

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทที่ 2
ทุนอุดหนุนการวิจัยส่วนบุคคล จากกรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ
ปีการศึกษา 2526

ประกาศคุณูปการ

การดำเนินการศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้ สำเร็จเรียบร้อยจนเป็นรายงานการวิจัยนี้ได้ ก็เนื่องด้วยผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากคณาจารย์ภาควิชาเคมีที่เป็น ผู้สอนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ในวิทยาลัยครูต่าง ๆ ทั่วประเทศ และบุคคล หรือหน่วยงานที่จะละเว้นกล่าวถึงมิได้ก็คือ อาจารย์ ดร.อนันต์ จันทร์ภักดิ์ อาจารย์ สนธยา พึ่งศิริ อาจารย์ ดำรงค์ มะปะวงค์ และรองศาสตราจารย์ ดร.มังกร ทองสุขดี ตลอดจนเพื่อนคณาจารย์วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม พิษณุโลก และกรมการฝึกหัดครู กระทรวง ศึกษาธิการ ที่ได้จัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคลหรือหน่วยงานทั้งที่ ได้กล่าวนามและมีได้กล่าวนามมาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

สุดท้าย ถ้าหากรายงานการวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอน ในสถาบันอุดมศึกษาอยู่บ้างแล้ว ผู้วิจัยใคร่ขออุทิศคุณความดีหรือกุศลกรรมที่ได้กระทำนั้น แด่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วันทนีย์ ชูศิลป์ ผู้เป็นที่รักยิ่งของผู้วิจัย ซึ่งในขณะที่เธอมีชีวิตอยู่ ได้คอยช่วยเหลือ ส่งเสริม แนะนำ สนับสนุน และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา ตราบจน กระทั่งงานวิจัยนี้จัดพิมพ์ค้นฉบับเสร็จ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวิตร ชูศิลป์

ภาควิชาเคมี คณะวิชาวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม พิษณุโลก

30 ตุลาคม 2527

สารบัญ

บทที่	หน้า
1	บทนำ 1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3 ความสำคัญของการวิจัย 3 ขอบเขตของการวิจัย 4 คำจำกัดความและศัพท์เฉพาะ 4
2	เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7 การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิชาเคมี 7 แบบทดสอบมาตรฐานและการสร้างข้อสอบที่ดี 12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานทาง วิทยาศาสตร์ 18
3	วิธีดำเนินการวิจัย 27 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 27 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง 28 การเก็บรวบรวมข้อมูล 29 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 29
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 34 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) 34 คะแนน T ปกติ 40 ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อน มาตรฐานในการวัด 45 เกณฑ์ปกติ 46

บทที่	หน้า	
5	สรุปและอภิปรายผลการทดลอง	51
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	51
	การดำเนินการวิจัย	51
	สรุปผลการวิจัย	53
	อภิปรายผล	55
	ขอเสนอแนะ	57
	บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	ก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	65
	ข ตารางจำแนกข้อสอบรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1	68
	ค ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายตัวเลือก	71
	ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1	93
	บทคัดย่อ	116
	ABSTRACT	119

บัญชีตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ	35
2	การแจกแจงความถี่และคะแนน T ประกิติ ของนักศึกษาวิทยาลัยครู ทั่วประเทศ	40
3	การแจกแจงความถี่และคะแนน T ประกิติ ของนักศึกษา กลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ	43
4	ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเชื่อมั่นและค่าความคลาดเคลื่อน มาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ	45
5	เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนดิบ เมื่อเปรียบเทียบจาก เกณฑ์ประกิติของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ	50
6	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ	66
7	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบจริง (วิทยาลัยครูทั่วประเทศ)	66
8	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบจริง (กลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ)	67
9	ตารางจำแนกข้อสอบ รายวิชา เกมี่ 331 อินทรีย์เกมี่ 1	69
10	ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายตัวเลือก	72

บทที่ 1

บทนำ

ในการจัดการเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็นการศึกษาในระดับใดหรือวิชาใดก็ตาม วิธีการประเมินผลที่สำคัญที่จะช่วยสะท้อนให้เห็นถึงผลสำเร็จของการจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดีวิธีหนึ่งก็คือ การวัดผล ผลที่ได้จากการวัด จะทำให้ทราบว่ากระบวนการเรียนการสอนนั้นมีข้อบกพร่องอย่างไรหรือไม่ ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์มากน้อยเพียงไร เก่งหรืออ่อน ในเนื้อหาเรื่องใด และควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร ดังนั้นการวัดผลจึงเป็นกระบวนการหนึ่งที่ต้องสอดคล้องไปกับการเรียนการสอนตลอดเวลา ครูที่ดีจึงควรทำการวัดผลควบคู่ไปกับการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียน เพราะนอกจากจะใช้ผลการวัดที่ได้เป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการสอนของตนเองแล้ว ยังสามารถใช้ผลที่ได้จากการวัดเป็นแนวทางค้นหาข้อบกพร่องของผู้เรียนแล้วทำการสอนปรับปรุงซ่อมเสริมให้แก่ผู้เรียนได้ตรงจุดอีกด้วย ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด สมดังปรัชญาของการทดสอบหรือการวัดผลที่ว่า "ทดสอบเพื่อค้นหาและพัฒนาสมรรถภาพมนุษย์" (ชาวาล แพร์ตูกุล, 2516 : 34)

วิธีการวัดผลการเรียนการสอนในสถาบันการศึกษาโดยทั่วไป มักใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวัดเพื่อประเมินผลด้านการรับรู้และความคิด (Cognitive domain) และแม้กระทั่งการวัดเพื่อประเมินผลด้านทักษะการปฏิบัติ (Psychomotor domain) บางทักษะ ก็สามารถใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัดได้เป็นอย่างดี (ประวิตร ชูศิลป์, 2524 : 21) แบบทดสอบหรือข้อสอบที่ใช้ในการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ในวิทยาลัยครูในปัจจุบันส่วนหนึ่งยังเป็นแบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเองซึ่งจัดเป็นแบบทดสอบประเภทแบบทดสอบของครู (Teacher-made test) ที่มักไม่ได้มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบแต่อย่างใด นับเป็นจุดอ่อนของการวัดผลและประเมินผล เนื่องจากแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นนี้อาจมีคุณภาพไม่ดีพอ ทำให้การวัดผลคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงอย่างมาก ซึ่งย่อมจะส่งผลกระทบต่อ

ต่อการประเมินผลการเรียนโดยตรง เช่น ความยุติธรรมในการตัดสินผลการเรียนหรือการให้ระดับคะแนนที่ผู้เรียนจะพึงได้รับ เป็นต้น เพราะการประเมินผลจะถูกต้องตรงกับสภาพความเป็นจริงเพียงใดนั้นก็ย่อมจะขึ้นอยู่กับวิธีการวัดผล และการวัดผลจะเที่ยงตรงถูกต้องเพียงใดก็ย่อมจะขึ้นอยู่กับเครื่องมือหรือข้อสอบที่ใช้ในการวัดผล ดังนั้นแบบทดสอบที่ครูผู้สอนจะนำไปใช้ในการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องสร้างขึ้นอย่างพิถีพิถันเพื่อให้น่าเชื่อถือกว่า เป็นแบบทดสอบที่ดี กล่าวคือ เป็นแบบทดสอบที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ ของข้อสอบที่ดีตามเกณฑ์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ซึ่งได้ผ่านการวิเคราะห์แล้วปรับปรุงแก้ไขจนได้แบบทดสอบที่มีค่าสถิติต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์ที่สมควร และอาจจะต้องทำการทดลองสอบแล้ววิเคราะห์ปรับปรุงแก้ไขหลายครั้ง จนกว่าจะได้แบบทดสอบมาตรฐาน (standardized test) ที่ประกอบด้วยข้อคำถาม (Item) ที่มีประสิทธิภาพสูงทุกข้อ

บุคคลที่จะเป็นค้ำจุนสำคัญในการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาต่าง ๆ ก็คือ ครูผู้สอนประจำวิชานั้น ๆ นั่นเอง ซึ่งจะต้องอาศัยความรู้ความสามารถ 3 ประการ คือ วิเคราะห์หลักสูตรเป็น เขียนคำถามเป็น และวิเคราะห์คำถามเป็น (ชวาล แพรัตกุล, 2516 : 337) แบบทดสอบมาตรฐานที่สร้างขึ้น นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนโดยตรงแล้ว ยังจะช่วยกระตุ้นให้ครูผู้สอนปรับปรุงวิธีการสอนของตนให้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับหลักสูตรยิ่งขึ้น อีกทั้งยังอาจสร้างเกณฑ์ปกติ (norm) ของการเรียนการสอนวิชานั้น ๆ เพื่อใช้วัดมาตรฐานความรู้ของผู้เรียนได้อีกด้วย

ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นครูผู้สอนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรการฝึกหัดครู ของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 จึงได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ขึ้นเพื่อให้ได้แบบทดสอบมาตรฐานสำหรับการวัดผลและประเมินผล อันเป็นกิจกรรมหรืองานประจำที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนจะต้องกระทำ ผลของการศึกษาค้นคว้านี้ยังจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาอินทรีย์เคมี ตลอดจนจะเป็นแนวทางในการ

ดำเนินการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอื่น ๆ ในวิทยาลัยครู และสถาบันอุดมศึกษาต่าง ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519
2. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ในรูปของคะแนน T ปกติ (Normalized T-score) สำหรับวัดมาตรฐานความรู้ของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลของการศึกษาค้นคว้านี้จะทำให้ได้แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 อันจะเป็นผลทำให้การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนในรายวิชานี้ได้ผลถูกต้องตรงตามสภาพความเป็นจริง
2. ผลของการศึกษาค้นคว้านี้จะทำให้ได้เกณฑ์ปกติของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศในรูปของคะแนน T ปกติ
3. ผลของการศึกษาค้นคว้านี้จะช่วยกระตุ้นให้อาจารย์ผู้สอนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ในวิทยาลัยครู ปรับปรุงและพัฒนาวิธีการสอนของตนให้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับหลักสูตรมากขึ้น
4. เทคนิคและวิธีการที่ได้จากการศึกษาค้นคว้านี้จะ เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาอื่น ๆ ในวิทยาลัยครูและสถาบันอุดมศึกษาต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาค้นคว้านี้ มุ่งสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 โดยสร้างเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวนไม่น้อยกว่า 80 ข้อ แล้วทำการวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ ของข้อสอบเป็นรายข้อ และของแบบทดสอบทั้งฉบับ ดังนี้

1. ค่าความยากง่าย (Difficulty หรือ Easiness) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นรายตัวเลือก
2. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (standard error of measurement) ของแบบทดสอบ
3. เกณฑ์ปรกติของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชานี้ของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ และของนักศึกษาในกลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ ในรูปของคะแนน T ปรกติ สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีภาคปรกติ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไปของวิทยาลัยครู 12 แห่ง ที่เรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 จำนวน 356 คน

คำจำกัดความและศัพท์เฉพาะ

ในการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยใช้ศัพท์บางคำในขอบเขตจำกัดดังนี้

1. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement test) ประเภทหนึ่งประกอบด้วยข้อสอบหรือคำถามแบบเลือกตอบ (Multiple choice) ซึ่งวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ คือ ความรู้ความจำ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) บางทักษะ ที่ออกครอบคลุมเนื้อหาวิชาตามหลักสูตรอย่างเป็นสัดส่วนกัน และได้ผ่านการนำไปทดลองใช้ วิเคราะห์

ปรับปรุงแก้ไขจนได้ข้อสอบที่มีคุณภาพดี มีค่าสถิติต่าง ๆ ตามเกณฑ์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

2. รายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 (Organic chemistry I) หมายถึง รายวิชาบังคับ (Required course) รายวิชาหนึ่งในระดับปริญญาตรี ที่ผู้เรียนวิชาเอก วิทยาศาสตร์ทั่วไป วิชาเอกเคมี และวิชาโทเคมี ตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 จะต้องลงทะเบียนเรียนทุกคนโดยกำหนดจำนวนหน่วยกิตไว้ 3 หน่วยกิต 5 ชั่วโมง และมีคำอธิบายรายวิชาดังนี้ (สภาการฝึกหัดครู, 2525 : 158)

ความหมายและประวัติของวิชาอินทรีย์เคมี โครงสร้างของอะตอมและพันธะเคมี ที่ทำให้เกิดสารประกอบอินทรีย์ ประเภทของสารประกอบอินทรีย์ ไฮโดรคาร์บอนและ สารอนุพันธ์บางชนิด ไอโซเมอริซึม ประเภทของปฏิกิริยาเคมี แอลกอฮอล์ ฟีนอล และอีเธอร์ รวมทั้งใหม่ปฏิบัติการตามเนื้อหาข้างต้น

3. เกณฑ์ปรกติ (Norm) หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพผลการทดสอบ ของผู้เรียนโดยยึดถือช่วงคะแนน T ปรกติ (Normalized T-score) ที่อ่านได้จากเส้น กราฟมาตรฐาน เป็นเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

ผู้สอบได้ คะแนน T ปรกติ 65 ขึ้นไป หมายถึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดีมาก

ผู้สอบได้ คะแนน T ปรกติ 56 - 64 หมายถึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดี

ผู้สอบได้ คะแนน T ปรกติ 45 - 55 หมายถึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปานกลาง

ผู้สอบได้ คะแนน T ปรกติ 36 - 44 หมายถึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อ่อน

ผู้สอบได้ คะแนน T ปรกติ ต่ำกว่า 36 หมายถึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อ่อนมาก

4. กลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ หมายถึงวิทยาลัยครูต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ในภาคเหนือ อันประกอบด้วยวิทยาลัยครู 8 แห่ง คือ วิทยาลัยครูนครสวรรค์ วิทยาลัยครูกำแพงเพชร วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม พิษณุโลก วิทยาลัยครูเพชรบูรณ์ วิทยาลัยครูอุตรดิตถ์ วิทยาลัยครู ลำปาง วิทยาลัยครูเชียงใหม่ และวิทยาลัยครูเชียงราย โดยกรมการฝึกหัดครูได้ส่งเสริม

และสนับสนุนให้วิทยาลัยครูที่ตั้งอยู่ในภูมิภาคเดียวกัน รวมกันเป็นกลุ่มวิทยาลัยครู มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 เพื่อร่วมมือและช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการปฏิบัติภารกิจของสถาบันอุดมศึกษาในท้องถิ่นให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ในปีการศึกษา 2526 มีกลุ่มวิทยาลัยครูทั้งหมดทั่วประเทศจำนวน 6 กลุ่ม

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้านี้ จะแยกกล่าวถึงเป็น 3 ตอน ดังนี้

1. การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิชาเคมี
2. แบบทดสอบมาตรฐาน และการสร้างข้อสอบที่ดี
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์

1. การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิชาเคมี

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า หลักในการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ นั้น จะต้องวัดและประเมินผลให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนซึ่งมุ่งให้ผู้เรียนได้เจริญงอกงามและพัฒนาทั้ง 3 ด้าน คือ

1.1 ด้านการรับรู้และความคิด (Cognitive domain) เป็นจุดมุ่งหมายที่มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาทางด้านสติปัญญาความคิด หรือสมอง สำหรับวิชาเคมีและวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ นั้น ได้แก่การมุ่งให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เป็นข้อเท็จจริง (Fact) ความดีตรวขยอกหรือมโนคติ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) และทฤษฎี (Theory)

1.2 ด้านความรู้สึก (Affective domain) เป็นจุดมุ่งหมายที่มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาทางด้านจิตใจ สำหรับวิชาเคมีและวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ นั้นได้แก่การมุ่งให้ผู้เรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (scientific attitude) ความสนใจ (Interest) และแนวโนมนิยมทางวิทยาศาสตร์ (scientific orientation)

1.3 ด้านทักษะการปฏิบัติ (Psychomotor domain) เป็นจุดมุ่งหมายที่มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาทางด้านทักษะและการปฏิบัติการ สำหรับวิชาเคมีและวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ นั้นได้แก่การมุ่งให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science

process skills) หรือกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Processes of scientific inquiry) เช่น ทักษะในการสังเกต ทักษะในการจัดบันทึกข้อมูลและการจัดกระทำกับข้อมูล ทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง ทักษะในการแปลความหมายจากข้อมูลและการสรุป เป็นต้น

ดังนั้นการที่จะวัดผลและประเมินผลให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายทั้ง 3 ด้านดังกล่าวนี้ จึงจำเป็นต้องเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมประกอบกัน เช่น การทดสอบข้อเขียน การสังเกตพฤติกรรมที่คาดหวัง การตรวจรายงานหรืองานที่มอบหมาย เป็นต้น สำหรับการทดสอบข้อเขียนนั้น จะเหมาะสมกับการใช้วัดผลและประเมินผลด้านความรู้และความคิดมากที่สุด และยังสามารถใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะได้อีกด้วย แต่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้วัดผลและประเมินผลด้านความรู้สึก และวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เป็นทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติการ (motor skills)

โดยที่ข้อบังคับสภาการฝึกหัดครูว่าด้วยการประเมินผลการศึกษาตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2523 สำหรับนักศึกษาภาคปรกติ และ พ.ศ. 2524 สำหรับนักศึกษาครูและบุคลากรทางการศึกษาประจำการ ได้กำหนดให้อาจารย์ผู้สอนรายวิชาต่าง ๆ ประเมินผลการเรียนของนักศึกษาจากคะแนน 2 ส่วน คือ คะแนนเก็บระหว่างภาค ร้อยละ 50 ถึง 80 กับส่วนที่เหลือ จากคะแนนสอบไล่ปลายภาค ฉะนั้นแบบทดสอบมาตรฐานรายวิชาเคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ จึงเป็นเครื่องมือวัดผลที่ใช้ในการประเมินผลรวม (summative evaluation) หรือส่วนที่เป็นคะแนนสอบไล่ปลายภาค ส่วนจุดมุ่งหมายด้านความรู้สึก และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะที่ยังไม่ได้วัดผลและประเมินผลในการสอบไล่ปลายภาคนั้น ก็ให้ใช้วิธีการวัดอื่น ๆ ที่เหมาะสมเพื่อเป็นคะแนนเก็บระหว่างภาค

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ จำเป็นต้องวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดเนื้อหาวิชา และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่จะต้องออกข้อสอบวัดให้สอดคล้องและครอบคลุมจุดมุ่งหมายอย่างเป็นสัดส่วนกันด้วย

สำหรับพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีนั้น จำแนกได้อย่างเดียวกันกับพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ที่ ศาสตราจารย์ กลอฟเฟอร์ (Leopold E. Klopfer) แห่งมหาวิทยาลัยพิตส์เบิร์กได้จำแนกไว้ ดังนี้ (Bloom and others, 1971 : 562-563)

- A.0 ความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and comprehension)
- A.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงหรือข้อเท็จจริงเฉพาะอย่าง (specific facts)
 - A.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยามทางวิทยาศาสตร์ (scientific terminology)
 - A.3 ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (Concepts of science)
 - A.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง (Conventions)
 - A.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและการลำดับขั้น (Trends and sequences)
 - A.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนก การจัดประเภทและเกณฑ์ (Classifications, categories, and criteria)
 - A.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific techniques and procedures)
 - A.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์ (Scientific principles and laws)
 - A.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีหรือแนวความคิดที่สำคัญ (Theories or major conceptual schemes)
 - A.10 ความสามารถจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ (Identification of knowledge in a new context)
 - A.11 ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง (Translation of knowledge from one symbolic form to another)

B.0 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้น I การสังเกตและการวัด
(Observing and measuring)

- B.1 การสังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- B.2 การบรรยายสิ่งของที่สังเกตได้โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม
- B.3 การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ
- B.4 การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
- B.5 การประมาณค่าจากการวัดและการยอมรับขีดจำกัดของความถูกต้อง

C.0 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้น II การมองเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญห
(Seeing a problem and seeking ways to solve it)

- C.1 การมองเห็นปัญหา
- C.2 การตั้งสมมติฐาน
- C.3 การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐาน
- C.4 การออกแบบกระบวนการทดลองที่เหมาะสม

D.0 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้น III การแปลความหมายข้อมูลและ
การสรุป(Interpreting data and formulating
generalizations)

- D.1 การจัดกระทำกับข้อมูลที่ไ้จากการทดลอง
- D.2 การเสนอข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชัน
- D.3 การแปลความหมายข้อมูลที่ไ้จากการทดลองและการสังเกต
- D.4 การขยายความและการตีความ(Extrapolation and interpolation)
- D.5 การประเมินสมมติฐานภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่ไ้จากการทดลอง
- D.6 การสรุปความสัมพันธ์ที่ค้นพบ

- E.0 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้น IV การสร้าง การทดสอบ และ การปรับปรุงแบบจำลองทางทฤษฎี (Building, testing and revising theoretical model)
- E.1 การยอมรับความจำเป็นที่ต้องมีแบบจำลองทางทฤษฎี (Recognition of the need for a theoretical model)
- E.2 การสร้างแบบจำลองทางทฤษฎีเพื่อรับความรู้ใหม่ (Formulation of a theoretical model to accommodate knowledge)
- E.3 การบอกความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับแบบจำลอง (Specification of relationships satisfied by model)
- E.4 การอนุมานสมมติฐานใหม่จากแบบจำลองทางทฤษฎี (Deduction of new hypotheses from a theoretical model)
- E.5 การแปลความหมายและประเมินผลจากการทดสอบแบบจำลอง (Interpretation and evaluation of tests of a model)
- E.6 การสร้าง ปรับปรุงหรือขยายแบบจำลอง (Formulation of a revised, refined, or extended model)
- F.0 การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of scientific knowledge and methods)
- F.1 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน
- F.2 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน
- F.3 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญห่อื่น ๆ นอกเหนือจากด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดยที่การศึกษาค้นคว้านี้ เป็นการสร้างแบบทดสอบที่ใช้สำหรับการสอบไล่ปลายภาค หรือใช้ในการประเมินผลรวม ดังนั้นในการจัดทำตารางจำแนกข้อสอบ (Table of specification) ผู้วิจัยจึงได้ปรับและรวมพฤติกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวนี้ให้เป็นพวก ๆ จำนวน 3 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ ความจำ (Knowledge) หมายถึงความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง กัณฑ์และนิยาม ความคิดรวบยอด กฎ และทฤษฎีต่าง ๆ ซึ่งก็คือพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ในข้อ A.1 ถึง A.9

2. ความเข้าใจและการนำไปใช้ (Comprehension and application) หมายถึงความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ ความสามารถในการแปลสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่งได้ และความสามารถในการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ อันได้แก่ พฤติกรรมการเรียนรู้ในข้อ A.10 ถึง A.11 และ F.1 ถึง F.3

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) หมายถึงความสามารถหรือทักษะในเรื่องต่าง ๆ ต่อไปนี้

- การสังเกต การวัด และการบันทึกข้อมูล
- การสร้างและทดสอบสมมติฐาน และการแก้ปัญหา
- การจัดกระทำกับข้อมูล การแปลความหมายจากข้อมูล และการสรุป

พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ในข้อนี้ก็คือ พฤติกรรมในข้อ B.1 ถึง B.5 , C.1 ถึง C.4, D.1 ถึง D.6 และ E.1 ถึง E.6

2. แบบทดสอบมาตรฐาน และการสร้างข้อสอบที่ดี

แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) จัดเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement test) ประเภทหนึ่ง สามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับค้นหาและพัฒนาการศึกษาได้ทั้งโดยตรงและโดยทางอ้อมหลายประการ ดังตัวอย่างที่ศาสตราจารย์ ดร. ชวาล แพร์ตกุล (ชวาล แพร์ตกุล, 2516 : 113-115) ได้กล่าวถึงไว้ ดังนี้

1. ใช้สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายบุคคลหรือรายห้องเรียน
2. ใช้วัดพิสัยความรู้ของผู้เรียน และแยกประเภทผู้เรียน
3. ใช้ในการวินิจฉัยสมรรถภาพของผู้เรียนว่าแต่ละคนเก่ง-อ่อนในวิชาใด

4. ใช้สำหรับเปรียบเทียบความงอกงามของผู้เรียน
5. ใช้สำหรับตรวจสอบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน
6. ใช้ในการพยากรณ์ความสำเร็จในการศึกษาของผู้เรียน
7. ใช้ในกระบวนการแนะแนว
8. ใช้ในการประเมินผลการศึกษา
9. ใช้ในการวิจัย

รูปแบบของคำถาม หรือข้อสอบที่เหมาะสมกับการนำมาใช้สร้างแบบทดสอบมาตรฐาน นั้น นิยมใช้คำถามแบบเลือกตอบ (Multiple choice question) เพราะสามารถวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ ที่แสดงถึงประสิทธิภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ และคำถามเป็นรายข้อได้สะดวกและเที่ยงตรงดี

คำถามแบบเลือกตอบ จะประกอบขึ้นด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ตัวคำถาม (stem) และตัวเลือก (Alternatives) ในจำนวนตัวเลือกที่มีอยู่ 4-5 ตัวนั้น จะมีตัวเลือกเพียงตัวเดียวเท่านั้นที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือดีที่สุดสำหรับตัวคำถามหนึ่ง ๆ ตัวเลือกนี้นิยมเรียกว่า ตัวเฉลยหรือตัวถูก (Key) ส่วนตัวเลือกอื่น ๆ ที่เหลือก็เรียกว่า ตัวลวง (Distracters)

ในการเขียนคำถามแบบเลือกตอบเพื่อสร้างข้อสอบสำหรับวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิชาเคมี หรือวิชาวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ มีข้อที่ต้องคำนึงถึงอยู่หลายประการ ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์, 2524 : 37-41)

1. ตัวคำถาม ต้องเขียนในลักษณะที่รัดกุม ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจคำถามตรงกัน และเป็นคำถามที่ผู้สอบต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจ และความคิด จึงจะสามารถตอบได้
2. ตัวเลือก ต้องพยายามหาตัวเลือกที่เป็นเรื่องราวเดียวกัน สอดคล้องกับตัวคำถาม และตัวเลือกทุกตัวจะต้องมีผู้เลือกเป็นคำตอบด้วย โดยมุ่งให้ผู้ที่มีความรู้ มีความคิดรวบยอด หรือเรียนรู้ในเรื่องที่ถามแล้วเท่านั้น เป็นผู้เลือกตอบตัวเฉลย ส่วนผู้ที่ยังไม่ได้ความคิดรวบยอด หรือยังไม่เรียนรู้ในเรื่องที่ถามนั้นไปเลือกตอบตัวลวงตัวใด

ตัวหนังสือก็ได้

ศาสตราจารย์ ดร. ชวาล แพร์ตกุล ได้ให้คำแนะนำในการเขียนคำถามแบบเลือกตอบไว้โดยสรุป ดังนี้ (ชวาล แพร์ตกุล, 2516 : 167-192)

1. เขียนตัวคำถามให้เป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์
2. เน้นเรื่องที่จะถามให้ชัดเจนและตรงจุด
3. ควรถามขอละหนึ่งปัญหา
4. ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับผู้สอบ ไม่ใช่คำฟุ่มเฟือย
5. เรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข หรือจำนวน
6. ไม่ควรใช้คำถามปฏิเสธ หรือปฏิเสธซ้อน
7. ให้อายามชีรูปร่างภาพ มาก ๆ เพื่อช่วยให้คำถามชัดเจนและน่าสนใจ
8. ต้องเขียนคำถามให้เล็ก และคำถามข้อหนึ่งให้มีเพียงคำตอบเดียว
9. ตัวเลือกที่ใช้ ต้องถูกหรือผิดตามหลักวิชา
10. ควรมีตัวเลือก 4-5 ตัว และเขียนให้เป็นอิสระจากกัน
11. ไม่แนะคำตอบ

การสร้างแบบทดสอบมาตรฐานโดยทั่วไปนั้น จะมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่ง เพื่อสร้างแบบทดสอบที่มีคุณสมบัติหรือคุณลักษณะที่ดี มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะให้วัดผลและประเมินผลได้อย่างถูกต้องตรงสภาพความเป็นจริง ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการสร้างแบบทดสอบ ทั้งนี้เพราะผลของการวิเคราะห์ข้อสอบ จะสามารถแสดงให้เห็นประสิทธิภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ตลอดจนประสิทธิภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยการพิจารณาจากกระดาษคำตอบของผู้สอบ กล่าวคือนำคะแนนและการเลือกคำตอบของผู้เข้าสอบมาวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ อันได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด และความเที่ยงตรง ค่าสถิติเหล่านี้จะบอกให้ทราบถึงคุณสมบัติในขั้นต้นต่าง ๆ ของแบบทดสอบ โดยสามารถระบุได้ทั้งลักษณะที่ดีและข้อบกพร่องของแบบทดสอบ

ซึ่งจะเป็นแนวทางในการแก้ไข ปรับปรุงแบบทดสอบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ในการแปลความหมายของค่าสถิติต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบ จำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของค่าสถิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเหล่านี้ คือ

ความยากง่าย (Difficulty หรือ Easiness) หมายถึงอัตราส่วนของจำนวนคนที่ตอบถูกต้องจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด นิยมแทนด้วยสัญลักษณ์ p ซึ่งจะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1.0 ค่า p เป็นคุณสมบัติของข้อสอบเป็นรายข้อ ค่า p ยิ่งน้อยก็แสดงว่าข้อสอบหรือคำถามข้อนั้นยาก และถ้าวค่า p มาก ก็แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นง่าย ซึ่งอาจกำหนดระดับความยากง่ายของข้อสอบโดยประมาณได้ ดังนี้

ข้อสอบที่มีค่า p	.20	ถึง	.40	เป็นข้อสอบค่อนข้างยาก
p	.40	ถึง	.60	เป็นข้อสอบยาก-ง่ายปานกลาง
p	.60	ถึง	.80	เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย

ในการพิจารณาความยากง่ายของข้อสอบเป็นรายข้อโดยทั่วไปนั้น ศาสตราจารย์ นันแนลลี (Jum C. Nunnally) แห่งมหาวิทยาลัยฮาวายเคอรัลธ์ ได้เสนอแนะไว้ว่า ควรเลือกใช้ข้อสอบหรือคำถามที่มีค่า p ตั้งแต่ .20 ถึง .80 (Nunnally, 1964 : 133)

สำหรับความยากง่ายของแบบทดสอบทั้งฉบับนั้น สามารถพิจารณาได้จากค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ตลอดจนการกระจายของคะแนน แบบทดสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะควรเป็นแบบทดสอบที่ให้คะแนนเฉลี่ยประมาณครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มหรือสูงกว่าเล็กน้อย

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึงความสามารถของข้อสอบเป็นรายข้อที่จะแยกผู้สอบที่เป็นคนเก่งกับคนอ่อนได้อย่างถูกต้องหรือไม่ นิยมแทนด้วยสัญลักษณ์ r ซึ่งอาจมีค่าได้ตั้งแต่ -1.0 จนถึง 1.0 ข้อสอบข้อใดที่มีค่า r เป็นลบ แสดงว่าผู้ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก เป็นพวกที่ยังไม่เรียนรู้หรือพวกคนอ่อน มากกว่าพวกที่เรียนรู้หรือพวก

คนเก่ง ส่วนข้อที่มีค่า x เป็นขวก ก็แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ผู้ตอบถูกเป็นคนเก่งมากกว่า
 คนอ่อน สำหรับข้อสอบที่มีค่า x เท่ากับ 0 เป็นข้อสอบหรือคำถามที่ไม่มีอำนาจจำแนกเลย
 เพราะคนเก่งและคนอ่อนต่างก็สามารถตอบถูกจำนวนคนเท่ากัน

ดังนั้น ข้อสอบหรือคำถามที่จะถือว่ามีความอำนาจจำแนกดี ต้องมีค่า x เป็นขวก และ
 ยิ่งสูงใกล้ 1.0 เท่าไร ก็ยิ่งดีเท่านั้น ศาสตราจารย์ อีเบล (Robert L. Ebel) แห่ง
 มหาวิทยาลัยมิชิแกน ได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนกหรือค่า x ไว้ ดังนี้

(Ebel, 1965 : 364)

ค่า x ตั้งแต่ .40 ขึ้นไป	มีอำนาจจำแนกดีมาก
x .30 ถึง .39	มีอำนาจจำแนกดี แต่อาจต้องปรับปรุง
x .20 ถึง .29	มีอำนาจจำแนกอยู่บ้าง แต่ต้องปรับปรุง
x ต่ำกว่า .19	มีอำนาจจำแนกต่ำ

ในการสร้างแบบทดสอบโดยทั่วไปนั้น ข้อสอบหรือคำถามที่ควรแก่การเลือกนำมา
 ใช้ และยอมรับกันว่ามีอำนาจจำแนก จะต้องมีความ x ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึงความคงที่แน่นอนของคะแนน หรือ
 ลำดับที่ของผู้เข้าสอบแต่ละคน ในการสอบซ้ำโดยใช้ข้อสอบชุดเดิม ค่าความเชื่อมั่นของ
 แบบทดสอบฉบับหนึ่ง ๆ นิยมแทนด้วยสัญลักษณ์ r_{tt} ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 (Correlation coefficient) ระหว่างคะแนนจากการทดสอบตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป
 เป็นอิสระต่อกัน ค่า r_{tt} จะมีค่าตั้งแต่ 0 จนถึง 1.0 ค่า r_{tt} ยิ่งเข้าใกล้ 1.0
 เท่าใด ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจะยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น

ค่า r_{tt} เป็นค่าที่คำนวณได้หลายวิธีโดยใช้สูตรต่าง ๆ กัน และบางวิธีแม้ว่าจะ
 นำแบบทดสอบไปทดลองสอบเพียงครั้งเดียว ก็สามารถคำนวณหาค่า r_{tt} ได้ ดังเช่นวิธี
 คำนวณโดยใช้สูตรที่ 21 ของ กูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson หรือ K.R. 21)
 เป็นต้น ค่า r_{tt} ของแบบทดสอบจะมากขึ้นเพียงใด ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง
 เป็นต้นว่า จำนวนข้อของคำถามในแบบทดสอบ แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมาก มักจะมี

ค่าความเชื่อมั่นสูง ความยากง่ายของข้อสอบก็เป็นองค์ประกอบหนึ่ง แบบทดสอบที่ประกอบขึ้นด้วยคำถามที่มีค่า p เท่ากับ .50 หรือใกล้เคียงจำนวนมาก ๆ จะมีค่าความเชื่อมั่นสูงไปด้วย

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (standard error of measurement) หมายถึงค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดของแบบทดสอบทั้งฉบับ ห้วนองเดียวกันกับค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง นิยมแทนด้วยสัญลักษณ์ s_e หรือ SE_{meas} เป็นค่าที่คำนวณได้โดยอาศัยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

ความเที่ยงตรง (validity) หมายถึงความสามารถในการวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด ซึ่งถือได้ว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญยิ่งประการหนึ่งของแบบทดสอบทั้งฉบับ ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบควรมีอย่างน้อย 2 ด้าน คือ

- เที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) หมายถึงสามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมตามเนื้อหาวิชาในหลักสูตรอย่างเป็นสัดส่วนกัน

- เที่ยงตรงตามพฤติกรรม (Behavioural validity) หมายถึงสามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมตามพฤติกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ครอบคลุมตามจุดมุ่งหมายอย่างใดสัดส่วนกัน กล่าวคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ จะต้องประกอบด้วยข้อสอบหรือคำถามที่วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้ ตามสัดส่วนที่เหมาะสมด้วย

ในการพิจารณาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบนั้น จำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์หลักสูตร โดยพิจารณาจากจุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาตามหลักสูตรว่ามุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมอะไรบ้างและมีความรู้ในเนื้อหาตอนใดมากน้อยหรือลึกซึ้งขนาดไหน ผลจากการวิเคราะห์หลักสูตร จะทำให้สามารถสร้างตารางจำแนกข้อสอบหรือตารางวิเคราะห์ข้อสอบได้ หน่วยวิชาเคมี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวง

ศึกษาศึกษา ใ้เสนอแนะลำดับขั้นในการสร้างตารางจำแนกข้อสอบแก่ครู อาจารย์ผู้สอน วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวง ศึกษาศึกษา, 2521 : 62-63)

ขั้นที่ 1 กำหนดจำนวนข้อสอบที่จะถาม ในแต่ละเนื้อหาที่วิเคราะห์หรือกระจายไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ ที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา หรืออาจ พิจารณาว่าในเนื้อหาใด จะสามารถวัดพฤติกรรมอะไรได้บ้าง

ขั้นที่ 3 ทำตารางจำแนกข้อสอบ ซึ่งมักจะทำเป็นฉบับร่างขึ้นก่อนในตอนแรก แล้ว จึงแก้ไข ปรับปรุงให้เป็นตารางจำแนกข้อสอบที่สมบูรณ์ต่อไปโดยอาศัยคำวิจารณ์และคำแนะนำ ของผู้สอนที่มีประสบการณ์ในสาขาวิชานั้น ๆ

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์

รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ใน ประเทศไทยและต่างประเทศที่สมควรกล่าวถึง มีดังนี้

การสร้างข้อสอบมาตรฐานในสถาบันการศึกษาของประเทศไทยนั้น สามารถ กล่าวได้ว่า มีขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2510 โดยกระทรวงศึกษาศึกษา ได้มีคำสั่งให้ สำนักงานทดสอบ คณะวิชาวิจัยการศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ดำเนินการ สร้างแบบทดสอบมาตรฐานวิชาต่าง ๆ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ขึ้น (ชวาล แพทย์กุล และคณะ, 2513 : 25-37) ความมุ่งหมายที่สำคัญของโครงการสร้างข้อสอบมาตรฐานนี้ ก็เพื่อสร้างแบบทดสอบมาตรฐานประเภทต่าง ๆ และหาเกณฑ์ปรกติระดับชาติและท้องถิ่น (National and local standardized norms) ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุง การเรียนการสอนให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น แบบทดสอบที่ได้จากการปรับปรุงแก้ไขเมื่อผ่าน การทดลองใช้แล้ว 2 ครั้ง มีจำนวนทั้งหมด 30 ฉบับ ประกอบด้วย วิชาภาษาไทย 8 ฉบับ วิชาคณิตศาสตร์ 9 ฉบับ และความถนัดทางการเรียน 13 ฉบับ โดยสร้างเป็นข้อสอบแบบ เลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1 ใช้นักเรียนชั้น ป. 7 ในเขตจังหวัดพระนครและธนบุรี

จำนวน 1,922 คน เมื่อเดือนมกราคม พ.ศ. 2511

การทดลองสอบครั้งที่ 2 ใ้แก่นักเรียนชั้น ม.ศ. 1 ในเขตการศึกษา 6 และ 12 จำนวน 3,719 คน เมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2511

การทดลองสอบครั้งที่ 3 ใ้แก่นักเรียนชั้น ป. 7 ในเขตการศึกษา 1, 6 และ 12 รวม 21 จังหวัด จำนวน 12,750 คน ซึ่งคิดเป็นจำนวนร้อยละ 22.34 ของนักเรียนชั้น ป. 7 ทั้งประเทศที่มีอยู่ในขณะนั้น ทดสอบเมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2511

ผลการวิจัยปรากฏว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง 30 ฉบับนั้น มีอยู่ 18 ฉบับ ที่มีคุณภาพสูงถึงขั้นที่จะนำไปสร้างเกณฑ์มาตรฐานกลางปีได้ ส่วนที่เหลืออีก 12 ฉบับ จะต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไปอีก

อรุณี คล้ายแท้ (อรุณี คล้ายแท้, 2523 : 1-107) ได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทย 102 วิทยาศาสตร์กายภาพ ตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นคำถามแบบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ โดยออกตามเนื้อหาของรายวิชานี้ และจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้เป็น 4 พฤติกรรม คือ ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 พวก คือ กลุ่มที่ใช้ในการทดลองสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ จำนวน 1,271 คน พวกหนึ่ง และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบจริง จำนวน 996 คน อีกพวกหนึ่ง ทั้งสองพวกเป็นนักศึกษาในระดับ ป.กศ.ชั้นสูง ของวิทยาลัยครู ในกลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ ที่เรียนรายวิชา วิทย 102 ในปีการศึกษา 2522

ผลการวิจัยปรากฏว่า ข้อสอบที่สร้างขึ้น มีค่าความยากง่าย (Difficulty หรือค่า p) อยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination หรือค่า r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป และในจำนวนข้อสอบ 100 ข้อนี้ มีอยู่ 6 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .40 ถึง .60 และมีค่าอำนาจจำแนก .30 ขึ้นไป

ค่าคะแนนเฉลี่ยของการสอบเท่ากับ 47.24 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน พิสัยของคะแนนเท่ากับ 66 โดยมีคะแนนสูงสุด และต่ำสุด เท่ากับ 85 และ 19 คะแนนตามลำดับ และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเท่ากับ 9.96

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability coefficient หรือค่า r_{tt}) ของแบบทดสอบ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตร K.R. 20 มีค่าเท่ากับ .786 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (standard error of measurement หรือค่า s_e) ของแบบทดสอบ เท่ากับ 4.608

สถาพร ศรีสุข (สถาพร ศรีสุข, 2524 : 1-79) ได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เฉพาะทักษะการสังเกต โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพดี อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ได้ ด้วยการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ ตลอดจนเปรียบเทียบความสามารถในการสังเกตระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง และยังเปรียบเทียบระหว่างระดับชั้นด้วย

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นคำถามแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก โดยกำหนดสถานการณ์ขึ้น 5 สถานการณ์ แล้วตั้งคำถามเพื่อวัดทักษะในการสังเกตสถานการณ์ละ 4 ข้อ ดังนั้นแบบทดสอบจึงมีข้อสอบหรือคำถามทั้งหมดอยู่ 20 ข้อ

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยกลุ่มที่ใช้ทดลองสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน พวกหนึ่ง และกลุ่มที่ใช้ทดสอบจริง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร ประจำปีการศึกษา 2523 จำนวน 300 คน จากโรงเรียน 5 โรงเรียนที่สุ่มตัวอย่างมาจากจำนวน 35 โรงเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .32 โดยคำนวณจากสูตร K.R. 20 ค่าความยากง่ายของข้อสอบเป็นรายข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง .28 ถึง .91 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าอยู่ระหว่าง .19 ถึง .57 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานใน

การวัด เท่ากับ 1.96 นอกจากนั้นยังพบว่า ความสามารถในการสังเกตของนักเรียนชาย
กับนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน แต่ความสามารถในการสังเกตของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 4 สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิรัช บุญสมบัติ และคณะ (วิรัช บุญสมบัติ และคณะ, 2524 :
1-28) ได้สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพด้านความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับ
อุดมศึกษา ที่สอดคล้องกับระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ให้มีความง่ายพอเหมาะ
มีค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นสูง โดยได้รับการสนับสนุนจากคณะกรรมการวิจัยและ
จัดทำหลักสูตรผลิตครูวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ทบวงมหาวิทยาลัย เพื่อนำผลการวิจัย
ไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตรผลิตครูวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแยกเป็น 2 กลุ่ม กล่าวคือ กลุ่มที่ 1 เป็นนิสิต
นักศึกษาชั้นปีที่ 3 ในคณะครุศาสตร์ หรือศึกษาศาสตร์ของมหาวิทยาลัย 6 แห่ง คือ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตรและมหาสารคาม)
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ปัตตานี)
รวมจำนวน 120 คน และกลุ่มที่ 2 เป็นนิสิต นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ที่ไ้ผ่านการฝึกสอนวิชา
วิทยาศาสตร์มาแล้วของมหาวิทยาลัยขอนแก่น และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รวม
จำนวน 82 คน

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นคำถามแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก โดยถาม
ในเนื้อหาวิชา 4 กลุ่มวิชา จำนวน 114 ข้อ ซึ่งเมื่อทดลองสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไข
แบบทดสอบแล้ว ได้คัดเลือกข้อสอบไว้ จำนวน 90 ข้อ ดังนี้ วิชาเคมี 19 ข้อ วิชาชีววิทยา
29 ข้อ วิชาฟิสิกส์ 21 ข้อ และวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 21 ข้อ ในการทดลองสอบ
ครั้งสุดท้าย เมื่อวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ ปรากฏผลดังนี้ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 45.8
จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน ค่าความเชื่อมั่นเมื่อคำนวณโดยใช้สูตร K.R. 20 เท่ากับ
.649 ความง่ายของข้อสอบเป็นรายข้อ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ .485 โดยมีข้อสอบหรือ
คำถามที่ยากมาก (มีค่า p ต่ำกว่า .20) จำนวน 10 ข้อ และข้อสอบที่ง่ายมาก

(มีค่า p สูงกว่า .80) จำนวน 11 ข้อ ที่เหลืออีก 69 ข้อ เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ปกติ คือมีค่า p ตั้งแต่ .20 ถึง .80 ส่วนค่าอำนาจจำแนกนั้นปรากฏว่า ในจำนวนข้อสอบ 90 ข้อ มีข้อที่มีค่า r ต่ำกว่า .20 จำนวนถึง 48 ข้อ

รองศาสตราจารย์ สุวัฒน์ นิยมคำ และ ดร. จริญญา สุจารีกุล (สุวัฒน์ นิยมคำ และ จริญญา สุจารีกุล, 2524 : 1-72) ซึ่งเป็นคณะอนุกรรมการวิจัยและจัดทำหลักสูตรผลิตครูวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ทบวงมหาวิทยาลัย ได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางความรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิต นักศึกษาระดับปริญญาตรีทางการสอนวิทยาศาสตร์ ให้มีค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ ประกอบด้วย นิสิต นักศึกษา และครูอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอบเพื่อปรับปรุง แก้ไขแบบทดสอบ เป็นนิสิต นักศึกษาวิชาเอกทางการสอนวิทยาศาสตร์ในคณะครุศาสตร์และศึกษาศาสตร์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จำนวนทั้งหมด 106 คน และนักศึกษาระดับปริญญาตรีของวิทยาลัยครูสวนดุสิตอีก 30 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบครั้งสุดท้าย เป็นครู อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนต่าง ๆ ทั่วประเทศที่มาเข้าอบรมวิชาวิทยาศาสตร์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 466 คน

แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นคำถามแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 48 ข้อ โดยวัดความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ในเชิงวิทยาศาสตร์ 12 ทักษะ เช่น การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การจัดกระทำกับข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นต้น การหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาวิชา กระทำโดยวิธีให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตัดสิน เมื่อ

นำแบบทดสอบที่ได้จากการปรับปรุง แก้ไขดีแล้ว ไปทดสอบกับครู อาจารย์ จำนวน 466 คน ปรากฏว่า หาค่าสถิติต่าง ๆ ได้ดังนี้ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเมื่อดำเนินการโดยใช้สูตร $K.R. 21$ มีค่าเท่ากับ .64 ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับกัน คือ มีค่า p ระหว่าง .20 ถึง .80 และมีค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป มีจำนวน 36 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมดจำนวน 48 ข้อ

บุญเจ็ด โภคธรรม (บุญเจ็ด โภคธรรม, 2525 : 1-166) ได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาหลักการพยาบาล (Fundamental nursing) และสร้างเกณฑ์ปรกติ (Norm) ของการเรียนวิชานี้ขึ้น

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ เป็นนักเรียนผดุงครรภ์อนามัย สังกัดกองอนามัยครอบครัว กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ในปีการศึกษา พ.ศ. 2524 จำนวน 327 คน ส่วนแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เป็นคำถามแบบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ โดยมุ่งวัดเฉพาะด้านการรับรู้และความคิด (Cognitive domain) และผู้วิจัยได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ออกเป็น ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เมื่อได้ปรับปรุง แก้ไขแบบทดสอบ โดยการนำไปทดลองสอบ 2 ครั้งแล้ว จึงนำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุง แก้ไขแล้วนี้ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏว่า หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร $K.R. 20$ ได้ .85 สำหรับค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ ล้วนมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

บัทโซว์ (John W. Butzow) แห่งมหาวิทยาลัยเมน และเดวิส (Alan Davis) แห่งวิทยาลัยรัฐพลีมัธ (Butzow and Davis, 1975 : 211-220) ได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดเจตคติโดยใช้ความหมายทางภาษา (Semantic differential test หรือ SDT) ขึ้นสำหรับวัดเจตคติของครูที่มีต่อการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมศึกษาตามโปรแกรมที่ใช้กันเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียน หรือหลักสูตร ESS โดยวิธีของ ออสกู๊ด (C. E. Osgood) เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ในการกำหนดลักษณะของ

ครูที่เหมาะสมกับโปรแกรมการเรียนการสอนดังกล่าว

แบบทดสอบวัดเจตคติโดยใช้ความหมายทางภาษา หรือ SDT ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้มีลักษณะ เป็นวัดที่บ่งถึงพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับเจตคติของครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (Doing science) การสอนวิทยาศาสตร์ (Teaching science) และความคิดรวบยอดหรือมโนคติทางวิทยาศาสตร์ (Science concepts) รวมทั้งหมด 21 ข้อ แต่ละข้อจะมีคำถามความรู้สึกของครู 4 ด้าน คือ สำคัญหรือไม่สำคัญ สนุกสนานหรือน่าเบื่อ สามารถทำได้หรือไม่มีความสามารถ และ ง่ายหรือยาก โดยสร้างเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นครูประจำชั้นระดับประถมศึกษาที่ใช้หลักสูตร ESS หรือโปรแกรมวิทยาศาสตร์ที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียน ซึ่งมาเข้าประชุมปฏิบัติการ ณ วิทยาลัยรัฐพลีมีธ จำนวน 29 คน เปรียบเทียบกับเจตคติของครูประถมศึกษาที่สอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร SCAS-T (Science Curriculum Assessment System-Teachers)

ผลการวิจัยพบว่า มีคำถาม 6 ข้อ จากคำถามทั้งหมด 21 ข้อ ที่ครูวิทยาศาสตร์ผู้สอนตามหลักสูตร ESS ตอบสนองในทางบวก แตกต่างไปจากครูผู้สอนตามหลักสูตร SCAS-T อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) หรือค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่หาได้จากการวิจัยนี้มีค่าเท่ากับ .79 ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้น สามารถใช้ในการพยากรณ์เจตคติของครูวิทยาศาสตร์ ว่าเหมาะสมกับการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนหรือไม่

ราเวน (Ronald J. Raven) แห่งมหาวิทยาลัยนิวยอร์ก (Raven, 1977 : 271-278) ได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจ ตามทฤษฎีของเปียเจต์ (Piaget's Operative Comprehension) โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาแบบทดสอบให้ใช้ได้กับนักเรียนเกรด 6-14 ให้นักเรียนสามารถสร้างคำตอบจากข้อมูลหรือสถานการณ์

ที่กำหนดให้ โดยใช้ลำดับขั้นของการคิดทั้ง 7 ขั้นมาสร้างคำตอบได้ ตลอดจนให้ได้แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นสูงพอที่จะนำมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนเพื่อแยกผู้เรียนออกเป็นกลุ่มที่เรียนรู้แล้วกับกลุ่มที่ยังไม่เรียนรู้

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เรียกว่า Raven Content Comprehension Test หรือ RCCT โดยสร้างขึ้นจากการวิเคราะห์พัฒนาการทางการคิดของมนุษย์ (Growth of logical thinking) ตามแนวความคิดของเปียเจต์ ซึ่งประกอบด้วย การกระทำ (Operations) 7 ลำดับขั้น คือ การจำแนกประเภท การจัดลำดับ การเพิ่มจำนวน การลดจำนวนหรือการหักล้างกัน สัดส่วนหรืออัตราส่วน ความน่าจะเป็น และสหสัมพันธ์ ในการสร้างคำถามนั้น ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาวิชาจาก วิชาสังคมศึกษา วิชาชีววิทยา และวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยกำหนดข้อความให้เป็นตอน ๆ ตอนละ 40-50 คำ แล้วตั้งคำถามขึ้นตอนละ 2 คำถาม ซึ่งเป็นคำถามแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก ในแต่ละลำดับขั้นของการคิด จะมีข้อสอบทั้ง 3 วิชา ๆ ละ 2 ข้อ ดังนั้นแบบทดสอบทั้งฉบับจึงมี 42 ข้อ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบทดสอบ 3 ครั้ง แล้วจึงนำไปทดสอบครั้งสุดท้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกไว้ ซึ่งเป็นนักเรียนเกรดต่าง ๆ คือ เกรด 6, 8, 10, 12 และ 13 ที่สุ่มตัวอย่างมาเกรดละ 80 คน รวมทั้งหมด 400 คน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของการสอบเท่ากับ 22.8 จากคะแนนเต็ม 42 คะแนน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.05 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 2.7 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ .80

รอสส์ (John A. Ross) และเมย์เนส (Florence J. Maynes) แห่งสถาบันเพื่อศึกษาทางวิชาการศึกษา ออนตาริโอ ประเทศแคนาดา (Ross and Maynes, 1983 : 63-75) ได้สร้างแบบทดสอบสำหรับวัดทักษะในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการกำหนดสถานการณ์การทดลองให้ จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการศึกษาค้นคว้านี้ก็คือพัฒนาแบบทดสอบสำหรับใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 7 ทักษะ ให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพดี มีค่าความเชื่อมั่นสูง

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยคำถามแบบเลือกตอบ โดยตั้งคำถามขึ้นจากการทดลอง สถานการณ์ หรือข้อมูลที่กำหนดให้ การทดลองที่กำหนดขึ้นดังกล่าวนี้ จะเป็นการทดลองทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่นักเรียนเกรด 7-8 โปรแกรมวิทยาศาสตร์จะพึงทราบ ไม่ใช่การทดลองที่เน้นหนักในวิทยาศาสตร์สาขาใดสาขาหนึ่ง สำหรับทักษะในการแก้ปัญหา (Problem-solving skills) ที่ผู้วิจัยเลือกมาเป็นเกณฑ์ในการสร้างข้อสอบ ประกอบด้วยทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ทั่วไปใช้ในการทำการทดลอง รวม 7 ทักษะ คือ การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การเลือกเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การสังเกตความสัมพันธ์ของข้อมูล การลงความเห็น และการสรุปผล การทดลอง ในแต่ละคำถามหรือแต่ละสถานการณ์การทดลองที่กำหนดให้ ให้นักเรียนหาคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับการแก้ปัญหานั้น ๆ คำตอบที่นักเรียนเลือกจะทำให้ทราบได้ว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือมีทักษะนั้นถึงระดับขั้นใดตามที่ผู้วิจัยได้จำแนกระดับและนิยามไว้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ เป็นนักเรียนเกรด 7 และ 8 ที่เลือกเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ การทดลองสอบครั้งแรกและครั้งที่สองเพื่อปรับปรุง แก้ไขแบบทดสอบ ให้นักเรียน 1,010 คน จากข้อสอบที่มีอยู่ 115 ข้อ เหลือที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเพียง 44 ข้อ (ทักษะหนึ่ง ๆ มีข้อสอบวัด 6-7 ข้อ) ผู้วิจัยยังได้แบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ชุด ๆ ละ 22 ข้อ เพื่อนำไปทดสอบครั้งสุดท้ายกับนักเรียน 6 กลุ่ม ๆ ละ 85 ถึง 119 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ยังไม่เคยสอบมาก่อน รวมทั้งหมด 590 คน ปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด เมื่อกำหนดโดยวิธีของครอนแบค (Cronbach) มีค่า .722 และ .789 ตามลำดับ

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้านี้ มีวิธีดำเนินการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
2. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา เกม 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 ที่ผู้วิจัย ได้สร้างและพัฒนาขึ้น โดยมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบมาตรฐาน หลักการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ หลักการวิเคราะห์หลักสูตร และวิธีการวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ ที่ใช้เป็นเกณฑ์บ่งชี้คุณภาพ ของแบบทดสอบทั้งฉบับและข้อสอบเป็นรายข้อ

1.2 ศึกษาหลักสูตรการฝึกหัดครู ของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 เพื่อวิเคราะห์ หลักสูตรของรายวิชา เกม 331 อินทรีย์เคมี 1 แล้วจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตาราง จำแนกข้อสอบ (Table of specification) ขึ้น การวิเคราะห์ค่านี้นั้น ยึดถือ ตามรายละเอียดที่หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครูได้จัดทำไว้ (หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2521 : 7-10) ส่วนการวิเคราะห์ค่านี้นั้นยึดถือ ตามพฤติกรรมที่ กลอพอเฟอร์ (Leopold E. Klopfer) ได้จำแนกไว้ (Bloom and others, 1971 : 562-563) ดังรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ข้อ 1

การให้นำหนักความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมนั้น ผู้วิจัยกำหนดขึ้นโดยอาศัย ข้อวิจารณ์ และข้อเสนอแนะจากอาจารย์วิทยาลัยครูที่เคยเป็นผู้สอนรายวิชานี้มาแล้ว

จำนวน 4 คน

1.3 สร้างข้อสอบหรือคำถามแบบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางจำแนกข้อสอบ จำนวน 100 ข้อ

1.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาการวัดผล การศึกษา และอาจารย์ที่เคยสอนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตรวจสอบและวิจารณ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะจัดพิมพ์สำหรับนำไปทดลองใช้ต่อไป

2. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบพวกหนึ่ง และอีกพวกหนึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบจริง

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ เป็นนักศึกษา ระดับปริญญาตรี วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากวิทยาลัยครูต่าง ๆ ที่เรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 จนครบทุกเนื้อหาตามหลักสูตรแล้ว ซึ่งมี 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1.1 กลุ่มที่ใช้ในการทดลองสอบครั้งที่ 1 เป็นนักศึกษาที่ได้เรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 มาแล้วตั้งแต่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 ของวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม พิษณุโลก จำนวน 78 คน

2.1.2 กลุ่มที่ใช้ในการทดลองสอบครั้งที่ 2 เป็นนักศึกษาที่เรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2526 จากวิทยาลัยครูต่าง ๆ ที่เปิดสอนรายวิชานี้ รวม 8 แห่ง จำนวน 236 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบจริง เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคปริกติ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่เรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 จากวิทยาลัยครูต่าง ๆ ที่เปิดสอนรายวิชานี้ รวม 12 แห่ง จำนวน 356 คน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาค้นคว้านี้ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 สํารวจแผนการจัดการเรียนการสอนของวิทยาลัยครูต่าง ๆ ทั่วประเทศ เพื่อให้ทราบรายละเอียดว่า มีวิทยาลัยครูใดบ้างที่เปิดสอนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภาการศึกษา พ.ศ. 2519 ในปีการศึกษา 2526 เปิดสอนในภาคเรียนใด และนักศึกษาที่เรียนรายวิชานี้เป็นนักศึกษาประเภทใด จำนวนกี่คน โดยการใช่แบบสำรวจส่งถึงรองอธิการฝ่ายวิชาการ และหัวหน้าภาควิชาเคมีของทุกวิทยาลัย

3.2 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองสอบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.2.1 ทดลองสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างในข้อ 2.1.1 แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายชื่อเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบครั้งที่ 1

3.2.2 ทดลองสอบครั้งที่ 2 โดยนำแบบทดสอบที่ได้จากการปรับปรุงแก้ไขในข้อ 3.2.1 ไปทดลองสอบอีกครั้งหนึ่งกับกลุ่มตัวอย่างในข้อ 2.1.2 แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายชื่อเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ เป็นครั้งที่ 2

3.2.3 นำแบบทดสอบที่ได้จากการปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2 ในข้อ 3.2.2 ไปทดสอบจริง กับกลุ่มตัวอย่างในข้อ 2.2 แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ ของแบบทดสอบทั้งฉบับและเป็นรายชื่อ ซึ่งจะใช้เป็นแบบทดสอบมาตรฐานต่อไป

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแต่ละครั้งในข้อ 3.2 นี้ วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม พิษณุโลก ได้ติดต่อขอความอนุเคราะห์ไปยังอธิการวิทยาลัยครูนั้น ๆ เพื่อขอให้อาจารย์ผู้สอนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 และหัวหน้าภาควิชาเคมี เป็นผู้ดำเนินการทดสอบ แล้วเก็บรวบรวมแบบทดสอบและกระดาษคำตอบทั้งหมดส่งคืนให้ผู้วิจัย

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองสอบแต่ละครั้ง เมื่อตรวจกระดาษคำตอบให้คะแนนและรวมคะแนนของนักศึกษาแต่ละคนแล้ว จึงนำมาหาค่าความยากง่าย (p)

และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายตัวเลือกโดยใช้เทคนิคร้อยละ 27 (The 27 percent technique) ดังนี้

4.1.1 เรียงลำดับคะแนนที่นักศึกษาสอบได้จากกระดาษคำตอบแต่ละแผ่น โดยสร้างเป็นตารางแจกแจงความถี่ (Frequency table) เพื่อแบ่งนักศึกษาก่อเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำ จำนวนคนในแต่ละกลุ่มเท่ากับ ร้อยละ 27 ของจำนวนนักศึกษาที่เข้าสอบทั้งหมด กลุ่มคะแนนสูงนับจากผู้สอบได้คะแนนสูงสุดลงมาตามลำดับ ส่วนกลุ่มคะแนนต่ำนับจากผู้สอบได้คะแนนต่ำสุดขึ้นไปตามลำดับ จนครบจำนวนกลุ่มละร้อยละ 27 สำหรับกระดาษคำตอบของนักศึกษาที่สอบได้คะแนนกลาง ๆ ที่เหลืออยู่อีกร้อยละ 46 นั้น ไม่ใช้ในการวิเคราะห์

4.1.2 นำกระดาษคำตอบของนักศึกษากลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำ มานับจำนวนนักศึกษาที่เลือกตัวเลือกต่าง ๆ ของข้อสอบแต่ละข้อเป็นรายข้อ แล้วคิดเป็นร้อยละของนักศึกษากลุ่มคะแนนสูง (P_H) และร้อยละของนักศึกษากลุ่มคะแนนต่ำ (P_L) ที่เลือกตอบตัวเลือกนั้น ๆ

4.1.3 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้ค่า P_H และ P_L เทียบหาจากตารางวิเคราะห์ข้อทดสอบของ จุง เต ฟาน (Chung-Teh Fan, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ : 1-32)

4.1.4 คัดเลือกคำถามหรือข้อสอบ ข้อที่มีประสิทธิภาพดีไว้ โดยถือเกณฑ์ว่าจะต้องเป็นข้อสอบที่ตัวเฉลย (Key) มีค่า p ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และมีค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป สำหรับตัวเลือกที่เป็นตัวลวง (Distracters) มีค่า p ตั้งแต่ .05 ขึ้นไป และมีค่า r เป็นบวก

ข้อสอบหรือคำถามที่ตัวเลือกมีค่า p และค่า r ไม่อยู่ในเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น ถือว่าเป็นคำถามที่มีประสิทธิภาพยังไม่ดีพอ ต้องปรับปรุงแก้ไข โดยการเลือกปรับปรุงแก้ไข เฉพาะคำถามที่ตัวเฉลยมีค่า p ไม่ต่ำกว่า .10 และไม่เกิน .90 และมีค่า r ไม่ต่ำกว่า .15 หรือตัวลวงบางตัวมีค่า p ต่ำกว่า .05 หรือมีค่า r เป็นลบ ส่วนข้อสอบหรือคำถามที่มีค่า p หรือค่า r นอกเหนือจากที่กล่าวนี้ ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีประสิทธิภาพต่ำ

4.1.5 พิจารณาคัดเลือก ปรับปรุงแก้ไขข้อสอบ และสร้างเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อสอบครบจำนวน 100 ข้อ สำหรับนำไปทดสอบจริงต่อไป

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบจริง

นำแบบทดสอบที่ได้จากการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปดำเนินการทดสอบจริง ตรวจสอบให้คะแนนเพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

4.2.1 หากค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายตัวเลือก โดยวิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ ในข้อ 4.1 ดังได้กล่าวมาแล้ว

4.2.2 หากค่าความเชื่อมั่น (Reliability coefficient หรือ r_{tt}) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของ Kuder-Richardson สูตรที่ 21 ดังนี้ (Ebel, 1965 : 319)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{M(k-M)}{ks^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหรือการสอบ
 k แทน จำนวนข้อ ของข้อสอบในแบบทดสอบ
 M แทน คะแนนเฉลี่ยของการสอบ
 s^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน (Variance)

4.2.3 หากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard error of measurement หรือ s_e) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรดังนี้ (Ebel, 1965 : 333)

$$s_e = \sqrt{1-r_{tt}}$$

เมื่อ s_e แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบหรือการสอบ
 s แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

4.3 การสร้างเกณฑ์ปรกติของแบบทดสอบหรือผลการสอบ

สร้างเกณฑ์ปรกติ (Norm) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ชั้นในรูปของคะแนน T ปรกติ ดังนี้

4.3.1 บันทึกคะแนนและความถี่ (f) ลงในตารางแจกแจงความถี่ แล้วหาค่าความถี่สะสม (cf)

4.3.2 หาค่า $cf + \frac{1}{2}f$

4.3.3 หาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) โดยเทียบจากค่า $cf + \frac{1}{2}f$ ของแต่ละคะแนน ด้วยสูตรต่อไปนี้

$$\text{Percentile} = (cf + \frac{1}{2}f) \times \frac{100}{N}$$

เมื่อ N แทน จำนวนคนที่เข้าสอบ

4.3.4 นำค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของแต่ละคะแนนไปเทียบหาคะแนน T ปรกติ จากตารางสำเร็จของ การ์เรตต์และวูดเวิร์ธ (Garrett and Woodworth, 1971 : 467) หรืออาจใช้ค่า $cf + \frac{1}{2}f$ ในข้อ 4.3.2 ไปเทียบหาคะแนน T ปรกติ จากตารางสำเร็จของ บุญเลิศ จันทิทธิ และนิโลบล นิมกักรัตน์ โดยไม่ต้องหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ก็ได้ (บุญเลิศ จันทิทธิ และนิโลบล นิมกักรัตน์, 2518 : 1-83)

4.3.5 นำคะแนนดิบและคะแนน T ปรกติ ที่หาได้ไปเขียนกราฟโดยให้แกนหนึ่งแทนคะแนนดิบ และอีกแกนหนึ่งแทนคะแนน T ปรกติ จุดกราฟเป็นคู่ ๆ แล้วลากเส้นตรงให้ผ่านจุดต่าง ๆ เหล่านี้ให้ได้มากที่สุด (The best fit line) เพื่อใช้เป็นกราฟมาตรฐานในการอ่านหรือแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปรกติ ซึ่งถือเป็นเกณฑ์ปรกติที่ต้องการต่อไป

4.3.6 สร้างเกณฑ์ในการประเมินผลขึ้น โดยการแบ่งคะแนน T ปรกติ ที่อ่านได้จากเส้นกราฟมาตรฐานในข้อ 4.3.5 ออกเป็น 5 ช่วงเท่า ๆ กัน และให้คะแนน T ปรกติ 50 เป็นจุดกลางของช่วงคะแนนที่ 3 ดังนี้

คะแนน T ประกติ	65 ขึ้นไป	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ดีมาก
คะแนน T ประกติ	56 - 64	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ดี
คะแนน T ประกติ	45 - 55	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ปานกลาง
คะแนน T ประกติ	36 - 44	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	อ่อน
และ คะแนน T ประกติ	ต่ำกว่า 36	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	อ่อนมาก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ได้ใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนค่าสถิติที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

p	หมายถึง	ความยากง่าย
r	หมายถึง	อำนาจจำแนก
x	หมายถึง	คะแนน
f	หมายถึง	ความถี่
cf	หมายถึง	ความถี่สะสม
% ile	หมายถึง	เปอร์เซ็นต์ไทล์
N	หมายถึง	จำนวนนักศึกษา
R	หมายถึง	พิสัย(คะแนนสูงสุด-คะแนนต่ำสุด)
\bar{x}	หมายถึง	คะแนนเฉลี่ย
$S.D.$	หมายถึง	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
r_{tt}	หมายถึง	ความเชื่อมั่น
SE_{meas}	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

จากการนำแบบทดสอบที่ได้ผ่านการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขมาแล้ว 2 ครั้ง ไปดำเนินการทดสอบจริงกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบนั้น ปรากฏผลดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

การวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบหรือคำถาม เป็นรายชื่อ ปรากฏผลดังตารางที่ 1 (สำหรับค่า p และค่า r เป็นรายตัวเลือกได้แสดงไว้ในภาคผนวก หน้า 72 ถึง 92)

ตารางที่ 1 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.48	.35	22	.55	.38
2	.68	.45	23	.47	.28
3	.54	.49	24	.58	.44
4	.43	.46	25	.46	.52
5	.40	.21	26	.40	.41
6	.32	.14	27	.43	.55
7	.48	.41	28	.43	.50
8	.32	.48	29	.43	.47
9	.48	.55	30	.39	.32
10	.27	.38	31	.35	.45
11	.48	.26	32	.41	.30
12	.24	.28	33	.69	.35
13	.46	.51	34	.48	.59
14	.31	.36	35	.60	.35
15	.45	.43	36	.48	.26
16	.46	.34	37	.33	.36
17	.42	.49	38	.23	.25
18	.57	.43	39	.38	.52
19	.52	.56	40	.27	.22
20	.47	.58	41	.50	.55
21	.38	.50	42	.68	.44

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
43	.64	.53	64	.38	.40
44	.18	.07	65	.51	.43
45	.34	.25	66	.42	.16
46	.45	.28	67	.36	.17
47	.45	.35	68	.62	.20
48	.52	.41	69	.40	.49
49	.41	.23	70	.34	.14
50	.32	.34	71	.29	.30
51	.57	.27	72	.45	.32
52	.41	.29	73	.34	.18
53	.41	.28	74	.38	.31
54	.34	.24	75	.47	.56
55	.67	.44	76	.48	.41
56	.54	.35	77	.66	.42
57	.20	.03	78	.39	.36
58	.41	.42	79	.48	.47
59	.24	.18	80	.57	.28
60	.43	.48	81	.26	.18
61	.39	.34	82	.33	.05
62	.60	.42	83	.61	.34
63	.38	.48	84	.61	.30

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
85	.47	.30	93	.43	.15
86	.29	.28	94	.55	.50
87	.34	.30	95	.29	.17
88	.42	.33	96	.29	.14
89	.23	.08	97	.44	.26
90	.23	-.01	98	.36	.09
91	.38	.43	99	.46	.51
92	.48	.35	100	.26	.22

จากตารางที่ 1 พบว่า ข้อสอบที่มีทั้งค่า p และค่า r อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป กล่าวคือ มีค่า p ระหว่าง .20 ถึง .80 และมีค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป มีจำนวนทั้งหมด 84 ข้อ ส่วนที่เหลืออีก 16 ข้อ คือ ข้อที่ 6 44 57 59 66 67 70 73 81 82 89 90 93 95 96 และ 98 มีค่า p หรือค่า r ใดๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ต่ำกว่าเกณฑ์

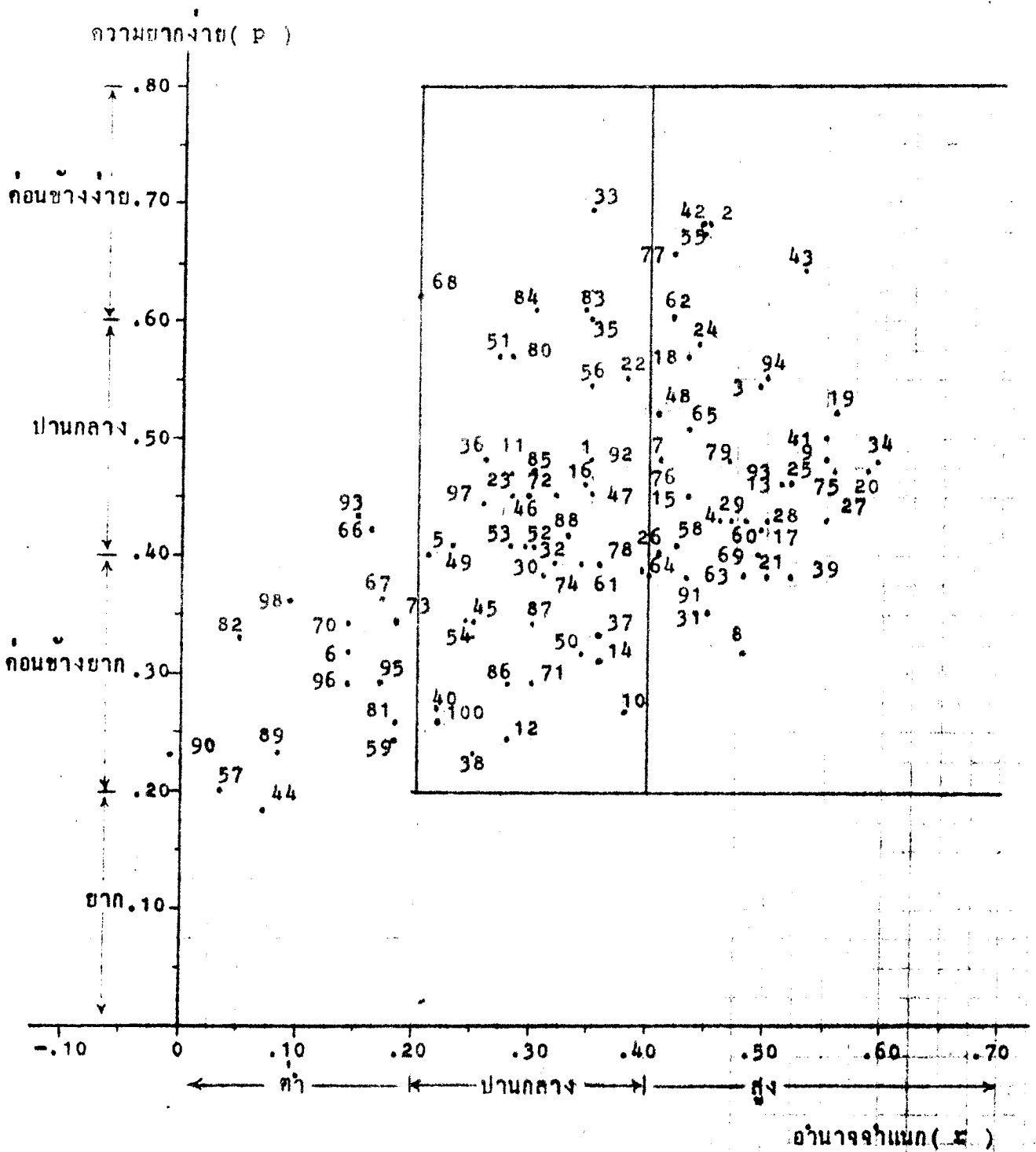
เมื่อพิจารณาจากความยากง่าย (p) ของข้อสอบทั้ง 100 ข้อ อาจแยกข้อสอบตามระดับความยากง่ายได้ดังนี้

ยากมาก	ค่า p	ต่ำกว่า .20	จำนวน	1	ข้อ
		(คือข้อที่ 44 ซึ่งมีค่า p .18)			
ค่อนข้างยาก	ค่า p	.20 ถึง .39	จำนวน	37	ข้อ
ปานกลาง	ค่า p	.40 ถึง .60	จำนวน	53	ข้อ
ค่อนข้างง่าย	ค่า p	.61 ถึง .80	จำนวน	9	ข้อ

และเมื่อพิจารณาค่าอำนาจจำแนก (α) ของข้อสอบ อาจจำแนกเป็นระดับได้
ดังนี้

อำนาจจำแนกต่ำ	ค่า α	ต่ำกว่า	.20	จำนวน	16	ข้อ
อำนาจจำแนกปานกลาง	ค่า α	.20 ถึง	.39	จำนวน	43	ข้อ
อำนาจจำแนกสูง	ค่า α	.40 ขึ้นไป		จำนวน	41	ข้อ

ประสิทธิภาพของแบบทดสอบเมื่อพิจารณาจากค่า p และค่า α ของข้อสอบดังกล่าวนี้
อาจแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ได้ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 ประสิทธิภาพของแบบทดสอบเมื่อพิจารณาจากค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

2. คะแนน T ประกติ

เมื่อนำคะแนนที่นักศึกษาแต่ละคนสอบได้มาแจกแจงความถี่แล้วหาคะแนน T ประกติ โดยแยกเป็นนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ และนักศึกษากลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังนี้

2.1 คะแนน T ประกติ ของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ

การหาคะแนน T ประกติของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ ได้ผลดัง ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแจกแจงความถี่และคะแนน T ประกติ ของนักศึกษาวิทยาลัยครู ทั่วประเทศ

x	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	% ile	T ประกติ
83	2	356	355.00	99.72	78
81	1	354	353.50	99.30	75
80	1	353	352.50	99.02	73
77	1	352	351.50	98.74	72
75	2	351	350.00	98.32	71
74	1	349	348.50	97.89	70
73	1	348	347.50	97.61	70
72	2	347	346.00	97.19	69
71	2	345	344.00	96.63	68
69	1	343	342.50	96.21	67
68	2	342	341.00	95.79	67
67	5	340	337.50	94.80	66
66	4	335	333.00	93.54	65
65	3	331	329.50	92.56	64
64	4	328	326.00	91.57	64
63	5	324	321.50	90.31	63

ตารางที่ 2 (ต่อ)

x	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	% ile	T ปรกติ
62	2	319	318.00	89.33	62
61	1	317	316.50	88.91	62
60	4	316	314.00	88.20	62
59	1	312	311.50	87.50	62
58	7	311	307.50	86.38	61
57	6	304	301.00	84.55	60
56	2	298	297.00	83.43	60
55	3	296	294.50	82.72	59
54	6	293	290.00	81.46	59
53	10	287	282.00	79.21	58
52	3	277	275.50	77.39	58
51	1	274	273.50	76.83	57
50	6	273	270.00	75.84	57
49	9	267	262.50	73.74	56
48	7	258	254.50	71.49	56
47	4	251	249.00	69.94	55
46	5	247	244.50	68.68	55
45	9	242	237.50	66.71	54
44	10	233	228.00	64.04	53
43	11	223	217.50	61.10	53
42	14	212	205.00	57.58	52
41	11	198	192.50	54.07	51
40	9	187	182.50	51.26	50
39	6	178	175.00	49.16	50
38	12	172	166.00	46.63	49
37	13	160	153.50	43.12	48
36	6	147	144.00	40.45	48

ตารางที่ 2 (ต่อ)

x	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	% ile	T ประกติ
35	15	141	133.50	37.50	47
34	8	126	122.00	34.27	46
33	9	118	113.50	31.88	45
32	14	109	102.00	28.65	44
31	12	95	89.00	25.00	43
30	7	83	79.50	22.33	42
29	10	76	71.00	19.94	42
28	10	66	61.00	17.14	40
27	8	56	52.00	14.61	39
26	8	48	44.00	12.36	38
25	5	40	37.50	10.53	37
24	6	35	32.00	8.99	37
23	6	29	26.00	7.30	35
22	4	23	21.00	5.90	34
21	6	19	16.00	4.49	33
20	4	13	11.00	3.09	31
19	3	9	7.50	2.11	30
18	1	6	5.50	1.54	28
17	3	5	3.50	0.98	27
16	1	2	1.50	0.42	24
13	1	1	0.50	0.14	20

2.2 คะแนน T ประกติ ของนักศึกษาในกลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ

การหาคะแนน T ประกติของนักศึกษาในกลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ ปรากฏผลดัง

ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การแจกแจงความถี่และคะแนน T ประกติ ของนักศึกษากลุ่มวิทยาลัยครู
ภาคเหนือ

x	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	% ile	T ประกติ
75	1	175	174.50	99.71	78
74	1	174	173.50	99.14	74
73	1	173	172.50	98.57	72
72	1	172	171.50	98.00	71
69	1	171	170.50	97.43	70
68	1	170	169.50	96.86	69
67	4	169	167.00	95.43	66
66	2	165	164.00	93.71	65
64	4	163	161.00	92.00	64
63	3	159	157.50	90.00	63
62	1	156	155.50	88.86	62
60	4	155	153.00	87.43	61
58	4	151	149.00	85.14	60
57	3	147	145.50	83.14	60
56	1	144	143.50	82.00	59
54	2	143	142.00	81.14	59
53	4	141	139.00	79.43	58
52	1	137	136.50	78.00	58
50	3	136	134.50	76.86	57
49	4	133	131.00	74.86	57
48	2	129	128.00	73.14	56
47	2	127	126.00	72.00	56
46	1	125	124.50	71.14	56
45	6	124	121.00	69.14	55
44	4	118	116.00	66.29	54
43	4	114	112.00	64.00	53

ตารางที่ 3 (ต่อ)

x	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	% ile	T ปรกติ
42	7	110	106.50	60.86	53
41	6	103	100.00	57.14	52
40	4	97	95.00	54.29	51
39	3	93	91.50	52.29	51
38	4	90	88.00	50.29	50
37	7	86	82.50	47.14	49
36	2	79	78.00	44.57	49
35	8	77	73.00	41.71	48
34	3	69	67.50	38.57	47
33	2	66	65.00	37.14	47
32	8	64	60.00	34.29	46
31	9	56	51.50	29.43	45
30	3	47	45.50	26.00	44
29	5	44	41.50	23.71	43
28	3	39	37.50	21.43	42
27	4	36	34.00	19.43	41
26	6	32	29.00	16.57	40
25	2	26	25.00	14.29	39
24	4	24	22.00	12.57	39
23	4	20	18.00	10.29	37
22	3	16	14.50	8.29	36
21	5	13	10.50	6.00	34
20	3	8	6.50	3.71	32
19	2	5	4.00	2.29	30
17	2	3	2.00	1.14	27
13	1	1	0.50	0.29	22

3. ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

เมื่อนำคะแนนของนักศึกษามหาวิทยาลัยวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานต่าง ๆ ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_{meas}) ทั้งของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ และเฉพาะนักศึกษากลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเชื่อมั่น และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ

ค่าสถิติ	วิทยาลัยครูทั่วประเทศ	กลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ
N	356	175
R	83 - 13	75 - 13
\bar{x}	41.292	40.166
S.D.	14.077	14.260
r_{tt}	.886	.891
SE_{meas}	± 4.742	± 4.714

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแบบทดสอบดังนี้

3.1 ค่าสถิติพื้นฐาน

คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษามหาวิทยาลัยครูทั่วประเทศและกลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ ต่างก็จัดอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ แสดงว่าความยากง่ายของแบบทดสอบทั้งฉบับอยู่ในระดับค่อนข้างยาก และเมื่อพิจารณาจากค่าพิสัยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มแล้ว พบว่า มีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งแสดงถึงคะแนนที่นักศึกษาแต่ละคนสอบได้มีความแตกต่างกันค่อนข้างมากหรือมีการกระจายมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ

พิจารณาจากค่าพิสัยหรือคะแนนสูงสุด-ต่ำสุดแล้ว จะเห็นว่าแตกต่างกันมาก ลักษณะดังกล่าว แสดงว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชานี้แตกต่างกันค่อนข้างมาก

3.2 ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})

จากการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร K.R. 21 พบว่า มีค่าเท่ากับ .886 เมื่อคำนวณจากคะแนนของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ และมีค่าเท่ากับ .891 เมื่อคำนวณจากคะแนนของนักศึกษากลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ แสดงว่า แบบทดสอบฉบับนี้ มีค่าความเชื่อมั่นสูง

3.3 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_{meas})

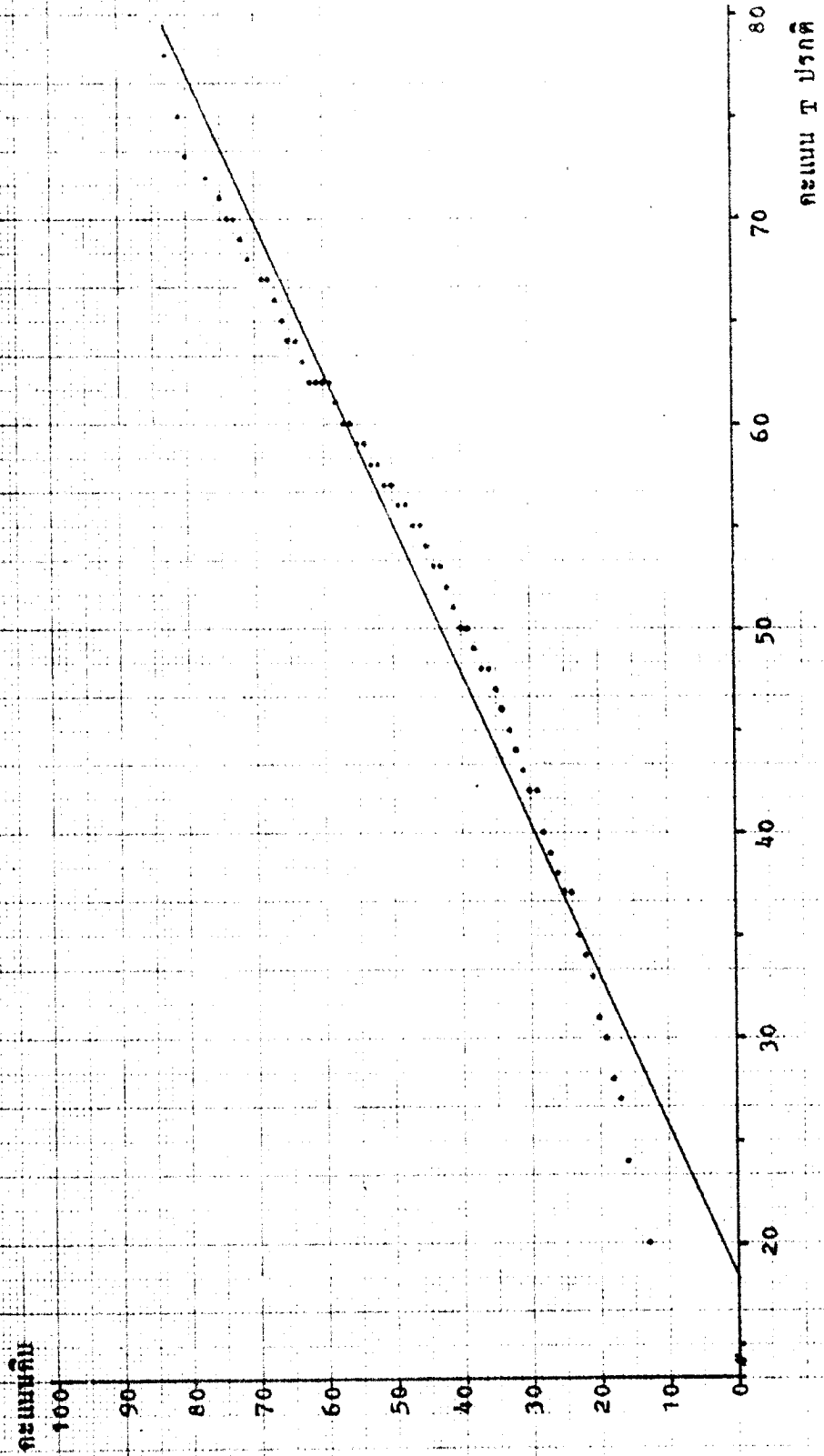
ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดที่คำนวณจากคะแนนของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ มีค่าเท่ากับ ± 4.742 และคำนวณจากคะแนนของนักศึกษากลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ มีค่าเท่ากับ ± 4.714 ซึ่งจัดเป็นค่าที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ

4. เกณฑ์ปรกติ

การสร้างเกณฑ์ปรกติหรือเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการประเมินผลการเรียนการสอนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 ของนักศึกษารายวิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไปของวิทยาลัยครูทั่วประเทศและกลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ ปรากฏผลดังนี้

4.1 เกณฑ์ปรกติของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ

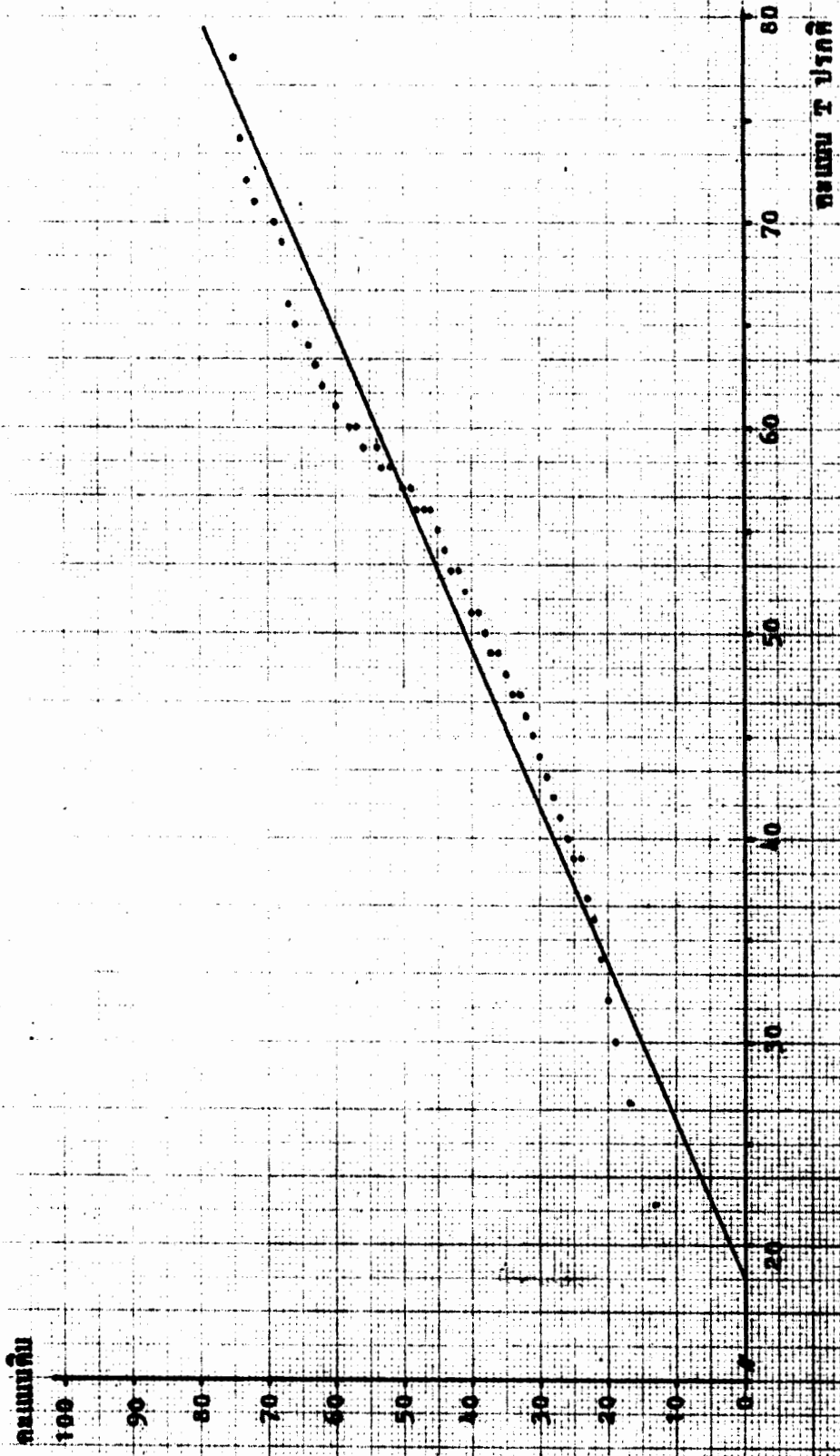
โดยอาศัยข้อมูลจากตารางที่ 2 สำหรับสร้างเกณฑ์ปรกติของผลการสอบรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ จะได้เกณฑ์ปรกติเป็นเส้นกราฟ ดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 กราฟเกณฑ์ปกติของผลการสอบวิชา เคมี 331 อิมพรีเยเคมี 1 ของนักศึกษาวិทยาลัยศรีสุพรรณบุรี

4.2 เภทปรกตทของนัท่ทกษากลุ่มวทยาลัยครุภากเหนือ

จากการใช้ข้อมูลในตารางที่ 3 สร้างเภทปรกตทของผลการสอบรายวิชา
เคมี 331 อินทรียเคมี 1 ของนัท่ทกษากลุ่มวทยาลัยครุภากเหนือ จะได้เส้นกราฟตั้ง
ภาพประกอบที่ 3



การแปรผกผัน ๓ - ความชื้นจากพืชของผลผลิตของข้าวไร่ ๑ ไร่ ๓๓๕ ต้นที่ปลูกใน ๓๐-๓๕ องศาเซลเซียส

จากภาพประกอบที่ 2 และ 3 นอกจากจะแสดงถึงเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบหรือผลการสอบรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 แล้ว ยังแสดงให้เห็นว่า คะแนนดิบที่นักศึกษาสอบได้จากการทดสอบจริง มีการแจกแจงความถี่ใกล้เคียงกับโค้งปกติ (Normal curve) เพราะจุดต่าง ๆ อยู่ในแนวใกล้เคียงกับเส้นตรง (ชวาล แพร์ตูล และคณะ, 2513:222) ดังนั้นเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนี้จึงสามารถใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการประเมินผลการเรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ของนักศึกษาวิทยาลัยครูต่าง ๆ ได้ ซึ่งถ้าใช้เกณฑ์ปกติของผลการสอบของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศในภาพประกอบที่ 2 เป็นเกณฑ์ในการประเมินผลการเรียนแล้ว อาจนำคะแนนดิบของการสอบแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบกับคะแนนของเกณฑ์ปกตินี้ ซึ่งจะทำให้ทราบคะแนน T ปกติ และแปลความหมายของคะแนนได้ว่า จัดเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับใด โดยใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนดิบ เมื่อเปรียบเทียบจากเกณฑ์ปกติของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ

คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
64 ขึ้นไป	65 ขึ้นไป	ดีมาก
51 - 63	56 - 64	ดี
36 - 50	45 - 55	ปานกลาง
24 - 35	36 - 44	อ่อน
ต่ำกว่า 24	ต่ำกว่า 36	อ่อนมาก

เมื่อนำเกณฑ์ปกติของนักศึกษาวิทยาลัยครูภาคเหนือในภาพประกอบที่ 3 มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศแล้ว พบว่าคะแนนดิบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศเพียงเล็กน้อย

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภากาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519
2. เพื่อสร้างเกณฑ์ปรกติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือของผลการสอบรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ในรูปของคะแนน T ปรกติ สำหรับนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ

การดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภากาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 โดยมุ่งวัดด้าน การรับรู้และความคิด (Cognitive domain) และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) บางทักษะ แบบทดสอบได้ผ่านการทดลองใช้แล้วปรับปรุงแก้ไขรวม 2 ครั้งก่อนนำไปใช้ทดสอบจริง

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาวิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับปริญญาตรี ของวิทยาลัยครูต่าง ๆ ทั่วประเทศที่เรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภากาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบรวม 2 ครั้ง ก็ือ

2.1.1 การทดลองสอบครั้งที่ 1 ใช้นักศึกษาที่เรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 มาแล้วเมื่อภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 ของวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม พิษณุโลก จำนวน 78 คน

2.1.2 การทดลองสอบครั้งที่ 2 ใช้นักศึกษาที่เรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ของวิทยาลัยครูต่าง ๆ ทั่วประเทศที่เปิดสอนรายวิชานี้ รวม 8 แห่ง จำนวน 236 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบจริง เป็นนักศึกษาภาคปริกัติที่เรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 ของวิทยาลัยครูต่าง ๆ ทั่วประเทศที่เปิดสอนรายวิชานี้ จำนวน 356 คน

3. การรวบรวมข้อมูล

3.1 การทดลองสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ

นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปดำเนินการทดลองสอบครั้งแรกกับกลุ่มตัวอย่างแล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบสำหรับนำไปใช้ในการทดลองสอบครั้งที่ 2 และเมื่อดำเนินการทดลองสอบครั้งที่ 2 แล้ว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการสอบและปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบอีกครั้งหนึ่งสำหรับนำไปใช้ในการทดสอบจริงต่อไป

3.2 การทดสอบจริง

นำแบบทดสอบที่ได้ผ่านการทดลองสอบและปรับปรุงแก้ไขมาแล้วสองครั้ง ไปดำเนินการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบจริง แล้ววิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ ที่แสดงถึงประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

การนำแบบทดสอบไปดำเนินการทดลองสอบ และทดสอบจริงในวิทยาลัยครูต่าง ๆ ผู้วิจัยได้ขอให้หัวหน้าภาควิชาเคมี และอาจารย์ผู้สอนรายวิชานี้ของวิทยาลัยครูแต่ละแห่งเป็นผู้ดำเนินการให้ โดยทดสอบภายหลังที่นักศึกษาได้เรียนเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ตามหลักสูตรครบแล้ว

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ไต่จากการทดสอบจริง ผู้วิจัยได้นำคะแนนและกระดาษคำตอบของนักศึกษาแต่ละคนมาวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

4.1 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิคร้อยละ 27

4.2 หาคะแนน T ประกติ เพื่อสร้างเกณฑ์ปรกติของแบบทดสอบ

4.3 หาค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_{meas}) ของแบบทดสอบ

4.4 สร้างเกณฑ์ปรกติของแบบทดสอบหรือผลการสอบของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ และเฉพาะของนักศึกษาวิทยาลัยครูภาคเหนือ โดยสร้างในรูปของเส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบกับคะแนน T ประกติ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้ ได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 ขึ้นหนึ่งฉบับ ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบหรือคำถามแบบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ และยังได้สร้างเกณฑ์ปรกติของแบบทดสอบหรือผลการสอบรายวิชานี้ของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ และของนักศึกษาวิทยาลัยครูภาคเหนือด้วย

ค่าสถิติต่าง ๆ ที่แสดงถึงประสิทธิภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น มีดังนี้

1. ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายข้อ

ข้อสอบหรือคำถามที่มีทั้งค่า p และค่า r อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป คือมีค่า p .20 ถึง .80 และมีค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป มีจำนวน 84 ข้อ ส่วนอีก 16 ข้อนั้น ยังมีค่า p หรือค่า r อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างต่ำกว่าเกณฑ์ดังกล่าว

ในจำนวนข้อสอบ 100 ข้อนี้ มีข้อสอบที่มีความยากง่ายในระดับต่าง ๆ ดังนี้

ค่อนข้างง่าย หรือมีค่า p ระหว่าง .61 ถึง .80	จำนวน	9	ข้อ
ปานกลาง หรือมีค่า p ระหว่าง .40 ถึง .60	จำนวน	53	ข้อ
ค่อนข้างยาก หรือมีค่า p ระหว่าง .20 ถึง .39	จำนวน	37	ข้อ
ยาก หรือมีค่า p ต่ำกว่า .20	จำนวน	1	ข้อ

ส่วนค่าอำนาจจำแนกนั้น มีข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง หรือมีค่า r ตั้งแต่ .40 ขึ้นไป จำนวน 41 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกปานกลาง หรือมีค่า r .20 ถึง .39 จำนวน 43 ข้อ และมีค่าอำนาจจำแนกต่ำ หรือมีค่า r ต่ำกว่า .20 จำนวน 16 ข้อ

2. ค่าสถิติพื้นฐานของผลการสอบ

คะแนนที่นักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศสอบได้ มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 41.292 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน คะแนนสูงสุด - ต่ำสุด เท่ากับ 83 - 13 และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 14.077

3. ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_{meas}) ของแบบทดสอบ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เมื่อคำนวณโดยใช้สูตร K.R. 21 มีค่าเท่ากับ .886 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ มีค่าเท่ากับ 4.742

4. เกณฑ์ปรกติของแบบทดสอบ

จากเกณฑ์ปรกติของแบบทดสอบหรือผลการสอบของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศที่สร้างขึ้นในการศึกษาค้นคว้านี้ สามารถใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการประเมินผลการเรียนของนักศึกษาได้ โดยนำคะแนนดิบของการสอบแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปรกติแล้วแปลความหมายของคะแนน ดังนี้

คะแนนดิบ	64	ขึ้นไป	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	อยู่ในระดับ	ดีมาก
คะแนนดิบ	51 - 63		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	อยู่ในระดับ	ดี
คะแนนดิบ	36 - 50		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	อยู่ในระดับ	ปานกลาง
คะแนนดิบ	24 - 35		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	อยู่ในระดับ	อ่อน
และคะแนนดิบ	ต่ำกว่า 24		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	อยู่ในระดับ	อ่อนมาก

สำหรับเกณฑ์ปรกติของนักศึกษาในกลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ นั้น พบว่า คะแนนดิบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับต่าง ๆ ต่ำกว่าเกณฑ์ข้างต้นเพียงเล็กน้อย

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับใช้ในการประเมินผลรวม (summative evaluation) ที่มีคุณภาพดีพอสมควรซึ่งพิจารณาได้จากค่าสถิติต่าง ๆ ที่แสดงถึงประสิทธิภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

1. ความยากง่ายของแบบทดสอบ

เมื่อพิจารณาค่าความยากง่ายของข้อสอบเป็นรายข้อ (ค่า p) พบว่าแบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยข้อสอบค่อนข้างยาก จำนวน 38 ข้อ ปานกลาง 53 ข้อ และค่อนข้างง่าย 9 ข้อ แสดงว่าจำนวนข้อสอบที่อยู่ในระดับค่อนข้างยากมีมากกว่าข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วแบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลรวมนั้น ควรมีสัดส่วนของข้อสอบที่มีความยากง่ายในระดับ ค่อนข้างยาก : ปานกลาง : ค่อนข้างง่าย เท่ากับหรือใกล้เคียงกับ 25:50:25 (ชวาล แพรัตกุล, 2516:317)

และเมื่อพิจารณาความยากง่ายของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยส่วนรวมแล้วพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลการสอบมีค่าเท่ากับ 41.292 ซึ่งน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าความยากง่ายของแบบทดสอบทั้งฉบับจัดอยู่ในระดับค่อนข้างยาก (ประวิตร ชูศิลป์, 2524:59) การที่แบบทดสอบฉบับนี้ค่อนข้างยากสำหรับนักศึกษา นั้น อาจเนื่องมาจากแบบทดสอบประกอบด้วยข้อสอบที่วัดการเรียนรู้ในเนื้อหาต่าง ๆ ครอบคลุมเนื้อหาวิชาตาม

หลักสูตรที่หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครูได้กำหนดรายละเอียดของเนื้อหาวิชาไว้ ซึ่งมีทั้งเนื้อหาส่วนที่เป็นการบรรยายหรือทฤษฎี และส่วนที่เป็นการปฏิบัติการทดลองค่อนข้างมาก จึงอาจทำให้อาจารย์ผู้สอนบางคนสอนไม่ครบทุกเนื้อหาเนื่องจากมีเวลาจำกัด อันมีผลทำให้นักศึกษาตอบคำถามในบางเนื้อหาไม่ได้

2. อำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

จากค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ (ค่า r) อาจกล่าวได้ว่า เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว แบบทดสอบฉบับนี้มีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง เพราะมีข้อสอบที่มีค่า r อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าใช้ได้ คือมีค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 84 ข้อ ซึ่งในจำนวนนี้เป็นข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกในระดับสูง กล่าวคือ มีค่า r .40 ขึ้นไป (Ebel, 1965:364) ถึง 41 ข้อ

แต่อย่างไรก็ตามแบบทดสอบฉบับนี้ ยังมีข้อสอบอีก 16 ข้อ รวมทั้งตัวเลือบบางตัวของคำถามบางข้อที่ควรปรับปรุงแก้ไขต่อไปเนื่องจากมีค่า r ต่ำกว่าเกณฑ์ดังกล่าว

3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (ค่า r_{tt}) เมื่อคำนวณจากผลการสอบของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศโดยใช้สูตร K.R. 21 พบว่ามีค่าเท่ากับ .886 แสดงว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูง ทั้ง ๆ ที่ชี้ชัดจำกัดของการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรนี้ จะทำให้ได้ผลการคำนวณต่ำกว่าค่าที่เป็นจริงเมื่อข้อสอบหรือคำถามแต่ละข้อมีค่าความยากง่ายแตกต่างกันมาก ๆ (Ebel, 1965:319) ก็ตาม

และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ ที่ปรากฏในรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องดังได้กล่าวถึงในบทที่ 2 แล้ว ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับนี้ก็จัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง อีกทั้งเมื่อคำนวณโดยใช้ผลการสอบของนักศึกษาวิทยาลัยครูภาคเหนือ ก็ปรากฏว่า ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .891 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกันกับค่าที่คำนวณได้จากผลการสอบของนักศึกษาวิทยาลัยครูทั่วประเทศ อันเป็นการยืนยันถึงประสิทธิภาพของแบบทดสอบฉบับนี้

4. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (ค่า SE_{meas}) เท่ากับ 4.742 ซึ่งเป็นค่าที่ไม่สูงนักเนื่องจากแบบทดสอบมีค่า r_{tt} สูง แม้วาการกระจายของคะแนนจะมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานถึง 14.077 ก็ตาม ดังนั้นคะแนนที่นักศึกษาแต่ละคนสอบได้ จึงมีโอกาที่จะคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนที่สอบได้จริง เพียง ± 4.742 คะแนนเท่านั้น

5. เกณฑ์ปรกติของแบบทดสอบหรือผลการสอบ

จากการศึกษาอันคว้านี้ทำให้ได้เส้นกราฟเกณฑ์ปรกติของแบบทดสอบในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบกับคะแนน T ปรกติ ที่สามารถนำไปใช้ในการประเมินผลการเรียนการสอนได้ โดยการนำคะแนนดิบของการสอบแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบกับคะแนนดิบของเกณฑ์ปรกติ จะทำให้ทราบคะแนน T ปรกติ และแปลความหมายของคะแนนได้ว่าจะจัดเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับใด การที่เกณฑ์ปรกติของแบบทดสอบฉบับนี้ สามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการประเมินผลได้นั้น เป็นเพราะลักษณะของเส้นกราฟที่ผ่านจุดต่าง ๆ ใกล้เคียงกับเส้นตรงมาก ซึ่งแสดงถึงคะแนนที่ได้จากการทดสอบมีการกระจายใกล้เคียงกับการกระจายปรกติ (ชวาล แพร์ติกุล และคณะ, 2513:222)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ในการนำแบบทดสอบที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ มีข้อที่ควรทราบและพิจารณา ดังนี้

1.1 แบบทดสอบที่ได้จากการวิจัยนี้ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 ที่ใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้และความคิด และด้านทักษะการปฏิบัติหรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะ โดยใช้สำหรับการประเมินผลรวมหรือการสอบไล่ปลายภาค

ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับหลักการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนที่จะต้องวัดและประเมินในห้วงรอบคลุมจุดมุ่งหมาย อาจารย์ผู้สอนจึงจำเป็นต้องใช้วิธีการวัดและประเมินอื่น ๆ ประกอบไปด้วย เช่น การสังเกตขณะนักศึกษาปฏิบัติกรทดลอง การตรวจผลงานที่มอบหมาย การทดสอบย่อยบางเนื้อหา เป็นต้น เพื่อประเมินผลจุดมุ่งหมายด้านอื่น ๆ ให้สมบูรณ์ โดยกระทำในส่วนของแต่ละคะแนนเก็บระหว่างภาค ร้อยละ 50 ถึง 80 ของคะแนนทั้งหมด ตามข้อบังคับของสภากาการฝึกหัดครูว่าด้วยการประเมินผลการศึกษา

1.2 การจัดพิมพ์ข้อสอบ จะต้องพยายามให้ถูกต้อง ชัดเจน คำถามใดที่กำหนดขอมูล หรือสถานการณ์ให้ ควรพิมพ์ตัวคำถามและตัวเลือกให้อยู่ในหน้าเดียวกันกับขอมูล หรือสถานการณ์นั้นด้วย

1.3 ในการดำเนินการสอบ ควรจัดเตรียมกระดาษคำตอบ และกระดาษทดเลขหรือใช้ซีตเขียนประกอบการคิดไว้ให้ผู้เข้าสอบแต่ละคนด้วย และเวลาที่ใช้ในการทดสอบไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

1.4 โดยที่แบบทดสอบฉบับนี้ยังมีข้อสอบบางข้อ ที่ตัวเลือกบางตัวมีค่า p หรือค่า z อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่าง ไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ในการนำแบบทดสอบไปใช้จึงควรปรับปรุงแก้ไขตัวคำถาม หรือตัวเลือกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอีกครึ่งหนึ่ง และอาจทดลองเลือกใช้ข้อสอบเพียง 80 ข้อ โดยพิจารณาเลือกจากตารางจำแนกข้อสอบเพื่อตัดข้อสอบบางข้อที่วัดในเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีจำนวนข้อสอบถามในเนื้อหานั้น ๆ อยู่หลายข้อแล้วออกไปจนครบ 20 ข้อ ตามสัดส่วนของจำนวนคำถามเดิม

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

2.1 เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ มีเวลาดำเนินการประมาณ 1 ปีการศึกษา และขั้นตอนที่นำแบบทดสอบที่ได้จากการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบจริงกับกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 นั้น ปรากฏว่า มีวิทยาลัยครูต่าง ๆ ทั่วประเทศที่เปิดสอนรายวิชา เกมมี 331 อินทรีย์เกมมี 1 ตามหลักสูตรของสภากาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 อยู่ 14 แห่ง แต่ในการรวบรวมข้อมูลกลับมาวิเคราะห์ขั้นสุดท้ายนั้น ผู้วิจัยสามารถติดตาม

กินมาได้เพียง 12 แห่ง

ดังนั้นในการทดสอบจริง ถ้าหากสามารถดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนรายวิชานี้ในภาคเรียนใดภาคเรียนหนึ่งที่มีจำนวนวิทยาลัยครูและกลุ่มตัวอย่างมากกว่านี้ ก็จะทำให้ได้ผลการทดลองถูกต้องยิ่งขึ้น

2.2 โดยที่การวัดผลและประเมินผลเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นหนึ่งของกระบวนการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ การวิจัยศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นงานส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนของวิชานั้น ๆ ให้มีมาตรฐานสูงขึ้นได้ ซึ่งอาจารย์ผู้สอนควรกระทำพร้อมกันไปกับการพัฒนาวิธีการสอน เอกสารตำรา และสื่อการสอนต่าง ๆ เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้มากที่สุด

ผู้วิจัยจึงเห็นว่าอาจารย์ผู้สอนรายวิชาต่าง ๆ ควรพัฒนาแบบทดสอบของรายวิชาที่ตนรับผิดชอบ ให้เป็นแบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ๆ จนเป็นแบบทดสอบมาตรฐานต่อไป ซึ่งอาจจำเป็นต้องใช้เวลาในการปรับปรุงแก้ไขซ้ำ ๆ หลายครั้ง นอกจากนี้แล้วในรายวิชาเดียวกัน หากสามารถจัดทำแบบทดสอบฉบับอื่น ๆ เพิ่มเติมเป็นแบบทดสอบคู่ขนานด้วย ก็จะทำให้สามารถแก้ไขแบบทดสอบระหว่างนักศึกษากลุ่มต่างกลุ่มที่มีเวลาสอบไม่ตรงกันได้อีกด้วย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จุง เต ฟาน (Chung-Teh Fan) ตารางวิเคราะห์ข้อทดสอบ (Item Analysis Table) โรงเรียนแพร์ตอสูรต์จัดพิมพ์โดยได้รับอนุญาตจาก E.T.S. สหรัฐอเมริกา วัฒนาพานิช กรุงเทพฯ ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์, 32 หน้า.
- ชวาล แพร์ตกุล, ศาสตราจารย์ ดร. เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 6 วัฒนาพานิช กรุงเทพฯ 2516, 434 หน้า.
- ชวาล แพร์ตกุล และคณะ รายงานความก้าวหน้าของโครงการสร้างแบบทดสอบมาตรฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ฉบับที่ 2 สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา วิทยาลัย วิชาการศึกษา ประสานมิตร โรงพิมพ์คุรุสภา กรุงเทพฯ 2513, 295 หน้า.
- บุญเจิด โภกธรรม การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาหลักการพยาบาล ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, 166 หน้า.
- บุญเลิศ จันทิรัญ และ นิโบล นิมกัริงตัน ตารางคะแนน ที (Normalized T-Scores) พิมพ์ครั้งที่ 5 วัฒนาพานิช กรุงเทพฯ 2518, 83 หน้า.
- ประวิตร ชูศิลป์ หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่ เอกสารภาวนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233 หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู จงเจริญการพิมพ์ กรุงเทพมหานคร 2524, 104 หน้า.
- วิรัช บุญสมบัติ และคณะ รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างแบบทดสอบสมรรถภาพด้านความรู้ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จัดพิมพ์โดยคณะกรรมการวิจัยและจัดทำหลักสูตรผลิตครู วิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ทบวงมหาวิทยาลัย 2524, 28 หน้า.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ การสอนเคมี เอกสารอ่านประกอบสำหรับครู หน่วยวิชาเคมี โรงพิมพ์การศาสนา กรมการ ศาสนา 2521, 153 หน้า.

สถาพร ศรีสุข การสร้างเครื่องมือวัดทักษะการสังเกตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ปริญญาพันธ ๓ศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2524, 79 หน้า.

สภาการฝึกหัดครู หลักสูตรการฝึกหัดครู สภาการฝึกหัดครู พุทธศักราช 2519 โรงพิมพ์ อักษรสุวรรณ กรุงเทพมหานคร 2525, 278 หน้า.

สุวัฒน์ นิยมคำ และ จริญญา สุจารีกุล รายงานการวิจัยเรื่อง การสร้างแบบทดสอบสมรรถภาพทางความรู้กระบวนการวิทยาศาสตร์ จัดพิมพ์โดยคณะกรรมการวิจัยและจัดทำหลักสูตรผลิตครูวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี หอวงมหาวิทยาลัย 2524, 72 หน้า.

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู รายละเอียดวิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป ของสภาการฝึกหัดครู เอกสารโรเนียวเย็บเล่มจัดพิมพ์โดยหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู 2521, 98 หน้า.

อภิชาติ สุขสำราญ อินทรีย์เดิม 1 เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 240 หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์ กรุงเทพฯ 2524, 150 หน้า.

อรุณี คล้ายแท้ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ 102 วิทยาศาสตร์ กายภาพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูงในวิทยาลัยครูภาคเหนือ ปริญญาพันธ ๓ศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2523, 107 หน้า.

Aylward, G. H., and Findlay, T. J. V., SI Chemical Data, Second Edition, John Wiley and Sons Australasia Pty., Ltd., Sydney, 1975, 136 pp.

Bloom, Benjamin S., Hastings, J. Thomas, and Madaus, George F., Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning, McGraw-Hill Book Co., New York, 1971, 923 pp.

- Brewster, Ray Q., and McEwen, William E., Organic Chemistry, Third Edition, Prentice-Hall of India Private Ltd., New Delhi, 1971, 854 pp.
- Butzow, John W., and Davis, Alan, "The Development of a Semantic Differential Test of Teachers' Attitudes Toward Teaching Elementary School Science," Science Education, 59(2) : 211-220, April-June, 1975.
- Ebel, Robert L., Measuring Educational Achievement, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1965, 481 pp.
- Garrett, Henry E., and Woodworth, R. S., Statistics in Psychology and Education, Sixth Edition, David McKay Co., Inc., New York, 1971, 491 pp.
- Guildford, Gene V., and Fruchter, Benjamin, Fundamental Statistics in Psychology and Education, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Co., New York, 1973, 546 pp.
- Hawley, Gessner G., Editor, The Condensed Chemistry Dictionary, Ninth Edition, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1977, 957 pp.
- March, Jerry, Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure, International Student Edition, Kogakusha Co., Ltd., Tokyo, 1968, 1098 pp.
- Morrison, Robert T., and Boyd, Robert N., Organic Chemistry, Second Edition, Prentice-Hall of India Private Ltd., New Delhi, 1973, 1204 pp.
- Nunnally, Jum C., Educational Measurement and Evaluation, McGraw-Hill Book Co., New York, 1964, 440 pp.

Raven, Ronald J., "The Development of a Test of Piaget's Operative Comprehension," Science Education, 61(3): 271-278, July-September, 1977.

Ross, John A., and Maynes, Florence J., "Development of a Test of Experimental Problem-Solving Skills," Journal of Research in Science Teaching, 20(1): 63-75, January, 1983.

Shirley, David A., Organic Chemistry, Holt, Rinehart and Winster Inc., New York, 1966, 944 pp.

ภาคผนวก ก

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ

การทดลองสอบครั้งที่	วิทยาลัยครู	จำนวนนักศึกษา, คน
1	1. พิบูลสงคราม พิษณุโลก	78
2	1. กำแพงเพชร	25
	2. ลำปาง	21
	3. จันทระเกษม	23
	4. ส่วนสุนันทา	62
	5. ธนบุรี	13
	6. นครศรีธรรมราช	27
	7. นครราชสีมา	38
	8. พระนครศรีอยุธยา	27
	รวม	236

ตารางที่ 7 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบจริง (วิทยาลัยครูทั่วประเทศ)

วิทยาลัยครู	จำนวนนักศึกษา, คน
1. พิบูลสงคราม พิษณุโลก	44
2. กำแพงเพชร	57
3. เชียงใหม่	16
4. ลำปาง	32

ตารางที่ 7 (ต่อ)

วิทยาลัยครู	จำนวนนักศึกษา, คน
5. นครสวรรค์	26
6. สานคูลิต	31
7. ยะลา	51
8. สงขลา	31
9. จันทบุรี	8
10. อุตรธานี	15
11. อุบลราชธานี	33
12. นครราชสีมา	12
รวม	356

ตารางที่ 8 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบจริง (กลุ่มวิทยาลัยครูภาคเหนือ)

วิทยาลัยครู	จำนวนนักศึกษา, คน
1. พิบูลสงคราม พิษณุโลก	44
2. กำแพงเพชร	57
3. เชียงใหม่	16
4. ลำปาง	32
5. นครสวรรค์	26
รวม	175

ภาคผนวก ข

ตารางจำแนกข้อสอบ รายวิชา ภูมิ 331 อินทรีย์เคมี 1

ตารางที่ 9 ตารางจำแนกข้อสอบ รายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1

เนื้อหาวิชา / พฤติกรรม	ความรู้-ความจำ (Knowledge)	ความเข้าใจ (Comprehension) และการนำไปใช้ (Application)	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ (science process skills)	รวม
<p>เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1</p> <p>1. บทนำ</p> <p>1.1 ความหมาย ประวัติของอินทรีย์เคมี สูตรทางเคมีและสมบัติของสารอินทรีย์</p> <p>1.2 โครงสร้างอะตอม และพันธะเคมี ที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>1, 6, 7</p> <p>8</p>	<p>13</p> <p>2, 5, 16</p>	<p>11, 12, 17</p> <p>3, 4, 9, 10</p>	<p>15</p>
<p>2. การจำแนกประเภทของสารอินทรีย์ ตาม Functional groups และตาม ลักษณะโครงสร้างของโมเลกุล เช่น อีเธอร์ แอลกอฮอล์ กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ คีโตน อัลดีไฮด์ อามีน ไนทรีล อัลคิลเฮไลด์ พีนอล เป็นต้น</p>	<p>99</p>	<p>18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29</p>	<p>14, 15, 30</p>	<p>15</p>
<p>3. ไฮโดรคาร์บอนและอนุพันธ์ของไฮโดร- คาร์บอน(Hydrocarbons) อัลเคน อัลคีน อัลไคน์ อัลคิลเฮไลด์ อลิไซคลิก อโรมาติก อโรมาติซิติ อนุพันธ์ของเบนซีน ปีโตรเลียม และก๊าซ ธรรมชาติ</p>	<p>51, 91</p>	<p>31, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 59, 60, 61, 62</p>	<p>47, 53, 54, 55, 57, 58</p>	<p>25</p>

ตารางที่ 9 (ต่อ)

<p style="text-align: center;">พฤศจิกายน</p> <p style="text-align: center;">เนื้อหาวิชา</p>	<p style="text-align: center;">ความรู้-ความจำ (Knowledge)</p>	<p style="text-align: center;">ความเข้าใจ (Comprehension) และการนำไปใช้ (Application)</p>	<p style="text-align: center;">ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ (Science process skills)</p>	<p style="text-align: center;">รวม</p>
<p>4. ไอโซเมอริซึม (Isomerism) ความหมายและชนิดของไอโซเมอริซึม ทั้ง Structural isomerism และ Stereoisomerism</p>	<p>64, 66, 75</p>	<p>32, 41, 63, 65, 67, 68, 69, 70, 71</p>	<p>72, 73, 74</p>	<p style="text-align: center;">15</p>
<p>5. ปฏิกิริยาอินทรีย์เคมีและกลไกการเกิด ปฏิกิริยา (Reaction mechanism) หลักการศึกษานิวคลีอิล การสลาย พันธะ โครงสร้างกับสมบัติของสาร ปฏิกิริยา อินทรีย์เคมีประเภทต่าง ๆ เช่น ปฏิกิริยา แทนที่ ปฏิกิริยารวมตัว ปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นต้น และกลไกการเกิดปฏิกิริยาแบบ S_N1 และ S_N2</p>	<p>86</p>	<p>46, 50, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89</p>	<p>81</p>	<p style="text-align: center;">16</p>
<p>6. 7. และ 8. โครงสร้าง การเรียกชื่อ ประเภท การเตรียม สมบัติ ประโยชน์และ โทษ ของสารพวก แอลกอฮอล์ อีเธอร์ และ ฟีนอล</p>	<p>92</p>	<p>19, 94, 97, 98, 100</p>	<p>37, 38, 52, 56, 90, 93, 95, 96</p>	<p style="text-align: center;">14</p>
<p style="text-align: center;">รวม</p>	<p style="text-align: center;">12</p>	<p style="text-align: center;">60</p>	<p style="text-align: center;">28</p>	<p style="text-align: center;">100</p>

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
ของข้อสอบเป็นรายตัวเลือก

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายตัวเลือก *

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
1	ก	0.125	0.240	0.18	0.12
	ข	0.042	0.135	0.09	0.09
	ค	0.000	0.094	0.05	0.09
	ง	0.656	0.302	0.48	0.35
	จ	0.177	0.229	0.20	0.05
2	ก	0.031	0.135	0.08	0.10
	ข	0.021	0.125	0.07	0.10
	ค	0.906	0.458	0.68	0.45
	ง	0.031	0.125	0.08	0.09
	จ	0.010	0.156	0.08	0.15
3	ก	0.083	0.240	0.16	0.16
	ข	0.052	0.177	0.12	0.12
	ค	0.021	0.063	0.04	0.04
	ง	0.781	0.292	0.54	0.49
	จ	0.063	0.229	0.15	0.17
4	ก	0.083	0.188	0.14	0.10
	ข	0.656	0.198	0.43	0.46
	ค	0.042	0.219	0.13	0.18
	ง	0.083	0.250	0.17	0.17
	จ	0.125	0.135	0.13	0.01

* ตัวเลือกที่มี \bigcirc ล้อมรอบ คือ ตัวเฉลย (key) ค่า P_H และ P_L คือ สัดส่วนของจำนวนคนที่เลือกตอบ ในพวกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ และข้อที่มีเครื่องหมาย *** คือข้อที่มีค่า p หรือ r ของตัวเฉลย ต่ำกว่าเกณฑ์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
5	ก	0.063	0.188	0.12	0.12
	ข	0.021	0.115	0.07	0.09
	ก	0.500	0.292	0.40	0.21
	ง	0.104	0.146	0.12	0.04
	จ	0.281	0.260	0.27	-0.02
*** 6	ก	0.188	0.083	0.14	-0.10
	ข	0.010	0.073	0.04	0.06
	ก	0.281	0.385	0.33	0.10
	ง	0.135	0.208	0.17	0.07
	จ	0.385	0.250	0.32	0.14
7	ก	0.688	0.281	0.48	0.41
	ข	0.052	0.104	0.08	0.05
	ก	0.240	0.313	0.28	0.07
	ง	0.000	0.188	0.09	0.19
	จ	0.021	0.155	0.07	0.09
8	ก	0.563	0.083	0.32	0.48
	ข	0.104	0.292	0.20	0.19
	ก	0.115	0.281	0.20	0.17
	ง	0.167	0.240	0.20	0.07
	จ	0.052	0.104	0.08	0.05
9	ก	0.177	0.573	0.38	0.40
	ข	0.760	0.208	0.48	0.55
	ก	0.031	0.042	0.04	0.01
	ง	0.021	0.167	0.09	0.15
	จ	0.010	0.010	0.01	0.00

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
10	ก	0.188	0.531	0.36	0.34
	ข	0.115	0.146	0.13	0.03
	ค	0.198	0.135	0.17	-0.06
	ง	0.458	0.083	0.27	0.38
	จ	0.042	0.104	0.07	0.06
11	ก	0.125	0.167	0.15	0.04
	ข	0.177	0.134	0.16	-0.04
	ค	0.615	0.354	0.48	0.26
	ง	0.073	0.271	0.17	0.20
	จ	0.010	0.073	0.04	0.06
12	ก	0.031	0.073	0.05	0.04
	ข	0.385	0.104	0.24	0.28
	ค	0.250	0.229	0.24	-0.02
	ง	0.250	0.438	0.34	0.19
	จ	0.083	0.135	0.11	0.05
13	ก	0.063	0.250	0.16	0.19
	ข	0.156	0.260	0.21	0.10
	ค	0.719	0.208	0.46	0.51
	ง	0.052	0.083	0.07	0.03
	จ	0.010	0.198	0.10	0.19
14	ก	0.490	0.125	0.31	0.36
	ข	0.135	0.281	0.21	0.15
	ค	0.156	0.396	0.28	0.24
	ง	0.188	0.125	0.16	-0.06
	จ	0.031	0.073	0.05	0.04

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
15	ก	0.229	0.146	0.19	-0.08
	ข	0.073	0.271	0.17	0.20
	ค	0.021	0.146	0.08	0.12
	ง	0.667	0.240	0.45	0.43
	จ	0.010	0.198	0.10	0.19
16	ก	0.198	0.229	0.21	0.03
	ข	0.010	0.177	0.09	0.17
	ค	0.052	0.094	0.07	0.04
	ง	0.104	0.208	0.16	0.10
	จ	0.635	0.292	0.46	0.34
17	ก	0.000	0.250	0.12	0.25
	ข	0.010	0.135	0.07	0.12
	ค	0.667	0.177	0.42	0.49
	ง	0.271	0.323	0.30	0.05
	จ	0.052	0.104	0.08	0.05
18	ก	0.781	0.354	0.57	0.43
	ข	0.063	0.167	0.12	0.10
	ค	0.083	0.229	0.16	0.15
	ง	0.042	0.208	0.12	0.17
	จ	0.021	0.042	0.03	0.02
19	ก	0.010	0.156	0.08	0.15
	ข	0.021	0.302	0.16	0.29
	ค	0.125	0.208	0.17	0.08
	ง	0.042	0.094	0.07	0.05
	จ	0.802	0.240	0.52	0.56

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
20	ก	0.083	0.229	0.16	0.15
	ข	0.760	0.177	0.47	0.58
	ค	0.063	0.198	0.13	0.14
	ง	0.094	0.219	0.16	0.12
	จ	0.000	0.177	0.09	0.18
21	ก	0.188	0.583	0.38	0.40
	ข	0.125	0.083	0.10	-0.04
	ค	0.021	0.135	0.08	0.12
	ง	0.635	0.135	0.38	0.50
	จ	0.031	0.063	0.05	0.03
22	ก	0.740	0.354	0.55	0.38
	ข	0.052	0.083	0.07	0.03
	ค	0.010	0.073	0.04	0.06
	ง	0.104	0.261	0.19	0.18
	จ	0.094	0.208	0.15	0.12
23	ก	0.042	0.094	0.07	0.05
	ข	0.104	0.260	0.18	0.16
	ค	0.031	0.115	0.07	0.08
	ง	0.208	0.198	0.20	-0.01
	จ	0.615	0.333	0.47	0.28
24	ก	0.021	0.271	0.15	0.25
	ข	0.063	0.146	0.10	0.08
	ค	0.083	0.198	0.14	0.12
	ง	0.802	0.365	0.58	0.44
	จ	0.031	0.021	0.03	-0.01

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
25	ก	0.719	0.198	0.46	0.52
	ข	0.260	0.542	0.40	0.28
	ค	0.021	0.104	0.06	0.08
	ง	0.000	0.125	0.06	0.12
	จ	0.000	0.031	0.02	0.03
26	ก	0.104	0.198	0.15	0.09
	ข	0.604	0.198	0.40	0.41
	ค	0.083	0.188	0.14	0.10
	ง	0.135	0.271	0.20	0.14
	จ	0.073	0.146	0.11	0.07
27	ก	0.031	0.188	0.11	0.16
	ข	0.177	0.313	0.24	0.14
	ค	0.042	0.188	0.12	0.15
	ง	0.031	0.156	0.09	0.12
	จ	0.708	0.156	0.43	0.55
28	ก	0.073	0.240	0.16	0.17
	ข	0.073	0.208	0.14	0.14
	ค	0.115	0.219	0.17	0.10
	ง	0.063	0.156	0.11	0.09
	จ	0.677	0.177	0.43	0.50
29	ก	0.021	0.250	0.14	0.23
	ข	0.021	0.292	0.16	0.27
	ค	0.667	0.198	0.43	0.47
	ง	0.167	0.177	0.17	0.01
	จ	0.125	0.083	0.10	-0.04

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
30	ก	0.125	0.198	0.16	0.07
	ข	0.031	0.125	0.08	0.09
	ค	0.552	0.229	0.39	0.32
	ง	0.177	0.177	0.18	0.00
	จ	0.115	0.271	0.19	0.16
31	ก	0.135	0.156	0.15	0.02
	ข	0.094	0.292	0.19	0.20
	ค	0.063	0.104	0.08	0.04
	ง	0.135	0.323	0.23	0.19
	จ	0.573	0.125	0.35	0.45
32	ก	0.188	0.417	0.30	0.23
	ข	0.052	0.104	0.08	0.05
	ค	0.021	0.125	0.07	0.10
	ง	0.156	0.094	0.12	-0.06
	จ	0.563	0.260	0.41	0.30
33	ก	0.021	0.167	0.09	0.15
	ข	0.865	0.510	0.69	0.35
	ค	0.010	0.177	0.09	0.17
	ง	0.104	0.115	0.11	0.01
	จ	0.000	0.031	0.02	0.03
34	ก	0.073	0.552	0.31	0.48
	ข	0.031	0.115	0.07	0.08
	ค	0.052	0.115	0.08	0.06
	ง	0.781	0.188	0.48	0.59
	จ	0.063	0.031	0.04	-0.03

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
35	ก	0.063	0.135	0.10	0.07
	ข	0.781	0.427	0.60	0.35
	ค	0.021	0.156	0.09	0.14
	ง	0.000	0.063	0.03	0.06
	จ	0.125	0.208	0.17	0.08
36	ก	0.615	0.354	0.48	0.26
	ข	0.021	0.135	0.08	0.12
	ค	0.229	0.198	0.21	-0.03
	ง	0.000	0.135	0.07	0.14
	จ	0.135	0.177	0.16	0.04
37	ก	0.052	0.125	0.09	0.07
	ข	0.208	0.250	0.23	0.04
	ค	0.135	0.240	0.19	0.10
	ง	0.083	0.240	0.16	0.16
	จ	0.510	0.146	0.33	0.36
38	ก	0.354	0.104	0.23	0.25
	ข	0.052	0.125	0.09	0.07
	ค	0.313	0.125	0.22	-0.19
	ง	0.146	0.188	0.17	0.04
	จ	0.125	0.458	0.29	0.33
39	ก	0.094	0.135	0.12	0.04
	ข	0.177	0.365	0.27	0.19
	ค	0.646	0.125	0.38	0.52
	ง	0.063	0.344	0.20	0.28
	จ	0.021	0.031	0.03	0.01

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
40	ก	0.271	0.500	0.38	0.23
	ข	0.375	0.156	0.27	0.22
	ค	0.042	0.271	0.16	0.23
	ง	0.313	0.063	0.19	-0.25
	จ	0.000	0.010	0.01	0.01
41	ก	0.052	0.333	0.19	0.28
	ข	0.771	0.219	0.50	0.55
	ค	0.073	0.177	0.12	0.10
	ง	0.031	0.188	0.11	0.16
	จ	0.063	0.083	0.07	0.02
42	ก	0.000	0.125	0.06	0.12
	ข	0.042	0.135	0.09	0.09
	ค	0.021	0.125	0.07	0.10
	ง	0.042	0.146	0.09	0.10
	จ	0.896	0.458	0.68	0.44
43	ก	0.010	0.104	0.06	0.09
	ข	0.052	0.302	0.18	0.25
	ค	0.000	0.104	0.05	0.10
	ง	0.906	0.375	0.64	0.53
	จ	0.031	0.115	0.07	0.08
*** 44	ก	0.031	0.094	0.06	0.06
	ข	0.219	0.146	0.18	0.07
	ค	0.052	0.146	0.10	0.09
	ง	0.667	0.552	0.61	-0.12
	จ	0.031	0.063	0.05	0.03

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
45	ก	0.073	0.177	0.12	0.10
	ข	0.073	0.260	0.17	0.19
	ค	0.292	0.281	0.29	-0.01
	ง	0.469	0.219	0.34	0.25
	จ	0.094	0.063	0.08	-0.03
46	ก	0.594	0.313	0.45	0.28
	ข	0.115	0.146	0.13	0.03
	ค	0.083	0.115	0.10	0.03
	ง	0.021	0.177	0.10	0.16
	จ	0.188	0.250	0.22	0.06
47	ก	0.625	0.271	0.45	0.35
	ข	0.167	0.198	0.18	0.03
	ค	0.115	0.385	0.25	0.27
	ง	0.021	0.063	0.04	0.04
	จ	0.073	0.083	0.08	0.01
48	ก	0.010	0.031	0.02	0.02
	ข	0.031	0.177	0.10	0.15
	ค	0.229	0.375	0.30	0.15
	ง	0.719	0.313	0.52	0.41
	จ	0.010	0.104	0.06	0.09
49	ก	0.073	0.094	0.08	0.02
	ข	0.083	0.188	0.14	0.10
	ค	0.521	0.292	0.41	0.23
	ง	0.250	0.281	0.27	0.03
	จ	0.063	0.146	0.10	0.08

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
50	ก	0.021	0.219	0.12	0.20
	ข	0.188	0.208	0.20	0.32
	(ก)	0.490	0.146	0.32	0.34
	ง	0.104	0.156	0.13	0.05
	จ	0.198	0.271	0.23	0.07
51	ก	0.177	0.292	0.23	0.12
	ข	0.310	0.073	0.04	0.06
	ก	0.031	0.135	0.08	0.10
	(ง)	0.708	0.438	0.57	0.27
	จ	0.073	0.063	0.07	-0.01
52	(ก)	0.552	0.260	0.41	0.29
	ข	0.063	0.146	0.10	0.08
	ก	0.333	0.344	0.34	0.01
	ง	0.042	0.188	0.12	0.15
	จ	0.010	0.063	0.04	0.05
53	ก	0.125	0.188	0.16	0.06
	ข	0.146	0.229	0.19	0.08
	(ก)	0.552	0.271	0.41	0.28
	ง	0.042	0.177	0.11	0.14
	จ	0.135	0.135	0.14	0.00
54	ก	0.104	0.177	0.14	0.07
	(ข)	0.458	0.219	0.34	0.24
	ก	0.208	0.333	0.27	0.12
	ง	0.135	0.125	0.13	-0.01
	จ	0.063	0.146	0.10	0.08

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
55	ก	0.031	0.208	0.12	0.18
	ข	0.052	0.198	0.12	0.15
	ค	0.021	0.115	0.07	0.09
	ง	0.885	0.448	0.67	0.44
	จ	0.010	0.031	0.02	0.02
56	ก	0.719	0.365	0.54	0.35
	ข	0.031	0.135	0.08	0.10
	ค	0.229	0.385	0.31	0.16
	ง	0.000	0.083	0.04	0.08
	จ	0.021	0.031	0.03	0.01
***57	ก	0.521	0.344	0.43	-0.18
	ข	0.083	0.177	0.13	0.09
	ค	0.115	0.145	0.13	0.03
	ง	0.063	0.135	0.10	0.07
	จ	0.219	0.188	0.20	0.03
58	ก	0.615	0.198	0.41	0.42
	ข	0.052	0.333	0.19	0.28
	ค	0.146	0.198	0.17	0.05
	ง	0.094	0.115	0.10	0.02
	จ	0.083	0.146	0.12	0.06
***59	ก	0.385	0.281	0.33	-0.10
	ข	0.333	0.156	0.24	0.18
	ค	0.146	0.219	0.18	0.07
	ง	0.052	0.146	0.10	0.09
	จ	0.073	0.198	0.14	0.12

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
60	ก	0.667	0.188	0.43	0.48
	ข	0.021	0.031	0.03	0.01
	ค	0.115	0.271	0.19	0.16
	ง	0.125	0.167	0.15	0.04
	จ	0.073	0.344	0.21	0.27
61	ก	0.021	0.146	0.08	0.12
	ข	0.052	0.135	0.09	0.08
	ค	0.302	0.271	0.29	-0.03
	ง	0.563	0.219	0.39	0.34
	จ	0.052	0.229	0.14	0.18
62	ก	0.031	0.125	0.08	0.09
	ข	0.042	0.083	0.06	0.04
	ค	0.813	0.396	0.60	0.42
	ง	0.052	0.260	0.16	0.21
	จ	0.063	0.135	0.10	0.07
63	ก	0.000	0.083	0.04	0.08
	ข	0.010	0.125	0.07	0.12
	ค	0.271	0.385	0.33	0.12
	ง	0.615	0.135	0.38	0.48
	จ	0.104	0.271	0.19	0.17
64	ก	0.031	0.094	0.06	0.06
	ข	0.583	0.188	0.38	0.40
	ค	0.115	0.146	0.13	0.03
	ง	0.115	0.188	0.15	0.07
	จ	0.146	0.385	0.27	0.24

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
65	ก	0.094	0.094	0.09	0.00
	ข	0.052	0.125	0.09	0.07
	(ค)	0.719	0.292	0.51	0.43
	ง	0.042	0.250	0.15	0.21
	จ	0.083	0.240	0.16	0.16
***66	ก	0.073	0.104	0.09	0.03
	ข	0.073	0.208	0.14	0.14
	ค	0.198	0.271	0.23	0.07
	(ง)	0.500	0.344	0.42	0.16
	จ	0.135	0.073	0.10	-0.06
***67	ก	0.198	0.198	0.20	0.00
	ข	0.042	0.115	0.08	0.07
	ค	0.115	0.250	0.18	0.14
	(ง)	0.448	0.281	0.36	0.17
	จ	0.198	0.156	0.18	-0.04
68	ก	0.094	0.177	0.14	0.08
	(ข)	0.719	0.521	0.62	0.20
	ค	0.063	0.115	0.09	0.05
	ง	0.000	0.083	0.04	0.08
	จ	0.115	0.104	0.11	-0.01
69	(ก)	0.646	0.156	0.40	0.49
	ข	0.052	0.229	0.14	0.18
	ค	0.063	0.271	0.17	0.21
	ง	0.083	0.219	0.15	0.14
	จ	0.146	0.125	0.14	-0.02

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
*** 70	ก	0.125	0.188	0.16	0.06
	ข	0.344	0.229	0.29	-0.12
	ค	0.073	0.177	0.12	0.10
	ง	0.042	0.135	0.09	0.09
	จ	0.406	0.271	0.34	0.14
71	ก	0.438	0.135	0.29	0.30
	ข	0.104	0.260	0.18	0.16
	ค	0.167	0.271	0.22	0.10
	ง	0.208	0.219	0.21	0.01
	จ	0.073	0.115	0.09	0.04
72	ก	0.094	0.135	0.12	0.04
	ข	0.615	0.292	0.45	0.32
	ค	0.115	0.104	0.11	-0.01
	ง	0.052	0.250	0.15	0.20
	จ	0.115	0.219	0.17	0.10
*** 73	ก	0.302	0.250	0.28	-0.05
	ข	0.167	0.271	0.22	0.10
	ค	0.427	0.250	0.34	0.18
	ง	0.083	0.125	0.10	0.04
	จ	0.010	0.104	0.06	0.09
74	ก	0.240	0.188	0.21	-0.05
	ข	0.052	0.146	0.10	0.09
	ค	0.073	0.292	0.18	0.22
	ง	0.094	0.156	0.12	0.06
	จ	0.531	0.219	0.38	0.31

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
75	ก	0.042	0.063	0.05	0.02
	ข	0.115	0.417	0.27	0.30
	ค	0.010	0.094	0.05	0.08
	ง	0.073	0.240	0.16	0.17
	จ	0.750	0.188	0.47	0.56
76	ก	0.094	0.167	0.13	0.07
	ข	0.021	0.167	0.09	0.15
	ค	0.688	0.281	0.48	0.41
	ง	0.104	0.240	0.17	0.14
	จ	0.094	0.146	0.12	0.05
77	ก	0.865	0.448	0.66	0.42
	ข	0.042	0.260	0.15	0.22
	ค	0.042	0.083	0.06	0.04
	ง	0.010	0.167	0.09	0.16
	จ	0.042	0.042	0.04	0.00
78	ก	0.052	0.167	0.11	0.12
	ข	0.156	0.208	0.18	0.05
	ค	0.115	0.250	0.18	0.14
	ง	0.104	0.156	0.13	0.05
	จ	0.573	0.208	0.39	0.36
79	ก	0.063	0.219	0.14	0.16
	ข	0.719	0.250	0.48	0.47
	ค	0.063	0.135	0.10	0.07
	ง	0.052	0.115	0.08	0.06
	จ	0.104	0.281	0.19	0.18

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
80	ก	0.010	0.104	0.06	0.09
	ข	0.135	0.146	0.14	0.01
	ค	0.031	0.146	0.09	0.12
	ง	0.708	0.427	0.57	0.28
	จ	0.115	0.177	0.15	0.06
*** 81	ก	0.229	0.333	0.28	0.10
	ข	0.115	0.063	0.09	-0.05
	ค	0.240	0.292	0.27	0.05
	ง	0.063	0.146	0.10	0.08
	จ	0.344	0.167	0.26	0.18
*** 82	ก	0.354	0.302	0.33	0.05
	ข	0.052	0.052	0.05	0.00
	ค	0.573	0.354	0.46	-0.22
	ง	0.010	0.135	0.07	0.12
	จ	0.000	0.156	0.08	0.16
83	ก	0.781	0.438	0.61	0.34
	ข	0.083	0.198	0.14	0.12
	ค	0.042	0.083	0.06	0.04
	ง	0.073	0.156	0.12	0.08
	จ	0.021	0.125	0.07	0.10
84	ก	0.031	0.083	0.06	0.05
	ข	0.760	0.458	0.61	0.30
	ค	0.042	0.188	0.12	0.15
	ง	0.125	0.229	0.18	0.10
	จ	0.042	0.042	0.04	0.00

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
85	ก	0.052	0.271	0.16	0.22
	ข	0.063	0.177	0.12	0.12
	ค	0.198	0.198	0.20	0.00
	ง	0.625	0.323	0.47	0.30
	จ	0.063	0.031	0.05	-0.03
86	ก	0.042	0.052	0.05	0.01
	ข	0.104	0.219	0.16	0.12
	ค	0.427	0.146	0.29	0.28
	ง	0.135	0.219	0.18	0.08
	จ	0.281	0.365	0.32	0.08
87	ก	0.490	0.188	0.34	0.30
	ข	0.073	0.198	0.14	0.12
	ค	0.052	0.177	0.12	0.12
	ง	0.219	0.156	0.19	-0.06
	จ	0.167	0.281	0.22	0.12
88	ก	0.260	0.250	0.26	-0.01
	ข	0.073	0.167	0.12	0.09
	ค	0.031	0.125	0.08	0.09
	ง	0.052	0.198	0.12	0.15
	จ	0.583	0.250	0.42	0.33
*** 89	ก	0.104	0.198	0.15	0.09
	ข	0.177	0.250	0.21	0.07
	ค	0.271	0.188	0.23	0.08
	ง	0.135	0.271	0.20	0.14
	จ	0.302	0.094	0.20	-0.21

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
*** 90	ก	0.125	0.167	0.15	0.04
	ข	0.250	0.229	0.24	-0.02
	ค	0.125	0.167	0.15	0.04
	ง	0.229	0.240	0.23	-0.01
	จ	0.271	0.198	0.23	-0.07
91	ก	0.104	0.292	0.20	0.19
	ข	0.594	0.167	0.38	0.43
	ค	0.094	0.177	0.14	0.08
	ง	0.083	0.146	0.12	0.06
	จ	0.115	0.219	0.17	0.10
92	ก	0.208	0.438	0.32	0.23
	ข	0.000	0.146	0.07	0.15
	ค	0.073	0.073	0.07	0.00
	ง	0.063	0.042	0.05	-0.02
	จ	0.656	0.302	0.48	0.35
*** 93	ก	0.240	0.281	0.26	0.04
	ข	0.042	0.156	0.10	0.12
	ค	0.500	0.354	0.43	0.15
	ง	0.094	0.094	0.09	0.00
	จ	0.125	0.104	0.12	-0.02
94	ก	0.052	0.083	0.07	0.03
	ข	0.021	0.135	0.08	0.12
	ค	0.083	0.281	0.18	0.20
	ง	0.802	0.302	0.55	0.50
	จ	0.042	0.198	0.12	0.16

ตารางที่ 10 (ต่อ)

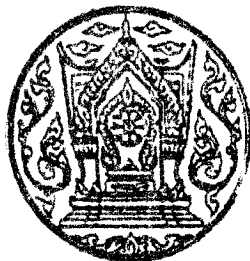
ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
*** 95	ก	0.010	0.208	0.11	0.20
	ข	0.146	0.125	0.14	-0.02
	ค	0.313	0.333	0.32	0.02
	ง	0.146	0.125	0.14	-0.02
	จ	0.375	0.208	0.29	0.17
*** 96	ก	0.177	0.052	0.12	-0.12
	ข	0.354	0.219	0.29	0.14
	ค	0.208	0.229	0.22	0.02
	ง	0.167	0.188	0.18	0.02
	จ	0.094	0.313	0.20	0.22
97	ก	0.104	0.094	0.10	-0.01
	ข	0.083	0.281	0.18	0.20
	ค	0.573	0.313	0.44	0.26
	ง	0.115	0.208	0.16	0.09
	จ	0.125	0.104	0.12	-0.02
*** 98	ก	0.094	0.146	0.12	0.05
	ข	0.406	0.313	0.36	0.09
	ค	0.146	0.208	0.18	0.06
	ง	0.240	0.125	0.18	-0.12
	จ	0.115	0.208	0.16	0.09
99	ก	0.042	0.177	0.11	0.14
	ข	0.021	0.208	0.12	0.15
	ค	0.719	0.208	0.46	0.51
	ง	0.167	0.240	0.20	0.07
	จ	0.052	0.156	0.10	0.10

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	P_H	P_L	p	r
100	ก	0.406	0.260	0.33	-0.15
	ข	0.021	0.073	0.05	0.05
	ค	0.135	0.396	0.27	0.26
	ง	0.063	0.125	0.09	0.06
	จ	0.365	0.146	0.26	0.22

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1



เลขที่ข้อสอบ.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนรายวิชา เคมี 331 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำอธิบายลักษณะและวิธีทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 100 ข้อ และกำหนดเวลาให้ 2 ชั่วโมง
2. คำถามแต่ละข้อ จะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวให้นักศึกษาทำเครื่องหมาย **๓** ลงในช่อง **||** ของตัวเลือก ก ข ค ง หรือ จ ในกระดาษคำตอบ
ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย **×** ข้ามบนคำตอบเดิม แล้วจึงเลือกคำตอบใหม่ ทั้งตัวอย่างการ เปลี่ยนคำตอบจากเดิม **ข** ไปเป็นคำตอบใหม่ **ง** ดังต่อไปนี้

ก	ข	ค	ง	จ
	X			

3. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใดๆลงในตัวข้อสอบนี้ ถ้าต้องการขีดเขียนสิ่งใดเพื่อประกอบการศึกษาคำตอบ ก็ให้ขีดที่ว่าง หรือด้านหลังของกระดาษคำตอบ
4. นักศึกษาต้องส่งทั้งข้อสอบและกระดาษคำตอบทั้งหมดคืนอาจารย์ผู้กำกับการสอบ
5. อย่าลืม เขียนชื่อ-สกุล เลขที่ข้อสอบ และชั้นม.ต้นๆ ลงบนตัวกระดาษคำตอบด้วย

แบบทดสอบนี้เป็นเอกสารของทางราชการ ทำนำไปเปิดเผย หรือพิมพ์เผยแพร่
ก่อนได้รับอนุญาตจากกรมการฝึกหัดครู

1. สารประกอบต่อไปนี้ สารใดเป็น
สารอินทรีย์(Organic compound)

- ก. H_2CO_3
ข. CO_2
ค. KCN
ง. CHBr_3
จ. NH_4CNO

คำชี้แจง ให้ใช้โครงสร้างอิเล็กตรอน

(Electron configurations) ของ

ธาตุ A-E ต่อไปนี้ ประกอบการตอบคำถาม

ข้อ 2-4

ธาตุ A $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

ธาตุ B $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

ธาตุ C $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

ธาตุ D $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

ธาตุ E $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

2. โครงสร้างอิเล็กตรอนของธาตุใด เป็น
โครงสร้างของธาตุเฉื่อย(Inert gas)

- ก. A
ข. B
ค. C
ง. D
จ. E

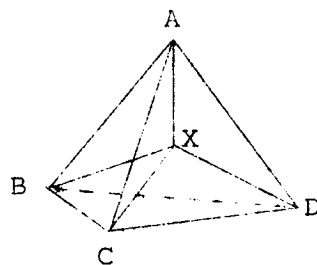
3. พันธะเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างอะตอมคู่ใด
จะมีสมบัติของพันธะอิกอนิกมากที่สุด

- ก. A และ B
ข. A และ C
ค. A และ E
ง. B และ D
จ. B และ E

4. จากโครงสร้างอิเล็กตรอนนี้ สาร
ในข้อใด ไม่น่าจะเกิดขึ้นได้

- ก. AD_2
ข. AE_2
ค. BD
ง. D_2
จ. ED_3

5. จากรูปทรงเหลี่ยมสี่หน้า(Tetra-
hedral) ต่อไปนี้ มุมใดกาง 109.5°



- ก. $\hat{A}DC$ ง. $\hat{X}BC$
ข. $\hat{X}DA$ จ. ถูกทุกข้อ
ค. $\hat{B}XC$ ทั้ง ก-ง

6. ต่อไปนี้เป็นสมบัติทั่วไปของสารอินทรีย์
ทั้งสิ้น นอกจาก สมบัติข้อใด
- พันธะระหว่างอะตอมของธาตุต่าง ๆ ในโมเลกุลเป็นพันธะโคเวเลนต์
 - มักมีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย
 - อัตราส่วนของมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสารต่างชนิดกันอาจมีค่าเท่ากันก็ได้
 - โมเลกุลของสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ จะเป็นโมเลกุลมีขั้ว
 - สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ สารละลายมักจะเป็นอิเล็กโทรไลต์

7. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใด ไม่ถูกต้อง
- สารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ย่อมเป็นสารอินทรีย์เสมอ
 - สารอินทรีย์พวกอิมตัว จะไม่เกิดปฏิกิริยารวมตัว (Addition)
 - สารไฮโดรคาร์บอนทุกชนิด จะไม่ละลายน้ำ เพราะไฮโดรคาร์บอนเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว (Non-polar molecule)

ง. มวลโมเลกุลของพวกอัลเคนจะมากกว่าของ พวกอัลคีนเสมอ
เมื่อมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากัน

จ. โมเลกุลของบิวเทน ที่มีจำนวนอะตอมของไฮโดรเจนขาดไปหนึ่งอะตอม เรียกว่า อนุพลบิวทิล (Butyl)

8. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลต่อโมเลกุลในสถานะของเหลวของสารใดต่อไปนี้ ไม่ใช่ พันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bonds)

- H_2
- HF
- CH_3COOH
- NH_3
- CH_3OH

คำชี้แจง จากค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี (EN) ของธาตุสมมติต่อไปนี้ ให้ตอบคำถามข้อ 9-10

ธาตุ	A	B	C	D
ค่า EN	4.0	3.5	3.0	2.1

9. แรงยึดเหนี่ยวทางเคมีในโมเลกุลของสารประกอบที่เกิดขึ้นระหว่างธาตุคู่ใดควรมีค่าสูงสุด

- ก. A กับ B
ข. A กับ D
ค. B กับ D
ง. C กับ D

จ. คำตอบถูกไม่ได้ให้ไว้

10. พันธะโคเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมคู่ใดเป็นพันธะที่มีขั้วแรงที่สุด

- ก. A กับ B
ข. A กับ C
ค. B กับ C
ง. B กับ D
จ. C กับ D

คำชี้แจง ให้ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ประกอบ

การตอบคำถาม ข้อ 11-12

จุดหลอมเหลว(m.p.) และ

จุดเดือด(b.p.) ของสารอินทรีย์ A-E

เป็นดังนี้

สาร	m.p., °C	b.p., °C
A	-66.3	172
B	-140.7	-6.9
C	5.5	252.5
D	-130.5	2.4
E	64	215.7

11. สารอินทรีย์ 5 ชนิดนี้ สารใดบ้างมีสถานะเป็นก๊าซ ณ อุณหภูมิห้อง

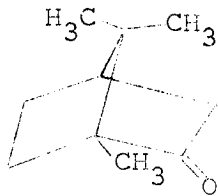
- ก. B
ข. A, B และ D
ค. B และ D
ง. C และ E
จ. เป็นก๊าซทั้ง 5 ชนิด

12. ถ้าอบสารอินทรีย์ทั้ง 5 ชนิดนี้ในตูบที่อุณหภูมิ 60°C จะมีสารใดบ้างอยู่ในสถานะของเหลว

- ก. B
ข. A และ C
ค. B และ D
ง. C และ E
จ. ไม่มีสารใดอยู่ในสถานะของเหลว

คำชี้แจง จากสูตรของการบูร (Camphor)

ต่อไปนี้ ให้ตอบคำถามข้อ 13-15



13. โมเลกุลของ Camphor ประกอบด้วยคาร์บอนกี่อะตอม

ก. 6

ข. 9

ค. 10

ง. 12

จ. คำตอบถูกไม่ได้ให้ไว้

14. ถ้าพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างของโมเลกุล อาจจัดการบูรเป็นสารอินทรีย์พวกใด

ก. Alicyclics

ข. Aliphatics

ค. Aromatics

ง. Heterocyclics

จ. Benzenoids

15. ถ้าพิจารณาจาก Functional groups ก็อาจจัดการบูรอยู่ในสารอินทรีย์พวกใด

ก. Aldehydes

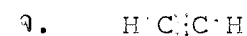
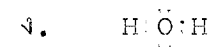
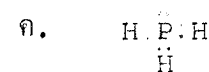
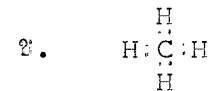
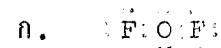
ข. Ethers

ค. Carboxylic acids

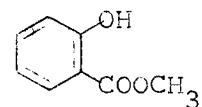
ง. Ketones

จ. Alkyl halides

16. จากสูตรแบบจุด (Electron-dot formula) ต่อไปนี้ มุมระหว่างพันธะในโมเลกุลโคเวเลนต์ใด ควรมีค่ามากที่สุด

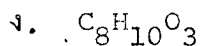
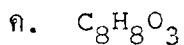


17. สารอินทรีย์ที่มีสูตรโครงสร้างต่อไปนี้ จะมีสูตรโมเลกุล (Molecular formula) อย่างไร



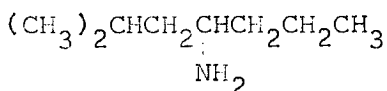
ก. $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_3$

ข. $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_3$



จ. คำตอบถูกไม่ได้ให้ไว้

18. สารอินทรีย์ที่มีสูตรโครงสร้างต่อไปนี้
ควรจัดเป็นสารพวกใด



ก. Amines

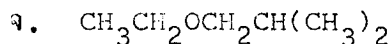
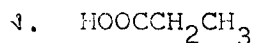
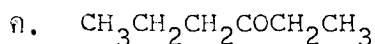
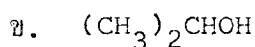
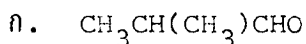
ข. Amino acids

ค. Hydrocarbons

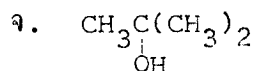
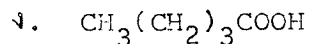
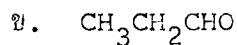
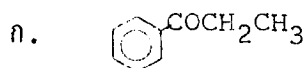
ง. Alkyl halides

จ. คำตอบถูกไม่ได้ให้ไว้

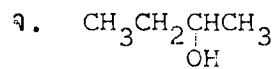
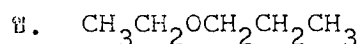
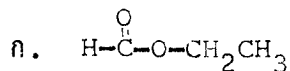
19. ตัวอย่างของสารพวกอีเธอร์ (Ethers)
ใดแก่สารในข้อใด



20. ตัวอย่างของสารพวกอัลดีไฮด์
(Aldehydes) ใดแก่สารในข้อใด

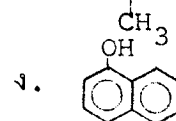
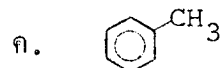
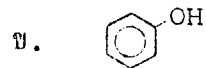


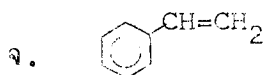
21. ตัวอย่างของสารพวกคีโตน (Ketones)
ใดแก่สารในข้อใด



22. สารในข้อใดต่อไปนี้ ไม่ใช่สารอินทรีย์

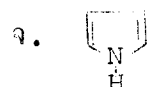
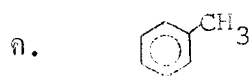
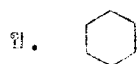
พวก Aromatic compounds





23. สารอินทรีย์ในข้อใดต่อไปนี้ ไม่ใช่

สารพวก Homocyclic compounds



คำชี้แจง คำถามตั้งแต่ข้อ 24-29 ให้

พิจารณาว่า สารอินทรีย์ในแต่ละข้อ จัด
เป็นสารประเภทใด โดยเลือกตอบจาก
ตัวเลือกดังต่อไปนี้

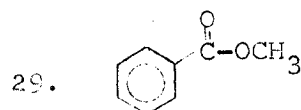
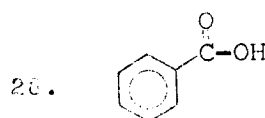
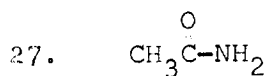
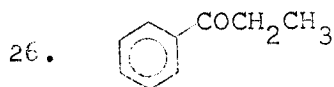
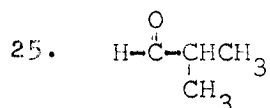
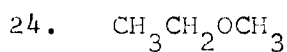
ก. Aldehydes

ข. Ketones

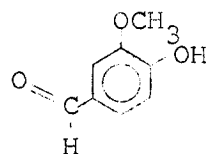
ค. Esters

ง. Ethers

จ. ถ้าตอบถูกไม่ได้ให้ไว้



30. Vanillin ซึ่งเป็นสารที่มีกลิ่นหอม
มีสูตรโครงสร้างดังนี้



สามารถจัดเป็นสารอินทรีย์ประเภทใด
ประเภทหนึ่งต่อไปนี้ได้ทั้งสิ้น นอกจาก
ข้อใด

ก. Aldehydes

ข. Aromatics

ค. Carboxylic acids

ง. Ethers

จ. Phenols

31. สารอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุล C_5H_{10} อาจเป็นสารประเภทใดประเภทหนึ่งต่อไปนี้ใดทั้งสิ้น นอกจาก ข้อใด

- ก. Alicyclic hydrocarbons
- ข. Alkenes
- ค. Aliphatic hydrocarbons
- ง. Unsaturated hydrocarbons
- จ. Aromatic hydrocarbons

32. สารอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุล C_5H_8 อาจเป็นสูตรของสารต่อไปนี้ใดทั้งสิ้น นอกจาก ข้อใด

- ก. Cyclopentene
- ข. 1-Pentyne
- ค. 2-Pentyne
- ง. 1,3-Pentadiene
- จ. 3-Methyl-1-butene

33. สารในข้อใด อาจเป็นสารอินทรีย์พวก อัลไคน์ (Alkynes)

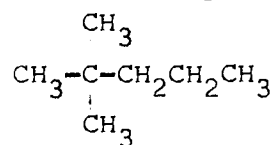
- ก. C_4H_8
- ข. C_6H_{10}
- ค. C_7H_{16}
- ง. $C_{10}H_8$

จ. $C_{10}H_{22}$

34. อัลเคน ที่มีชื่อว่า 2,3-Dimethyl-4-ethylheptane จะมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนทั้งหมดในโมเลกุลกี่อะตอม

- ก. 7
- ข. 9
- ค. 10
- ง. 11
- จ. 12

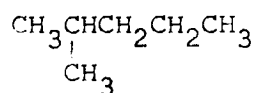
35. จำนวนอะตอมของคาร์บอนชนิด Secondary carbon ในโมเลกุลของสารต่อไปนี้ มีอยู่กี่อะตอม



- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

จ. คำตอบถูกไม่ได้ให้ไว้

36. จำนวนอะตอมของไฮโดรเจนชนิด Tertiary hydrogen ในโมเลกุลของสารต่อไปนี้ มีอยู่กี่อะตอม



- ก. 1
ข. 2
ค. 3
ง. 4

จ. คำตอบถูกไปข้อใดข้อใด

คำชี้แจง ให้ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ประกอบการ

ตอบคำถาม ข้อ 37-38

กรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งมีสูตรโมเลกุล

$C_3H_6O_2$ เมื่อนำมาทำปฏิกิริยากับ

สาร A โดยมี H_2SO_4 conc. อยู่ด้วย

ปรากฏว่า ได้สาร B ซึ่งมีสูตร $C_4H_8O_2$

และเป็นสารที่มีกลิ่นเฉพาะตัวเป็นผลิตภัณฑ์

37. สาร A ควรจะมีสูตรโครงสร้างอย่างไร

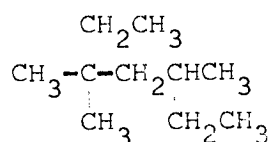
- ก. CH_3COOH
ข. $HCOOH$
ค. CH_3COOCH_3
ง. CH_3CH_2OH
จ. CH_3OH

38. ชื่อทางเคมีของสาร B คืออะไร

- ก. Methyl propanoate
ข. Ethyl formate
ค. Ethyl acetate
ง. Methyl acetate

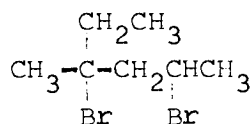
จ. Ethyl butanoate

39. ชื่อทางเคมีของไฮโดรคาร์บอนต่อไปนี้
คืออะไร



- ก. 2,4-Dimethyl-2-ethylhexane
ข. 2-Methyl-2,4-diethylpentane
ค. 3,3,5-Trimethylheptane
ง. 2,4-Diethyl-4-methylpentane
จ. 3,5-Dimethyl-5-ethylhexane

40. ชื่อทางเคมีของสารที่มีสูตรต่อไปนี้คืออะไร



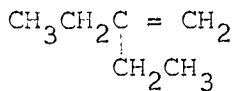
- ก. 2,4-Dibromo-2-ethylpentane
ข. 2,4-Dibromo-4-methylhexane
ค. 2,4-Dibromo-4-ethylpentane
ง. 3,5-Dibromo-3-methylhexane
จ. 3,5-Dibromohexane

41. สารในข้อใดต่อไปนี้ เป็นไอโซเมอร์
หนึ่งของ n-Heptane

- ก. 2,3-Dimethylhexane
ข. 2,2,3-Trimethylbutane

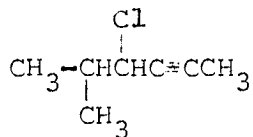
- ก. 3,3-Diethylpentane
 ง. 2,2,3,3-Tetramethyl-butane
 จ. 2,2,4-Trimethylpentane

42. ชื่อทางเคมีของสารที่มีสูตรต่อไปนี้
 คืออะไร



- ก. 3-Methylenepentane
 ข. 1,1-Diethylethene
 ค. 2-Ethyl-3-methyl-propene
 ง. 3-Ethyl-3-butene
 จ. 2-Ethyl-1-butene

43. ชื่อทางเคมีของสารที่มีสูตรต่อไปนี้
 คืออะไร



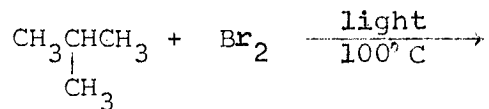
- ก. 3-Chloro-2-methyl-2-hexyne
 ข. 3-Chloro-2-methyl-4-hexyne
 ค. 4-Chloro-2-heptyne
 ง. 4-Chloro-5-methyl-2-hexyne

จ. 3-Chloro-4-heptyne

44. สารอินทรีย์ที่มีชื่อ IUPAC ว่า BUTANAL
 จะมีสูตรอย่างไร

- ก. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$
 ข. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$
 ค. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
 ง. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
 จ. คำตอบถูกไม่ได้ให้ไว้

คำชี้แจง จากปฏิกิริยาต่อไปนี้ ให้ตอบคำถาม
 ข้อ 45-46



45. สารที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเป็น Major
 product มีชื่อทางเคมีว่าอะไร
- ก. 1,2-Dibromobutane
 ข. 2-Bromobutane
 ค. 1-Bromo-2-methylpropane
 ง. 2-Bromo-2-methylpropane
 จ. คำตอบถูกไม่ได้ให้ไว้
46. ปฏิกิริยานี้ เป็นตัวอย่างหนึ่งของปฏิกิริยา
 อะไร
- ก. Bromination

ข. Dehalogenation

ค. Pyrolysis

ง. Isomerization

จ. Addition

47. เมื่อทดสอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่ง โดยให้ทำปฏิกิริยากับสารละลายค่างทับทิม (KMnO_4) ปรากฏว่า สีของค่างทับทิมจางหายไปและมีตะกอนสีน้ำตาลเกิดขึ้นด้วย แสดงว่าไฮโดรคาร์บอนนี้เป็นสารพวกใด

ก. อาจเป็น Alkenes

ข. อาจเป็น Alkanes

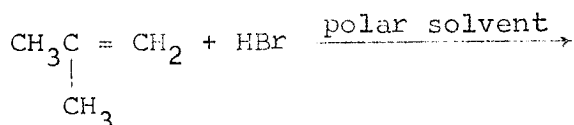
ค. เป็นสารที่มี Benzene ring

ง. ไม่ใช่ Alkynes

จ. ไม่ใช่ Alicyclics

คำชี้แจง จากปฏิกิริยาต่อไปนี้ ให้หาคำถาม

ข้อ 48-50



48. ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเป็น Major product คืออะไร

ก. 1-Bromobutane

ข. 2-Bromobutane

ค. 1-Bromo-2-methylpropane

ง. 2-Bromo-2-methylpropane

จ. 2-Bromobutane

49. ถ้าหากเปลี่ยนแปลงสถานะของปฏิกิริยานี้ โดยใช้แสงหรือสารเปอร์ออกไซด์ แทน ตัวทำละลายมีชื่อว่า Major product จะเป็นสารใด

ก. 1-Bromobutane

ข. 2-Bromobutane

ค. 1-Bromo-2-methylpropane

ง. 2-Bromo-2-methylpropane

จ. 2-Bromobutane

50. ปฏิกิริยานี้เป็นตัวอย่างหนึ่งของปฏิกิริยาอินทรีย์เคมีชนิดใด

ก. Oxidation

ข. Substitution

ค. Addition

ง. Elimination

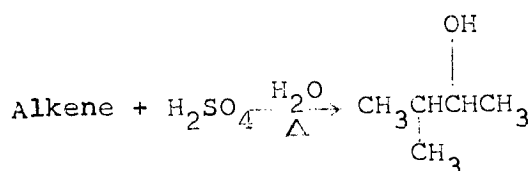
จ. Halogenation

51. น้ำมันเบนซินที่โซ่คาร์บอนคี่มีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดธรรมดาที่มีเลขออกเทน (octane number) เท่ากับ 84 และชนิดพิเศษมีเลขออกเทนเท่ากับ 95 จากเลขออกเทนนี้ แสดงว่าน้ำมัน

เบนซินชนิดพิเศษ มีสมบัติอย่างไรเมื่อ
เปรียบเทียบกับชนิดธรรมดา

- ลุกติดไฟได้เร็วกว่า
- ลุกติดไฟได้ช้ากว่า
- ได้จากการกลั่นลำดับส่วนที่
อุณหภูมิสูงกว่า
- ใช้ป้องกันการน็อคของเครื่อง
ยนต์ได้ดีกว่า
- ใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์
ได้ประหยัดดีดีกว่า

52. จากปฏิกิริยาการเกิดสาร Alkyl
hydrogen sulfate แล้วไฮโดรไลส์
ให้เป็นแอลกอฮอล์ต่อไปนี้



อัลคีน (Alkene) ที่ใช้ ควรจะมีสูตรอย่างไร

- $\text{CH}_3\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{HCH}=\text{CH}_2$
- $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{CH}_2\text{CH}_3$
- $\text{CH}_3\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CHCH}_3$
- $\text{CH}_3\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{HCH}_3$
- คำตอบถูกไม่ใดให้ไว้

คำชี้แจง ให้ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ประกอบการ
ตอบคำถามขอ 53-54

เมื่อ Hexene ไอโซเมอร์หนึ่ง เกิด
ปฏิกิริยา ozonolysis แล้ว ปรากฏว่า
ได้ผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด คือ Ethyl-
methyl ketone กับสาร A ซึ่งมี
สูตรโมเลกุล $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$

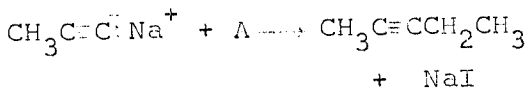
53. สูตรของ Hexene ไอโซเมอร์นี้
คืออะไร

- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$
- $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{HCH}_3$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CHCH}_3$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{CH}_3$
- $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

54. สาร A คืออะไร

- Dimethyl ketone
- Ethanal
- Ethanol
- Acetic acid
- Dimethyl ether

55. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้

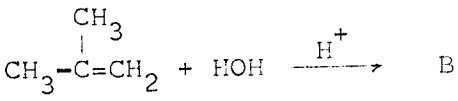


สาร A คืออะไร

- ก. I₂
- ข. HI
- ค. CH₃I
- ง. CH₃CH₂I
- จ. HC≡CH

56. จากปฏิกิริยา Hydration ของอัลคีน

โดยมีกรดเป็นคะตะลิสต์ต่อไปนี้



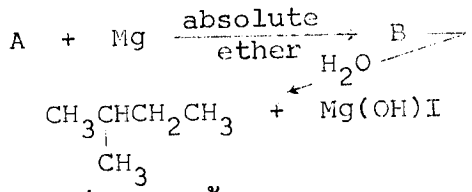
สาร B คืออะไร

- ก. $\begin{array}{c} \text{CH} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$
- ข. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- ค. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- ง. CH₃CH₂CH₂OH
- จ. ถ้าตอบถูกไม่ได้ให้ไว้

คำชี้แจง ให้ใช้สมการเคมีเตรียมอัลคีน

ต่อไปนี้ ประกอบการตอบคำถามข้อ

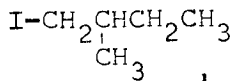
57-58



57. สูตรที่เป็นไปได้ของสาร A คืออะไร

- ก. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{I} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- ข. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCHCH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{I} \end{array}$
- ค. $\begin{array}{c} \text{I} \\ | \\ \text{CH}_3\text{CCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- ง. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2\text{I} \end{array}$
- จ. เป็นไปได้ทุกข้อทั้ง ก-ง

58. ถ้าสูตรของสาร A คือ



สาร B การมีสูตรอย่างไร

- ก. $\begin{array}{c} \text{MgI} \\ | \\ \text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- ข. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{MgI} \end{array}$
- ค. I-CH₂CHCH₂CH₂-Mg
- ง. $\begin{array}{c} \text{Mg} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{I}-\text{CH}_2\text{CCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

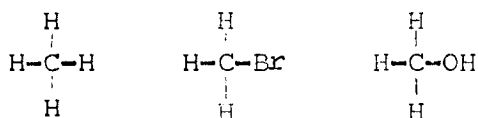
จ. เป็นไปได้อีกข้อทั้ง ก-ง

59. ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่าง
1-Butyne กับ HBr (จำนวนมากเกิน
พอ) คืออะไร

- ก. 2-Bromobutene
ข. 2,2-Dibromobutane
ค. 1,2-Dibromobutane
ง. 1,1-Dibromobutane
จ. 1,1,2,2-Tetrabromo
butane

คำชี้แจง ให้ใช้สูตรของสารอินทรีย์ A-E

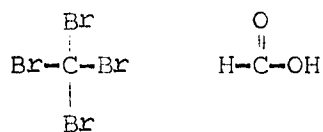
ต่อไปนี้ ประกอบการตอบคำถามข้อ 60-62



A

B

C



D

E

60. สารใดควรมีจุดเดือดต่ำที่สุด

- ก. A
ข. B

ก. C

ง. D

จ. E

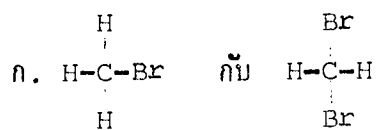
61. โมเลกุลของสารใดบ้าง เป็นโมเลกุล
มีขั้ว (Polar molecules)

- ก. A และ D
ข. B และ D
ค. C และ E
ง. B, C และ E
จ. ทุกสารทั้ง A-E

62. สารใดบ้าง ที่ควรละลายน้ำได้ดี

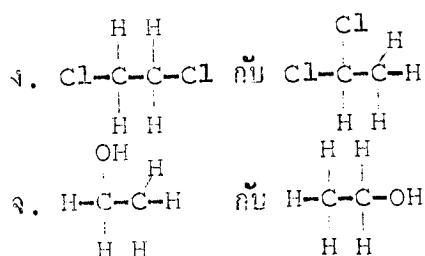
- ก. A และ D
ข. B และ D
ค. C และ E
ง. E เท่านั้น
จ. ละลายได้ดีทั้ง A-E

63. สารอินทรีย์ต่อไปนี้ สารในข้อใด
เป็นไอโซเมอร์กัน



ข. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ กับ $\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

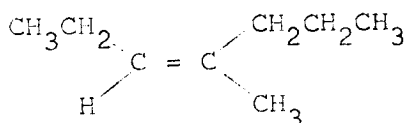
ค. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ กับ $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$



64. สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นไอโซเมอร์กัน จะมีสิ่งใดหรือสมบัติใดเหมือนกัน

- ก. จุดหลอมเหลวและจุดเดือด
- ข. มวลโมเลกุล
- ค. รูปร่างโมเลกุล
- ง. สูตรโครงสร้างแบบเส้น
- จ. ถูกทุกข้อทั้ง ก-ง

65. สารต่อไปนี้ เรียกชื่อตามระบบสากลนิยม (IUPAC) ว่าอย่างไร



- ก. cis-2-Propyl-2-pentene
- ข. cis-4-Propyl-3-pentene
- ค. cis-4-Methyl-3-heptene
- ง. cis-2-Methyl-2-heptene
- จ. trans-2-Methyl-3-heptene

66. ปรากฏการณ์ที่โมเลกุลของไซโคลเฮกเซน (Cyclohexane, C_6H_{12}) มีโครงสร้างเป็นแบบ Boat form, Chair form

หรือ Twist-boat เป็นตัวอย่างหนึ่งของการเกิดไอโซเมอร์ชนิดใด

- ก. Positional isomerism
- ข. Functional isomerism
- ค. Geometrical isomerism
- ง. Conformational isomerism
- จ. Optical isomerism

67. สาร A ที่เกิดจากปฏิกิริยาต่อไปนี้คืออะไร



- ก. Pentane
- ข. 2-Hexene
- ค. 1,3-Pentadiene
- ง. cis-2-Pentene
- จ. trans-2-Pentene

68. สารในข้อใด มี cis-trans Isomers

- ก. 1,1-Dichloroethene
- ข. 2,3-Dibromobutene
- ค. 1-Butene
- ง. 1-Pentene
- จ. 2-Pentyne

69. สารในข้อใด เป็นไอโซเมอร์ของสาร

ชื่อ 2-Methylpropene

- ก. 1-Butene
- ข. Propene
- ค. cis-2-Pentene
- ง. trans-2-Pentene
- จ. คำตอบถูกไม่ได้ให้ไว้

70. สารในข้อใด เป็นไอโซเมอร์ของสาร

ชื่อ Diethyl ether (Ethoxyethane)

- ก. $\text{CH}_3\text{CHOCH}_3$
 CH_3
- ข. $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- ค. $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3$
 CHCH_3
- ง. $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{OH}$
 CH_3
- จ. ถูกทุกข้อทั้ง ก-ง

71. สารในข้อใด น่าจะมี optical isomers

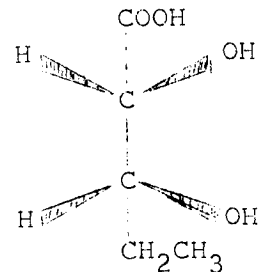
- ก. CH_3CHCHO
 OH
- ข. CH_2COOH
 NH_2
- ค. CH_3CHOH
 CH_3

ง. HOCCOOH

จ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$

คำชี้แจง ให้ใช้ Projection formula

สูตรหนึ่งของ 2,3-Dihydroxypentanoic acid คือไปนี้ ประกอบการตอบคำถามข้อ 72-74



72. จำนวนอะตอมของคาร์บอนอสมมาตร (Asymmetric carbon) ในโมเลกุลของสารนี้ มีกี่อะตอม

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4
- จ. 5

73. จำนวน optical isomers ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของสารนี้ มีกี่ไอโซเมอร์

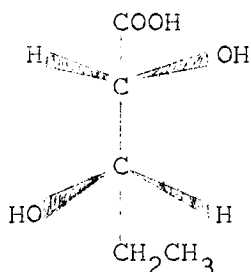
- ก. 2
- ข. 3

ก. 4

ข. 5

ค. 6

74. สารที่มีโครงสร้างต่อไปนี้



เกี่ยวข้องกับโครงสร้างที่กำหนดให้ข้างต้น
เนื่องจากเป็นอะไรกัน

- ก. Enantiomers
ข. Racemic pairs
ค. Mirror images
ง. Meso forms
จ. Diastereomers

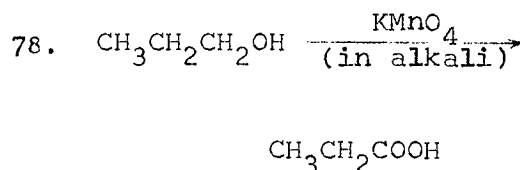
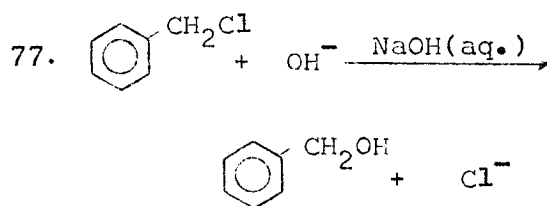
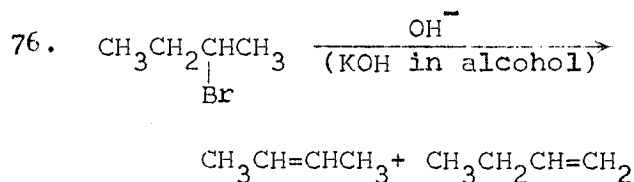
75. เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ที่ใช้วัดการเบน
แสงโพลาไรซ์ หรือวัด Optical
rotation ของสารที่มี Optical
activity คืออะไร

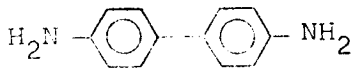
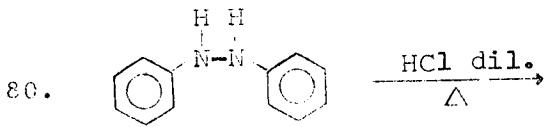
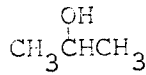
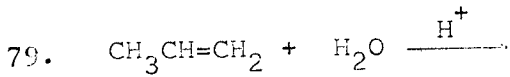
- ก. Periscope
ข. Spectroscope
ค. Colourimeter
ง. Photometer

จ. Polarimeter

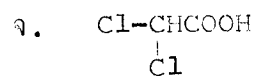
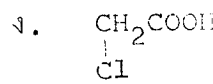
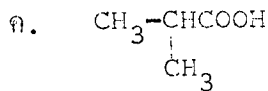
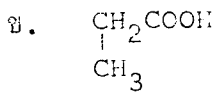
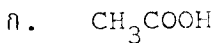
คำชี้แจง ในการตอบคำถามข้อ 76-80 ให้
พิจารณาว่า ปฏิกิริยาในแต่ละคำถาม เป็น
ตัวอย่างของปฏิกิริยาอินทรีย์เคมีประเภทใด
โดยใช้ตัวเลือกลงที่ต่อไปนี้

- ก. ปฏิกิริยาแทนที่ (Substitution)
ข. ปฏิกิริยารวมตัว (Addition)
ค. ปฏิกิริยากำจัด (Elimination)
ง. ปฏิกิริยาจัดเรียงตัวใหม่
(Rearrangement)
จ. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน
(Oxidation)

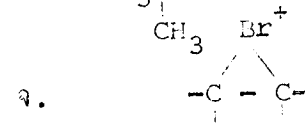
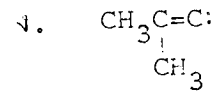
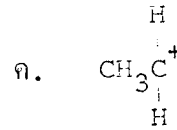
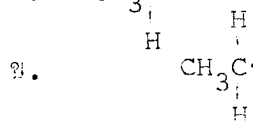
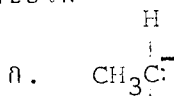




81. เมื่อพิจารณาจากการเกิด Inductive effect ในโมเลกุลของกรดอินทรีย์ต่อไปนี้ กรดในข้อใด ควรมีค่า K_a สูงที่สุด

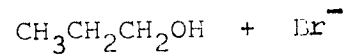
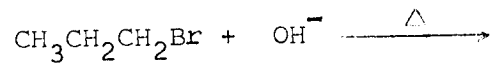


82. ตัวอย่างของอิกออน Carbanion ไคแกซอใด



คำชี้แจง จากปฏิกิริยาของ Primary

alkyl halide เชื่อมอยู่กับสารละลาย ดังต่อไปนี้ ให้ตอบคำถามข้อ 83-86



83. ปฏิกิริยานี้ เป็นปฏิกิริยาอินทรีย์เคมี ประเภทใด

ก. Substitution

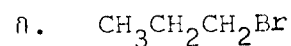
ข. Addition

ค. Elimination

ง. Oxidation

จ. Rearrangement

84. โมเลกุล หรืออิกออนใดในปฏิกิริยานี้ ทำหน้าที่เป็นนิวคลีโอไฟล์ (Nucleophile)



- ก. H_2O
 ข. Br^-
 จ. $CH_3CH_2CH_2OH$

85. ในปฏิกิริยานี้ $CH_3CH_2CH_2Br$ ทำหน้าที่
 เป็นอะไรของปฏิกิริยา

- ก. Attacking group
 ข. Nucleophile
 ค. Electrophile
 ง. Substrate
 จ. คำตอบถูกไม่ได้ให้ไว้

86. ถ้าทราบว่า กลไกการเกิดปฏิกิริยาของ
 ปฏิกิริยานี้ เป็นแบบ S_N2 จงพิจารณา
 ว่า ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

- ก. อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับ
 ความเข้มข้นของ $CH_3CH_2CH_2Br$
 เท่านั้น
 ข. อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับ
 ความเข้มข้นของ OH^- เท่านั้น
 ค. เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเพียง
 ชั้นเดียว
 ง. มี Carbonium ion เกิดขึ้น
 เป็น Intermediate ด้วย
 จ. ถูกทุกข้อทั้ง ก-ง

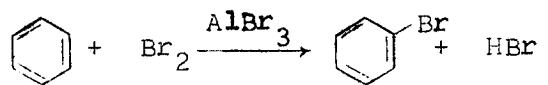
87. สารในข้อใด ไม่ใช่ Lewis acids
 หรือ Electrophiles

- ก. $H-\ddot{O}-H$
 ข. $AlBr_3$
 ค. $FeCl_3$
 ง. $+NO_2$
 จ. H^+

88. การโบเนียมอออนในข้อใดต่อไปนี้ มี
 เสถียรภาพ(stability) ที่ที่สุด

- ก. $^+CH_3$
 ข. $CH_3CH_2CH_2^+$
 ค. $CH_3\overset{+}{C}H(CH_3)$
 ง. $CH_3\overset{+}{C}H(CH_3)CH_3$
 จ. $CH_3\overset{+}{C}(CH_3)_3$

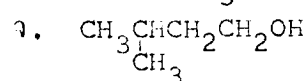
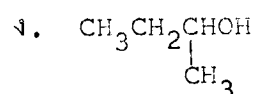
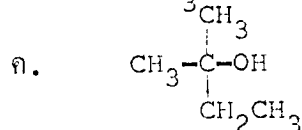
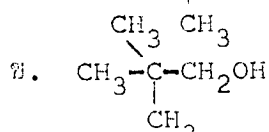
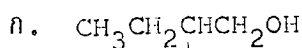
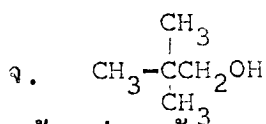
89. ปฏิกิริยาต่อไปนี้



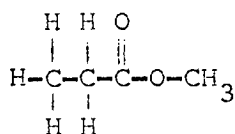
ควรมีกลไกการเกิดปฏิกิริยาแบบใด

- ก. S_N1
 ข. S_N2

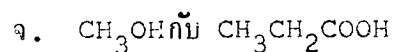
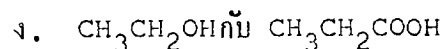
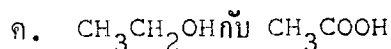
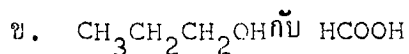
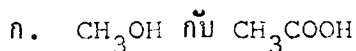
94. สารในข้อใดต่อไปนี้เป็น
secondary alcohol



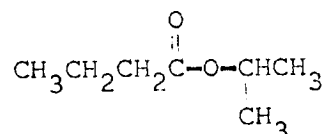
95. ถ้าต้องการเตรียมสารที่มีสูตรดังนี้



ควรเลือกใช้สารคู่ใดเป็นสารตั้งต้น



96. แอลกอฮอล์ที่ใช้ในการเตรียมเอสเทอร์
(Ester)ต่อไปนี้เป็นอะไร



ก. 1-Propanol

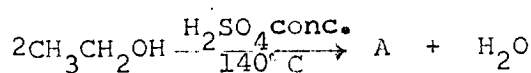
ข. 2-Propanol

ค. 1-Butanol

ง. 2-Butanol

จ. Ethanol

97. ผลิตภัณฑ์ A ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา



การเป็นสารใดต่อไปนี้เป็น

ก. Methoxymethane

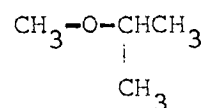
ข. Methoxyethane

ค. Ethoxyethane

ง. Ethoxypropane

จ. Butane

98. ชื่อทางเคมีของสารที่มีสูตรต่อไปนี้เป็น
คืออะไร

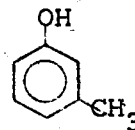


- ก. 1-Methoxypropane
- ข. 2-Methoxypropane
- ค. Methylpropyl ketone
- ง. 1-Methoxy-1-methyl ethane
- จ. 2-Methylmethoxy-propane

99. โมเลกุลของสารอินทรีย์พวกใดต่อไปนี้ไม่มี หมู่คาร์บอนิล (Carbonyl group หรือ $\text{-C}(=\text{O})\text{-}$)

- ก. Aldehydes
- ข. Carboxylic acids
- ค. Amines
- ง. Amides
- จ. Ketones

100. ชื่อทางเคมีของสารอินทรีย์ที่มีสูตรต่อไปนี้คืออะไร



- ก. meta-Methylphenol
- ข. 3-Hydroxytoluene
- ค. 1-Hydroxy-3-methyl benzene
- ง. meta-Hydroxy toluene
- จ. ถูกทุกข้อทั้ง ก-ง

การสร้างแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
รายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1

บทคัดย่อ

ของ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวิตร ชูศิลป์

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม พิษณุโลก
ตุลาคม 2527

การสร้างแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ตามหลักสูตรของสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 และสร้างเกณฑ์ปกติของการเรียนรายวิชานี้ในรูปของคะแนน T ปกติ

แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นคำถามแบบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้และความคิด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บางทักษะ แบบทดสอบได้ผ่านการทดลองใช้แล้วปรับปรุงแก้ไขรวม 2 ครั้ง ก่อนนำไปใช้ทดสอบจริง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาในระดับปริญญาตรี วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่เรียนรายวิชา เคมี 331 อินทรีย์เคมี 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 ของวิทยาลัยครู ทั่วประเทศ จำนวน 356 คน

ผลการวิจัยปรากฏว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้น มีคุณภาพดังนี้

1. ข้อสอบที่มีทั้งค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป คือมีค่า p ระหว่าง .20 ถึง .80 และมีค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป มีจำนวน 84 ข้อ ส่วนอีก 16 ข้อ ยังมีค่า p หรือค่า r ต่ำกว่าเกณฑ์ดังกล่าว
2. เมื่อพิจารณาเฉพาะค่า p แล้ว มีข้อสอบที่มีความยากง่ายในระดับค่อนข้างยาก คือมีค่า p ต่ำกว่า .40 จำนวน 38 ข้อ ระดับปานกลาง คือมีค่า p ระหว่าง .40 ถึง .60 จำนวน 53 ข้อ และระดับค่อนข้างง่าย คือมีค่า p มากกว่า .60 จำนวน 9 ข้อ
3. เมื่อพิจารณาเฉพาะค่า r แล้ว มีข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกในระดับสูง คือมีค่า r ตั้งแต่ .40 ขึ้นไป จำนวน 41 ข้อ ระดับปานกลาง คือมีค่า r ระหว่าง .20 ถึง .39 จำนวน 43 ข้อ และระดับค่อนข้างต่ำ คือมีค่า r ต่ำกว่า .20 จำนวน 16 ข้อ
4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt}) ดำเนินโดยใช้สูตร K.R. 21 มีค่า

เท่ากับ .886

5. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ(SE_{meas}) มีค่าเท่ากับ ± 4.742

นอกจากนี้แล้วยังพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบกับคะแนน T ประกติ ที่ใช้ในการสร้างเส้นกราฟเกณฑ์ปรกติมีลักษณะใกล้เคียงกับเส้นตรงด้วย

A CONSTRUCTION OF STANDARDIZED ACHIEVEMENT TEST IN CHEM. 331

ORGANIC CHEMISTRY I

ABSTRACT

BY

ASST. PROF. PRAVIT SHOOSILAPA

DEPARTMENT OF CHEMISTRY FACULTY OF SCIENCE
PIBULSONGKRAM TEACHERS COLLEGE PHITSANULOK PROVINCE

OCTOBER 1984

A CONSTRUCTION OF STANDARDIZED ACHIEVEMENT TEST IN CHEM. 331

ORGANIC CHEMISTRY I

The main purpose of the study was to develop a construction of standardized achievement test in Chem. 331 Organic Chemistry I according to the curriculum of the teacher training council B.E. 2519 and norm of this course of study in terms of normalized T-score.

The test developed was five-multiple choice question consisted of one hundred items by measuring the cognitive domain and some of science process skills. The test was tried out and improved for twice before the real test conduction was carried out.

Sample subjects of this study were some three hundred and fifty-six of undergraduate students majoring in general science who were studying in Chem. 331 Organic Chemistry I of teachers colleges all over the country in the second semester of the academic year B.E. 2526.

The results of this study revealed that the qualities of the test were as follow :

1. The test was both in difficulty index (p) and discriminating power (r) accepted criteria in general; that was, eighty-four item test was valued of p between .20 and .80 and r from .20 onwards. And for sixteen item test was valued of p or r lower than that of criteria.

2. When observed, especially p, the test was difficulty index

in the most degree of difficulty; that was, thirty-eight item test was valued of p under .40 and fifty-three items were valued of p from .40 to .60 in mediocre. And nine item rather easier was valued of p over .60.

3. When particularly observed r, the test that had highly discriminating power that of r from .40 onwards was forty-one items. And forty-three items were valued of r from .20 to .39 in mediocre, rather lower for the test of sixteen items were valued of r under .20.

4. Reliability coefficient (r_{tt}) calculated by utilizing formula K.R. 21 was .886.

5. standard error of measurement of the test (SE_{meas}) was #4.742

Apart from these, it was found out the relatives between raw score and normalized T-score in normal graphic curve was also similar to that of straight line.