

การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

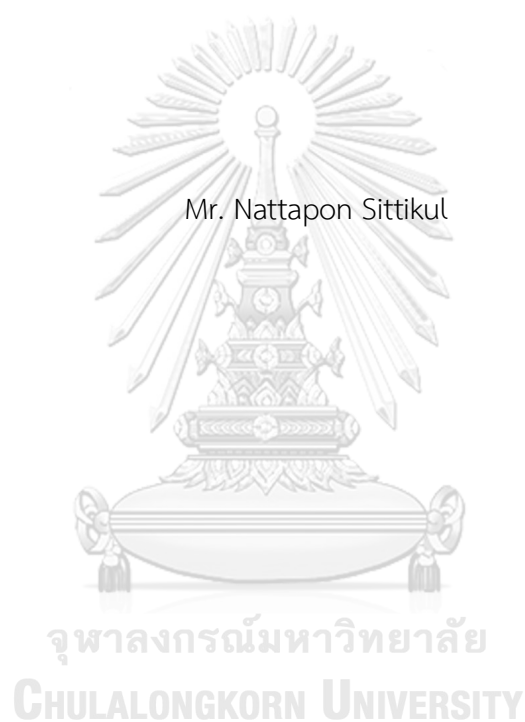


บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF TEST AND ITEM SPECIFICATIONS OF CHEMICAL LITERACY
FOR UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Educational Measurement and
Evaluation

Department of Educational Research and Psychology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบ
	การรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นายณัฐพล สิทธิกุล
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณี แกมเกตุ

คณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุขิวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาชีผล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณี แกมเกตุ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กฤษกุลฤกษ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ณัฐพล สิทธิกุล : การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (DEVELOPMENT OF TEST AND ITEM SPECIFICATIONS OF CHEMICAL LITERACY FOR UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.วรรณิ แกมเกตุ, 229 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายขั้นตอนในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และระยะที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 และ 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 600 คน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบการรู้เคมีฯ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบประเมินคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ และแบบสอบการรู้เคมีฯ ทำการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงของแบบสอบ และความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) โดยใช้โปรแกรม SPSS โปรแกรม TAP และโปรแกรม LISREL

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย บทนำ คำชี้แจงในการใช้งาน วัตถุประสงค์ของการสอบ มโนทัศน์เกี่ยวกับการรู้เคมี องค์ประกอบการรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลักการสร้าง โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบการรู้เคมีฯ ตัวอย่างแบบสอบการรู้เคมีฯ และการแปลความหมายของคะแนน โดยมีผลการประเมินคุณภาพในด้านความถูกต้องในระดับมากที่สุด ด้านความเหมาะสมในระดับมาก ด้านความเป็นไปได้ในระดับมาก และผลการประเมินคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (Mean=4.44, SD=0.26)

2. แบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีรูปแบบข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ครอบคลุมไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ด้านความรู้ทางเคมี, ด้านบริบททางเคมี, ด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง และด้านเจตคติต่อเคมี โดยแบบสอบการรู้เคมีฯ มีความง่ายที่พอเหมาะ (มีค่าระหว่าง 0.292 - 0.790) สามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้ดี (มีค่าตั้งแต่ 0.218 - 0.519) มีคุณภาพทั้งด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง (Chi-square=20.65, df=22, P=0.54217, GFI=0.992, AGFI=0.984, RMSEA=0.000) และแบบสอบการรู้เคมีฯ ความเที่ยงอยู่ในระดับสูง (KR-21, α =0.73)

ภาควิชา วิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2560

5883891627 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEYWORDS: CHEMICAL LITERACY / ITEM SPECIFICATIONS / TEST SPECIFICATIONS

NATTAPON SITTIKUL: DEVELOPMENT OF TEST AND ITEM SPECIFICATIONS OF CHEMICAL LITERACY FOR UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: ASSOC. PROF.WANNEE KAEMKATE, Ph.D., 229 pp.

The purposes of this research were 1) to develop and verify the qualification of the test and item specifications of chemical literacy for upper secondary school students and 2) to develop and verify the quality of the tests and item specifications. The research methodology was taken into 2 steps. Step 1: Developing and verifying the qualification of the test and item specification of chemical literacy. And step 2: Developing and verifying the quality of chemical literacy test. These are for upper secondary school students. The sample used to gather the data for this research consisted of 600 students studying semester II in Mathayomsuksa 6 in public schools conducted by The Office of Secondary Education, Bangkok Region 1 and 2, OBEC. The instruments used were the evaluation form to evaluate the test and item specifications of chemical literacy for upper secondary school students. Data was to analyze content validity, difficulty index, discrimination index, reliability and construct validity with confirmatory factor analysis by using SPSS, TAP and LISREL.

The research findings were as follows

1. Developing and verifying the qualification of the test and item specification of chemical literacy, the test and item specification consisted of Introduction, guideline to use, objectives of chemical literacy test, vision in chemistry and components of chemical literacy for upper secondary school students. It was also included guideline principle, table of specification, test format, item specification, sample items, and scoring and grading criteria. The quality evaluation result was in the high level (Mean=4.44, SD=0.26).

2. The test of chemical literacy for upper secondary school students was 25 multiple-choice test items. They were consisted of 4 main components: chemistry content, chemistry in context, high order learning skill and attitude toward chemistry. The quality of the tests was shown by item difficulty was between 0.292 - 0.790; the item discrimination was between 0.218 – 0.519; content validity, construct validity (Chi-square=20.65, df=22, P=0.54217, GFI=0.990, AGFI=0.984, RMSEA=0.000); and reliability was in the high level (KR-21, α =0.73).

Department: Educational Research and
Psychology

Student's Signature

Advisor's Signature

Field of Study: Educational Measurement and
Evaluation

Academic Year: 2017

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความเอาใจใส่และความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณิ แกมเกตุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง ข้อมูลต่างๆ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาชีผล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล ฤกษ์กุลหาสน์ กรรมการวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลามอบข้อคิด ข้อเสนอแนะ อันมีค่า และมีประโยชน์ต่อการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์ ทั้งในด้านเนื้อหาและทำให้เกิดคุณค่าทางวิชาการมากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาชีผล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญัฐภรณ์ หลาวทอง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดร.บัณฑิต ดร.จินดารัตน์ แก้วพิกุล อาจารย์ทยากร สุขขวัญ อาจารย์จิราพร แวสง่า และ อาจารย์เพ็ญภา ศรีโณม ผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพในการนำไปใช้เก็บข้อมูล ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน ฤทธิยะวรรณาลัย ผู้อำนวยการโรงเรียนพรตพิทยพยัต ผู้อำนวยการโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม ผู้อำนวยการโรงเรียนโยธินบูรณะ และผู้อำนวยการโรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม อาจารย์ผู้ประสานงาน อาจารย์ประจำวิชา และนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า ที่กรุณาอนุญาตให้ลาศึกษาต่อ อีกทั้งกรุณาอนุญาตและอำนวยความสะดวกให้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในคณะครุศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคณาจารย์ในภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา ที่มอบความรู้ ประสบการณ์ และกำลังใจ ตลอดระยะเวลาที่ได้เข้ามาศึกษา และขอขอบคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถานศึกษาอันเป็นแหล่งรวมความรู้จากบุคลากรและเป็นทรัพยากรของแหล่งเรียนรู้

ขอบคุณเพื่อน รุ่นพี่ รุ่นน้อง และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องสาว และคนรอบข้าง เป็นอย่างยิ่ง ที่ให้โอกาส ให้กำลังใจ และคอยให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนผู้วิจัยเป็นอย่างดีเสมอมา จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	7
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	8
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์.....	13
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการรู้เคมี.....	20
ตอนที่ 3 สารการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี.....	25
ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบและข้อสอบ	31
ตอนที่ 5 การตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ	40
ตอนที่ 6 แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างข้อสอบ.....	44
ตอนที่ 7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	50
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	54

ระยะที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบ การรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	56
ระยะที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	61
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	91
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบ สอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	92
ตอนที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	104
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	121
สรุปผลการวิจัย.....	123
อภิปรายผลการวิจัย.....	126
ข้อเสนอแนะ.....	130
รายการอ้างอิง.....	132
ภาคผนวก.....	137
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	138
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	139
ภาคผนวก ค คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย.....	143
ภาคผนวก ง ผลวิเคราะห์อำนาจจำแนกด้วยวิธีการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำของแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	211
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองของโมเดลการวัดการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	213
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	229

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1	การสังเคราะห์องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์	15
ตารางที่ 2.2	บริบทหรือสถานการณ์สำคัญสำหรับการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์	16
ตารางที่ 2.3	สังเคราะห์องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ.....	33
ตารางที่ 2.4	การสังเคราะห์องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ	37
ตารางที่ 2.5	รายละเอียดเกี่ยวกับค่าความเที่ยง	48
ตารางที่ 3.1	จำนวนนักเรียน ห้องเรียน ของแต่ละโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาที่จะทำการวิจัย.55	
ตารางที่ 3.2	เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ และแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	60
ตารางที่ 3.3	เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนคุณภาพด้านต่างๆ ของคุณลักษณะเฉพาะ ของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	60
ตารางที่ 3.4	โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	62
ตารางที่ 3.5	จำนวน ร้อยละ และคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1.....	63
ตารางที่ 3.6	ผลการประเมินการรู้เคมีของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1	64
ตารางที่ 3.7	ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบการรู้เคมีฯ ของกลุ่ม ตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1	65
ตารางที่ 3.8	ข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี หลังจากที่มีการปรับปรุง	69
ตารางที่ 4.1	ผลการประเมินคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	102
ตารางที่ 4.2	ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยผู้เชี่ยวชาญ	107
ตารางที่ 4.3	จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างขนาดที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2.....	109
ตารางที่ 4.4	ผลการประเมินการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตาม เพศ เขต และ โรงเรียน.....	110
ตารางที่ 4.5	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	111

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบการรู้เคมีฯ ของกลุ่ม ตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2.....	112
ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเมทริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ขององค์ประกอบย่อยในโมเดลการวัดการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลาย.....	117
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองของโมเดลการวัดการรู้เคมีสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	117



สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการรู้วิทยาศาสตร์แต่ละด้าน.....	20
ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบของการรู้เคมี	22
ภาพที่ 2.3 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	53
ภาพที่ 4.1 โมเดลการวัดการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	118



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เป้าหมายหลักของการจัดการศึกษาทุกระบบคือ การเตรียมตัวนักเรียนให้มีความพร้อมเพียงพอสำหรับอนาคต ให้สามารถใช้ความรู้ในชีวิตจริง ให้สามารถคิดได้ ทำได้ และแก้ปัญหาได้ จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียนว่าสามารถใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงหรือไม่ นักเรียนสามารถใช้เหตุผลหรือประจักษ์พยานที่พบในชีวิตจริงเป็นฐานของการคิด การตัดสินใจ ประเด็นปัญหาที่พบในชีวิตจริงหรือไม่ ประเด็นต่างๆเหล่านี้ทำให้ต้องการมีการวัดและประเมินผลที่สามารถให้คำตอบตามวัตถุประสงค์ดังกล่าว นอกจากนี้ยังต้องการการประเมินผลที่มีความหมายกว่าการทดสอบและการให้ระดับคะแนน นั่นคือให้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการเรียนของนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2555ก)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และตีความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏอยู่ในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นการเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิมของแต่ละบุคคล (Aikenhead, 2011; Ausubel, 1977; Loughran, Berry, & Mulhall, 2007) ซึ่งวิทยาศาสตร์เองมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ทั้งยังช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิสัยทัศน์ ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) จึงกล่าวได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือ “วัตถุประสงค์ของการศึกษาพื้นฐานที่ต้องการให้มีความเข้าใจในการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์และมีการรอบรู้อย่างกว้างขวาง โดยไม่ใช่การเตรียมพร้อมเพื่อนำไปสู่วิทยาศาสตร์ที่เฉพาะทางหรืออาชีพที่เฉพาะทาง” ซึ่งคำกล่าวนี้จะบ่งบอกถึงความสามารถในการใช้วิทยาศาสตร์เพื่อ “ใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ” (DeBoer, 2000)

การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับนานาชาติที่สำคัญ ได้แก่ โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Students Assessment) และโครงการ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science

Study) ซึ่งจุดหมายหลักของ PISA ไม่เน้นประเมินความรู้ที่นักเรียนเรียนอยู่ในห้องเรียน ณ ปัจจุบัน แต่ต้องการสำรวจว่าเยาวชนมีสมรรถนะที่จะใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงได้ดีเพียงใด โดย PISA เรียกความรู้และทักษะนั้นว่า “การรู้เรื่อง (literacy)” ในขณะที่การประเมินผลของ TIMSS จะประเมินสถานการณ์การเรียนรู้ในปัจจุบัน โดยจะเน้นความชัดเจนเกี่ยวกับการเรียนการสอนในโรงเรียนตามหลักสูตรปัจจุบันที่กำลังเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2555ข)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (2555ก) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) บริบทของวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นสถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นความรู้ในโลกธรรมชาติ และ ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นความรู้ในวิธีการหรือกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในประเด็นของ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และ 4) เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์ด้วยความสนใจ สนับสนุนการสืบหาความรู้วิทยาศาสตร์และแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งต่างๆ

อาจจะกล่าวได้ว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์ เป็นการเข้าถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนทุกคน (National Research council, 1996) โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นความรู้กว้างๆ ที่รวมเอาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และหลักการทางวิทยาศาสตร์หลายๆทฤษฎี ตลอดจนการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะเข้าใจองค์ประกอบที่หลากหลายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงมีความจำเป็นต้องพิสูจน์องค์ประกอบเดี่ยวของความรู้ในหลายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านที่พยายามจะจำแนกมิติขององค์ประกอบเดี่ยว เช่น การรู้ชีววิทยาของ Biological Science Curriculum Studies (BSCS, 1993) และ Yifrach (1999), Holman (2002), และล่าสุดมีนักการศึกษาได้แก่ Atkins (2005), และ Schwartz, Ben-Zvi, and Hofstein (2005) ได้พยายามทำการกำหนดมิติของการรู้เคมีขึ้น

การเข้าใจในเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับเคมีนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะการดำเนินชีวิตประจำวันของเรานั้นมีเรื่องราวเกี่ยวกับเคมีเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่เสมอ (Gilbert & Treagust, 2009) ดังนั้นการรู้เรื่องเคมีจะเป็นส่วนช่วยการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ทั้งในทางสิ่งแวดล้อมและสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวเรา โดยการเข้าใจและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยการใช้อธิบายที่มีความเป็นเคมี

Schwartz, Ben-Zvi, and Hofstein (2006a) ได้กล่าวถึงการรู้เคมีไว้ว่าเป็นความเข้าใจของบุคคลที่มีความรู้ทางเคมี ในด้านต่างๆ ได้แก่ 1) ความรู้ทางเคมี (chemical content) 2) บริบททางเคมี (chemistry in context) 3) ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (higher-order learning skills) และ

4) เจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry) โดย Shwartz ได้ทำการสร้างกรอบแนวคิดเพื่อประเมินการรู้เคมีโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ Bybee และ BSCS (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, 2006b)

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียน ในวิชาเคมี ไว้ว่า เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้เรียนจะต้อง 1) เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2) เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว 3) เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และ 4) เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

ในการตอบสนองต่อเป้าหมายหลักของการจัดการศึกษาและพัฒนาคุณภาพการศึกษานั้น นับว่าเป็นตัวชี้วัดศักยภาพการพัฒนาทางเศรษฐกิจตามแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development : OECD) ที่เป็นการประเมินการรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงในอนาคต รวมทั้งการประเมินความรู้ด้านเคมีที่จำเป็นในการใช้ชีวิตประจำวันในอนาคต ซึ่งในปัจจุบันปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่จะต้องอาศัยความรู้ทางเคมีในการอธิบายมีความหลากหลายขึ้นกับบริบทของแต่ละพื้นที่ อีกทั้งยังเกิดนวัตกรรมและการเปลี่ยนแปลงสิ่งใหม่ๆ อยู่เสมอ

นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษารูปแบบและเครื่องมือในการวัดการรู้เคมีจากแหล่งข้อมูลหลายๆ แหล่ง ได้แก่ Shwartz et al. (2006a) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินการรู้เคมีโดยใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่างๆ ตามแนวคิดของ BSCS (1993) และ Bybee and Thompson (1997) ผนวกกับกรอบทฤษฎีการรู้เคมี ที่ Shwartz และคณะได้ร่วมกันพัฒนาขึ้นมา ประเมินการรู้เคมีกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในประเทศอิสราเอล โดยใช้เครื่องมือที่ต่างกันตามระดับของการรู้วิทยาศาสตร์ กล่าวคือ Shwartz ได้แบ่งระดับการรู้เคมีโดยใช้ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ BSCS (1993) และ Bybee and Thompson (1997) ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระดับทั่วไป (nominal scientific literacy) คือการที่สามารถจำแนกหลักการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ แต่ยังไม่มีความเข้าใจที่ไม่ชัดเจน 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระดับปฏิบัติงาน (functional scientific literacy) คือการที่สามารถอธิบายหลักการได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่มีความเข้าใจอยู่ภายใต้ข้อจำกัดอื่นๆ 3) ความรู้ในหลักการทางวิทยาศาสตร์ (conceptual scientific literacy) คือการที่เข้าใจในแนวคิดหลักบางอย่างของทฤษฎี และสามารถเชื่อมโยงความคิดเหล่านั้นเข้ากับความรู้พื้นฐานได้ รวมถึงความสามารถในการลำดับขั้นตอนและเข้าใจในกระบวนการการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบทาง

เทคโนโลยี และ 4) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในหลายมิติ (multidimensional scientific literacy) คือ การที่ความเข้าใจวิทยาศาสตร์และสามารถนำไปต่อยอดความรู้จากทฤษฎีและกระบวนการพิสูจน์ทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยมิติเชิงปรัชญา, ประวัติศาสตร์และสังคมในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการพัฒนาความเข้าใจและความชอบในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากความสัมพันธ์ใน ชีวิตประจำวัน อีกทั้ง Celik (2014) ได้ทำการประยุกต์ใช้ทฤษฎี 2 ทฤษฎีเช่นเดียวกับ Schwartz ใน การวัดการรู้เคมีกับนิสิตครูที่ประเทศตุรกี นอกจากนี้ Cigdemoglu and Geban (2015) ได้ทำการ พัฒนาระดับการรู้เคมีของนักเรียนผ่านเนื้อหาในวิชาอุณหพลศาสตร์กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาเอกชนในประเทศของตน

การวัดการรู้เคมีนั้นเป็นการตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมีในระดับพื้นฐาน ซึ่งผล ของการวัดการรู้เคมีจะส่งผลถึงการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการเลือกเรียนของนักเรียนที่สนใจจะเรียน ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลไปสู่การประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ในอนาคต เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวันและสายงานของตน รวมไปถึงการที่เป็นผลสะท้อนกลับให้ครูได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับชีวิตจริงมาก ขึ้น ซึ่งจากการศึกษาเอกสารพบว่าครูที่สอนเคมีส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นที่การสอนแต่ความรู้ด้านเคมีเพียง อย่างเดียว ขาดการบูรณาการในชีวิตจริง โดยครูจะต้องจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับ ชีวิตประจำวันโดยนำความรู้เคมีมาแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆได้ ทั้งนี้ผลของการวัดการรู้เคมี จะส่งผลถึงสถานศึกษาที่ทำให้ได้มองเห็นถึงความบกพร่องของหลักสูตรสถานศึกษาที่มุ่งเน้น เนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียว เป็นการเริ่มในการปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับปัญหาในสังคมที่สามารถ ใช้ความรู้ทางด้านเคมีในการแก้ปัญหา

จากการสังเคราะห์งานวิจัยในหลายๆ แหล่ง พบว่า การวัดการรู้เคมีนั้น ผู้พัฒนาแบบสอบ การรู้เคมีจะพัฒนาไปในรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น Schwartz et al. (2006a) และ Celik (2014) ได้ ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินการรู้เคมีโดยใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่างๆ โดยใช้เครื่องมือที่แปรไปตามระดับของการรู้เคมีในแต่ละมิติ คือ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระดับ ทั่วไป (nominal scientific literacy) ใช้ขอบเขตการรู้เคมีในด้านแนวคิดพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ และเคมี (scientific and chemical content knowledge) เป็นการวัดความคุ้นเคยในคำศัพท์หรือ หลักการทางเคมีและความสนใจที่จะเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ โดยใช้เครื่องมือวัดในรูปมาตราวัดของลิ เคิร์ต (Likert scale) 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระดับปฏิบัติงาน (functional scientific literacy) ใช้ขอบเขตการรู้เคมีในด้านแนวคิดพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และเคมี (scientific and chemical content knowledge) เป็นการวัดความสามารถในการอธิบายถึงหลักการบางอย่างในทางเคมี โดยใช้ เครื่องมือวัดในรูปของคำถามปลายเปิด 3) ความรู้ในหลักการทางวิทยาศาสตร์ (conceptual scientific literacy) ใช้ขอบเขตการรู้เคมีในด้านแนวคิดพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และเคมี (scientific

and chemical content knowledge) และบริบททางเคมี (chemistry in context) เป็นการวัดความสามารถในการอธิบายเชิงเคมีในปรากฏการณ์ประจำวัน โดยใช้เครื่องมือวัดในรูปของคำถามปรนัย 3 ตัวเลือก และ 4) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในหลายมิติ (multidimensional scientific literacy) ใช้ขอบเขตการรู้เคมีในบริบททางเคมี (chemistry in context) และทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (higher-order learning skills) เป็นการวัดความสามารถในการอธิบายถึงเรื่องสั้นที่กำหนดให้ โดยใช้เครื่องมือวัดในรูปของคำถามปลายเปิด นอกจากนี้การวัดเจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry) เป็นการวัดเจตคติและความสนใจในการเรียนเคมี โดยใช้เครื่องมือวัดในรูปมาตราวัดของออสกูต (Osgood scale)

Cigdemoglu and Geban (2015) ได้ทำการพัฒนาระดับการรู้เคมีของนักเรียนผ่านเนื้อหาในวิชาอุณหพลศาสตร์กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เขาได้ใช้กรอบแนวคิดการรู้เคมีของ Schwartz et al. (2006a) มาพัฒนาการเรียนการสอนในเรื่องอุณหพลศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลที่เรียกว่า Thermochemistry and thermodynamics concept test ซึ่งเขาได้พัฒนาขึ้นเองโดยใช้โครงสร้างข้อคำถามของ Yeo and Zadnik (2001) เครื่องมือชิ้นนี้ประกอบไปด้วย แบบสอบปรนัย 20 ข้อ มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาอุณหพลศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีเครื่องมืออีกชิ้นหนึ่งที่ทำกรวัดการรู้เคมี โดยเครื่องมือเป็นรูปแบบของคำถามปลายเปิด ใช้โครงสร้างข้อคำถามจากการวัดการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA และเป็นข้อคำถามที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Witte and Beers (2003)

ดังนั้นการดำเนินการวัดประเมินผลเพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนมีระดับการรู้เคมีเป็นอย่างไร มักใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แบบสอบ โดยการพัฒนาแบบสอบนั้นจะต้องคำนึงถึงความตรงและความเที่ยงของแบบสอบอยู่เสมอ ทั้งนี้การพัฒนาแบบสอบที่มีคุณภาพและวัดได้ตรงตามคุณลักษณะที่มุ่งวัดในแต่ละครั้งอาจจะใช้เวลาและค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก จึงส่งผลให้ผู้พัฒนาแบบสอบส่วนมากเลือกที่จะพัฒนาแบบสอบเพียงฉบับเดียวซึ่งตรงข้ามกับความเป็นจริงที่ควรสร้างหลายฉบับและหลายรูปแบบรวมทั้งไม่ทำให้เสี่ยงต่อการรั่วไหลของแบบสอบที่ถูกนำไปใช้แล้วอีกด้วย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาเครื่องมือที่สามารถช่วยในการอำนวยความสะดวกและใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแบบสอบที่มีคุณภาพ สามารถวัดได้ตรงตามคุณลักษณะที่แท้จริง โดยใช้เครื่องมือชนิดนี้เรียกว่า คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ ซึ่งเป็นเอกสารพื้นฐานที่ให้รายละเอียดในการสร้างข้อสอบ โดยเป็นสิ่งที่อธิบายถึงการประเมินที่เหมาะสมสำหรับเนื้อหานั้นๆ รวมไปถึงองค์ประกอบด้านอื่น ๆ โดยองค์กรทางการศึกษาในต่างประเทศได้ระบุองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบนั้น ได้แก่ คำแนะนำในการใช้คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของการสอบ รายละเอียดของมาตรฐาน/เนื้อหา/คุณลักษณะที่มุ่งวัด รูปแบบของข้อสอบ (Florida Department of Education, 2012; Minnesota Department of Education, 2012; Oklahoma

State Department of Education, 2010; Oregon Department of Education, 2012; อนันดา สันจิติวณิชย์, 2556)

นอกจากนี้ยังพบองค์ประกอบสำคัญที่ควรระบุไว้ในคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ นั่นคือ คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ซึ่งเป็นการอธิบายกฎเกณฑ์ในการสร้างข้อสอบ เพื่อความชัดเจนในการกำหนดคำถามและคำตอบ บ่งบอกกฎทุกอย่างของการเขียนข้อสอบ เช่น ระบุลักษณะของคำถาม ตัวเลือกและตัวลวง เพื่อให้เกิดการวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมยิ่งขึ้น มีการสร้างตัวอย่างข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนนให้เกิดมโนภาพในการสร้างข้อสอบที่ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สร้างข้อสอบสามารถนำไปใช้สร้างได้สะดวก เข้าใจได้ง่าย และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (เกษม สหราษฎร์พิทย์, 2531; เตือนใจ เกตุษา, 2549; สุเทพ สันติวรานนท์, 2533; สุมาลี จันทร์ชลอ, 2542)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาคุณลักษณะของแบบสอบการรู้เคมีขึ้น เพื่อสร้างแนวทางในให้กับครูและบุคลากรอื่นที่สนใจพัฒนาแบบวัดดังกล่าว ได้เข้ามาเรียนรู้และนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบที่มีคุณภาพทั้งด้านความตรงและความเที่ยงตามคุณลักษณะเฉพาะที่พัฒนาขึ้นอีกหลายฉบับ อีกทั้งยังป้องกันการถูกเปิดเผยของข้อสอบที่ทำการวัดไปแล้ว นอกจากนี้สามารถเป็นเครื่องมือที่ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลาที่อาจจะเกิดขึ้นในการสร้างแบบสอบด้วยตนเองในแต่ละครั้ง และเพื่อให้ได้ตัวอย่างข้อสอบและแบบสอบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบที่ได้กำหนดไว้ในการวัดและประเมินการรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้อย่างแท้จริง

คำถามวิจัย

1. คุณลักษณะเฉพาะและคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรจะมีลักษณะอย่างไร
2. ข้อสอบ แบบสอบ และคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ทั่วไปเพื่อพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขอบเขตการวิจัย

จากการที่ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ และการรู้เคมี ซึ่งได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบการรู้เคมี ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์องค์ประกอบจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งพบว่า องค์ประกอบโดยรวมของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ ได้แก่ คำแนะนำในการใช้คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของการสอบ รายละเอียดของมาตรฐาน/เนื้อหา/คุณลักษณะที่มุ่งวัด รูปแบบของข้อสอบ ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ตัวอย่างข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน (Florida Department of Education, 2012; Minnesota Department of Education, 2012; Oklahoma State Department of Education, 2010; Oregon Department of Education, 2012; อนันดา สันธิวิถินิชย์, 2556)

2. การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบการรู้เคมี ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์องค์ประกอบจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งพบว่า องค์ประกอบโดยรวมของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ได้แก่ องค์ประกอบ องค์ประกอบย่อย นิยาม ตัวชี้วัดตามหลักสูตร จุดประสงค์ รูปแบบข้อสอบ ลักษณะข้อคำถาม ลักษณะของคำตอบ ลักษณะของตัวถูก ลักษณะของตัวลวง ตัวอย่างข้อสอบ เกณฑ์การให้คะแนน (Kubiszyn & Borich, 1984; Popham, 1971; ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543; สุเทพ สันติวรานนท์, 2533; สุพัฒน์ สุขมลสันต์, 2539; สุมาลี จันทร์ชลอ, 2542)

3. การรู้เคมี (chemical literacy) ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์องค์ประกอบจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งพบว่า องค์ประกอบโดยรวมของการรู้เคมี ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

3.1 ความรู้ทางเคมี (chemical content) เป็นความรู้ในเนื้อหาเคมี โดยมี 2 กลุ่มความรู้หลัก คือ ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และ แนวคิดหลักในเคมี

3.2 บริบททางเคมี (chemical in context) เป็นความสามารถของการใช้ความรู้ทางเคมีไปอธิบายสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และ ควรเข้าใจในเรื่องการใช้ความรู้ทางเคมีมาปรับปรุงหรือพัฒนาวัสดุต่างๆ เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรมและมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางเคมี

3.3 ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill) เป็นการใช้ทักษะในการเรียนรู้ที่หลากหลายในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับบริบททางเคมี ได้แก่ ทักษะทางด้านภาษา ทักษะความรู้ขั้นพื้นฐาน ทักษะการเรียนรู้ ทักษะการสืบเสาะ และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.4 เจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry) เป็นความกระตือรือร้นในการสนใจหัวข้อใหม่ๆทางเคมี รวมไปถึงความรู้สึกต่างๆ ในเรื่อง วิทยาศาสตร์ในทางเคมี การเรียนการสอนเคมีในห้องเรียน

4. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 และ 2 กรุงเทพมหานคร

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การรู้เคมี (chemical literacy) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่รู้เกี่ยวกับบริบทต่างๆ ของเคมีและใช้ความรู้ทางเคมี ทักษะกระบวนการ และเจตคติต่อเคมีมาอธิบายประเด็นทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงใช้ความรู้ทางเคมีมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถประเมินได้จาก 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ด้านความรู้ทางเคมี (chemical content) ด้านบริบททางเคมี (chemical in context) ด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill) และด้านเจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry)

ความรู้ทางเคมี (chemical content) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงแนวคิดวิทยาศาสตร์พื้นฐานและแนวคิดหลักทางเคมีกับปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ รวมทั้งสามารถอธิบายและพิสูจน์ปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้อรรถนะเฉพาะของเคมี สามารถวัดได้ด้วย 2 ตัวบ่งชี้ คือ

1) **ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน** หมายถึง ความรู้ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ ในเชิงเคมีได้

2) **แนวคิดหลักทางเคมี** หมายถึง องค์ความรู้ทางเคมีที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้อรรถนะเฉพาะของเคมี ได้แก่ อธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้

บริบททางเคมี (chemical in context) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางเคมีไปใช้ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเคมีกับกระบวนการ

ทางสังคมและวัฒนธรรม อีกทั้งยังใช้ความรู้ทางเคมีในการตัดสินใจเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยีใหม่ๆ สามารถวัดได้ด้วย 3 ตัวบ่งชี้ คือ

1) **บริบทชีวิตประจำวัน** หมายถึง การใช้ความรู้ทางเคมีมาปรับปรุงหรือพัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด

2) **บริบทกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม** หมายถึง การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม

3) **บริบทการเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยี** หมายถึง การใช้ความเข้าใจในเคมีในการเลือกการตัดสินใจบริโภคผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีใหม่และมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางเคมี

ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill) หมายถึง ทักษะในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับบริบททางเคมี สามารถวัดได้ด้วย 2 ตัวบ่งชี้ คือ

1) **ทักษะการสืบเสาะ** หมายถึง การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี

2) **ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ** หมายถึง การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความในหนังสือพิมพ์และสื่อโฆษณาที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี

เจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry) หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อเคมีและกิจกรรมการเรียนรู้ทางเคมี สามารถวัดได้ด้วย 2 ตัวบ่งชี้ คือ

1) **มีความเป็นกลาง** หมายถึง ความรู้สึกที่ไม่เอียงในเชิงบวกและเชิงลบมากเกินไปต่อเคมีและการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้

2) **มีความสนใจ** หมายถึง ความตั้งใจจดจ่อในหัวข้อใหม่ๆ ทางเคมี ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ เช่น รายการทีวี หรือ การได้วาทีกันในเรื่องของผู้บริโภค เป็นต้น

คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง เอกสารที่ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ ประกอบไปด้วย บทนำ คำแนะนำในการใช้คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของการสอบ รายละเอียดของมาตรฐาน/เนื้อหา/คุณลักษณะที่มุ่งวัด แนวทางการสร้างข้อสอบ โครงสร้างของแบบสอบ รูปแบบของข้อสอบ ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ตัวอย่างข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน

คุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง สารสนเทศที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ ความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้อง

ความเหมาะสม และความเป็นไปได้ โดยประเมินด้วยแบบประเมินชนิดมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน

แบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบและเนื้อหาของข้อสอบที่กำหนดในคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ด้านความรู้ทางเคมี (chemical content) ด้านบริบททางเคมี (chemical in context) ด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill) และด้านเจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry) จำนวนทั้งสิ้น 25 ข้อ

คุณภาพของแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง สารสนเทศที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่

ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) หมายถึง คุณลักษณะของแบบสอบที่สามารถวัดได้ครอบคลุมและเป็นตัวแทนของเนื้อหาการรู้เคมี โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของนิยามและวัตถุประสงค์ของการรู้เคมี จากดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์และนิยามของการรู้เคมีที่ต้องการมุ่งวัด (item-objective congruency index: IOC)

ความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบที่สามารถวัดได้ครอบคลุมตรงตามคุณลักษณะหรือตามทฤษฎีของการรู้เคมี ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (second order confirmatory factor analysis) โดยใช้โปรแกรม LISREL

ความเที่ยง (reliability) หมายถึง คุณสมบัติของความคงเส้นคงวาของคะแนนที่ได้จากแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha method) โดยคำนวณจากโปรแกรม SPSS

ค่าอำนาจจำแนก (discrimination power of items) หมายถึง ความสามารถของข้อคำถามในแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในการจำแนกหรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างผู้สอบที่มีการรู้เคมีต่างกัน โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ในการแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ความยาก (item difficulty) คือ สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบข้อนั้นถูกกับนักเรียนทั้งหมด คำนวณโดยใช้โปรแกรม TAB

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีทั้งประโยชน์เชิงวิชาการและเชิงปฏิบัติ ดังนี้

1. ประโยชน์เชิงวิชาการ

1) ได้โมเดลการวัดการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นการพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และวิธีการพัฒนาแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

2) ได้คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้ครูผู้สอน นักการศึกษา และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานได้นำคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนานักเรียนต่อไป

2. ประโยชน์ในการนำไปปฏิบัติ

1) โรงเรียน หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่พัฒนาขึ้นไปใช้วัดการรู้เคมีของนักเรียน ทำให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนถึงระดับการรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายว่าอยู่ในระดับใด ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาการรู้เคมีและกิจกรรมที่ส่งเสริมการรู้เคมีให้เป็นไปตามนิยามต่อไป

2) ได้สารสนเทศเกี่ยวกับระดับการรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งสารสนเทศที่ได้นั้น สามารถใช้ในการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้เคมีตามความมุ่งหมายของการจัดการศึกษาได้อย่างตรงจุด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบและข้อสอบการรู้
เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยขอเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดย
แบ่งเป็น

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์

1.2 องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการรู้เคมี

2.1 ความหมายของการรู้เคมี

2.2 องค์ประกอบของการรู้เคมี

ตอนที่ 3 สารการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี

ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบและข้อสอบ

4.1 ความหมายและองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ

4.2 ความหมายและองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

ตอนที่ 5 การตรวจสอบคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบและข้อสอบ

5.1 การตรวจสอบคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ

5.2 การตรวจสอบคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

ตอนที่ 6 แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างข้อสอบ

6.1 การสร้างและการใช้แบบทดสอบ

6.2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบและข้อสอบ

ตอนที่ 7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้วิทยาศาสตร์พบว่า มีหน่วยงานและองค์กรต่างๆ ให้ความหมายและองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ในลักษณะต่างๆ ดังนี้

1.1 ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา หรือ OECD ได้นิยามการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง การรู้ใน 3 ด้าน คือ 1) รู้แนวคิด (concept) ทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น 2) รู้กระบวนการ (process) ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) รู้จักใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิต ซึ่ง โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ได้พูดถึงเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถของการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการระบุดำเนินการทางวิทยาศาสตร์การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ในการหาข้อสรุป และ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะทำความเข้าใจและช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ ผ่านกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งสอดคล้องกับ Fives and DiDonato-Barnes (2013) ที่อธิบายว่า เป็นความสามารถในการเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และตีความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏอยู่ในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นการเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิมในวิถีของแต่ละบุคคล ทั้งนี้องค์กรใหญ่อย่าง National Science Education Standards: NSES ได้ให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการรู้เข้าใจในแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่ได้นำมาใช้เพื่อการตัดสินใจสำหรับบุคคลซึ่งมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจ การรู้วิทยาศาสตร์ยังรวมถึงความสามารถของบุคคลในการถาม ค้นคว้า หรือตอบคำถามที่มาจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน แสดงให้เห็นว่าบุคคลมีความสามารถในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ทางธรรมชาติ นำมาซึ่งความสามารถในการอ่านด้วยความเข้าใจในบทความที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และมีส่วนร่วมในการสนทนาทางสังคมเกี่ยวกับความถูกต้องและข้อสรุปต่างๆ นอกจากนี้การรู้วิทยาศาสตร์ยังรวมถึงบุคคลที่สามารถระบุประเด็นทาง วิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของการตัดสินใจที่มีจุดยืนอยู่บนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสามารถที่จะประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของแหล่งที่มาและวิธีการที่ใช้สร้างข้อมูลนั้น รวมไปถึง ความสามารถของบุคคลในการประเมินข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของหลักฐานและการใช้ข้อสรุปจากข้อโต้แย้งดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม” ทั้งนี้ วรณงาม มาระครอง (2553) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่าเป็นความสามารถของการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเจตคติของเด็กที่ตอบสนองต่อประเด็นทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) เป็นความสามารถในการใช้วิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคลที่แสดงออกมาเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน

1.2 องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์

American Association for the Advancement of Science (1990) และ Shwartz et al. (2005) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบในการรู้วิทยาศาสตร์ได้ระดับต่างๆไปไว้ว่า การรู้วิทยาศาสตร์นั้น 1) จะต้องเข้าใจในธรรมชาติ มาตรฐาน และกระบวนการของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนองค์ความรู้ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2) เข้าใจคำสำคัญในแนวคิดเบื้องต้น ขั้นสูง และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 3) เข้าใจในกระบวนการทำงานร่วมกันระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี 4) ตระหนักและเข้าใจผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในด้านสังคม 5) มีความสามารถในการส่งต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการเขียน อ่าน และเข้าใจในอย่างเป็นระบบ และ 6) ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการใช้เหตุผลในชีวิตประจำวัน โดย Fives and DiDonato-Barnes (2013) ได้กำหนดองค์ประกอบการรู้วิทยาศาสตร์ ไว้ 6 องค์ประกอบ ได้แก่

1. บทบาทของวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สามารถระบุคำถามที่สามารถหาคำตอบได้ด้วยการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติของกระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เข้าใจถึงหลักวิทยาศาสตร์ทั่วไป

2. การคิดและปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ จดจำรูปแบบ ระบุตัวแปร ถามคำถามสำคัญเกี่ยวกับการออกแบบการศึกษา บรรลุ/วัดผลข้อสรุปซึ่งขึ้นกับหลักฐาน

3. วิทยาศาสตร์และสังคม เป็นองค์ประกอบที่สามารถประยุกต์ข้อสรุปเชิงวิทยาศาสตร์ใช้ในชีวิตประจำวัน ระบุการดำเนินการเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมีพื้นฐานจากการตัดสินใจเลือกวิถีทางเข้าใจบทบาทของวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจ

4. สื่อกลางความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สามารถพัฒนาคำถามเพื่อประเมินผลความถูกต้องของรายงานวิทยาศาสตร์ คำถามที่มาจากรายงานวิทยาศาสตร์

5. คณิตศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สามารถใช้คณิตศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ เข้าใจการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในวิทยาศาสตร์

6. ความเชื่อและแรงจูงใจต่อวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สามารถรู้คุณค่าของวิทยาศาสตร์ สมรรถภาพส่วนบุคคลในการรู้วิทยาศาสตร์ ญาณวิทยาส่วนบุคคลต่อวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (2555ก) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. บริบทของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นความรู้ในโลกธรรมชาติ และ ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นความรู้ในวิธีการหรือกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องของ การระบุประเด็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

4. เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่การตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์ด้วยความสนใจ สนับสนุน การสืบหาความรู้วิทยาศาสตร์และแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งต่างๆ

ทั้งนี้ วรรณงาม มาระครอง (2553) จำแนกองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ ไว้ 3 ประเด็น คือ การระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2.1 การสังเคราะห์องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ การรู้วิทยาศาสตร์	American Association for the Advancement of Science (1990)	National Science Education Standards: NSES (1996)	Shwartz (2005)	Organization for Economic Co- operation and Development	Helenrose และคณะ (2013)	วรรณงาม มาระครอง (2553)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (2555)	รวม (ร้อยละ)
บริบทของวิทยาศาสตร์			✓	✓	✓	✓	✓	5 (71.43)
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7 (100.00)
สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7 (100.00)
สื่อกลางความรู้ วิทยาศาสตร์					✓			1 (14.29)
คณิตศาสตร์ใน วิทยาศาสตร์	✓				✓			2 (28.57)
เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์		✓		✓	✓	✓	✓	5 (71.43)

จากการสังเคราะห์องค์ประกอบข้างต้นพบว่า องค์ประกอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการพูดถึงมากกว่าร้อยละ 60 ได้แก่ บริบทของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับกรอบโครงสร้างการประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA โดยรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. บริบทหรือสถานการณ์สำคัญสำหรับการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

ความรู้ไม่ได้เกิดขึ้นโดยตัวเอง แต่เกิดขึ้นตามสถานการณ์หรือบริบท เช่น สถานการณ์ที่เป็นประเด็นที่น่าสนใจที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล สุขภาพ สังคมวัฒนธรรม หรือ ชีวิตมนุษย์ การประเมินผลจึงอยู่ในสถานการณ์เหล่านั้น ซึ่งจะไม่จำกัดเฉพาะสถานการณ์ในโรงเรียนเท่านั้น อาจจะเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในระดับบุคคล ในระดับชุมชน จนกระทั่งสถานการณ์ในระดับโลก ซึ่งบริบทและระดับต่างๆ สามารถสรุปลงในตารางได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 บริบทหรือสถานการณ์สำคัญสำหรับการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

บริบท	ระดับส่วนตัว (ตนเอง ครอบครัว เพื่อน)	ระดับชุมชน (สังคม)	ระดับโลก
สุขภาพ	สุขภาพ อุบัติเหตุ โภชนาการ	ควบคุมโรค สุขภาพชุมชน การเลือกอาหาร	โรคระบาด การระบาดข้ามประเทศ
ทรัพยากร ธรรมชาติ	การใช้วัสดุ พลังงาน	การรักษาจำนวนประชากร คุณภาพชีวิต ความมั่นคง การผลิตและการกระจาย อาหาร การหาพลังงาน	ทรัพยากรที่เกิดขึ้นใหม่ได้ และไม่ได้ ระบบของ ธรรมชาติ การเพิ่ม ประชากร
คุณภาพ สิ่งแวดล้อม	พฤติกรรมที่เป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อม	การกระจายประชากร การ ทิ้งขยะ ผลกระทบต่อ สภาพแวดล้อม อากาศใน ท้องถิ่น	ความหลากหลายทาง ชีววิทยา ความยั่งยืนของ ระบบนิเวศ การเกิดและ การสูญเสียชีวิต
อันตราย พิชภัย	อันตรายจากธรรมชาติและ มนุษย์สร้างขึ้น	การเปลี่ยนแปลงกะทันหัน (แผ่นดินไหว คลื่นยักษ์ พายุ) การเปลี่ยนแปลงช้าๆ (การกัด เซาะ การตกตะกอน)	การเปลี่ยนแปลง บรรยากาศ ผลกระทบของ สงคราม
โลกของ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี	ความสนใจ การอธิบาย ปรากฏการณ์ งานอดิเรกที่ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ การกีฬา และการพักผ่อน ดนตรีและ เทคโนโลยีส่วนตัว	วัสดุใหม่ๆ เครื่องมือและ กระบวนการใหม่ การ ดัดแปลงพันธุกรรม เทคโนโลยีอาวุธ การคมนาคม ขนส่ง	การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต การสำรวจอวกาศ การเกิด จักรวาล

2. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

PISA ให้ความสำคัญการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งรวมกลุ่มสมรรถนะหลักๆได้สามกลุ่มได้แก่สมรรถนะในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (identify scientific issues) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (explaining phenomena scientifically) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (using scientific evidence) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.1.2 ระบุได้ว่าจะต้องใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือใดในการสำรวจตรวจสอบ(รู้คำตอบสำหรับการค้นคว้า)

2.1.3 รู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

2.2 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.1 ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน

2.2.2 บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.3 ระบุบอกได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล

2.3 การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 ตีความหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ลงข้อสรุปและสื่อสารข้อสรุป

2.3.2 ระบุข้อตกลงเบื้องต้นประจักษ์พยาน (หลักฐาน) ที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป

2.3.3 แสดงให้เห็นว่าเข้าใจแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทต่างๆ

2.3.4 สะท้อนถึงนัยของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ต้องการประเมินนักเรียนในความสามารถต่อไปนี้

1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์

1.1 รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์

คำถามการประเมินสมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนแยกแยะปัญหา/คำถามที่เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ออกจากปัญหาประเภทอื่น ๆ ที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนระบุว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์หรือคำถามใดที่จะสำรวจ

ตรวจสอบไม่ได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์นักเรียนอาจเสนอแนะวิธีการที่จะใช้หาคำตอบต่อปัญหาที่มีอยู่

1.2 บอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้า

ในการที่จะรู้ว่าคำถามใดตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนจะต้องสามารถบอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้าและหาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบได้นั้นคือจะต้องระบุได้ว่าจะต้องใช้สาร ข้อมูลหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบสมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนตอบว่าในคำถาม/ปัญหาที่กำหนดให้ให้นักเรียนจำเป็นต้องรู้สารใดบ้าง ใช้ข้อมูลใดหรือต้องหาประจักษ์พยานหรือหลักฐานใดเพื่อที่ได้ออกแบบวางแผนที่เก็บข้อมูลได้ถูก

1.3 รู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

การแสดงความสามารถในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์นักเรียนจะต้องรู้ลักษณะที่สำคัญของการตรวจสอบเช่นรู้ว่าการทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไรจะต้องเปรียบเทียบอะไรควบคุมตัวแปรใดและเปลี่ยนแปลงตัวแปรใดจะต้องค้นคว้าสารและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีกและจะต้องทำอะไรอย่างไรจึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้

2. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนแสดงสมรรถนะนี้โดยการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์หนึ่งๆสมรรถนะนี้รวมถึงการบรรยายและการตีความปรากฏการณ์และคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น การประเมินจะรวมถึงการให้นักเรียนระบุว่าคำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร

3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะนี้ต้องการให้ผู้เรียนมีความหมายและความสำคัญในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการคิด การบอกเล่า การสื่อสาร โดยต้องแสดงว่ามีความรู้และทักษะในด้านต่อไปนี้

3.1 รู้ว่าจะต้องใช้ประจักษ์พยาน

3.2 สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

3.3 สื่อสารผ่านข้อมูล

3.4 แสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ : แนวคิดและเนื้อหา

3.1 ความรู้วิทยาศาสตร์ คือองค์ความรู้ซึ่งเป็นความรู้ของโลกธรรมชาติ เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา โดยครอบคลุมในเรื่องต่อไปนี้

3.1.1 วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม

3.1.2 วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ

3.1.3 วิทยาศาสตร์ในเทคโนโลยี

3.2 ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้เชิงกระบวนการ ประกอบไปด้วย

3.2.1 การหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์

3.2.2 การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4. เจตคติทางวิทยาศาสตร์

เป้าหมายหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนพัฒนาเจตคติ โดย PISA เชื่อว่า การรู้วิทยาศาสตร์นั้น ทุกคนจะต้องมีความเชื่อ เจตคติ แรงบันดาลใจ ฯลฯ ซึ่งจะประเมินใน 3 กลุ่ม คือ

4.1 ความสนใจในวิทยาศาสตร์

4.1.1 แสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์

4.1.2 ตั้งใจที่จะหาความรู้ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และมีความสนใจต่อเนื้อหา
พิจารณาอาชีพการงานทางวิทยาศาสตร์

4.2 การสนับสนุนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

4.2.1 ยอมรับความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในต่างมุมมอง

4.2.2 สนับสนุนการใช้ความจริงในการอธิบายเหตุผล

4.2.3 แสดงออกว่ามีการสร้างข้อสรุป มีกระบวนการและความเห็นเป็นเหตุเป็นผล
อย่างระมัดระวัง

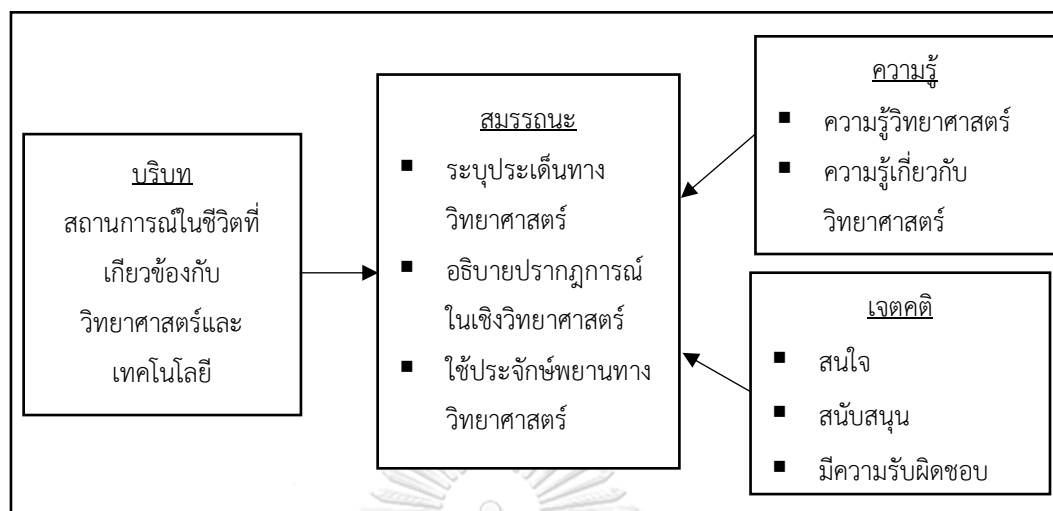
4.3 การรับผิดชอบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

4.3.1 แสดงออกถึงความรับผิดชอบต่อส่วนบุคคลในอันที่จะรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน

4.3.2 แสดงความตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการกระทำของตน

4.3.3 แสดงความเต็มใจที่จะมีบทบาทในการรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

องค์ประกอบความรู้วิทยาศาสตร์แต่ละด้าน มีความสัมพันธ์กัน ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความรู้วิทยาศาสตร์แต่ละด้าน

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการรู้เคมี

2.1. ความหมายและองค์ประกอบของการรู้เคมี

Shwartz et al. (2006a) ได้นิยามรายละเอียดของความรู้ทางเคมีว่าเป็นความเข้าใจของบุคคล ในด้านความรู้ทางเคมี (chemical content) ด้านบริบททางเคมี (chemical in context) ด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill) และ ด้านเจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry)

นิยามการรู้เคมีของ Shwartz ได้รับการยอมรับในวงกว้างในหมู่นักเคมี, นักการศึกษา และครูผู้สอนวิชาเคมีโรงเรียนมัธยมปลาย โดยมีกระบวนการพัฒนาประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

- 1) สัมภาษณ์นักเคมีและนักวิจัยทางการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อรวบรวมแนวคิดหลากหลายไว้เป็นแนวทางในการพิจารณาเพิ่มเติม
- 2) ดำเนินโครงการพัฒนาในระยะยาว ซึ่งครูผู้สอนวิชาเคมีระดับมัธยมปลายจึงต้องอภิปรายและสะท้อนปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางเคมี และการสอนเคมี (Shwartz et al., 2005) มุมมองของครูผู้สอนจะให้ผลตอบกลับในรูปของการทำงานและการปฏิบัติตรงข้ามกับทฤษฎีความรู้ส่วนบุคคลที่มีเพียงส่วนน้อยที่บรรลุผลได้จริง
- 3) ตรวจสอบการยอมรับเกี่ยวกับเนื้อหาของการนิยาม

Shwartz et al. (2006b) ได้อธิบายว่า ผู้ที่จะรู้เคมีนั้น จะต้องเป็นบุคคลที่มีความสามารถ ดังนี้

1. ความรู้ทางเคมี

1.1 ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

1.1.1 เคมีเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง อีกทั้งมีการสืบเสาะหาความรู้ ข้อสรุป และนำเสนอทฤษฎี ในการอธิบายธรรมชาติของโลก

1.1.2 ความรู้วิชาเคมีสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาทางวิทยาศาสตร์ อื่นๆได้ เช่น ด้านธรณีวิทยา ด้านชีววิทยา เป็นต้น

1.2 แนวคิดหลักทางเคมี

1.2.1 วิชาเคมีอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้าง โมเลกุลของสาร

1.2.2 วิชาเคมีพิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์

1.2.3 วิชาเคมีพิสูจน์กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.2.4 วิชาเคมีมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เข้าใจและอธิบายชีวิตในรูปแบบของ กระบวนการและโครงสร้างทางเคมี

2. บริบททางเคมี บุคคลผู้รู้เคมี สามารถที่จะ

2.1 ยอมรับความสำคัญของความรู้ทางเคมีในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในทุกวัน

2.2 ใช้ความเข้าใจในวิชาเคมีของตนในชีวิตประจำวัน อย่างเช่น การบริโภคผลิตภัณฑ์ และเทคโนโลยีใหม่ การตัดสินใจ และมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทาง เคมี

2.3 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างนวัตกรรมทางเคมีและกระบวนการทางสังคมวิทยา

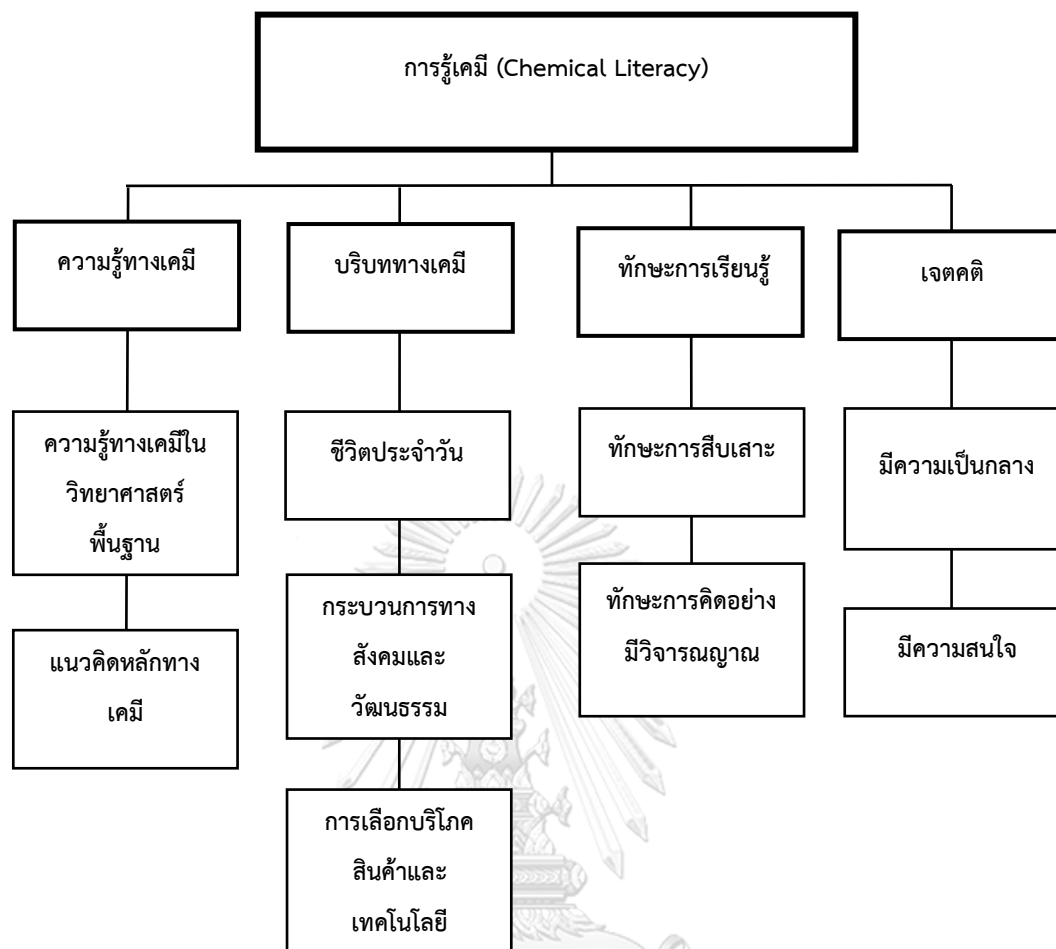
3. ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง

บุคคลผู้รู้เคมีสามารถอภิปรายปัญหาทางเคมี เพื่อมองหาข้อมูลและโยงความสัมพันธ์กัน สามารถวิเคราะห์การได้-เสียประโยชน์ได้หลากหลายประเด็น

4. เจตคติต่อเคมี

บุคคลผู้รู้เคมีจะมีมุมมองทางเคมีที่เป็นจริงและเป็นกลาง และการประยุกต์ใช้ ยิ่งไปกว่านั้น พวกเขาให้ความสนใจในปัญหาทางเคมีอย่างชัดเจน โดยเฉพาะขอบเขตงานที่ไม่เป็นทางการ (เช่น รายการโทรทัศน์)

Shwartz ได้ทำการศึกษาด้านความรู้ทางเคมีโดยเฉพาะ (Shwartz et al., 2006a; Shwartz et al., 2005) ซึ่งได้พัฒนานิยามการเรียนรู้ทางเคมี จนได้องค์ประกอบทั้งสิ้น 4 องค์ประกอบที่กล่าวไว้ข้างต้น ได้แก่ เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์และเคมี บริบททางเคมี ทักษะการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น และเจตคติต่อเคมี ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบของการรู้เคมี

จากแผนภาพองค์ประกอบของการรู้เคมี สามารถอธิบายรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบได้ดังนี้

1. ความรู้ทางเคมี (chemical content)

1.1 ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

เคมีเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง อีกทั้งมีการสืบเสาะหาความรู้ ข้อสรุป และนำเสนอ ทฤษฎี ในการอธิบายธรรมชาติของโลก ซึ่งความรู้วิชาเคมีสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ได้ เช่น ด้านธรณีวิทยา ด้านชีววิทยา เป็นต้น

1.2 ลักษณะเฉพาะของเคมี (แนวคิดหลัก)

วิชาเคมีอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ พิสูจน์กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงาน ระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เข้าใจและอธิบายชีวิตในรูปแบบของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมี ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเรียนรู้การทดลอง

การศึกษาทางด้านเคมีจะให้ความสำคัญในเรื่องของการทดลองซึ่งจำเป็นที่จะต้องสอนให้นักเรียนได้รู้และมีความเข้าใจในกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจได้ว่าวิทยาศาสตร์สามารถที่จะอธิบายโลกของธรรมชาติได้โดยใช้กระบวนการในการคำนวณ จำพวก กฎทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจในกระบวนการสืบเสาะ เข้าใจความหมายของการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การสรุปและอภิปรายผลการทดลอง และเข้าใจในทฤษฎีที่ใช้ในการทดลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

โครงสร้าง (คำสำคัญ : อะตอม โมเลกุล พันธะ และ โครงสร้าง)

มีความเข้าใจในเรื่องของอนุภาคโดยสามารถอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสถานะและการเปลี่ยนแปลงของสารได้ เข้าใจถึงสารเชิงซ้อนที่อยู่ในโลกซึ่งสัมพันธ์กับธาตุจำนวนน้อยๆ เข้าใจเกณฑ์ในการจำแนกความแตกต่างของธาตุและอะตอม เข้าใจในแนวคิดของโมเลกุลและแนวคิดของความแตกต่างกันระหว่างโมเลกุลของธาตุกับโมเลกุลของสารประกอบ รู้ถึงโครงสร้างทั่วไปของวัตถุ เช่น โมเลกุลไอออนิก โควาเลนต์ โลหะ และผลึกโครงร่างตาข่าย เข้าใจพันธะเคมีที่เกิดจากความสมดุลกันของแรงระหว่างประจุโดยใช้กฎของคูโลมมในการอธิบายปรากฏการณ์นี้ และสามารถจัดกลุ่มของสารที่เป็นไปตามชนิดของอนุภาคและโครงสร้าง ได้แก่ สารที่เป็นโลหะ ไอออนิก สารประกอบ และพอลิเมอร์

ไดนามิกส์ (คำสำคัญ : ปฏิริยาเคมี)

มีความเข้าใจถึงปฏิริยาเคมีที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและพันธะของสาร ซึ่งมวลของสารก่อนทำปฏิริยาจะเท่ากับมวลหลังทำปฏิริยาที่เป็นไปตามกฎทรงมวล เข้าใจถึงปฏิริยาเคมีเกิดขึ้นในธรรมชาติตลอดเวลาทั้งในสิ่งที่มีชีวิตและสิ่งที่ไม่มีชีวิต สามารถที่จะพูดอธิบายบางปฏิริยาเคมีบางชนิดในธรรมชาติได้ เช่น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หรือ ปฏิริยาระหว่างกรดกับหินปูน และเข้าใจแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับพลังงานกระตุ้น กฎของตัวเร่งปฏิริยา และ เอนไซม์

พลังงาน

มีความเข้าใจในเรื่องปฏิริยาเคมีที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงพลังงาน เข้าใจถึงปฏิริยาคายความร้อนนั้นถูกใช้เพื่อที่จะทำให้เกิดพลังงาน มีความเข้าใจในความหมายของกฎการอนุรักษ์พลังงาน เข้าใจถึงอุณหภูมิที่มีความสัมพันธ์กับความร้อนแต่มีแนวคิดที่ต่างกัน และมีความเข้าใจถึงการทำปฏิริยากันระหว่างวัตถุกับกัมมันตภาพรังสีจะเกิดพลังงานขึ้น

2. บริบททางเคมี (chemical in context)

เป็นความสามารถของการใช้ความรู้ทางเคมีไปอธิบายสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน คนที่จะเป็นผู้รู้เคมีนั้น ควรเข้าใจในเรื่องของการใช้ความรู้ทางเคมีมาปรับปรุงหรือ

พัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด อธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ที่สัมพันธ์กับความรู้ทางเคมีได้ เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคม และวัฒนธรรม และใช้ความเข้าใจในเคมีของตนในชีวิตประจำวัน

3. ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill)

การที่จะเป็นครูเคมีได้นั้น จะต้องใช้ทักษะในการเรียนรู้ที่หลากหลายในการให้ข้อมูล เกี่ยวกับบริบททางเคมี ได้แก่ ทักษะทางด้านภาษา เช่น การอ่าน การเขียน การฟัง และการสื่อสาร ทักษะความรู้ขั้นพื้นฐาน เช่น การจัดกลุ่ม การจำแนกความต่าง ทักษะการเรียนรู้ เป็นความสามารถที่จะต้องใช้ความรู้ มีความเข้าใจในการรับความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และมีความสามารถในการจัดกระทำข้อมูล ทักษะการสืบเสาะ คนที่รู้เคมีควรจะสามารถจำหรือมีความรู้เรื่องใดนั้น จะอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นความสามารถในการที่จะต้องพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความในหนังสือพิมพ์และสื่อโฆษณา

4. เจตคติต่อเคมี (Attitude toward chemistry)

Salta and Tzougraki (2004) กล่าวว่า เจตคติต่อเคมี คือ กลุ่มของความรู้สึกทั้งทางบวก และทางลบที่เกี่ยวข้องกับเคมี โดยทำการวัดเจตคติต่อเคมีด้วยแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีตามวิธีการวัดของลิเคิร์ท ซึ่งมีข้อคำถามทั้งสิ้น 30 ข้อ ลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เช่นเดียวกับ Nyunt and Aye (2015) ที่ทำการวัดเจตคติต่อเคมีด้วยแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีตามวิธีการวัดของลิเคิร์ท ลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ แต่จะแตกต่างที่ Nyunt and Aye ได้ กล่าวถึง เจตคติต่อเคมี ว่าเป็นความรู้สึกที่มีต่อความเข้าใจในสถานการณ์ทางเคมี

นักการศึกษาอย่าง Cheung (2009) กล่าวว่า เจตคติต่อเคมี เป็นความเอนเอียงในการตอบสนองทั้งที่ไม่ชอบและชอบด้วยรูปแบบของการได้รับการเรียนวิชาเคมี ซึ่งทำการวัดเจตคติต่อเคมีด้วยแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีตามวิธีการวัดของลิเคิร์ท ลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 7 ระดับ โดยแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อยๆ ได้แก่

1. การเชื่อมโยงทฤษฎีทางเคมีในบทเรียน เป็นการเน้นไปยังความรู้สึกและอารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางเคมี ซึ่งมีผลต่อการเรียนในโรงเรียน
2. การเชื่อมโยงการปฏิบัติการทดลองทางเคมี เป็นการแบ่งการตอบสนองของนักเรียนต่อการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะแสดงความรู้สึกเชิงบวกต่อการปฏิบัติการทดลองทางเคมี
3. ความเห็นเชิงประเมินเกี่ยวกับวิชาเคมีในโรงเรียน เป็นการแสดงออกในการประเมินว่าชอบ หรือ ไม่ชอบต่อการจัดการเรียนวิชาเคมีของครูผู้สอน

4. แนวโน้มเชิงพฤติกรรมในการเรียนเคมี เป็นการเน้นไปยังพฤติกรรมของนักเรียนต่อการเรียนเคมี

Shwartz et al. (2005) ได้กล่าวถึง เจตคติต่อเคมี ว่า เป็นความรู้สึกผสมผสานและเสมอภาคต่อเคมีและเป็นความกระตือรือร้นที่สนใจในหัวข้อใหม่ๆทางเคมี ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ โดยได้ทำการวัดเจตคติต่อเคมีด้วยแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีตามวิธีการวัดของออสกูด ทั้งสิ้น 18 ข้อความ ในส่วนของวิทยาศาสตร์ทางเคมีและเคมีในชั้นเรียน

นอกจากนี้ ทรายทอง พวกสันเทียะ (2553) ได้สรุปความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude toward science) ว่าเป็นอารมณ์ ความรู้สึกโดยทั่วไปของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเชื่อ ค่านิยม และความรู้สึกในด้านคุณธรรมและจริยธรรม อีกทั้ง ได้นิยามความหมายของเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า เป็นแนวโน้มของความรู้สึก ความคิดที่อยู่ภายในจิตใจของบุคคล ซึ่งเกิดจากการประเมินค่าต่อเป้าเจตคติที่เข้าไปสัมผัส และพร้อมที่จะกระตุ้นให้แสดงพฤติกรรมออกมาตามความโน้มเอียงทางบวก

ตอนที่ 3 สารการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 13 มาตรฐาน ซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในด้านเคมี ประกอบไปด้วย 2 มาตรฐานการเรียนรู้ ได้แก่

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรีเรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรีเรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (2555ก) ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งในรายวิชาเคมีนั้น ได้กำหนดให้เป็นสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยแยกตามระดับชั้นในช่วงชั้นที่ 1 - 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) และแยกตามช่วงชั้น ในช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6)

กลุ่มพัฒนาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ (2559) ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลางต้องรู้และควรรู้ ซึ่งได้จัดทำนิยามของตัวชี้วัดต้องรู้และควรรู้ ดังนี้

1. ตัวชี้วัดต้องรู้ หมายถึง สิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ และผู้เรียนทุกคนจำเป็นต้องเรียนรู้ โดยมีการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ และเป็นเกณฑ์สำคัญ สำหรับการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียนระดับชั้นเรียนและระดับชาติ

2. ตัวชี้วัดควรรู้ หมายถึง สิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ และผู้เรียนทุกคนควรเรียนรู้ โดยผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ หรือศึกษาได้ด้วยตนเอง หรือศึกษา จากสิ่งรอบตัวและชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมจากกิจกรรมเสริมความรู้ต่าง ๆ และเป็น เกณฑ์สำหรับการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียนระดับชั้นเรียน

กลุ่มพัฒนาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ (2559) ได้กำหนดให้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ มีตัวชี้วัดที่ต้องรู้ จำนวน 339 ตัวชี้วัด และ ตัวชี้วัดที่ควรรู้ จำนวน 6 ตัวชี้วัด สำหรับการ วิจัยในครั้งนี้ จะใช้ตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

รหัสตัวชี้วัด	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ต้องรู้	ควรรู้
ว 3.1 ม.4-6/1	สืบค้นข้อมูลและอธิบาย โครงสร้างอะตอม และ สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของ ธาตุ	<ul style="list-style-type: none"> – นักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลจากการศึกษา โครงสร้างอะตอม สร้างแบบจำลอง อะตอมแบบต่าง ๆ ที่มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง – อะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐาน สำคัญ 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน จำนวนโปรตอนใน นิวเคลียส เรียกว่า เลขอะตอม ผลรวม ของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอน เรียกว่า เลขมวล ตัวเลขทั้งสองนี้จะปรากฏอยู่ในสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของ ไอโซโทปต่าง ๆ ของธาตุ 	✓	
ว 3.1 ม.4-6/2	วิเคราะห์และอธิบายการ จัดเรียงอิเล็กตรอนใน อะตอม ความสัมพันธ์	<ul style="list-style-type: none"> – อิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุจะจัดเรียง อยู่ในระดับพลังงานต่าง ๆ และในแต่ละ 	✓	

รหัสตัวชี้วัด	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ต้องรู้	ควรรู้
	ระหว่างอิเล็กทรอนิกส์ในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุ และ การเกิดปฏิกิริยา	ระดับพลังงานจะมีจำนวนอิเล็กตรอนเป็นค่าเฉพาะ — อิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดจะแสดงสมบัติบางประการของธาตุ เช่น ความเป็นโลหะ อโลหะ และเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาของธาตุนั้น		
ว 3.1 ม.4-6/3	อธิบายการจัดเรียงธาตุและทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ	— ตารางธาตุปัจจุบัน จัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมและอาศัยสมบัติที่คล้ายกัน ทำให้สามารถทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุได้	✓	
ว 3.1 ม.4-6/4	วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงผลึกและ โมเลกุลของสาร	— แรงแยัดเหนี่ยวระหว่างไอออนหรืออะตอมของธาตุให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึก หรือโมเลกุล เรียกว่า พันธะเคมี — พันธะเคมีแบ่งออกเป็น พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ	✓	
ว 3.1 ม.4-6/5	สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลวและสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร	— จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสารมีความเกี่ยวข้องกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น สารที่อนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวหรือพันธะเคมีที่แข็งแรง จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง สารในสถานะของแข็งอนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงที่แข็งแรงกว่าสารในสถานะของเหลวและแก๊สตามลำดับ	✓	

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

รหัสตัวชี้วัด	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ต้องรู้	ควรรู้
ว 3.2 ม.4-6/1	ทดลองอธิบายและเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายผลของสารเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> — ในชีวิตประจำวันจะพบเห็นปฏิกิริยาเคมีจำนวนมาก ทั้งที่เกิดในธรรมชาติและมนุษย์เป็นผู้กระทำ ปฏิกิริยาเคมีเขียนแทนได้ด้วยสมการเคมี — มนุษย์นำสารเคมีมาใช้ประโยชน์ ทั้งในบ้านในทางการเกษตร และอุตสาหกรรม แต่สารเคมีบางชนิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม 	✓	
ว 3.2 ม.4-6/2	ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> — ปริมาณของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลาเรียกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และปริมาณของสารที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นอาจวัดจากค่าความเข้มข้น ปริมาตร หรือมวลของสาร ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสาร — ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การควบคุมปัจจัยเหล่านี้เพื่อทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้น ในอัตราที่เหมาะสมสามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ 	✓	
ว 3.2 ม.4-6/3	สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ	<ul style="list-style-type: none"> — การสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์ที่ทับถมอยู่ใต้ทะเลอย่างต่อเนื่องภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงนานนับล้านปี จะเกิดเป็นปิโตรเลียม โดยมีได้ทั้งสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ซึ่งมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลาย 	✓	

รหัสตัวชี้วัด	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ต้องรู้	ควรรู้
ว 3.2 ม.4-6/3 (ต่อ)		<p>ชนิดรวมกันและอาจมีสารประกอบอื่น ๆ ปะปน อยู่ด้วย</p> <p>การนำแก๊สธรรมชาติมาใช้ประโยชน์จะต้อง ผ่านกระบวนการแยกแก๊ส ส่วนของเหลว หรือน้ำมันดิบจะแยกโดยการกลั่นลำดับ ส่วน</p>		
ว 3.2 ม.4-6/4	<p>สืบค้นข้อมูลและ อภิปรายการนำ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการ แยกแก๊สธรรมชาติและ การกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลของผลิตภัณฑ์ ต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม</p>	<ul style="list-style-type: none"> — มีเทน อีเทน โพรเพน และบิวเทน เป็น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติ และกลั่นลำดับ ส่วนน้ำมันดิบ นำมาใช้เป็น เชื้อเพลิงและสารตั้งต้นสารผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ซึ่งมีจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น นำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน — การสัมผัสตัวทำละลายและไฮโดรคาร์บอน บางชนิดในรูปของไอและของที่ใช้แล้วอาจ เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ รวมถึงการกำจัด อย่างไม่ถูกวิธีก็จะมีผลต่อสิ่งแวดล้อมด้วย 	✓	
ว 3.2 ม.4-6/5	<p>ทดลองและอธิบายการ เกิดพอลิเมอร์ สมบัติของ พอลิเมอร์</p>	<ul style="list-style-type: none"> — พอลิเมอร์เป็นสารประกอบที่มีแกลกซ์มีขนาด ใหญ่เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกัน ด้วยพันธะโคเวเลนต์ มีทั้งที่เกิดใน ธรรมชาติ และสังเคราะห์ขึ้น — ปฏิกริยาที่มอนอเมอร์รวมกันเป็นพอลิ เมอร์เรียกว่า ปฏิกริยาพอลิเมอไรเซชัน ซึ่ง อาจเป็นแบบควบแน่น หรือแบบเติม — พอลิเมอร์มีหลายชนิด แต่ชนิดอาจมี สมบัติบางประการเหมือนกันและบาง ประการแตกต่างกัน 	✓	

รหัสตัวชี้วัด	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ต้องรู้	ควรรู้
ว 3.2 ม.4-6/6	อภิปรายการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่เกิดจากการผลิต และใช้พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> — พอลิเมอร์นำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันตามสมบัติของพอลิเมอร์ ชนิดนั้น ๆ เช่น ใช้พลาสติกทำ ใช้เส้นใยสังเคราะห์ ทำเครื่องนุ่งห่ม — พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน บางชนิดสลายด้วยยาก การใช้อย่างฟุ่มเฟือยและไม่ระมัดระวัง อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ 	✓	
ว 3.2 ม.4-6/7	ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต	<ul style="list-style-type: none"> — คาร์โบไฮเดรตจัดเป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิต พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวันเช่น น้ำตาล แป้ง เซลลูโลส และไกลโคเจนโดยมีน้ำตาลเป็นหน่วยย่อยสำคัญ ซึ่งประกอบด้วยธาตุ CH และ O การตรวจสอบชนิดของน้ำตาล ทำได้โดยใช้สารละลายเบนดิคต์ 	✓	
ว 3.2 ม.4-6/8	ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน	<ul style="list-style-type: none"> — ไขมันและน้ำมัน เป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ เกิดจากการรวมตัวของกรดไขมันกับกลีเซอรอล กรดไขมันมีทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน — ไขมันและน้ำมันนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งการบริโภค และใช้ในอุตสาหกรรมการบริโภค ไขมันที่ขาดความระมัดระวังจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ 	✓	
ว 3.2 ม.4-6/9	ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีน และกรดนิวคลีอิก	<ul style="list-style-type: none"> — โปรตีนเป็นสารที่ช่วยในการเจริญเติบโต เสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อหน่วยย่อยของโปรตีน คือกรดอะมิโน ซึ่งมีทั้งกรดอะมิโนจำเป็นและไม่จำเป็น มีธาตุองค์ประกอบสำคัญคือ CHON การทดสอบโปรตีนในอาหารใช้สารละลาย CuSO_4 กับ NaOH 	✓	

รหัสตัวชี้วัด	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ต้องรู้	ควรรู้
ว 3.2 ม.4-6/9 (ต่อ)		— กรดนิวคลีอิกเป็นสารโมเลกุลใหญ่คล้ายโปรตีน ประกอบด้วย ธาตุ CHON ที่พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมี 2 ชนิด คือ DNA และ RNA ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการถ่ายทอดทางพันธุกรรม		

ทั้งนี้ กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนในวิชาเคมี เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไว้ดังนี้

1. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
3. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบและข้อสอบ

4.1. แนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ

4.1.1 องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ

Oklahoma State Department of Education (2010) ได้กำหนดองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบไว้ ได้แก่ วัตถุประสงค์ของการสอบ วัตถุประสงค์ของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ รูปแบบข้อสอบ เกณฑ์การให้คะแนน โครงสร้างแบบสอบ ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เกณฑ์ในการจัดวางข้อสอบ ระดับความซับซ้อน เวลาในการทำแบบสอบหลักเกณฑ์ในการสร้างข้อสอบ และ ตัวอย่างข้อสอบ

Florida Department of Education (2012) ระบุองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบไว้ ได้แก่ วัตถุประสงค์ของแบบสอบ ลักษณะของแบบสอบ รายละเอียดตามมาตรฐาน ลักษณะของข้อสอบ ระดับความซับซ้อน ตัวอย่างข้อสอบ แนวในการสร้างข้อสอบ โครงร่างแบบสอบ เกณฑ์การให้คะแนน และความยากง่ายของข้อสอบ

Minnesota Department of Education (2012) กำหนดองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบไว้ ได้แก่ บทนำ จุดประสงค์แบบสอบ จุดประสงค์ของคุณลักษณะเฉพาะแบบสอบ ลักษณะข้อสอบ ระดับความยากของข้อสอบของเนื้อหา มาตรฐาน/ตัวชี้วัด การออกแบบแบบสอบ คำแนะนำในการใช้คุณลักษณะเฉพาะแบบสอบ รูปแบบข้อสอบ คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ และความยากของแบบสอบ

Oregon Department of Education (2012) ให้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบไว้ ได้แก่ บทนำ รายละเอียดมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์ของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ จุดประสงค์ของการสอบรูปแบบข้อสอบ ตารางวิเคราะห์หลักสูตรการให้ค่าน้ำหนักของคะแนนแต่ละส่วน ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ระดับความยาก และ เกณฑ์การให้คะแนน

อนันดา สันฐิตินิพนธ์ (2556) ให้นิยามของ ลักษณะเฉพาะของแบบสอบ ว่าหมายถึง เอกสารที่กำหนดรายละเอียดของมาตรฐาน เนื้อหา รูปแบบของแบบสอบและข้อสอบ สำหรับผู้ออกข้อสอบและผู้ตรวจสอบ โดยระบุแนวทางการสร้างข้อสอบจากมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดและพัฒนาข้อสอบ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้出题ข้อสอบสามารถนำไปใช้สร้างข้อสอบได้สะดวก เข้าใจได้ง่าย และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

องค์ประกอบสำคัญของลักษณะเฉพาะของแบบสอบ ได้แก่ วัตถุประสงค์ของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของการสอบ รายละเอียดของมาตรฐาน/เนื้อหา/คุณลักษณะที่มุ่งวัด วัตถุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละมาตรฐาน แนวทางการสร้างข้อสอบ โครงสร้างของแบบสอบ รูปแบบของข้อสอบ ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ตัวอย่างข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน

ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงทำการสังเคราะห์องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 สั้งเคราะห์องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ

องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะ ของแบบสอบ	Florida Department of Education (2012)	Oregon Department of Education (2012)	Oklahoma State Department of Education (2010)	Minnesota Department of Education (2012)	อนันดา สันัฐิตวิพิทย (2556)	มุกพราย บวรนิธิกุล (2558)	จารุวรรณ เต็มสุข (2558)	ญานณี วัฒนกร (2558)	รวม (ร้อยละ)
1. บทนำ		✓		✓	✓	✓	✓	✓	6 (75)
2. คำแนะนำในการใช้ คุณลักษณะเฉพาะของแบบ สอบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8 (100)
3. วัตถุประสงค์ของ ลักษณะเฉพาะของแบบสอบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8 (100)
4. วัตถุประสงค์ของการสอบ		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7 (87.5)
5. รายละเอียดของมาตรฐาน/ เนื้อหา/คุณลักษณะที่มุ่งวัด	✓	✓			✓	✓	✓	✓	5 (62.5)
6. วัตถุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ ละมาตรฐาน					✓				1 (12.5)
7. แนวทางการสร้างข้อสอบ	✓				✓	✓	✓	✓	5 (62.5)
8. โครงสร้างของแบบสอบ	✓		✓		✓	✓	✓	✓	6 (75)
9. รูปแบบของข้อสอบ		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7 (87.5)
10. ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7 (87.5)
11. ตัวอย่างข้อสอบ	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	7 (87.5)
12. เกณฑ์การให้คะแนน	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	7 (87.5)
13. ระดับความซับซ้อน	✓		✓						2 (25)
14. ความยากง่ายของข้อสอบ	✓	✓		✓					3 (37.5)
15. ตารางวิเคราะห์หลักสูตร		✓	✓						2 (25)
16. การให้ค่าน้ำหนักของแต่ละ องค์ประกอบ		✓				✓	✓	✓	4 (50)
17. เกณฑ์การจัดวางข้อสอบ			✓						1 (12.5)
18. เวลาในการทำแบบสอบ			✓						1 (12.5)

จากการสังเคราะห์เอกสารข้างต้น พบว่า เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบที่ปรากฏอยู่ในเอกสารวิชาการต่างๆ ในเกณฑ์ ร้อยละ 60 ขึ้นไป พบว่า องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบจะประกอบด้วย บทนำ คำแนะนำในการใช้คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของการสอบ รายละเอียดของมาตรฐาน/เนื้อหา/คุณลักษณะที่มุ่งวัด แนวทางการสร้างข้อสอบ โครงสร้างของแบบสอบ รูปแบบของข้อสอบ ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ตัวอย่างข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน

4.2 แนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

4.2.1 ความหมายของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

เกษม สาหรัยทิพย์ (2531) อธิบายเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบไว้ว่าเป็นกฎเกณฑ์ของข้อสอบที่ได้สร้างขึ้นอย่างเด่นชัด รัดกุม รอบคอบ มีเหตุผล มีความเป็นปรนัย และวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ คุณลักษณะเฉพาะจึงเป็นตัวกำหนดให้ข้อสอบมีความสมบูรณ์ด้วยคุณภาพทุกด้าน ในขณะที่ สุเทพ สันติวรานนท์ (2533) ระบุว่า คุณลักษณะของข้อสอบ เป็นระบบหรือกฎเกณฑ์อย่างมีเหตุผลและชัดเจนในการกำหนดคำถาม กำหนดคำตอบที่ชัดเจนรัดกุม สมบูรณ์ มีความเป็นปรนัย โดยนำพฤติกรรมมาสร้างเป็นพฤติกรรมย่อยที่ชัดเจนโดยเรียนว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นอกจากนี้ สุมาลี จันทรชลอ (2542) ให้ความหมายของคุณลักษณะของข้อสอบว่าเป็นเทคนิคที่ช่วยในการควบคุมกรอบพฤติกรรมของผู้เข้ารับการสอบ ซึ่งบ่งบอกกฎต่างๆไปของการเขียนข้อสอบ เช่น คำถามควรจะมีลักษณะใด ตัวเลือกและตัวลวงจะมีลักษณะอย่างไร ทั้งนี้ คุณลักษณะของข้อสอบจะใช้เป็นลำดับรายละเอียดของพฤติกรรมที่จะถูกวัดอีกด้วย อีกทั้ง เตือนใจ เกตุษา (2549) ได้อธิบายความหมายของคุณลักษณะของข้อสอบว่า เป็นระเบียบหรือกฎเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ครูสามารถเขียนข้อสอบให้รัดกุม และวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมยิ่งขึ้น

จากผู้ที่ให้นิยามของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ หมายถึง กฎเกณฑ์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบของครูผู้สอน เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนนั้นมีความเป็นปรนัยและวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างมีคุณภาพ

4.2.2. ความสำคัญของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

เตือนใจ เกตุษา (2549) ได้ให้ความสำคัญของการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบไว้ว่าจะช่วยทำให้ครูสามารถบูรณาการจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมย่อยเข้าเป็นกลุ่มเป็นพวกเดียวกัน ซึ่งจะช่วยให้ครูสามารถมองเห็นภาพรวมใหญ่ๆว่า การสอนในวิชานั้นๆ เน้นด้านใดบ้าง ด้านใดสำคัญมากน้อยกันตามลำดับ ซึ่งจะทำให้ครูสามารถออกข้อสอบได้ตรงกับจุดมุ่งหมายของการสอนมากยิ่งขึ้น

4.2.3. รูปแบบในการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

Popham (1971) กล่าวว่า การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

1. คำอธิบายทั่วไป (general description) หมายถึง การอธิบายสั้น ๆ ของคุณลักษณะของพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อสอบ
2. ตัวอย่างข้อสอบ (sample item) หมายถึง ตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของการสร้างข้อสอบ โดยมีเป้าหมาย 2 ประการ ดังนี้

2.1 เพื่อให้ผู้สร้างข้อสอบได้เห็นตัวอย่างในการสร้างข้อสอบ เพราะการสร้างข้อสอบนั้นต้องใช้เวลาในการสร้างข้อสอบมากและมีความซับซ้อน จึงเหมาะสมสำหรับผู้ที่ยังไม่คุ้นเคยกับการสร้างข้อสอบหรือมีเวลาในการศึกษาน้อย

2.2 เพื่อให้ผู้สร้างข้อสอบสามารถใช้เป็นแนวทางในการเลียนแบบการสร้างข้อสอบ

3. ลักษณะของคำถาม (stimulus attributes) หมายถึง ความพยายามในการที่จะทำให้ผู้สอบตอบสนองต่อคำถาม เพื่อให้ได้ผลการวัดที่ถูกต้อง

4. ลักษณะคำตอบ (response attributes) หมายถึง ความพยายามในการที่จะดูลักษณะคำตอบของผู้สอบและเพื่อใช้ในการตัดสินผู้สอบ

5. คุณลักษณะเพิ่มเติม (specification supplement) ในส่วนนี้อาจจะมีการเพิ่มรายละเอียดก็ได้ เช่น รายละเอียดของเนื้อหา

Kubiszyn and Borich (1984) กล่าวถึงคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบในทานองเดียวกันว่ามีส่วนประกอบ ดังนี้

1. พฤติกรรมที่ต้องการจะวัด หมายถึง พฤติกรรมที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์ที่จะสร้างข้อสอบ

2. คำอธิบายทั่วไป (general description) หมายถึง การหยิบยกพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดมากแล้ว หรือบอกให้ทราบว่าจะวัดผลอะไร แต่เป็นการวัดหลังจากการสอน ส่วนนี้ก็คือจุดประสงค์ในการสอนนั่นเอง

3. ลักษณะคำถาม (stimulus attributes) หมายถึง การจำกัดวงของแบบทดสอบ ให้เข้ามาโดยพิจารณาเนื้อหาสาระ ว่าควรเป็นอย่างไร ในสิ่งแวดล้อมเช่นไร กติกาของคำถามมี เงื่อนไขอย่างไร เช่น แบบทดสอบการใช้ภาษาอาจจะระบุไว้ดังนี้

3.1 ใช้ประโยคความเดียวหรือประโยคความรวมเท่านั้น

3.2 ใช้เครื่องหมายวรรคตอนได้ไม่เกิน 3 แห่ง

3.3 ความยาวของประโยคใช้คำไม่เกิน 25 คำ

4. ลักษณะคำตอบ (response attributes) หมายถึง ส่วนที่บอกขอบเขตของคำตอบ และมาตรฐานที่จะใช้ตัดสินคำตอบของนักเรียน อาจเป็นแบบเลือกตอบ หรือเป็นแบบให้เขียนตอบสั้น ๆ หรือแบบให้เขียนตอบอิสระ หรือการตอบปากเปล่า ผู้สร้างจะต้องเขียนอธิบายธรรมชาติของตัวเลือกที่ถูกและตัวเลือกที่ผิดไว้ทั้ง 2 อย่าง

5. ตัวอย่างข้อสอบ (sample item) ในการกำหนดรูปแบบของข้อสอบนั้นจะต้องมีตัวอย่างข้อสอบนั้นไว้ 1-2 ข้อ พร้อมด้วยคำสั่งสำหรับชี้แจงนักเรียน หรือผู้ใช้อาจจะเลือกข้อสอบที่เข้าใจง่าย สั้น กระชับรัด ไม่ควรใช้ข้อ สอบที่ซ้ำซ้อนหรือยาวเกินไป เพราะยากต่อการที่จะศึกษาให้เข้าใจง่าย

6. หมายเหตุ (remark) ในบางกรณีอาจจำเป็นต้องมีรายการหรือคำอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม

สุพัฒน์ สุขมลสันต์ (2539) กล่าวว่า การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ โดยใช้ชื่อว่าการยึดรายละเอียดของแบบทดสอบหรือรายละเอียดของข้อสอบ โดยตัดแปลงมาจาก วิธียึดรูปแบบของข้อสอบตามแนวคิดของไฮฟลีประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

1. คำบรรยายทั่วไป (general description) ได้แก่ การบรรยายสั้น ๆ ว่าข้อสอบ ที่จะสร้างนั้นต้องการจะวัดหรือทดสอบอะไรจากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้
2. ข้อสอบตัวอย่าง (sample item) ประกอบด้วยข้อสอบ และตัวอย่างจำนวนหนึ่ง ที่จะใช้ในการทดสอบจริงได้ พร้อมกับคำแนะนำในการทำแบบทดสอบนั้น โดยมีจุดมุ่งหมาย 2 ประการ ดังนี้

- 2.1 เพื่อให้ผู้สร้างข้อสอบได้เห็นตัวอย่างข้อสอบจริง ๆ ที่จะสร้าง โดยเฉพาะผู้สร้างข้อสอบที่ยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการหรือมีเวลาในการศึกษาน้อย

- 2.2 เพื่อให้ผู้สร้างข้อสอบมีแนวทางเขียนแบบตัวอย่างที่ให้ไว้ได้อย่างสะดวก

3. คุณลักษณะของสิ่งเร้า (stimulus attributes) เป็นการกำหนดคุณลักษณะของสิ่งเร้าที่ใช้ในการทดสอบว่าควรมีลักษณะอย่างไร จุดมุ่งหมายหนึ่งอาจทำการทดสอบได้หลายอย่าง ดังนั้นคุณลักษณะของสิ่งเร้าจะเป็นส่วนที่กำหนดว่าควรจะออกข้อสอบให้มีลักษณะอย่างไร จึงจะวัดสิ่งที่มุ่งจะวัดได้ ซึ่งผู้สร้างข้อสอบจะต้องคำนึงถึงว่ามีปัจจัยใดบ้างที่จะทำให้การวัดผลที่ต้องการได้ผลอย่างถูกต้อง แล้วจัดทารายงานไว้ในส่วนนี้ด้วย

4. คุณลักษณะของสิ่งตอบสนอง (response attributes) ได้แก่ ส่วนที่กำหนดว่า คำตอบที่ถูกต้องและตัวลวงของข้อสอบแต่ละข้อมีลักษณะเป็นอย่างไร

5. รายละเอียดเพิ่มเติม (specification supplement) เป็นส่วนที่อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ เพราะเป็นส่วนที่ให้รายละเอียดเพิ่มเติมของส่วนอื่น โดยเฉพาะการให้รายละเอียดเพิ่มเติมทางเนื้อหาของคุณลักษณะของสิ่งเร้าและคุณลักษณะของสิ่งตอบสนอง เช่น ข้อเท็จจริงของเนื้อหาบางอย่าง

สุมาลี จันทร์ชลอ (2542) กล่าวว่า การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ มีดังนี้

1. คำอธิบายทั่วไป (general description) เป็นการ กล่าวหาพฤติกรรมที่จะถูกวัด โดยข้อสอบข้อนั้นระบุถึงเนื้อหา และขอบข่ายซึ่งจะบ่งบอกถึงความยากง่ายของข้อสอบ

2. ตัวอย่างคำถาม (sample item) เป็นการให้ตัวอย่างข้อคำถาม เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้เขียนข้อสอบ

3. กำหนดลักษณะของสิ่งเร้าที่จะเป็นคำถาม (stimulus attributes) เป็นการกำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเขียนข้อคำถามและอธิบายปัจจัยนั้น เช่น กฎ ข้อจำกัดต่าง ๆ

4. กำหนดลักษณะของคำตอบ (response attributes) เป็นการอธิบายลักษณะ ของคำตอบและตัวเลือกเพื่อเป็นแนวทางในการเขียนตัวเลือกและให้คะแนน

5. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม (supplement) เป็นการเขียนคำแนะนำหรืออธิบายเพิ่มเติมในสิ่งที่เหมาะสมสำหรับข้อสอบ

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543) ได้อธิบายถึงการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของข้อคำถามไว้ 4 ประเด็นคือ

1. จุดประสงค์ เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เมื่อเรียนในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งสามารถจำแนกเป็นแต่ละพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้

2. ลักษณะของคำถาม เป็นรายละเอียดว่าจะถามในลักษณะใด รูปแบบใด

3. ลักษณะของการตอบ เป็นรายละเอียดว่าจะให้ผู้สอบตอบอย่างไร อาจจะเป็นเติมคำหรือ เลือกตอบก็ได้ หากเป็นการเลือกตอบที่มีหลายตัวเลือก ต้องกำหนดว่าจะเขียนตัวลงและตัวถูกอย่างไร

4. ตัวอย่างข้อสอบ เป็นข้อสอบตัวอย่างจาก 3 ข้อข้างต้นอย่างน้อย 1 ข้อ เพื่อเป็นตัวอย่างต่อไป

จากการทบทวนเอกสารข้างต้นสามารถเขียนเป็นตารางสังเคราะห์ที่ได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การสังเคราะห์องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ	ล้วนและอังคณา สายยศ (2543)	Kubiszyn; & Borich. (1984)	สุมาลี จันทร์ชลอ (2542)	สุพัฒน์ สุกมลินันต์ (2539)	Popham. (1978)	วิซการ (2530)	รวม (ร้อยละ)
1. คำอธิบายทั่วไป		✓	✓	✓	✓	✓	5 (83.33)
2. จุดประสงค์	✓	✓	✓	✓		✓	5 (83.33)
3. ลักษณะข้อคำถาม	✓	✓			✓	✓	4 (66.67)
4. ลักษณะของการตอบ	✓	✓	✓		✓	✓	5 (83.33)
5. ลักษณะของสิ่งที่ตอบสนอง			✓	✓	✓		3 (50.00)
6. ตัวอย่างข้อสอบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6 (100.00)
7. ข้อเสนอแนะอื่นๆ		✓	✓	✓		✓	4 (66.67)

จากการสังเคราะห์เอกสารสามารถสรุปองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบได้ดังนี้ คำอธิบายทั่วไป จุดประสงค์ ลักษณะข้อคำถาม ลักษณะของการตอบ ลักษณะของสิ่งที่ตอบสนอง ตัวอย่างข้อสอบ และ ข้อเสนอแนะอื่นๆ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้องค์ประกอบข้างต้นในการพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

4.2.4. ขั้นตอนในการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สุเทพ สันติวรานนท์ (2533) กล่าวว่า ขั้นตอนการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกวิชาที่จะสร้างข้อสอบ
2. วิเคราะห์เนื้อหาออกเป็นหัวเรื่องสำคัญ
3. กำหนดพฤติกรรมหลัก แล้วหาเป็นตารางวิเคราะห์ เพื่อระบุจำนวนพฤติกรรมย่อยที่ต้องการวัด โดยดูแนวทางจากหลักสูตร คู่มือครู และแผนการสอน
4. กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดและพฤติกรรมย่อย โดยนำเนื้อหาวิชาและพฤติกรรมที่จะวัดมาแยกเป็นพฤติกรรมย่อยๆ
5. นำพฤติกรรมย่อยมาสร้างคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ โดยมีการกำหนดแบบฟอร์มไว้ ด้วยหัวข้อดังนี้

- 5.1. พฤติกรรมหลักที่ต้องการจะวัด
- 5.2. พฤติกรรมย่อย
- 5.3. คำอธิบาย
- 5.4. ลักษณะคำถาม
- 5.5. ลักษณะคำตอบ

เตือนใจ เกตุษา (2549) ได้กำหนดขั้นตอนที่สำคัญในการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาของวิชาที่จะออกข้อสอบออกเป็นหัวข้อเรื่องใหญ่ๆที่สำคัญ
2. วิเคราะห์พฤติกรรมที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนมีหลังจากสอนวิชานั้นแล้วออกเป็นพฤติกรรมหลักใหญ่ๆ โดยให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของวิชานั้นๆ
3. กำหนดน้ำหนักของแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมหลัก
4. กำหนดพฤติกรรมหลักที่ต้องการจะวัดพฤติกรรมย่อยในพฤติกรรมหลักที่ต้องการจะวัด 1 พฤติกรรมนั้น สามารถแยกเป็นพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรมหรือมีพฤติกรรมย่อยเพียง 1 พฤติกรรมก็ได้ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการสอนเป็นสำคัญ
5. นำพฤติกรรมย่อยแต่ละพฤติกรรมมาสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบ โดยกำหนดแบบฟอร์มคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

5.1. พฤติกรรม สามารถแบ่งออกเป็นพฤติกรรมหลักที่ต้องการจะวัดและพฤติกรรมย่อย

5.2. คำอธิบาย เป็นการกำหนดขอบเขตของสถานการณ์อย่างกว้าง ๆ ภายใต้งื่อนไขของพฤติกรรมย่อย ๆ เนื้อหาวิชา ความยากง่ายของข้อสอบและธรรมชาติของผู้เรียน

5.3. ลักษณะคำถาม เป็นการกำหนดรูปแบบเฉพาะ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเขียน
ข้อคำถาม

5.4. ลักษณะคำตอบ เป็นการกำหนดรูปแบบเฉพาะ เพื่อใช้เป็นแนวทาง ในการ
เขียนคำตอบ โดยระบุคำตอบว่าเป็นคำตอบแบบเลือกตอบ หรือให้เขียนตอบอย่างอิสระ ถ้า เป็น
แบบเลือกตอบจะต้องมีการระบุวิธีการเขียนตัวถูกและตัวลวง หรืออาจมีการระบุเกณฑ์การให้คะแนน
ด้วย

เตือนใจ เกตุษา (2549) ได้เสนอตัวอย่างลักษณะเฉพาะของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

วิชา.....ชั้น.....

พฤติกรรมหลักที่ต้องการจะวัด

ความสามารถในการบวกเลข

พฤติกรรมย่อย (จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม)

ความสามารถในการบวกเลขจำนวนเต็ม

คำอธิบาย

เมื่อกำหนดเลขจำนวนเต็มไม่เกิน 4 หลัก ให้ 2 จำนวน นักเรียนสามารถบวกเลขจำนวนดังกล่าวได้
อย่างถูกต้อง

ลักษณะคำถาม

- กำหนดตัวเลขให้ 2 จำนวนประกอบด้วยเลข
3 หลัก และ 4 หลัก
- โจทย์คำถามให้เขียนเป็นประโยคที่มีคำว่า
“ผลบวก”
- การบวกเลขต้องมีการทดเลขอย่างน้อย 1 ครั้ง
- เลขจำนวน 4 หลักให้มีเลข 0 อยู่ด้วย

ลักษณะคำตอบ

- เป็นคำตอบประเภท 4 ตัวเลือก
 - เรียกคำตอบจากมากไปน้อย หรือ จากน้อย
ไปมาก
 - ใช้เครื่องหมายจุลภาคแบ่งจำนวนเลขหลัก
พัน
- ในการสร้างตัวเลือก
 - ตัวถูก เป็นตัวเลือกที่บวกเลขถูกต้อง
 - ตัวลวงตัวหนึ่งที่เกิดจากการทดเลขผิด
 - ตัวลวงตัวหนึ่งที่เกิดจากการบวกเลขไม่
ตรงกัน
 - ใช้ตัวเลือกนี้ด้วยคำว่า “ไม่มีข้อถูก”

4.2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

เดือนใจ เกตุษา (2549) ได้ให้ประโยชน์ของการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบไว้ว่า จะช่วยให้เขียนข้อสอบได้ตรงตามจุดประสงค์มากขึ้น ช่วยให้เขียนข้อสอบได้รวดเร็วขึ้น เพราะมีแนวทางการเขียนตอบ คำถาม และคำตอบอยู่แล้ว อีกทั้งยังช่วยให้ครูที่สอนในวิชาเดียวกัน สามารถเขียนข้อสอบสำหรับวัดความสามารถของนักเรียนได้เป็นแนวทางเดียวกัน ทำให้การเขียนข้อสอบมีกฎเกณฑ์และหลักการมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่ความเป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้น ช่วยให้ครูที่สอนอยู่ในกลุ่มโรงเรียนเดียวกันสามารถช่วยกันสร้างธนาคารข้อสอบได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น รวมไปถึงการเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างข้อสอบคู่ขนาน ในขณะที่ บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2527) และ สุเทพ สันติวรานนท์ (2533) กล่าวถึงข้อดีของการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ไว้ว่า ระบุสิ่งที่ต้องการวัดได้ละเอียด จะทำให้มีกฎเกณฑ์ มีระเบียบ มีความเป็นปรนัยในการสร้างข้อคำถามในแนวทางเดียวกัน ทำให้ได้ข้อสอบที่มีความเป็นเอกพันธ์ คือครูที่สอนวิชาเดียวกันสามารถเขียนข้อสอบได้ไปในแนวทางเดียวกันและยังเป็นสารสนเทศที่สามารถนำผลการสอบมาเปรียบเทียบกับโรงเรียนที่มีการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบได้ สามารถสร้างข้อสอบได้ในปริมาณที่มากในแต่ละพฤติกรรมย่อย สามารถแปลความหมายของคะแนนสอบในลักษณะของภาพรวมได้ ช่วยชักจูงหลักการและแนวปฏิบัติในการสร้างข้อสอบโดยใช้เทคนิคการสร้างที่ทราบกันดี ช่วยสนับสนุนให้มีการวางแผนในการสร้างข้อสอบให้มีความตรงและความเที่ยงมากขึ้น กระตุ้นให้เกิดการจัดการเรียนการสอนตามจุดมุ่งหมาย

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2527) และ สุเทพ สันติวรานนท์ (2533) กล่าวถึงข้อจำกัดของการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบไว้ว่า มีลักษณะยุ่งยาก ซ้ำซ้อน มีขั้นตอนเยอะ และสามารถใช้ได้กับบางเนื้อหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 5 การตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ

อนันดา สัมฤทธิ์วิญชัย (2556) ได้ทำการประเมินคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบที่บูรณาการระหว่างตัวชี้วัดความสามารถด้านการอ่าน การคิดวิเคราะห์และการเขียนกับตัวชี้วัดการประเมินสาระการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพฯ เป็นมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีรายละเอียดของการประเมินดังนี้

1. ด้านอรรถประโยชน์

- 1.1 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการกำหนดวัตถุประสงค์อย่างชัดเจน
- 1.2 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการนิยามความสามารถและตัวชี้วัดอย่างชัดเจน
- 1.3 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีเกณฑ์ในการให้คะแนนอย่างชัดเจน

- 1.4 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีสารสนเทศที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับการพัฒนาแบบสอบ
- 1.5 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการระบุแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์อย่างชัดเจน
- 1.6 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบอย่างชัดเจน
- 1.7 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามที่กำหนดไว้

2. ด้านความเป็นไปได้

- 2.1 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในการเรียนการสอน
- 2.2 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ สามารถนำไปใช้สร้างแบบสอบความสามารถด้านการ

คิด วิเคราะห์ และเขียนได้

2.3 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ในการวัดและประเมินผล การอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนได้

- 2.4 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีความคุ้มค่าในการนำไปใช้
- 2.5 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีสารสนเทศที่จำเป็นต่อการนำไปใช้จริง
- 2.6 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ นำไปใช้ได้ง่าย ไม่ซับซ้อน

3. ด้านความเหมาะสม

3.1 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการระบุถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการนำไปใช้ อย่างชัดเจน

3.2 การสร้างแบบสอบความสามารถฯ ตามลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ ไม่ส่งผลกระทบต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

3.3 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการดำเนินตามหลักการและขั้นตอนที่ชัดเจน

3.4 การปฏิบัติตามลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ นำไปสู่ความเสมอภาคและความ ยุติธรรมในการวัดและประเมินผลของแต่ละสถานศึกษา

3.5 สถานศึกษาสามารถนำลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ ไปพัฒนาใช้กับการวัดและ ประเมินผล การอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนได้

3.6 ตัวอย่างข้อสอบในคุณลักษณะของแบบสอบฯ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้จริง

3.7 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีรูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่ายและเป็นระบบ

4. ด้านความถูกต้อง

4.1 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีการอธิบายการใช้งานอย่างถูกต้อง

4.2 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีรูปแบบและภาษาเหมาะกับครูที่สอนนักเรียนใน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.3 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ มีสารสนเทศในการพัฒนาแบบสอบที่ถูกต้อง

4.4 โครงสร้างเนื้อหาของแบบสอบความสามารถฯ ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด

4.5 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบถาม ที่พัฒนาขึ้น สามารถวัดตัวชี้วัดที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง

4.6 ลักษณะเฉพาะของแบบสอบถาม มีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือ

นอกจากนี้ ญาณิ วัฒนากกร (2558) ได้ทำการประเมินคุณภาพของลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 สอบถามความเห็นต่อลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี โดยใช้แบบประเมินคุณภาพฯ เป็นมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีรายละเอียดของการประเมินดังนี้

1. ด้านความเป็นไปได้ เป็นการพิจารณาว่า ลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี ที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง มีความเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง มีความคุ้มค่าในด้านประโยชน์ที่จะได้รับ ซึ่งประกอบด้วยข้อความให้แสดงความเห็น 5 ข้อ ดังนี้

1.1 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ สามารถนำไปใช้ในการสร้างแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรีได้

1.2 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรีได้

1.3 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีความคุ้มค่าในการนำไปใช้

1.4 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีสารสนเทศที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ได้จริง

1.5 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ นำไปใช้ได้ง่าย ไม่ซับซ้อน

2. ด้านความเหมาะสม เป็นการพิจารณาว่าลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี ที่พัฒนาขึ้นมีการดำเนินการตามหลักการ คำนึงถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้งาน ซึ่งประกอบด้วยข้อความให้แสดงความเห็น 7 ข้อ ดังนี้

2.1 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีการระบุถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการนำไปใช้ อย่างชัดเจน

2.2 การสร้างแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นฯตามลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ ไม่ส่งผลกระทบทางลบต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

2.3 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีการดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนที่ชัดเจน

2.4 การปฏิบัติตามลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ นำไปสู่ความเสมอภาค และความยุติธรรมในการวัดและประเมินผลของแต่ละสถานศึกษา

2.5 สถานศึกษาสามารถนำลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ ไปพัฒนาใช้กับการวัดและประเมินทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

2.6 ตัวอย่างข้อคำถามในลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ได้จริง

2.7 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีรูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่ายและเป็นระบบ

3. ด้านความถูกต้อง เป็นการพิจารณาว่าเป็นการพิจารณาว่าลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรีที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้อง ให้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ ใช้เทคนิคที่เหมาะสม ซึ่งประกอบด้วยข้อความให้แสดงความเห็น 5 ข้อ ดังนี้

3.1 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีการอธิบายการใช้งานอย่างถูกต้อง

3.2 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีสารสนเทศในการพัฒนาแบบวัดฯ ที่ถูกต้อง

3.3 โครงสร้างเนื้อหาของแบบวัดฯ ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการจะวัด

3.4 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถวัดตัวบ่งชี้ที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง

3.5 ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ

ส่วนที่ 2 สอบถามความเห็นเพิ่มเติมต่อลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี โดยการเขียนแสดงความเห็นด้วยข้อความ 3 ข้อ โดยมีรายละเอียดของการประเมินดังนี้

1. จุดแข็งของลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี

2. จุดอ่อนของลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี

3. ท่านคิดว่าควรเพิ่มเติมหรือปรับปรุงประเด็นใดในลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี เพื่อให้ได้ลักษณะเฉพาะของแบบวัดฯ ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

นอกจากนี้ จารุวรรณ เต็มสุข (2558) ได้ทำการประเมินคุณภาพของลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะชีวิตและอาชีพแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตปริญญาตรี และ มุกทราญ บวรนิธิกุล (2558) ได้ทำการประเมินคุณภาพของการพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการสื่อสารแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตปริญญาบัณฑิต ในทำนองเดียวกับ ญาณิ วัฒนกร (2558)

ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะทำการประเมินคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ ใน 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 สอบถามความเห็นต่อของข้อสอบและแบบสอบการ

รู้เคมีฯ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพฯ เป็นมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ในด้านความถูกต้อง ด้านความเหมาะสม ด้านความเป็นไปได้ และส่วนที่ 2 สอบถามความเห็นเพิ่มเติมต่อลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่งศตวรรษที่ 21 ของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี โดยการเขียนแสดงความเห็นด้วยข้อความ 3 ข้อ ได้แก่ จุดแข็ง จุดอ่อน และ ประเด็นปรับปรุงอื่นๆ ในคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ

ตอนที่ 6 แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างข้อสอบ

6.1 การสร้างและการใช้แบบทดสอบ

โชติกา ภาชีผล และคณะ (2558) กล่าวว่า เครื่องมือวัดและประเมินการเรียนรู้ที่ใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียน เป็นการวัดความสามารถทางสติปัญญา ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ส่วนใหญ่จึงเป็นแบบทดสอบ ซึ่งสามารถจำแนกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบและแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ ดังมีรายละเอียดของแบบทดสอบแต่ละประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบ (supply type)

เป็นแบบทดสอบที่ให้อิสระแก่ผู้สอบในการเขียนบรรยายคำตอบ แบบทดสอบประเภทนี้สามารถวัดได้หลายด้าน เช่น วัดความรู้ การใช้ภาษา ความคิดเห็น จำแนกได้เป็น

1.1 แบบทดสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ (essay-extended)

ข้อสอบความเรียงแบบไม่จำกัดคำตอบ เป็นข้อสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการตอบมากกว่าแบบจำกัดคำตอบ โดยการเลือกข้อความรู้หลักการ ทฤษฎีหรือแนวคิดอื่นๆ มาเรียบเรียงสนับสนุนคำตอบเพื่อที่จะตอบให้ดีที่สุด ไม่จำกัดขอบเขตของคำตอบแต่ตอบภายใต้เวลาที่กำหนด ลักษณะของคำถามที่สร้างขึ้นจึงมีความยืดหยุ่นและให้เสรีภาพในการตอบมาก ดังนั้นคำตอบจึงกว้าง ซึ่งอาจจะส่งผลต่อความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนที่ทำให้ผลการตรวจไม่สอดคล้องกัน ในกรณีที่ผู้ตรวจมีหลายคน หรือไม่มีความคงเส้นคงวาของผลการตรวจในกรณีที่มีการตรวจซ้ำ

1.2 แบบทดสอบความเรียงจำกัดคำตอบ (essay-restricted)

ข้อสอบความเรียงจำกัดคำตอบ เป็นข้อสอบที่มีการจำกัดกรอบเนื้อหาและความยาวของคำตอบหรือเป็นข้อสอบที่มีการกำหนดแนวทางในการตอบค่อนข้างตายตัว โดยกำหนดขอบเขตของประเด็นการตอบ ผู้ตอบต้องตอบภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด คำตอบจึงสั้นและแคบกว่าข้อสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ข้อสอบความเรียงจำกัดคำตอบผู้ตอบมีอิสระในการตอบและแสดงความรู้ ความสามารถ ความคิดเห็นได้น้อยกว่าแบบไม่จำกัด ดังนั้นในการตรวจให้คะแนนมีเกณฑ์การตรวจที่ค่อนข้างค่อนข้างชัดเจนกว่าเนื่องจากคำตอบอยู่ในกรอบแนวคิดเดียวกัน สามารถ

เปรียบเทียบคุณภาพของการตอบได้ง่ายกว่า จึงส่งผลให้การตรวจให้คะแนนมีความเที่ยงสูงกว่าแบบไม่จำกัดคำตอบ

1.3 แบบทดสอบตอบสั้น (short answer) และ แบบทดสอบเติมคำให้สมบูรณ์ (completion)

ลักษณะของข้อสอบแบบเติมคำหรือแบบคำตอบสั้นผู้สอบต้องคิดและสร้างคำตอบขึ้นมาเอง แต่เป็นการเติมหรือตอบเพียงสั้นๆ เช่น เป็นคำ วลี จำนวน สัญลักษณ์ ข้อแตกต่างของข้อสอบแบบเติมคำ และแบบคำตอบสั้นอยู่ที่ประเด็นคำถามคือ ข้อสอบแบบเติมคำ คำถามเป็นประโยคที่ไม่สมบูรณ์ เว้นช่องว่างไว้ให้เติมเพื่อทำให้ใจความของประโยคสมบูรณ์

การนำข้อสอบแบบเติมคำหรือแบบคำตอบสั้นไปใช้ เหมาะสำหรับวัดความรู้ ความจำ ได้แก่ ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์ ความจริงเฉพาะหรือข้อเท็จจริง หลักการและกฎเกณฑ์ต่างๆ รวมทั้งวิธีดำเนินการ ข้อสอบประเภทนี้สามารถวัดผลการเรียนรู้ในขั้นที่สูงกว่าขั้นความรู้ ความจำได้ ได้แก่ การตีความข้อมูลอย่างง่าย ๆ เช่น แผนภูมิ กราฟ รูปภาพต่างๆ ตลอดจนความสามารถในการแก้ปัญหาในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้

2. แบบทดสอบประเภทเลือกตอบ (selection type)

เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้สอบตอบตามตัวเลือกที่กำหนดไว้ ที่ผู้สอบคิดว่าเป็นคำตอบที่ถูก มีการตรวจให้คะแนนแบบมีกฎเกณฑ์ตายตัว ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน ตรวจก็ครั้งก็ให้คะแนนตรงกัน จำแนกได้เป็น

2.1 แบบทดสอบถูก-ผิด (true-false)

ข้อสอบถูกผิด ประกอบด้วยข้อความหรือประโยคที่ต้องการให้ผู้ตอบตัดสินใจเพื่อเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ 2 อย่างว่าข้อความหรือประโยคที่กำหนดมาให้ นั้น ถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จริงหรือเท็จ

2.2 แบบทดสอบจับคู่ (matching)

ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นข้อสอบเลือกตอบประเภทหนึ่งให้ผู้ตอบจับคู่ระหว่างคำหรือข้อความ ประเภทด้วย 2 คอลัมน์ คอลัมน์หนึ่งซึ่งมักอยู่ทางซ้ายมือเป็นกลุ่มของคำถามอาจเป็นคำ ข้อความ วลี ประโยค อีกคอลัมน์หนึ่งอยู่ทางขวามือ เป็นกลุ่มของคำตอบ อาจเป็นคำ จำนวนหรือสัญลักษณ์ ลักษณะของข้อสอบแบบจับคู่คือ คอลัมน์ทางซ้ายมือกับคอลัมน์ทางขวามือ เป็นการจับคู่ของสิ่งของที่มีความเกี่ยวข้อง สอดคล้องหรือสัมพันธ์กัน

2.3 แบบทดสอบหลายตัวเลือก (multiple-choice)

ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ ข้อสอบแบบนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นตัวคำถาม (stem) และส่วนที่เป็นคำตอบหรือตัวเลือก (alterative หรือ options) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก เรียก

ตัวคำตอบ (answer หรือ key) ซึ่งมี 1 ตัวเลือก ส่วนที่เหลือเป็นตัวเลือกที่ผิดหรือเรียกว่า ตัวลวง (distracters)

รูปแบบคำถามของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. แบบคำถามเดี่ยว (single question) เป็นคำถามที่มีความสมบูรณ์ในตัวเองถามเรื่องเดียว โดยเฉพาะ มี 6 ลักษณะ ดังนี้

1.1 แบบให้เลือกคำตอบถูก (correct answer) ข้อสอบแบบนี้จะมีคำตอบเดียวที่เหลือเป็นตัวลวง

1.2 แบบให้เลือกคำตอบผิด (incorrect answer) ข้อสอบแบบนี้มุ่งให้ผู้เลือกคำตอบผิด ซึ่งจะมีอยู่เพียงคำตอบเดียว และที่เหลือจะเป็นตัวเลือกที่ถูก

1.3 แบบให้เลือกคำตอบที่ดีที่สุด (best answer) ข้อสอบแบบนี้มุ่งให้ผู้หาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกหลายตัวเลือก แต่ระดับความถูกต้องแตกต่างกัน

1.4 แบบให้เรียงลำดับคำตอบ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบเรียงลำดับตามขั้นตอนต่างๆ ของเรื่องหรือกิจกรรมนั้นๆ ตามลำดับความสำคัญหรือก่อนหลัง

1.5 แบบให้เลือกคำตอบเปรียบเทียบ เป็นข้อสอบที่ต้องการให้ผู้ตอบเลือกคำตอบในเชิงเปรียบเทียบ โดยเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์ในตัวคำถาม เพื่อนำไปใช้เลือกคำตอบที่มีความสัมพันธ์หรือสอดคล้องในลักษณะเดียวกัน

1.6 แบบให้เลือกคำตอบรวม เป็นข้อสอบที่ต้องการให้ผู้ตอบเลือกคำตอบที่เป็นไปได้หลายๆอย่างร่วมกัน แล้วผสมคำตอบหลายข้อเข้าด้วยกัน

2. แบบคำถามเป็นชุดแต่ตัวเลือกคงที่ (constant choice question) เป็นข้อสอบที่ใช้คำถามหลายข้อ ซึ่งถามครอบคลุมเนื้อหาเดียวกันและคำถามแต่ละข้อมีชุดของตัวเลือกเดียวกัน

3. คำถามแบบสถานการณ์ (situation) เป็นการใช้แผนภาพ แผนภูมิ บทความ สถานการณ์ เรื่องราวต่างๆ แล้วตั้งคำถามในแง่มุมต่างๆ ให้ผู้ตอบตอบภายใต้เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้

6.2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบและข้อสอบ

เตื่อนใจ เกตุษา (2549) โชติกา ภาชีผล และคณะ (2558) ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2554) สุวิมล ติรงานันท์ (2556) อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล (2556) ได้เสนอแนะเรื่องคุณภาพของแบบสอบและข้อสอบ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1. คุณภาพของข้อสอบ

คุณภาพของข้อสอบที่สำคัญ คือ ค่าความยากของข้อสอบ (item difficulty : p) และ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (item discrimination : r)

1.1 ค่าความยากของข้อสอบ (item difficulty: p) คือ สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบข้อนั้น ถูกกับนักเรียนทั้งหมด โดยสรุปเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\text{ค่าความยาก} = \frac{\text{จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้น}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}}$$

โดยความหมายของค่าความยากของข้อสอบ (สุวิมล ติรกานันท์, 2556) เป็นดังนี้

ข้อสอบที่มีค่า p อยู่ระหว่าง	.81-1.00	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
ข้อสอบที่มีค่า p อยู่ระหว่าง	.61-.80	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
ข้อสอบที่มีค่า p อยู่ระหว่าง	.41-.60	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง
ข้อสอบที่มีค่า p อยู่ระหว่าง	.21-.40	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก
ข้อสอบที่มีค่า p อยู่ระหว่าง	.00-.20	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ยากมาก

1.2 อำนาจจำแนกของข้อสอบ (item discrimination: r) คือการที่ข้อสอบสามารถแยกคนที่มีความรู้กับคนที่ไม่มีความรู้ได้ โดยใช้สูตร

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H \text{ or } N_L}$$

โดยความหมายของค่าความยากของข้อสอบ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) เป็นดังนี้

ข้อสอบที่มีค่า r อยู่ระหว่าง	.60-1.00	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่จำแนกได้ดีมาก
ข้อสอบที่มีค่า r อยู่ระหว่าง	.40-.59	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่จำแนกได้ดี
ข้อสอบที่มีค่า r อยู่ระหว่าง	.20-.39	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่จำแนกได้พอใช้
ข้อสอบที่มีค่า r อยู่ระหว่าง	.10-.19	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่จำแนกได้ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
ข้อสอบที่มีค่า r อยู่ระหว่าง	.00-.09	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่จำแนกได้ต่ำมาก ควรปรับปรุง

2. คุณภาพของแบบสอบ

2.1 ความตรง (validity) คือความแม่นยำในของเครื่องมือที่ต้องการวัด หรือสิ่งที่เครื่องมือจะวัด คะแนนที่ได้จากแบบสอบที่มีความตรงสูง สามารถบอกถึงสภาพที่แท้จริงและพยากรณ์ลักษณะที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) นิยมใช้ในการพิจารณาความตรงที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เนื้อหาของแบบสอบถาม เนื้อหาของคำถามวัดได้ตรงตามเนื้อหาของเรื่องที่ต้องการวัดหรือไม่ ซึ่งจะให้ผู้เชี่ยวชาญสาขานั้นตรวจสอบ โดยแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง หรือ IOC

2.1.2 ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ เป็นความตรงของแบบวัดว่า แบบวัดนั้นวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย 2 ประเภท คือ ความตรงเชิงสภาพ และความตรงเชิงพยากรณ์

2.1.3 ความตรงเชิงโครงสร้าง เป็นความตรงที่บ่งบอกว่า แบบวัดนั้นวัดได้ครอบคลุมหรือครอบคลุมลักษณะตามทฤษฎีหรือไม่

2.2 ความเที่ยง (reliability) คือความคงเส้นคงวาของแบบสอบถาม ซึ่งวิธีการวัดค่าคงที่นั้นสามารถวัดได้หลายวิธี ซึ่งสามารถสรุปเป็นตารางได้ดังตารางที่ 5 (อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, 2556)

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดเกี่ยวกับค่าความเที่ยง

ชนิดของความเที่ยง	ความหมาย	วิธีการประมาณค่า	ช่วงเวลา	ความคลาดเคลื่อนของความแปรปรวน
ความเที่ยงแบบคงที่ (Measure of stability)	ความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกันโดยวิธีการสอบซ้ำด้วยแบบทดสอบชุดเดิม (test-retest method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	แบบสอบ 1 ชุด ทำ 2 ช่วงเวลา	เวลา
ความเที่ยงแบบคู่ขนาน (Measure of equivalence)	ความสอดคล้องของคะแนนจากการวัดช่วงเวลาเดียวกันโดยใช้แบบสอบที่ขนานกัน	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	แบบสอบ 2 ชุด ทำ 1 ช่วงเวลา	เนื้อหา
ความเที่ยงแบบคงที่และคู่ขนาน (Measure of stability and equivalence)	ความสอดคล้องของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน โดยวิธีการสอบซ้ำที่เป็นคู่ขนานกัน	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	แบบสอบ 2 ชุด ทำ 2 ช่วงเวลา	เวลา เนื้อหา
ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (Measure of internal consistency)	ความสอดคล้องระหว่างคะแนนรายข้อหรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหา รายข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัด	1. Split half method คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	แบบสอบ 1 ชุด ทำ 1 ช่วงเวลา	เนื้อหา
		2. KR method คำนวณโดยใช้สูตร Kr-20 Kr-21	แบบสอบ 1 ชุด ทำ 1 ช่วงเวลา	เนื้อหาและลักษณะของข้อสอบที่ต่างกัน
		3. สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค คำนวณโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ Cronbach's alpha	แบบสอบ 1 ชุด ทำ 1 ช่วงเวลา	

นางลักษณ์ วิรัชชัย (2548) และ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้อธิบายแนวทางในการตรวจสอบความตรงเชิงทฤษฎีไปในทางเดียวกัน ซึ่งความตรงเชิงทฤษฎีเป็นคุณภาพของเครื่องมือที่วัดลักษณะที่เป็นนามธรรม อาศัยแนวคิดเชิงทฤษฎี จึงนิยมใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง ในส่วนของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis : CFA) เพื่อยืนยันองค์ประกอบตามทฤษฎีและเพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดลทฤษฎี

แบบสอบและข้อสอบที่ดี ควรมีคุณลักษณะดังนี้

1. มีความตรง (validity) หมายถึง ข้อสอบที่สามารถวัดได้ตรงในสิ่งที่ต้องการวัด หรือวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด อาจพิจารณาได้หลายลักษณะ ดังนี้

1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) หมายถึง ข้อสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการทดสอบ และเป็นตัวแทนที่ดีของเนื้อหาที่ต้องการวัด

1.2 ความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) หมายถึง ข้อสอบที่สามารถวัดได้ตรงกับคุณลักษณะหรือกรอบแนวคิด หรือทฤษฎีที่ต้องการวัด

1.3 ความตรงตามสภาพ (concurrent validity) หมายถึง ข้อสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริงของบุคคล เช่น ผู้ที่มีความสามารถในด้านคณิตศาสตร์สูง ก็ควรทำคะแนนในข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้สูง เป็นต้น

1.4 ความตรงเชิงพยากรณ์ (predictive validity) หมายถึง ข้อสอบที่เมื่อนำไปวัดแล้วสามารถทำนายได้ว่า บุคคลนั้นจะสามารถสำเร็จในการเรียนหรือทำงานชนิดนั้นๆ ได้ดีเพียงใด หรือให้ผลตรงกับสภาพความเป็นจริงที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น บุคคลที่สอบวิชาความถนัดทางคณิตศาสตร์ได้คะแนนดี ก็แสดงว่าบุคคลนั้นจะสามารถเรียนสายวิทยาศาสตร์ หรือวิศวกรรมศาสตร์ ได้ดีในอนาคต ความตรงเชิงพยากรณ์นี้จำเป็นมากสำหรับการสอบแข่งขัน และการสอบวัดความถนัดเพื่อการศึกษานำไปใช้วัดก็ครั้งก็ตาม เช่น ผู้สอบที่ได้คะแนนสูงในการสอบครั้งแรก เมื่อให้ทดสอบด้วยข้อสอบเดิมอีกครั้งก็ควรได้คะแนนสูงด้วย

2. มีความเที่ยง (reliability) หมายถึง มีความคงที่หรือความสม่ำเสมอของผลที่ได้จากการวัดที่สะท้อนถึงคุณภาพของแบบสอบ

3. ความเป็นปรนัย (objectivity) หมายถึง ข้อสอบที่มีความชัดเจนหรือผู้สอบอ่านแล้วเข้าใจได้ตรงกันให้คะแนนได้ตรงกัน และแปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน ข้อคำถามที่ใช้วัดต้องมีความชัดเจนไม่กำกวมมีวิธีการให้คะแนนที่เป็นระบบ มีหลักเกณฑ์

4. มีความยากง่ายที่เหมาะสม (difficulty) หมายถึง ข้อสอบที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับเนื้อหาหรือมีข้อสอบที่ยากและง่ายผสมกัน โดยยึดหลักว่า โดยเฉลี่ยแล้วควรมีความยากง่ายปานกลาง

หรือมีผู้สอบประมาณครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดตอบถูก อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ ในกรณีการสอบที่มีผู้สอบจำนวนมาก ความยากง่ายของข้อสอบอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามจำนวนผู้สอบ และอัตราว่างของตำแหน่งที่ทดสอบ

5. มีอำนาจจำแนก (discrimination) หมายถึง ข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้สอบที่มีความสามารถสูง – ต่ำ ออกจากกันได้ หรือ สามารถแสดงความแตกต่างของสิ่งที่ต้องการวัดได้ เช่น ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกสูง ผู้สอบที่มีความรู้ความสามารถสูง จะทำข้อสอบข้อนั้นๆ ได้มาก และผู้สอบที่มีความสามารถต่ำ จะทำข้อสอบข้อนั้นๆ ไม่ได้เลย หรือได้น้อย

6. มีความยุติธรรม (fairness) หมายถึง ข้อสอบที่ใช้ทดสอบนั้นให้ความเสมอภาคกับผู้สอบทุกคนไม่ลำเอียงเข้ากับผู้สอบกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะหรือเปิดโอกาสให้ผู้สอบคนใดคนหนึ่งได้เปรียบกว่าผู้สอบคนอื่นการสร้างข้อสอบที่มีความยุติธรรมควรยึดหลักการสร้างข้อสอบที่ดี และครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัด

7. มีประสิทธิภาพ (efficiency) หมายถึง ข้อสอบนั้นสามารถนำไปใช้ได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก มีความคุ้มค่าทั้งในด้านเวลาและค่าใช้จ่าย เช่น ข้อสอบชุดหนึ่งมี 200 ข้อ กำหนดเวลาสอบ 3 ชั่วโมง ส่วนอีกชุดหนึ่งมี 100 ข้อใช้เวลาสอบ 1.30 นาที ถ้าคุณภาพของข้อสอบทั้ง 2 ชุดเท่ากัน คือ มีความตรงและความเที่ยงใกล้เคียงกันแล้ว แสดงว่า ข้อสอบชุดที่ 2 มีประสิทธิภาพสูงกว่า เพราะใช้เวลาน้อยกว่า แต่ให้ผลเท่ากับชุดแรก

8. มีการถามลึก (searching) วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับที่สูงกว่าความจำ-ความเข้าใจ

9. มีลักษณะย้ายูไปในทางที่ดี (exemplary) ข้อสอบที่ดีควรมีแนวทางในการถามที่สร้างสรรค์ สถานการณ์ที่เป็นเหตุการณ์ที่สอนให้ผู้สอบเป็นคนดี

ตอนที่ 7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Shwartz et al. (2006b) ได้ใช้ระดับของการรู้วิทยาศาสตร์เพื่อประเมินผลการรู้เคมีของนักเรียนระดับมัธยมปลาย โดยทำการพัฒนาเครื่องมือวัดความสามารถของนักเรียนซึ่งเป็นการผสมกันระหว่างระดับการรู้วิทยาศาสตร์และกรอบแนวคิดในการรู้เคมีของตนในด้าน 1) การรู้ในหลักการทางเคมี (nominal literacy) 2) ระบุหลักการและความสำคัญทางเคมี (functional literacy) 3) ใช้ความเข้าใจทางเคมีในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ (conceptual literacy) และ 4) ใช้ความรู้ทางเคมีในการอ่านบทความสั้นๆ หรือวิเคราะห์ข้อมูลที่ปรากฏในโฆษณาเชิงพาณิชย์หรืออินเทอร์เน็ต (multi-dimensional literacy) พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความรู้ระดับ nominal literacy และ functional literacy ในระดับ conceptual literacy และ multi-dimensional literacy ยังคงมีผลการพัฒนาที่

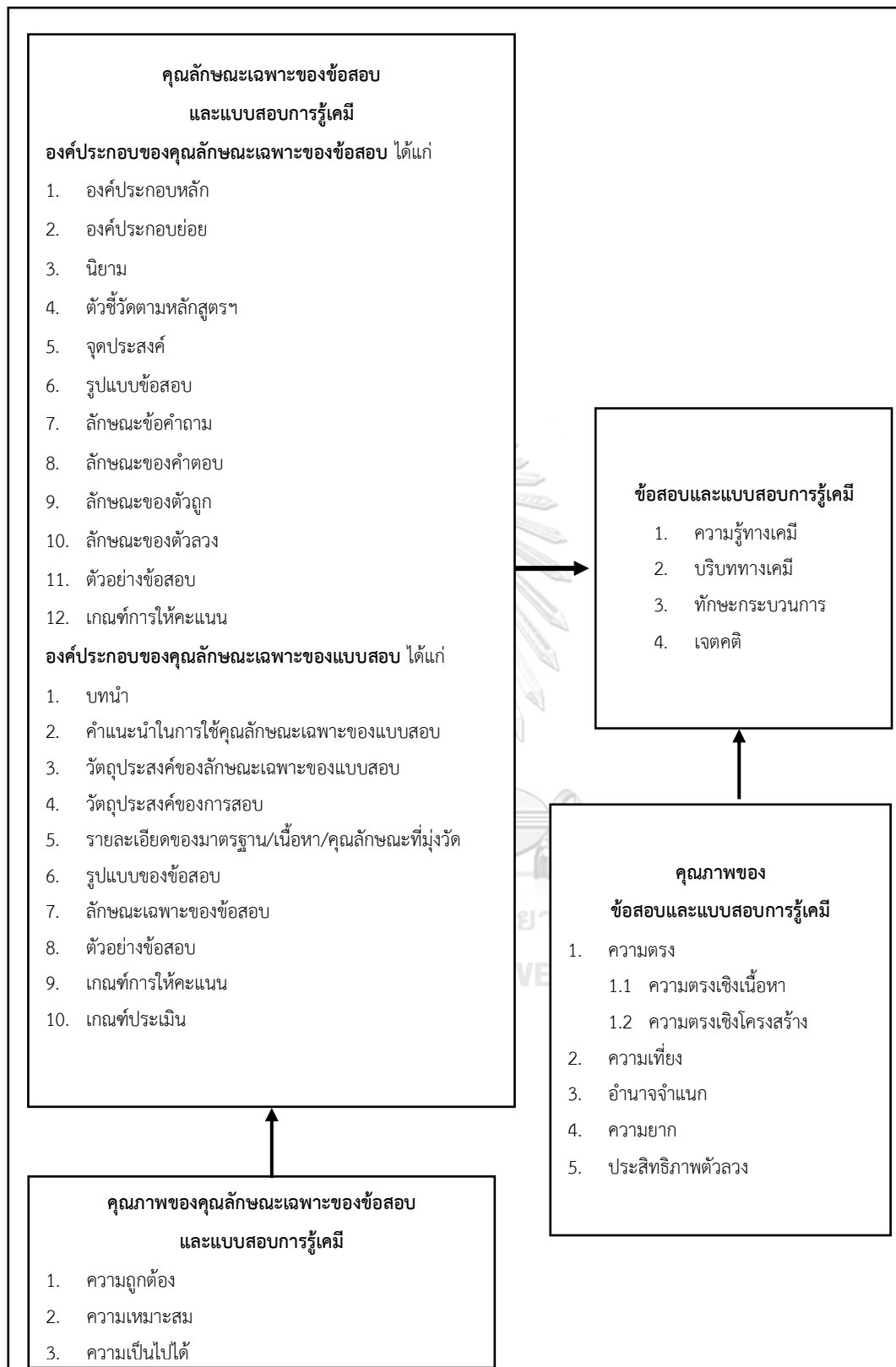
ต่ำ เนื่องจากนักเรียนมีพัฒนาการอ่านจับใจความและทักษะการให้เหตุผลที่ไม่สูงมากนัก อีกทั้งนักเรียนส่วนมากไม่เข้าใจความรู้ในระดับนี้

Celik (2014) ได้ทำการวัดการรู้เคมีของนิสิตครูที่ประเทศตุรกี โดยได้ทำการประยุกต์ใช้ทฤษฎี 2 ทฤษฎีเช่นเดียวกับ Schwartz โดยใช้เครื่องมือที่อ้างอิงมาจากการทบทวนเอกสารและการพัฒนาขึ้นมาให้ตรงกับบริบทของตน โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลกับแบบสอบ 3 ชุดคำถาม และการเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง ใช้เวลาประมาณ 80 นาที โดยในชุดคำถามแรกจะเป็นการวัดการรู้เคมีในระดับ nominal and functional literacy ประกอบไปด้วยข้อคำถามที่มุ่งระบุความคิดหลักทางเคมีในรูปของการเข้าใจในคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับเคมี เช่น ความร้อน โปรตีน อะตอม ไอโซน เป็นต้น เครื่องมือที่ใช้มีรูปแบบเป็นมาตรฐานค่า 3 ระดับ และคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนอธิบายความรู้ต่างๆทางเคมี คำถามชุดที่สอง เป็นแบบวัดความสามารถในการนำความรู้ทางเคมีไปอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการวัดการรู้เคมีในระดับ conceptual literacy และคำถามชุดสุดท้าย เป็นการวัดการรู้เคมีในระดับ multi-dimensional literacy โดยการใช้ความรู้ทางเคมีมาอธิบายสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นภายใต้บทความที่กำหนด ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับ Schwartz et al. (2006b) คือ ผลของความรู้ในขั้นต้น nominal literacy และ functional literacy เป็นที่น่าพอใจ แต่ในระดับ conceptual literacy และ multi-dimensional literacy ยังคงมีผลที่ต่ำ

Cigdemoglu and Geban (2015) ได้ทำการพัฒนาระดับการรู้เคมีของนักเรียนในวิชาอุณหพลศาสตร์ผ่านเนื้อหาเกี่ยวกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาเอกชนในประเทศของตน ซึ่งใช้กรอบการรู้เคมีของ Schwartz et al. (2006a) ผ่านวิธีการสอน 2 แบบ คือ Context-based approach และ Traditional instruction โดยได้พัฒนาแบบสอบ Thermochemistry and thermodynamics ประกอบด้วยแบบสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก 20 ข้อ ซึ่งแบ่งเป็นข้อสอบที่แปลจากแบบสอบเดิม จำนวน 13 ข้อ และผู้วิจัยพัฒนาเอง 7 ข้อ พบว่าการสอนแบบ context-based approach มีผลต่อการพัฒนการรู้เคมีของนักเรียนไปในทางบวก

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ ประกอบไปด้วย บทนำ คำแนะนำในการใช้คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของการสอบ รายละเอียดของมาตรฐาน/เนื้อหา/คุณลักษณะที่มุ่งวัด แนวทางการสร้างข้อสอบ โครงสร้างของแบบสอบ รูปแบบของข้อสอบ ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ตัวอย่างข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน อีกทั้ง องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ประกอบไปด้วย องค์ประกอบ องค์ประกอบย่อย นิยาม ตัวชี้วัดตามหลักสูตร จุดประสงค์ รูปแบบข้อสอบ ลักษณะข้อคำถาม ลักษณะของคำตอบ ลักษณะของตัวถูก ลักษณะของตัวลวง ตัวอย่างข้อสอบ เกณฑ์การให้คะแนน นำไปสู่การสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งอาศัยองค์ประกอบของการรู้เคมี ได้แก่ ด้านความรู้ทางเคมี (chemical content) ด้านบริบททางเคมี (chemical in context) ด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill) และด้านเจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry) จำนวนทั้งสิ้น 25 ข้อ โดยมุ่งเน้นการตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม และความเป็นไปได้ และการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และประสิทธิภาพตัวลวง โดยเขียนเป็นกรอบแนวคิดได้ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบถามรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบถามรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบถามรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายพัฒนา โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 และ เขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวนทั้งสิ้น 35,078 คน (กลุ่มสารสนเทศ สำนักนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน) เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมในด้านหลักสูตร เนื้อหาบุคลากร และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ที่มีผลต่อการรู้เคมีของนักเรียน

ตัวอย่างวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 และ เขต 2 กรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย นักเรียนจากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 300 คน และ นักเรียนจากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จำนวน 300 คน รวมทั้งสิ้น 600 คน ผู้วิจัยใช้วิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างดังนี้

การประมาณค่าขนาดตัวอย่าง เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ใช้สถิติอนุมานในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน การกำหนดขนาดตัวอย่างจึงควรมีจำนวนมากพอสำหรับการวิเคราะห์ด้วยการใช้โปรแกรมลิสเรล (LISREL) ซึ่งขนาดตัวอย่างที่ใช้ไม่ควรมีจำนวนต่ำกว่า 100 คน (Bollen, 1989 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) เสนอแนะว่าการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างควรพิจารณาอยู่กับจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า หากพารามิเตอร์มีจำนวนมากก็ควรที่จะเพิ่มขนาดตัวอย่างมากขึ้นด้วย ซึ่ง Lindeman, Merenda, and Gold (1980) ให้เกณฑ์ในการกำหนดอัตราส่วนจำนวนหน่วยตัวอย่างและจำนวนพารามิเตอร์หรือตัวแปร ควรจะเป็น 20 ต่อ 1 นอกจากนี้เกณฑ์ขั้นต่ำที่ Hair, Anderson, Babin, and Black (2010) เสนอแนะว่า ถ้าเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันแล้ว ตัวแปรสังเกตได้มีค่าการร่วม (Communality) น้อยกว่า 0.5 ควรมีขนาดตัวอย่างมากกว่า 500 คนขึ้นไป

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่าในโมเดลจำนวน 26 ค่า ใช้ตัวอย่างจำนวน 20 คน ต่อ 1 ค่า จำนวนตัวอย่างที่คำนวณได้จึงเป็น 520 คน และเพื่อให้การวิจัยมีข้อมูลเพียงพอในการวิเคราะห์จึงกำหนดขนาดตัวอย่างเพิ่มเป็น 600 คน ซึ่งงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยการได้มาซึ่งตัวอย่างจะใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling) ซึ่งมีขั้นตอนในการสุ่มตัวอย่างดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สุ่มโรงเรียนจากเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขตละ 3 โรงเรียน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) ได้ทั้งสิ้น 6 โรงเรียน คือ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 3 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม โรงเรียนโยธินบูรณะ โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม และโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จำนวน 3 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนพรตพิทยพยัต โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย โรงเรียนบดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มตัวอย่างห้องเรียนในแต่ละโรงเรียน โรงเรียนละ 3 ห้อง โดยการใช้การสุ่มแบบยกกลุ่ม (cluster random sampling) ให้ได้จำนวนตัวอย่างตามที่คำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนนักเรียน ห้องเรียน ของแต่ละโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาที่จะทำการวิจัย

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา	โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
เขต 1	โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม	3	100
	โรงเรียนโยธินบูรณะ	3	100
	โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม	3	100
เขต 2	โรงเรียนพรตพิทยพยัต	3	100
	โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย	3	100
	โรงเรียนบดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	3	100
รวม		18	600

งานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และระยะที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยอธิบายรายละเอียดวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เคมี (chemical literacy) เพื่อนำข้อมูลมากำหนดนิยามองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ และเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย โดย การรู้เคมี (chemical literacy) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่รู้เกี่ยวกับบริบทต่างๆของเคมีและใช้ความรู้ทางเคมี ทักษะกระบวนการ และเจตคติต่อเคมีมาอธิบายประเด็นทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงใช้ความรู้ทางเคมีมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถประเมินได้จาก 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ด้านความรู้ทางเคมี (chemical content) ด้านบริบททางเคมี (chemical in context) ด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill) และด้านเจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ความรู้ทางเคมี (chemical content) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงแนวคิดวิทยาศาสตร์พื้นฐานและแนวคิดหลักทางเคมีกับปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ รวมทั้งสามารถอธิบายและพิสูจน์ปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้อิทธิพลเฉพาะของเคมี สามารถวัดได้ด้วย 2 ตัวบ่งชี้ คือ

1) ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หมายถึง ความรู้ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ ในเชิงเคมีได้

2) แนวคิดหลักทางเคมี หมายถึง องค์ความรู้ทางเคมีที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้อิทธิพลเฉพาะของเคมี ได้แก่ อธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้

บริบททางเคมี (chemical in context) คือ ความสามารถในการนำความรู้ทางเคมีไปใช้ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม อีกทั้งยังใช้ความรู้ทางเคมีในการตัดสินใจเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยีใหม่ๆ สามารถวัดได้ด้วย 3 ตัวบ่งชี้ คือ

1) บริบทชีวิตประจำวัน หมายถึง การใช้ความรู้ทางเคมีมาปรับปรุงหรือพัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด

2) บริบทกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม หมายถึง การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม

3) บริบทการเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยี หมายถึง การใช้ความเข้าใจในเคมีในการเลือกการตัดสินใจบริโภคผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีใหม่และมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางเคมี

ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill) หมายถึง ทักษะในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับบริบททางเคมี สามารถวัดได้ด้วย 2 ตัวบ่งชี้ คือ

1) ทักษะการสืบเสาะ หมายถึง การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี

2) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความในหนังสือพิมพ์และสื่อโฆษณาที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี

เจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry) หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อเคมีและกิจกรรมการเรียนรู้ทางเคมี สามารถวัดได้ด้วย 2 ตัวบ่งชี้ คือ

1) ความเป็นกลาง หมายถึง ความรู้สึกที่ไม่เอนเอียงในเชิงบวกและเชิงลบมากเกินไปต่อเคมีและการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้

2) มีความสนใจ หมายถึง ความตั้งใจจดจ่อในหัวข้อใหม่ๆ ทางเคมี ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ

1.2 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบ ซึ่งคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบนั้นเป็นเอกสารที่ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ ที่ประกอบไปด้วย บทนำ คำแนะนำในการใช้คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของการสอบ รายละเอียดของมาตรฐาน/เนื้อหา/คุณลักษณะที่มุ่งวัด แนวทางการสร้างข้อสอบ โครงสร้างของแบบสอบ รูปแบบของข้อสอบ ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ตัวอย่างข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน

1.3 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เพื่อนำเนื้อหาหมวดวางไว้ในคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ โดย พิจารณาความสอดคล้องกันระหว่างองค์ประกอบของการรู้เคมี กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.4 กำหนดโครงสร้างของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ โครงสร้างของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและกำหนดโครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และกำหนดค่าน้ำหนักของคะแนนในแต่ละองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

โครงสร้างของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ ประกอบด้วย

1) บทนำ เป็นส่วนที่อธิบายถึงความสำคัญของการรู้เคมี ความเป็นมา และความสำคัญของการพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบ

2) คำชี้แจงในการใช้งาน เป็นส่วนที่อธิบายเกี่ยวกับภาพรวมของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ ซึ่งเป็นแนวทางให้ผู้อ่านนำเครื่องมือมาใช้งาน

3) วัตถุประสงค์ของการสอบ เป็นส่วนที่อธิบายถึงความสำคัญของส่วนที่เกี่ยวข้องในการประเมินผลการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบ่งเป็น

3.1) วัตถุประสงค์ของการสอบการรู้เคมี เป็นส่วนที่อธิบายถึงความสำคัญต่อการวัดและประเมินผลการรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.2) วัตถุประสงค์ของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี เป็นส่วนที่อธิบายถึงความสำคัญของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่จัดทำขึ้น

3.3) วัตถุประสงค์ของแบบสอบการรู้เคมี เป็นส่วนที่อธิบายถึงความสำคัญของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และความสำคัญต่อการนำผลการประเมินการรู้เคมีของนักเรียนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ มโนทัศน์เกี่ยวกับการรู้เคมี

4) มโนทัศน์เกี่ยวกับการรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นส่วนที่อธิบายถึงรายละเอียดและมโนทัศน์ทั่วไปของการรู้เคมี รวมถึงการอธิบายถึงองค์ประกอบต่างๆของการรู้เคมี

5) หลักการสร้าง โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี เป็นส่วนที่อธิบายถึงหลักการสร้างข้อสอบ รูปแบบของข้อสอบการรู้เคมี คำแนะนำในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี

6) คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบการรู้เคมีฯ เป็นส่วนที่อธิบายถึงโครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

7) ตัวอย่างแบบสอบการรู้เคมีฯ เป็นชุดข้อสอบที่สร้างขึ้นจากคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

8) การแปลความหมายของคะแนน เป็นส่วนที่อธิบายถึงการนำคะแนนที่ได้มาแปลผลการรู้เคมีในระดับต่างๆ

โครงสร้างของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ประกอบด้วย

1) องค์ประกอบหลัก เป็นส่วนที่ปรากฏองค์ประกอบต่างๆ ของการรู้เคมี

2) องค์ประกอบย่อย เป็นส่วนที่ปรากฏองค์ประกอบย่อยของการรู้เคมี

- 3) นิยาม เป็นส่วนที่ปรากฏคำจำกัดความขององค์ประกอบย่อยในองค์ประกอบต่างๆ ของการรู้เคมี
- 4) ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ เป็นส่วนที่ปรากฏตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานที่มีความสอดคล้องกันกับองค์ประกอบของการรู้เคมี
- 5) จุดประสงค์ เป็นส่วนที่ปรากฏจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนได้แสดงออกในแต่ละองค์ประกอบย่อยในองค์ประกอบต่างๆ ของการรู้เคมี
- 6) รูปแบบข้อสอบ เป็นส่วนที่ปรากฏลักษณะหรือชนิดข้อคำถาม
- 7) ลักษณะข้อคำถาม เป็นส่วนที่ปรากฏกรอบของกติกา เงื่อนไข ของคำถาม โดยพิจารณาเนื้อหาสาระ
- 8) ลักษณะของคำตอบ เป็นส่วนที่ปรากฏขอบเขตของคำตอบ และมาตรฐานที่จะใช้ตัดสินคำตอบของนักเรียน
- 9) ลักษณะของตัวถูก เป็นส่วนที่ปรากฏคำตอบที่ถูกต้องต่อข้อคำถามนั้นๆ
- 10) ลักษณะของตัวลวง เป็นส่วนที่ปรากฏคำตอบที่ไม่ถูกต้องต่อข้อคำถามนั้นๆ โดยอาจเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน
- 11) ตัวอย่างข้อสอบ เป็นส่วนที่ปรากฏข้อสอบที่สร้างขึ้นจากคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
- 12) เกณฑ์การให้คะแนน เป็นส่วนที่ปรากฏวิธีการให้คะแนน โดยหากนักเรียนตอบถูก จะได้รับ 1 คะแนน และหากนักเรียนตอบผิด จะได้รับ 0 คะแนน ในข้อนั้นๆ

2. การตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ทำการสร้างแบบประเมินคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความถูกต้อง ด้านความเหมาะสม และด้านความเป็นไปได้ โดยแบบประเมินจะสร้างขึ้นในรูปแบบของมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (rating scale) ดังภาคผนวก ข

2.2 นำคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญทางด้านทางด้านวัดและประเมินผลการศึกษา โดยมีคุณวุฒิทางการศึกษา

ในระดับปริญญาเอก และมีประสบการณ์ในการสอนไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์-เคมี โดยมีคุณวุฒิทางการศึกษาในระดับปริญญาเอก และมีประสบการณ์ในการสอนไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์-เคมี โดยมีคุณวุฒิทางการศึกษา ในระดับปริญญาตรีขึ้นไป และมีประสบการณ์ในการสอนไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 4 ท่าน โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนน ดังนี้

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.50-5.00	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ มีคุณภาพมากที่สุด
3.50-4.49	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ มีคุณภาพมาก
2.50-3.49	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ มีคุณภาพปานกลาง
1.50-2.49	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ มีคุณภาพน้อย
1.00-1.49	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ มีคุณภาพน้อยที่สุด

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนคุณภาพด้านต่างๆ ของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.50-5.00	คุณภาพรายด้านของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ มีคุณภาพมากที่สุด
3.50-4.49	คุณภาพรายด้านของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ มีคุณภาพมาก
2.50-3.49	คุณภาพรายด้านของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ มีคุณภาพปานกลาง
1.50-2.49	คุณภาพรายด้านของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ มีคุณภาพน้อย
1.00-1.49	คุณภาพรายด้านของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ มีคุณภาพน้อยที่สุด

ระยะที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. การพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นในระยะที่ 1 แล้วทำการกำหนดโครงสร้างของแบบสอบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก 4 องค์ประกอบ มีจำนวนข้อสอบทั้งสิ้น 25 ข้อ โดยรูปแบบข้อสอบเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ดังโครงสร้างต่อไปนี้



ตารางที่ 3.4 โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การรู้เคมี (chemical literacy)			จำนวน (ข้อ)	รวม (ข้อ)
องค์ประกอบ	องค์ประกอบย่อย	นิยาม		
ความรู้ทางเคมี	ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	การใช้ความรู้ทางเคมีอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาอื่นๆทางวิทยาศาสตร์ได้	2	11
	แนวคิดหลักทางเคมี	การอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปแบบของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้	9	
บริบททางเคมี	ชีวิตประจำวัน	การใช้ความรู้ทางเคมีมาปรับปรุงหรือพัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด	2	6
	กระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม	การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม	2	
	การเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยี	การทำความเข้าใจในเคมีในการเลือกการตัดสินใจบริโภคผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีใหม่และมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางเคมี	2	
ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง	ทักษะการสืบเสาะ	การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี	2	4
	ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความในหนังสือพิมพ์และสื่อโฆษณาที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี	2	
เจตคติต่อเคมี	มีความเป็นกลาง	ความรู้สึที่ไม่เอนเอียงในเชิงบวกและเชิงลบมากเกินไปต่อเคมีและการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้	2	4
	มีความสนใจ	สนใจในหัวข้อใหม่ๆทางเคมี ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ	2	
รวม				25

1.2 ทำการสร้างแบบสอบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นในระยะที่ 1

2. การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 นำแบบสอบที่ได้สร้างขึ้นตามคุณลักษณะของแบบสอบและข้อสอบการรู้เคมีให้ผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญทางด้านทางด้านวัดและประเมินผลการศึกษา โดยมีคุณวุฒิทางการศึกษาในระดับปริญญาเอก และมีประสบการณ์ในการสอนไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์-เคมี โดยมีคุณวุฒิทางการศึกษาในระดับปริญญาเอก และมีประสบการณ์ในการสอนไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์-เคมี โดยมีคุณวุฒิทางการศึกษาในระดับปริญญาตรีขึ้นไป และมีประสบการณ์ในการสอนไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 4 ท่านตรวจสอบความความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (item objective congruence : IOC) หากค่า $IOC \geq 0.5$ แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ สามารถใช้ได้

2.2 นำแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ปรับปรุงแล้ว ทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ คือ โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่วมเกล้า สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมในด้านหลักสูตร เนื้อหา บุคลากร และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ที่มีผลต่อการรู้เคมีของนักเรียนโดยแบ่งเป็น เพศชาย 19 คน คิดเป็นร้อยละ 38 และ เพศหญิง 31 คน คิดเป็นร้อยละ 62 ซึ่งกลุ่มทดลองนี้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 58.64 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 15.38 มีคะแนนสูงสุด 91.29 คะแนน และ คะแนนต่ำสุด 22.16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.5 และตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.5 จำนวน ร้อยละ และคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1

เพศ	จำนวน	ร้อยละ	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ชาย	19	38.0	83.14	22.16	56.02	14.33
หญิง	31	62.0	91.29	34.66	60.24	15.99

ตารางที่ 3.6 ผลการประเมินการรู้เคมีของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1

ผลประเมินการรู้เคมี	คะแนน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ดีเยี่ยม	80.00 ขึ้นไป	6	12
ดีมาก	75.00-79.99	1	2
ดี	70.00-74.99	6	12
ค่อนข้างดี	65.00-69.99	5	10
ปานกลาง	60.00-64.99	1	2
พอใช้	55.00-59.99	9	18
ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	50.00-54.99	6	12
ต่ำกว่าเกณฑ์	ต่ำกว่า 50.00	16	32
รวม		50	100

จากนั้นผู้วิจัยทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยหาค่าความยาก (item difficulty) และอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 50 เปอร์เซนต์ในการแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรม TAP ในการวิเคราะห์ จนได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3.7 ซึ่งใช้เกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

ค่าความยาก (difficulty index)

ข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง	0.81-1.00	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
ข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง	0.61-0.80	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
ข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง	0.41-0.60	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง
ข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง	0.21-0.40	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก
ข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง	0.00-0.20	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ยากมาก

ค่าอำนาจจำแนก (discriminant index)

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง	0.4 ขึ้นไป	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่จำแนกผู้สอบได้ดีมาก
ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง	0.30 – 0.39	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่จำแนกผู้สอบได้ดีพอสมควร
ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง	0.20 – 0.29	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่จำแนกผู้สอบพอใช้ได้
ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง	ต่ำกว่า 0.20	แสดงว่าเป็นข้อสอบที่จำแนกผู้สอบไม่ได้

ตารางที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบการรู้เคมีฯ ของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1

ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	การแปลผล
1	1	0.00	0.00	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงที่ 1 ควรปรับปรุง
	2	0.10	-0.157	
	(3)	0.88	0.207	
	4	0.20	-0.050	
2	1	0.00	0.000	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงที่ 1 ควรปรับปรุง
	(2)	0.88	0.250	
	3	0.12	-0.250	
	4	0.00	0.000	
3	(1)	0.66	0.052	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบไม่ได้ ตัวลวงที่ 2 ควรปรับปรุง
	2	0.00	0.000	
	3	0.02	0.043	
	4	0.32	-0.096	
4	1	0.16	-0.063	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก จำแนกผู้สอบไม่ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	(2)	0.34	0.185	
	3	0.36	-0.052	
	4	0.14	-0.070	
5	1	0.18	0.024	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ยากมาก จำแนกผู้สอบไม่ได้ ตัวลวงที่ 1, 4 ควรปรับปรุง
	2	0.38	-0.102	
	(3)	0.18	0.067	
	4	0.26	0.011	
6	1	0.18	-0.076	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบไม่ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.14	-0.070	
	(3)	0.44	0.178	
	4	0.24	-0.033	
7	1	0.04	-0.007	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบได้ดีมาก ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.24	-0.270	
	3	0.18	-0.120	
	(4)	0.54	0.396	

ตารางที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบการรู้เคมีฯ ของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	การแปลผล
8	(1)	0.44	0.265	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.06	-0.063	
	3	0.30	-0.083	
	4	0.20	-0.120	
9	(1)	0.68	-0.004	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบไม่ได้ ตัวลวงที่ 2 ควรปรับปรุง
	2	0.18	0.067	
	3	0.04	-0.007	
	4	0.10	-0.057	
10	1	0.02	0.043	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก จำแนกผู้สอบไม่ได้ ตัวลวงที่ 1, 2 ควรปรับปรุง
	2	0.00	0.000	
	(3)	0.90	0.063	
	4	0.08	-0.107	
11	1	0.38	-0.189	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงที่ 3 ควรปรับปรุง
	2	0.08	-0.057	
	3	0.00	0.000	
	(4)	0.54	0.246	
12	1	0.16	-0.207	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบได้ดีมาก ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	(2)	0.72	0.413	
	3	0.08	-0.107	
	4	0.04	-0.100	
13	1	0.06	-0.050	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.04	-0.007	
	(3)	0.82	0.207	
	4	0.08	-0.150	
14	(1)	0.28	0.198	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงที่ 2 ควรปรับปรุง
	2	0.42	0.035	
	3	0.18	-0.170	
	4	0.12	-0.063	

ตารางที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบการรู้เคมีฯ ของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	การแปลผล
15	1	0.22	-0.076	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก จำแนกผู้สอบได้ดีพอสมควร ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	(2)	0.34	0.328	
	3	0.06	-0.150	
	4	0.38	-0.102	
16	1	0.02	0.043	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงที่ 1 ควรปรับปรุง
	2	0.08	-0.200	
	3	0.30	-0.133	
	(4)	0.60	0.289	
17	1	0.12	0.124	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบไม่ได้ ตัวลวงที่ 1 ควรปรับปรุง
	2	0.30	-0.270	
	(3)	0.54	0.152	
	4	0.04	-0.007	
18	1	0.24	-0.083	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบได้ดีมาก ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.16	-0.113	
	(3)	0.46	0.446	
	4	0.14	-0.250	
19	1	0.04	-0.100	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบได้ดีมาก ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.08	-0.150	
	3	0.18	-0.157	
	(4)	0.76	0.407	
20	1	0.08	-0.150	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบได้ดีพอสมควร ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	(2)	0.56	0.389	
	3	0.16	-0.163	
	4	0.20	-0.076	
21	(1)	0.54	0.252	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.16	-0.113	
	3	0.12	-0.020	
	4	0.18	-0.120	

ตารางที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบการรู้เคมีฯ ของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	การแปลผล
22	1	0.02	-0.050	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบไม่ได้ ตัวลวงที่ 2 ควรปรับปรุง
	2	0.12	0.124	
	3	0.08	-0.100	
	(4)	0.78	0.026	
23	1	0.04	-0.007	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบได้ดีพอสมควร ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	(2)	0.50	0.309	
	3	0.06	-0.057	
	4	0.40	-0.246	
24	(1)	0.74	0.600	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบไม่ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.08	-0.200	
	3	0.14	-0.300	
	4	0.04	-0.100	
25	1	0.22	-0.076	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.04	-0.050	
	3	0.18	-0.076	
	(4)	0.56	0.202	

จากตารางที่ 3.7 พบว่า แบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีข้อสอบที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกพอเหมาะจำนวน 16 ข้อ (มีค่าความยากระหว่าง 0.28 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.207 – 0.600) ส่วนข้อสอบอีก 9 ข้อ นั้น มีจำนวน 7 ข้อที่มีค่าความยากเหมาะสม (0.27 – 0.66) แต่มีค่าอำนาจจำแนกไม่ผ่านเกณฑ์ (-0.004 – 0.198) และมีข้อสอบจำนวน 2 ข้อ ที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกไม่ผ่านเกณฑ์ (ค่าความยาก 0.18, 0.90 และค่าอำนาจจำแนก 0.063, 0.067) แสดงว่าข้อสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่มีคุณภาพและเหมาะสมกับการนำไปใช้

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์อำนาจจำแนกของข้อสอบด้วยวิธีการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้ t-test พบว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนก ($p < .05$) จำนวนทั้งหมด 25 ข้อ ดังแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ง

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ โดยแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.8 ข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี หลังจากที่มีการปรับปรุง


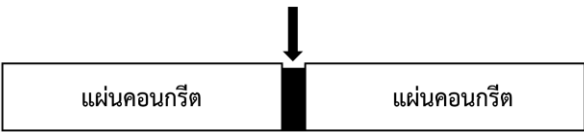
ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมี	ข้อสอบการรู้เคมีหลังปรับแก้												
1	<p>นางสาวกุลนัฐ วางแผนที่จะปลูกพืชภายในที่ดินของตนเอง ซึ่งเธอได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติทั่วไปของดินที่เหมาะสมในการปลูกพืชชนิดต่างๆ ดังตาราง จากนั้นเธอได้ทำการทดสอบความเป็นกรด-เบสของดินในพื้นที่ โดยการละลายดินกับน้ำแล้ววัดค่า pH สารละลายด้วยพีเอชมิเตอร์ (pH meter) พบว่า ค่า pH ของดินต่ำเกินกว่าที่จะปลูกพืชชนิดใดๆได้เลย</p>	<table border="1" data-bbox="930 456 1390 730"> <thead> <tr> <th>ชนิดของพืช</th> <th>ค่า pH ของดินที่เหมาะสม</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. ข้าว</td> <td>5.5 - 6.0</td> </tr> <tr> <td>2. ผักกาดหอม</td> <td>6.0 - 7.0</td> </tr> <tr> <td>3. กะหล่ำปลี</td> <td>5.7 - 7.0</td> </tr> <tr> <td>4. มันเทศ</td> <td>5.5 - 7.0</td> </tr> <tr> <td>5. สับปะรด</td> <td>5.0 - 6.0</td> </tr> </tbody> </table>	ชนิดของพืช	ค่า pH ของดินที่เหมาะสม	1. ข้าว	5.5 - 6.0	2. ผักกาดหอม	6.0 - 7.0	3. กะหล่ำปลี	5.7 - 7.0	4. มันเทศ	5.5 - 7.0	5. สับปะรด	5.0 - 6.0
ชนิดของพืช	ค่า pH ของดินที่เหมาะสม													
1. ข้าว	5.5 - 6.0													
2. ผักกาดหอม	6.0 - 7.0													
3. กะหล่ำปลี	5.7 - 7.0													
4. มันเทศ	5.5 - 7.0													
5. สับปะรด	5.0 - 6.0													
	<p>นักเรียนคิดว่าสภาพความเป็นกรด-เบสของดินในพื้นที่นี้มีคุณสมบัติอย่างไร และจะต้องดำเนินการอย่างไรเพื่อให้สามารถปลูกพืชในพื้นที่ของเธอได้</p> <ol style="list-style-type: none"> ดินในพื้นที่เป็นดินเค็ม สามารถแก้ไขได้โดยการเติมโซดา แอช (Na_2CO_3) ดินในพื้นที่เป็นดินเค็ม สามารถแก้ไขได้ด้วยการเติมปูนมาร์ล (CaCO_3) ดินในพื้นที่เป็นดินเปรี้ยว สามารถแก้ไขได้โดยการเติมปูนขาว (CaO) ดินในพื้นที่เป็นดินเปรี้ยว สามารถแก้ไขได้ด้วยการเติมผงกำมะถัน (S_8) 	<p>ไม่มีการปรับแก้</p>												

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้										
2	<p>สถานการณ์เดิม</p> <p>น้ำมันและไขมัน เป็นสารประกอบที่เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันระหว่าง กลีเซอรอล 1 โมเลกุลและกรดไขมัน 3 โมเลกุล ซึ่งกรดไขมันนั้นประกอบไปด้วยโซ่ยาวที่เกิดจากอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจน โดยมีปลายข้างหนึ่งเป็นหมู่ไฮดรอกซิล (-COOH) ซึ่งมี สมบัติเป็นกรด กรดไขมันนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยสามารถตรวจสอบได้ด้วยการหยดสารละลายไอโอดีน หากจำนวนหยดของไอโอดีนน้อย นั้นหมายความว่าน้ำมันชนิดนั้นประกอบไปด้วยกรดไขมันอิ่มตัว ถ้านำตัวอย่างของน้ำมัน 4 ชนิด มาทำการตรวจสอบการอิ่มตัวของน้ำมัน ได้ผลดังตาราง</p> <table border="1" data-bbox="582 855 1206 1146"> <thead> <tr> <th>ชนิดของน้ำมัน</th> <th>จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	ชนิดของน้ำมัน	จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน	A	20	B	12	C	7	D	15	
ชนิดของน้ำมัน	จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน											
A	20											
B	12											
C	7											
D	15											
	<p>สถานการณ์หลังการปรับแก้</p> <p>ไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fat)</p> <p>ไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fat) : เป็นไขมันดี เพราะเป็นไขมันที่ได้จากพืชเช่น น้ำมันรำข้าว น้ำมันโอลีฟ น้ำมันคาโนล่า เมื่อปล่อยให้ไขมันชนิดนี้เย็นจะไม่เกิดการแข็งตัว ไขมันชนิดนี้มีอันตรายที่จะส่งผลกระทบต่อร่างกายน้อยกว่าไขมันอิ่มตัว (Saturated Fat) การบริโภคไขมันชนิดนี้จะช่วยให้ลดคอเลสเตอรอลในเลือดเพราะมี High-density lipoprotein (HDL) (ไขมันดี) ที่จะคอยช่วยลด low-density lipoprotein (LDL) (ไขมันไม่ดี) แต่ก็กลายเป็นอนุมูลอิสระก่อให้เกิดปัญหาทางสุขภาพได้เช่นกัน</p> <p>นางสาวมยุราเห็นว่าน้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะดีต่อสุขภาพ จึงนำน้ำมันที่มีทั้งหมดมาทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ความไม่อิ่มตัวของน้ำมันโดยการนับจำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน ได้ผลดังนี้</p> <table border="1" data-bbox="552 1771 1235 1998"> <thead> <tr> <th>ชนิดของน้ำมัน</th> <th>จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	ชนิดของน้ำมัน	จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน	A	20	B	12	C	7			
ชนิดของน้ำมัน	จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน											
A	20											
B	12											
C	7											

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	D	15
	<p>ข้อใดเรียงลำดับความอึมตัวของน้ำมันจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง</p> <p>1. D C A B 2. C B D A</p> <p>3. A D B C 4. B A C D</p>	ไม่มีการปรับแก้
3	<p>นายวินัยทำน้ำหก รดกระดาษที่จดบันทึกด้วยปากกาเมจิก ยี่ห้อ A ปรากฏว่า น้ำหมึกได้แพร่ไปตามกระดาษแล้วเกิดสีต่างๆ สาสิตจึงเกิดข้อสงสัยว่า “ปากกาเมจิก ยี่ห้อ B จะมีผลเหมือนปากกาเมจิก ยี่ห้อ A หรือไม่”</p> <p>นายวินัยจะควบคุมตัวแปรในการทดลองนี้ได้อย่างไร จึงจะเหมาะสม</p> <p>1. ใช้ปากกาเมจิกสีเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B</p> <p>2. ใช้ปากกาเมจิกที่ราคาเท่ากัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B</p> <p>3. ใช้ปากกาเมจิกที่ซื้อจากร้านเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B</p> <p>4. ใช้ปากกาเมจิกทดลองในเวลาเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B</p>	<p>นายวินัยจะควบคุมตัวแปรในการทดลองนี้ได้อย่างไร จึงจะเหมาะสม</p> <p>1. ใช้ปากกาเมจิกสีเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B</p> <p>2. ใช้ปากกาเมจิกที่มีคุณภาพเท่ากัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B</p> <p>3. ใช้ปากกาเมจิกที่ผลิตในวันเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B</p> <p>4. ใช้ปากกาเมจิกทดลองในเวลาเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B</p>
4	<p>จากสถานการณ์ข้อที่ 3 เมื่อ นายวินัยทำการทดลองด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ แล้วได้ผลการทดลอง ดังภาพ</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>นายวินัยจะสรุปผลการทดลองได้ตามข้อใด จึงจะถูกต้องที่สุด</p>

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	1. น้ำหมึกจากปากกาเมจิกชนิด A เป็นสารบริสุทธิ์ 2. <u>น้ำหมึกจากปากกาเมจิกชนิด A เป็นสารไม่บริสุทธิ์</u> 3. น้ำหมึกจากปากกาเมจิกชนิด B เป็นสารบริสุทธิ์ 4. น้ำหมึกจากปากกาเมจิกชนิด B เป็นสารไม่บริสุทธิ์	1. น้ำหมึกจากปากกาเมจิกยี่ห้อ A เป็นสารบริสุทธิ์ 2. <u>น้ำหมึกจากปากกาเมจิกยี่ห้อ A เป็นสารไม่บริสุทธิ์</u> 3. น้ำหมึกจากปากกาเมจิกยี่ห้อ B เป็นสารบริสุทธิ์ 4. น้ำหมึกจากปากกาเมจิกยี่ห้อ B เป็นสารไม่บริสุทธิ์
5	นายวีระกรเพิ่งซื้อน้ำหอมขวดใหม่มาจากห้างสรรพสินค้า เมื่อกลับมาถึงบ้านเขาได้เปิดฝาขวดน้ำหอมเพื่อดมกลิ่นภายในห้องนอนของตน แต่ลืมนิดฝาขวดน้ำหอม เมื่อเวลาผ่านไปหลายนาทีพบว่า ภายในห้องนอนของเขาได้กลิ่นน้ำหอมฟุ้งกระจายไปทั่วบริเวณ วีระกรสามารถอธิบายถึงปรากฏการณ์นี้ได้อย่างไร 1. โมเลกุลของน้ำหอมจัดเป็นโมเลกุลของธาตุชนิดเดียวกันเท่านั้น 2. โมเลกุลของน้ำหอมมีแรงยึดเหนี่ยวที่แข็งแรงมากจึงเกิดการฟุ้งกระจาย 3. <u>โมเลกุลของน้ำหอมเกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันของแต่ละอะตอม</u> 4. โมเลกุลของน้ำหอมเกิดจากการให้และรับอิเล็กตรอนของแต่ละอะตอม	วีระกรสามารถอธิบายถึงปรากฏการณ์นี้ในเชิงพันธะเคมีได้อย่างไร 1. โมเลกุลของกลิ่นน้ำหอมจัดเป็นโมเลกุลของธาตุชนิดเดียวกันเท่านั้น 2. โมเลกุลของกลิ่นน้ำหอมมีแรงยึดเหนี่ยวที่แข็งแรงมากจึงเกิดการฟุ้งกระจาย 3. <u>โมเลกุลของกลิ่นน้ำหอมเกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันของแต่ละอะตอม</u> 4. โมเลกุลของกลิ่นน้ำหอมเกิดจากการให้และรับอิเล็กตรอนของแต่ละอะตอม
6	<u>สถานการณ์เดิม</u> โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) หรือเรียกอีกอย่างว่า ดินประสิว เป็นสารที่มีสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้หลายชนิด และสามารถรักษาเนื้อให้แดงสดอยู่เสมอ ทำให้มักถูกใช้เพื่อทำให้เนื้อเก่าที่ถูกเก็บไว้นานแล้วดูแดงสดเหมือนใหม่ อาหารที่มักใส่สารประเภทนี้ได้แก่ กุนเชียง ไส้กรอก แหนม เบคอน หากบริโภคสารนี้ในปริมาณมากๆ อาจจะก่อให้เกิดอาการท้องร่วงรุนแรง หรือ หายใจติดขัดจนกระทั่งหายใจไม่ออกได้ <u>สถานการณ์หลังการปรับแก้</u>	

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	<p>นางเพ็ญศรีได้ซื้อปุ๋ยมูลคอก ซึ่งภายในปุ๋ยมูลคอกนั้นมีโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) หรือเรียกอีกอย่างว่า ดินประสิว เป็นสารที่มีสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้หลายชนิด และสามารถรักษาเนื้อให้แดงสดอยู่เสมอ ทำให้หมักถูกใช้เพื่อทำเนื้อเก่าที่ถูกเก็บไว้นานแล้วดูแดงสดเหมือนใหม่ โดยสารประกอบภายในปุ๋ยมูลคอกนั้น ประกอบไปด้วยอะตอมที่สามารถให้และรับอิเล็กตรอนได้ซึ่งกันและกัน</p>	
	<p>ข้อใด ไม่ใช่ สารประกอบประเภทเดียวกับโพแทสเซียมไนเตรต</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ผงซักฟอก ($CH_3(CH_2)_6SO_3Na$) 2. สารส้ม ($Al_2(SO_4)_3$) 3. กรดแอสซิติค ($C_2H_4O_2$) 4. ผงฟู ($NaHCO_3$) 	<p>ข้อใด ไม่ใช่ สารประกอบประเภทเดียวกับโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ผงซักฟอก ($CH_3(CH_2)_6SO_3Na$) 2. สารส้ม ($Al_2(SO_4)_3$) 3. กรดแอสซิติค ($C_2H_4O_2$) (เจลล) 4. ผงฟู ($NaHCO_3$)
7	<p>7 วิชิตสังเกตเห็นเหล็กแท่งหนึ่งซึ่งเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่สัมผัสกับอากาศและความชื้น ทำให้ตะปูเกิดสนิมขึ้น วิชิตสังเกตเห็นแล้วดูเหมือนว่าเนื้อของเหล็กถูกสนิมกินและหายไป แต่เมื่อชั่งน้ำหนักเหล็กที่ขึ้นสนิมปรากฏว่ามีมวลมากกว่ามวลเดิมของเหล็กก่อนจะขึ้นสนิม</p> <p>นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดมวลของเหล็กขึ้นสนิมจึงมีมากกว่ามวลเดิม</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เนื่องจากโมเลกุลของน้ำถูกดูดซับเข้าไปในพื้นที่ผิวของเหล็ก 2. เนื่องจากเหล็กเกิดการขยายตัวจึงทำให้มวลมากขึ้น 3. เนื่องจากโมเลกุลของอากาศเกาะที่เหล็กจึงทำให้มวลมากขึ้น 4. เนื่องจากเหล็กทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดเป็นออกไซด์ของเหล็ก 	<p>ทำให้ตะปูเกิดสนิมขึ้น วิชิตสังเกตเห็นแล้วดูเหมือนว่าเนื้อของเหล็กถูกสนิมกินและหายไป แต่เมื่อชั่งน้ำหนักเหล็กที่ขึ้นสนิมปรากฏว่ามีมวลมากกว่ามวลเดิมของเหล็กก่อนจะขึ้นสนิม</p> <p>ไม่มีการปรับแก้</p>
8		<p>8 แสงสว่างของหิ่งห้อยเกิดจาก สารลูซิเฟอริน (Luciferin) ไปรวมกับออกซิเจนในอากาศ โดยมีสารอีกชนิดหนึ่ง คือ ลูซิเฟอเรส (Luciferase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งสารทั้งสองได้มาจากตัวหิ่งห้อยโดยตรง แสงที่เกิดจากหิ่งห้อยเป็นแสงที่ไม่มีความร้อน ซึ่งเราสามารถจับต้องได้ และแสงสว่างที่เกิดขึ้นนี้นับว่าน้อยมาก แสงของหิ่งห้อยจะมีลักษณะวิบวาบ ที่เป็นเช่นนั้นเพราะแสงสว่างที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับจังหวะของการหายใจนั่นเอง</p>

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	<p>สถานการณ์ต่อไปนี้อาจคล้อยกับการเกิดแสงสว่างจากหิ่งห้อย</p> <p>1. การใช้แก๊สเอทิลีนในการบ่มผลไม้ให้สุก</p> <p>2. การเติมสารกัตบูตในอาหารกึ่งสำเร็จรูป</p> <p>3. การแข็งตัวของน้ำเปล่ากับน้ำเชื่อมในช่องแช่แข็ง</p> <p>4. การแช่อาหารสดในตู้เย็นเพื่อรักษาความสดใหม่ของอาหาร</p>	<p>ไม่มีการปรับแก้</p>
9	<p>สถานการณ์เดิม</p> <p>สาครเดินขึ้นสะพานคอนกรีตเพื่อข้ามคลองไปยังโรงเรียนทุกวัน จนกระทั่งสาครได้สังเกตเห็นว่ามีสิ่งๆหนึ่งปรากฏอยู่บนสะพานดังรูป (ขวามือ)</p>	
	<p>สถานการณ์หลังการปรับแก้</p> <p>บริเวณหน้าบ้านของนายสาครมีท่าถนนคอนกรีตขึ้น ซึ่งนายสาครได้สังเกตเห็นว่า ช่างทำถนนได้เทยางมะตอยลงในช่องว่างระหว่างแผ่นคอนกรีต ดังภาพ</p> <div style="text-align: center;"> <p>ยางมะตอย</p>  </div>	
	<p>นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดจึงมีการสร้างสิ่งๆ นี้ขึ้นบนสะพาน</p> <p>1. เพราะรองรับการขยายตัวของคอนกรีตในเวลากลางวัน</p> <p>2. เพราะรองรับการขยายตัวของคอนกรีตในเวลากลางคืน</p> <p>3. เพราะรองรับการเพิ่มขึ้นของคอนกรีตในเวลากลางวัน</p> <p>4. เพราะรองรับการเพิ่มขึ้นของคอนกรีตในเวลากลางคืน</p>	<p>นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดช่างทำถนนจึงได้เทยางมะตอยลงในช่องว่างระหว่างแผ่นคอนกรีต</p> <p>1. เพราะรองรับการขยายตัวของคอนกรีตในเวลากลางวัน</p> <p>2. เพราะรองรับการขยายตัวของคอนกรีตในเวลากลางคืน</p> <p>3. เพราะรองรับการเพิ่มขึ้นของคอนกรีตในเวลากลางวัน</p>

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
		4. เพราะรองรับการเพิ่มขึ้นของคอนกรีตในเวลากลางคืน
10	<p>เตาไมโครเวฟทำงานอย่างไร ?</p> <p>ในเตาไมโครเวฟมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เรียกว่า แมกนีตรอน (magnetron) ใช้สำหรับผลิตคลื่นไมโครเวฟ คลื่นไมโครเวฟที่ผลิตออกมามีความถี่ 2,450 MHz ซึ่งจะปล่อยออกมาที่ช่องว่างภายในเตาที่มีผนังเป็นโลหะ คลื่นไมโครเวฟจะสะท้อนไปมาอยู่ภายในเตาและถูกดูดกลืนโดยอาหารหรือเครื่องดื่มที่เราใส่เข้าไป การดูดกลืนที่ไม่สม่ำเสมอจะทำให้บางตำแหน่งเกิดจุดร้อน (hot spots) ขึ้น</p> <p>ไมโครเวฟที่ผ่านเข้าไปในอาหารหรือของเหลวจะทำให้โมเลกุลของน้ำเกิดการสั่น ทำให้เกิดการเสียดสีกันของโมเลกุล จึงเกิดความร้อนและทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เวลาที่ใช้ประกอบอาหารจึงสั้นกว่าการใช้เตาแบบธรรมดา ความร้อนจะเพิ่มขึ้นเร็วหรือช้าจะขึ้นกับปริมาณความชื้น รูปร่าง ปริมาตร และมวลของอาหารที่ใส่เข้าไป อาหารบางชนิดจะมีความร้อนเพิ่มขึ้นไม่สม่ำเสมอ ที่ผิวหน้าอาจจะเพียงอุ่นๆ ขณะที่ภายในใกล้ถึงจุดเดือด</p>	<p>หาก रखนจะอุ่นไ้ภายในไมโครเวฟ रखนควรปฏิบัติไ้ไร เพื่อให้ रखนได้เร็วขึ้น</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สับครึ่งตัว เพื่อลดพื้นที่ของภาชนะ 2. ใส่เข้าไปทั้งตัว เพื่อให้ความร้อนเกิดขึ้นเร็ว 3. สับเป็นชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อให้ความร้อนกระจายทั่วชิ้นไ้ 4. อัดชิ้นไ้ลงไปในกลุ่มสำหรับอุ่นอาหารในไมโครเวฟโดยเฉพาะ <p>ไม่มี การปรับแก้</p>
11	<p>สถานการณ์เดิม</p> <p>พาราเซตามอล (Paracetamol)</p> <p>พาราเซตามอล (Paracetamol) เป็นยาที่มีสรรพคุณในการลดไข้ แก้อาการปวดทุกชนิด เป็นยาที่มีฤทธิ์ไม่รุนแรง จึงถูกนำมาใช้กับคนทุกเพศทุกวัยและมักมี</p>	

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	<p>เอาไว้ประจำบ้านหรือที่เรียกว่ายาสามัญประจำบ้าน ซึ่งยี่ห้อที่เป็นตัวยาพาราเซตามอลที่รู้จักกันทั่วไป ก็ได้แก่ ซาร่า ไทลินอล พาราเซต พารามอล เป็นต้น</p> <p>พาราเซตามอลเป็นยาที่มีผลข้างเคียงในการใช้ไม่มาก แต่หากใช้เกินขนาดหรือใช้เป็นเวลานานก็จะมีผลต่อดับและไต ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการตับหรือไตวายเฉียบพลันจนอาจทำให้เสียชีวิตได้ ดังนั้นในการใช้ควรใช้เมื่อพบว่ามีอาการปวดหรือเป็นไข้เท่านั้น และไม่ควรใช้เกินวันละ 4 ครั้ง และควรหยุดใช้ทันทีเมื่อหายปวดหรือหายไข้แล้ว</p>	
	<p>สถานการณ์หลังการปรับแก้</p> <p>พาราเซตามอล (Paracetamol)</p> <p>พาราเซตามอล (Paracetamol) เป็นยาที่มีสรรพคุณในการลดไข้ แก้อาการปวด และลดอาการปวดทุกชนิด เป็นยาที่มีฤทธิ์ไม่รุนแรง จึงมักมีเอาไว้ประจำบ้านหรือที่เรียกว่ายาสามัญประจำบ้าน ซึ่งพาราเซตามอลเป็นยาที่มีผลข้างเคียงในการใช้ไม่มาก แต่หากใช้เกินขนาดหรือใช้เป็นเวลานานก็จะมีผลต่อดับและไต ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการตับหรือไตวายเฉียบพลันจนอาจทำให้เสียชีวิตได้ ดังนั้นในการใช้ควรใช้เมื่อพบว่ามีอาการปวดหรือเป็นไข้เท่านั้น และไม่ควรใช้เกินวันละ 4 ครั้ง และควรหยุดใช้ทันทีเมื่อหายปวดหรือหายไข้แล้ว</p>	
	<p>หากนักเรียนตากฝนมา แล้วคุณแม่บอกให้นักเรียนทานยาพาราเซตามอล นักเรียนเห็นด้วยกับคุณแม่หรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลมีสรรพคุณในการลดไข้ เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลเป็นยาที่มีผลข้างเคียงในการใช้ไม่มาก ไม่เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลเป็นยาที่มีฤทธิ์ไม่รุนแรงพอต่อการลดไข้ ไม่เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลใช้เฉพาะมีอาการปวดหรือเป็นไข้เท่านั้น 	<p>หากนักเรียนตากฝนมา แล้วคุณแม่บอกให้นักเรียนทานยาพาราเซตามอล นักเรียนเห็นด้วยกับคุณแม่หรือไม่ เพราะเหตุใด</p> <ol style="list-style-type: none"> เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลมีสรรพคุณในการลดไข้ เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลเป็นยาที่มีผลข้างเคียงในการใช้ไม่มาก ไม่เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลเป็นยาที่มีฤทธิ์ไม่รุนแรงพอต่อการลดไข้ ไม่เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลใช้เฉพาะมีอาการปวดหรือเป็นไข้เท่านั้น
12	<p>เทอร์มอพลาสติก เป็นพลาสติกที่อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อนแต่เมื่อเย็นลงจะแข็งตัว และเมื่อให้ความร้อนอีกก็จะอ่อนตัวได้อีกโดยที่คุณสมบัติของพลาสติกนั้นไม่เปลี่ยนแปลง</p>	

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	<p>หรือเป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งพลาสติกชนิดนี้เป็นพอลิเมอร์แบบเส้นหรือพอลิเมอร์แบบกิ่ง เช่น</p> <p>พอลิเอทิลีน มีลักษณะเบา ทนทาน เหนียว ยืดหยุ่นได้ดี ฉีกขาดยาก ทนต่อกรดและเบส</p> <p>พอลิโพรพิลีน มีลักษณะคล้ายกับพอลิเอทิลีน แต่แข็งและเหนียวกว่า ทนความร้อนได้ดีกว่า</p> <p>พอลิสไตรีน มีลักษณะแข็งแต่เปราะ ไม่ทนต่อสารเคมี เบา มีทั้งใส ฝ้า และทึบ ผิวเรียบ ขรุขระ</p> <p>พอลิไวนิลคลอไรด์ ทนความร้อนได้สูงกว่าพอลิเอทิลีน แข็งและเหนียว ทนต่อสารเคมี ย่อมสดีดง่าย หากเผาไฟจะเกิดควันมาก</p>	
	<p>นางมณี มีบุตรอายุประมาณ 8 เดือน ซึ่งเป็นวัยที่ฟันกำลังขึ้น หากเธอจะซื้อของเล่นให้ลูก ของเล่นชิ้นนั้น ควรผลิตจากพอลิเมอร์ชนิดใด จึงจะปลอดภัยมากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. พอลิสไตรีน 2. พอลิเอทิลีน 3. พอลิโพรพิลีน 4. พอลิไวนิลคลอไรด์ 	<p>ไม่มีการปรับแก้</p>
13		<p>เส้นใย จัดเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่ประกอบไปด้วยมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีเป็นเส้นยาว โดยเส้นใยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ</p> <p>เส้นใยธรรมชาติ เป็นเส้นใยที่เกิดจากพืช สัตว์ หรือแร่ธาตุ</p> <p>เส้นใยจากพืช เป็นเส้นใยเซลลูโลสจากส่วนต่างๆของพืช เช่น เส้นใยที่หุ้มเมล็ดฝ้าย ฝ้าย ใยมะพร้าว เส้นใยจากเปลือกไม้ เช่น ลินิน เส้นใยจากใบ เช่น ปอ ผักตบชวา เป็นต้น</p> <p>เส้นใยจากสัตว์ เป็นเส้นใยที่เป็นสารประเภทโปรตีน เช่น เส้นใยจากรังไหม ขนแกะ เป็นต้น</p> <p>เส้นใยจากแร่ธาตุ เป็นเส้นใยที่ได้จากสินแร่ มีสมบัติในการทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีชนิดต่างๆ ไม่นำไฟฟ้า ทนต่อความร้อนสูงๆ</p> <p>เส้นใยสังเคราะห์ เป็นเส้นใยที่ได้จากการนำเส้นใยธรรมชาติมาปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะสมต่อการใช้งาน เช่น เซลลูโลสอะซิเตต เส้นใยเรยอน เป็นต้น</p>

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมี	ข้อสอบการรู้เคมีหลังปรับแก้
	<p>เส้นใยสังเคราะห์ เป็นเส้นใยที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งมีสมบัติที่ทนต่อจุลินทรีย์ เชื้อรา แบคทีเรีย ทนต่อสารเคมี ซักง่าย และแห้งเร็ว เช่น ไนลอน โอรอน และโพรเทโทรอน เป็นต้น</p> <p>หาก นายวาริช ประกอบอาชีพเป็นนักดับเพลิงของสำนักงานเทศบาลแห่งหนึ่ง ต้องการที่จะหาซื้อชุดทำงานเพื่อใส่ไปดับเพลิงในสถานที่ต่างๆ นักเรียนจะแนะนำให้เขาซื้อชุดทำงานตามข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ชุดทำงานที่ผลิตด้วยเส้นใยจากพืช 2. ชุดทำงานที่ผลิตด้วยเส้นใยเรยอน 3. ชุดทำงานที่ผลิตด้วยเส้นใยจากแร่ธาตุ 4. ชุดทำงานที่ผลิตด้วยเส้นใยโพรเทโทรอน 	ไม่มี การปรับแก้
14	<p>“อุตสาหกรรมเซรามิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ และเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆอีกหลายประเภท โดยมีกรรมวิธีในการผลิตหลายขั้นตอน สำหรับผลิตภัณฑ์เซรามิกส์บางชนิดที่ผ่านการเผาแล้วสามารถนำไปใช้งานได้เลย เช่น กระจกต้นไม้ อิฐ ไม้กระเบื้อง ไม้โอ๊ก ไม้ไผ่ แต่เซรามิกส์ส่วนใหญ่หลังจากเผาแล้วจะนำมาเคลือบผิวด้วยน้ำเคลือบซึ่งเป็นสารผสมของ ซิลิกาเกิดกับสารช่วยหลอมเหลวและสารเพิ่มคุณภาพอื่นๆ แล้วให้ความร้อนเรียกว่า การเผาเคลือบ (Glaze firing) เพื่อทำให้น้ำเคลือบที่ชุบบนผลิตภัณฑ์หลอมละลายรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อดิน ซึ่งเมื่อเย็นลงจะมีลักษณะเหมือนแก้วบางๆอยู่บนพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวลักษณะมัน แวววาว คงทนต่อการขีดข่วน ซึ่งสารผสมในน้ำเคลือบสามารถแบ่งตามสมบัติทางเคมีได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มของสารที่ช่วยลดอุณหภูมิของการหลอมละลายของน้ำเคลือบ เช่น ออกไซด์ของโลหะอัลคาไล และโลหะอัลคาไลนเอิร์ท รวมทั้งออกไซด์ของตะกั่ว ออกไซด์ของสังกะสี เป็นต้น กลุ่มที่ 2 กลุ่มของสารที่มีสมบัติทนไฟและให้สี และกลุ่มที่ 3 กลุ่มของสารที่ช่วยให้ทึบแสง”</p> <p>สารในข้อใด แสดงคุณสมบัติทางเคมีของสารผสมในน้ำเคลือบกลุ่มที่ 1 ได้ถูกต้องทั้งหมด</p> <p>1. Li_2O Na_2O MgO</p>	<p>สารในข้อใด แสดงคุณสมบัติทางเคมีของสารผสมในน้ำเคลือบกลุ่มที่ 1 ได้ถูกต้องทั้งหมด</p> <p>1. Li_2O Na_2O MgO</p>

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้															
	2. Fe ₂ O ₃ BeO B ₂ O ₃ 3. Al ₂ O ₃ CO ₂ CaO 4. SiO ₂ NO ₂ H ₂ O	2. Fe ₂ O ₃ BeO PbO 3. Al ₂ O ₃ ZnO CaO 4. PbO NO ₂ H ₂ O															
15	<p>ในงานขึ้นบ้านใหม่ของนายจร ได้นิมนต์พระมาทั้งสิ้น 9 รูป และในระหว่างที่พิธีสงฆ์ขึ้นจรได้สังเกตเห็นว่า พระสงฆ์รูปที่ 1 ได้ทำการหยดน้ำตาเทียน เพื่อทำน้ำมันมาประพรมให้กับผู้ร่วมงาน</p> <p>จรเห็นการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาเทียนแล้วสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นนี้ได้อย่างไร</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ตัวเลือก</th> <th>องค์ประกอบทางเคมี</th> <th>ทิศทางการถ่ายเทพลังงาน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ทางกายภาพ</td> <td>ดูดความร้อน</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td><u>ทางกายภาพ</u></td> <td><u>คายความร้อน</u></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ทางเคมี</td> <td>ดูดความร้อน</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>ทางเคมี</td> <td>คายความร้อน</td> </tr> </tbody> </table>	ตัวเลือก	องค์ประกอบทางเคมี	ทิศทางการถ่ายเทพลังงาน	1	ทางกายภาพ	ดูดความร้อน	2	<u>ทางกายภาพ</u>	<u>คายความร้อน</u>	3	ทางเคมี	ดูดความร้อน	4	ทางเคมี	คายความร้อน	<p>ไม่มีการปรับแก้</p>
ตัวเลือก	องค์ประกอบทางเคมี	ทิศทางการถ่ายเทพลังงาน															
1	ทางกายภาพ	ดูดความร้อน															
2	<u>ทางกายภาพ</u>	<u>คายความร้อน</u>															
3	ทางเคมี	ดูดความร้อน															
4	ทางเคมี	คายความร้อน															
16	<p>ป่าติ่มวางแผนจะเปิดร้านขายก๋วยเตี๋ยว จึงได้ทำการจัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆที่จะใช้ในการประกอบอาชีพของตน จนกระทั่งป่าติ่มจะต้องเลือกซื้อภาชนะใส่เครื่องปรุงจำพวกน้ำส้มปรุงรส</p> <p>นักเรียนคิดว่าป่าติ่มควรเลือกใช้ภาชนะที่ผลิตด้วยวัสดุชนิดใด</p> <p>1. หิน</p>	<p>ไม่มีการปรับแก้</p>															

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	2. โลหะ 3. พลาสติก 4. กระเบื้อง	
17	<p>คุณสมบัติยาลดกรดชนิดต่างๆ</p> <p>ยาลดกรดที่มีในท้องตลาดมีหลากหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเด่นและด้อยแตกต่างกันออกไป ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ยาที่มีส่วนผสมของสารประกอบอลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (aluminium hydroxide, $\text{Al}(\text{OH})_3$) ยาที่มีส่วนผสมของสารประกอบแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ (magnesium hydroxide, $\text{Mg}(\text{OH})_2$) แมกนีเซียมไตรซิลิเกต (magnesium trisilicate) หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต (magnesium carbonate, MgCO_3) <p>ยาสองชนิดนี้มักใช้เป็นส่วนผสมคู่กัน โดยจัดเป็นยาลดกรดที่ดูดซึมเข้าสู่กระเพาะได้ดี น้อย ออกฤทธิ์เฉพาะที่กระเพาะอาหารจึงไม่รบกวนสมดุลกรด-ด่างในร่างกาย โดยอลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ทำให้เกิดอาการท้องผูกได้ และแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์มีผลทำให้เกิดอาการท้องเสียได้ ดังนั้นเมื่อใช้เป็นส่วนผสมรับประทานร่วมกันจึงมีผลต่อระบบขับถ่ายน้อย</p> <ol style="list-style-type: none"> ยาที่มีส่วนผสมของสารประกอบโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate, NaHCO_3) <p>โซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นยาลดกรดชนิดออกฤทธิ์เร็ว แต่มีฤทธิ์ในการรักษาสั้น การใช้ยานี้สิ่งที่จะต้องระมัดระวัง คือ คุณสมบัติของยาที่สามารถดูดซึมผ่านกระเพาะอาหารเข้าสู่กระเพาะได้ดีจึงอาจทำให้เลือดและปัสสาวะเกิดสภาวะเป็นด่างมากกว่าปกติ รวมไปถึงการมีโซเดียมมากเกิดในกระเพาะได้ดี จึงเหมาะที่จะใช้ในการบรรเทาอาการกรดเกินหรือการระคายเคืองทางเดินอาหารเมื่ออาการกำเริบ แต่ไม่เหมาะสำหรับการใช้เป็นประจำเพื่อควบคุมภาวะความเป็นกรด นอกจากนี้ยังใช้ในการลดกรดในทางเดินอาหารแล้ว ยังอาจพบการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตในการควบคุมความสภาวะความเป็นกรดในเลือดในผู้ป่วยโรคไตอีกด้วย</p> <ol style="list-style-type: none"> ยาที่มีส่วนผสมของสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate, CaCO_3) 	

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	<p>แคลเซียมคาร์บอเนตให้ฤทธิ์ในการรักษาและออกฤทธิ์ได้เร็วระดับปานกลาง ยานี้อาจมีผลทำให้ท้องผูกได้</p> <p>หากนักเรียนเกิดอาการกรดเกินหรือการระคายเคืองทางเดินอาหารอย่างฉับพลัน นักเรียนควรเลือกรับประทานยาลดกรดที่มีส่วนผสมของสารประกอบชนิดใด เพื่อบรรเทาอาการนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (aluminium hydroxide, Al(OH)₃) 2. แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ (magnesium hydroxide, Mg(OH)₂) 3. โซเดียมไบคาร์บอเนต (<u>sodium bicarbonate, NaHCO₃</u>) 4. แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate, CaCO₃) 	<p>ไม่มีการปรับแก้</p>
18	<p>สถานการณ์เดิม</p> <p>ถ่านไฟฉาย ชนิดธรรมดา</p> <p>ถ่านไฟฉายธรรมดา เป็นหน้าที่เป็นแคโทดคือ สารแมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide) โดยผสมร่วมกับผงถ่าน ส่วนแอโนดคือ กระจกสังกะสี (zinc) ตัวกระป๋อง นอกจากจะทำหน้าที่เป็นแอโนดแล้วยังใช้บรรจุสารแคโทดด้วย โดยมีชั้นของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride) และซิงค์คลอไรด์ (zinc chloride) ทำหน้าที่เป็นสารอิเล็กโทรไลต์กั้นระหว่างชั้นแคโทดและชั้นแอโนด</p> <p>ปฏิกิริยาเคมีของถ่านไฟฉายจะเกิดต่อเนื่องไปจนกระทั่งสารแมงกานีสไดออกไซด์ทำปฏิกิริยาจนหมด หมายความว่าถ่านไฟฉายหมดไฟแล้ว ซึ่งเซลล์ไฟฟ้าชนิดเซลล์ปฐมภูมิ (primary cell) ซึ่งเป็นถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่ชนิดใช้แล้วทิ้งไม่สามารถอัดประจุไฟฟ้าได้ ประกอบด้วย แท่งคาร์บอนหรือแท่งถ่านทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากแคโทด ซึ่งสารที่ทำให้ผู้ใช้ควรทำการถอดถ่านออกจากตัวอุปกรณ์ไฟฟ้า เพราะสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ยังอยู่ในถ่านไฟฉายมีฤทธิ์เป็นกรด ดังนั้นสารจะเกิดปฏิกิริยาเคมีกับกระป๋องสังกะสีต่อได้ ทำให้สารเคมีภายในรั่วออกมาสร้างความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้าได้</p>	

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	<p>จุดเด่นของถ่านไฟฉายธรรมดา คือ ราคาถูกและมีหลายขนาดให้เลือกใช้ แต่จุดด้อยคือ ถ่านไฟฉายชนิดนี้ให้พลังงานได้น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับถ่านชนิดอื่น นอกจากนี้หากเก็บในสถานที่ที่มีอุณหภูมิที่ร้อน หรือเย็นเกินไปจะมีผลทำให้ ประสิทธิภาพของถ่านลดลง</p> <p>สถานการณ์หลังการปรับแก้</p> <p>ถ่านไฟฉาย ชนิดธรรมดา</p> <p>ถ่านไฟฉายธรรมดา เป็นเซลล์ไฟฟ้าชนิดเซลล์ปฐมภูมิ (primary cell) ซึ่งเป็น ถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่ชนิดใช้แล้วทิ้งไม่สามารถอัดประจุไฟฟ้าได้ ประกอบด้วย แท่งคาร์บอนหรือแท่งถ่านทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากแคโทด ซึ่งสารที่ทำหน้าที่เป็น แคโทดคือ สารแมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide) โดยผสมร่วมกับผงถ่าน ส่วนแอโนดคือ กระจกสังกะสี (zinc) ตัวกระจกนอกจากจะทำหน้าที่เป็นแอโนดแล้วยัง ใช้บรรจุสารแคโทดด้วย โดยมีชั้นของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride) และซิงค์คลอไรด์ (zinc chloride) ทำหน้าที่เป็นสารอิเล็กโทรไลต์กั้นระหว่าง ชั้นแคโทดและชั้นแอโนด</p> <p>ปฏิกิริยาเคมีของถ่านไฟฉายจะเกิดต่อเนื่องไปจนกระทั่งสารแมงกานีสไดออกไซด์ทำ ปฏิกิริยาจนหมด หมายความว่าถ่านไฟฉายหมดไฟแล้ว ซึ่งผู้ใช้ควรทำการถอดถ่านออก จากตัวอุปกรณ์ไฟฟ้า</p> <p>จุดเด่นของถ่านไฟฉายธรรมดา คือ ราคาถูกและมีหลายขนาดให้เลือกใช้ แต่จุดด้อยคือ ถ่านไฟฉายชนิดนี้ให้พลังงานได้น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับถ่านชนิดอื่น นอกจากนี้หากเก็บใน สถานที่ที่มีอุณหภูมิที่ร้อน หรือเย็นเกินไปจะมีผลทำให้ ประสิทธิภาพของถ่านลดลง</p>	
	<p>ตัวแปรที่ส่งผลต่อการทำงานของ</p> <p>ถ่านไฟฉายคือสารใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สังกะสี 2. ซิงค์คลอไรด์ 3. แอมโมเนียมคลอไรด์ 4. แมงกานีสไดออกไซด์ 	<p>ไม่มีการปรับแก้</p>
19	<p>รูปภาชนะนำถ่านไฟฉายไปใส่ในรีโมตทีวี จน ถ่านหมดแต่ไม่นำออกจากรางใส่ถ่าน เมื่อ เวลาผ่านไป พบว่า สปริงที่บริเวณรางถ่าน</p>	<p>รูปภาชนะนำถ่านไฟฉายไปใส่ในรีโมตทีวี จน ถ่านหมดแต่ไม่นำออกจากรางใส่ถ่าน เมื่อ เวลาผ่านไป พบว่า สปริงที่บริเวณรางถ่าน</p>


ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	<p>เกิดสนิมขึ้น นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดจึงเกิดเหตุการณ์เช่นนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ใช้สังกะสีที่ไม่ได้มาตรฐานมาผลิตถ่านไฟฉาย แท่งคาร์บอนหรือแท่งถ่านทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้า สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์กั้นระหว่างชั้นแคโทดและชั้นแอโนด 4. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ยังอยู่ในก้อนถ่านไฟฉายเกิดปฏิกิริยาเคมีกับสังกะสี 	<p>เกิดสนิมขึ้น นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดจึงเกิดเหตุการณ์เช่นนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ใช้สังกะสีที่ไม่ได้มาตรฐานมาผลิตถ่านไฟฉาย วัสดุที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าใช้งานได้ชั่วคราว สารละลายที่กั้นระหว่างชั้นแคโทดและชั้นแอโนดไม่ได้มาตรฐาน 4. ยังมีสารละลายอยู่ในก้อนถ่านไฟฉายเกิดปฏิกิริยาเคมีกับสังกะสี
20	<p>พิจารณาบทความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 20-21</p> <p>ปรากฏการณ์เรือนกระจก</p> <p>"ปรากฏการณ์เรือนกระจก" (greenhouse effect) คือปรากฏการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจาก พลังงานแสงอาทิตย์ ในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรดที่สะท้อนกลับถูกดูดกลืนโดยโมเลกุลของ ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) สารซีเอฟซี (CFCs) และ ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ในบรรยากาศทำให้โมเลกุลเหล่านี้มีพลังงานสูงขึ้นมีการถ่ายเทพลังงานซึ่งกันและกันทำให้อุณหภูมิในชั้นบรรยากาศสูงขึ้นการถ่ายเทพลังงานและความยาวคลื่นของโมเลกุลเหล่านี้มีต่อกันไป ในบรรยากาศทำให้โมเลกุลเกิดการสั่น การเคลื่อนไหว ตลอดเวลาและมาชนถูกผิวหนังของเรา ทำให้เรารู้สึกร้อน</p> <p>แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เป็นแก๊สที่สะสมพลังงานความร้อนในบรรยากาศโลกไว้มากที่สุดและมีผลทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นมากที่สุดในบรรดาแก๊สเรือนกระจกชนิดอื่นๆ CO₂ ส่วนมากเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การผลิตซีเมนต์ การเผาไม้ทำลายป่า เป็นต้น</p> <p>แก๊สที่มีบทบาทในการทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น</p> <ol style="list-style-type: none"> แก๊สมีเทน (CH₄) เป็นแก๊สที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากมูลสัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย การเผาไหม้เชื้อเพลิง ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ แก๊สไนตรัสออกไซด์ (N₂O) เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ การใช้ปุ๋ย มูลสัตว์ที่ย่อยสลาย การสันดาบน้ำมันเชื้อเพลิงจากอุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในขบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมพลาสติกบางชนิด อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไนลอน 	

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	<p>3. คลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon- CFCs) เป็นสารสังเคราะห์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมประกอบด้วย คาร์บอน (C) คลอรีน (Cl) และฟลูออรีน (F) ซึ่งเป็นสารที่ทำลายชั้นบรรยากาศโอโซนเป็นสาเหตุ ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น รังสีเหนือม่วงชนิด B หรือ Ultraviolet B ส่งมายังผิวโลกมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น เครื่องทำความเย็นในตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ โฟม กระจกป้องกันรังสี สาระดับเพลิง สารชะล้างในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์</p> <p>ในปัจจุบันมีการตระหนักถึงความสำคัญของชั้นโอโซนมากขึ้นและพบว่าสาเหตุหลักของปัญหาชั้นโอโซนถูกทำลายนั้นมาจากสารกลุ่ม CFCs เป็นหลัก นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับสารเคมีในกลุ่มฮาโลคาร์บอนซึ่งประกอบด้วยอะตอมของคลอรีน ฟลูออรีน โบรมีน คาร์บอน และไฮโดรเจน จากการสำรวจโอโซนที่บริเวณขั้วโลกใต้ ในปี พ.ศ. 2528 พบหลุมโอโซนที่ขั้วโลกใต้ (Antarctic ozone hole) ซึ่งการถูกทำลายนี้จะเกี่ยวข้องกับสารคลอรีนเสมอ ทำให้ประเทศในกลุ่มซีกโลกตะวันตกและองค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติมีมาตรการดำเนินการเพื่อป้องกันและมีข้อกำหนดต่างๆ ขึ้น</p> <p>http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ecology/chapter2/chapter2_airpollution13.htm</p>	
	<p>นักเรียนคิดว่ากิจกรรมใดในชีวิตประจำวันที่สามารถทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้น้อยที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สมรักษ์เปิดโรงงานพ่นสีโครมเหล็กโดยใช้สีกระป๋องสเปรย์ 2. <u>สมหมายเปิดฟาร์มเลี้ยงหมูไว้ประมาณ 70 ตัว</u> 3. สมชายเปิดกิจการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 4. สมจิตรเปิดร้านผลิตเส้นใยผลิตผ้าไนลอน 	ไม่มีการปรับแก้
21	จากบทความนี้ นักเรียนคิดว่าข้อมูลใดน่าเชื่อถือมากที่สุด	ไม่มีการปรับแก้

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	<p><u>1. โมเลกุลซึ่งดูดกลืนพลังงานแสงในความยาวคลื่นช่วงอินฟราเรดจะได้รับพลังงานที่สูงขึ้น</u></p> <p>2. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สที่กระทบต่อปรากฏการณ์เรือนกระจกเพียงเล็กน้อย</p> <p>3. หลุมโอโซนที่ขั้วโลกใต้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจก</p> <p>4. อุตสาหกรรมการเกษตรเป็นสาเหตุหลักในการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก</p>	
22	<p>พิจารณาบทสนทนาต่อไปนี้</p> <p>ณ โรงเรียนแห่งหนึ่ง พิกุลและพิสิษฐ์ กำลังนั่งบทสนทนาบทเรียนวิชาเคมี</p> <p>พิกุล : พิสิษฐ์ เธอว่า วิชาเคมี มันจำเป็นอย่างไรกับชีวิตพวกเรา</p> <p>พิสิษฐ์ : จำเป็นมากเลยนะพิกุล เพราะสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวเรา ก็ล้วนแต่ใช้ความรู้ทางเคมีมาประยุกต์จนทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ได้นะ</p> <p>พิกุล : แต่ฉันว่าความรู้ทางเคมี เป็นอะไรที่เข้ายาก จนบางครั้งทำให้ฉันเบื่อที่จะเรียนเสียด้วยซ้ำ</p> <p>พิสิษฐ์ :</p> <p>หากนักเรียนเป็นพิสิษฐ์ นักเรียนจะตอบพิกุลว่าอย่างไรจึงจะดีที่สุด</p> <p>1. เธอพูดอย่างนั้น ก็ถูกของเธอ</p> <p>2. เธอก็น่าจะรู้ว่านี่เป็นธรรมชาติของวิชาเคมี</p> <p>3. เธอไม่ยอมเปิดใจ อะไรๆก็ยากไปเสียหมด</p> <p><u>4. เธอต้องรู้สึกสนุกไปกับมัน จึงจะง่ายต่อการเข้าใจในเนื้อหา</u></p>	<p>ไม่มีการปรับแก้</p>
23	<p>พิจารณาบทสนทนาต่อไปนี้</p> <p>ในขณะที่ ธาราและวาริ กำลังทำงานในวิชาเคมี</p>	

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	<p>ธารา : วารี ฉันรู้สึกว่ วิชาเคมี เป็นอะไรที่ สนุก มากๆเลย</p> <p>วารี : ทำไมเธอคิดแบบนั้นล่ะ</p> <p>ธารา : ฉันว่าเคมี สามารถอธิบาย สิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อย่างดีเลย</p> <p>หละ อย่างเช่น การที่เรานำอาหารไว้ในตู้เย็น เพื่อทำให้อาหารเสียช้าลง</p> <p>ไหงหละ แล้วเธอคิดว่าอย่างไรหละ วารี</p> <p>วารี :</p>	
24	<p>หากนักเรียนเป็นวารี นักเรียนจะตอบธาราว่าอย่างไร</p> <p>1. ฉันคิดว่า เคมี เป็นสิ่งที่อันตราย อย่างเช่น การนำความร้อนไปจุดระเบิดประทัด</p> <p>2. ฉันคิดว่า เคมี เป็นสิ่งที่น่าค้นหา อย่างเช่น ทำไมพลูที่จุดในงานวัดมันจึงเกิดขึ้นหลายสี</p> <p>3. ฉันคิดว่า เคมี เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดมลพิษ อย่างเช่น การที่รถยนต์พ่นแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมา</p> <p>4. ฉันคิดว่า เคมี เป็นสิ่งที่ซับซ้อน อย่างเช่น เกลือที่เป็นของแข็งจะไม่นำไฟฟ้า แต่พอไปละลายน้ำเกิดการนำไฟฟ้า</p>	<p>ไม่มีการปรับแก้</p>
	เลเซอร์	

คำว่า เลเซอร์ (laser) มาจากคำว่า light amplification by stimulated emission of radiation (การขยายความเข้มของแสงโดยการปล่อยรังสีที่ถูกกระตุ้นออกมา) เครื่องยิงเลเซอร์เป็นหลอดแก้วที่ภายในบรรจุอะตอม (เป็นได้ตั้งแต่แก๊สเฉื่อยจนถึงแท่งทังทิม) แล้วจะกระตุ้นอะตอมเหล่านี้ ทำให้อิเล็กตรอนโดดขึ้นไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงขึ้น และเมื่ออิเล็กตรอนตกกลับมายังระดับพลังงานเดิม จะคายพลังงานออกมาในรูปของรังสี และรังสีนี้จะถูกสะท้อนขึ้นลงอยู่ภายในหลอดด้วยกระจกเงา ก่อให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานสูงขึ้น แล้วกระจกเงาด้านหนึ่งจะค่อนข้างโปร่งใส ทำให้ปล่อยรังสีออกมาได้ (Lawrie Ryan)

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้															
	<p>หากวิชิต ต้องการทราบรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับ “เลเซอร์แสงสีเขียว” วิชิตควรปฏิบัติอย่างไร จึงจะได้รายละเอียดมากที่สุด</p> <p>1. สืบค้นในเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือได้</p> <p>2. ชวนเพื่อนพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้</p> <p>3. ถามครูผู้สอนเพราะครูก็สามารถตอบได้ทุกอย่าง</p> <p>4. เข้าห้องสมุดอ่านหนังสือวิทยาศาสตร์ฉบับการ์ตูน</p>	<p>ไม่มีการปรับแก้</p>															
25	<div data-bbox="612 920 1197 1010" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table style="width: 100%; font-size: 8px;"> <tr> <td style="width: 30%;">แนวหน้า</td> <td style="width: 30%;">Section: สุดปีศาจ/-</td> <td style="width: 30%;">วันที่: ยี่สิบ 30 พฤศจิกายน 2557</td> </tr> <tr> <td>News No</td> <td>ปีที่: 35</td> <td>ฉบับที่: 12280</td> </tr> <tr> <td>Circulation: 800,000</td> <td>Col.Inch: 17.01</td> <td>Ad Value: 12,757.50</td> </tr> <tr> <td>Ad Rate: 750</td> <td>หน้า: 17(บนขวา)</td> <td>PRValue (x3): 38,272.50</td> </tr> <tr> <td></td> <td>คอลัมน์: Health News: บุหรี่ไฟฟ้าอันตรายกว่าบุหรี่ธรรมดา 10 เท่า</td> <td>ศิลปิน: ชาว-คำ</td> </tr> </table> </div> <div data-bbox="582 1075 1204 1400" style="text-align: center;">  <p>Health News</p> <p>บุหรี่ไฟฟ้า ก่อนจะเร็วกว่าบุหรี่ธรรมดา 10 เท่า</p> <p>คุณะนักวิจัยญี่ปุ่น ที่ได้รับมอบหมายจากกระทรวงสาธารณสุขญี่ปุ่น ศึกษาจากบุหรี่ไฟฟ้าเพื่อหาสารก่อมะเร็ง เป็นไอที่เกิดจากการให้ความร้อนกับของเหลวซึ่งส่วนใหญ่ผลมันไคตินแล้วกลายเป็นไอเพื่อสูด</p> </div> <div data-bbox="582 1411 1204 1668"> <p>เหมือนการสูบบุหรี่ธรรมดาแต่ไม่มีควัน นักวิจัยพบสารก่อมะเร็งอย่างฟอร์มาลดีไฮด์และอะเซทัลดีไฮด์ในไอจากของเหลวหลากหลายชนิดที่ใช้กับบุหรี่ไฟฟ้า โดยเฉพาะฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีมากกว่าบุหรี่ธรรมดาถึง 10 เท่า เป็นการวิจัยที่สร้างความสั่นสะเทือนล่าสุดให้แก่บุหรี่ไฟฟ้าที่เคยกล่าวอ้างกันว่าเป็นอันตรายน้อยกว่าบุหรี่ธรรมดา ญี่ปุ่นไม่มีระเบียบควบคุมบุหรี่ไฟฟ้าและสามารถซื้อได้จากอินเทอร์เน็ต แต่ยังไม่มีการจำหน่ายตามร้านค้า ก่อนหน้านี้องค์การอนามัยโลกเรียกร้องเมื่อเดือนสิงหาคมให้รัฐบาลประเทศต่างๆ ห้ามการจำหน่ายบุหรี่ไฟฟ้าแก่เยาวชนเนื่องจากเป็นอันตรายร้ายแรงต่อเยาวชนและทารกในครรภ์ พร้อมกับแนะนำให้ห้ามการสูบบุหรี่ไฟฟ้าในที่สาธารณะที่เป็นที่ปิดด้วย</p> </div> <div data-bbox="612 1758 1197 1803" style="font-size: 8px;"> <p>รหัสข่าว: C-141130005116 (30 พ.ย. 57/07:57) หน้า: 1/1</p> <p>IQNewsAfert</p> <p>บริษัท อินเทอร์เน็ต จำกัด (มหาชน) เลขที่ 17 ถนนสีลม แขวงสีลม เขตบางรัก กรุงเทพฯ 10500 Tel. 0 2253 8000, 0 2611 4700 แฟกซ์: 0 2253 6091, 0 2611 4721 EMail: help@internet.net</p> </div>	แนวหน้า	Section: สุดปีศาจ/-	วันที่: ยี่สิบ 30 พฤศจิกายน 2557	News No	ปีที่: 35	ฉบับที่: 12280	Circulation: 800,000	Col.Inch: 17.01	Ad Value: 12,757.50	Ad Rate: 750	หน้า: 17(บนขวา)	PRValue (x3): 38,272.50		คอลัมน์: Health News: บุหรี่ไฟฟ้าอันตรายกว่าบุหรี่ธรรมดา 10 เท่า	ศิลปิน: ชาว-คำ	<p>ไม่มีการปรับแก้</p>
แนวหน้า	Section: สุดปีศาจ/-	วันที่: ยี่สิบ 30 พฤศจิกายน 2557															
News No	ปีที่: 35	ฉบับที่: 12280															
Circulation: 800,000	Col.Inch: 17.01	Ad Value: 12,757.50															
Ad Rate: 750	หน้า: 17(บนขวา)	PRValue (x3): 38,272.50															
	คอลัมน์: Health News: บุหรี่ไฟฟ้าอันตรายกว่าบุหรี่ธรรมดา 10 เท่า	ศิลปิน: ชาว-คำ															
	<p>บุคคลใดที่แสดงถึงความสนใจในบทความนี้มากที่สุด</p>	<p>ไม่มีการปรับแก้</p>															

ข้อที่	ข้อสอบการรู้เคมีฯ	ข้อสอบการรู้เคมีฯหลังปรับแก้
	1. สุนิตย์สืบค้นถึงองค์ประกอบของบุนหรีไฟฟ้า 2. สุวิทย์ไปสอบถามราคาบุนหรีไฟฟ้ากับร้านค้าผู้จำหน่าย 3. สุชาติพยายามอธิบายข้อเสียของบุนหรีไฟฟ้าให้กับเด็กในชุมชน 4. สุธีอ่านบทความอื่นเพิ่มเติมเพื่อให้ทราบถึงข้อเสียของบุนหรีไฟฟ้ามากขึ้น	

จากตารางที่ 3.8 พบว่า เมื่อทำการปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ทำให้ข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ มีความสมบูรณ์มากขึ้น และนำข้อสอบที่พัฒนาขึ้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดในส่วนต่อไป

จากนั้นทำการวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบการรู้เคมีฯ ด้วยการคำนวณตามสูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสัน (KR-21) มีค่า เท่ากับ 0.71 ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบความเที่ยงด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ที่มีค่าเท่ากับ 0.71 ซึ่งหมายความว่า แบบสอบการรู้เคมีฯ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีความเที่ยงสูง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบสอบการรู้เคมีฯ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 จำนวน 600 คน โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ดังนี้

1. ติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทำหนังสือถึงโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2
2. ประสานงานกับทางโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 เพื่อกำหนดวัน เวลาที่จะดำเนินการ ทดสอบ โดยถือเอาความสะดวกของทางโรงเรียนในการอนุญาตให้ผู้วิจัยไปดำเนินการเก็บ รวบรวมข้อมูล
3. ดำเนินการทดสอบโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดสอบด้วยตนเองตามวัน เวลาที่ได้นัดหมาย ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการบริหารการสอบโดยแจ้งวัตถุประสงค์ในการสอบ และประโยชน์ที่ตัวอย่างจะได้รับ

เพื่อให้ตัวอย่างเห็นถึงความสำคัญของการสอบและตั้งใจทำอย่างเต็มความสามารถ พร้อมทั้งชี้แจงคำสั่งและข้อปฏิบัติในการสอบเพื่อให้ตัวอย่างปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง

4. นำแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อมูลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนนี้ คือ แบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 25 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้วิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ และ 2) การวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2

1.1 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการแจกแจงของตัวอย่างด้วยสถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ความเบ้ (skewness) ความโด่ง (kurtosis) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

1.2 วิเคราะห์สถิติพื้นฐานของข้อสอบการรู้เคมีฯ เพื่อทราบถึงลักษณะของการตอบแบบสอบการรู้เคมีฯ ของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 ด้วยสถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ความเบ้ (skewness) และความโด่ง (kurtosis) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2. การวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบการรู้เคมีฯ ได้แก่ การหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา ได้แก่ การหาค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก การหาคุณภาพความเที่ยงด้วยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha) ด้วยโปรแกรม SPSS และตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis : CFA) ด้วยโปรแกรม LISREL

แบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนรวมทั้งสิ้น 100 คะแนน โดยการนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบมาคำนวณเป็นร้อยละ แบ่งเกณฑ์ในการประเมินออกเป็น 8 ระดับ ตามเกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ร้อยละ 80.00 ขึ้นไป	มีการรู้เคมีในระดับดีเยี่ยม
ร้อยละ 75.00-79.99	มีการรู้เคมีในระดับดีมาก
ร้อยละ 70.00-74.99	มีการรู้เคมีในระดับดี
ร้อยละ 65.00-69.99	มีการรู้เคมีในระดับค่อนข้างดี
ร้อยละ 60.00-64.99	มีการรู้เคมีในระดับปานกลาง
ร้อยละ 55.00-59.99	มีการรู้เคมีในระดับพอใช้
ร้อยละ 50.00-54.99	มีการรู้เคมีในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
ร้อยละ ต่ำกว่า 49.99	มีการรู้เคมีในระดับต่ำกว่าเกณฑ์



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยจะนำเสนอข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสะดวกและเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติและตัวแปรต่างๆดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติ

Mean	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยคะแนนของตัวแปร
SD	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของตัวแปร
Sk	หมายถึง	ความเบ้ของคะแนนของตัวแปร
Ku	หมายถึง	ความโด่งของคะแนนของตัวแปร
Min	หมายถึง	คะแนนต่ำสุดของตัวแปร
Max	หมายถึง	คะแนนสูงสุดของตัวแปร
χ^2	หมายถึง	ค่าสถิติไค-สแควร์ที่ใช้ทดสอบสมมติฐานว่าฟังก์ชันความถ่วงถ่วงมีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ หรือโมเดลสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์
R^2	หมายถึง	สัมประสิทธิ์การทำนาย
df	หมายถึง	ค่าองศาอิสระ
p	หมายถึง	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
SE	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
GFI	หมายถึง	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน
AGFI	หมายถึง	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว

NFI	หมายถึง	ดัชนีวัดความปกติ
RFI	หมายถึง	ดัชนีวัดระดับความสัมพันธ์
RMSEA	หมายถึง	ดัชนีค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่าง

โดยประมาณ

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรในการวิจัย

CHEMLIT	หมายถึง	การรู้เคมี (chemical literacy)
CT	หมายถึง	ความรู้ทางเคมี
CT1	หมายถึง	ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
CT2	หมายถึง	แนวคิดหลักทางเคมี
CX	หมายถึง	บริบททางเคมี
CX1	หมายถึง	บริบทชีวิตประจำวัน
CX2	หมายถึง	บริบทกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม
CX3	หมายถึง	บริบทการเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยี
HL	หมายถึง	ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง
HL1	หมายถึง	ทักษะการสืบเสาะ
HL2	หมายถึง	ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
AT	หมายถึง	เจตคติต่อเคมี
AT1	หมายถึง	มีความเป็นกลาง
AT2	หมายถึง	มีความสนใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบ การรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ผลการพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ ประกอบด้วย บทนำ คำชี้แจงในการใช้งาน วัตถุประสงค์ของการสอบ มโนทัศน์เกี่ยวกับการรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลักการสร้างโครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบการรู้เคมีฯ ตัวอย่างแบบสอบการรู้เคมีฯ การแปลความหมายของคะแนน และคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ประกอบด้วย องค์ประกอบหลัก องค์ประกอบย่อย ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ จุดประสงค์ รูปแบบข้อสอบ ลักษณะข้อคำถาม ลักษณะของคำตอบ ลักษณะของตัวถูก ลักษณะของตัวลวง ตัวอย่างข้อสอบ เกณฑ์การให้

คะแนน จึงได้คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย โดยมีรายละเอียดบางส่วนดังตัวอย่างต่อไปนี้ สำหรับรายละเอียดทั้งหมดแสดงใน
ภาคผนวก ค

คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

TEST AND ITEM SPECIFICATIONS OF CHEMICAL LITERACY

FOR UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นายณัฐพล สิทธิกุล

สาขาวัดและประเมินผลการศึกษา (นอกเวลาราชการ)

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ		หน้า
บทนำ		3
คำชี้แจงในการใช้งาน		4
วัตถุประสงค์		4
วัตถุประสงค์ของการสอบการรู้เคมี		4
วัตถุประสงค์ของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี		4
วัตถุประสงค์ของแบบสอบการรู้เคมี		4
ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับการรู้เคมี (chemical literacy)		5
ความหมายของการรู้เคมี		5
องค์ประกอบของการรู้เคมี		5
ตอนที่ 2 สารการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเคมี		9
ตอนที่ 3 หลักการสร้าง รูปแบบ และคำแนะนำในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี		15
หลักการสร้างข้อสอบ		15
รูปแบบของข้อสอบการรู้เคมี		16
คำแนะนำในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี		16
ตอนที่ 4 โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี และการแปลความหมายของคะแนน		18
โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี		18
การแปลความหมายของคะแนนการรู้เคมี		18
ตอนที่ 5 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย		20
ตอนที่ 6 ตัวอย่างแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย		51
รายการอ้างอิง		52

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และตีความหมาย ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏอยู่ในชีวิตประจำวัน โดยวิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาทที่สำคัญยิ่งในสังคมโลก ปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานของมนุษย์ ทั้งยังช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีดคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยค้น มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้

วิทยาศาสตร์ถือเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) จึงกล่าวได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือ “วัตถุประสงค์ของการศึกษาพื้นฐานที่ ต้องการให้มีความเข้าใจการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้และการรอบรู้อย่างกว้างขวางและไม่ใช้การเตรียมพร้อมเพื่อ วิทยาศาสตร์เฉพาะทางหรืออาชีพเฉพาะทาง” ซึ่งคำกล่าวนี้บ่งบอกถึงความสามารถในการใช้วิทยาศาสตร์เพื่อ “ใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ” (DeBoer, 2000) โดยวิทยาศาสตร์นั้นสามารถแบ่งเป็น สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์เชิงกายภาพ วิทยาศาสตร์เชิงชีววิทยา วิทยาศาสตร์เชิงฟิสิกส์ และ วิทยาศาสตร์ เชิงเคมี

ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเข้าใจในเรื่องราวเกี่ยวกับเคมีนั้นค่อนข้างที่จะมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะล้วนแล้วแต่มีเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับเคมีเป็นอย่างมาก (Gilbert, Treagust, 2009) ซึ่งการรู้ในเรื่องเคมี จะเป็นส่วนช่วยในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ทั้งในทางสิ่งแวดล้อมและสิ่งต่างๆที่อยู่ รอบตัว โดยการเข้าใจและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ผ่านคำอธิบายที่เป็นเคมี ซึ่งเป็นการทำให้เกิด ความหมายว่าผู้ที่สามารถปฏิบัติได้ตามแนวคิดข้างต้นนั้น เป็นผู้ที่เกิดการเรียนรู้เคมีแล้ว

การวัดการเรียนรู้เคมีนั้นเป็นการตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมีในระดับพื้นฐาน ซึ่งผลของการวัด การรู้เคมีจะส่งผลถึงการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการเลือกเรียนของนักเรียนที่สนใจจะเรียนในสาขาที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลไปสู่การประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ในอนาคต เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้ที่ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวันและสายงานของตน รวมไปถึงการที่เป็นผลสะท้อนกลับให้ ครูได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับชีวิตจริงมากขึ้น ดังนั้นการดำเนินการวัดประเมินผลเพื่อให้ ทราบว่าผู้เรียนมีระดับการเรียนรู้เคมีเป็นอย่างไร มักใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แบบสอบ โดยการพัฒนาแบบสอบนั้น จะต้องคำนึงถึงความตรงและความเที่ยงของแบบสอบอยู่เสมอ

คำชี้แจงในการใช้งาน

ผู้ที่พัฒนาแบบวัดนั้น ควรศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบด้วย 6 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับการรู้เคมี (Chemical Literacy)

ตอนที่ 2 สารการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเคมี

ตอนที่ 3 หลักการสร้าง รูปแบบ และคำแนะนำในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี

ตอนที่ 4 โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี และการแปลความหมายของคะแนน

ตอนที่ 5 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 6 ตัวอย่างแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการสอบการรู้เคมี

เพื่อวัดและประเมินการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ว่าผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมีในระดับพื้นฐานในระดับใด รวมถึงการที่เป็นผลสะท้อนกลับในการปรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนให้สอดคล้องกับชีวิตจริงมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี

คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจัดทำขึ้นเพื่อเป็นสิ่งที่แนะแนวทางและเครื่องมือในการสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีคุณภาพได้มากกว่า 1 ฉบับ สามารถนำไปใช้วัดการรู้เคมีที่แท้จริงของผู้เรียนได้ อีกทั้งเพื่อเป็นประโยชน์ในการประเมินการรู้เคมีในองค์ประกอบต่างๆ และประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนเอง ซึ่งเหมาะสมสำหรับครูผู้สอนในสาขาวิชาเคมี ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ในสาขาอื่นๆ และผู้สนใจทั่วไป

วัตถุประสงค์ของแบบสอบการรู้เคมี

ข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในเชิงของการนำความรู้ทางเคมีไปอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยการวัดองค์ประกอบทั้งสี่ของการรู้เคมี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวัดและประเมินผลภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มบริหารงานวิชาการของโรงเรียน

มโนทัศน์เกี่ยวกับการรู้เคมี (Chemical Literacy)

ความหมายของการรู้เคมี

การรู้เคมี (chemical literacy) คือ ความสามารถของบุคคลที่รู้เกี่ยวกับบริบทต่างๆของเคมีและใช้ความรู้ทางเคมี ทักษะกระบวนการ และเจตคติต่อเคมี มาอธิบายประเด็นทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงใช้ความรู้ทางเคมีมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถประเมินได้จาก 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ด้านความรู้ทางเคมี (chemical content), ด้านบริบททางเคมี (chemical in context), ด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill) และ ด้านเจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry) (Shwartz, 2006)

องค์ประกอบของการรู้เคมี

Shwartz ได้ทำการการศึกษาด้านความรู้ทางเคมีโดยเฉพาะ (Shwartz, 2004, Shwartz et al., 2005) ซึ่งได้พัฒนานิยามการรู้ทางเคมี จนได้องค์ประกอบทั้งสิ้น 4 องค์ประกอบที่กล่าวไว้ข้างต้น ได้แก่ ความรู้ทางเคมี บริบททางเคมี ทักษะการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น และเจตคติต่อเคมี

1. ความรู้ทางเคมี (chemical content)

หมายถึง ความรู้ทางเคมีที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาอื่นๆทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งยังสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการ และปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้

ความรู้ทางเคมี สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อยได้ 2 องค์ประกอบ คือ

1.1. ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

- 1) เคมีเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง การสืบเสาะหาความรู้ ข้อสรุป และนำเสนอทฤษฎีในการอธิบายธรรมชาติของโลก
- 2) ความรู้ทางเคมีสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาทางวิทยาศาสตร์อื่นๆได้ เช่น ด้านธรณีวิทยา ด้านชีววิทยา เป็นต้น

1.2. แนวคิดหลักทางเคมี

- 1) อธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร
- 2) พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์

ตอนที่ 2

สาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเคมี

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 13 มาตรฐาน ซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในด้านเคมี ประกอบไปด้วย 2 มาตรฐานการเรียนรู้ ได้แก่

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งในรายวิชาเคมีนั้น ได้กำหนดให้เป็นสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยแยกตามระดับชั้นในช่วงชั้นที่ 1 - 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) และแยกตามช่วงชั้น ในช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6) กลุ่มพัฒนาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ (2559) ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางต้องรู้ และควรรู้ ซึ่งได้จัดทำนิยามของตัวชี้วัดต้องรู้และควรรู้ ดังนี้

1. **ตัวชี้วัดต้องรู้** หมายถึง สิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ และผู้เรียนทุกคนจำเป็นต้องเรียนรู้ โดยมีการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียนระดับชั้นเรียนและระดับชาติ
2. **ตัวชี้วัดควรรู้** หมายถึง สิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ และผู้เรียนทุกคนควรเรียนรู้ โดยผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ หรือศึกษาได้ด้วยตนเอง หรือศึกษาจากสิ่งรอบตัว และชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมจากกิจกรรมเสริมความรู้ต่าง ๆ และเป็นเกณฑ์สำหรับการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียนระดับชั้นเรียน

หลักการสร้าง รูปแบบ และคำแนะนำในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี

หลักการสร้างข้อสอบ

ผู้ที่ทำการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบสำหรับประเมินการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น ควรจะทราบและเห็นความสำคัญต่อแนวทางในการพัฒนาสิ่งที่ต้องการวัด สำหรับขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบสอบ รวมถึงข้อสอบ (โชติกา ภาชีผล, 2559) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ** เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัด เช่น ทักษะ องค์ประกอบต่างๆ หรือ สารและมาตรฐานการเรียนรู้ที่จะทำการสอบ โดยได้มาจากการวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ คุณลักษณะที่ต้องการวัด องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของสิ่งนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้ทราบจุดเน้นในผู้การพัฒนาข้อสอบและแบบสอบ

2. **สร้างตารางกำหนดแผนผังการสร้างข้อสอบหรือโครงสร้างของข้อสอบ** เป็นตารางที่สร้างขึ้นเพื่อเสนอรายละเอียดของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ใช้วัด และกำหนดน้ำหนักความสำคัญของจำนวนข้อสอบที่จะสร้างขึ้นเป็นแบบสอบ สำหรับวัดพฤติกรรมตามขอบเขตของเนื้อหา

3. **เขียนข้อสอบ** ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.1. กำหนดรูปแบบของแบบสอบ ซึ่งต้องเลือกรูปแบบของแบบสอบที่เหมาะสมกับความสามารถและคุณลักษณะที่ต้องการวัด

3.2. การร่างข้อสอบ เป็นการดำเนินการร่างตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ ซึ่งการร่างข้อสอบควรเขียนแยกเป็นรายชื่อในบัตรข้อสอบ ผู้เขียนข้อสอบต้องพิจารณาองค์ประกอบที่สำคัญหลายด้าน เช่น จุดมุ่งหมาย ลักษณะเนื้อหา ระดับความสามารถของผู้เรียน เป็นต้น

3.3. ทบทวนร่างข้อสอบ เป็นการดำเนินการทบทวนร่างข้อสอบทั้งดำเนินการโดยตนเองและให้ผู้อื่นตรวจสอบ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความตรง ความชัดเจนของข้อคำถาม ข้อคำตอบ ความสมเหตุสมผล

3.4. บรรณาธิการข้อสอบ ทำการปรับปรุงข้อบกพร่องตามคำแนะนำ ปรับข้อความ ภาษาที่ใช้ให้เหมาะสม เรียบเรียงข้อสอบให้มีความเหมาะสม เตรียมการนำไปใช้ทดลอง

4. **นำแบบสอบไปใช้** เป็นการดำเนินการนำแบบสอบไปใช้ โดยคำนึงถึงปัจจัยรอบด้านต่างๆ ที่จะมีอิทธิพลต่อการสอบตั้งแต่ คำสั่ง การกำหนดเวลาสอบ เงื่อนไขการสอบ สิ่งแวดล้อม การตรวจให้คะแนน และการนำผลไปใช้ เพื่อพัฒนาและปรับปรุงการสอบ

โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี และการแปลความหมายของคะแนน

โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี

การนิยามการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทำให้ได้โครงสร้างของแบบวัดจำแนกองค์ประกอบและองค์ประกอบย่อยของการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ดังนี้

1. ความรู้ทางเคมี : ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และ แนวคิดหลักทางเคมี
2. บริบททางเคมี : บริบทชีวิตประจำวัน บริบทกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม และ บริบทการเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยี
3. ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง : ทักษะการสืบเสาะ และ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. เจตคติต่อเคมี : มีความเป็นกลาง และ มีความสนใจ

โดยทั้ง 4 องค์ประกอบหลักและ 9 องค์ประกอบย่อยนี้ สามารถจำแนกน้ำหนักความสำคัญได้ตามตาราง รวมทั้งสิ้น 25 ข้อ ซึ่งควรสร้างแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายให้ครอบคลุมและมีจำนวนตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ เพื่อให้แบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสามารถวัดความสามารถในการรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้อย่างแท้จริง

การแปลความหมายของคะแนนการรู้เคมี

แบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนรวมทั้งสิ้น 25 คะแนน โดยการนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบมาคำนวณเป็นร้อยละ แบ่งเกณฑ์ในการประเมินออกเป็น 8 ระดับ ตามเกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ร้อยละ 80.00 ขึ้นไป	มีการรู้เคมีในระดับดีเยี่ยม
ร้อยละ 75.00-79.99	มีการรู้เคมีในระดับดีมาก
ร้อยละ 70.00-74.99	มีการรู้เคมีในระดับดี
ร้อยละ 65.00-69.99	มีการรู้เคมีในระดับค่อนข้างดี
ร้อยละ 60.00-64.99	มีการรู้เคมีในระดับปานกลาง
ร้อยละ 55.00-59.99	มีการรู้เคมีในระดับพอใช้
ร้อยละ 50.00-54.99	มีการรู้เคมีในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
ร้อยละ ต่ำกว่า 49.99	มีการรู้เคมีในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

ตอนที่ 5	
คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	
ข้อที่	1
องค์ประกอบ	ความรู้ทางเคมี (content-knowledge)
องค์ประกอบย่อย	ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
นิยาม	การใช้ความรู้ทางเคมีอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆในสาขาอื่นๆทางวิทยาศาสตร์
จุดประสงค์	อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆในสาขาอื่นๆทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้ทางเคมีได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อคำถามชนิด 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	ให้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันโดยอธิบายรายละเอียดของปรากฏการณ์นั้นให้ชัดเจน และเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรณีวิทยา ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ตัวเลือกทั้ง 4 ตัวเลือก เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด
ลักษณะของคำตอบ	คำตอบ 4 ตัวเลือก โดยแต่ละตัวเลือกจะกล่าวถึงประเด็นเดียวกัน คือ สภาพความเป็นกรด - เบสของดิน พร้อมวิธีการแก้ไขปัญหา
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่กล่าวถึงสภาพความเป็นกรด - เบสของดิน พร้อมวิธีการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง เหมาะสมและสอดคล้องกัน
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่กล่าวถึงสภาพความเป็นกรด - เบสของดิน พร้อมวิธีการแก้ไขปัญหาที่ไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสมและไม่สอดคล้องกัน
ตัวอย่างข้อสอบ	
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ผลปรากฏว่า ในด้านความถูกต้องมีคะแนนเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ($M=4.57$, $S.D.=0.21$) ด้านความเหมาะสมมีคะแนนเฉลี่ยในระดับมาก ($M=4.37$, $S.D.=0.31$) ด้านความเป็นไปได้มีคะแนนเฉลี่ยในระดับมาก ($M=4.40$, $S.D.=0.35$) ภาพรวมของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคุณภาพในระดับมาก ($M=4.44$, $S.D.=0.26$) ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายการ	ผลการวิเคราะห์		แปลผล
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	
ด้านความถูกต้อง	4.57	0.21	มากที่สุด
1. คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีการอธิบายการใช้งานอย่างถูกต้อง	4.29	0.76	มาก
2. โครงสร้างเนื้อหาของข้อสอบและแบบสอบ ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการจะวัด	4.57	0.53	มากที่สุด
3. คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ	4.29	0.76	มาก
4. คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถวัดตัวบ่งชี้ที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง	4.86	0.38	มากที่สุด
5. คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีสารสนเทศในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบฯ ที่ถูกต้อง	4.86	0.38	มากที่สุด
ด้านความเหมาะสม	4.37	0.36	มาก
1. คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ การระบุถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการนำไปใช้อย่างชัดเจน	3.86	0.90	มาก
2. คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีการดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนที่ชัดเจน	4.14	0.90	มาก
3. การปฏิบัติตามคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ นำไปสู่ความเสมอภาค และความยุติธรรมในการวัดและประเมินผลของแต่ละสถานศึกษา	4.57	0.53	มากที่สุด

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

รายการ	ผลการวิเคราะห์		แปลผล
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	
4. สถานศึกษาสามารถนำคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ ไปพัฒนาใช้กับการวัดและประเมินการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้	4.88	0.38	มากที่สุด
5. การสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ ไม่ส่งผลกระทบต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง	4.57	0.79	มากที่สุด
6. ตัวอย่างข้อคำถามในคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ได้จริง	4.14	0.69	มาก
7. คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีรูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่ายและเป็นระบบ	4.43	0.79	มาก
ด้านความเป็นไปได้	4.40	0.35	มาก
1. คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้	4.14	0.90	มาก
2. คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ สามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้	4.57	0.53	มากที่สุด
3. คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ นำไปใช้ได้ง่าย ไม่ซับซ้อน	4.57	0.53	มากที่สุด
4. คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีความคุ้มค่าในการนำไปใช้	4.57	0.53	มากที่สุด
5. คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีสารสนเทศที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ได้จริง	4.14	0.38	มาก

ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน ได้แสดงความเห็นในด้านจุดแข็งของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ว่า เป็นเครื่องมือที่สร้างอย่างเป็นระบบ ทำให้ได้แนวทางในการพัฒนาข้อสอบชุดอื่นๆ ได้มากขึ้น อีกทั้งยังเป็นแบบสอบที่ดูใหม่สำหรับประเทศไทย และมีการยกสถานการณ์ขึ้นมาเพื่อให้นักเรียนได้แก้ปัญหาอีกด้วย

อย่างไรก็ตามคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ยังคงมีจุดอ่อนที่ต้องนำไปแก้ไขและพัฒนาให้ดีขึ้น ได้แก่ คำถามบางข้อกว้างไป ควรลงรายละเอียดให้เฉพาะมากขึ้น

ผู้เชี่ยวชาญยังเสนอแนะเพิ่มเติม ไว้ว่า ข้อสอบที่สร้างบางข้อไม่ได้วัดการรู้เคมี แต่เป็นการวัดความรู้เคมี และสถานการณ์บางข้อไม่สอดคล้องกับคำถามและวัดตามตัวบ่งชี้ไม่ได้ จึงควรพัฒนาให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

ดังนั้น จากการประเมินคุณภาพคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และความเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ จึงได้นำมาพัฒนาเป็นคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับสมบูรณ์ ดังแสดงตัวอย่างคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาคผนวก ง

ตอนที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ผลการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบ ดังแสดงตัวอย่างบางข้อต่อไปนี้

คำถามข้อที่ 1

นางสาวกุลนัฐ วางแผนที่จะปลูกพืชภายในที่ดินของตนเอง ซึ่งเธอได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติทั่วไปของดินที่เหมาะสมในการปลูกพืชชนิดต่างๆ ดังตาราง

ชนิดของพืช	ค่า pH ของดินที่เหมาะสม
1. ข้าว	5.5 – 6.0
2. ผักกาดหอม	6.0 – 7.0
3. กะหล่ำปลี	5.7 – 7.0
4. มันเทศ	5.5 – 7.0
5. สับปะรด	5.0 – 6.0

จากนั้นเธอได้ทำการทดสอบความเป็นกรด-เบสของดินในพื้นที่ โดยการละลายดินกับน้ำแล้ววัดค่า pH สารละลายด้วยพีเอชมิเตอร์ (pH meter) พบว่า ค่า pH ของดินต่ำเกินกว่าที่จะปลูกพืชชนิดใดๆได้เลย

คำถาม : นักเรียนคิดว่าสภาพความเป็นกรด-เบสของดินในพื้นที่นี้มีคุณสมบัติอย่างไร และจะต้องดำเนินการอย่างไรเพื่อให้สามารถปลูกพืชในพื้นที่ของเธอได้

1. ดินในพื้นที่เป็นดินเค็ม สามารถแก้ไขได้โดยการเติมโซดา แอช (Na_2CO_3)
2. ดินในพื้นที่เป็นดินเค็ม สามารถแก้ไขได้ด้วยการเติมปูนมาร์ล (CaCO_3)
3. ดินในพื้นที่เป็นดินเปรี้ยว สามารถแก้ไขได้โดยการเติมปูนขาว ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)
4. ดิน ในพื้นที่เป็นดินเปรี้ยว สามารถแก้ไขได้ด้วยการเติมผงกำมะถัน (S_8)

คำถามข้อที่ 2

น้ำมันและไขมัน เป็นสารประกอบที่เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันระหว่างกลีเซอรอล 1 โมเลกุลและกรดไขมัน 3 โมเลกุล ซึ่งกรดไขมันนั้นประกอบไปด้วยโซ่ยาวที่เกิดจากอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจน โดยมีปลายข้างหนึ่งเป็นหมู่ไฮดรอกซิล ($-\text{COOH}$) ซึ่งมีสมบัติเป็นกรด กรดไขมันนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยสามารถตรวจสอบได้ด้วยการหยดสารละลายไอโอดีน หากจำนวนหยดของไอโอดีนน้อย นั่นหมายความว่าน้ำมันชนิดนั้นประกอบไปด้วยกรดไขมันอิ่มตัว ถ้าน้ำมัน 4 ชนิด มาทำการตรวจสอบการอิ่มตัวของน้ำมัน ได้ผลดังตาราง

ชนิดของน้ำมัน	จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน
A	20
B	12
C	7
D	15

คำถาม : ข้อใดเรียงลำดับความอึมตัวของน้ำมันจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง

1. D C A B
2. C B D A
3. A D B C
4. B A C D

คำถามข้อที่ 3

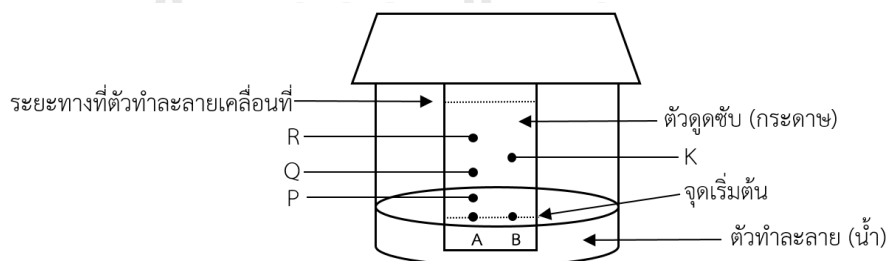
สาธิตทำน้ำหมัก รดกระดาศที่จัดบันทึกด้วยปากกาเมจิก ยี่ห้อ A ปรากฏว่า น้ำหมักได้แพร่ไปตามกระดาศ แล้วเกิดสีต่างๆ สาธิตจึงเกิดข้อสงสัยว่า “ปากกาเมจิก ยี่ห้อ B จะมีผลเหมือนปากกาเมจิก ยี่ห้อ A หรือไม่”

คำถาม : สาธิตจะควบคุมตัวแปรในการทดลองนี้ได้อย่างไร จึงจะเหมาะสม

1. ใช้ปากกาเมจิกสีเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B
2. ใช้ปากกาเมจิกที่ราคาเท่ากัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B
3. ใช้ปากกาเมจิกที่ซื้อจากร้านเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B
4. ใช้ปากกาเมจิกทดลองในเวลาเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B

คำถามข้อที่ 4

จากสถานการณ์ข้อที่ 3 เมื่อสาธิตทำการทดลองด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบกระดาศ แล้วได้ผลการทดลอง ดังภาพ



คำถาม : สาธิตจะสรุปผลการทดลองได้ตามข้อใด จึงจะถูกต้องที่สุด

1. น้ำหมักจากปากกาเมจิกชนิด A เป็นสารบริสุทธิ์
2. น้ำหมักจากปากกาเมจิกชนิด A เป็นสารไม่บริสุทธิ์
3. น้ำหมักจากปากกาเมจิกชนิด B เป็นสารบริสุทธิ์
4. น้ำหมักจากปากกาเมจิกชนิด B เป็นสารไม่บริสุทธิ์

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พร้อมทั้งนำข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ซึ่งมีผลการตรวจสอบ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
1	1.00	ตรวจสอบสูตรเคมีของปูนขาว
2	0.71	สถานการณ์เป็นความรู้ที่เรียนไปแล้ว ควรให้ผู้เรียนระลึกความรู้ที่เรียนไปเอง
3	0.86	ปรับข้อความ จาก จะมีผลเหมือนกับ เป็น จะมีผลการแพร่เหมือนกับ ตัวเลือกควรปรับปรุงเป็น คุณภาพเท่ากัน หรือ วันผลิตเดียวกัน
4	1.00	ควรใช้รูปสีในแบบสอบ ตรวจสอบตัวเลือกให้แน่ชัด
5	0.86	ปรับข้อความ จาก โมเลกุลของน้ำหอม เป็น โมเลกุลของกลิ่นน้ำหอม ปรับให้เป็นภาษาเขียนมากขึ้น
6	0.71	ปรับสถานการณ์ให้เข้ากับชีวิตประจำวัน
7	1.00	-
8	1.00	-
9	0.86	ควรปรับภาพให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
10	1.00	- จพาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
11	1.00	หากตัดสถานการณ์บางส่วนไปแล้วไม่ทำให้ขาดสารสนเทศ จะทำให้ไม่เกิดข้อความที่ ฟุ่มเฟือย
12	1.00	-
13	1.00	-
14	0.86	เพิ่มตัวลวง คือ ออกไซด์ของตะกั่ว
15	1.00	-
16	1.00	ควรให้เหตุผลเพิ่มเติม
17	1.00	ควรตัดสถานการณ์ให้มีความกระชับ
18	0.57	คำถามยังคงไม่ตรงกับภาวะวัดทักษะการเรียนรู้ชั้นสูง
19	0.53	คำถามเป็นการตีความจากสถานการณ์ ไม่จัดเป็นทักษะการเรียนรู้ชั้นสูง
20	0.71	พยายามเลี่ยงตั้งคำถามที่ทำให้นักเรียนตอบได้จากการตีความจากโจทย์
21	0.71	พยายามเลี่ยงตั้งคำถามที่ทำให้นักเรียนตอบได้จากการตีความจากโจทย์

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

ข้อที่	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
22	1.00	-
23	1.00	-
24	0.88	คำถามยังไม่สามารถวัดได้ ควรปรับที่คำถาม
25	0.71	คำถามยังไม่สามารถวัดได้ ควรปรับที่คำถาม

จากผลของความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงและแก้ไขข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วจึงนำแบบสอบการรู้เคมีฯ ไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 จำนวน 600 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 และ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 แบ่งเป็นโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ประกอบด้วย นักเรียนจากโรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม จำนวน 100 คน มีเพศชาย 42 คน คิดเป็นร้อยละ 42 และ เพศหญิง 58 คน คิดเป็นร้อยละ 58 นักเรียนจากโรงเรียนโยธินบูรณะ จำนวน 100 คน มีเพศชาย 39 คน คิดเป็นร้อยละ 39 และ เพศหญิง 61 คน คิดเป็นร้อยละ 61 นักเรียนจากโรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม จำนวน 100 คน มีเพศชาย 49 คน คิดเป็นร้อยละ 49 และ เพศหญิง 51 คน คิดเป็นร้อยละ 51 และโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 ประกอบด้วย นักเรียนจากโรงเรียนพรตพิทยพยัต จำนวน 100 คน มีเพศชาย 35 คน คิดเป็นร้อยละ 35 และ เพศหญิง 65 คน คิดเป็นร้อยละ 65 นักเรียนจากโรงเรียนบดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 100 คน มีเพศชาย 41 คน คิดเป็นร้อยละ 41 และ เพศหญิง 59 คน คิดเป็นร้อยละ 59 นักเรียนจากโรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย จำนวน 100 คน มีเพศชาย 36 คน คิดเป็นร้อยละ 36 และ เพศหญิง 64 คน คิดเป็นร้อยละ 64 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างขนาดที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2

โรงเรียน	ชาย (คน)	ร้อยละ	หญิง (คน)	ร้อยละ	รวม	ร้อยละ
โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1						
โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม	42	42	58	58	100	100
โรงเรียนโยธินบูรณะ	39	39	61	61	100	100
โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม	49	49	51	51	100	100
โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2						
โรงเรียนพรตพิทยพยัต	35	35	65	65	100	100
โรงเรียนบดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	41	41	59	59	100	100
โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย	34	34	66	66	100	100
รวม	240	40	360	60	600	100

คะแนนเฉลี่ยของแบบสอบการรู้เคมีฯ พบว่า เพศหญิง มีคะแนนการรู้เคมีฯ มากกว่าเพศชาย ซึ่งเพศหญิงมีคะแนนการรู้เคมีฯ เฉลี่ย เท่ากับ 67.16 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 15.53 โดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดในด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูงเท่ากับ 16.98 คะแนน และเพศชายมีคะแนนการรู้เคมีฯ เฉลี่ย เท่ากับ 61.51 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 17.06 โดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดในด้านเจตคติต่อเคมีเท่ากับ 16.12 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยของแบบสอบการรู้เคมีฯ ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พบว่า โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนการรู้เคมีฯ มากกว่า โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 ซึ่งโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 มีคะแนนเฉลี่ยการรู้เคมีฯ เท่ากับ 66.19 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.41 โดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดในด้านบริบททางเคมี เท่ากับ 16.93 คะแนน และ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 เท่ากับ 63.61 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 18.67 โดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดในด้านความรู้ทางเคมี เท่ากับ 16.55 คะแนน

ผลการประเมินการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย มีผลการประเมินการรู้เคมีฯ ในระดับดีเยี่ยมสูงที่สุด จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 33 รองลงมา คือ โรงเรียนโยธินบูรณะ โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม โรงเรียนบดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนี) โรงเรียนพรตพิทยพยัต และ โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขมตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตาม เพศ เขต และ โรงเรียน

ผลประเมินการรู้เคมี	เขต				สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1						สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2					
					โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม		โรงเรียนโยธินบูรณะ		โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม		โรงเรียนพรตพิทยพยัต		โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)		โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย	
	ชาย	ร้อยละ	หญิง	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ดีเยี่ยม	25	4.17	72	12.00	5	5.00	30	30.00	18	18.00	3	3.00	8	8.00	33	33.00
ดีมาก	15	2.50	50	8.33	8	8.00	11	11.00	11	11.00	7	7.00	13	13.00	15	15.00
ดี	47	7.83	65	10.30	9	9.00	18	18.00	17	17.00	8	8.00	24	24.00	36	36.00
ค่อนข้างดี	29	4.83	47	7.83	18	18.00	14	14.00	8	8.00	19	19.00	11	11.00	6	6.00
ปานกลาง	30	5.00	33	5.50	15	15.00	10	10.00	12	12.00	13	13.00	7	7.00	6	6.00
พอใช้	29	4.83	26	4.33	17	17.00	6	6.00	13	13.00	12	12.00	7	7.00	0	0.00
ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	11	1.83	20	3.33	7	7.00	5	5.00	8	8.00	7	7.00	3	3.00	1	1.00
ต่ำกว่าเกณฑ์	54	9.00	47	7.83	21	21.00	6	6.00	13	13.00	31	31.00	27	27.00	3	3.00
รวม	240	39.99	360	59.45	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อสอบการรู้เคมีทั้ง 25 ข้อ มีค่าเฉลี่ยการรู้เคมีในระดับปานกลาง ($M = 64.90$ S.D. = 16.38 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน) เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบจำนวน 4 องค์ประกอบ พบว่า เจตคติต่อเคมี มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($M = 16.51$ S.D. = 6.36 จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน) รองลงมา คือ บริบททางเคมี ($M = 16.44$ S.D. = 5.69 จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน) ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง ($M = 15.98$ S.D. = 7.21 จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน) และ ความรู้ทางเคมี ($M = 15.97$ S.D. = 4.63 จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงข้อมูล พบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่มีการแจกแจงไม่เป็นโค้งปกติ โดยมีลักษณะเบ้ซ้าย ($-0.971 \leq S_k \leq -0.054$) และความโด่งมีค่าติดลบ ($-1.130 \leq K_u \leq -0.064$) แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่มีคะแนนระดับการรู้เคมีฯ สูงกว่าค่าเฉลี่ย และมีการกระจายของข้อมูลค่อนข้างมาก รายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	Mean	SD	Sk	Ku
การรู้เคมี (Chemical Literacy) (100คะแนน)		64.8999	16.37842	-.863	.581
ความรู้ทางเคมี (25 คะแนน)		15.9659	4.63248	-.470	-.181
	ความรู้ทางเคมีใน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน	3.4432	1.46198	-.981	-.144
	แนวคิดหลักทางเคมี	12.5227	3.98540	-.376	-.337
บริบททางเคมี (25 คะแนน)		16.4444	5.69825	-.544	-.064
	บริบทชีวิตประจำวัน	5.8403	2.77765	-.671	-.622
	บริบทกระบวนการทาง สังคมและวัฒนธรรม	4.3264	2.93947	-.054	-.986
	บริบทการเลือกบริโภค สินค้าและเทคโนโลยี	6.2778	2.71312	-.971	-.185
ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (25 คะแนน)		15.9792	7.20515	-.486	-.641
	ทักษะการสืบเสาะ	8.9167	4.38441	-.815	-.587
	ทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณ	7.0625	4.59563	-.209	-1.130
เจตคติต่อเคมี (25 คะแนน)		16.5104	6.35840	-.641	.127
	มีความเป็นกลาง	8.3438	3.98624	-.429	-.688
	มีความสนใจ	8.1667	4.25457	-.471	-.810

2.2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยหาค่าความยาก และอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ในการแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรม TAP ในการวิเคราะห์ ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบการรู้เคมีฯ ของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2

ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	การแปลผล
1	1	0.053	-0.096	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก จำแนกผู้สอบได้ดีพอสมควร ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.070	-0.124	
	(3)	0.832	0.304	
	4	0.045	-0.084	
2	1	0.023	-0.056	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบได้ดีพอสมควร ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	(2)	0.685	0.376	
	3	0.278	-0.280	
	4	0.013	-0.039	
3	(1)	0.452	0.329	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.252	-0.141	
	3	0.055	-0.079	
	4	0.242	-0.109	
4	1	0.177	-0.166	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบได้ดีมาก ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	(2)	0.500	0.448	
	3	0.215	-0.151	
	4	0.107	-0.137	
5	1	0.038	-0.007	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.167	-0.127	
	(3)	0.292	0.220	
	4	0.503	-0.085	
6	1	0.217	-0.036	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบได้ดีมาก ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.107	-0.136	
	(3)	0.418	0.418	
	4	0.258	-0.246	
7	1	0.048	-0.107	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบได้ดีมาก ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.125	-0.231	
	3	0.073	-0.091	
	(4)	0.752	0.429	

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบการรู้เคมีฯ ของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	การแปลผล
8	(1)	0.702	0.249	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.110	-0.004	
	3	0.092	-0.108	
	4	0.097	-0.136	
9	(1)	0.773	0.368	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบได้ดีพอสมควร ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.152	-0.154	
	3	0.052	-0.152	
	4	0.023	-0.062	
10	1	0.027	-0.068	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก จำแนกผู้สอบได้ดีพอสมควร ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.048	-0.079	
	(3)	0.825	0.372	
	4	0.100	-0.226	
11	1	0.122	-0.175	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบได้ดีมาก ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.100	-0.175	
	3	0.032	-0.073	
	(4)	0.747	0.424	
12	1	0.143	-0.110	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	(2)	0.660	0.274	
	3	0.163	-0.097	
	4	0.033	-0.068	
13	1	0.035	-0.107	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.120	-0.115	
	(3)	0.717	0.376	
	4	0.128	-0.154	
14	(1)	0.540	0.501	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบได้ดีมาก ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.215	-0.216	
	3	0.168	-0.116	
	4	0.077	-0.169	

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบการรู้เคมีฯ ของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	การแปลผล
15	1	0.227	0.091	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง อำนาจผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	(2)	0.493	0.262	
	3	0.102	-0.098	
	4	0.178	-0.255	
16	1	0.070	-0.080	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย อำนาจผู้สอบได้ดีพอสมควร ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.068	-0.135	
	3	0.130	-0.154	
	(4)	0.730	0.374	
17	1	0.033	-0.073	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย อำนาจผู้สอบได้ดีมาก ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.130	-0.253	
	(3)	0.778	0.468	
	4	0.058	-0.141	
18	1	0.128	-0.220	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย อำนาจผู้สอบได้ดีพอสมควร ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.140	-0.044	
	(3)	0.653	0.394	
	4	0.078	-0.130	
19	1	0.057	-0.140	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย อำนาจผู้สอบได้ดีพอสมควร ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.073	-0.203	
	3	0.107	-0.170	
	(4)	0.762	0.519	
20	1	0.155	-0.092	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง อำนาจผู้สอบได้ดีพอสมควร ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	(2)	0.522	0.349	
	3	0.185	-0.079	
	4	0.177	-0.172	
21	(1)	0.597	0.185	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย อำนาจผู้สอบได้ดีมาก ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.133	-0.210	
	3	0.093	-0.124	
	4	0.177	-0.151	

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบการรู้เคมีฯ ของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	การแปลผล
22	1	0.027	-0.068	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก จำแนกผู้สอบได้ดีพอสมควร ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.045	-0.107	
	3	0.093	-0.197	
	(4)	0.833	0.378	
23	1	0.058	-0.152	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	(2)	0.487	0.186	
	3	0.037	-0.108	
	4	0.387	0.079	
24	(1)	0.790	0.407	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย จำแนกผู้สอบได้ดีมาก ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.090	-0.153	
	3	0.073	-0.163	
	4	0.047	-0.091	
25	1	0.160	-0.018	ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสอบที่ง่ายปานกลาง จำแนกผู้สอบพอใช้ได้ ตัวลวงมีประสิทธิภาพ
	2	0.052	-0.140	
	3	0.278	-0.054	
	(4)	0.508	0.218	

จากตารางที่ 4.6 พบว่า แบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีข้อสอบที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกพอเหมาะจำนวน 22 ข้อ (มีค่าความยากระหว่าง 0.292 – 0.790, ค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.218 – 0.519) โดยมีข้อสอบ 3 ข้อ ที่เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย (มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.825 – 0.833) แต่มีอำนาจจำแนกที่พอเหมาะ (มีค่าระหว่าง 0.304 – 0.378)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์อำนาจจำแนกของข้อสอบด้วยวิธีการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้ t-test พบว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนก ($p < .05$) จำนวนทั้งหมด 25 ข้อ จึงกล่าวได้ว่า แบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในภาพรวมมีความยากและอำนาจจำแนกที่เหมาะสม

2.3 ความเที่ยงของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 จำนวน 600 คน ด้วยแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และได้ทำการวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบการรู้เคมีฯ ทั้ง 4 องค์ประกอบ จากนั้นผู้วิจัยทำการตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการคำนวณตามสูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสัน (KR-21) มีค่า เท่ากับ 0.73 ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบความเที่ยงด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ที่มีค่าเท่ากับ 0.73 ซึ่งหมายความว่า แบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายฉบับนี้ มีความเที่ยงสูง

2.4 ความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการพัฒนาแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เคมี สามารถแบ่งการรู้เคมีออกเป็น 4 องค์ประกอบ คือ ความรู้ทางเคมี บริบททางเคมี ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง และเจตคติต่อเคมี รวมจำนวนองค์ประกอบย่อยทั้งหมด 9 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ ความรู้ทางเคมี (CT) มีจำนวน 2 องค์ประกอบย่อย บริบททางเคมี (CX) มีจำนวน 3 องค์ประกอบย่อย ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (HL) มีจำนวน 2 องค์ประกอบย่อย และเจตคติต่อเคมี มีจำนวน (AT) 2 องค์ประกอบย่อย การวิเคราะห์องค์ประกอบจะต้องเตรียมเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่จะวิเคราะห์ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ สามารถพิจารณาได้จากค่า Kaiser-meyer-olkin measure of sampling adequacy (KMO) โดยควรมีค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป และดูค่า Barlett's test of sphericity ต้องมีนัยสำคัญทางสถิติ งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบสอบด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันสำหรับองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองสำหรับโมเดลการวัดจิตสาธารณะ ด้วยโปรแกรม LISREL

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยจำนวน 9 องค์ประกอบย่อย พบว่าองค์ประกอบย่อย มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทั้ง 36 คู่ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.10 - 0.30 โดยมีค่า Kaiser-meyer-olkin measure of sampling adequacy (KMO) เท่ากับ 0.786 และมีค่า Barlett's test of sphericity เท่ากับ 480.557 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าองค์ประกอบย่อยมีความสัมพันธ์มากพอที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบ รายละเอียดดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเมทริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันขององค์ประกอบย่อยในโมเดลการวัดการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตัวแปร	CT1	CT2	CX1	CX2	CX3	HL1	HL2	AT1	AT2
CT1	1.00								
CT2	0.295**	1.00							
CX1	0.175**	0.169**	1.00						
CX2	0.140**	0.281**	0.123**	1.00					
CX3	0.165**	0.319**	0.192**	0.241**	1.00				
HL1	0.186**	0.242**	0.211**	0.166**	0.282**	1.00			
HL2	0.109**	0.180**	0.118**	0.103**	0.155**	0.287**	1.00		
AT1	0.100**	0.157**	0.146**	0.083**	0.133**	0.173**	0.153**	1.00	
AT2	0.100**	0.186**	0.159**	0.066**	0.187**	0.180**	0.160**	0.190**	1.00
mean	3.443	12.522	5.840	4.326	6.277	8.916	7.062	8.343	8.166
SD	1.462	3.985	2.777	2.939	2.713	4.384	4.595	3.986	4.254

kaiser-meyer-olkin measure of sampling adequacy (KMO) (= 0.786 df = 22 p = 0.000
barlett's test of sphericity = 480.557

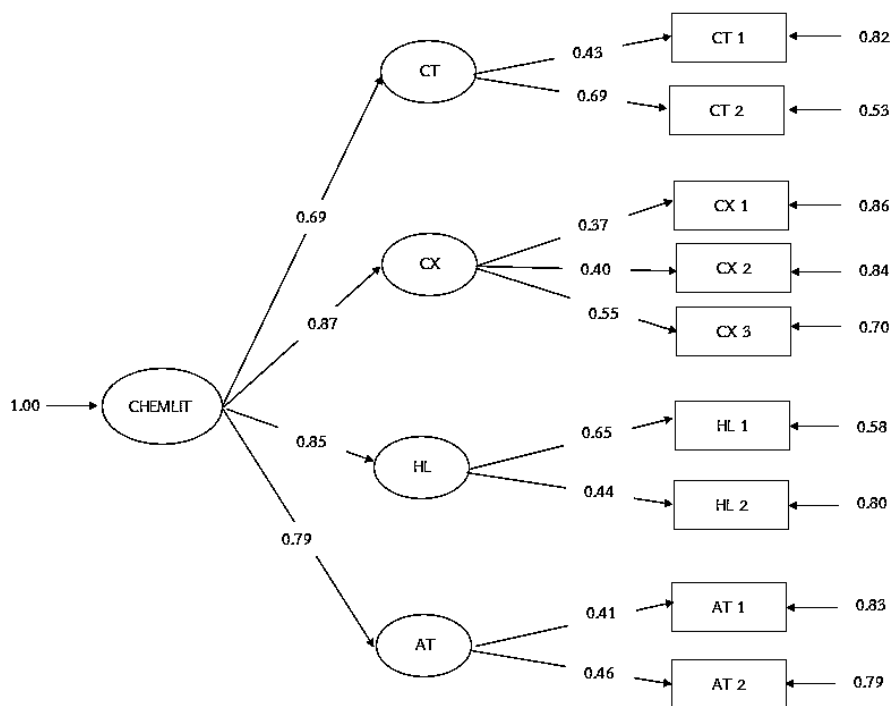
หมายเหตุ ** p < .01

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองของโมเดลการวัดการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

องค์ประกอบหลัก	น้ำหนักองค์ประกอบ		t	R ²
	b(SE)	β		
การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง				
องค์ประกอบด้านความรู้ทางเคมี (CT)				
CT1	0.621 (0.097)	0.430	6.417***	0.183
CT2	1.000	0.690	<--->	0.475
องค์ประกอบด้านบริบททางเคมี (CX)				
CX1	0.671 (0.106)	0.370	6.327***	0.135
CX2	0.732 (0.109)	0.400	6.736***	0.161
CX3	1.000	0.550	<--->	0.300
องค์ประกอบด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (HL)				
HL1	1.000	0.650	<--->	0.420
HL2	0.684 (0.110)	0.440	6.198	0.196
องค์ประกอบด้านเจตคติต่อเคมี (AT)				
AT1	0.897 (0.182)	0.410	4.992	0.170
AT2	1.000	0.460	<--->	0.212

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองของโมเดลการวัดการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	น้ำหนักองค์ประกอบ		t	R ²	
	b(SE)	β			
การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง					
องค์ประกอบรวมการรู้เคมี					
CT	0.474 (0.061)	0.690	7.777	0.473	
CX	0.474 (0.058)	0.870	8.116	0.749	
HL	0.549 (0.060)	0.850	9.117	0.717	
AT	0.364 (0.054)	0.790	6.788	0.624	
$\chi^2 = 20.65$		df 22	p = 0.54217		
RMSEA = 0.0000		GFI = 0.992	AGFI = 0.984	RMR = 0.231	
เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง					
	CT	CX	HL	AT	CHEMLIT
CT	1.00				
CX	0.844	1.000			
HL	0.583	0.733	1.000		
AT	0.543	0.684	0.669	1.000	
CHEMLIT	0.688	0.866	0.847	0.790	1.000



ภาพที่ 4.1 โมเดลการวัดการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

เมื่อพิจารณารายละเอียดในตารางที่ 4.8 และในแผนภาพที่ 4.1 พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (β) ทั้ง 9 องค์ประกอบย่อยมีค่าเป็นบวก มีขนาดตั้งแต่ 0.37 ถึง 0.69 โดยในองค์ประกอบที่ 1 ด้านความรู้ทางเคมี มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานขององค์ประกอบย่อยอยู่ระหว่าง 0.621-1.000 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัว ซึ่งองค์ประกอบย่อยที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ แนวคิดหลักทางเคมี โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน เท่ากับ 1.000 รองลงมาคือ ความรู้เคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน เท่ากับ 0.621 โดยองค์ประกอบย่อยดังกล่าวมีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบด้านความรู้ทางเคมี คิดเป็นร้อยละ 47.5 และ 18.3 ตามลำดับ

ในองค์ประกอบที่ 2 ด้านบริบททางเคมี มีน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานขององค์ประกอบย่อยอยู่ระหว่าง 0.37-0.550 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัว ซึ่งตัวแปรที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ บริบทการเลือกบริโภคสินค้าและบริการ โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ 0.55 รองลงมาคือ บริบทกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม มีน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน เท่ากับ 0.400 และบริบทชีวิตประจำวัน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ 0.33 โดยองค์ประกอบย่อยดังกล่าวมีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบด้านบริบททางเคมี คิดเป็นร้อยละ 16.1 และ 13.5 ตามลำดับ

ส่วนองค์ประกอบที่ 3 ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานขององค์ประกอบย่อยอยู่ระหว่าง 0.684 – 1.000 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัว ซึ่งตัวแปรที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ ทักษะการสืบเสาะ โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ 0.65 รองลงมาคือ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ 0.44 โดยองค์ประกอบย่อยดังกล่าวมีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง คิดเป็นร้อยละ 42 และ 19.6 ตามลำดับ

สำหรับองค์ประกอบที่ 4 เจตคติต่อเคมี มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานขององค์ประกอบย่อยอยู่ระหว่าง 0.897 – 1.00 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัว ซึ่งตัวแปรที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ มีความสนใจ โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ 0.46 รองลงมาคือ มีความเป็นกลาง มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ 0.41 โดยองค์ประกอบย่อยดังกล่าวมีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบด้านเจตคติต่อเคมีคิดเป็นร้อยละ 21.2 และ 17 ตามลำดับ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าองค์ประกอบตามกรอบแนวคิดการเรียนรู้เคมีที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ เป็นองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) ทุกตัว โดยทุกองค์ประกอบมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็นบวก นั้นหมายความว่าหากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีคุณลักษณะของ

องค์ประกอบดังกล่าวนี้สูง ก็จะมีผลทำให้การรู้เคมีสูงขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีคุณลักษณะขององค์ประกอบนี้ต่ำก็จะมีผลทำให้การรู้เคมีลดลง

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับที่สอง ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์โมเดลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความรู้เคมีโดยรวม (CHEMLIT) ซึ่งเป็นองค์ประกอบอันดับที่สองกับองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน คือ องค์ประกอบด้านความรู้ทางเคมี องค์ประกอบด้านบริบททางเคมี องค์ประกอบด้านทักษะการเรียนรู้ชั้นสูง และองค์ประกอบด้านเจตคติต่อเคมี ซึ่งเป็นองค์ประกอบอันดับที่หนึ่ง พบว่า องค์ประกอบทั้ง 4 ด้านดังกล่าว มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .001$) ทุกด้าน โดยมีน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.364 ถึง 0.549 แสดงว่า องค์ประกอบทั้ง 4 ด้านนี้ เป็นองค์ประกอบความรู้เคมีได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยองค์ประกอบที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดในการบ่งชี้ถึงการรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ องค์ประกอบด้านบริบททางเคมี (CX) รองลงมาคือ องค์ประกอบด้านทักษะการเรียนรู้ชั้นสูง (HL) องค์ประกอบด้านเจตคติต่อเคมี (AT) และองค์ประกอบด้านความรู้ทางเคมี (CT) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุด องค์ประกอบแต่ละด้านดังกล่าวมีความแปรปรวนรวมกันกับองค์ประกอบความรู้เคมีโดยรวม ประมาณร้อยละ 74.9, 71.7, 62.4 และ 47.3 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความรู้เคมีในแต่ละด้าน และองค์ประกอบความรู้เคมี โดยรวม พบว่าองค์ประกอบความรู้เคมีในแต่ละด้านมีความสัมพันธ์กันทางบวก ในระดับปานกลางถึงสูง โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ 0.543 ถึง 0.844 แสดงว่าองค์ประกอบด้านความรู้ทางเคมี องค์ประกอบด้านบริบททางเคมี องค์ประกอบด้านทักษะการเรียนรู้ชั้นสูง และองค์ประกอบด้านเจตคติต่อเคมี และองค์ประกอบความรู้เคมีโดยรวมมีความสัมพันธ์กันไม่ได้แยกกันอย่างเป็นอิสระ นั่นคือ ความเข้าใจในบริบททางเคมีจะเกิดขึ้นได้จะต้องมีความรู้ทางเคมี มีทักษะการเรียนรู้ชั้นสูง และมีเจตคติต่อเคมีประกอบด้วย อันจะนำไปสู่การมีกรู้เคมีในภาพรวมที่สูงขึ้น

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2560 ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 และ เขต 2 กรุงเทพมหานคร เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมในด้านหลักสูตร เนื้อหา บุคลากร และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ที่มีผลต่อการรู้เคมีของนักเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) ซึ่งมีขั้นตอนในการสุ่มตัวอย่างดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ทำการสุ่มโรงเรียนจากเขตพื้นที่การศึกษา เขต 1 และเขต 2 มาเขตละ 3 โรงเรียน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ได้ทั้งสิ้น 6 โรงเรียนคือ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 3 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม โรงเรียนโยธินบูรณะ โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม และโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จำนวน 3 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนพรตพิทยพยัต โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย โรงเรียนบดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ขั้นตอนที่ 2 สุ่มตัวอย่างห้องเรียนในแต่ละโรงเรียน โรงเรียนละ 3 ห้อง โดยใช้การสุ่มแบบยกกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ให้ได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 600 คน

ในการสร้างข้อสอบการรู้เคมีฯ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ สร้างขึ้นตามองค์ประกอบ 4 ด้าน คือ องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ทางเคมี (chemical content) องค์ประกอบที่ 2 บริบททางเคมี (chemical in context) องค์ประกอบที่ 3 ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill) และองค์ประกอบที่ 4 เจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry)

ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยการศึกษาและสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยต่างๆ เพื่อให้ได้องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ตอนปลายที่จะใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยมีการตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ และแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยแบบประเมินคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความถูกต้อง ด้านความเหมาะสม และด้านความเป็นไปได้ โดยแบบประเมินจะสร้างขึ้นในรูปแบบของมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (rating scale) ระยะที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้พัฒนาขึ้นในระยะที่ 1 โดยมีการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกฯ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ในการแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ด้วยโปรแกรม TAP ประสิทธิภาพตัวลง วิเคราะห์อำนาจจำแนกด้วยวิธีการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำด้วย t-test โดยใช้โปรแกรม SPSS ค่าความเที่ยงของแบบสอบด้วยการคำนวณตามสูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสัน (KR-21) และการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) และความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis: CFA) ด้วยโปรแกรม LISREL

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 โดยการติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำหนังสือถึงโรงเรียนที่เป็นตัวอย่าง ประสานงานกับทางโรงเรียนที่เป็นตัวอย่างเพื่อกำหนดวัน เวลาที่จะดำเนินการทดสอบ โดยถือเอาความสะดวกของทางโรงเรียนในการอนุญาตให้ผู้วิจัยไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการทดสอบโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดสอบด้วยตนเองตามวัน เวลาที่ได้นัดหมาย ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการบริหารการสอบโดยแจ้งวัตถุประสงค์ในการสอบ และประโยชน์ที่ตัวอย่างจะได้รับ เพื่อให้ตัวอย่างเห็นถึงความสำคัญของการสอบและตั้งใจทำอย่างเต็มความสามารถ พร้อมทั้งชี้แจงคำสั่งและข้อปฏิบัติในการสอบเพื่อให้ตัวอย่างปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นต่างๆ สามารถสรุปผลการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1) ผลการพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบนั้นเป็นเอกสารที่ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ ประกอบด้วย บทนำ คำแนะนำในการใช้คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของการสอบ รายละเอียดของมาตรฐาน/เนื้อหา/คุณลักษณะที่มุ่งวัด แนวทางการสร้างข้อสอบ โครงสร้างของแบบสอบ รูปแบบของข้อสอบ ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ตัวอย่างข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน

1.2) ผลการตรวจสอบคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อพิจารณาทางด้าน พบว่า ด้านความถูกต้องของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ มีคะแนนเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ด้านความเหมาะสมมีคะแนนเฉลี่ยในระดับมาก ด้านความเป็นไปได้มีคะแนนเฉลี่ยในระดับมาก และในภาพรวมของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ มีคะแนนเฉลี่ยในระดับมาก ($M=4.44$, $S.D.=0.28$) นั้นแสดงว่าคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยภาพรวมมีคุณภาพในระดับมาก

2. ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1) ผลการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบการรู้เคมี ชนิดสถานการณ์ โดยข้อสอบมุ่งวัดองค์ประกอบทั้งหมด 4 องค์ประกอบ ได้แก่

- 1) ความรู้ทางเคมี
 - 2) บริบททางเคมี
 - 3) ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง และ
 - 4) เจตคติต่อเคมี
- ครอบคลุม

9 องค์ประกอบย่อย ทั้งสิ้น 25 ข้อ ซึ่งข้อสอบแต่ละข้อจะมีตัวเลือก 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบตอบถูกได้ 1 คะแนน และ ตอบผิดได้ 0 คะแนน

2.2) ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

การวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ในการแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ พบว่า แบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มี ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกพอเหมาะทั้งสิ้น 22 ข้อ (ค่าความยากมีค่า 0.292 – 0.790, ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.218 – 0.519) และเมื่อวิเคราะห์อำนาจจำแนกด้วยวิธีการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ด้วย t-test พบว่า ข้อสอบมีอำนาจจำแนก ($p < .05$) จำนวนทั้งหมด 25 ข้อ จึงกล่าวได้ว่า แบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในภาพรวมมีความยากและอำนาจจำแนกที่เหมาะสม

ผลการตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับ

ผลการตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) ของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 25 ข้อ ด้วยการคำนวณตามสูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสัน (KR-21) มีค่า เท่ากับ 0.73 ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจสอบความเที่ยงด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.73 ซึ่งหมายความว่า แบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายฉบับนี้มีความเที่ยงสูง

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (second order confirmatory factor analysis) ซึ่งแบบสอบนี้ ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (β) ทั้ง 9 องค์ประกอบย่อยมีค่าเป็นบวก มีขนาดตั้งแต่ 0.37 ถึง 0.69 โดยในองค์ประกอบที่ 1 ด้านความรู้ทางเคมี มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานขององค์ประกอบย่อยอยู่ระหว่าง 0.621-1.000 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัว ซึ่งองค์ประกอบย่อยที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ แนวคิดหลักทางเคมี โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน เท่ากับ 1.000 รองลงมาคือ ความรู้เคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน เท่ากับ 0.621 โดยองค์ประกอบย่อยดังกล่าวมีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบด้านความรู้ทางเคมี คิดเป็นร้อยละ 47.5 และ 18.3 ตามลำดับ

ในองค์ประกอบที่ 2 ด้านบริบททางเคมี มีน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานขององค์ประกอบย่อยอยู่ระหว่าง 0.37-0.550 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัว ซึ่งตัวแปรที่มีความสำคัญ

มากที่สุดคือ บริบทการเลือกบริโภคสินค้าและบริการ โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ 0.55 รองลงมาคือ บริบทกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม มีน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ 0.400 และ บริบทชีวิตประจำวัน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ 0.33 โดยองค์ประกอบย่อยดังกล่าวมีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบด้านบริบททางเคมี คิดเป็นร้อยละ 30 16.1 และ 13.5 ตามลำดับ

ส่วนองค์ประกอบที่ 3 ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานขององค์ประกอบย่อยอยู่ระหว่าง 0.684 – 1.000 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัว ซึ่งตัวแปรที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ ทักษะการสืบเสาะ โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ 0.65 รองลงมาคือ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ 0.44 โดยองค์ประกอบย่อยดังกล่าวมีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง คิดเป็นร้อยละ 42 และ 19.6 ตามลำดับ

สำหรับองค์ประกอบที่ 4 เจตคติต่อเคมี มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานขององค์ประกอบย่อยอยู่ระหว่าง 0.897 – 1.00 และมีความสนใจ โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ 0.46 รองลงมาคือ มีความเป็นกลาง มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ 0.41 โดยองค์ประกอบย่อยดังกล่าวมีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบด้านเจตคติต่อเคมีคิดเป็นร้อยละ 21.2 และ 17 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับที่สอง ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์โมเดลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเรียนรู้เคมีโดยรวม (CHEMLIT) ซึ่งเป็นองค์ประกอบอันดับที่สองกับองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน คือ องค์ประกอบด้านความรู้ทางเคมี องค์ประกอบด้านบริบททางเคมี องค์ประกอบด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง และองค์ประกอบด้านเจตคติต่อเคมี ซึ่งเป็นองค์ประกอบอันดับที่หนึ่ง พบว่าองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านดังกล่าว มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .001$) ทุกด้าน โดยมีน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.364 ถึง 0.549 แสดงว่า องค์ประกอบทั้ง 4 ด้านนี้ เป็นองค์ประกอบการเรียนรู้เคมีได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยองค์ประกอบที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดในการบ่งชี้ถึงการเรียนรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ องค์ประกอบด้านบริบททางเคมี (CX) รองลงมาคือ องค์ประกอบด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (HL) องค์ประกอบด้านเจตคติต่อเคมี (AT) และองค์ประกอบด้านความรู้ทางเคมี (CT) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุด องค์ประกอบแต่ละด้านดังกล่าวมีความแปรปรวนร่วมกันกับองค์ประกอบการเรียนรู้เคมีโดยรวม ประมาณร้อยละ 74.9, 71.7, 62.4 และ 47.3 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเรียนรู้เคมีในแต่ละด้าน และองค์ประกอบการเรียนรู้เคมี โดยรวม พบว่าองค์ประกอบการเรียนรู้เคมีในแต่ละด้านมีความสัมพันธ์กันทางบวก ในระดับปานกลาง ถึงสูง โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ 0.543 ถึง 0.844 แสดงว่าองค์ประกอบด้านความรู้

ทางเคมี องค์ประกอบด้านบริบททางเคมี องค์ประกอบด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง และองค์ประกอบด้านเจตคติต่อเคมี และองค์ประกอบการเรียนรู้เคมีโดยรวมมีความสัมพันธ์กันไม่ได้แยกกันอย่างเป็นอิสระ นั่นคือ ความเข้าใจในบริบททางเคมีจะเกิดขึ้นได้จะต้องมีความรู้ทางเคมี มีทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง และมีเจตคติต่อเคมีประกอบด้วย อันจะนำไปสู่การมีการรู้เคมีในภาพรวมที่สูงขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการพัฒนาคุณลักษณะข้อสอบและแบบสอบการเรียนรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประเด็นที่น่าสนใจในการนำมาอภิปราย 2 ประเด็น ตามวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการเรียนรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการเรียนรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ประเด็นที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการเรียนรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ผลการพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการเรียนรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ในการพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการเรียนรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ทำการร่างคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการเรียนรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนจะสร้างข้อคำถามตามคุณลักษณะเฉพาะที่สร้างขึ้นไว้ โดยเริ่มจากการศึกษาองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ ซึ่งได้สังเคราะห์จาก Oklahoma State Department of Education (2010) Florida Department of Education (2012) Minnesota Department of Education (2012) Oregon Department of Education (2012) อนันดา สันฐิตวิณิชย์ (2556) มุกทราย บวรนิธิกุล (2558) จารุวรรณ เต็มสุข (2558) และ ญาณี วัฒนากร (2558) พบว่า องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบฯ ประกอบไปด้วย บทนำ คำแนะนำในการใช้คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของการสอบ รายละเอียดของมาตรฐาน/เนื้อหา/คุณลักษณะที่มุ่งวัด แนวทางการสร้างข้อสอบ โครงสร้างของแบบสอบ รูปแบบของข้อสอบ ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ตัวอย่างข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน จากนั้นทำการสังเคราะห์องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ซึ่งได้สังเคราะห์จาก Kubiszyn and Borich (1984) Popham (1971) ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543) สุเทพ สันติวรานนท์ (2533) สุพัฒน์ สุขมลสันต์ (2539) และ สุมาลี จันทร์

ชโล (2542) พบว่า องค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ประกอบไปด้วย องค์ประกอบหลัก องค์ประกอบย่อย นิยาม ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ จุดประสงค์ รูปแบบข้อสอบ ลักษณะข้อคำถาม ลักษณะของคำตอบ ลักษณะของตัวถูก ลักษณะของตัวลวง ตัวอย่างข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน โดยการออกแบบคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ ในครั้งนี้ มีรูปแบบของแบบสอบเป็นแบบสอบเชิงสถานการณ์ 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งสิ้น 25 ข้อ โดยใช้เวลาในการแบบสอบชุดนี้ 40 นาที ซึ่งหากคิดเวลารายข้อ นักเรียนจะมีเวลาในการทำข้อสอบ 96 วินาทีต่อหนึ่งข้อ ซึ่งพอเหมาะสำหรับข้อสอบเลือกตอบที่ค่อนข้างซับซ้อน สอดคล้องกับ Nunnally (1986) และ Thorndike & Hagen (1977) อ้างถึงใน สมพร สุทัศนีย์ (2545) ที่กล่าวว่าในหนึ่งข้อนักเรียนจะใช้เวลา 30-40 วินาที สำหรับข้อสอบเลือกตอบและนักเรียนจะใช้เวลา 75-100 วินาทีต่อหนึ่งข้อ สำหรับข้อสอบเลือกตอบที่ซับซ้อน

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ ในด้านความถูกต้อง ด้านความเหมาะสม และ ด้านความเป็นไปได้ มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยคุณภาพด้านความถูกต้องมีค่าสูงที่สุด ซึ่งถือเป็นสิ่งแรกที่คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบจำเป็นต้องมี เพื่อให้ได้คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบที่มีคุณภาพนำไปสู่ความเหมาะสมและเป็นไปได้ต่อไป โดยจุดแข็งของเครื่องมือนี้ คือ มีนิยาม องค์ประกอบ รูปแบบการสร้างข้อสอบ แนวทางและกลุ่มเป้าหมายของผู้ใช้ คู่มือมีความชัดเจน อีกทั้งยังมีความน่าสนใจและทันสมัย สามารถนำไปสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีได้จริง ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Catelly (2013) ที่ได้ยืนยันว่า การจัดทำคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบเป็นเรื่องที่ดีและมีประโยชน์อย่างมากต่อโครงสร้างการสอบ ดังนั้น คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ จึงสามารถนำไปศึกษาและสร้างแบบสอบการรู้เคมีฯ ได้ อย่างถูกต้อง เหมาะสมและเป็นไปได้

ประเด็นที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ผลการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การสร้างแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สร้างตามคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ ซึ่งมีการกำหนดองค์ประกอบของการรู้เคมี

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ ความรู้ทางเคมี บริบททางเคมี ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง และ เจตคติต่อเคมี ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการรู้เคมีของ Schwartz et al. (2006a) ซึ่งอธิบายว่า 1) ความรู้ทางเคมี ประกอบด้วย ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และแนวคิดหลักทางเคมี 2) บริบททางเคมี ประกอบด้วย บริบทชีวิตประจำวัน บริบทกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม และบริบทการเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยี 3) ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง ประกอบด้วย ทักษะการสืบเสาะ และ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ 4) เจตคติต่อเคมี ประกอบด้วย มีความเป็นกลาง และ มีความสนใจ

แบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความแตกต่างจากเครื่องมือที่ใช้วัดการรู้เคมีที่ผ่านมา อย่างเครื่องมือในการวิจัยของ Schwartz et al. (2006b) และ Celik (2014) ได้ประเมินการรู้เคมีโดยอ้างทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความรูทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่างๆ โดยใช้เครื่องมือที่แปรไปตามระดับของการรู้เคมีในแต่ละมิติ เช่น ใช้เครื่องมือวัดในรูปมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert scale), คำถามปลายเปิด คำถามปรนัย 3 ตัวเลือก และมาตรวัดของออสกู๊ด (Osgood scale) ในขณะที่ Cigdemoglu and Geban (2015) ได้ทำการพัฒนาระดับการรู้เคมีของนักเรียนผ่านเนื้อหาในวิชาอุณหพลศาสตร์กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กรอบแนวคิดการรู้เคมีของ Schwartz et al. (2006b) ซึ่ง ใช้เครื่องมือที่ประกอบด้วย แบบสอบปรนัย 20 ข้อ มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาอุณหพลศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีเครื่องมืออีกชิ้นหนึ่งที่ทำกรวัดการรู้เคมี โดยเครื่องมือเป็นรูปแบบของคำถามปลายเปิด ใช้โครงสร้างข้อคำถามจากการวัดการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA และเป็นข้อคำถามที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Witte and Beers (2003) ซึ่งเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในครั้งนี้เป็นแบบสอบชนิด 4 ตัวเลือก เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับบุคลากรทางการศึกษาทั่วไปและง่ายต่อการเข้าใจสำหรับครูผู้สอนที่จะพัฒนาแบบสอบการรู้เคมี โดยการสร้างข้อสอบการรู้เคมีนั้น จะต้องเขียนคำถามให้ครอบคลุมสิ่งที่จะวัดและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของข้อนั้นๆ เช่น มีจุดประสงค์ข้อหนึ่งระบุไว้ว่า อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เรื่องพันธะเคมีได้ โดยข้อสอบนั้นใช้สถานการณ์เรื่องกลิ่นน้ำหอม ซึ่งอาจจะทำให้การวัดข้อนี้คลาดเคลื่อนไปจากจุดประสงค์ กล่าวคือ สถานการณ์เรื่องกลิ่นน้ำหอม สามารถเชื่อมโยงไปยังกฎการแพร่ของเกรแฮมได้ เพราะฉะนั้นจึงเกิดการปรับแก้เพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดให้มากที่สุด เป็นต้น

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การตรวจสอบคุณภาพรายข้อของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พิจารณาจากความยากและอำนาจจำแนก โดยพบว่า แบบสอบการรู้เคมีฯ ฉบับดังกล่าว ที่ใช้เก็บข้อมูลกับตัวอย่างในการวิจัย มีข้อสอบที่สามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้ทั้งหมด 25 ข้อ อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงและแก้ไขข้อสอบที่ไม่สามารถจำแนกได้ ทำให้ผลการวิเคราะห์

หลังการแก้ไขข้อสอบที่ดีขึ้น มีจำนวนข้อสอบที่สามารถจำแนกได้มากขึ้น และแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการจำแนกกลุ่มผู้สอบของแบบสอบการรู้เคมีฯ ที่ดีมากขึ้น แต่แบบสอบที่นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 นั้นพบว่าเป็นข้อสอบที่มีระดับง่ายปานกลางจนถึงง่ายมาก อาจเนื่องมาจากการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างนักเรียนที่ค่อนข้างเก่ง จึงทำให้ข้อสอบมีระดับง่ายปานกลางจนถึงง่ายมาก

การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการพิจารณาโมเดลการวัดการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม LISREL พบว่า ตัวแปรสังเกตได้ของโมเดลการวัดนี้ มีความสัมพันธ์กัน และมีความเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์หองค์ประกอบ ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แต่เนื่องจากค่าไค-สแควร์จะมีความไวต่อขนาดกลุ่มตัวอย่างจึงพิจารณาค่าสถิติตัวอื่นร่วมด้วย คือ ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.992 มีค่าเกิน 0.990 เป็นตัวแสดงประสิทธิภาพของโมเดลในภาพรวมทั้งหมด ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.984 มีค่าเกิน 0.90 ซึ่งมีคุณสมบัติเดียวกันกับค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) โดยนำค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มาปรับแก้ ซึ่งคำนึงถึงขนาดขององศาความเป็นอิสระรวมถึงจำนวนตัวแปรและกลุ่มตัวอย่าง และค่ารากของกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.000 มีค่าต่ำกว่า 0.05 เป็นค่าที่แสดงขนาดของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ จะเห็นได้ว่าจากเกณฑ์พิจารณาค่าสถิติอยู่ในเกณฑ์การยอมรับทุกค่าจึงเป็นสิ่งบ่งชี้ว่าโมเดลการวัดการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ อันเป็นหลักฐานความตรงเชิงโครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งสอดคล้องกับที่ ศิริชัย กาญจนวาสิ (2552) กล่าวว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นการแสดงหลักฐานความตรงเชิงโครงสร้าง โดยหลักฐานที่แสดงนั้นเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูล หากโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูล จะบ่งชี้ถึงโมเดลองค์ประกอบที่ศึกษาเป็นหลักฐานสำหรับยืนยันองค์ประกอบที่จะวัด จากหลักฐานดังกล่าวจึงแสดงถึงความตรงตามโครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการทดสอบด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งได้แก่ ความรู้ทางเคมี บริบททางเคมี ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง และเจตคติต่อเคมี พบว่า แต่ละองค์ประกอบมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบใกล้เคียงกัน (0.79-0.87) มีเพียงองค์ประกอบด้วยที่มีค่าต่างจากองค์ประกอบอื่นๆ นั่นคือ ความรู้ทางเคมี (0.69) ทั้งๆที่ข้อมูลของแต่ละองค์ประกอบที่นำมาวิเคราะห์นั้น มีการกำหนดน้ำหนักความสำคัญให้เท่ากันแล้ว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ จำนวนข้อสอบในองค์ประกอบนี้มีจำนวนมาก ข้อกว่าองค์ประกอบอื่น อีกทั้งบรรยากาศการเรียนการสอนเคมีในโรงเรียนนั้นๆ ยังไม่สะท้อนถึงการ

นำความรู้ทางเคมีไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จึงอาจเป็นประเด็นที่ทำให้เกิดความแตกต่างจากองค์ประกอบอื่นที่ต้องทำการศึกษาวิจัยต่อไป

การตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ค่าความเที่ยงของแบบสอบการรู้เคมีฯ ทั้งฉบับที่ใช้กับตัวอย่างที่ใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.73 ซึ่งแปลผลว่า แบบสอบการรู้เคมีฯ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนี้มีค่าความเที่ยงสูง การที่แบบสอบการรู้เคมีฯ ฉบับนี้มีค่าความเที่ยงสูง เนื่องจากเครื่องมือฉบับนี้ที่ได้รับการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพอย่างต่อเนื่อง โดยการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างจากสำนักงานเขตฯ ที่หลากหลาย ความยาวของแบบสอบการรู้เคมีฯ พอเหมาะ ไม่น้อยหรือมากเกินไป รวมถึงระยะเวลาในการทำข้อสอบที่กำหนดเวลาไว้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับที่ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์ความเที่ยง ได้แก่ ความเป็นเอกพันธ์ของผู้สอบ ความยาวของแบบสอบ ความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบ เวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ และวิธีที่ใช้ในการประมาณค่าความเที่ยง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

สิ่งที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ คือ 1) คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) แบบสอบการรู้เคมีฯ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ ดังนี้

1. การตรวจสอบและประเมินคุณภาพคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพในระดับมาก จึงสามารถสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้อย่างดี ซึ่งผู้ที่สนใจจะสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ ให้เข้าใจ ทั้งการสร้างแบบสอบและการสร้างข้อสอบ ก่อนนำคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ ไปใช้ โดยศึกษาจากคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ ได้ด้วยตนเองตามคำแนะนำ รวมไปถึงรายละเอียดส่วนต่างๆ ภายในคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ และผู้ที่สนใจที่จะสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ นั้น ต้องอาศัยคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ ซึ่งไม่ใช่การนำตัวอย่างข้อสอบมาดัดแปลงเป็นข้อสอบชุดใหม่

2. ผู้ที่มีความสนใจในการพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฯ ในรายวิชาอื่น ๆ เช่น การรู้ชีววิทยา การรู้ฟิสิกส์ เป็นต้น สามารถนำองค์ประกอบของคุณลักษณะเฉพาะข้อสอบและแบบสอบในการศึกษาครั้งนี้ ไปประยุกต์ใช้ได้ โดยสามารถดำเนินการพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะ

ข้อสอบและแบบสอบตามลำดับตามองค์ประกอบที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และสรุป ซึ่งรายละเอียดของเนื้อหาและรูปแบบของเครื่องมือจะปรับเปลี่ยนไปตามเครื่องมือและคุณลักษณะที่ต้องการวัด

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะข้อสอบและแบบสอบฯ ควรมีการศึกษาความเป็นคู่ขนานของแบบสอบการรู้เคมี โดยการสร้างแบบสอบการรู้เคมี จากคุณลักษณะเฉพาะข้อสอบและแบบสอบฯ ที่พัฒนาขึ้น และนำมาตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบสอบ เพื่อเป็นการตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะข้อสอบและแบบสอบฯ อีกทางหนึ่ง

2. การสร้างข้อสอบในบางองค์ประกอบ บางตัวบ่งชี้สามารถสร้างข้อสอบที่สามารถวัดได้มากกว่า 1 มิติ ดังนั้น ควรมีงานวิจัยที่พัฒนาเครื่องมือเป็นพหุมิติภายในข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ ซึ่งถ้าหากมีการสร้างข้อสอบที่มีลักษณะพหุมิติ ก็อาจจะได้แบบสอบที่สามารถวัดการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้อย่างถูกต้องและแม่นยำได้มากยิ่งขึ้น



รายการอ้างอิง

- Aikenhead, G. S. (2011). Research into STS science education. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9(1).
- American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- Atkins, P. W. (2005). Skeletal chemistry, Education in Chemistry. Retrieved from http://www.rsc.org/Education/EiC/issues/2005_Jan/skeletal.asp
- Ausubel, D. P. (1977). The facilitation of meaningful verbal learning in the classroom 1. *Educational psychologist*, 12(2), 162-178.
- BSCS. (1993). *Developing biological literacy: A guide to developing secondary and post-secondary biology curricula*. Colorado Springs, CO: Biological Sciences Curriculum Study.
- Bybee, J., & Thompson, S. (1997). Three frequency effects in syntax. *Annual Meeting of the Berkeley Linguistics Society*, 23(1), 378-388.
- Cately, Y. M. (2013). Optimizing language assessment – focus on test specification and piloting. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 128(2014), 393-398.
- Celik, S. (2014). Chemical literacy levels of science and mathematics teacher candidates. *Australian Journal of Teacher Education*, 39(1), 1.
- Cheung, D. (2009). Students' attitudes toward chemistry lessons: The interaction effect between grade level and gender. *Research in Science Education*, 39(1), 75-91.
- Cigdemoglu, C., & Geban, O. (2015). Improving students' chemical literacy levels on thermochemical and thermodynamics concepts through a context-based approach. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 302-317.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of research in science teaching*, 37(6), 582-601.

- Fives, H., & DiDonato-Barnes, N. (2013). Classroom test construction: The power of a table of specifications. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 18(3), 1-7.
- Florida Department of Education. (2012). FCAT 2.0 SCIENCE TEST Item Specification version 2 Grade 8. Retrieved from www.fldoe.org/core/fileparse.php/5682/urlt/0077914-fl09g8sci.pdf
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). *Towards a coherent model for macro, submicro and symbolic representations in chemical education*. Netherlands: Springer
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Babin, B. J., & Black, W. C. (2010). *Multivariate data analysis: A global perspective* (Vol. 7). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Holman, J. (2002). What does it mean to be chemically literate? *Education in Chemistry*, 39, 12-14.
- Kubiszyn, T., & Borich, G. (1984). *Educational testing and measurement: A guide for writing and evaluating test items*.
- Lindeman, R. H., Merenda, P. F., & Gold, R. Z. (1980). *Introduction to bivariate and multivariate analysis*. Glenview, IL: Scott, Foresman, and Company.
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2007). *Pedagogical Content Knowledge: What Does it Mean to Science Teachers?* Netherlands: Springer.
- Minnesota Department of Education. (2012). Reading Test Specifications for MCA-III, Grades 3–8 and 10. Retrieved from file:///C:/Users/user/Downloads/MCA-III%20Test%20Specifications%20Reading%20Grades%203-8,%2010.pdf
- National Research council. (1996). *National science education standards*: National Academies Press.
- Nyunt, N. N., & Aye, M. M. (2015). The attitude Towards Chemistry of Grade 10 Students. *Education Research Journal*, 5(1), 1-12.
- Oklahoma State Department of Education. (2010). Test and Item Specifications Social Studies Grade 5. Retrieved from http://sde.ok.gov/sde/sites/ok.gov.sde/files/documents/files/OCCT_OK3-8_G5_ss_TIS_final_SDEv3.pdf

- Oregon Department of Education. (2012). Science Test Specifications for high school. Retrieved from http://www.oregon.gov/ode/educator-resources/assessment/Documents/asmtscitestspectshs_2014-2016.pdf
- Popham, W. J. (1971). Criterion-referenced measurement: An introduction. *Educational Technology*.
- Salta, K., & Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science education*, 88(4), 535-547.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2006a). Chemical literacy: What does this mean to scientists and school teachers? *J. Chem. Educ*, 83(10), 1557.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2006b). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(4), 203-225.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2005). The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of 'chemical literacy'. *International Journal of Science Education*, 27(3), 323-344.
- Witte, D., & Beers, K. (2003). Testing of chemical literacy (Chemistry in Context in the Dutch National Examinations). *Chemical Education International*, 4(1), 1-15.
- Yeo, S., & Zadnik, M. (2001). Introductory thermal concept evaluation: Assessing students' understanding. *The Physics Teacher*, 39(8), 496-504.
- Yifrach, M. (1999). *Definition of chemical literacy and assessment of its attainment in high school chemistry*. (Unpublished master's thesis), Weizmann Institute of Science, Rehovot.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กลุ่มพัฒนาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้. (2559). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางต้องรู้ และควรรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กลุ่มสารสนเทศ สำนักนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. Retrieved from http://www.bopp-obec.info/home/?page_id=22308

- เกษม สาหรัยทิพย์. (2531). วิธีการทางสถิติสำหรับวิจัย. พิษณุโลก: ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.
- จารุวรรณ เต็มสุข. (2558). การพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะชีวิตและอาชีพแห่งศตวรรษที่
21 ของนิสิตปริญญาตรี. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
กรุงเทพมหานคร.
- โชติกา ภาษีผล และคณะ. (2558). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ญาณี วัฒนากร. (2558). การพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นแห่ง
ศตวรรษที่ 21 ของนิสิตปริญญาตรี. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
กรุงเทพมหานคร.
- เดือนใจ เกตุษา. (2549). การสร้างแบบทดสอบ 1 : การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ทรายทอง พวงสั้นเที่ยง. (2553). การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา.
(วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). โมเดลลิสม์เรล: สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. กรุงเทพมหานคร:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2548). สถิติชวนใช้. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. (2527). การทดสอบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพมหานคร: โอ
เดียนส์ไตร์.
- มุกทราย บวรนิธิกุล. (2558). การพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบวัดทักษะการสื่อสารแห่งศตวรรษที่
21 ของนิสิตปริญญาบัณฑิต. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
กรุงเทพมหานคร.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณงาม มาระครอง. (2553). การส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนบ้านโนนม่วง จังหวัดขอนแก่น ในการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและ
เทคโนโลยีอวกาศ ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach).
(วิทยาศาสตร์ปริญาศึกษาศาสตร มหาบัณฑิต), บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น,
ขอนแก่น.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์. (2555ก). การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์. (2555ข). ตัวอย่างข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ PISA และ TIMMS วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์.
- สมพร สุทัศน์ีย์. (2545). การทดสอบทางจิตวิทยา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุเทพ สันติวรานนท์. (2533). การกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ. สงขลา: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุพัฒน์ สุขมกลสันต์. (2539). ธนาคารข้อสอบและการทดสอบปรับเปลี่ยนด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ: วิทยาพัฒน์.
- สุมาลี จันทร์ชลอ. (2542). การวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. (2554). การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุวิมล ตีรกานันท์. (2556). เอกสารประกอบการสอน รายวิชา MR 443 ปัญหาการวัดและประเมินผล การศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการประเมินและการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อนันดา สันธิติวณิชย์. (2556). การพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบสอบที่บูรณาการระหว่างตัวชี้วัด ความสามารถด้านการอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการเขียนกับตัวชี้วัดการประเมินสาระการเรียนรู้: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ. (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล. (2556). เอกสารประกอบการสอนและแบบฝึกปฏิบัติการ รายวิชา ศษ 451 การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความสอดคล้องของคำนิยามกับข้อสอบและประเมินคุณภาพคุณ
ลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาชีผล อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดร.บัณฑิต อาจารย์ประจำภาควิชาเคมีคณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. อาจารย์ ดร.จินดารัตน์ แก้วพิกุล ครู วิทยฐานะชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย
5. อาจารย์ จีราพร แวสง่า ครู วิทยฐานะชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า
6. อาจารย์ ทยากร สุขขวัญ ครู วิทยฐานะชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า
7. อาจารย์ เพ็ญภา ศรีโถม ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามเอกสารที่ได้แนบมา และประเมินคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ความเห็นต่อคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบไปด้วยข้อคำถาม ทั้งสิ้น 3 ด้าน ได้แก่

ด้านที่ 1 ด้านความถูกต้อง

เป็นการพิจารณาว่าคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้อง ให้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และใช้เทคนิคที่เหมาะสม

ด้านที่ 2 ด้านความเหมาะสม

เป็นการพิจารณาว่าคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นมีการดำเนินการตามหลักการ มีการคำนึงถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้งาน

ด้านที่ 3 ด้านความเป็นไปได้

เป็นการพิจารณาว่าคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง มีความเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง และมีความคุ้มค่าในประโยชน์ที่จะได้รับ

ตอนที่ 2 ความเห็นเพิ่มเติมต่อคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 1 ความเห็นต่อคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางตามความเห็นของท่าน โดยที่

ระดับความเห็น

ความหมาย

5	เห็นด้วยกับข้อความนั้น ในระดับมากที่สุด
4	เห็นด้วยกับข้อความนั้น ในระดับมาก
3	เห็นด้วยกับข้อความนั้น ในระดับปานกลาง
2	เห็นด้วยกับข้อความนั้น ในระดับน้อย
1	เห็นด้วยกับข้อความนั้น ในระดับน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการ	ระดับความเห็น				
		5	4	3	2	1
1. ด้านความถูกต้อง						
1	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีการอธิบายการใช้งานอย่างถูกต้อง					
2	โครงสร้างเนื้อหาของข้อสอบและแบบสอบ ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการจะวัด					
3	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ					
4	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถวัดตัวบ่งชี้ที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง					
5	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีสารสนเทศในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบฯ ที่ถูกต้อง					
2. ด้านความเหมาะสม						
1	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ การระบุถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการนำไปใช้อย่างชัดเจน					
2	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีการดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนที่ชัดเจน					
3	การปฏิบัติตามคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ นำไปสู่ความเสมอภาค และความยุติธรรมในการวัดและประเมินผลของแต่ละสถานศึกษา					

ข้อที่	รายการ	ระดับความเห็น				
		5	4	3	2	1
4	สถานศึกษาสามารถนำคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ ไปพัฒนาใช้กับการวัดและประเมินการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้					
5	การสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ ไม่ส่งผลกระทบต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง					
6	ตัวอย่างข้อคำถามในคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ได้จริง					
7	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีรูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่ายและเป็นระบบ					
3. ด้านความเป็นไปได้						
1	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้					
2	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ สามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้					
3	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ นำไปใช้ได้ง่าย ไม่ซับซ้อน					
4	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีความคุ้มค่าในการนำไปใช้					
5	คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ มีสารสนเทศที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ได้จริง					

ตอนที่ 2 ความเห็นเพิ่มเติมต่อคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง : โปรดแสดงความเห็นของท่านที่มีต่อคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. จุดแข็งของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย

.....

.....

.....

.....

.....

2. จุดอ่อนของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย

.....

.....

.....

.....

.....

3. ท่านคิดว่าควรเพิ่มเติมหรือปรับปรุงประเด็นใดในคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้
เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้ได้คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบฯ
ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

.....

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ค

คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

TEST AND ITEM SPECIFICATIONS OF CHEMICAL LITERACY
FOR UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นายณัฐพล สิทธิกุล

สาขาวัดและประเมินผลการศึกษา (นอกเวลาราชการ)

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
คำชี้แจงในการใช้งาน	2
วัตถุประสงค์	4
วัตถุประสงค์ของการสอบการรู้เคมี	4
วัตถุประสงค์ของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี	4
วัตถุประสงค์ของแบบสอบการรู้เคมี	4
ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับการรู้เคมี (chemical literacy)	5
ความหมายของการรู้เคมี	5
องค์ประกอบของการรู้เคมี	5
ตอนที่ 2 หลักการสร้าง รูปแบบ และคำแนะนำในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี	11
หลักการสร้างข้อสอบ	11
รูปแบบของข้อสอบการรู้เคมี	12
คำแนะนำในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี	12
ตอนที่ 3 โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี และการแปลความหมายของคะแนน	14
โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี	14
การแปลความหมายของคะแนนการรู้เคมี	14
ตอนที่ 4 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	16
ตอนที่ 5 ตัวอย่างแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	47
รายการอ้างอิง	65

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และตีความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏอยู่ในชีวิตประจำวัน โดยวิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาทที่สำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานของมนุษย์ ทั้งยังช่วยใ้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย รม มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

วิทยาศาสตร์ถือเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) จึงกล่าวได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือ “วัตถุประสงค์ของการศึกษาพื้นฐานที่ต้องการให้มีความเข้าใจการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้และการรอบรู้ อย่างกว้างขวางและไม่ใช่การเตรียมพร้อมเพื่อวิทยาศาสตร์เฉพาะทางหรืออาชีพเฉพาะทาง” ซึ่งคำกล่าวนี้บ่งบอกถึงความสามารถในการใช้วิทยาศาสตร์เพื่อ “ใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ” (DeBoer, 2000) โดยวิทยาศาสตร์นั้นสามารถแบ่งเป็นสาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์เชิงกายภาพ วิทยาศาสตร์เชิงชีววิทยา วิทยาศาสตร์เชิงฟิสิกส์ และ วิทยาศาสตร์เชิงเคมี

ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเข้าใจในเรื่องราวเกี่ยวกับเคมีนั้นค่อนข้างที่จะมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะล้วนแล้วแต่มีเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับเคมีเป็นอย่างมาก (Gilbert, Treagust, 2009) ซึ่งการรู้ในเรื่องเคมีจะเป็นส่วนช่วยในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ทั้งในทางสิ่งแวดล้อมและสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัว โดยการเข้าใจและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ผ่านคำอธิบายที่เป็นเคมี ซึ่งเป็นการทำให้เกิดความหมายว่าผู้ที่สามารถปฏิบัติได้ตามแนวคิดข้างต้นนั้นเป็นผู้ที่เกิดการเรียนรู้เคมีแล้ว

การวัดการเรียนรู้เคมีนั้นเป็นการตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมีในระดับพื้นฐาน ซึ่งผลของการวัดการเรียนรู้เคมีจะส่งผลถึงการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการเลือกเรียนของนักเรียนที่สนใจจะเรียนในสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลไปสู่การประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ในอนาคต เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวันและสายงานของตนเอง รวมไปถึงการที่เป็นผลสะท้อนกลับให้ครูได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับชีวิตจริงมากขึ้น ดังนั้นการดำเนินการวัดประเมินผลเพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนมีระดับการเรียนรู้เคมีเป็นอย่างไร มักใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แบบสอบ โดยการพัฒนาแบบสอบนั้นจะต้องคำนึงถึงความตรงและความเที่ยงของแบบสอบอยู่เสมอ ทั้งนี้การพัฒนาแบบสอบที่มีคุณภาพและวัดได้ตรงตามคุณลักษณะที่มุ่งวัดในแต่ละครั้งอาจจะใช้เวลาและค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก จึงส่งผลให้ผู้พัฒนาแบบสอบส่วนมากเลือกที่จะ

พัฒนาแบบสอบเพียงฉบับเดียวซึ่งตรงข้ามกับความเป็นจริงที่ควรสร้างหลายฉบับและหลายรูปแบบ รวมทั้งไม่ทำให้เสี่ยงต่อการรั่วไหลของแบบสอบที่ถูกนำไปใช้แล้วอีกด้วย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีเครื่องมือที่สามารถช่วยในการอำนวยความสะดวกและใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแบบสอบที่มีคุณภาพ สามารถวัดได้ตรงตามคุณลักษณะที่แท้จริง โดยใช้เครื่องมือชนิดนี้เรียกว่า คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ

คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ เป็นเอกสารพื้นฐานที่ให้รายละเอียดในการสร้างข้อสอบ โดยเป็นสิ่งที่อธิบายถึงการประเมินที่เหมาะสมสำหรับเนื้อหาต่างๆ รวมไปถึงองค์ประกอบด้านอื่น ๆ โดยองค์กรทางการศึกษาในต่างประเทศได้ระบุว่าคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ นั้น ได้แก่ คำแนะนำในการใช้คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของลักษณะเฉพาะของแบบสอบ วัตถุประสงค์ของการสอบ รายละเอียดของมาตรฐาน/เนื้อหา/คุณลักษณะที่มุ่งวัด รูปแบบของข้อสอบ (Florida Department of Education, 2012 ; Oregon Department of Education, 2012 ; Oklahoma State Department of Education, 2010 ; Minnesota Department of Education, 2012 ; อนันดา สันฐิติวณิชย์, 2556)

นอกจากนี้ยังพบองค์ประกอบสำคัญที่ควรระบุไว้ในคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบ นั่นคือ คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ซึ่งเป็นการอธิบายกฎเกณฑ์ในการสร้างข้อสอบ เพื่อความชัดเจนในการกำหนดคำถามและคำตอบ บ่งบอกกฎทุกอย่างของการเขียนข้อสอบ เช่น ระบุลักษณะของคำถาม ตัวเลือกและตัวลวง เพื่อให้เกิดการวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้เหมาะสมยิ่งขึ้น มีการสร้างตัวอย่างข้อสอบ และเกณฑ์การให้คะแนนให้เกิดมโนภาพในการสร้างข้อสอบที่ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สร้างข้อสอบสามารถนำไปใช้สร้างได้สะดวก เข้าใจได้ง่าย และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (เกษม สหรัยทิพย์, 2531; สุเทพ สันติวรานนท์, 2533; สุมาลี จันทร์ชลอ, 2542; เตือนใจ เกตุษา, 2549)

คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีฉบับนี้ สร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในให้กับเพื่อนครูและบุคลากรอื่นที่สนใจพัฒนาแบบวัดดังกล่าว ได้เข้ามาเรียนรู้และนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบที่มีคุณภาพทั้งด้านความตรงและความเที่ยงตามคุณลักษณะเฉพาะที่พัฒนาขึ้นอีกหลายฉบับ อีกทั้งยังป้องกันการถูกเปิดเผยของข้อสอบที่ทำการวัดไปแล้ว นอกจากนี้สามารถเป็นเครื่องมือที่ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลาที่อาจจะเกิดขึ้นในการสร้างแบบสอบด้วยตนเองในแต่ละครั้ง และเพื่อให้ได้ตัวอย่างข้อสอบและแบบสอบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบที่ได้กำหนดไว้ในการวัดและประเมินการรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้อย่างแท้จริง

คำชี้แจงในการใช้งาน

ผู้ที่พัฒนาแบบวัดนั้น ควรศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบด้วย 5 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับการรู้เคมี (Chemical Literacy)

ตอนที่ 2 หลักการสร้าง รูปแบบ และคำแนะนำในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี

ตอนที่ 3 โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมีและการแปลความหมายของคะแนน

ตอนที่ 4 คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 5 ตัวอย่างแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการสอบการรู้เคมี

เพื่อวัดและประเมินการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ว่าผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมีในระดับพื้นฐานในระดับใด รวมไปถึงการที่เป็นผลสะท้อนกลับในการปรับการจัดการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนให้สอดคล้องกับชีวิตจริงมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี

คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจัดทำขึ้นเพื่อเป็นสิ่งที่แนะแนวทางและเครื่องมือในการสร้างข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีคุณภาพได้มากกว่า 1 ฉบับ สามารถนำไปใช้วัดการรู้เคมีที่แท้จริงของผู้เรียนได้ อีกทั้งเพื่อเป็นประโยชน์ในการประเมินการรู้เคมีในองค์ประกอบต่างๆ และประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนเอง ซึ่งเหมาะสำหรับครูผู้สอนในสาขาวิชาเคมี ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ในสาขาอื่นๆ และผู้สนใจทั่วไป

วัตถุประสงค์ของแบบสอบการรู้เคมี

ข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในเชิงของการนำความรู้ทางเคมีไปอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยการวัดองค์ประกอบทั้งสิ้นของการรู้เคมี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ การวัดและประเมินผลภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มบริหารงานวิชาการของโรงเรียน

ความหมายของการรู้เคมี

การรู้เคมี (chemical literacy) คือ ความสามารถของบุคคลที่รู้เกี่ยวกับบริบทต่างๆ ของเคมี และใช้ความรู้ทางเคมี ทักษะกระบวนการ และเจตคติต่อเคมี มาอธิบายประเด็นทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงใช้ความรู้ทางเคมีมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถประเมินได้จาก 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ด้านความรู้ทางเคมี (chemical content) ด้านบริบททางเคมี (chemical in context) ด้านทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill) และ ด้านเจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry) (Shwartz, 2006)

องค์ประกอบของการรู้เคมี

Shwartz ได้ทำการศึกษาด้านความรู้ทางเคมีโดยเฉพาะ (Shwartz, 2004, Shwartz et al., 2005) ซึ่งได้พัฒนานิยามการรู้ทางเคมี จนได้องค์ประกอบทั้งสิ้น 4 องค์ประกอบที่กล่าวไว้ข้างต้น ได้แก่ ความรู้ทางเคมี บริบททางเคมี ทักษะการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น และเจตคติต่อเคมี

2. ความรู้ทางเคมี (Chemical Content)

หมายถึง ความรู้ที่เกี่ยวข้องในด้านเคมีที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาอื่นๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้

ความรู้ทางเคมี สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อยได้ 2 องค์ประกอบ คือ

2.1. ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

- 1) เคมีเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง การสืบเสาะหาความรู้ ข้อสรุป และนำเสนอ ทฤษฎีในการอธิบายธรรมชาติของโลก
- 2) ความรู้ทางเคมีสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ได้ เช่น ด้านธรณีวิทยา ด้านชีววิทยา เป็นต้น

2.2. แนวคิดหลักทางเคมี

- 1) อธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร
- 2) พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์
- 3) พิสูจน์กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 4) อธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปแบบของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมี

แนวคิดหลักทางเคมี สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้การทดลอง

- 1) เข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 2) เข้าใจในการที่วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายโลกของธรรมชาติได้โดยใช้กระบวนการในการคำนวณ จำพวกกฎทางวิทยาศาสตร์
- 3) เข้าใจในกระบวนการสืบเสาะ และ เข้าใจความหมายของการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การสรุปและอภิปรายผลการทดลอง
- 4) เข้าใจในทฤษฎีที่ใช้ในการทดลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

2. โครงสร้าง (คำสำคัญ : อะตอม โมเลกุล พันธะ และ โครงสร้าง)

- 1) เข้าใจในเรื่องของอนุภาคโดยสามารถอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสถานะและการเปลี่ยนแปลงของสารได้
- 2) เข้าใจถึงสารเชิงซ้อนที่อยู่ในโลกซึ่งสัมพันธ์กับธาตุจำนวนน้อยๆ
- 3) เข้าใจเกณฑ์ในการจำแนกความแตกต่างของธาตุและอะตอม
- 4) เข้าใจในแนวคิดของโมเลกุลและแนวคิดของความแตกต่างกันระหว่างโมเลกุลของธาตุกับโมเลกุลของสารประกอบ
- 5) รู้ถึงโครงสร้างอย่างง่ายของวัตถุ เช่น โมเลกุลไอออนิก โคเวเลนต์ โลหะ และผลึกโครงสร้างตาข่าย
- 6) เข้าใจพันธะเคมีที่เกิดจากการสมดุลกันของแรงระหว่างประจุโดยใช้กฎของคูโลมม์ในการอธิบายปรากฏการณ์นี้
- 7) รู้ถึงการจัดกลุ่มของสารที่เป็นไปตามชนิดของอนุภาคและโครงสร้าง
- 8) มีความคุ้นเคยกับชนิดของสารต่างๆไป เช่น สารที่เป็นโลหะ ไอออนิก สารประกอบ และ พอลิเมอร์

3. ไตนามิกส์ (คำสำคัญ : ปฏิกิริยาเคมี)

- 1) เข้าใจถึงปฏิกิริยาเคมีที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและพันธะของสาร
- 2) เข้าใจถึงกฎทรงมวล ซึ่งมวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาจะเท่ากับมวลหลังทำปฏิกิริยา
- 3) เข้าใจว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นในธรรมชาติตลอดเวลา ทั้งในสิ่งที่มีชีวิตและสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หรือ ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับหินปูน
- 4) เข้าใจแนวคิดที่เกี่ยวกับพลังงานกระตุ้น กฎของตัวเร่งปฏิกิริยา และ เอนไซม์

4. พลังงาน

- 1) เข้าใจถึงปฏิกิริยาเคมีมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงพลังงาน
- 2) เข้าใจถึงปฏิกิริยาคายความร้อนนั้นถูกใช้เพื่อที่จะทำให้เกิดพลังงาน เช่น การเผาเชื้อเพลิง
- 3) มีความเข้าใจในความหมายของกฎการอนุรักษ์พลังงานซึ่งสอดคล้องกับพลังงานที่พอจะหาได้
- 4) เข้าใจแนวคิดที่ต่างกันระหว่างอุณหภูมิกับความร้อน ซึ่งทั้งสองยังคงมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน
- 5) เข้าใจว่าการทำปฏิกิริยากันระหว่างวัตถุกับคลื่นในความยาวคลื่นต่างๆ จะเกิดพลังงาน เช่น การอุ่นอาหารในตู้ไมโครเวฟ

ในประเทศไทยนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียน ในวิชาเคมี เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไว้ว่า

1. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
3. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 13 มาตรฐาน ซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในด้านเคมี ประกอบไปด้วย 2 มาตรฐานการเรียนรู้ ได้แก่

- มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งในรายวิชาเคมีนั้น ได้กำหนดให้เป็นสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยแยกตามระดับชั้นในช่วงชั้นที่ 1 - 2

(ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) และแยกตามช่วงชั้น ในช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6)

กลุ่มพัฒนาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ (2559) ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางต้องรู้และควรรู้ ซึ่งได้จัดทำนิยามของตัวชี้วัดต้องรู้และควรรู้ ดังนี้

- 1.1. **ตัวชี้วัดต้องรู้** หมายถึง สิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ และผู้เรียนทุกคนจำเป็นต้องเรียนรู้ โดยมีการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียนระดับชั้นเรียนและระดับชาติ
- 1.2. **ตัวชี้วัดควรรู้** หมายถึง สิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ และผู้เรียนทุกคนควรเรียนรู้ โดยผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ หรือศึกษาได้ด้วยตนเอง หรือศึกษาจากสิ่งรอบตัวและชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมจากกิจกรรมเสริมความรู้ต่าง ๆ และเป็นเกณฑ์สำหรับการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียนระดับชั้นเรียน

ดังนั้น การรู้เคมี ในด้านความรู้ทางเคมี มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ในสาระที่ 3 สาร และสมบัติของสาร ดังตารางต่อไปนี้

ข้อ	กรอบของการรู้เคมี ด้านความรู้ทางเคมี (content-knowledge)	ปรากฏใน มาตรฐาน การเรียนรู้	ตรงกับมาตรฐาน และตัวชี้วัดใด	ตัวชี้วัด ต้องรู้	ตัวชี้วัด ควรรู้
1.	วัตถุทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาค ขนาดเล็ก	✓	ว 3.1 ม.4-6/1	✓	
2.	โครงสร้างอะตอม	✓	ว 3.1 ม.4-6/1	✓	
3.	สถานะของสาร	✓	ว 3.1 ม.4-6/5	✓	
4.	วัตถุทุกชนิดประกอบขึ้นจากธาตุใน ตัวเลขน้อยๆ	-	-		
5.	โมเลกุลของอะตอม และ โมเลกุลของ สารประกอบ	✓	ว 3.1 ม.4-6/4	✓	
6.	พันธะเคมีทั่วไป	✓	ว 3.1 ม.4-6/4	✓	
7.	ชนิดของพันธะเคมี	✓	ว 3.1 ม.4-6/4	✓	
8.	ชนิดของสาร (ไอออนิก, โควาเลนต์, โลหะ)	✓	ว 3.1 ม.4-6/4	✓	
9.	ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ทั้งในสิ่งที่มีชีวิต และสิ่งที่ไม่มีชีวิต	✓	ว 3.2 ม.4-6/1	✓	
10.	คำศัพท์ทางเคมี	✓	อยู่ในทุกตัวชี้วัด	✓	
11.	ปฏิกิริยาเคมี	✓	ว 3.2 ม.4-6/2	✓	
12.	กฎทรงมวล	-	-		
13.	กฎการอนุรักษ์พลังงาน	-	-		
14.	ปฏิกิริยาเคมีที่รวมไปถึงการ เปลี่ยนแปลงพลังงาน	✓	ว 3.2 ม.4-6/1	✓	
15.	การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิล	-	-		
16.	ความสัมพันธ์ระหว่างสารกับ กัมมันตภาพรังสี	-	-		
17.	ตารางธาตุ	✓	ว 3.1 ม.4-6/3	✓	
18.	เคมีกับการอธิบายระบบของสิ่งมีชีวิต	✓	ว 3.2 ม.4-6/7-9	✓	
19.	แบบจำลอง	✓	อยู่ในทุกตัวชี้วัด	✓	

ดังนั้น เพื่อให้การวัดการรู้เคมี ด้านความรู้ทางเคมี เข้ากับบริบทการศึกษาของประเทศไทยมากขึ้น การสร้างแบบสอบวัดการรู้เคมี ด้านความรู้ทางเคมี จะสร้างด้วยเนื้อหาที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ข้างต้น

2. บริบททางเคมี (chemical in context)

หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางเคมีไปอธิบายสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

- 2.1. **บริบทชีวิตประจำวัน** เป็นการใช้ความรู้ทางเคมีมาปรับปรุงหรือพัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุดเช่น ยา พอลิเมอร์ เป็นต้น และความรู้ทางเคมีเป็นสิ่งที่สัมพันธ์กันในการอธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน อย่างในครัว ห้องน้ำ หรือแม้กระทั่งสวนหน้าบ้าน เป็นต้น
- 2.2. **บริบทกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม** เป็นการเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม
- 2.3. **บริบทการเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยี** เป็น การใช้ความเข้าใจในเคมีในการเลือกการตัดสินใจบริโภคผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีใหม่และมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางเคมี

3. ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill)

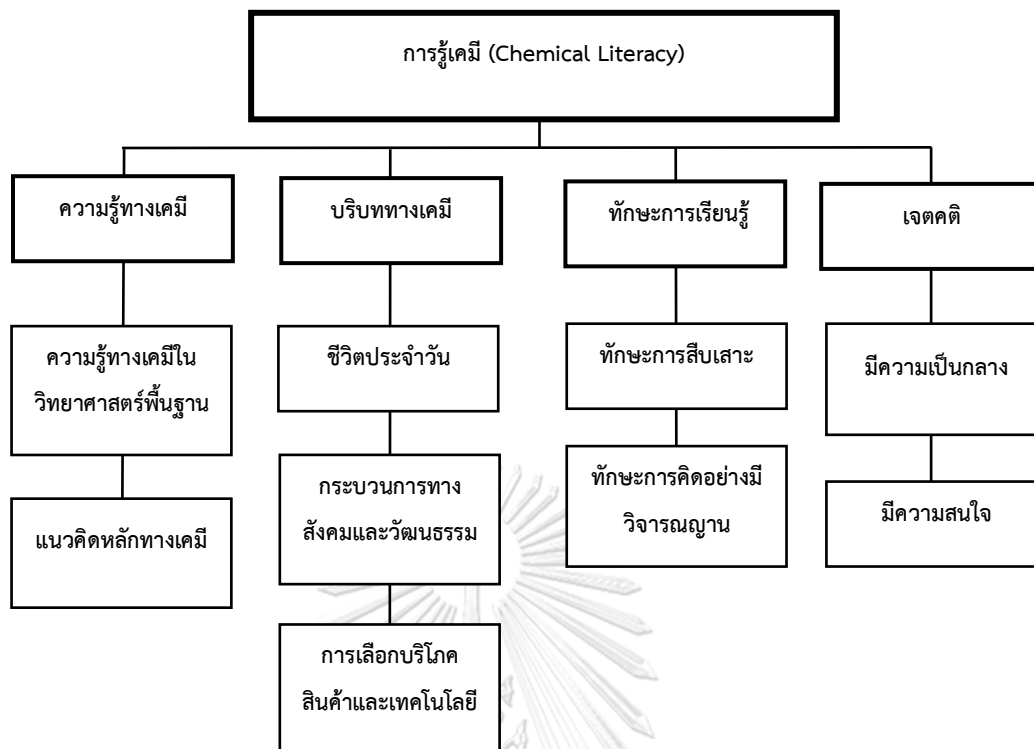
หมายถึง ทักษะในการเรียนรู้ที่หลากหลายในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับบริบททางเคมี ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 2 องค์ประกอบ ได้แก่

- 3.1. **ทักษะการสืบเสาะ** เป็นการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี
- 3.2. **ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ** เป็นการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความในหนังสือพิมพ์และสื่อโฆษณาที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี

4. เจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry)

หมายถึง ความรู้สึกโดยทั่วไปของบุคคลที่มีต่อเคมีและกิจกรรมการเรียนรู้ทางเคมี รวมถึงความเชื่อ ค่านิยม และความรู้สึกในด้านคุณธรรมและจริยธรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 2 องค์ประกอบ ได้แก่

- 4.1. **มีความเป็นกลาง** เป็นความรู้สึกที่ไม่เอนเอียงในเชิงบวกและเชิงลบมากเกินไปต่อเคมีและการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้
- 4.2. **มีความสนใจ** เป็นความรู้สึกถึงความสนใจในหัวข้อใหม่ๆทางเคมี ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ เช่น รายการทีวี หรือ การโต้วาทีกันในเรื่องของผู้บริโภค เป็นต้น



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของการรู้เคมี

ตอนที่ 2

หลักการสร้าง รูปแบบ และคำแนะนำในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี

หลักการสร้างข้อสอบ

ผู้ที่ทำการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบสำหรับประเมินการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น ควรจะทราบและเห็นความสำคัญต่อแนวทางในการพัฒนาสิ่งที่ต้องการวัด สำหรับขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบสอบ รวมถึงข้อสอบ (โชติกา ภาชีผล, 2559) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ** เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัด เช่น ทักษะ องค์ประกอบต่างๆ หรือ สารและมาตรฐานการเรียนรู้ที่จะทำการสอบ โดยได้มาจากการวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ คุณลักษณะที่ต้องการวัด องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของสิ่งนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้ทราบจุดเน้นในผู้การพัฒนาข้อสอบและแบบสอบ
2. **สร้างตารางกำหนดแผนผังการสร้างข้อสอบหรือโครงสร้างของข้อสอบ** เป็นตารางที่สร้างขึ้นเพื่อเสนอรายละเอียดของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ใช้วัด และกำหนดน้ำหนักความสำคัญของจำนวนข้อสอบที่จะสร้างขึ้นเป็นแบบสอบ สำหรับวัดพฤติกรรมตามขอบเขตของเนื้อหา
3. **เขียนข้อสอบ** ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้
 - 3.1. กำหนดรูปแบบของแบบสอบ ซึ่งต้องเลือกรูปแบบของแบบสอบที่เหมาะสมกับความสามารถและคุณลักษณะที่ต้องการวัด
 - 3.2. การร่างข้อสอบ เป็นการดำเนินการร่างตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ ซึ่งการร่างข้อสอบควรเขียนแยกเป็นรายชื่อในบัตรข้อสอบ ผู้เขียนข้อสอบต้องพิจารณาองค์ประกอบที่สำคัญหลายด้าน เช่น จุดมุ่งหมาย ลักษณะเนื้อหา ระดับความสามารถของผู้เรียน เป็นต้น
 - 3.3. ทบทวนร่างข้อสอบ เป็นการดำเนินการทบทวนร่างข้อสอบทั้งดำเนินการโดยตนเองและให้ผู้อื่นตรวจสอบ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความตรง ความชัดเจนของข้อคำถาม ข้อคำตอบ ความสมเหตุสมผล
 - 3.4. บรรณาธิการข้อสอบ ทำการปรับปรุงข้อบกพร่องตามคำแนะนำ ปรับข้อความ ภาษาที่ใช้ให้เหมาะสม เรียบเรียงข้อสอบให้มีความเหมาะสม เตรียมการนำไปใช้ทดลอง
4. **นำแบบสอบไปใช้** เป็นการดำเนินการนำแบบสอบไปใช้ โดยคำนึงถึงปัจจัยรอบด้านต่างๆ ที่จะมีอิทธิพลต่อการสอบตั้งแต่ คำสั่ง การกำหนดเวลาสอบ เงื่อนไขการสอบ สิ่งแวดล้อม การตรวจให้คะแนน และการนำผลไปใช้ เพื่อพัฒนาและปรับปรุงการสอบ

5. **วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบ** เป็นการนำแบบสอบไปใช้แล้วครูผู้สอนควรนำแบบสอบที่ได้มาศึกษาและทำการวิเคราะห์เพื่อทราบคุณภาพของแบบสอบด้านความเที่ยง ความตรง คำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พิจารณาค่าความเบ้ ค่าความโด่งของคะแนนที่ได้ เป็นต้น
6. **ปรับปรุงแบบสอบ** เป็นการดำเนินการปรับปรุงแบบสอบตามข้อบกพร่องที่พบ เพื่อนำมาแก้ไขเพื่อใช้กับกลุ่มอื่นหรือเก็บไว้ในคลังข้อสอบต่อไป

รูปแบบของข้อสอบการรู้เคมี

สำหรับเครื่องมือวัดและประเมินการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น มีรูปแบบของข้อสอบที่หลากหลาย เนื่องจากเป็นแบบสอบที่วัดการรู้ที่จำเพาะเจาะจง ทำให้การวัดแบบเลือกตอบเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอ ซึ่งรูปแบบของแบบสอบนี้เป็นแบบทดสอบหลายตัวเลือก (Multiple-choice) และรูปแบบคำถามของข้อสอบแบบเลือกตอบ จะใช้แบบคำถามเดียว (Single question) และ คำถามแบบสถานการณ์ (Situation) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แบบทดสอบหลายตัวเลือก (Multiple-choice)

ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ ข้อสอบแบบนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นตัวคำถาม (stem) และส่วนที่เป็นคำตอบหรือตัวเลือก (alterative หรือ options) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก เรียกตัวคำตอบ (answer หรือ key) ซึ่งมี 1 ตัวเลือก ส่วนที่เหลือเป็นตัวเลือกที่ผิดหรือเรียกว่า ตัวลวง (distracters)

รูปแบบคำถามของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. **แบบคำถามเดียว (single question)** เป็นคำถามที่มีความสมบูรณ์ในตัวเองถามเรื่องเดียว โดยเฉพาะ มี 2 ลักษณะ ดังนี้
 - 1.1. แบบให้เลือกคำตอบถูก (correct answer) ข้อสอบแบบนี้จะมีคำตอบเดียวที่เหลือเป็นตัวลวง
 - 1.2. แบบให้เลือกคำตอบผิด (incorrect answer) ข้อสอบแบบนี้มุ่งให้ผู้เลือกคำตอบผิดซึ่งจะมีอยู่เพียงคำตอบเดียว และที่เหลือจะเป็นตัวเลือกที่ถูก
2. **คำถามแบบสถานการณ์ (situation)** เป็นการใช้แผนภาพ แผนภูมิ บทความ สถานการณ์ เรื่องราวต่างๆ แล้วตั้งคำถามในแง่มุมต่างๆ ให้ผู้ตอบตอบภายใต้เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้

คำแนะนำในการพัฒนาข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมี

จุดหมายสำคัญในการสร้างข้อสอบสำหรับแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนี้ คือเพื่อการวัดระดับของการรู้เคมีตามองค์ประกอบและองค์ประกอบย่อยที่ได้กำหนดไว้ตามกรอบแนวคิดของการรู้เคมี ดังนั้น การสร้างข้อสอบที่ใช้ในแบบสอบ จึงควรคำนึงถึงเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ควรเขียนข้อคำถามให้มีความถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม เพื่อให้ผู้ทำแบบสอบเกิดความเข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน
2. ควรเขียนข้อคำถามให้ผู้ทำแบบสอบได้คิด นอกจากในตำราเรียนและสิ่งที่ครูเคยพูดในชั้นเรียน ซึ่งควรถามให้ผู้ทำแบบสอบได้วิเคราะห์หาคำตอบ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของความยากในข้อคำถามกับความสามารถของผู้ทำแบบสอบ
3. ควรเขียนข้อคำถามแต่ละข้อให้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบและองค์ประกอบย่อยตามที่กำหนดไว้และเขียนให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อคำถาม โครงสร้างข้อคำถาม หรือเขียนให้ตรงกับคุณลักษณะที่มุ่งวัด
4. ควรเขียนถามเฉพาะสิ่งที่สำคัญ ไม่ถามวากวน ไม่ถามในสิ่งที่ไร้สาระ แต่ควรถามไปในเรื่องที่เป็นประโยชน์ ถามในสิ่งที่เป็นคุณค่าที่ผู้ทำแบบสอบควรทราบ และถามในสิ่งที่สามารถบ่งบอกถึงความสามารถของผู้ทำแบบสอบได้
5. ควรเขียนถามในสิ่งที่เป็นแบบอย่างที่ดี ซึ่งเป็นการถามในสิ่งที่ดี ที่เป็นประโยชน์ ผู้ทำแบบสอบสามารถเกิดการเรียนรู้ได้จากการทำแบบสอบด้วย อีกทั้งไม่ควรใช้ภาษาหรือข้อความที่ไม่เหมาะสม ที่แสดงถึงการดูหมิ่นเกี่ยวกับเรื่อง อายุ เพศ ศาสนา ภาษา เชื้อชาติ เศรษฐฐานะทางสังคม หรือ เขตภูมิภาค เป็นต้น

ตอนที่ 3

โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี และการแปลความหมายของคะแนน

โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี

การนิยามการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทำให้ได้โครงสร้างของแบบวัดจำแนกองค์ประกอบและองค์ประกอบย่อยของการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้

5. ความรู้ทางเคมี : ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และ แนวคิดหลักทางเคมี
6. บริบททางเคมี : บริบทชีวิตประจำวัน บริบทกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม และ บริบทการเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยี
7. ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง : ทักษะการสืบเสาะ และ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
8. เจตคติต่อเคมี : มีความเป็นกลาง และ มีความสนใจ

โดยทั้ง 4 องค์ประกอบหลักและ 9 องค์ประกอบย่อยนี้ สามารถจำแนกน้ำหนักความสำคัญได้ตามตาราง รวมทั้งสิ้น 25 ข้อ ซึ่งควรสร้างแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายให้ครอบคลุมและมีจำนวนตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ เพื่อให้แบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถวัดความสามารถในการรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้อย่างแท้จริง

การแปลความหมายของคะแนนการรู้เคมี

แบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนรวมทั้งสิ้น 25 คะแนน โดยการนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบมาคำนวณเป็นร้อยละ แบ่งเกณฑ์ในการประเมินออกเป็น 8 ระดับ ตามเกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ร้อยละ 80.00 ขึ้นไป	มีการรู้เคมีในระดับดีเยี่ยม
ร้อยละ 75.00-79.99	มีการรู้เคมีในระดับดีมาก
ร้อยละ 70.00-74.99	มีการรู้เคมีในระดับดี
ร้อยละ 65.00-69.99	มีการรู้เคมีในระดับค่อนข้างดี
ร้อยละ 60.00-64.99	มีการรู้เคมีในระดับปานกลาง
ร้อยละ 55.00-59.99	มีการรู้เคมีในระดับพอใช้
ร้อยละ 50.00-54.99	มีการรู้เคมีในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
ร้อยละ ต่ำกว่า 49.99	มีการรู้เคมีในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

ตารางที่ 1 โครงสร้างของแบบสอบการรู้เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การรู้เคมี (chemical literacy)			จำนวน (ข้อ)	รวม (ข้อ)
องค์ประกอบ	องค์ประกอบย่อย	นิยาม		
ความรู้ทางเคมี	ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	การใช้ความรู้ทางเคมีอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาอื่นๆทางวิทยาศาสตร์ได้	2	11
	แนวคิดหลักทางเคมี	การอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่าง การเกิดปฏิกิริยาเคมี และอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้	9	
บริบททางเคมี	ชีวิตประจำวัน	การใช้ความรู้ทางเคมีมาปรับปรุงหรือพัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด	2	6
	กระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม	การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม	2	
	การเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยี	การใช้ความเข้าใจในเคมีในการเลือกการตัดสินใจบริโภคผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีใหม่และมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางเคมี	2	
ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง	ทักษะการสืบเสาะ	การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี	2	4
	ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความในหนังสือพิมพ์และสื่อโฆษณาที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี	2	
เจตคติต่อเคมี	มีความเป็นกลาง	ความรู้สึที่ไม่เอนเอียงในเชิงบวกและเชิงลบมากเกินไปต่อเคมีและการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้	2	4
	มีความสนใจ	สนใจในหัวข้อใหม่ๆทางเคมี ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ	2	
รวม				25

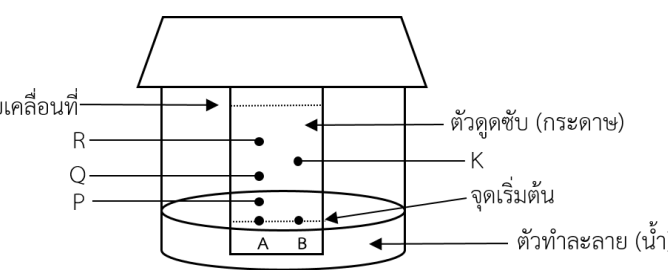
ตอนที่ 4

คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อที่	1													
องค์ประกอบ	ความรู้ทางเคมี (content-knowledge)													
องค์ประกอบย่อย	ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน													
นิยาม	การใช้ความรู้ทางเคมีอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาอื่นๆทางวิทยาศาสตร์													
จุดประสงค์	อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาอื่นๆทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้ทางเคมีได้													
รูปแบบข้อสอบ	ข้อคำถามชนิด 4 ตัวเลือก													
ลักษณะข้อคำถาม	ให้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันโดยอธิบายรายละเอียดของปรากฏการณ์นั้นให้ชัดเจน และเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรณีวิทยา ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ตัวเลือกทั้ง 4 ตัวเลือก เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด													
ลักษณะของคำตอบ	คำตอบ 4 ตัวเลือก โดยแต่ละตัวเลือกจะกล่าวถึงประเด็นเดียวกัน คือ สภาพความเป็นกรด – เบสของดิน พร้อมวิธีการแก้ไขปัญหา													
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่กล่าวถึงสภาพความเป็นกรด – เบสของดิน พร้อมวิธีการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกัน													
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่กล่าวถึงสภาพความเป็นกรด – เบสของดิน พร้อมวิธีการแก้ไขปัญหาที่ไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสมและไม่สอดคล้องกัน													
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>นางสาวกุลลรัฐ วางแผนที่จะปลูกพืชภายในที่ดินของตนเอง ซึ่งเธอได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติทั่วไปของดินที่เหมาะสมในการปลูกพืชชนิดต่างๆ ดังตาราง จากนั้นเธอได้ทำการทดสอบความเป็นกรด-เบสของดินในพื้นที่ โดยการละลายดินกับน้ำแล้ววัดค่า pH สารละลายด้วยพีเอชมิเตอร์ (pH meter) พบว่า ค่า pH ของดินต่ำเกินกว่าที่จะปลูกพืชชนิดใดๆได้ นักเรียนคิดว่าสภาพความเป็นกรด-เบสของดินในพื้นที่นี้มีคุณสมบัติอย่างไร และจะต้องดำเนินการอย่างไรเพื่อให้สามารถปลูกพืชในพื้นที่ของเธอได้</p> <table border="1" data-bbox="933 1294 1394 1523"> <thead> <tr> <th>ชนิดของพืช</th> <th>ค่า pH ของดินที่เหมาะสม</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. ข้าว</td> <td>5.5 – 6.0</td> </tr> <tr> <td>2. ผักกาดหอม</td> <td>6.0 – 7.0</td> </tr> <tr> <td>3. กะหล่ำปลี</td> <td>5.7 – 7.0</td> </tr> <tr> <td>4. มันเทศ</td> <td>5.5 – 7.0</td> </tr> <tr> <td>5. สับปะรด</td> <td>5.0 – 6.0</td> </tr> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> ดินในพื้นที่เป็นดินเค็ม สามารถแก้ไขได้โดยการเติมโซดาแอช (Na_2CO_3) ดินในพื้นที่เป็นดินเค็ม สามารถแก้ไขได้ด้วยการเติมปูนมาร์ล (CaCO_3) ดินในพื้นที่เป็นดินเปรี้ยว สามารถแก้ไขได้โดยการเติมปูนขาว (CaO) (เฉลย) ดินในพื้นที่เป็นดินเปรี้ยว สามารถแก้ไขได้ด้วยการเติมผงกำมะถัน (S_8) 		ชนิดของพืช	ค่า pH ของดินที่เหมาะสม	1. ข้าว	5.5 – 6.0	2. ผักกาดหอม	6.0 – 7.0	3. กะหล่ำปลี	5.7 – 7.0	4. มันเทศ	5.5 – 7.0	5. สับปะรด	5.0 – 6.0
ชนิดของพืช	ค่า pH ของดินที่เหมาะสม													
1. ข้าว	5.5 – 6.0													
2. ผักกาดหอม	6.0 – 7.0													
3. กะหล่ำปลี	5.7 – 7.0													
4. มันเทศ	5.5 – 7.0													
5. สับปะรด	5.0 – 6.0													
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0													

ข้อที่	2										
องค์ประกอบ	ความรู้ทางเคมี (content-knowledge)										
องค์ประกอบย่อย	ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน										
นิยาม	การใช้ความรู้ทางเคมีอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาอื่นๆทางวิทยาศาสตร์ได้										
จุดประสงค์	อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาอื่นๆทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้ทางเคมีได้										
รูปแบบข้อสอบ	ข้อคำถามชนิด 4 ตัวเลือก										
ลักษณะข้อคำถาม	ให้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันโดยอธิบายรายละเอียดของปรากฏการณ์นั้นให้ชัดเจน และเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสารชีวโมเลกุล										
ลักษณะของคำตอบ	คำตอบ 4 ตัวเลือก โดยแต่ละตัวเลือกจะสรุปผลการทดลองในการทดสอบสารชีวโมเลกุลชนิดต่างๆ										
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่สรุป ได้ถูกต้องและสอดคล้อง กับผลการทดสอบสารชีวโมเลกุลชนิดต่างๆ										
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่สรุป ไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้อง กับผลการทดสอบสารชีวโมเลกุลชนิดต่างๆ										
ตัวอย่างข้อสอบ	<p style="text-align: center;">ไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fat)</p> <p>ไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fat) : เป็นไขมันดี เพราะเป็นไขมันที่ได้จากพืชเช่น น้ำมันรำข้าว น้ำมันโอลีฟ น้ำมันคาโนล่า เมื่อปล่อยให้ไขมันชนิดนี้เย็นจะไม่เกิดการแข็งตัว ไขมันชนิดนี้มีอันตรายที่จะส่งผลต่อร่างกายน้อยกว่าไขมันอิ่มตัว (Saturated Fat) การบริโภคไขมันชนิดนี้จะช่วยให้ลดคอเลสเตอรอลในเลือดเพราะมี High-density lipoprotein (HDL) (ไขมันดี) ที่จะคอยช่วยลด low-density lipoprotein (LDL) (ไขมันไม่ดี) แต่ก็จะกลายเป็นอนุมูลอิสระก่อให้เกิดปัญหาทางสุขภาพได้เช่นกัน</p> <p>นางสาวมยุราเห็นว่าน้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะดีต่อสุขภาพ จึงนำน้ำมันที่มีทั้งหมดมาทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ความไม่อิ่มตัวของน้ำมันโดยการนับจำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน ได้ผลดังนี้</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ชนิดของน้ำมัน</th> <th>จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table> <p>ข้อใดเรียงลำดับความอิ่มตัวของน้ำมันจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. D C A B 2. C B D A (เฉลย) 3. A D B C 4. B A C D 	ชนิดของน้ำมัน	จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน	A	20	B	12	C	7	D	15
ชนิดของน้ำมัน	จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน										
A	20										
B	12										
C	7										
D	15										
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0										

ข้อที่	3
องค์ประกอบ	ความรู้ทางเคมี (content-knowledge)
องค์ประกอบย่อย	แนวคิดหลักทางเคมี
นิยาม	การอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมีและอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้
จุดประสงค์	อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อคำถามชนิด 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	ให้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันโดยอธิบายรายละเอียดของปรากฏการณ์นั้นให้ชัดเจน แล้วให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายสถานการณ์นั้นๆ
ลักษณะของคำตอบ	คำตอบ 4 ตัวเลือก โดยแต่ละตัวเลือกจะระบุถึงตัวแปรชนิดต่างๆ
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่ระบุตัวแปร ได้ถูกต้องและสอดคล้อง กับปัญหาที่ตั้งไว้จากสถานการณ์
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่ระบุตัวแปร ไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้อง กับปัญหาที่ตั้งไว้จากสถานการณ์
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>นายวินัยทำน้ำหก รดกระดาษที่จัดบนตึกด้วยปากกาเมจิก ยี่ห้อ A ปรากฏว่า น้ำหมึกได้แพร่ไปตามกระดาษแล้วเกิดสีต่างๆ เขาจึงเกิดข้อสงสัยว่า “ปากกาเมจิก ยี่ห้อ B จะมีผลการแพร่เหมือนปากกาเมจิก ยี่ห้อ A หรือไม่” เขาจะควบคุมตัวแปรในการทดลองนี้ได้อย่างไร จึงจะเหมาะสม</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. ใช้ปากกาเมจิกสีเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B (เฉลย) 6. ใช้ปากกาเมจิกที่มีคุณภาพเท่ากัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B 7. ใช้ปากกาเมจิกที่ผลิตในวันเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B 8. ใช้ปากกาเมจิกทดลองในเวลาเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	4
องค์ประกอบ	ความรู้ทางเคมี (content-knowledge)
องค์ประกอบย่อย	แนวคิดหลักทางเคมี
นิยาม	การอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้
จุดประสงค์	อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อคำถามชนิด 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	ใช้สถานการณ์เดียวกับ ข้อที่ 3 โดยอธิบายรายละเอียดของปรากฏการณ์นั้นให้ชัดเจน แล้วให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายสถานการณ์นั้นๆ
ลักษณะของคำตอบ	คำตอบ 4 ตัวเลือก โดยแต่ละตัวเลือกจะระบุถึงการสรุปผลการทดลอง ในรูปแบบต่างๆ
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่สรุปผลการทดลอง ได้ถูกต้องและสอดคล้อง กับสถานการณ์
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่สรุปผลการทดลอง ไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้อง กับสถานการณ์
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>จากสถานการณ์ข้อที่ 3 เมื่อ นายวินัยทำการทดลองด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ แล้วได้ผลการทดลอง ดังภาพ</p>  <p>วินัยจะสรุปผลการทดลองได้ตามข้อใด จึงจะถูกต้องที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. น้ำหมึกจากปากกาเมจิกยี่ห้อ A เป็นสารบริสุทธิ์ 6. <u>น้ำหมึกจากปากกาเมจิกยี่ห้อ A เป็นสารไม่บริสุทธิ์ (เจล)</u> 7. น้ำหมึกจากปากกาเมจิกยี่ห้อ B เป็นสารบริสุทธิ์ 8. น้ำหมึกจากปากกาเมจิกยี่ห้อ B เป็นสารไม่บริสุทธิ์
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	5
องค์ประกอบ	ความรู้ทางเคมี (content-knowledge)
องค์ประกอบย่อย	แนวคิดหลักทางเคมี
นิยาม	การอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	ว 3.1 ม.4-6/5
จุดประสงค์	อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เรื่องพันธะเคมีได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อความชนิด 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	ให้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันโดยอธิบายรายละเอียดของปรากฏการณ์นั้นให้ชัดเจน และเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนคุ้นชิน ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ตัวเลือกทั้ง 4 ตัวเลือก เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด
ลักษณะของคำตอบ	คำตอบ 4 ตัวเลือก โดยแต่ละตัวเลือกจะกล่าวถึงประเด็นเดียวกัน คือ ลักษณะของการเกิดสารประกอบไอออนิก สารประกอบโคเวเลนต์ และสารประกอบโลหะ
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่เหมาะสมกับลักษณะของการเกิดสารประกอบที่นำมาตั้งคำถาม
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่มีสมบัติ ไม่ถูกต้อง ต่อสารประกอบนั้นๆ
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>นายวีระกรเพิ่งซื้อน้ำหอมขวดใหม่มาจากห้างสรรพสินค้า เมื่อกลับมาถึงบ้านเขาได้เปิดฝาชวดน้ำหอมเพื่อดมกลิ่นภายในห้องนอนของตน แต่ลืมปิดฝาชวดน้ำหอม เมื่อเวลาผ่านไปหลายนาที่พบว่า ภายในห้องนอนของเขาได้กลิ่นน้ำหอมฟุ้งกระจายไปทั่วบริเวณ</p> <p>นายวีระกรสามารถอธิบายถึงปรากฏการณ์นี้ในเชิงพันธะเคมีได้อย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. โมเลกุลของกลิ่นน้ำหอมจัดเป็นโมเลกุลของธาตุชนิดเดียวกันเท่านั้น 2. โมเลกุลของกลิ่นน้ำหอมมีแรงยึดเหนี่ยวที่แข็งแรงมากจึงเกิดการฟุ้งกระจาย 3. โมเลกุลของกลิ่นน้ำหอมเกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันของแต่ละอะตอม (เจลย) 4. โมเลกุลของกลิ่นน้ำหอมเกิดจากการให้และรับอิเล็กตรอนของแต่ละอะตอม
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	6
องค์ประกอบ	ความรู้ทางเคมี (content-knowledge)
องค์ประกอบย่อย	แนวคิดหลักทางเคมี
นิยาม	การอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมีและอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	ว 3.1 ม.4-6/4
จุดประสงค์	อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เรื่องพันธะเคมีได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อคำถามชนิด 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	กำหนดสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยอธิบายรายละเอียดของสารเคมีนั้นให้ชัดเจน และเป็นสารเคมีที่นักเรียนคุ้นชิน ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ตัวเลือกทั้ง 4 ตัวเลือก เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด
ลักษณะของคำตอบ	คำตอบ 4 ตัวเลือก โดยแต่ละตัวเลือกจะกล่าวถึงประเด็นเดียวกัน คือ ลักษณะของการเกิดสารประกอบไอออนิก สารประกอบโคเวเลนต์ และสารประกอบโลหะ
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่เหมาะสมกับลักษณะของการเกิดสารประกอบที่นำมาตั้งคำถาม
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่มีลักษณะของการเกิด ไม่ถูกต้อง ต่อสารประกอบนั้นๆ
ตัวอย่างข้อสอบ	นางเพ็ญศรีได้ซื้อปูนเชียง ซึ่งภายในปูนเชียงนั้นมีสารประกอบโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) หรือเรียกอีกอย่างว่า ดินประสิว เป็นสารที่มีสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้หลายชนิด และสามารถรักษาเนื้อให้แดงสดอยู่เสมอ ทำให้มักถูกใช้เพื่อทำให้เนื้อเกาที่ถูเก็บไว้นานแล้วดูแดงสดเหมือนใหม่ โดยสารประกอบภายในปูนเชียงนั้น ประกอบไปด้วยอะตอมที่สามารถให้และรับอิเล็กตรอนได้ซึ่งกันและกัน ข้อใด ไม่ใช่ สารประกอบประเภทเดียวกับโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) <ol style="list-style-type: none"> ผงซักฟอก ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{SO}_3\text{Na}$) สารส้ม ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) <u>กรดแอสซิติค ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) (เจลย)</u> ผงฟู (NaHCO_3)
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	7
องค์ประกอบ	ความรู้ทางเคมี (content-knowledge)
องค์ประกอบย่อย	แนวคิดหลักทางเคมี
นิยาม	การอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมีและอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	ว 3.2 ม.4-6/1
จุดประสงค์	อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมีได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	กำหนดสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนคุ้นชินที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นเหตุผลของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน
ลักษณะของตัวถูก	เป็นเหตุผลที่เหมาะสมของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน
ลักษณะของตัวลวง	เป็นเหตุผลที่ ไม่เหมาะสม ของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>นายวิชาตสังเกตเหล็กแท่งหนึ่งซึ่งเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่สัมผัสกับอากาศและความชื้น ทำให้ตะปูเกิดสนิมขึ้น วิชาตสังเกตแล้วดูเหมือนว่าเนื้อของเหล็กถูกสนิมกินและหายไป แต่เมื่อชั่งน้ำหนักเหล็กที่ขึ้นสนิมปรากฏว่ามีมวลมากกว่ามวลเดิมของเหล็กก่อนจะขึ้นสนิม นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดมวลของเหล็กขึ้นสนิมจึงมีมากกว่ามวลเดิม</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เนื่องจากโมเลกุลของน้ำถูกดูดซับเข้าไปในพื้นที่ผิวของเหล็ก 2. เนื่องจากเหล็กเกิดการขยายตัวจึงทำให้มวลมากขึ้น 3. เนื่องจากโมเลกุลของอากาศเกาะที่เหล็กจึงทำให้มวลมากขึ้น 4. <u>เนื่องจากเหล็กทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดเป็นออกไซด์ของเหล็ก (เฉลย)</u>
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	8
องค์ประกอบ	ความรู้ทางเคมี (content-knowledge)
องค์ประกอบย่อย	แนวคิดหลักทางเคมี
นิยาม	การอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมีและอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	ว 3.2 ม.4-6/2
จุดประสงค์	อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมีได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	กำหนดสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทั้ง 4 ตัวเลือก
ลักษณะของตัวถูก	เป็นสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสถานการณ์ที่โจทย์กำหนด
ลักษณะของตัวลวง	เป็นสถานการณ์ที่ ไม่สอดคล้อง กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสถานการณ์ที่โจทย์กำหนด
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>แสงสว่างของหิ่งห้อยเกิดจาก สารลูซิเฟอริน (Luciferin) ไปรวมกับออกซิเจนในอากาศ โดยมีสารอีกชนิดหนึ่ง คือ ลูซิเฟอเรส (Luciferase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งสารทั้งสองได้มาจากตัวหิ่งห้อยโดยตรง แสงที่เกิดจากหิ่งห้อยเป็นแสงที่ไม่มีความร้อน ซึ่งเราสามารถจับดูได้ และแสงสว่างที่เกิดขึ้นนับว่าน้อยมาก แสงของหิ่งห้อยจะมีลักษณะวิบวาบ ที่เป็นเช่นนี้เพราะแสงสว่างที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับจังหวะของการหายใจนั่นเอง</p> <p>สถานการณ์ใดต่อไปนี้จะสอดคล้องกับการเกิดแสงสว่างจากหิ่งห้อย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การใช้แก๊สเอทิลีนในการบ่มผลไม้ให้สุก (เฉลย) 2. การเติมสารกักตุนในอาหารกึ่งสำเร็จรูป 3. การแข็งตัวของน้ำเปล่ากับน้ำเชื่อมในช่องแช่แข็ง 4. การแช่อาหารสดในตู้เย็นเพื่อรักษาความสดใหม่ของอาหาร
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	9
องค์ประกอบ	ความรู้ทางเคมี (content-knowledge)
องค์ประกอบย่อย	แนวคิดหลักทางเคมี
นิยาม	การอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	-
จุดประสงค์	อธิบายสถานการณ์ที่เป็นผลของพลังงานความร้อนที่มีผลต่อการขยายตัวของวัตถุได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	กำหนดสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนคุ้นชินที่เกี่ยวข้องกับผลของพลังงานความร้อนที่มีผลต่อการขยายตัวของวัตถุ
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นเหตุผลของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของพลังงานความร้อนที่มีผลต่อการขยายตัวของวัตถุ ทั้ง 4 ตัวเลือก
ลักษณะของตัวเลือก	เป็นเหตุผลที่เหมาะสมของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของพลังงานความร้อนที่มีผลต่อการขยายตัวของวัตถุและภายในตัวเลือกมีความสัมพันธ์กัน
ลักษณะของตัวเลือก	เป็นเหตุผลที่ไม่เหมาะสมของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของพลังงานความร้อนที่มีผลต่อการขยายตัวของวัตถุและภายในตัวเลือก ไม่มีความสัมพันธ์กัน
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>บริเวณหน้าบ้านของนายสาครมีการทำถนนคอนกรีตขึ้น ซึ่งนายสาครได้สังเกตเห็นว่า ช่องทำถนนได้เทยางมะตอยลงในช่องว่างระหว่างแผ่นคอนกรีต ดังภาพ</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดช่างทำถนนจึงได้เทยางมะตอยลงในช่องว่างระหว่างแผ่นคอนกรีต</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เพราะรองรับการขยายตัวของคอนกรีตในเวลากลางวัน (เจเลย) 2. เพราะรองรับการขยายตัวของคอนกรีตในเวลากลางคืน 3. เพราะรองรับการเพิ่มขึ้นของคอนกรีตในเวลากลางวัน 4. เพราะรองรับการเพิ่มขึ้นของคอนกรีตในเวลากลางคืน
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	10
องค์ประกอบ	ความรู้ทางเคมี (content-knowledge)
องค์ประกอบย่อย	แนวคิดหลักทางเคมี
นิยาม	การอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้
จุดประสงค์	อธิบายสถานการณ์ที่เกิดปฏิกิริยากันระหว่างวัตถุกับคลื่นชนิดต่างๆได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	กำหนดสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนคุ้นชินที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาระหว่างวัตถุกับการคลื่นชนิดต่างๆ
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นเหตุผลของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาระหว่างวัตถุกับการคลื่นชนิดต่างๆ ทั้ง 4 ตัวเลือก
ลักษณะของตัวถูก	เป็นเหตุผลที่เหมาะสมของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาระหว่างวัตถุกับคลื่นชนิดต่างๆ
ลักษณะของตัวลวง	เป็นเหตุผลที่ไม่เหมาะสมของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาระหว่างวัตถุกับคลื่นชนิดต่างๆ
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>เตาไมโครเวฟทำงานอย่างไร ?</p> <p>ในเตาไมโครเวฟมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เรียกว่า แมกนีตรอน (magnetron) ใช้สำหรับผลิตคลื่นไมโครเวฟ คลื่นไมโครเวฟที่ผลิตออกมามีความถี่ 2,450 MHz ซึ่งจะปล่อยออกมาที่ช่องว่างภายในเตาที่มีผนังเป็นโลหะ คลื่นไมโครเวฟจะสะท้อนไปมาอยู่ภายในเตาและถูกดูดกลืนโดยอาหารหรือเครื่องดื่มที่เราใส่เข้าไป การดูดกลืนที่ไม่สม่ำเสมอจะทำให้บางตำแหน่งเกิดจุดร้อน (hot spots) ขึ้น</p> <p>คลื่นไมโครเวฟที่ผ่านเข้าไปในอาหารหรือของเหลวจะทำให้โมเลกุลของน้ำเกิดการสั่น ทำให้เกิดการเสียดสีกันของโมเลกุล จึงเกิดความร้อนและทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เวลาที่ใช้ประกอบอาหารจึงสั้นกว่าการใช้เตาแบบธรรมดา ความร้อนจะเพิ่มขึ้นเร็วหรือช้าจะขึ้นกับปริมาณความชื้น รูปร่าง ปริมาตร และมวลของอาหารที่ใส่เข้าไป อาหารบางชนิดจะมีความร้อนเพิ่มขึ้นไม่สม่ำเสมอ ที่ผิวนอกอาจจะเพียงอุ่นๆ ขณะที่ภายในใกล้ถึงจุดเดือด</p> <p>หากนางสาวรัชชกจะอุ่นไก่ย่างในไมโครเวฟ รัชชกควรปฏิบัติอย่างไร เพื่อให้รับประทานได้เร็วขึ้น</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สับครึ่งตัว เพื่อลดพื้นที่ของภาชนะ 2. ใส่เข้าไปทั้งตัว เพื่อให้ความร้อนเกิดขึ้นเร็ว 3. สับเป็นชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อให้ความร้อนกระจายทั่วชิ้นไก่ (เฉลย) 4. อัดชิ้นไก่ลงไปในกล่องสำหรับอุ่นอาหารในไมโครเวฟโดยเฉพาะ
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	11
องค์ประกอบ	บริบททางเคมี
องค์ประกอบย่อย	ชีวิตประจำวัน
นิยาม	การใช้ความรู้ทางเคมีมาปรับปรุงหรือพัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด
จุดประสงค์	เลือกวัสดุที่ได้รับการพัฒนาจากความรู้ทางเคมีมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	กำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับยานิตต่างๆ ที่สามารถนำไปสู่การตัดสินใจเลือกในการนำมาใช้งาน
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นสรรพคุณ หรือ คุณสมบัติ ของตัวยานั้นๆ
ลักษณะของตัวถูก	เป็นสรรพคุณ หรือ คุณสมบัติ ที่เกิดขึ้นจากความรู้ทางด้านยา เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกในการนำมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม
ลักษณะของตัวลวง	เป็นสรรพคุณ หรือ คุณสมบัติ ที่เกิดขึ้นจากการใช้ความรู้ทางด้านยาที่ ไม่เหมาะสม ในการตัดสินใจเลือกนำมาใช้งาน
ตัวอย่างข้อสอบ	<p style="text-align: center;">พาราเซตามอล (Paracetamol)</p> <p>พาราเซตามอล (Paracetamol) เป็นยาที่มีสรรพคุณในการลดไข้ แก้ตัวร้อน และลดอาการปวดทุกชนิด เป็นยาที่มีฤทธิ์ไม่รุนแรง จึงมักมีเอาไว้ประจำบ้านหรือที่เรียกว่ายาสามัญประจำบ้าน ซึ่งพาราเซตามอลเป็นยาที่มีผลข้างเคียงในการใช้ไม่มาก แต่หากใช้เกินขนาดหรือใช้เป็นเวลานานก็จะมีผลต่อตับและไต ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการตับหรือไตวายเฉียบพลันจนอาจทำให้เสียชีวิตได้ ดังนั้นในการใช้ควรใช้เมื่อพบว่ามีอาการปวดหรือเป็นไข้เท่านั้น และไม่ควรใช้เกินวันละ 4 ครั้ง และควรหยุดใช้ทันทีเมื่อหายปวดหรือหายไข้แล้ว</p> <p style="text-align: center;">จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY</p> <p>หากนักเรียนตากฝนมา แล้วคุณแม่บอกให้นักเรียนทานยาพาราเซตามอล นักเรียนเห็นด้วยกับคุณแม่หรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลมีสรรพคุณในการลดไข้ 2. เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลเป็นยาที่มีผลข้างเคียงในการใช้ไม่มาก 3. ไม่เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลเป็นยาที่มีฤทธิ์ไม่รุนแรงพอต่อการลดไข้ 4. ไม่เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลใช้เฉพาะมีอาการปวดหรือเป็นไข้เท่านั้น (เฉลย)
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	12
องค์ประกอบ	บริบททางเคมี
องค์ประกอบย่อย	ชีวิตประจำวัน
นิยาม	การใช้ความรู้ทางเคมีมาปรับปรุงหรือพัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	ว 3.2 ม.4-6/5
จุดประสงค์	เลือกวัสดุที่ได้รับการพัฒนาจากความรู้ทางเคมีมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	กำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่เกิดขึ้นจากความรู้ทางด้านพลาสติกที่นำไปสู่ตัดสินใจเลือกในการนำมาใช้งาน
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่เกิดขึ้นจากความรู้ทางด้านพลาสติก ทั้ง 4 ตัวเลือก
ลักษณะของตัวเลือก	เป็นผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่เกิดขึ้นจากความรู้ทางด้านพลาสติกการ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกในการนำมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม
ลักษณะของตัวลวง	เป็นผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่เกิดขึ้นจากการใช้ความรู้ทางด้านพลาสติกที่ ไม่เหมาะสม ในการตัดสินใจเลือกนำมาใช้งาน
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>เทอร์มอพลาสติก เป็นพลาสติกที่อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อนแต่เมื่อเย็นลงจะแข็งตัว และเมื่อให้ความร้อนอีกก็จะอ่อนตัวได้อีกโดยที่คุณสมบัติของพลาสติกนั้นไม่เปลี่ยนแปลง หรือเป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งพลาสติกชนิดนี้เป็นพอลิเมอร์แบบเส้นหรือพอลิเมอร์แบบกิ่ง เช่น</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. พอลิเอทิลีน มีลักษณะเบา ทนทาน เหนียว ยืดหยุ่นได้ดี ฉีกขาดยาก ทนต่อกรดและเบส 2. พอลิโพรพิลีน มีลักษณะคล้ายกับพอลิเอทิลีน แต่แข็งและเหนียวกว่า ทนความร้อนได้ดีกว่า 3. พอลิสไตรีน มีลักษณะแข็งแต่เปราะ ไม่ทนต่อสารเคมี เบา มีทั้งใส ฝ้า และทึบ ผิวเรียบ ขรุขระ 4. พอลิไวนิลคลอไรด์ ทนความร้อนได้สูงกว่าพอลิเอทิลีน แข็งและเหนียว ทนต่อสารเคมี ย้อมสีติดง่าย หากเผาไฟจะเกิดควันมาก <p>นางมณี มีบุตรอายุประมาณ 8 เดือน ซึ่งเป็นวัยที่ฟันกำลังขึ้น หากเธอจะซื้อของเล่นให้ลูก ของเล่นชิ้นนั้น ควรผลิตจากพอลิเมอร์ชนิดใด จึงจะปลอดภัยมากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. พอลิสไตรีน 2. พอลิเอทิลีน (เฉลย) 3. พอลิโพรพิลีน 4. พอลิไวนิลคลอไรด์
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	13
องค์ประกอบ	บริบททางเคมี
องค์ประกอบย่อย	ชีวิตประจำวัน
นิยาม	การใช้ความรู้ทางเคมีมาปรับปรุงหรือพัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	ว 3.2 ม.4-6/6
จุดประสงค์	เลือกวัสดุที่ได้รับการพัฒนาจากความรู้ทางเคมีมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	กำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่เกิดขึ้นจากความรู้ทางด้านเส้นใย ที่นำไปสู่ตัดสินใจเลือกในการนำมาใช้งาน
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่เกิดขึ้นจากความรู้ทางด้านเส้นใยทั้ง 4 ตัวเลือก
ลักษณะของตัวเลือก	เป็นผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่เกิดขึ้นจากความรู้ทางด้านเส้นใย เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกในการนำมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม
ลักษณะของตัวเลือก	เป็นผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่เกิดขึ้นจากการใช้ความรู้ทางด้านเส้นใยที่ ไม่เหมาะสม ในการตัดสินใจเลือกนำมาใช้งาน
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>เส้นใย จัดเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่ประกอบไปด้วยมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีเป็นเส้นยาว โดยเส้นใยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เส้นใยธรรมชาติ เป็นเส้นใยที่เกิดจากพืช สัตว์ หรือแร่ธาตุ <ol style="list-style-type: none"> 1) เส้นใยจากพืช เป็นเส้นใยเซลลูโลสจากส่วนต่างๆของพืช เช่น เส้นใยที่หุ้มเมล็ดฝ้าย ฝ้าย ไผ่ มะพร้าว เส้นใยจากเปลือกไม้ เช่น ลินิน เส้นใยจากใบ เช่น ปอ ผักตบชวา เป็นต้น 2) เส้นใยจากสัตว์ เป็นเส้นใยที่เป็นสารประเภทโปรตีน เช่น เส้นใยจากรังไหม ขนแกะ เป็นต้น 3) เส้นใยจากแร่ธาตุ เป็นเส้นใยที่ได้จากสินแร่ มีสมบัติในการทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีชนิดต่างๆ ไม่นำไฟฟ้า ทนต่อความร้อนสูงๆ 2. เส้นใยสังเคราะห์ เป็นเส้นใยที่ได้จากการนำเส้นใยธรรมชาติมาปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะสมต่อการใช้งาน เช่น เซลลูโลสอะซิเตด เส้นใยเรยอน เป็นต้น 3. เส้นใยสังเคราะห์ เป็นเส้นใยที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งมีสมบัติที่ทนต่อจุลินทรีย์ เชื้อรา แบคทีเรีย ทนต่อสารเคมี ชักง่าย และแห้งเร็ว เช่น ไนลอน โอรอน และโพรเพทโรน เป็นต้น <p>หาก นายวริช ประกอบอาชีพเป็นนักดับเพลิงของสำนักงานเทศบาลแห่งหนึ่ง ต้องการที่จะหาซื้อชุดทำงานเพื่อใส่ไปดับเพลิงในสถานที่ต่างๆ นักเรียนจะแนะนำให้เขาซื้อชุดทำงานตามข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ชุดทำงานที่ผลิตด้วยเส้นใยจากพืช 2. ชุดทำงานที่ผลิตด้วยเส้นใยเรยอน 3. ชุดทำงานที่ผลิตด้วยเส้นใยจากแร่ธาตุ (เฉลย) 4. ชุดทำงานที่ผลิตด้วยเส้นใยโพรเพทโรน
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	14
องค์ประกอบ	บริบททางเคมี
องค์ประกอบย่อย	กระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม
นิยาม	การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	ว 3.1 ม.4-6/4
จุดประสงค์	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรมได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	กำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม แล้วให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรมจากสถานการณ์เหล่านั้น
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นสูตรของสารประกอบในลักษณะต่างๆทั้ง 4 ตัวเลือก
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรมได้อย่างเหมาะสมในเชิงของคุณสมบัติทางเคมีสารในลักษณะต่างๆ
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม ไม่เหมาะสม ในเชิงของคุณสมบัติทางเคมีสารในลักษณะต่างๆ
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>“อุตสาหกรรมเซรามิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ และเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆอีกหลายประเภท โดยมีกรรมวิธีในการผลิตหลายขั้นตอน สำหรับผลิตภัณฑ์เซรามิกส์บางชนิดที่ผ่านการเผาแล้วสามารถนำไปใช้งานได้เลย เช่น กระจกตันไม้ อิฐ ไม้กรองน้ำ แต่เซรามิกส์ส่วนใหญ่หลังจากเผาแล้วจะนำมาเคลือบผิวด้วยน้ำเคลือบซึ่งเป็นสารผสมของซิลิกาที่ช่วยหลอมเหลวและสารเพิ่มคุณภาพอื่นๆ แล้วให้ความร้อนเรียกว่า การเผาเคลือบ (Glaze firing) เพื่อให้ให้น้ำเคลือบที่ชุบบนผลิตภัณฑ์หลอมละลายรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อดิน ซึ่งเมื่อเย็นลงจะมีลักษณะเหมือนแก้วบางๆฉาบอยู่บนพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวลักษณะมันแวววาว คงทนต่อการขีดข่วน ซึ่งสารผสมในน้ำเคลือบสามารถแบ่งตามสมบัติทางเคมีได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มของสารที่ช่วยลดอุณหภูมิของการหลอมละลายของน้ำเคลือบ เช่น ออกไซด์ของโลหะอัลคาไล และโลหะอัลคาไลน์เอิร์ท รวมทั้งออกไซด์ของตะกั่ว ออกไซด์ของสังกะสี เป็นต้น กลุ่มที่ 2 กลุ่มของสารที่มีสมบัติทนไฟและให้สี และกลุ่มที่ 3 กลุ่มของสารที่ช่วยให้ทึบแสง”</p> <p>สารในข้อใด แสดงคุณสมบัติทางเคมีของสารผสมในน้ำเคลือบกลุ่มที่ 1 ได้ถูกต้องทั้งหมด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Li_2O Na_2O MgO (เฉลย) 2. Fe_2O_3 BeO PbO 3. Al_2O_3 ZnO CaO 4. PbO NO_2 H_2O
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	15																	
องค์ประกอบ	บริบททางเคมี																	
องค์ประกอบย่อย	กระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม																	
นิยาม	การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม																	
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	ว 3.1 ม.4-6/5																	
จุดประสงค์	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรมได้																	
รูปแบบข้อสอบ	แบบปรนัย 4 ตัวเลือก																	
ลักษณะข้อคำถาม	กำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม แล้วให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรมจากสถานการณ์เหล่านั้น																	
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นการเปลี่ยนแปลงของสารในลักษณะต่างๆทั้ง 4 ตัวเลือก																	
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรมได้อย่างเหมาะสมในเชิงของการเปลี่ยนแปลงของสารในลักษณะต่างๆ																	
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม ไม่เหมาะสม ในเชิงของการเปลี่ยนแปลงของสารในลักษณะต่างๆ																	
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>ในงานขึ้นบ้านใหม่ของนายจร ได้นิมนต์พระมาทั้งสิ้น 9 รูป และในระหว่างที่พิธีสงฆ์นั้น จจรได้สังเกตเห็นว่า พระสงฆ์รูปที่ 1 ได้ทำการหยดน้ำตาเทียน เพื่อทำนํ้ามนต์มาประพรมให้กับผู้ร่วมงาน จจรเห็นการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาเทียน แล้วสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นนี้ได้อย่างไร</p> <table border="1" data-bbox="545 1312 1295 1599"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ตัวเลือก</th> <th colspan="2">การเปลี่ยนแปลงของน้ำตาเทียน</th> </tr> <tr> <th>องค์ประกอบทางเคมี</th> <th>ทิศทางการถ่ายเทพลังงาน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ทางกายภาพ</td> <td>ดูดความร้อน</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ทางกายภาพ(เจลย)</td> <td>คายความร้อน(เจลย)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ทางเคมี</td> <td>ดูดความร้อน</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>ทางเคมี</td> <td>คายความร้อน</td> </tr> </tbody> </table>	ตัวเลือก	การเปลี่ยนแปลงของน้ำตาเทียน		องค์ประกอบทางเคมี	ทิศทางการถ่ายเทพลังงาน	1	ทางกายภาพ	ดูดความร้อน	2	ทางกายภาพ(เจลย)	คายความร้อน(เจลย)	3	ทางเคมี	ดูดความร้อน	4	ทางเคมี	คายความร้อน
ตัวเลือก	การเปลี่ยนแปลงของน้ำตาเทียน																	
	องค์ประกอบทางเคมี	ทิศทางการถ่ายเทพลังงาน																
1	ทางกายภาพ	ดูดความร้อน																
2	ทางกายภาพ(เจลย)	คายความร้อน(เจลย)																
3	ทางเคมี	ดูดความร้อน																
4	ทางเคมี	คายความร้อน																
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0																	

ข้อที่	16
องค์ประกอบ	บริบททางเคมี
องค์ประกอบย่อย	การเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยี
นิยาม	การใช้ความเข้าใจในเคมีในการเลือกการตัดสินใจบริโภคผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีใหม่และมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางเคมี
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	ว 3.2 ม.4-6/1
จุดประสงค์	ตัดสินใจเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ภายใต้ความเข้าใจในเคมีได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อสอบ	กำหนดสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนคุ้นชิน ให้นักเรียนได้วิเคราะห์และสามารถเลือกและตัดสินใจใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ให้ความสำคัญปลอดภัยในการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์นั้นๆ
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์จากสถานการณ์ทั้ง 4 ตัวเลือก
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่เป็นการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม และปลอดภัยต่อการบริโภค
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่เป็นการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ ไม่เหมาะสม และเสี่ยงต่อการบริโภค
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>ป้าติ่มวางแผนจะเปิดร้านขายก๋วยเตี๋ยว จึงได้ทำการจัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆที่จะใช้ในการประกอบอาชีพของตน จนกระทั่งป้าติ่มจะต้องเลือกซื้อภาชนะใส่เครื่องปรุงจำพวกน้ำส้มปรุงรส นักเรียนคิดว่าป้าติ่มควรเลือกใช้ภาชนะที่ผลิตด้วยวัสดุชนิดใด เพื่อให้ปลอดภัยกับผู้บริโภคมากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หิน 2. โลหะ 3. พลาสติก 4. กระเบื้อง (เฉลย)
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	17
องค์ประกอบ	บริบททางเคมี
องค์ประกอบย่อย	การเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยี
นิยาม	การใช้ความเข้าใจในเคมีในการเลือกการตัดสินใจบริโภคผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีใหม่และมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางเคมี
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	ว 3.2 ม.4-6/1
จุดประสงค์	ตัดสินใจเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ภายใต้ความเข้าใจในเคมีได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	กำหนดสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนคุ้นชิน ให้นักเรียนได้วิเคราะห์และสามารถเลือกและตัดสินใจใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ให้ความสำคัญปลอดภัยในการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์นั้นๆ
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์จากสถานการณ์ทั้ง 4 ตัวเลือก
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่เป็นการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม และปลอดภัยต่อการบริโภค
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่เป็นการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ ไม่เหมาะสม และเสี่ยงต่อการบริโภค
ตัวอย่างข้อสอบ	<p style="text-align: center;">คุณสมบัติยาลดกรดชนิดต่างๆ</p> <p>ยาลดกรดที่มีในท้องตลาดมีหลากหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเด่นและด้อยแตกต่างกันออกไป ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ยาที่มีส่วนผสมของสารประกอบอลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (aluminium hydroxide, $Al(OH)_3$) ยาที่มีส่วนผสมของสารประกอบแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ (magnesium hydroxide, $Mg(OH)_2$) แมกนีเซียมไตรซิลิเกต (magnesium trisilicate) หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต (magnesium carbonate, $MgCO_3$) <p>ยาสองชนิดนี้มักใช้เป็นสูตรผสมคู่กัน โดยจัดเป็นยาลดกรดที่ดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้น้อย ออกฤทธิ์เฉพาะที่กระเพาะอาหารจึงไม่รบกวนสมดุลกรด-ด่างในร่างกาย โดยอลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ทำให้เกิดอาการท้องผูกได้ และแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์มีผลทำให้เกิดอาการท้องเสียได้ ดังนั้นเมื่อใช้เป็นสูตรผสมรับประทานร่วมกันจึงมีผลต่อระบบขับถ่ายน้อย</p> <ol style="list-style-type: none"> ยาที่มีส่วนผสมของสารประกอบโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate, $NaHCO_3$) <p>โซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นยาลดกรดชนิดออกฤทธิ์เร็ว แต่มีฤทธิ์ในการรักษาสั้น การใช้ยานี้สิ่งที่ต้องระมัดระวัง คือ คุณสมบัติของยาที่สามารถดูดซึมผ่านกระเพาะอาหารเข้าสู่กระแสเลือดได้จึงอาจทำให้เลือดและปัสสาวะเกิดสภาวะเป็นด่างมากกว่าปกติ รวมไปถึงการมีโซเดียมมากเกิดในกระแสเลือด</p>

	<p>ได้ จึงเหมาะที่จะใช้ในการบรรเทาอาการกรดเกินหรือการระคายเคืองทางเดินอาหารเมื่ออาการกำเริบ แต่ไม่เหมาะสำหรับการใช้เป็นประจำเพื่อควบคุมภาวะความเป็นกรด นอกจากนี้ยังใช้ในการลดกรดในทางเดินอาหารแล้ว ยังอาจพบการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตในการควบคุมสภาวะความเป็นกรดในเลือดในผู้ป่วยโรคไตอีกด้วย</p> <p>4. ยาที่มีส่วนผสมของสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate, CaCO_3) แคลเซียมคาร์บอเนตให้ฤทธิ์ในการรักษาและออกฤทธิ์ได้เร็วระดับปานกลาง ยานี้อาจมีผลทำให้ท้องผูกได้</p> <p>หากนักเรียนเกิดอาการกรดเกินหรือการระคายเคืองทางเดินอาหารอย่างฉับพลัน นักเรียนควรเลือกรับประทานยาลดกรดที่มีส่วนผสมของสารประกอบชนิดใด เพื่อบรรเทาอาการนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (aluminium hydroxide, $\text{Al}(\text{OH})_3$) 2. แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ (magnesium hydroxide, $\text{Mg}(\text{OH})_2$) 3. โซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate, NaHCO_3) (เจลลย) 4. แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate, CaCO_3)
เกณฑ์การให้คะแนน	<p>ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0</p>

ข้อที่	18
องค์ประกอบ	ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง
องค์ประกอบย่อย	การสืบเสาะ
นิยาม	การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	-
จุดประสงค์	ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมีได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	กำหนดสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นองค์ประกอบของสิ่งที่กำหนดจากสถานการณ์ทั้ง 4 ตัวเลือก
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งที่กำหนดจากสถานการณ์ที่ เหมาะสม โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานของการได้มาซึ่งคำตอบ
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งที่กำหนดจากสถานการณ์ที่ ไม่เหมาะสม
ตัวอย่างข้อสอบ	<p style="text-align: center;">ถ่านไฟฉาย ชนิดธรรมดา</p> <p>ถ่านไฟฉายธรรมดา เป็นเซลล์ไฟฟ้าชนิดเซลล์ปฐมภูมิ (primary cell) ซึ่งเป็นถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่ชนิดใช้แล้วทิ้งไม่สามารถอัดประจุไฟฟ้าได้ ประกอบด้วย แท่งคาร์บอนหรือแท่งถ่านทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากแคโทด ซึ่งสารที่ทำหน้าที่เป็นแคโทดคือ สารแมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide) โดยผสมร่วมกับผงถ่าน ส่วนแอโนดคือ กระจกป้องสังกะสี (zinc) ตัวกระจกป้องนอกจากจะทำหน้าที่เป็นแอโนดแล้วยังใช้บรรจุสารแคโทดด้วย โดยมีชั้นของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride) และซิงค์คลอไรด์ (zinc chloride) ทำหน้าที่เป็นสารอิเล็กโทรไลต์กั้นระหว่างชั้นแคโทดและชั้นแอโนด</p> <p>ปฏิกิริยาเคมีของถ่านไฟฉายจะเกิดต่อเนื่องไปจนกระทั่งสารแมงกานีสไดออกไซด์ทำปฏิกิริยาจนหมด หมายความว่าถ่านไฟฉายหมดไฟแล้ว ซึ่งผู้ใช้ควรทำการถอดถ่านออกจากตัวอุปกรณ์ไฟฟ้า</p> <p>จุดเด่นของถ่านไฟฉายธรรมดาคือ ราคาถูกและมีหลายขนาดให้เลือกใช้ แต่จุดด้อยคือ ถ่านไฟฉายชนิดนี้ให้พลังงานได้น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับถ่านชนิดอื่น นอกจากนี้หากเก็บในสถานที่ที่มีอุณหภูมิที่ร้อน หรือเย็นเกินไปจะมีผลทำให้ ประสิทธิภาพของถ่านลดลง</p> <p>ตัวแปรที่ส่งผลต่อการทำงานของถ่านไฟฉายคือสารใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สังกะสี 2. ซิงค์คลอไรด์ 3. แมงกานีสไดออกไซด์ (เฉลย) 4. แอมโมเนียมคลอไรด์
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	19
องค์ประกอบ	ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง
องค์ประกอบย่อย	การสืบเสาะ
นิยาม	มีความรู้สึกที่ไม่เอนเอียงในเชิงบวกและเชิงลบมากเกินไปต่อเคมีและการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	-
จุดประสงค์	ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมีได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	ใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันเดียวกับข้อ 18 โดยให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นข้อความหรือความรู้ที่จะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบในบทความ
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่ เหมาะสม กับคำถามและข้อมูลในบทความ
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่ ไม่เหมาะสม กับคำถามและข้อมูลในบทความ
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>นายสุภาพกรนำถ่านไฟฉายไปใส่ในรีโมตทีวี จนถ่านหมดแต่ไม่นำออกจากรางใส่ถ่าน เมื่อเวลาผ่านไป พบว่า สปริงที่บริเวณรางถ่านเกิดสนิมขึ้น นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดจึงเกิดเหตุการณ์เช่นนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ใช้สังกะสีที่ไม่ได้มาตรฐานมาผลิตถ่านไฟฉาย วัสดุที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าใช้งานได้ชั่วคราว สารละลายที่กั้นระหว่างชั้นแคโทดและชั้นแอโนดไม่ได้มาตรฐาน ยังมีสารละลายอยู่ในถ่านไฟฉายเกิดปฏิกิริยาเคมีกับสังกะสี (เฉลย)
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	20
องค์ประกอบ	ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง
องค์ประกอบย่อย	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
นิยาม	มีความรู้สึกที่ไม่เอนเอียงในเชิงบวกและเชิงลบมากเกินไปต่อเคมีและการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	-
จุดประสงค์	พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความในหนังสือพิมพ์และสื่อโฆษณาที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมีได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	กำหนดสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนคุ้นชิน ให้นักเรียนได้วิเคราะห์และพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความในหนังสือพิมพ์และสื่อโฆษณาที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี
ลักษณะของคำตอบ	ตัวเลือกเป็นตัวอย่างของกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทั้ง 4 ตัวเลือก
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่เป็นตัวอย่างของกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์ที่กำหนดให้
ลักษณะของตัวหลง	เป็นคำตอบที่เป็นตัวอย่างของกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ที่ ไม่สมเหตุสมผล กับสถานการณ์ที่กำหนดให้
ตัวอย่างข้อสอบ	<p style="text-align: center;">ปรากฏการณ์เรือนกระจก</p> <p>"ปรากฏการณ์เรือนกระจก" (greenhouse effect) คือ ปรากฏการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจาก พลังงานแสงอาทิตย์ ในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรดที่สะท้อนกลับถูกดูดกลืนโดยโมเลกุลของ ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) สารซีเอฟซี (CFCs) และ ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ในบรรยากาศทำให้โมเลกุลเหล่านี้มีพลังงานสูงขึ้นมีการถ่ายเทพลังงานซึ่งกันและกันทำให้อุณหภูมิในชั้นบรรยากาศสูงขึ้นการถ่ายเทพลังงานและความยาวคลื่นของโมเลกุลเหล่านี้ต่อไป ในบรรยากาศ ทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นการเคลื่อนไหว ตลอดเวลาและมาชนถูกผิวหนังของเรา ทำให้เรารู้สึกร้อน</p> <p>แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เป็นแก๊สที่สะสมพลังงานความร้อนในบรรยากาศโลกไว้มากที่สุดและมีผลทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นมากที่สุดในบรรดาแก๊สเรือนกระจกชนิดอื่นๆ CO₂ ส่วนมากเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การผลิตซีเมนต์ การเผาไม้ทำลายป่า เป็นต้น</p> <p>แก๊สที่มีบทบาทในการทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แก๊สมีเทน (CH₄) เป็นแก๊สที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากมูลสัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย การเผาไหม้เชื้อเพลิง ถ่านหินและแก๊สธรรมชาติ 2. แก๊สไนตรัสออกไซด์ (N₂O) เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ การใส่ปุ๋ย มูลสัตว์ที่ย่อยสลาย การสันดาบน้ำมันเชื้อเพลิงจากอุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมพลาสติก บางชนิด อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไนลอน

	<p>3. คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon- CFCs) เป็นสารสังเคราะห์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม ประกอบด้วย คาร์บอน (C) คลอรีน (Cl) และฟลูออรีน (F) ซึ่งเป็นสารที่ทำลายชั้นบรรยากาศโอโซนเป็นสาเหตุ ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น รังสีเหนือม่วงชนิด B หรือ Ultraviolet B ส่งมายังผิวโลกมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆเช่นเครื่องทำความเย็นในตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ โฟม กระจ่างสปเรย์ สารดับเพลิง สารชะล้างในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์</p> <p>ในปัจจุบันมีการตระหนักถึงความสำคัญของชั้นโอโซนมากขึ้นและพบว่าสาเหตุหลักของปัญหาชั้นโอโซนถูกทำลายนั้นมาจากสารกลุ่ม CFCsเป็นหลัก นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับสารเคมีในกลุ่มฮาโลคาร์บอนซึ่งประกอบด้วยอะตอมของคลอรีน ฟลูออรีน โบรมีน คาร์บอน และไฮโดรเจน จากการสำรวจโอโซนที่บริเวณขั้วโลกใต้ ในปี พ.ศ. 2528 พบหลุมโอโซนที่ขั้วโลกใต้ (Antarctic ozone hole) ซึ่งการถูกทำลายนี้จะเกี่ยวข้องกับ สารคลอรีนเสมอ ทำให้ประเทศในกลุ่มซีกโลกตะวันตกและองค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติมีมาตรการดำเนินการเพื่อป้องกันและมีข้อกำหนดต่างๆขึ้น</p> <p style="text-align: right;">http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ecology/chapter2/chapter2_airpollution13.htm</p> <p>นักเรียนคิดว่ากิจกรรมใดในชีวิตประจำวันที่สามารถทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้น้อยที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นายสมรักษ์เปิดโรงงานพ่นสีโครมเหล็กโดยใช้สีกระป๋องสปเรย์ 2. <u>นายสมหมายเปิดฟาร์มเลี้ยงหมูไว้ประมาณ 70 ตัว (เฉลย)</u> 3. นายสมชายเปิดกิจการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 4. นายสมจิตร์เปิดร้านผลิตเส้นใยผลิตผ้าไนลอน
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0


ข้อที่	21
องค์ประกอบ	ทักษะการเรียนรู้ขั้นสูง
องค์ประกอบย่อย	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
นิยาม	การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความในหนังสือพิมพ์และสื่อโฆษณาที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	-
จุดประสงค์	พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความในหนังสือพิมพ์และสื่อโฆษณาที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมีได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	เป็นสถานการณ์เดียวกับข้อ 20 โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์และพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความในหนังสือพิมพ์และสื่อโฆษณาที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี
ลักษณะของคำตอบ	เป็นตัวเลือกที่ปรากฏข้อมูลที่จำเป็นต้องพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความ
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่เหมาะสม กับคำถามและข้อมูลในบทความ
ลักษณะของตัวหลง	เป็นคำตอบที่ไม่เหมาะสม กับคำถามและข้อมูลในบทความ
ตัวอย่างข้อสอบ	จากบทความนี้ นักเรียนคิดว่าข้อมูลใด น่าเชื่อถือมากที่สุด <ol style="list-style-type: none"> 1. โมเลกุลซึ่งดูดกลืนพลังงานแสงในความยาวคลื่นช่วงอินฟราเรดจะได้รับพลังงานที่สูงขึ้น (เฉลย) 2. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สที่กระทบต่อปรากฏการณ์เรือนกระจกเพียงเล็กน้อย 3. หลุมโอโซนที่ขั้วโลกใต้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจก 4. อุตสาหกรรมทางการเกษตรเป็นสาเหตุหลักในการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	22
องค์ประกอบ	เจตคติต่อเคมี
องค์ประกอบย่อย	มีความเป็นกลาง
นิยาม	มีความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อวิชาเคมีและการนำไปประยุกต์ใช้
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	-
จุดประสงค์	แสดงออกถึงความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อวิชาเคมีและการนำไปประยุกต์ใช้ได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	เป็นบทสนทนาที่ให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อวิชาเคมีและการนำไปประยุกต์ใช้ และ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่แสดงออกถึงความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อวิชาเคมี
ลักษณะของคำตอบ	เป็นคำตอบที่แสดงออกถึงความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อวิชาเคมี ทั้ง 4 ตัวเลือก
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่แสดงออกถึงความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อวิชาเคมี อย่างเหมาะสม
ลักษณะของตัวลวง	เป็นคำตอบที่แสดงออกถึงความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อวิชาเคมี ไม่เหมาะสม
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>พิจารณาบทสนทนาต่อไปนี้</p> <p>ณ โรงเรียนแห่งหนึ่ง พิกุลและพิสิษฐ์ กำลังนั่งบทสนทนาบทเรียนวิชาเคมี</p> <p>พิกุล : พิสสิษฐ์ เธอว่า วิชาเคมี มันจำเป็นอย่างไรกับชีวิตพวกเรา</p> <p>พิสิษฐ์ : จำเป็นมากเลยนะพิกุล เพราะสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวเรา ก็ล้วนแต่ใช้ความรู้ทางเคมีมาประยุกต์จนทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ได้นะ</p> <p>พิกุล : แต่ฉันว่าความรู้ทางเคมี เป็นอะไรที่เข้ายาก จนบางครั้งทำให้ฉันเบื่อที่จะเรียน</p> <p>เสียดด้วยซ้ำ</p> <p>พิสิษฐ์ :</p> <p>หากนักเรียนเป็นพิสิษฐ์ นักเรียนจะตอบพิกุลว่าอย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เธอพูดอย่างนั้น ก็ถูกของเธอ 2. เธอก็น่าจะรู้ว่านี่เป็นธรรมชาติของวิชาเคมี 3. เธอไม่ยอมเปิดใจ อะไรก็ยากไปเสียหมด จึงจะดีที่สุด 4. เธอต้องรู้สึกสนุกไปกับมัน จึงจะง่ายต่อการเข้าใจในเนื้อหา (เฉลย)
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	23
องค์ประกอบ	เจตคติต่อเคมี
องค์ประกอบย่อย	มีความเป็นกลาง
นิยาม	มีความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อวิชาเคมีและการนำไปประยุกต์ใช้
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	-
จุดประสงค์	แสดงออกถึงความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อวิชาเคมีและการนำไปประยุกต์ใช้ได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	เป็นบทสนทนาที่ให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้ และ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่แสดงออกถึงความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้
ลักษณะของคำตอบ	เป็นคำตอบที่แสดงออกถึงความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้ทั้ง 4 ตัวเลือก
ลักษณะของตัวถูก	เป็นคำตอบที่แสดงออกถึงความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้ที่เหมาะสม
ลักษณะของตัวหลง	เป็นคำตอบที่แสดงออกถึงความรู้สึกสมดูลและเสมอภาคต่อการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้ไม่เหมาะสม
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>พิจารณาบทสนทนาต่อไปนี้</p> <p>ในขณะที่ ธาราและวารี กำลังทำงานในวิชาเคมี</p> <p>ธารา : วารี ฉันรู้สึกว่ วิชาเคมี เป็นอะไรที่ สนุก มากๆเลย</p> <p>วารี : ทำไมเธอคิดแบบนั้นล่ะ</p> <p>ธารา : ฉันว่าเคมี สามารถอธิบาย สิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อย่างดีเลย เช่น การที่เรานำอาหารไว้ในตู้เย็น เพื่อให้อาหารเสียช้าลง แล้วเธอคิดว่าอย่างไร</p> <p>วารี :</p> <p>หากนักเรียนเป็นวารี นักเรียนจะตอบธาราว่าอย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> ฉันคิดว่า เคมี เป็นสิ่งที่อันตราย อย่างเช่น การนำความร้อนไปจุดระเบิดประทัด ฉันคิดว่า เคมี เป็นสิ่งที่น่าค้นหา อย่างเช่น ทำไมพลูที่จุดในงานวัดมันจึงเกิดขึ้นหลายสี (เฉลย) ฉันคิดว่า เคมี เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดมลพิษ อย่างเช่น การที่รถยนต์พ่นแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมา ฉันคิดว่า เคมี เป็นสิ่งที่ซับซ้อน อย่างเช่น เกลือที่เป็นของแข็งจะไม่นำไฟฟ้า แต่พอไปละลายน้ำเกิดการนำไฟฟ้า
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

ข้อที่	24
องค์ประกอบ	เจตคติต่อเคมี
องค์ประกอบย่อย	มีความสนใจ
นิยาม	สนใจในหัวข้อใหม่ๆทางเคมี ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	-
จุดประสงค์	แสดงออกถึงความสนใจในหัวข้อใหม่ๆที่เป็นทางการทางเคมีได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	เป็นสถานการณ์ ให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความสนใจในหัวข้อที่เป็นทางการทางเคมี
ลักษณะของคำตอบ	เป็นข้อความที่แสดงออกในรูปแบบต่างๆ ภายหลังจากอ่านบทความหรือสถานการณ์นั้นๆ
ลักษณะของตัวถูก	เป็นข้อความที่แสดงออกถึงความสนใจในหัวข้อที่เป็นทางการทางเคมี
ลักษณะของตัวลวง	เป็นข้อความที่ ไม่ แสดงออกถึงความสนใจในหัวข้อที่เป็นทางการทางเคมี
ตัวอย่างข้อสอบ	<p style="text-align: center;">เลเซอร์</p> <p>คำว่า เลเซอร์ (laser) มาจากคำว่า light amplification by stimulated emission of radiation (การขยายความเข้มของแสงโดยการปล่อยรังสีที่ถูกกระตุ้นออกมา) เครื่องยิงเลเซอร์เป็นหลอดแก้วที่ภายในบรรจุอะตอม (เป็นได้ตั้งแต่แก๊สเฉื่อยจนถึงแท่งแทบทิม) แล้วจะกระตุ้นอะตอมเหล่านี้ ทำให้อิเล็กตรอนโดดขึ้นไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงขึ้น และเมื่ออิเล็กตรอนตกกลับมายังระดับพลังงานเดิม จะคายพลังงานออกมาในรูปของรังสี และรังสีนี้จะถูกสะท้อนขึ้นลงอยู่ภายในหลอดด้วยกระจกเงาก่อให้เกิดปฏิกริยาลูกโซ่ ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานสูงขึ้น แล้วกระจกเงาด้านหนึ่งจะค่อนข้างโปร่งใส ทำให้ปล่อยรังสีออกมาได้</p> <p style="text-align: right;">(Lawrie Ryan)</p> <p>เมื่อนายวิจิตอ่านบทความนี้แล้ว สนใจศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับ “เลเซอร์แสงสีเขียว” วิจิตควรปฏิบัติอย่างไร จึงจะได้รายละเอียดมากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สืบค้นจากตำราเรียนในมหาวิทยาลัย (เฉลย) 2. ชวนเพื่อนพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 3. ถามครูผู้สอนเพราะครูก็สามารถตอบได้ทุกอย่าง 4. เข้าห้องสมุดอ่านหนังสือวิทยาศาสตร์ฉบับการ์ตูน
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

พิจารณาบทความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามข้อที่ 25

ข้อที่	25
องค์ประกอบ	เจตคติต่อเคมี
องค์ประกอบย่อย	มีความสนใจ
นิยาม	สนใจในหัวข้อใหม่ๆทางเคมี ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ
ตัวชี้วัดตามหลักสูตรฯ	-
จุดประสงค์	แสดงออกถึงความสนใจในหัวข้อที่ไม่เป็นทางการทางเคมีได้
รูปแบบข้อสอบ	ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
ลักษณะข้อคำถาม	เป็นสถานการณ์ ให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความสนใจในหัวข้อที่เป็นทางการทางเคมี
ลักษณะของคำตอบ	เป็นข้อความที่แสดงออกในรูปแบบต่างๆ ภายหลังจากอ่านบทความหรือสถานการณ์นั้นๆ
ลักษณะของตัวถูก	เป็นข้อความที่แสดงออกถึงความสนใจในหัวข้อที่เป็นทางการทางเคมี
ลักษณะของตัวลวง	เป็นข้อความที่ ไม่ แสดงออกถึงความสนใจในหัวข้อที่เป็นทางการทางเคมี
ตัวอย่างข้อสอบ	<p>บุคคลใดที่แสดงถึงความสนใจในบทความนี้มากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นายสุนิตย์สืบค้นถึงองค์ประกอบของบุงรีไฟฟ้า 2. นายสุวิทย์ไปสอบถามราคาบุงรีไฟฟ้ากับร้านค้าผู้จำหน่าย 3. นายสุชาติพยายามอธิบายข้อเสียของบุงรีไฟฟ้าให้กับเด็กในชุมชน 4. นายสุธีอ่านบทความอื่นเพิ่มเติม เพื่อให้ทราบถึงข้อเสียของบุงรีไฟฟ้ามากขึ้น (เฉลย) 
เกณฑ์การให้คะแนน	ตอบถูก = 1 ตอบผิด = 0

คำถามข้อที่ 1

นางสาวกุลนัฐ วางแผนที่จะปลูกพืชภายในที่ดินของตนเอง ซึ่งเธอได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติทั่วไปของดินที่เหมาะสมในการปลูกพืชชนิดต่างๆ ดังตาราง

ชนิดของพืช	ค่า pH ของดินที่เหมาะสม
1. ข้าว	5.5 – 6.0
2. ผักกาดหอม	6.0 – 7.0
3. กะหล่ำปลี	5.7 – 7.0
4. มันเทศ	5.5 – 7.0
5. สับปะรด	5.0 – 6.0

จากนั้นเธอได้ทำการทดสอบความเป็นกรด-เบสของดินในพื้นที่ โดยการละลายดินกับน้ำแล้ววัดค่า pH สารละลายด้วยพีเอชมิเตอร์ (pH meter) พบว่า ค่า pH ของดินต่ำเกินกว่าที่จะปลูกพืชชนิดใดๆได้

คำถาม : นักเรียนคิดว่าสภาพความเป็นกรด-เบสของดินในพื้นที่นี้มีคุณสมบัติอย่างไร และจะต้องดำเนินการ

อย่างไรเพื่อให้สามารถปลูกพืชในพื้นที่ของเธอได้

5. ดินในพื้นที่เป็นดินเค็ม สามารถแก้ไขได้โดยการเติมโซดา แอช (Na_2CO_3)
6. ดินในพื้นที่เป็นดินเค็ม สามารถแก้ไขได้ด้วยการเติมปูนมาร์ล (CaCO_3)
7. ดินในพื้นที่เป็นดินเปรี้ยว สามารถแก้ไขได้โดยการเติมปูนขาว (CaO)
8. ดิน ในพื้นที่เป็นดินเปรี้ยว สามารถแก้ไขได้ด้วยการเติมผงกำมะถัน (S_8)

คำถามข้อที่ 2

ไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fat)

ไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fat) : เป็นไขมันดี เพราะเป็นไขมันที่ได้จากพืชเช่น น้ำมันรำข้าว น้ำมันโอลีฟ น้ำมันคาโนล่า เมื่อปล่อยให้ไขมันชนิดนี้เย็นจะไม่เกิดการแข็งตัว ไขมันชนิดนี้มีอันตรายที่จะส่งผลกระทบต่อร่างกายน้อยกว่าไขมันอิ่มตัว (Saturated Fat) การบริโภคไขมันชนิดนี้จะช่วยให้ลดคอเลสเตอรอลในเลือดเพราะมี High-density lipoprotein (HDL) (ไขมันดี) ที่จะคอยช่วยลด low-density lipoprotein (LDL) (ไขมันไม่ดี) แต่ก็จะกลายเป็นอนุมูลอิสระก่อให้เกิดปัญหาทางสุขภาพได้เช่นกัน

มยุราเห็นว่าน้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะดีต่อสุขภาพ จึงนำน้ำมันที่มีทั้งหมดมาทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ความไม่อิ่มตัวของน้ำมันโดยการนับจำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน ได้ผลดังนี้

ชนิดของน้ำมัน	จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีน
A	20
B	12
C	7
D	15

คำถาม : ข้อใดเรียงลำดับความอิ่มตัวของน้ำมันจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง

1. D C A B
2. C B D A
3. A D B C
4. B A C D

คำถามข้อที่ 3

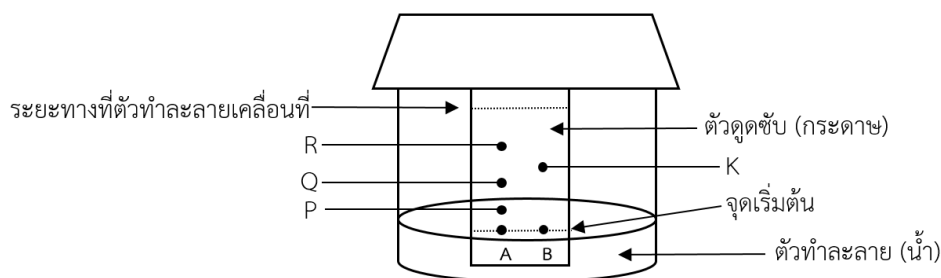
วินัยทำน้ำหก รดกระดาษที่จัดบนตีกด้วยปากกาเมจิก ยี่ห้อ A ปรากฏว่า น้ำหกก็ได้แพร่ไปตามกระดาษแล้วเกิดสีต่างๆ เขาจึงเกิดข้อสงสัยว่า “ปากกาเมจิก ยี่ห้อ B จะมีผลการแพร่เหมือนปากกาเมจิก ยี่ห้อ A หรือไม่”

คำถาม : วินัยจะควบคุมตัวแปรในการทดลองนี้ได้อย่างไร จึงจะเหมาะสม

1. ใช้ปากกาเมจิกสีเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B
2. ใช้ปากกาเมจิกที่มีคุณภาพเท่ากัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B
3. ใช้ปากกาเมจิกที่ผลิตในวันเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B
4. ใช้ปากกาเมจิกทดลองในเวลาเดียวกัน ทั้ง ยี่ห้อ A และ ยี่ห้อ B

คำถามข้อที่ 4

จากสถานการณ์ข้อที่ 3 เมื่อวินัยทำการทดลองด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ แล้ว
ได้ผลการทดลอง ดังภาพ



คำถาม : วินัยจะสรุปผลการทดลองได้ตามข้อใด จึงจะถูกต้องที่สุด

1. น้ำหมึกจากปากกาเมจิกชนิด A เป็นสารบริสุทธิ์
2. น้ำหมึกจากปากกาเมจิกชนิด A เป็นสารไม่บริสุทธิ์
3. น้ำหมึกจากปากกาเมจิกชนิด B เป็นสารบริสุทธิ์
4. น้ำหมึกจากปากกาเมจิกชนิด B เป็นสารไม่บริสุทธิ์

คำถามข้อที่ 5

นายวีระกรเพิ่งซื้อน้ำหอมขวดใหม่มาจากห้างสรรพสินค้า เมื่อกลับมาถึงบ้านเขาได้เปิดฝา
ขวดน้ำหอมเพื่อดมกลิ่นภายในห้องนอนของตน แต่ลืมปิดฝาน้ำหอม เมื่อเวลาผ่านไปหลายนาที
พบว่า ภายในห้องนอนของเขาได้กลิ่นน้ำหอมฟุ้งกระจายไปทั่วบริเวณ

คำถาม : วีระกรสามารถอธิบายถึงปรากฏการณ์นี้ในเชิงพันธะเคมีได้อย่างไร

1. โมเลกุลของกลิ่นน้ำหอมจัดเป็นโมเลกุลของธาตุชนิดเดียวกันเท่านั้น
2. โมเลกุลของกลิ่นน้ำหอมมีแรงยึดเหนี่ยวที่แข็งแรงมากจึงเกิดการฟุ้งกระจาย
3. โมเลกุลของกลิ่นน้ำหอมเกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันของแต่ละอะตอม
4. โมเลกุลของกลิ่นน้ำหอมเกิดจากการให้และรับอิเล็กตรอนของแต่ละอะตอม

คำถามข้อที่ 6

นางเพ็ญศรีได้ซื้อปูนซีเมนต์ ซึ่งภายในปูนซีเมนต์นั้นมีสารประกอบโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) หรือเรียกอีกอย่างว่า ดินประสิว เป็นสารที่มีสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้หลายชนิด และสามารถรักษาเนื้อให้แดงสดอยู่เสมอ ทำให้มักถูกใช้เพื่อทำให้เนื้อเก่าที่ถูกเก็บไว้นานแล้วดูแดงสดเหมือนใหม่ โดยสารประกอบภายในปูนซีเมนต์นั้น ประกอบไปด้วยอะตอมที่สามารถให้และรับอิเล็กตรอนได้ซึ่งกันและกัน

คำถาม : ข้อใด **ไม่ใช่** สารประกอบประเภทเดียวกับโพแทสเซียมไนเตรต

1. ผงซักฟอก ($CH_3(CH_2)_6SO_3Na$)
2. สารส้ม ($Al_2(SO_4)_3$)
3. กรดแอสซิติค ($C_2H_4O_2$)
4. ผงฟู ($NaHCO_3$)

คำถามข้อที่ 7

วิชาสังเกตเหล็กแท่งหนึ่งซึ่งเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่สัมผัสกับอากาศและความชื้น ทำให้ตะปูเกิดสนิมขึ้น วิชาสังเกตแล้วดูเหมือนว่าเนื้อของเหล็กถูกสนิมกินและหายไป แต่เมื่อชั่งน้ำหนักเหล็กที่ขึ้นสนิมปรากฏว่า มีมวลมากกว่ามวลเดิมของเหล็กก่อนจะขึ้นสนิม นักเรียนคิดว่า

คำถาม : เพราะเหตุใดมวลของเหล็กขึ้นสนิมจึงมีมากกว่ามวลเดิม

1. เนื่องจากเหล็กเกิดการขยายตัวจึงทำให้มวลมากขึ้น
2. เนื่องจากโมเลกุลของน้ำถูกดูดซับเข้าไปในพื้นที่ผิวของเหล็ก
3. เนื่องจากโมเลกุลของอากาศเกาะที่เหล็กจึงทำให้มวลมากขึ้น
4. เนื่องจากเหล็กทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดเป็นออกไซด์ของเหล็ก

คำถามข้อที่ 8

แสงสว่างของหิ่งห้อย

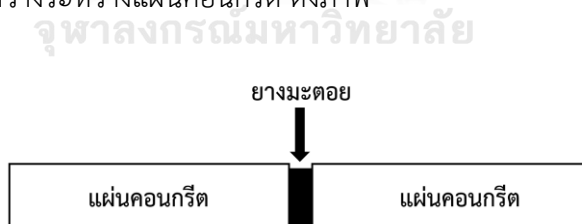
แสงสว่างของหิ่งห้อยเกิดจาก สารลูซิเฟอริน (Luciferin) ไปรวมกับออกซิเจนในอากาศ โดยมีสารอีกชนิดหนึ่ง คือ ลูซิเฟอเรส (Luciferase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งสารทั้งสองได้มาจากตัวหิ่งห้อยโดยตรง แสงที่เกิดจากหิ่งห้อยเป็นแสงที่ไม่มีความร้อน ซึ่งเราสามารถจับดูได้ และแสงสว่างที่เกิดขึ้นนั้นว่าน้อยมาก แสงของหิ่งห้อยจะมีลักษณะวิบวับ ที่เป็นเช่นนี้เพราะแสงสว่างที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับจังหวะของการหายใจนั่นเอง

คำถาม : สถานการณ์ใดต่อไปนี้อาจคล้อยกับการเกิดแสงสว่างจากหิ่งห้อย

1. การใช้แก๊สเอทิลีนในการบ่มผลไม้ให้สุก
2. การเติมสารกักตุนในอาหารกึ่งสำเร็จรูป
3. การแข็งตัวของน้ำเปล่ากับน้ำเชื่อมในช่องแช่แข็ง
4. การแช่อาหารสดในตู้เย็นเพื่อรักษาความสดใหม่ของอาหาร

คำถามข้อที่ 9

บริเวณหน้าบ้านของสาครมีการทำถนนคอนกรีตขึ้น ซึ่งสาครได้สังเกตเห็นว่า ช่องทำถนนได้เทยางมะตอยลงในช่องว่างระหว่างแผ่นคอนกรีต ดังภาพ



คำถาม : นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดช่างทำถนนจึงได้เทยางมะตอยลงในช่องว่างระหว่างแผ่นคอนกรีต

1. เพราะรองรับการขยายตัวของคอนกรีตในเวลากลางวัน
2. เพราะรองรับการขยายตัวของคอนกรีตในเวลากลางคืน
3. เพราะรองรับการเพิ่มขึ้นของคอนกรีตในเวลากลางวัน
4. เพราะรองรับการเพิ่มขึ้นของคอนกรีตในเวลากลางคืน

คำถามข้อที่ 10

เตาไมโครเวฟทำงานอย่างไร ?

ในเตาไมโครเวฟมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เรียกว่า แมกนีตรอน (magnetron) ใช้สำหรับผลิตคลื่นไมโครเวฟ คลื่นไมโครเวฟที่ผลิตออกมามีความถี่ 2,450 MHz ซึ่งจะปล่อยออกมาที่ช่องว่างภายในเตาที่มีผนังเป็นโลหะ คลื่นไมโครเวฟจะสะท้อนไปมาอยู่ภายในเตาและถูกดูดกลืนโดยอาหารหรือเครื่องดื่มที่เราใส่เข้าไป การดูดกลืนที่ไม่สม่ำเสมอจะทำให้บางตำแหน่งเกิดจุดร้อน (hot spots) ขึ้น

คลื่นไมโครเวฟที่ผ่านเข้าไปในอาหารหรือของเหลวจะทำให้โมเลกุลของน้ำเกิดการสั่น ทำให้เกิดการเสียดสีกันของโมเลกุล จึงเกิดความร้อนและทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เวลาที่ใช้ประกอบอาหารจึงสั้นกว่าการใช้เตาแบบธรรมดา ความร้อนจะเพิ่มขึ้นเร็วหรือช้าจะขึ้นกับปริมาณ ความชื้น รูปร่าง ปริมาตร และมวลของอาหารที่ใส่เข้าไป อาหารบางชนิดจะมีความร้อนเพิ่มขึ้นไม่สม่ำเสมอ ที่ผิวหน้าอาจจะเพียงอุ่นๆ ขณะที่ภายในใกล้ถึงจุดเดือด

คำถาม : หาก रखนจะอุ่นไ้ก่อย่างในไมโครเวฟ रखนควรปฏิบัติอย่างไร เพื่อให้รับประทานได้เร็วขึ้น

1. สับครึ่งตัว เพื่อลดพื้นที่ของภาชนะ
2. ใส่เข้าไปทั้งตัว เพื่อให้ความร้อนเกิดขึ้นเร็ว
3. สับเป็นชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อให้ความร้อนกระจายทั่วชิ้นไ้
4. อัดชิ้นไ้กลงไปในกล่องสำหรับอุ่นอาหารในไมโครเวฟโดยเฉพาะ

คำถามข้อที่ 11

พาราเซตามอล (Paracetamol)

พาราเซตามอล (Paracetamol) เป็นยาที่มีสรรพคุณในการลดไข้ แก้อาการปวดทุกชนิด เป็นยาที่มีฤทธิ์ไม่รุนแรง จึงมักมีเอาไว้ประจำบ้านหรือที่เรียกว่ายาสามัญประจำบ้าน ซึ่งพาราเซตามอลเป็นยาที่มีผลข้างเคียงในการใช้ไม่มาก แต่หากใช้เกินขนาดหรือใช้เป็นเวลานานก็จะมีผลต่อตับและไต ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการตับหรือไตวายเฉียบพลันจนอาจทำให้เสียชีวิตได้ ดังนั้นในการใช้ควรใช้เมื่อพบว่ามีอาการปวดหรือเป็นไข้เท่านั้น และไม่ควรใช้เกินวันละ 4 ครั้ง และควรหยุดใช้ทันทีเมื่อหายปวดหรือหายไข้แล้ว

คำถาม : หากนักเรียนตากฝนมา แล้วคุณแม่บอกให้นักเรียนทานยาพาราเซตามอล นักเรียนเห็นด้วยกับคุณแม่หรือไม่ เพราะเหตุใด

1. เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลมีสรรพคุณในการลดไข้
2. เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลเป็นยาที่มีผลข้างเคียงในการใช้ไม่มาก
3. ไม่เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลเป็นยาที่มีฤทธิ์ไม่รุนแรงพอต่อการลดไข้
4. ไม่เห็นด้วย เนื่องจากยาพาราเซตามอลใช้เฉพาะมีอาการปวดหรือเป็นไข้เท่านั้น

คำถามข้อที่ 12

เทอร์มอพลาสติก (Thermoplastic)

เทอร์มอพลาสติก เป็นพลาสติกที่อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อนแต่เมื่อเย็นลงจะแข็งตัว และเมื่อให้ความร้อนอีกก็จะอ่อนตัวได้อีกโดยที่คุณสมบัติของพลาสติกนั้นไม่เปลี่ยนแปลง หรือเป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งพลาสติกชนิดนี้เป็นพอลิเมอร์แบบเส้นหรือพอลิเมอร์แบบกิ่ง เช่น

5. พอลิเอทิลีน มีลักษณะเบา ทนทาน เหนียว ยืดหยุ่นได้ดี ฉีกขาดยาก ทนต่อกรดและเบส
6. พอลิโพรพิลีน มีลักษณะคล้ายกับพอลิเอทิลีน แต่แข็งและเหนียวกว่า ทนความร้อนได้ดีกว่า
7. พอลิสไตรีน มีลักษณะแข็งแต่เปราะ ไม่ทนต่อสารเคมี เบา มีทั้งใส ฝ้า และทึบ ผิวเรียบ ขรุขระ
8. พอลิไวนิลคลอไรด์ ทนความร้อนได้สูงกว่าพอลิเอทิลีน แข็งและเหนียว ทนต่อสารเคมี ย้อมสีติดง่าย หากเผาไฟจะเกิดควันมาก

คำถาม : นางมณี มีบุตรอายุประมาณ 8 เดือน ซึ่งเป็นวัยที่ฟันกำลังขึ้น หากเธอจะซื้อของเล่นให้ลูกของเล่นชิ้นนั้น ควรผลิตจากพอลิเมอร์ชนิดใด จึงจะปลอดภัยมากที่สุด

1. พอลิสไตรีน
2. พอลิเอทิลีน
3. พอลิโพรพิลีน
4. พอลิไวนิลคลอไรด์

คำถามข้อที่ 13

เส้นใย

เส้นใย จัดเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งประกอบไปด้วยมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีเป็นเส้นยาว โดยเส้นใยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. เส้นใยธรรมชาติ เป็นเส้นใยที่เกิดจากพืช สัตว์ หรือแร่ธาตุ
 - 1) เส้นใยจากพืช เป็นเส้นใยเซลลูโลสจากส่วนต่างๆของพืช เช่น เส้นใยที่หุ้มเมล็ดฝ้าย ฝ้าย ไยมะพร้าว เส้นใยจากเปลือกไม้ เช่น ลินิน เส้นใยจากใบ เช่น ปอ ผักตบชวา เป็นต้น
 - 2) เส้นใยจากสัตว์ เป็นเส้นใยที่เป็นสารประเภทโปรตีน เช่น เส้นใยจากรังไหม ขน แกะ เป็นต้น
 - 3) เส้นใยจากแร่ธาตุ เป็นเส้นใยที่ได้จากสินแร่ มีสมบัติในการทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีชนิดต่างๆ ไม่นำไฟฟ้า ทนต่อความร้อนสูงๆ
2. เส้นใยสังเคราะห์ เป็นเส้นใยที่ได้จากการนำเส้นใยธรรมชาติมาปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะสมต่อการใช้งาน เช่น เส้นใยเรยอน
3. เส้นใยสังเคราะห์ เป็นเส้นใยที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งมีสมบัติที่ทนต่อจุลินทรีย์ เชื้อรา แบคทีเรีย ทนต่อสารเคมี ซักง่าย และแห้งเร็ว เช่น ไนลอน โอรอน และโพรเทโทรอน เป็นต้น

คำถาม : หาก นายวริช ประกอบอาชีพเป็นนักดับเพลิงของสำนักงานเทศบาลแห่งหนึ่ง ต้องการที่จะหาซื้อชุดทำงานเพื่อใส่ไปดับเพลิงในสถานที่ต่างๆ นักเรียนจะแนะนำให้เขาซื้อชุดทำงานตามข้อใด

1. ชุดทำงานที่ผลิตด้วยเส้นใยจากพืช
2. ชุดทำงานที่ผลิตด้วยเส้นใยเรยอน
3. ชุดทำงานที่ผลิตด้วยเส้นใยจากแร่ธาตุ
4. ชุดทำงานที่ผลิตด้วยเส้นใยโพรเทโทรอน

คำถามข้อที่ 14

อุตสาหกรรมเซรามิกส์

“อุตสาหกรรมเซรามิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ และเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆอีกหลายประเภท โดยมีกรรมวิธีในการผลิตหลายขั้นตอน สำหรับผลิตภัณฑ์เซรามิกส์บางชนิดที่ผ่านการเผาดิบแล้วสามารถนำไปใช้งานได้เลย เช่น กระจกตันไม้ อิฐ ไส้กรองน้ำ แต่เซรามิกส์ส่วนใหญ่หลังจากเผาดิบแล้วจะนำมาเคลือบผิวด้วยน้ำเคลือบซึ่งเป็นสารผสมของ ซิลิเกตกับสารช่วยหลอมเหลวและสารเพิ่มคุณภาพอื่นๆ แล้วให้ความร้อนเรียกว่า การเผาเคลือบ (Glaze firing) เพื่อทำให้น้ำเคลือบที่ชุบบนผลิตภัณฑ์หลอมละลายรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อดิน ซึ่งเมื่อเย็นลงจะมีลักษณะเหมือนแก้วบางๆอยู่บนพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวลักษณะมัน แวววาว คงทนต่อการขีดข่วน ซึ่งสารผสมในน้ำเคลือบสามารถแบ่งตามสมบัติทางเคมีได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มของสารที่ช่วยลดอุณหภูมิของการหลอมละลายของน้ำเคลือบ เช่น ออกไซด์ของโลหะอัลคาไล และโลหะอัลคาไลน์เอิร์ท รวมทั้งออกไซด์ของตะกั่ว ออกไซด์ของสังกะสี เป็นต้น กลุ่มที่ 2 กลุ่มของสารที่มีสมบัติทนไฟและให้สี และกลุ่มที่ 3 กลุ่มของสารที่ช่วยให้ทึบแสง”

คำถาม : สารในข้อใด แสดงคุณสมบัติทางเคมีของสารผสมในน้ำเคลือบกลุ่มที่ 1 ได้ถูกต้องทั้งหมด

- | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|--------------|----------------------------|---------------|----------------------|
| 1. Li_2O | Na_2O | MgO | 2. Fe_2O_3 | BeO | PbO |
| 3. Al_2O_3 | ZnO | CaO | 4. PbO | NO_2 | H_2O |

คำถามข้อที่ 15

ในงานชิ้นบ้านใหม่ของนายขจร ได้นิมนต์พระมาทั้งสิ้น 9 รูป และในระหว่างที่พิธีสงฆ์นั้น ขจรได้สังเกตเห็นว่า พระสงฆ์รูปที่ 1 ได้ทำการหยคน้ำตาเทียน เพื่อทำน้ำมนต์มาประพรมให้กับผู้ร่วมงาน

คำถาม : ขจรเห็นการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาเทียน แล้วสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นนี้ได้อย่างไร

ตัวเลือก	การเปลี่ยนแปลงของน้ำตาเทียน	
	องค์ประกอบทางเคมี	ทิศทางการถ่ายเทพลังงาน
1	ทางกายภาพ	ดูดความร้อน
2	ทางกายภาพ	คายความร้อน
3	ทางเคมี	ดูดความร้อน
4	ทางเคมี	คายความร้อน

คำถามข้อที่ 16

ป่าติ่มวางแผนจะเปิดร้านขายถ้วยเตี้ยว จึงได้ทำการจัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆที่จะใช้ในการประกอบอาชีพของตน จนกระทั่งป่าติ่มจะต้องเลือกซื้อภาชนะใส่เครื่องปรุงจำพวกน้ำส้มปรุงรส

คำถาม : นักเรียนคิดว่าป่าติ่มควรเลือกใช้ภาชนะที่ผลิตด้วยวัสดุชนิดใด เพื่อให้ปลอดภัยกับผู้บริโภคมากที่สุด

1. หิน
2. โลหะ
3. พลาสติก
4. กระจก

คำถามข้อที่ 17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
คุณสมบัติยาลดกรดชนิดต่างๆ

ยาลดกรดที่มีในท้องตลาดมีหลากหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเด่นและด้อยแตกต่างกันออกไป ดังนี้

1. ยาที่มีส่วนผสมของสารประกอบอลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (aluminium hydroxide, $\text{Al}(\text{OH})_3$)
2. ยาที่มีส่วนผสมของสารประกอบแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ (magnesium hydroxide, $\text{Mg}(\text{OH})_2$)
แมกนีเซียมไตรซิลิเกต (magnesium trisilicate) หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต (magnesium carbonate, MgCO_3)

ยาสองชนิดนี้มักใช้เป็นสูตรผสมคู่กัน โดยจัดเป็นยาลดกรดที่ดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้น้อย ออกฤทธิ์เฉพาะที่กระเพาะอาหารจึงไม่รบกวนสมดุลกรด-ด่างในร่างกาย โดยอลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ทำให้เกิดอาการท้องผูกได้ และแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์มีผลทำให้เกิดอาการท้องเสียได้ ดังนั้นเมื่อใช้เป็นสูตรผสมรับประทานร่วมกันจึงมีผลต่อระบบขับถ่ายน้อย

3. ยาที่มีส่วนผสมของสารประกอบโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate, NaHCO_3)

โซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นยาลดกรดชนิดออกฤทธิ์เร็ว แต่มีฤทธิ์ในการรักษาสั้น การใช้ยานี้สิ่งที่ต้องระมัดระวัง คือ คุณสมบัติของยาที่สามารถดูดซึมผ่านกระเพาะอาหารเข้าสู่กระแสเลือดได้จึงอาจทำให้เลือดและปัสสาวะเกิดสภาวะเป็นด่างมากกว่าปกติ รวมไปถึงการมีโซเดียมมากเกิดในกระแสเลือดได้ จึงเหมาะที่จะใช้ในการบรรเทาอาการกรดเกินหรือการระคายเคืองทางเดินอาหารเมื่ออาการกำเริบ แต่ไม่เหมาะสำหรับการใช้เป็นประจำเพื่อควบคุมภาวะความเป็นกรด นอกจากยานี้จะใช้ในการลดกรดในทางเดินอาหารแล้ว ยังอาจพบการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตในการควบคุมสภาวะความเป็นกรดในเลือดในผู้ป่วยโรคไตอีกด้วย

4. ยาที่มีส่วนผสมของสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate, CaCO_3)

แคลเซียมคาร์บอเนตให้ฤทธิ์ในการรักษาและออกฤทธิ์ได้เร็วกว่าระดับปานกลาง ยานี้อาจมีผลทำให้ท้องผูกได้

คำถาม : หากนักเรียนเกิดอาการกรดเกินหรือการระคายเคืองทางเดินอาหารอย่างฉับพลัน นักเรียนควรเลือกรับประทานยาลดกรดที่มีส่วนผสมของสารประกอบชนิดใด เพื่อบรรเทาอาการนี้

1. อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (aluminium hydroxide, AlOH_3)
2. แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ (magnesium hydroxide, MgOH_2)
3. โซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate, NaHCO_3)
4. แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate, CaCO_3)

พิจารณาบทความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 18-19

ถ่านไฟฉาย ชนิดธรรมดา

ถ่านไฟฉายธรรมดา เป็นหน้าที่เป็นแคโทดคือ สารแมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide) โดยผสมร่วมกับผงถ่าน ส่วนแอโนดคือ กระจกสังกะสี (zinc) ตัวประกอบนอกจากจะทำหน้าที่เป็นแอโนดแล้วยังใช้บรรจุสารแคโทดด้วย โดยมีชั้นของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride) และซิงค์คลอไรด์ (zinc chloride) ทำหน้าที่เป็นสารอิเล็กโทรไลต์กั้นระหว่างชั้นแคโทดและชั้นแอโนด

ปฏิกิริยาเคมีของถ่านไฟฉายจะเกิดต่อเนื่องไปจนกระทั่งสารแมงกานีสไดออกไซด์ทำปฏิกิริยาจนหมด หมายความว่าถ่านไฟฉายหมดไฟแล้ว ซึ่งเซลล์ไฟฟ้าชนิดเซลล์ปฐมภูมิ (primary cell) ซึ่งเป็นถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่ชนิดใช้แล้วทิ้งไม่สามารถอัดประจุไฟซ้ำได้ ประกอบด้วย แท่งคาร์บอนหรือแท่งถ่านทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากแคโทด ซึ่งสารที่ทำให้ผู้ใช้ควรทำการถอดถ่านออกจากตัวอุปกรณ์ไฟฟ้า เพราะสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ยังอยู่ในถ่านไฟฉายมีฤทธิ์เป็นกรด ดังนั้นสารจะเกิดปฏิกิริยาเคมีกับกระจกสังกะสีต่อได้ ทำให้สารเคมีภายในรั่วออกมาสร้างความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้าได้

จุดเด่นของถ่านไฟฉายธรรมดาคือ ราคาถูกและมีหลายขนาดให้เลือกใช้ แต่จุดด้อยคือ ถ่านไฟฉายชนิดนี้ให้พลังงานได้น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับถ่านชนิดอื่น นอกจากนี้หากเก็บในสถานที่ที่มีอุณหภูมิที่ร้อน หรือเย็นเกินไปจะมีผลทำให้ ประสิทธิภาพของถ่านลดลง

คำถามข้อที่ 18

คำถาม : ตัวแปรที่ส่งผลต่อการทำงานของถ่านไฟฉายคือสารใด

1. สังกะสี
2. ซิงค์คลอไรด์
3. แมงกานีสไดออกไซด์
4. แอมโมเนียมคลอไรด์

คำถามข้อที่ 19

คำถาม : ฐาปกรณนำถ่านไฟฉายไปใส่ในรีโมตทีวี จนถ่านหมดแต่ไม่นำออกจากรางใส่ถ่าน เมื่อเวลาผ่านไป

พบว่า สปริงที่บริเวณรางถ่านเกิดสนิมขึ้น นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดจึงเกิดเหตุการณ์เช่นนี้

5. ใช้สังกะสีที่ไม่ได้มาตรฐานมาผลิตถ่านไฟฉาย
6. วัสดุที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าใช้งานได้ชั่วคราว
7. สารละลายที่กั้นระหว่างชั้นแคโทดและชั้นแอโนดไม่ได้มาตรฐาน
8. ยังมีสารละลายอยู่ในถ่านไฟฉายเกิดปฏิกิริยาเคมีกับสังกะสี

พิจารณาบทความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 20-21

ปรากฏการณ์เรือนกระจก

"ปรากฏการณ์เรือนกระจก" (greenhouse effect) คือปรากฏการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจาก พลังงานแสงอาทิตย์ ในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรดที่สะท้อนกลับถูกดูดกลืนโดยโมเลกุลของ ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) สารซีเอฟซี (CFCs) และ ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ในบรรยากาศทำให้โมเลกุลเหล่านี้มีพลังงานสูงขึ้นมีการถ่ายเทพลังงานซึ่งกันและกันทำให้อุณหภูมิในชั้นบรรยากาศสูงขึ้นการถ่ายเทพลังงานและความยาวคลื่นของโมเลกุลเหล่านี้ผู้ต่อกันไป ในบรรยากาศทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นการเคลื่อนไหว ตลอดเวลาและมาชนถูกผิวหนังของเรา ทำให้เรารู้สึกร้อน

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นแก๊สที่สะสมพลังงานความร้อนในบรรยากาศโลกไว้มากที่สุดและมีผลทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นมากที่สุด ในบรรดาแก๊สเรือนกระจกชนิดอื่นๆ CO_2 ส่วนมากเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การผลิตซีเมนต์ การเผาไม้ทำลายป่า เป็นต้น

แก๊สที่มีบทบาทในการทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น

1. แก๊สมีเทน (CH_4) เป็นแก๊สที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากมูลสัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย การเผาไหม้เชื้อเพลิง ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ

2. แก๊สไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ การใช้ปุ๋ย มูลสัตว์ที่ย่อยสลาย การสันดาปน้ำมันเชื้อเพลิงจากอุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในขบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมพลาสติกบางชนิด อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไนลอน
3. คลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon- CFCs) เป็นสารสังเคราะห์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม ประกอบด้วย คาร์บอน (C) คลอรีน (Cl) และฟลูออรีน (F) ซึ่งเป็นสารที่ทำลายชั้นบรรยากาศโอโซนเป็นสาเหตุ ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น รังสีเหนือม่วงชนิด B หรือ Ultraviolet B ส่งมายังผิวโลกมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น เครื่องทำความเย็นในตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ โฟม กระจ่างสปเรย์ สารดับเพลิง สารชะล้างในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ในปัจจุบันมีการตระหนักถึงความสำคัญของชั้นโอโซนมากขึ้นและพบว่าสาเหตุหลักของปัญหาชั้นโอโซนถูกทำลายนั้นมาจากสารกลุ่ม CFCs เป็นหลัก นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับสารเคมีในกลุ่มฮาโลคาร์บอนซึ่งประกอบด้วยอะตอมของคลอรีน ฟลูออรีน โบรมีน คาร์บอน และไฮโดรเจน จากการสำรวจโอโซนที่บริเวณขั้วโลกใต้ ในปี พ.ศ. 2528 พบหลุมโอโซนที่ขั้วโลกใต้ (Antarctic ozone hole) ซึ่งการถูกทำลายนี้จะเกี่ยวข้องกับสารคลอรีนเสมอ ทำให้ประเทศในกลุ่มซีกโลกตะวันตกและองค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติมีมาตรการดำเนินการเพื่อป้องกันและมีข้อกำหนดต่างๆขึ้น

http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ecology/chapter2/chapter2_airpollution13.htm

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำถามข้อที่ 20

คำถาม : นักเรียนคิดว่ากิจกรรมใดในชีวิตประจำวันที่สามารถทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้น้อยที่สุด

1. สมรักษ์เปิดโรงงานพ่นสีโครงเหล็กโดยใช้สีกระจ่างสปเรย์
2. สมหมายเปิดฟาร์มเลี้ยงหมูไว้ประมาณ 70 ตัว
3. สมชายเปิดกิจการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์
4. สมจิตรเปิดร้านผลิตเส้นใยผลิตผ้าไนลอน

คำถามข้อที่ 21

คำถาม : จากบทความนี้ นักเรียนคิดว่าข้อมูลใด น่าเชื่อถือมากที่สุด

1. โมเลกุลซึ่งดูดกลืนพลังงานแสงในความยาวคลื่นช่วงอินฟราเรดจะได้รับพลังงานที่สูงขึ้น
2. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สที่กระทบต่อปรากฏการณ์เรือนกระจกเพียงเล็กน้อย
3. หลุมโอโซนที่ขั้วโลกใต้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจก
4. อุตสาหกรรมการเกษตรเป็นสาเหตุหลักในการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

คำถามข้อที่ 22

พิจารณาบทสนทนาต่อไปนี้

ณ โรงเรียนแห่งหนึ่ง พิกุลและพิสิษฐ์ กำลังนั่งบทสนทนาบทเรียนวิชาเคมี

พิกุล : พิสิษฐ์ เธอว่า วิชาเคมี มันจำเป็นอย่างไรกับชีวิตพวกเรา

พิสิษฐ์ : จำเป็นมากเลยนะพิกุล เพราะสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวเรา ก็ล้วนแต่ใช้ความรู้ทางเคมีมาประยุกต์จนทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ได้นะ

พิกุล : แต่ฉันว่าความรู้ทางเคมี เป็นอะไรที่เข้ายาก จนบางครั้งทำให้ฉันเบื่อก่อนที่จะเรียนเสียด้วยซ้ำ

พิสิษฐ์ :

คำถาม : หากนักเรียนเป็นพิสิษฐ์ นักเรียนจะตอบพิกุลว่าอย่างไรจึงจะดีที่สุด

1. เธอพูดอย่างนั้น ก็ถูกของเธอ
2. เธอก็น่าจะรู้ว่านี่เป็นธรรมชาติของวิชาเคมี
3. เธอไม่ยอมเปิดใจ อะไรๆก็ยากไปเสียหมด
4. เธอต้องรู้สึกสนุกไปกับมัน จึงจะง่ายต่อการเข้าใจในเนื้อหา

คำถามข้อที่ 23

พิจารณาบทสนทนาต่อไปนี้

ในขณะที่ ธาราและวารี กำลังทำงานในวิชาเคมี

ธารา : วารี ฉันรู้สึกว่ วิชาเคมี เป็นอะไรที่ สนุก มากๆเลย

วารี : ทำไมเธอคิดแบบนั้นหละ

ธารา : ฉันว่าเคมี สามารถอธิบาย สิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อย่างดีเลย เช่น การที่เรา นำอาหารไว้ในตู้เย็น เพื่อทำให้อาหารเสียช้าลง แล้วเธอคิดว่าอย่างไร

วารี :

คำถาม : หากนักเรียนเป็นวารี นักเรียนจะตอบธาราว่าอย่างไร

1. ฉันคิดว่า เคมี เป็นสิ่งที่อันตราย อย่างเช่น การนำความร้อนไปจุดระเบิดประทัด
2. ฉันคิดว่า เคมี เป็นสิ่งที่น่าค้นหา อย่างเช่น ทำไมพลูที่จุดในงานวัดมันจึงเกิดขึ้นหลายสี
3. ฉันคิดว่า เคมี เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดมลพิษ อย่างเช่น การที่รถยนต์พ่นแก๊ส คาร์บอนมอนอกไซด์ออกมา
4. ฉันคิดว่า เคมี เป็นสิ่งที่ซับซ้อน อย่างเช่น เกลือที่เป็นของแข็งจะไม่นำไฟฟ้า แต่พอไป ละลายน้ำเกิดการนำไฟฟ้า

คำถามข้อที่ 24

เลเซอร์

คำว่า เลเซอร์ (laser) มาจากคำว่า light amplification by stimulated emission of radiation (การขยายความเข้มของแสงโดยการปล่อยรังสีที่ถูกกระตุ้นออกมา) เครื่องยิงเลเซอร์เป็นหลอดแก้วที่ภายในบรรจุอะตอม (เป็นได้ตั้งแต่แก๊สเฉื่อยจนถึงแท่งทังทิม) แล้วจะกระตุ้นอะตอมเหล่านี้ ทำให้อิเล็กตรอนโดดขึ้นไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงขึ้น และเมื่ออิเล็กตรอนตกกลับมายังระดับพลังงานเดิม จะคายพลังงานออกมาในรูปของรังสี และรังสีนี้จะถูกสะท้อนขึ้นลงอยู่ภายในหลอดด้วยกระจกเงา ก่อให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ ทำให้รังสีมีพลังงานสูงขึ้น แล้วกระจกเงาด้านหนึ่งจะค่อนข้างโปร่งใส ทำให้ปล่อยรังสีออกมาได้

(Lawrie Ryan)

คำถาม : เมื่อวิจิตอ่านบทความนี้แล้ว สนใจศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับ “เลเซอร์แสงสีเขียว”
วิจิตควร

ปฏิบัติอย่างไร จึงจะได้รายละเอียดมากที่สุด

1. สืบค้นจากตำราเรียนในมหาวิทยาลัย
2. ขวนเพื่อนพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้
3. ถามครูผู้สอนเพราะครูก็สามารถตอบได้ทุกอย่าง
4. เข้าห้องสมุดอ่านหนังสือวิทยาศาสตร์ฉบับการ์ตูน

พิจารณาบทความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามข้อที่ 25

แนวหน้า	Section: สดสีปาดฟ้า-			
	วันที่: อาทิตย์ 30 พฤศจิกายน 2557			
New No	ปีที่: 35	ฉบับที่: 12280	หน้า: 17 (บนขวา)	
Circulation: 600,000	Col.Inch: 17.01	Ad Value: 12,757.50	PRValue (x3): 38,272.50	
Ad Rate: 750	คอลัมน์: Health News: บุหรี่ไฟฟ้าก่อนจะเร็งกว่าบุหรี่ธรรมดา 10 เท่า			



Health News

บุหรี่ไฟฟ้า ก่อนจะเร็งกว่าบุหรี่ธรรมดา 10 เท่า

คณะนักวิจัยญี่ปุ่น ที่ได้รับมอบหมายจากกระทรวงสาธารณสุขญี่ปุ่น ศึกษาไอจากบุหรี่ไฟฟ้าเพื่อหาสารก่อมะเร็ง เป็นไอที่เกิดจากการให้ความร้อนกับของเหลวซึ่งส่วนใหญ่ผลมันโคโคตินแล้วกลายเป็นไอเพื่อสูดเหมือนการสูบบุหรี่ธรรมดาแต่ไม่มีควัน นักวิจัยพบสารก่อมะเร็งอย่างฟอร์มาลดีไฮด์และอะเซทัลดีไฮด์ในไอจากของเหลวหลากหลายชนิดที่ใช้กับบุหรี่ไฟฟ้า โดยเฉพาะฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีมากกว่าบุหรี่ธรรมดาถึง 10 เท่า เป็นการวิจัยที่สร้างความสั่นสะเทือนล่าสุดให้แก่บุหรี่ไฟฟ้าที่เคยกล่าวอ้างกันว่าเป็นอันตรายน้อยกว่าบุหรี่ธรรมดา ญี่ปุ่นไม่มีระเบียบควบคุมบุหรี่ไฟฟ้าและสามารถซื้อหาได้จากอินเทอร์เน็ต แต่ยังไม่มีการจำหน่ายตามร้านค้า ก่อนหน้านี้องค์การอนามัยโลกเรียกร้องเมื่อเดือนสิงหาคมให้รัฐบาลประเทศต่างๆ ห้ามการจำหน่ายบุหรี่ไฟฟ้าแก่เยาวชนเนื่องจากเป็นอันตรายร้ายแรงต่อเยาวชนและทารกในครรภ์ พร้อมกับแนะนำให้ห้ามการสูบบุหรี่ไฟฟ้าในสาธารณะที่เป็นที่ปิดด้วย

รหัสข่าว: C-141130005116 (30 พ.ย. 57/07:57)

หน้า: 1/1

iQNewsAlert

บริษัท อินเทอร์เน็ต จำกัด (มหาชน) เลขที่ 17 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งปรุ เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10330
Tel. 0-2263-5000, 0-2651-4700 เว็บไซต์: 0-2263-5001, 0-2651-4701 E-mail: help@iqnewsalert.net

คำถามข้อที่ 25

คำถาม : บุคคลใดที่แสดงถึงความสนใจในบทความนี้มากที่สุด

1. สุนิตย์สืบค้นถึงองค์ประกอบของบุหรี่ไฟฟ้า
2. สุวิทย์ไปสอบถามราคาบุหรี่ไฟฟ้ากับร้านค้าผู้จำหน่าย
3. สุชาติพยายามอธิบายข้อเสียของบุหรี่ไฟฟ้าให้กับเด็กในชุมชน
4. สุธีอ่านบทความอื่นเพิ่มเติมเพื่อให้ทราบถึงข้อเสียของบุหรี่ไฟฟ้ามากขึ้น

ชื่อ-สกุล..... เลขที่..... ชั้น

กระดาษคำตอบ

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ โดยเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ข้อ	1	2	3	4		ข้อ	1	2	3	4
1						14				
2						15				
3						16				
4						17				
5						18				
6						19				
7						20				
8						21				
9						22				
10						23				
11						24				
12						25				
13										

รายการอ้างอิง

- โชติกา ภาชีผล และคณะ. (2558). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- เดือนใจ เกตุษา. (2549). การสร้างแบบทดสอบ 1 : การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2526). การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพื้นฐาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.
- วรรณงาม มาระครอง. (2553). การส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้าน โนนม่วง จังหวัดขอนแก่น ในการเรียนรู้ เรื่อง ปรัชญาการมองโลกและเทคโนโลยีอวกาศ ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach). วิทยาศาสตร์ปริญาศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์บัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สุมาลี จันทร์ชลอ. (2542). การวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.
- สุเทพ สันติวรานนท์. (2533). การกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ. สงขลา: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุพัฒน์ สุขมลสันต์. (2539). ธนาคารข้อสอบและการทดสอบปรับเปลี่ยนด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ: วิทยาพัฒน์.
- สุวิมล ตีรกานันท์. (2554). สถิติและการวิจัยเบื้องต้นทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- สุวิมล ตีรกานันท์. (2556). เอกสารประกอบการสอน รายวิชา MR 443 ปัญหาการวัดและประเมินผล การศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการประเมินและการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. (2554). การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล. (2556). เอกสารประกอบการสอนและแบบฝึกปฏิบัติกร รายวิชา ศษ 451 การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อนันดา สันฐิติวณิชย์. (2556). การพัฒนาลักษณะเฉพาะของแบบสอบที่บูรณาการระหว่างตัวชี้วัดความสามารถด้านการอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการเขียนกับตัวชี้วัดการประเมินสาระการเรียนรู้: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแบบพหุ. (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

American Association for the Advancement of Science (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press

Aikenhead, G. S. (2011). Research into STS science education. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9(1).

Ausubel, D. P. (1977). The facilitation of meaningful verbal learning in the classroom 1. *Educational psychologist*, 12(2), 162-178.

Atkins P.W., (2005), Skeletal chemistry, *Education in Chemistry*, 42, 20, 25; see also: http://www.rsc.org/Education/EiC/issues/2005_Jan/skeletal.asp

Bond, D. (1989). In pursuit of chemical literacy: A place for chemical reactions. *J. Chem. Educ*, 66(2), 157.

BSCS (1993). *Developing biological literacy: A guide to developing secondary and post-secondary biology curricula*. Colorado Springs, CO: Biological Sciences Curriculum Study.

Bybee, J., & Thompson, S. (1997, September). Three frequency effects in syntax. In *Annual Meeting of the Berkeley Linguistics Society* (Vol. 23, No. 1, pp. 378-388).

Celik, S. (2014). Chemical literacy levels of science and mathematics teacher candidates. *Australian Journal of Teacher Education* (Online), 39(1), 1.

Cigdemoglu, C., & Geban, O. (2015). Improving students' chemical literacy levels on thermochemical and thermodynamics concepts through a context-based approach. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 302-317.

DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of research in science teaching*, 37(6), 582-601.

Florida. Department, o. E. (2012). FCAT 2.0 SCIENCE TEST Item Specification version 2 Grad 8. from www.fldoe.org/core/fileparse.php/5682/urlt/0077914-fl09g8sci.pdf

- Fives, H., & DiDonato-Barnes, N. (2013). Classroom test construction: The power of a table of specifications. *Practical Assessment, Research & Evaluation, 18*(3), 1-7.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). Towards a coherent model for macro, submicro and symbolic representations in chemical education. In *Multiple representations in chemical education* (pp. 333-350). Springer Netherlands.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Babin, B. J., & Black, W. C. (2010). *Multivariate data analysis: A global perspective* (Vol. 7). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Holman J., (2002), What does it mean to be chemically literate? *Education in Chemistry, 39*, 12-14
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science education, 84*(1), 71-94.
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2007). Pedagogical Content Knowledge: What Does it Mean to Science Teachers?. In *Contributions from science education research* (pp. 93-105). Springer Netherlands.
- NAHUM, T. L., Hofstein, A., MAMLOK-NAAMAN, R., & Ziva, B. D. (2004). CAN FINAL EXAMINATIONS AMPLIFY STUDENTS' MISCONCEPTIONS IN CHEMISTRY?. *Chemistry Education Research and Practice, 5*(3), 301-325.
- National Research council. (1996). *National science education standards*. National Academies Press.
- Missen, R. W., & Smith, W. R. (1989). A question of basic chemical literacy?. *J. Chem. Educ, 66*(3), 217.
- Oklahoma State Department of Education. (2010). Test and Item Specifications Social Studies Grade 5. From www.ok.gov/sde/sites/ok.gov.../OCCT_OK3-8_G5_ss_TIS_final_SDEv3.pdf
- Popham, W. J., & Husek, T. R. (1969). IMPLICATIONS OF CRITERION-REFERENCED MEASUREMENT1, 2. *Journal of Educational Measurement, 6*(1), 1-9.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2005). The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of 'chemical literacy'. *International Journal of Science Education, 27*(3), 323-344.

Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2006). Chemical literacy: What does this mean to scientists and school teachers?. *J. Chem. Educ*, 83(10), 1557.

Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2006). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(4), 203-225.

Yifrach, M. (1999). Definition of chemical literacy and assessment of its attainment in high school chemistry. *Unpublished master's thesis (in Hebrew)*. Weizmann Institute of Science, Rehovot.

Witte, D., & Beers, K. (2003). Testing of chemical literacy (Chemistry in Context in the Dutch National Examinations). *Chemical Education International*, 4(1), 1-15.



ภาคผนวก ง

ผลวิเคราะห์อำนาจจำแนกด้วยวิธีการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำของ
แบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนกด้วยวิธีการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ
ของแบบสอบการรู้เคมีฯ ของตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1

ข้อที่	ค่าเฉลี่ย กลุ่มสูง	ค่าเฉลี่ย กลุ่มต่ำ	ค่า sig	การแปลผล
1	.94	.75	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
2	.94	.75	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
3	.65	.69	.018	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
4	.35	.31	.018	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
5	.18	.19	.024	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
6	.50	.31	.025	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
7	.65	.31	.038	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
8	.41	.38	.041	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
9	.68	.69	.048	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
10	.94	.81	.006	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
11	.59	.44	.015	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
12	.82	.50	.002	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
13	.88	.69	.003	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
14	.35	.13	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
15	.41	.19	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
16	.68	.44	.017	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
17	.59	.44	.050	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
18	.56	.25	.006	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
19	.85	.38	.002	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
20	.65	.38	.034	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
21	.65	.31	.008	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
22	.79	.75	.005	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
23	.62	.25	.047	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
24	.88	.44	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
25	.65	.38	.034	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้

ผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนกด้วยวิธีการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ
ของแบบสอบการรู้เคมีฯ ของตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2

ข้อที่	ค่าเฉลี่ย กลุ่มสูง	ค่าเฉลี่ย กลุ่มต่ำ	ค่า sig	การแปลผล
1	.94	.70	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
2	.78	.49	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
3	.59	.35	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
4	.67	.35	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
5	.34	.23	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
6	.58	.29	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
7	.39	.26	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
8	.78	.26	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
9	.90	.64	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
10	.95	.65	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
11	.93	.52	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
12	.80	.47	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
13	.86	.53	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
14	.75	.33	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
15	.67	.32	0.029	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
16	.91	.54	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
17	.98	.52	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
18	.88	.43	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
19	.98	.39	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
20	.81	.30	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
21	.85	.30	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
22	.98	.56	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
23	.65	.37	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
24	.93	.51	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้
25	.72	.34	.000	ข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้

ภาคผนวก จ
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองของโมเดลการวัดการรู้เคมี
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

DATE: 11/18/2017

TIME: 14:38

L I S R E L 9.30 (STUDENT)

BY

Karl G. Jöreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

<http://www.ssicentral.com>

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2017

Use of this program is subject to the terms specified in the
Universal Copyright Convention.

The following lines were read from file D:\...thesis\แก้ไขหลังอบรม มศว\วิเคราะห์ข้อมูล\SYNTAX1.spl:

DA NI=9 NO=600 MA=KM

CM SY

1

0.295 1

0.175 0.169 1

0.140 0.281 0.123 1

0.165 0.319 0.192 0.241 1

0.186 0.242 0.211 0.166 0.282 1

0.109 0.180 0.118 0.103 0.155 0.287 1

0.100 0.157 0.146 0.083 0.133 0.173 0.153 1

0.100 0.186 0.159 0.066 0.187 0.180 0.160 0.190 1

SD

1.46198 3.98540 2.77765 2.93947 2.71312 4.38441 4.59563 3.98624 4.25457

ME

3.4432 12.5227 5.8403 4.3264 6.2778 8.9167 7.0625 8.3438 8.1667

LA

CT1 CT2 CX1 CX2 CX3 HL1 HL2 AT1 AT2

MO NY=9 NE=4 NK=1 LY=FU,FI PH=SY,FR PS=SY TE=SY

LK

CHEMLIT

LE

CT CX HL AT
 FR GA(1,1) GA(2,1) GA(3,1) GA(4,1)
 fr ps 2 1
 FR LY(1,1) LY(4,2) LY(3,2) LY(7,3) LY(8,4)
 FR TE(1,1) TE(2,2) TE(3,3) TE(4,4) TE(5,5) TE(6,6) TE(7,7) TE(8,8) TE(9,9)
 VA 1 LY(2,1) LY(5,2) LY(6,3) LY(9,4)
 PATH DIAGRAM
 OU ME=ML ND=3 SC RS MI
 DA NI=9 NO=600 MA=KM

Number of Input Variables 9
 Number of Y - Variables 9
 Number of X - Variables 0
 Number of ETA - Variables 4
 Number of KSI - Variables 1
 Number of Observations 600

DA NI=9 NO=600 MA=KM

Covariance Matrix

	CT1	CT2	CX1	CX2	CX3	HL1
CT1	1.000					
CT2	0.295	1.000				
CX1	0.175	0.169	1.000			
CX2	0.140	0.281	0.123	1.000		
CX3	0.165	0.319	0.192	0.241	1.000	
HL1	0.186	0.242	0.211	0.166	0.282	1.000
HL2	0.109	0.180	0.118	0.103	0.155	0.287
AT1	0.100	0.157	0.146	0.083	0.133	0.173
AT2	0.100	0.186	0.159	0.066	0.187	0.180

Covariance Matrix

	HL2	AT1	AT2
HL2	1.000		
AT1	0.153	1.000	
AT2	0.160	0.190	1.000

Total Variance = 9.000 Generalized Variance = 0.446
 Largest Eigenvalue = 2.440 Smallest Eigenvalue = 0.614
 Condition Number = 1.993
 DA NI=9 NO=600 MA=KM

Parameter Specifications

LAMBDA-Y

	CT	CX	HL	AT
CT1	1	0	0	0
CT2	0	0	0	0
CX1	0	2	0	0
CX2	0	3	0	0
CX3	0	0	0	0
HL1	0	0	0	0
HL2	0	0	4	0
AT1	0	0	0	5
AT2	0	0	0	0

GAMMA

CHEMLIT

CT	6
CX	7
HL	8
AT	9

PSI

	CT	CX	HL	AT
CT	10			
CX	11	12		
HL	0	0	13	
AT	0	0	0	14

THETA-EPS

CT1	CT2	CX1	CX2	CX3	HL1
15	16	17	18	19	20

THETA-EPS

HL2	AT1	AT2
21	22	23

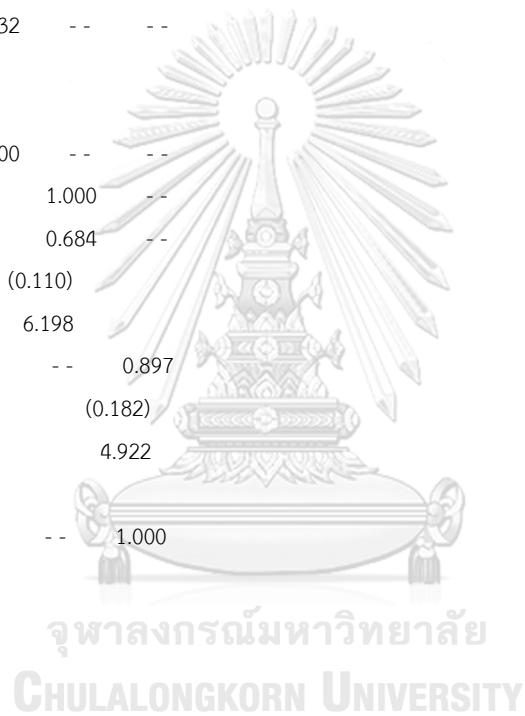
DA NI=9 NO=600 MA=KM

Number of Iterations = 21

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

LAMBDA-Y				
	CT	CX	HL	AT
CT1	0.621 (0.097) 6.417	--	--	--
CT2	1.000	--	--	--
CX1	--	0.671 (0.106) 6.327	--	--
CX2	--	0.732 (0.109) 6.736	--	--
CX3	--	1.000	--	--
HL1	--	--	1.000	--
HL2	--	--	0.684 (0.110) 6.198	--
AT1	--	--	--	0.897 (0.182) 4.922
AT2	--	--	--	1.000

GAMMA	
CHEMLIT	
CT	0.474 (0.061) 7.777
CX	0.474 (0.058) 8.116
HL	0.549 (0.060) 9.117
AT	0.364 (0.054) 6.788



Covariance Matrix of ETA and KSI

	CT	CX	HL	AT	CHEMLIT
CT	0.475				
CX	0.319	0.300			
HL	0.260	0.260	0.420		
AT	0.172	0.172	0.199	0.212	
CHEMLIT	0.474	0.474	0.549	0.364	1.000


PHI

CHEMLIT

1.000

PSI

	CT	CX	HL	AT
CT	0.250 (0.084) 2.978			
CX	0.094 (0.044) 2.155	0.075 (0.053) 1.415		
HL	--	--	0.119 (0.075) 1.580	
AT	--	--	--	0.080 (0.049) 1.629



วิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Squared Multiple Correlations for Structural Equations

CT	CX	HL	AT
0.473	0.749	0.717	0.624

THETA-EPS

CT1	CT2	CX1	CX2	CX3	HL1
0.817	0.525	0.865	0.839	0.700	0.580
(0.055)	(0.078)	(0.055)	(0.055)	(0.058)	(0.076)
14.903	6.692	15.763	15.370	12.168	7.645

THETA-EPS

HL2	AT1	AT2
0.804	0.830	0.788
(0.056)	(0.063)	(0.068)
14.280	13.191	11.581

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

CT1	CT2	CX1	CX2	CX3	HL1
0.183	0.475	0.135	0.161	0.300	0.420

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

HL2	AT1	AT2
0.196	0.170	0.212

Log-likelihood Values

Estimated Model	Saturated Model
-----------------	-----------------

Number of free parameters(t)	23	45
-2ln(L)	4936.376	4915.721
AIC (Akaike, 1974)*	4982.376	5005.721
BIC (Schwarz, 1978)*	5083.505	5203.583

*LISREL uses $AIC = 2t - 2\ln(L)$ and $BIC = t\ln(N) - 2\ln(L)$

Goodness-of-Fit Statistics

Degrees of Freedom for (C1)-(C2)	22
Maximum Likelihood Ratio Chi-Square (C1)	20.654 (P = 0.5422)
Browne's (1984) ADF Chi-Square (C2_NT)	20.790 (P = 0.5337)
Estimated Non-centrality Parameter (NCP)	0.0
90 Percent Confidence Interval for NCP	(0.0 ; 13.292)
Minimum Fit Function Value	0.0344
Population Discrepancy Function Value (F0)	0.0

90 Percent Confidence Interval for F0 (0.0 ; 0.0222)
 Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) 0.0
 90 Percent Confidence Interval for RMSEA (0.0 ; 0.0317)
 P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) 0.999

Expected Cross-Validation Index (ECVI) 0.113
 90 Percent Confidence Interval for ECVI (0.113 ; 0.135)
 ECVI for Saturated Model 0.150
 ECVI for Independence Model 0.837

Chi-Square for Independence Model (36 df) 484.279

Normed Fit Index (NFI) 0.957
 Non-Normed Fit Index (NNFI) 1.005
 Parsimony Normed Fit Index (PNFI) 0.585
 Comparative Fit Index (CFI) 1.000
 Incremental Fit Index (IFI) 1.003
 Relative Fit Index (RFI) 0.930

Critical N (CN) 1169.436

Root Mean Square Residual (RMR) 0.0231
 Standardized RMR 0.0231
 Goodness of Fit Index (GFI) 0.992
 Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) 0.984
 Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) 0.485

DA NI=9 NO=600 MA=KM

Fitted Covariance Matrix

	CT1	CT2	CX1	CX2	CX3	HL1
CT1	1.000					
CT2	0.295	1.000				
CX1	0.133	0.214	1.000			
CX2	0.145	0.233	0.147	1.000		
CX3	0.198	0.319	0.201	0.219	1.000	
HL1	0.162	0.260	0.175	0.190	0.260	1.000
HL2	0.110	0.178	0.119	0.130	0.178	0.287
AT1	0.096	0.155	0.104	0.113	0.155	0.179
AT2	0.107	0.172	0.116	0.126	0.172	0.199

Fitted Covariance Matrix

	HL2	AT1	AT2
HL2	1.000		
AT1	0.122	1.000	
AT2	0.136	0.190	1.000

Fitted Residuals

	CT1	CT2	CX1	CX2	CX3	HL1
CT1	0.000					
CT2	0.000	0.000				
CX1	0.042	-0.045	0.000			
CX2	-0.005	0.048	-0.024	0.000		
CX3	-0.033	0.000	-0.009	0.022	0.000	
HL1	0.024	-0.018	0.036	-0.024	0.022	0.000
HL2	-0.001	0.002	-0.001	-0.027	-0.023	0.000
AT1	0.004	0.002	0.042	-0.030	-0.022	-0.006
AT2	-0.007	0.014	0.043	-0.060	0.015	-0.019

Fitted Residuals

	HL2	AT1	AT2
HL2	0.000		
AT1	0.031	0.000	
AT2	0.024	0.000	0.000

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -0.060

Median Fitted Residual = 0.000

Largest Fitted Residual = 0.048

Stemleaf Plot

```

- 6|0
- 4|5
- 2|3074432
- 0|9897651100000000000000
 0|22445
 2|224416
 4|2238

```

Standardized Residuals

	CT1	CT2	CX1	CX2	CX3	HL1
CT1	0.000					
CT2	0.000	0.000				
CX1	1.020	-1.075	0.000			
CX2	-0.119	1.568	-0.669	0.000		
CX3	-0.644	0.010	-0.202	0.547	0.000	
HL1	0.570	-0.417	0.890	-0.792	0.518	0.000
HL2	-0.037	0.050	-0.034	-0.659	-0.620	0.000
AT1	0.121	0.085	1.200	-0.936	-0.531	--
AT2	-0.169	0.371	0.927	-1.441	0.460	-0.459

Standardized Residuals

	HL2	AT1	AT2
HL2	0.000		
AT1	0.719	0.000	
AT2	0.524	0.000	0.000

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -1.441

Median Standardized Residual = 0.000

Largest Standardized Residual = 1.568

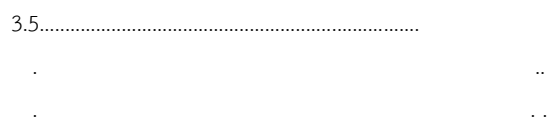
Stemleaf Plot

```

- 1|41
- 0|98776655
- 0|42210000000000000000
  0|114
  0|55556799
  1|02
  1|6
    
```

DA NI=9 NO=600 MA=KM

Qplot of Standardized Residuals



-3.5.....

-3.5

3.5

Standardized Residuals

DA NI=9 NO=600 MA=KM

Modification Indices and Expected Change

Modification Indices for LAMBDA-Y

	CT	CX	HL	AT
CT1	--	0.372	0.588	0.021
CT2	--	0.371	0.892	0.058
CX1	1.656	--	2.348	4.682
CX2	4.429	--	3.028	6.165
CX3	0.637	--	0.246	0.003
HL1	0.001	1.067	--	2.038
HL2	0.109	1.393	--	2.037
AT1	0.002	0.119	0.191	--
AT2	0.192	0.225	0.191	--

Expected Change for LAMBDA-Y

	CT	CX	HL	AT
CT1	--	1.386	0.142	0.040
CT2	--	-2.229	-0.250	0.084
CX1	-0.365	--	0.299	0.628
CX2	0.612	--	-0.346	-0.730
CX3	-0.284	--	0.116	0.017
HL1	-0.009	0.809	--	-0.939
HL2	-0.064	-0.645	--	0.642
AT1	-0.009	-0.172	0.180	--
AT2	0.086	0.262	-0.201	--

Standardized Expected Change for LAMBDA-Y

	CT	CX	HL	AT
CT1	--	0.759	0.092	0.018
CT2	--	-1.221	-0.162	0.039
CX1	-0.251	--	0.194	0.289
CX2	0.422	--	-0.224	-0.336

CX3	-0.196	--	0.075	0.008
HL1	-0.006	0.443	--	-0.432
HL2	-0.044	-0.353	--	0.295
AT1	-0.006	-0.094	0.117	--
AT2	0.060	0.144	-0.130	--

Completely Standardized Expected Change for LAMBDA-Y

	CT	CX	HL	AT
CT1	--	0.759	0.092	0.018
CT2	--	-1.221	-0.162	0.039
CX1	-0.251	--	0.194	0.289
CX2	0.422	--	-0.224	-0.336
CX3	-0.196	--	0.075	0.008
HL1	-0.006	0.443	--	-0.432
HL2	-0.044	-0.353	--	0.295
AT1	-0.006	-0.094	0.117	--
AT2	0.060	0.144	-0.130	--

No Non-Zero Modification Indices for GAMMA

No Non-Zero Modification Indices for PHI

Modification Indices for PSI

	CT	CX	HL	AT
CT	--			
CX	--	--		
HL	0.197	0.197	--	
AT	0.197	0.197	--	--

Expected Change for PSI

	CT	CX	HL	AT
CT	--			
CX	--	--		
HL	-0.023	0.023	--	
AT	0.015	-0.015	--	--

Standardized Expected Change for PSI

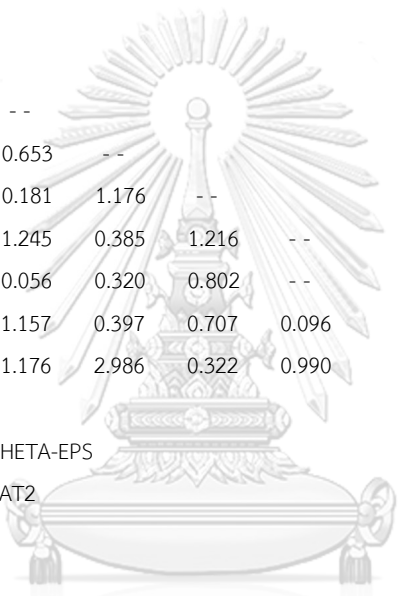
	CT	CX	HL	AT
CT	--			
CX	--	--		
HL	-0.052	0.066	--	
AT	0.049	-0.061	--	--

Modification Indices for THETA-EPS

	CT1	CT2	CX1	CX2	CX3	HL1
CT1	--					
CT2	--	--				
CX1	2.340	4.307	--			
CX2	0.154	4.674	0.653	--		
CX3	1.905	0.060	0.181	1.176	--	
HL1	0.817	1.398	1.245	0.385	1.216	--
HL2	0.017	0.131	0.056	0.320	0.802	--
AT1	0.013	0.010	1.157	0.397	0.707	0.096
AT2	0.118	0.301	1.176	2.986	0.322	0.990

Modification Indices for THETA-EPS

	HL2	AT1	AT2
HL2	--		
AT1	0.866	--	
AT2	0.605	--	--


 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 CHULALONGKORN UNIVERSITY

Expected Change for THETA-EPS

	CT1	CT2	CX1	CX2	CX3	HL1
CT1	--					
CT2	--	--				
CX1	0.060	-0.085	--			
CX2	-0.015	0.091	-0.033	--		
CX3	-0.057	0.012	-0.020	0.054	--	
HL1	0.034	-0.049	0.043	-0.024	0.045	--
HL2	-0.005	0.014	-0.009	-0.022	-0.035	--
AT1	0.004	0.004	0.042	-0.024	-0.033	-0.014
AT2	-0.013	0.021	0.042	-0.067	0.022	-0.047

Expected Change for THETA-EPS

	HL2	AT1	AT2
HL2	--		
AT1	0.037	--	
AT2	0.032	--	--

Completely Standardized Expected Change for THETA-EPS

	CT1	CT2	CX1	CX2	CX3	HL1
CT1	--					
CT2	--	--				
CX1	0.060	-0.085	--			
CX2	-0.015	0.091	-0.033	--		
CX3	-0.057	0.012	-0.020	0.054	--	
HL1	0.034	-0.049	0.043	-0.024	0.045	--
HL2	-0.005	0.014	-0.009	-0.022	-0.035	--
AT1	0.004	0.004	0.042	-0.024	-0.033	-0.014
AT2	-0.013	0.021	0.042	-0.067	0.022	-0.047

Completely Standardized Expected Change for THETA-EPS

	HL2	AT1	AT2
HL2	--		
AT1	0.037	--	
AT2	0.032	--	--

Maximum Modification Index is 6.17 for Element (4, 4) of LAMBDA-Y

DA NI=9 NO=600 MA=KM

Standardized Solution

LAMBDA-Y

	CT	CX	HL	AT
CT1	0.428	--	--	--
CT2	0.689	--	--	--
CX1	--	0.368	--	--
CX2	--	0.401	--	--
CX3	--	0.548	--	--
HL1	--	--	0.648	--
HL2	--	--	0.443	--

AT1	--	--	--	0.413
AT2	--	--	--	0.460

GAMMA

CHEMLIT

CT	0.688
CX	0.866
HL	0.847
AT	0.790

Correlation Matrix of ETA and KSI

	CT	CX	HL	AT	CHEMLIT
CT	1.000				
CX	0.844	1.000			
HL	0.583	0.733	1.000		
AT	0.543	0.684	0.669	1.000	
CHEMLIT	0.688	0.866	0.847	0.790	1.000

PSI

	CT	CX	HL	AT
CT	0.527			
CX	0.249	0.251		
HL	--	--	0.283	
AT	--	--	--	0.376

DA NI=9 NO=600 MA=KM

Completely Standardized Solution

LAMBDA-Y

	CT	CX	HL	AT
CT1	0.428	--	--	--
CT2	0.689	--	--	--
CX1	--	0.368	--	--
CX2	--	0.401	--	--
CX3	--	0.548	--	--
HL1	--	--	0.648	--
HL2	--	--	0.443	--

```

AT1  --  --  --  0.413
AT2  --  --  --  0.460

```

GAMMA

CHEMLIT

```

CT  0.688
CX  0.866
HL  0.847
AT  0.790

```

Correlation Matrix of ETA and KSI

	CT	CX	HL	AT	CHEMLIT
CT	1.000				
CX	0.844	1.000			
HL	0.583	0.733	1.000		
AT	0.543	0.684	0.669	1.000	
CHEMLIT	0.688	0.866	0.847	0.790	1.000

PSI

	CT	CX	HL	AT
--	----	----	----	----

CT	0.527			
CX	0.249	0.251		
HL	--	--	0.283	
AT	--	--	--	0.376

THETA-EPS

CT1	CT2	CX1	CX2	CX3	HL1
-----	-----	-----	-----	-----	-----

0.817	0.525	0.865	0.839	0.700	0.580
-------	-------	-------	-------	-------	-------

THETA-EPS

HL2	AT1	AT2
-----	-----	-----

0.804	0.830	0.788
-------	-------	-------

Time used 0.031 seconds

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายณัฐพล สิทธิกุล เกิดเมื่อวันที่ 16 มีนาคม 2535 ภูมิลำเนาจังหวัดระนอง

ในปีการศึกษา 2556 สำเร็จการศึกษาศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาการวัดผลการศึกษา
ภาควิชาการประเมินและการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ในปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษาการศึกษาศาสตรบัณฑิต ระดับปริญญาตรี สาขา
วิทยาศาสตร์-เคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

และในปีการศึกษา 2558 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาการวัดและ
ประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย

ปัจจุบันรับราชการครู สาขาวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรี
นทร์ร่วมเกล้า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY