  
FOR MATHAYOM SUKSA IV STUDENTS IN BANGKOK

AN ABSTRACT  
BY  
SEADFA SAECHIN

Presented in partial fulfillment of the requirements for the  
Master of Education degree in Educational Measurement  
at Srinakharinwirot University  
March 1994

The purpose of this study was to construct a qualitative diagnostic test in Stoichiometry I. The test comprised 7 subtests: 12 items of open system and closed system, 8 items of ratio of atomic mass in compound, 19 items of atomic mass, 6 items of size of molecule, 21 items of molecular mass, 22 items of mole and 10 items of chemical formula and chemical equation. It was designed to reveal the weak points and the causes of those in Stoichiometry I for students in Mathayom Suksa IV

The total of 1,137 students from Mathayom Suksa IV of the government schools in Bangkok, in the academic year 1992 - 1993, were chosen to be the subjects by using the Stratified Random Sampling technique. How to manage the test, construct the survey test in form of completing and writing which depend upon behavior objectives. The validity of the test was checked by five specialists. After that it was examined to identify errors and gather wrong answers. Then, construct it into the diagnostic test in the form of multiple choice test with five choices and consist it with the students' most mistaken answers. It was experimented three times, the first was to analyse, collect and improve the items. The second one was to analyse and collect the items and the last was to qualify the test.

The result of this study indicated that the difficulty index of each item ranged from 0.5000 - 0.9304 and the discrimination index of each item ranged from 0.0686 - 0.8172. The reliability of each subtest computed by Lovett's binomial formula were 0.8242, 0.7642, 0.8283, 0.7196, 0.8747, 0.8925 and 0.6884. The cutting score of each subtest were 11, 7, 15, 4, 17, 14 and 8.