

7.2
9550

การวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ในจังหวัดสงขลา

ปริญญาโท
ของ
เสริม ทศศรี

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 22 ถนนสุขุมวิท กรุงเทพฯ 10110 โทร. 3921576 3915088

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้า
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
มีนาคม 2522
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

75727

การวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ในจังหวัดสงขลา

บทคัดย่อ

ของ
เสริม ทักกรี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม 2522

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อสร้างเครื่องมือวัดความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่าง

นักเรียนชายและนักเรียนหญิง

กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยนักเรียนชายและนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1)

ในจังหวัดสงขลา ปีการศึกษา 2521 จำนวน 253 คน เป็นชาย 127 คน หญิง 126 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน

วิทยาศาสตร์ 12 ด้าน คือ การสังเกต การจำแนก การวัด การอธิบาย การตั้งปัญหา การพยากรณ์

การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การตีความข้อมูล การสรุป การนำไปใช้ และการฝึกทักษะ สถิติสำคัญ

ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า

1. เครื่องมือวัดความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเชื่อมั่นและเที่ยงตรง
2. ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีสามองค์ประกอบ คือ
 - 2.1 องค์ประกอบด้านทักษะในการนำเอาไปใช้
 - 2.2 องค์ประกอบด้านความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา
 - 2.3 องค์ประกอบด้านความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการทดลอง
3. เปรียบเทียบองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 3.1 นักเรียนหญิงมีทักษะในการนำเอาไปใช้สูงกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A FACTOR ANALYSIS OF LEARNING ABILITY IN SCIENCE
OF MATHAYOM SUKSA I (M.I) STUDENTS IN SONGKHLA

AN ABSTRACT

BY

SERM TASSRI

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

March 1979

The purposes of the study were, as follow :

1. To make the test construction of science learning ability
2. To analyze factors of science learning ability
3. To compare those factors of science learning ability of boys and girls

The sample for the study consisted of 253 Mathayom Suksa I students (M.I), 127 of which were boys and 126 were girls. These students were studying in Songkhla province in the academic year B.E. 2521.

The test construction of science learning ability which was in collecting the data was composed of 12 subtests : observing, classifying, measuring, explaining, setting of problem, predicting, formulating hypothesis, experimenting, interpreting the data, the conclusion, the use of application and practical skills. The main statistical analysis of the data was 'factor analysis' which was calculated by a computer.

The findings show that

1. The test construction of science learning ability was reliable and valid.
2. Three factors of science learning ability were :
 - 2.1 skills in application
 - 2.2 ability in analyzing problems
 - 2.3 ability in problem solving by experimentation

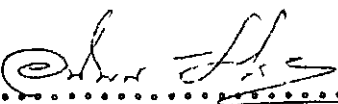
3. Comparison factors of science learning ability of boys and girls.

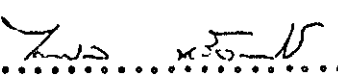
3.1 The girls had higher skills in application than the boys at .01 level of significance.

3.2 No significant difference in analyzing problems between the boys and the girls at the .05 level.

3.3 No significant difference in problem solving by experimentation between the boys and the girls at the .05 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติไต่พิจารณาปัญหาพันธบัตรนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒไถ่


.....ประธาน


.....กรรมการ

ประกาศกุดฝการ

ปริญญานันท์นธมัมมีสำเร็จลงได้เนราะได้รับความช่วยเหลือ และกำแนะเฝ้าอย่างคี่นึ่ง
จากผูววยศาสตร์จารย์ ดร.อนันต์ ตรีโสภณ และผูววยศาสตร์จารย์ไพศาล หวังพานิช
จึงขอกราบขอบพระคุณเฝ้าเดียงรุ่งไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบกุดกะกรและนักเรียนของโรงเรียนในกุดมตัวอย่าง ที่ให้ความสะดวกและ
การร่วมมือในการเก็บข้อมูล

ขอขอบกุด กุดจิมิด ทิศตรี ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนผู้วิจัยมาโดยตลอด

เสร์ม ทิศตรี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	7
เอกสารการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ...	7
เอกสารเกี่ยวกับตัวแปรที่นำมาศึกษา	10
ความสามารถด้านการสังเกต	10
ความสามารถด้านการจำแนก	11
ความสามารถด้านการวัด	12
ความสามารถด้านการอธิบาย	12
ความสามารถด้านการตั้งปัญหา	13
ความสามารถด้านการพยากรณ์	13
ความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน	14
ความสามารถด้านการทดลอง	15
ความสามารถด้านการตีความข้อมูล	15
ความสามารถด้านการสรุป	16
ความสามารถการนำไปใช้	16
ความสามารถการฝึกทักษะ	17
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	19

บทที่	หน้า	
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	20
	กลุ่มตัวอย่าง	20
	เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	20
	วิธีรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	23
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	25
	ผลการวิเคราะห์ตอนที่ 1	26
	ผลการวิเคราะห์ตอนที่ 2	35
5	บทย่อ สรุป และข้อเสนอแนะ	38
	ความมุ่งหมาย	38
	กลุ่มตัวอย่าง	38
	เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	38
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	39
	อภิปรายผล	40
	ข้อเสนอแนะ	45
	บรรณานุกรม	46
	ภาคผนวก	50
	ภาคผนวก ก. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์	51
	ภาคผนวก ข. ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบ	70
	ภาคผนวก ค. ตัวอย่างการกำหนดคะแนนองค์ประกอบ	73

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	รายชื่อโรงเรียน อำเภอและจำนวนนักเรียนจากเนกตาทบเพชร	20
2	แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเชื่อมั่น และค่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ	23
3	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้ง 12 คำน	26
4	แสดงค่า communality ของความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ค่านอง ๆ ค่า eigenvalue เบอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และเบอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม	27
5	แสดงค่านำหนักองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยวิธี principal factor ก่อนหมุนแกน	28
6	แสดงค่านำหนักองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังจากหมุนแกนโดยวิธี varimax	30
7	แสดงค่านำหนักองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังจากหมุนแกนแบบ oblique delta = -.5	31
8	แสดงการรวมกลุ่มของตัวแปรหลังจากการหมุนแกนโดยวิธี varimax และแบบ oblique delta = -.5	32
9	แสดงค่าสัมประสิทธิ์อิสระแน่นอนองค์ประกอบ	35
10	เปรียบเทียบองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ค่านำหนักในการนำไปใช้	36
11	เปรียบเทียบองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ค่านำหนักในการวิเคราะห์ปัญหา	36

ตาราง

หน้า

12	เปรียบเทียบองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการทดลอง	37
13	กาความยากง่าย ก่ออำนาจจำแนก และกาความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบ	71

ภูมิหลัง

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของประชากรเกือบทั่วทุกมุมโลก ต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง ในการใช้วิทยาศาสตร์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของชีวิตให้ดียิ่งขึ้นคือสะดวกสบายนานาประการ แต่ขณะเดียวกันก็ได้มีการใช้วิทยาศาสตร์ เพื่อทำลายมนุษยชาติในรูปแบบต่าง ๆ กันอย่างเห็นกันอยู่ในทุกวันนี้ (นিকা สะเพียรชัย 2520 : 3)

วิทยาศาสตร์ที่ขอบข่ายกว้างขวางมาก กล่าวคือเป็นทั้งความรู้วิชาการ กระบวนการวิธีหาความรู้ และการปรับปรุงความรู้ที่มีอยู่ให้ถูกต้องยิ่งขึ้น คุณลักษณะที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ก็คือความไม่หยุดนิ่ง สำหรับเทคโนโลยีนั้นเป็นผลของการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อผลิตเครื่องมือเครื่องใช้สินค้าและบริการต่าง ๆ (พิทักษ์ รัชพลเดช 2514 : 1-2) จะเห็นได้ว่าจากขอบข่ายของวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ชีวิตมนุษย์จึงมีส่วนเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อยู่ตลอดเวลา

เมื่อวิทยาศาสตร์ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วและมีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตมนุษย์เช่นนี้ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนจึงควรให้เด็กได้นำความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ในการเรียนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเต็มที่ หลักสูตรระดับมัธยมศึกษา พุทธศักราช 2521 ได้กำหนดจุดประสงค์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ 2520 : 45)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจหลักการและทฤษฎีพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทัศนคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษยและสภาพแวดล้อม

จากจุดประสงค์ของหลักสูตรนี้สรุปได้ว่า ต้องการให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ เกิดทักษะที่สำคัญในการค้นคว้า และมีทัศนคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

แต่การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะไม่ได้ผลตามจุดประสงค์ดังกล่าว ถ้าการสอนของครูเน้นให้นักเรียนรู้ในเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริง กฎ และทฤษฎี ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดหาเหตุผล และแก้ปัญหาด้วยตนเอง จึงเป็นจุดอ่อนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา ทั้ง ๆ ที่การสอนวิชาวิทยาศาสตร์อาจหมายความว่าโดยอย่างน้อยที่สุดสองประการ คือ (กระทรวงศึกษาธิการ 2511 : 27-28) หมายถึงการสอนให้นักเรียนทราบข้อเท็จจริง กฎ ทฤษฎี ฯลฯ ในวิชาวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่ง และหมายถึงการสอนให้นักเรียนรู้จักระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์อีกอย่างหนึ่ง ลักษณะแรกของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรียกว่า การสอนในค่าน "ผล" และเรียกลักษณะหลังว่าการสอนในค่าน "กระบวนการ"

✕ การที่จะให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งในค่าน "ผล" และค่าน "กระบวนการ" จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน โดยเฉพาะหลักสูตรพุทธศักราช 2521 เน้นในเรื่องกระบวนการมาก เพราะเป็นปัจจัยสำคัญให้นักเรียนรู้จักคิดหาเหตุผล และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ และทัศนคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทักษะซึ่งเรียกว่า ทักษะการใช้กระบวนการ (Process skills) เลวิส (Lewis, 1970 : 16 citing Livermore, 1964 : 271-282) ได้จัดลำดับทักษะการใช้กระบวนการไว้เป็นชั้น ๆ ดังนี้

1. การสังเกต (Observing)
2. การจำแนก (Classifying)
3. การวัด (Measuring)
4. การรู้ความสัมพันธ์ของอากาศ-เวลา (Recognizing space-time relationships)
5. การรู้ความสัมพันธ์ของจำนวน (Recognizing number relationships)
6. การสื่อความหมาย (Communicating)
7. การอ้างอิง (Inferring)
8. การพยากรณ์ (Predicting)
9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses)
10. การตั้งนิยามปฏิบัติการ (Making operational definitions)

11. การควบคุมและการจัดกระทำกับตัวแปร (Control and manipulating variables)
12. การทดลอง (Experimenting)
13. การตีความข้อมูล (Interpreting data)
14. การสร้างรูปแบบ (Formulating models)

เนื่องจากในการเรียนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยทักษะดังกล่าว เพราะเป็นทักษะการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกทักษะเหล่านี้มาเป็นตัวแปรในการศึกษาคนกวาง และได้เลือกมาจำนวน 12 ตัวแปรด้วยกันคือ ความสามารถด้านการสังเกต การจำแนก การวัด การอธิบาย การตั้งปัญหา การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การตีความข้อมูล การสรุป การนำไปใช้ และการฝึกทักษะ

การวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นวิธีที่จะทำให้ทราบว่า ความสามารถด้านต่าง ๆ เหล่านี้มีลักษณะที่เป็นอิสระจากกันจริง มีค่านิโคบายที่สัมพันธ์กันหรือไม่ และมีการจับคู่ความสามารถด้านต่าง ๆ กันอย่างไร (อนุสรณ์ สกุล 2520 : 2 อ้างอิงมาจาก Guilford. 1954 : 470) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์

✓ ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างเครื่องมือวัดความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนก การวัด การอธิบาย การตั้งปัญหา การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การตีความข้อมูล การสรุป การนำไปใช้ และการฝึกทักษะ
- ✓ 2. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ความสำคัญของการศึกษากนกัว

1. จะได้เครื่องมือวัดความสำเร็จทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการแนะแนวการศึกษา

2. จะทำให้ทราบว่า ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีองค์ประกอบอะไรบ้าง จะได้เป็นแนวทางในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถทางการเรียน โดยทางองค์ประกอบนั้น ๆ

3. จะทำให้ทราบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไร เพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการศึกษากนกัว

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษากนกัวครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ในจังหวัดสงขลา ปีการศึกษา 2521 สุ่มจากโรงเรียนต่าง ๆ 6 โรงเรียน ได้จำนวนนักเรียน 253 คน การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีสุ่มแบบหลายชั้น

ตัวแปรในการศึกษากนกัว

ตอนที่ 1 วิเคราะห์องค์ประกอบ

ความสามารถที่นำมาศึกษาจำนวน 12 ตัวแปร ดังนี้

1. ความสามารถด้านการสังเกต
2. ความสามารถด้านการจำแนก
3. ความสามารถด้านการวัด
4. ความสามารถด้านการอธิบาย
5. ความสามารถด้านการตั้งปัญหา
6. ความสามารถด้านการพยากรณ์
7. ความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน
8. ความสามารถด้านการทดลอง
9. ความสามารถด้านการตีความข้อมูล

- ๓. ความสามารถด้านการสรุป ✓
- ๔. ความสามารถด้านการนำไปใช้
- ๕. ความสามารถด้านการฝึกทักษะ

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถ

- ก. ตัวแปรอิสระใดแก่ เพศ
- ข. ตัวแปรตามใดแก่ องค์ประกอบความสามารถทางการ เรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ความสามารถด้านการสังเกต หมายถึงความสามารถในการ รับรู้รายละเอียดและส่วนรวม ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของสิ่งจริง และปรากฏการณ์ในธรรมชาติหรือในการทดลอง

ความสามารถด้านจำแนก หมายถึงความสามารถในการแยกประเภทสิ่งต่าง ๆ เป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดประเภท

ความสามารถด้านการวัด หมายถึงความสามารถเกี่ยวกับการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์เข้ากับสิ่งของหรือเหตุการณ์ที่เป็นไปตามกฎ รวมทั้งการ เลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม การประมาณค่าจากการวัด และการยอมรับขีดจำกัดความถูกต้องของการวัด

ความสามารถด้านการอธิบาย หมายถึงความสามารถในการบรรยายลักษณะสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม และถูกต้องตรงตามสภาพความเป็นจริง

ความสามารถด้านการตั้งปัญหา หมายถึงความสามารถในการมองเห็นปัญหา การกำหนดขอบเขตของปัญหา และนิยามปัญหาให้ชัดเจน

ความสามารถด้านการพยากรณ์ หมายถึงความสามารถในการทำนายเหตุการณ์ หรือผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงมาใช้ในการทำนาย

ความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน หมายถึงความสามารถในการคาดคะเนคำตอบ ที่เป็นเหตุเป็นผลของปัญหา โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม มีการทดสอบความถูกต้องโดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ

ความสามารถด้านการทดลอง หมายถึงความสามารถในการเลือกวิธีหาข้อมูลมาทดสอบ สมมติฐาน โดยมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้อาจมีความถูกต้องเพียงตรง

ความสามารถด้านการตีความข้อมูล หมายถึงความสามารถเกี่ยวกับการจัดกระทำกับข้อมูลที่ ได้จากการทดลอง การแสดงข้อมูลต่าง ๆ ในรูปความสัมพันธ์ และการตีความข้อมูลที่ ได้จากการทดลอง

ความสามารถด้านการสรุป หมายถึงความสามารถเกี่ยวกับการประเมินสมมติฐาน ภายใต้อขอบเขตของข้อมูลที่ ได้จากการทดลอง และการสรุปความสัมพันธ์และรูปแบบที่พบ

ความสามารถด้านการนำไปใช้ หมายถึงความสามารถเกี่ยวกับการนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ ของวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน วิทยาศาสตร์ต่างสาขา และนอกเหนือจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความสามารถด้านการฝึกทักษะ หมายถึงความสามารถเกี่ยวกับความชำนาญในการใช้ เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ การใช้ห้องปฏิบัติการอย่างระมัดระวังและมีความปลอดภัย

ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ วัดได้จากคะแนนที่สอบจากแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวกับตัวแปรที่นำมาศึกษา

1. เอกสารการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีผู้ศึกษาพบว่ามีตัวแปรต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบส่งผลกระทบต่อความสามารถในการเรียน ดังนี้

โรเจอร์ (Roger. 1967 . 2734-2735) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภายภาพซึ่งเป็นวิชาเลือกของผู้ที่ไม่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาเอก กับผู้ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาเอก เหมวากความสามารถในการประยุกต์วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจ ความซาบซึ้งใน วิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจหลักความจริงเบื้องต้น สังกัปต์ กฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ทางกันอย่างน้อยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นกับกลุ่มที่เรียนฟิสิกส์เป็นวิชาเอก ทางกันอย่างน้อย มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าผู้ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก มีพฤติกรรมต่างกับผู้ที่ ไม่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก

✓ จากการศึกษาของ เบอห์นฮาร์ท (Bernhardt. 1966 : 322) พบว่าผลสัมฤทธิ์ในวิชา วิทยาศาสตร์และ Science Grade ของนักเรียนชั้นปีที่ 7 จำนวน 148 คน มีความสัมพันธ์กันเป็นบวก และสัมพันธ์กับความเข้าใจในการอ่าน เลขคณิตและสติปัญญา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตัวชี้บ่งถึงผล สัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต่ำที่สุดคือ การอ่านแล้วเข้าใจ เลขคณิต และระดับสติปัญญา ซึ่งสอดคล้อง กับผลการศึกษาของ บราวน์และจอห์น (Brown and John. 1952 3-4) คือ สอดคล้องกันใน ความอ่านแล้วเข้าใจ กับเลขคณิต จากการศึกษาของ บราวน์และจอห์น พบว่าองค์ประกอบที่ส่งผลต่อ การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมดังนี้

1. เหตุผลคำนวณปริมาณ (Quantitative reasoning) หมายถึงตัวเลขที่เป็นโจทย์ปัญหา ต่าง ๆ
2. เหตุผลทางการใช้เครื่องกล (Mechanical reasoning) แบบทดสอบนี้ใช้ค้นหา ความสามารถในการ เป็นนักวิทยาศาสตร์

3. เหตุผลแบบนามธรรม (Abstract reasoning) เป็นการวัดสมรรถภาพการแปลความสัมพันธ์ของรูปที่เขียนขึ้นประกอบคำอธิบาย ซึ่งมักจะเป็นรูปหรือความหมาย ที่ต้องการแปลความหมายและเข้าใจยาก

4. เหตุผลทางคำภาษา (Verbal reasoning) ผู้ที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ได้ก็ต้องมีความสามารถในการอ่าน และเข้าใจความหมายของภาษาได้

5. การมองเห็นมิติแบบต่าง ๆ (Spatial visualization) สมรรถภาพอันนี้ช่วยแยกความสามารถของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษาของบราวน์และเบอร์นฮาร์ท พบว่าสิ่งที่วัดความถนัดในการเรียนวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษา 'อง โรเจอร์' เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของพฤติกรรมของผู้เรียน อันเป็นผลมาจากการเรียนวิทยาศาสตร์

ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่ได้อาศัยอยู่กับองค์ประกอบดังกล่าว เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับวิธีสอนด้วย จากการศึกษาของ บุญลือ ทองอยู่ (บุญลือ ทองอยู่ 2514 : 58-59) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของความคิดแบบสลับส่วน พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความคิดแบบสลับส่วนนี้ คือการหาความรู้ด้วยวิธีการตั้งคำถาม มีลักษณะสี่ประการ คือ การสังเกต การอธิบาย การพยากรณ์ และการนำไปใช้ (Vasilakes, 1967 : 494-502)

มาฮาน (Mahan, 1963 : 1097-1098) ได้เปรียบเทียบการใช้วิธีสอนสองวิธี คือ การให้แก้ปัญหา (Problem-Solving) และการบรรยายประกอบอภิปราย (Lecture-Discussion) ในการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะคิด ความสนใจ และการปรับตัว พบว่า

1. ไม่พบความแตกต่างในการพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
2. การสอนโดยวิธีการให้แก้ปัญหา จะสร้างความงอกงามทางด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำไปใช้ และทักษะในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะเด็กที่มีสติปัญญาต่ำ
3. การสอนโดยวิธีการให้แก้ปัญหา จะสร้างความสนใจได้อย่างดีเยี่ยม
4. การสอนโดยวิธีการให้แก้ปัญหา สร้างความสนใจทางด้านช่างกลแก่เด็กที่มีความสามารถต่ำเป็นอย่างดี

5. การสอนโดยวิธีการให้แก้ปัญหา สร้างความงอกงามในกระบวนการปรับตัว และทัศนคติ แก่เด็กนักเรียนทั้งสองเพศได้เป็นอย่างดี

6. นักเรียนมีความงอกงามทางด้านความรู้ ทักษะในการแก้ปัญหา และความสนใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ เกินกว่าที่คาดไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กชาย

การศึกษาของ มาธาน สอดคล้องกับการศึกษาของ จอห์น (John. 1966 : 994-995) ซึ่งพบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียน โดยวิธีแก้ปัญหาคอยตนเอง ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนแบบบรรยายในด้านการคิดหาเหตุผลและวิธีแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แต่กลุ่มที่สอนแบบบรรยายดีกว่ากลุ่มที่เรียน โดยวิธีแก้ปัญหาคอยตนเองในด้านเนื้อหา

ในด้านวิธีสอนนี้อาจกล่าวได้ว่า วิธีที่ใหม่ลดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากคือ การสอน โดยวิธีให้นักเรียนแก้ปัญหา นอกจากนี้การสอนโดยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการใช้กระบวนการ จะส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาศาสตร์

ความสามารถทางการเรียนวิชาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

✓ ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ความแตกต่างนี้อาจจะเกิดจาก

1. วุฒิกาวะ มัวลี (Mouly. 1973 : 252-257) กล่าวว่า "นักเรียนหญิงจะมีผลการเรียนดีเมื่ออยู่ในระดับประถม แต่เมื่อเรียนสูงขึ้นถึงระดับมัธยมศึกษา ผลการเรียนจะลดลง ส่วนนักเรียนชายจะตรงกันข้าม" ถ้ากล่าวนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ จรรยา สุวรรณทัต และ ดวงเดือน ศาสตร์ภทร (จรรยา สุวรรณทัต และ ดวงเดือน ศาสตร์ภทร 2517 : 7-8) ที่พบว่าเด็กนักเรียนหญิง มักจะทำคะแนนวิชาศาสตร์ได้ต่ำกว่าเด็กนักเรียนชาย และเมื่อมีอายุมากขึ้น ความแตกต่างนี้จะมากขึ้น

✓ 2. การที่จะเรียนวิชาศาสตร์ให้ได้รับผลสำเร็จนั้น ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้เรียนด้วย จำนวนก พรายแถมแห (จำนวนก พรายแถมแห 2516 : 39-40) กล่าวว่า "จากการเรียนการสอนนั้นไปตรงกับความต้องการของผู้เรียน ผู้เรียนก็จะประสบผลสำเร็จ" ความสนใจในวิชาต่าง ๆ ของเด็กไม่เหมือนกัน นักเรียนชายมีความสนใจในวิชาศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิง (Mouly. 1973 : 252-253) จึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนหญิง

กล่าวโดยสรุปได้ว่าในระดัมนั้นมัธยมศึกษา นักเรียนชายมีความสามารถในการเรียน วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง อย่างไรก็ตามในการศึกษาองค์ประกอบความสามารถทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ถ้าแยกเปรียบเทียบแต่ละองค์ประกอบ นักเรียนชายอาจจะมี ความสามารถสูงกว่า นักเรียนหญิงไม่ทุกองค์ประกอบก็ได้ เพราะฉะนั้นนักเรียนชายและนักเรียนหญิงอาจจะมี ความถนัดในแต่ละตัวแปรที่นำมาศึกษาต่างกัน

2. เอกสารเกี่ยวกับตัวแปรที่นำมาศึกษา

ความสามารถด้านการสังเกต

การสังเกตเป็นทักษะที่สำคัญในการศึกษาและเข้าใจวิทยาศาสตร์ และเป็นส่วนหนึ่งในวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ ชันด์และทรอบริจ (Sund and Trowbridge. 1973 : 3) ได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการสังเกตว่า ในการกำเนิดวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ จะเริ่มต้นด้วยสาขาที่สามารถสังเกตได้ง่ายก่อน เช่น วิชาดาราศาสตร์ ส่วนวิทยาศาสตร์สาขาที่กำเนิดขึ้นมาทีหลังเนื่องจากมนุษย์ไม่สามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน เช่น วิชาจุลชีววิทยา ได้กำเนิดขึ้นมาเมื่อมนุษย์ได้ประดิษฐ์แว่นขยายและกล้องจุลทรรศน์ ดังนั้นในการกำเนิดและพัฒนาวิทยาศาสตร์แขนงใด ย่อมขึ้นอยู่กับความสามารถในการสังเกตโคของวิทยาศาสตร์แขนงนั้นด้วย

การสังเกตเพื่อสำรวจตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เป็นการรับรู้สิ่งนั้นด้วยความรู้สึก ผู้สังเกตจะไขว่คว้ารวบรวมความรู้สึกที่เหมาะสมกับสิ่งนั้น ๆ ซิลเวสเตอร์ (Sylwester. 1971 : 125) กล่าวว่า " การสังเกตทำให้เกิดคำถามต่าง ๆ "

จะเห็นได้ว่าการสังเกตเป็นทักษะที่สำคัญ วูดเบิร์นและโอบอร์น (Woodburn and Obourn. 1965 . 15) กล่าวว่า " คนแต่ละคนจะสังเกตเห็นสิ่งเดียวกันไม่เหมือนกัน ความคลาดเคลื่อนในการสังเกตไม่ได้อยู่ที่ตัวผู้สังเกตมองข้ามสิ่งที่ปรากฏเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับว่าผู้สังเกตได้สร้างภาพที่ไม่ตรงกับความจริงขึ้นมาในความนึกคิด ความคลาดเคลื่อนมักจะเกี่ยวข้องกับของวางในจิตใจส่วนนี้ สิ่งที่สังเกตเห็นจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่ผ่านมา ตลอดจนความรู้และความภาคภูมิใจที่ถือเอาไว้ "

การสังเกตจึงมีบทบาทเป็นอย่างมาก ทั้งในการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ตลอดจนการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะทำให้มองเห็นปัญหาและความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ

ความสามารถด้านการจำแนก

การจำแนกเพิ่มความสามารถอันหนึ่ง ในการแยกประเภทสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่ บจจ และชวาร์ตซ์ (Blough and Schwartz. 1969 : 14) กล่าวว่า "ในการสังเกต เด็กจะถูก กระตุ้นให้มองเห็นลักษณะเฉพาะที่เหมือนกันและต่างกัน เปรียบเทียบและหาความแตกต่าง และข้อมูล จากการสังเกตจะถูกนำมาว่าแนกเพื่อทำให้ระดมมุลนนี้ความหมายยิ่งขึ้น"

โดยปกติเด็กที่เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จะมีอายุตั้งแต่ประมาณ 11-12 ปี ขึ้นไป เด็กในวัยนี้จะอยู่ในขั้นที่สาม และขั้นที่สี่ ตามการแบ่งขั้นพัฒนาการสติปัญญาของ เพียเจต์ (Piaget) (ฉวีวรรณ กิ่งาวงศ์ 2520 : 33-35) คือ

1. Sensory Motor Stage (ขั้นประสาทรับรู้และเคลื่อนไหว) ตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี
2. Pre-Operational Stage (ขั้นก่อนปฏิบัติการความคิด) ตั้งแต่อายุ 2 ปีถึง 6 ปี
3. Concrete-Operational Stage (ขั้นปฏิบัติการความคิดด้วยรูปธรรม) ตั้งแต่ อายุ 6 ปีถึง 12 ปี
4. Formal-Operation Stage (ขั้นปฏิบัติการความคิดด้วยรูปธรรม) ตั้งแต่อายุ 12 ปีขึ้นไป

โดยเฉพาะในขั้นที่ สาม ซึ่งเป็นระยะที่เด็กมีการพัฒนาในด้านกรจำแนกมากที่สุด คือ ความสามารถที่จะสร้างกฎเกณฑ์ ในการแบ่งแยกสิ่งแวดลอมเป็นหมวดหมู่ เข้าใจความเท่ากันของสิ่งต่าง ๆ คืขึ้น เช่น สิ่งของที่มีจำนวนเท่ากัน แม้จะเปลี่ยนรูป อย่างไรก็ยังคงเท่ากันอยู่อย่างเดิม

สามารถในการเปรียบเทียบสิ่งของต่าง ๆ

รู้จักตั้งเกณฑ์แบ่งเป็นหมวดหมู่

สามารถที่จะจัดลำดับสิ่ง ของลดหลั่นตามลำดับความหนักหรือความยาวได้

ดังนั้นเด็กในวัยนี้จึงน่าจะมีความสามารถด้านการจำแนก ความสามารถด้านนี้จึงน่า จะส่งเสริมความสามารถทางการ เรียนวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

ความสามารถด้านการวัด

การวัดเป็นทักษะที่สำคัญหนึ่งของการเรียนวิทยาศาสตร์ อาร์เธอร์ (Arthur. 1964 : 271-282) เพราะว่าการวัดเป็นลักษณะพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ ดังที่ กุสแลนและสโตน (Kuslan and Stone. 1968 : 6-7) กล่าวว่า " ถ้ามุมมองไม่สามารถวัดปริมาณสิ่งต่าง ๆ ได้ ความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ จะไม่เกิดขึ้น โดยเฉพาะความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วกว่าด้านอื่น ๆ เหตุผลสำคัญอันหนึ่ง คือ นักวิทยาศาสตร์ได้เปรียบสาขาอื่นในเรื่องการวัดตรงไหม เกือบหรือดีกว่า "

บลอชและชวาร์ตซ์ (Blough and Schwartz. 1974 : 21) กล่าวว่า " การรู้จักใช้เครื่องมือวัด การเสนอผลการวัด การไขปริศนาจากการวัดให้เป็นประโยชน์ในการพยากรณ์ ตลอดจนการวางนัยทั่วไป หรือการทดสอบสมมติฐานเป็นส่วนสำคัญในการเรียนและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ " ดังนั้นการวัดจึงเป็นทักษะสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวกับการนำผลจากการวัดไปใช้ในการหากำอธิบายปัญหา

ความสามารถด้านการอธิบาย

การอธิบายเป็นทักษะที่เกี่ยวกับการสื่อความหมาย (Communicative Skills) เป็นการบรรยายและชี้ประเด็นสำคัญให้อ่านเข้าใจตรงตามสภาพความเป็นจริง บลอชและชวาร์ตซ์ (Blough and Schwartz. 1969 : 13) กล่าวว่า " การบรรยายเป็นทักษะที่สัมพันธ์กับการสังเกต ความสามารถในการบรรยายสิ่งที่พบเห็นเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการค้นพบ (Process of Discovery) " ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต้องการให้เด็กมีความสามารถในการสื่อความหมายสิ่งที่ได้สังเกตให้อ่านเข้าใจ วิธีการรายงานมีหลายวิธี เช่น ใจวิธีย่างานด้วยปากเปล่า หรือการเขียนรวมทั้งการรายงานด้วยแผนภูมิและกราฟ

การอธิบายจึงเป็นทักษะที่ใช้สื่อความหมายสิ่งที่ได้จาก การสังเกต เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจถูกต้องชัดเจน รวมทั้งการชี้ประเด็นสำคัญให้เห็น

ความสามารถด้านการตั้งปัญหา

การตั้งปัญหาเป็นทักษะที่สำคัญในกระบวนการแก้ปัญหา (Problem - Solving Process) บลอคและรวารทซ์ (Blough and Schwartz, 1969 : 13) กล่าวว่า " การมองเห็นปัญหามีความสำคัญเท่า ๆ กับการแก้ปัญหา " ซันด์และทรอมบริจ (Sund and Trowbridge, 1973 : 572) กล่าวว่า ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของการที่จะพัฒนาความสามารถของนักเรียนแต่ละคนในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะในสิ่งที่เกี่ยวกับปัญหาที่จะพัฒนาในสิ่งต่อไปนี้

1. การตั้งปัญหา

- เข้าใจสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทั้งบุคคลและสังคม
- ยอมรับปัญหาในสถานการณ์เหล่านั้น
- แยกประเด็นสำคัญของปัญหา
- ตั้งปัญหาในรูปคำถาม
- นิยามปัญหา

2. การวิเคราะห์ปัญหา

- แยกคำสำคัญ (key word) จากปัญหา
- นิยามคำสำคัญเพื่อทำให้เข้าใจปัญหาลึกซึ้ง

จึงกล่าวได้ว่าทักษะในการตั้งปัญหามีความสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถด้านการพยากรณ์

การพยากรณ์เป็นทักษะในการเรียนวิทยาศาสตร์ และเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการค้นพบ (Discovery Process)

เรนเนอร์และเรแกน (Renner and Ragan, 1968 : 181-182) กล่าวว่า " การพยากรณ์เป็นการทำนายเหตุการณ์ ประมาณเหตุการณ์หรือความล้มเหลวที่จะเกิดขึ้น การพยากรณ์มีลักษณะคล้ายคลึงกับการตั้งสมมติฐาน แต่ไม่มีการทดสอบเรื่องทดสอบเช่นสมมติฐาน แต่เป็นการไขข้อสงสัยความจริงที่ใดพิสูจน์หรือเห็นจริงแล้ว มาใช้ประโยชน์ในการพยากรณ์ "

การพยากรณ์นำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางในชีวิตประจำวัน เช่น ทำนายพฤติกรรมของคน ผลการทดลอง ผลลัพธ์ของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้การที่เด็กได้เรียนรู้ถึงคุณค่าของการพยากรณ์ และวิธีการพยากรณ์โดยอาศัยหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นที่ยอมรับกันว่ากระบวนการพยากรณ์เป็นจุดยอด (Apex) ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(Renner and Ragan. 1968 : 181-182)

บลอดและสวาร์ตซ์ (Blough and Schwartz. 1969 : 13) กล่าวว่า "สิ่งที่พื้นฐานในการพัฒนาทักษะการพยากรณ์ คือ การตอบคำถามในลักษณะการทำนาย เช่น เชอกีกว่าอะไรจะเกิดขึ้นถ้า ...? และอาศัยทักษะพื้นฐาน คือ การตั้งสมมติฐาน ทิศเหตุชฎี คิดหากำอธิบาย การเรียนรู้ในการสังเกต การตรวจสอบ การมองเห็นความแตกต่างและการเปรียบเทียบ " ทั้งนี้การพยากรณ์จึง เป็นทักษะที่ต้องอาศัยทักษะพื้นฐานหลายด้าน

ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐานเป็นขั้นสำคัญขั้นหนึ่งในกระบวนการแก้ปัญหา แบนนัคเวินและกันอื่น ๆ (Blanwein and others. 1958 : 22) กล่าวว่า " หลังจากตั้งปัญหาแล้วจะมีการคาดคะเน คำตอบ การคาดคะเนคำตอบจะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับความรู้ และประสบการณ์ในอดีตของผู้แก้ปัญหา คำตอบที่คาดคะเนจากปัญหามักจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับคำตอบของปัญหาที่เคยประสบมาก่อน แต่คำตอบที่แท้จริงของปัญหาใหม่อาจไม่เหมือนเดิม ทั้งนี้เนื่องจากพฤติกรรมแวดล้อมของแคะปัญหาแตกต่างกัน "

ความสามารถในการตั้งสมมติฐานของเด็ก เกี่ยวข้องกับความสามารถในการตั้งปัญหา และจินตนาการโครงสร้างองค์ประกอบของปัญหา ถือว่าความสามารถในการตั้งสมมติฐานเป็นความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก การตั้งสมมติฐานส่วนมากจะเป็นไปในลักษณะของการอุปมาน ในการตั้งสมมติฐานต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์ในอดีต สมมติฐานใดที่ไม่น่าจะเป็นคำตอบหรือคำอธิบายปัญหาจะถูกคัดออกไป สมมติฐานที่เหลือจากการกลั่นกรองจะถูกนำไปทดสอบ แบนนัคเวินและกันอื่น ๆ (Blanwein and others. 1958 : 23) กล่าวว่า ในการทดสอบสมมติฐานนักวิทยาศาสตร์ มักจะใช้วิธีอุปมาน " ถ้า - แล้ว " (If - then) ในการหาเหตุผล

จึงสรุปได้ว่า การตั้งสมมติฐานเป็นทักษะที่ต้องอาศัยความรู้ และประสบการณ์ในอดีต วิชาตั้งสมมติฐานมักจะใช้การอนุมาน ส่วนการทดสอบสมมติฐานมักใช้การอนุมาน ความสามารถในการตั้งสมมติฐานถือว่าเป็นความถนัดสร้างสรรอย่างหนึ่ง

ความสามารถด้านการทดลอง

การทดลองเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเชิง เหตุ - ผล เมื่อมีการควบคุมหรือภายใต้เงื่อนไข ข้อมูลที่ได้จากการทดลองสามารถนำไปทดสอบสมมติฐานได้ ชันด์และทรอบริจ (Sund and Trowbridge. 1973 : 573-574) กล่าวว่า การไว้ใจทดลองในกระบวนการแก้ปัญหา ก็เพื่อให้เด็กมีทักษะในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การออกแบบการทดลองที่เหมาะสมกับปัญหา
2. การทำการทดลอง
3. การรายงานผลการทดลอง

ทั้งสามประการข้างต้นเน้นในเรื่องความเที่ยงตรงของผลการทดลอง นั่นคือข้อมูลที่ได้อาจการทดลองมาจากเหตุหรือตัวแปรที่ศึกษาอย่างแท้จริงหรือไม่ และการบันทึกผลการทดลองตรงตามที่ได้ปรากฏจากการทดลองหรือไม่ ดังนั้นการทดลองจึงเป็นทักษะที่มุ่งให้เด็กมีเหตุผล รอบคอบ ช่างสังเกต ความชำนาญในการใช้เครื่องมือ ความแม่นยำ และความซื่อสัตย์

ความสามารถด้านการศึกษาข้อมูล

การศึกษาข้อมูลเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถในการแก้ปัญหา เพราะว่าข้อมูลที่ได้มาจากการรวบรวมและจำแนกยังไม่มีความหมายพอที่จะอธิบายปัญหาได้ ดังนั้นจึงต้องอาศัยการศึกษาชันด์และทรอบริจ (Sund and Trowbridge. 1973 : 575) กล่าวว่า การศึกษาข้อมูลมีลักษณะดังนี้

1. เลือกแนวความคิดที่สำคัญซึ่งสัมพันธ์กับปัญหา
2. หากความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่างความคิดที่สำคัญนั้น
3. ตั้งนัยของความสัมพันธ์ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน

บลูมและกอนันน์ ๆ (Bloom and others. 1971 : 272) กล่าวว่า การตีความขอมูลเป็น การอธิบายหรือการลงสรุปผล โดยนำผลจากการแปลความ (Translation) สิ่งที่เกี่ยวข้องทั้งหมด แล้วนำมาสัมพันธ์กันในรูปการจับคู่ การจับคู่ใหม่ หรือการสร้างทัศน์ใหม่

ชวาล แพร์ทกุล (ชวาล แพร์ทกุล 2520 : 172) กล่าวว่า การตีความ หมายถึง การ ลงสรุปของหลาย ๆ แปลที่สัมพันธ์กัน เพื่อให้ได้ความหมายใหม่อีกอย่างหนึ่ง

ความสามารถด้านการสรุป

การสรุปเป็นทักษะในการ เรือนวิทยาศาสตร์ และเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ซันคและทรอบริจ (Sund and Trowbridge. 1973 : 576) กล่าวว่า " การสรุปเป็นการยอมรับสมมติฐานที่ได้รับการยืนยันจากการทดสอบ และเป็นการใช้สมมติฐานเป็น พื้นฐานในการวางหลักเกณฑ์ เพื่ออธิบายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาคล้าย ๆ กัน " การสรุปเป็นขั้น สิ้นสุดภายในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการสรุปจึงเป็นทักษะที่ของอาศัยทักษะอื่น ๆ เป็นการ ต่อเนื่องตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การตั้งปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การรวบรวม ขอมูล การจัดการทำกับขอมูล การตีความขอมูล การทดสอบสมมติฐาน และการสรุปตามลำดับ

ความสามารถด้านการนำไปใช้

การนำไปใช้เป็นทักษะในวิชาวิทยาศาสตร์ (Gega. 1966 : 8) ชวาล แพร์ทกุล (ชวาล แพร์ทกุล 2520 : 211) ได้ให้ความหมายของการนำไปใช้ว่า คือความสามารถในการ นำเอาความรู้และความเข้าใจในเรื่องราวใด ๆ ที่ตนมี ไปแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ทำนองนั้นของเรื่อง นั้นได้

บลูมและกอนันน์ ๆ (Bloom and others. 1971 : 563) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายในการ นำไปใช้ของวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. การนำความรู้ ไปแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน
2. การนำความรู้ ไปแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์ต่างสาขา
3. การนำความรู้ ไปแก้ปัญหาอื่น ๆ นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การนำความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ นับว่ามีความจำเป็นในชีวิตประจำวัน ทักษะการนำไปใช้มีความจำเป็นอย่างน้อยสองประการ คือ การนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ในการแก้ปัญหาการเรียนวิทยาศาสตร์และวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ความสามารถด้านการฝึกทักษะ

การฝึกทักษะเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะนอกจากจะให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาแล้ว การพัฒนาทักษะเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ และการใช้ห้องปฏิบัติการอย่างระมัดระวังและมีความปลอดภัย เป็นทักษะที่จำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์อีกด้วย

จ่านง วิสุทธิแพทย์ (จ่านง วิสุทธิแพทย์ 2513 : 73-74) ศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทักษะในการใช้เครื่องมือด้วย จากรายงานการประชุมการปฏิบัติงานวิจัยทางการศึกษา ในปัญหาที่เกี่ยวกับหลักสูตรโรงเรียนในทวีปเอเชีย (กระทรวงศึกษาธิการ 2511 : 16-17) ได้แบ่งประเภททักษะในการคิดการทำเป็นระดับ ดังนี้

1. การเลียนแบบ
 - การผลักดันให้กระทำ
 - การทำซ้ำที่ปรากฏให้เห็นชัด
2. การจัดทำ
 - การทำหาคำสั่ง
 - การเลือก
 - การยึดเอาเป็นแบบ
3. ความแน่นอน
 - การถอดแบบ
 - การควบคุม

4. การถอดเขมือ
การดำถ้ำ
การประสานกัน
5. การเป็นไปตามธรรมชาติ
การทำอย่างอัตโนมัติ
การรับเข้าเป็นนิสัยในการปฏิบัติในเรื่องนั้น

จากการศึกษาของ มิเนฟี่ (Menefee, 1966 117-118) เกี่ยวกับความสามารถในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ จากนักเรียนชั้นปีที่หนึ่งถึงหก พบว่า

1. ระบับสติปัญญาเกี่ยวกับการรู้จักใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ไม่มีความสัมพันธ์กันแต่อย่างใด
2. อายุนักเรียนมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้เครื่องมือ
3. ความมั่นใจของนักเรียนไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้เครื่องมือ

จากการศึกษานี้สรุปได้ว่า ทักษะในการใช้เครื่องมือมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความชำนาญชำนาญของอายุการฝึกฝนจึงจะเกิดขึ้นได้เฉพาะอายุของนักเรียนที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้เครื่องมือ

จากเอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า เกี่ยวกับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และพิจารณาความสัมพันธ์ที่น่าจะเป็นระหว่างตัวแปรที่นำมาศึกษา ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์น่าจะมี 5 องค์ประกอบ ดังนี้

- องค์ประกอบที่ 1 ประกอบด้วยความสามารถด้านการสังเกต
 - องค์ประกอบที่ 2 ประกอบด้วยความสามารถด้านการตีความและการสรุป
 - องค์ประกอบที่ 3 ประกอบด้วยความสามารถด้านการจำแนกและการตั้งปัญหา
 - องค์ประกอบที่ 4 ประกอบด้วยความสามารถด้านการพยากรณ์ การตั้งสมมติฐานและการนำไปใช้
 - องค์ประกอบที่ 5 ประกอบด้วยความสามารถด้านการวัด การอธิบาย การทดลองและการฝึกทักษะ
- จึงตั้งสมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้

1. ความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์มี 5 องค์ประกอบ
2. นักเรียนชายมีความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง.

วิธีดำเนินการศึกษาก่อนหน้า

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ในจังหวัดสงขลา มีการศึกษา 2521 จำนวนนักเรียนที่สุ่มมา 253 คน จากหกโรงเรียน การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีสุ่มแบบหลายชั้น (Multi-stage Random Sampling) รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง ดังตาราง 1

ตาราง 1 รายชื่อโรงเรียน อำเภอ และจำนวนนักเรียนจำแนกตามเพศ

โรงเรียน	อำเภอ	จำนวนนักเรียน	ชาย	หญิง
มหาวิทยาลัยราชภัฏ	เมือง	43	43	—
วรนารีเฉลิม	เมือง	45	—	45
ระโนกวิทยา	ระโนก	40	20	20
รัชมังคลาวิทยาลัย	รัชมังคลา	40	27	13
สทิงพระวิทยา	สทิงพระ	40	24	16
หาดใหญ่วิทยาลัย	หาดใหญ่	45	13	32
รวม		253	127	126

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 96 ข้อ แบ่งออกเป็น 12 แบบทดสอบย่อย วัดความสามารถด้านต่าง ๆ 12 ด้าน คือ การสังเกต การจำแนก การวัด

การอธิบาย การตั้งปัญหา การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การตีความข้อมูล การสรุป การนำไปใช้ และการฝึกทักษะ มีวิธีสร้างตามลำดับดังนี้

1. กำหนดความมุ่งหมาย ได้กำหนดความมุ่งหมายการสร้างเครื่องมือ คือ เพื่อวัดความสามารถด้านต่าง ๆ ในการเรียนวิทยาศาสตร์

2. เลือกตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้จำนวน 12 ตัวแปร คือ การสังเกต การจำแนก การวัด การอธิบาย การตั้งปัญหา การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การตีความข้อมูล การสรุป การนำไปใช้และการฝึกทักษะ

3. นิยามตัวแปรให้อยู่ในรูปนิยามศัพท์เฉพาะ

4. สร้างข้อสอบโดยยึดค่านิยามศัพท์เฉพาะ

5. นำข้อสอบที่สร้างขึ้นพร้อมค่านิยามศัพท์เฉพาะของตัวแปรให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการ

ทดสอบตรวจสอบ

6. ปรับปรุงข้อสอบตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำแล้วนำไปทดสอบ

7. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

8. ปรับปรุงข้อที่มีคุณภาพไม่ดี เพื่อให้ได้แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์

ลักษณะของแบบทดสอบ เป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก โทกะแน 0 - 1 จำนวน 96 ข้อ แบ่งออกเป็น 12 แบบทดสอบย่อย ให้เวลาทำ 100 นาที วัดความสามารถด้านต่าง ๆ ด้านละ 8 ข้อ ดังนี้

1. ความสามารถด้านการสังเกต	ข้อ 1 - 8
2. ความสามารถด้านการจำแนก	ข้อ 9 - 16
3. ความสามารถด้านการวัด	ข้อ 17 - 24
4. ความสามารถด้านการอธิบาย	ข้อ 25 - 32
5. ความสามารถด้านการตั้งปัญหา	ข้อ 33 - 40
6. ความสามารถด้านการพยากรณ์	ข้อ 41 - 48
7. ความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน	ข้อ 49 - 56

8. ความสามารถด้านการทดลอง	ขอ 57 - 64
9. ความสามารถด้านการตีความข้อมูล	ขอ 65 - 72
10. ความสามารถด้านการสรุป	ขอ 73 - 80
11. ความสามารถด้านการนำไปใช้	ขอ 81 - 88
12. ความสามารถด้านการฝึกทักษะ	ขอ 89 - 96

เนื้อหาของแบบทดสอบประกอบด้วย เนื้อหาตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พุทธศักราช 2521 (หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ เดิม 1 ว. 101) และผู้วิจัยได้เพิ่มเติมสิ่งที่มีความรู้เกี่ยวกับระดับชั้นนั้นจะรู้ (ตัวแบบทดสอบอยู่ในภาคผนวก ก.)

ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ความเที่ยงตรง ผู้วิจัยหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโดยวิธีตรง คือ พิจารณาความเที่ยงตรงตามนิยาม (validity by definition) คือผู้วิจัยได้พยายามทั่วแปรทาง ๆ ในรูปแบบกำหนดที่เฉพาะ แล้วสร้างแบบทดสอบตามคำนิยามที่เฉพาะ และหาความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (face validity) (Ebel, 1965 380-381) โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสร้างแบบทดสอบลงความเห็นว่าจะมีความสามารถตามนั้นได้จริงหรือไม่ ถ้าข้อใดยังไม่สามารถวัดได้ก็นำมาปรับปรุงแก้ไข

ความเชื่อมั่น ผู้วิจัยหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีสุ่มของ คูเคอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) สูตร 20 (K-R 20) การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยทั้ง 12 ชุด ชุดละ 8 ข้อ และค่าสถิติอื่น ๆ ของแบบทดสอบ ภายหลังจากนำไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างใดค่าสถิติต่าง ๆ ก็บรรยายละเอียดในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเชื่อมั่น และค่าความถดถอยเฉลี่ยมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ	\bar{X}	S.D.	r_{tt}	SE _{meas}
ความสามารถด้านการสังเกต	4.0079	1.4907	0.3906	1.1622
ความสามารถด้านการจำแนก	1.9406	1.3516	0.3254	1.1101
ความสามารถด้านการวัด	4.1344	1.5423	0.4369	1.1573
ความสามารถด้านการอธิบาย	2.1779	1.3094	0.3204	1.1537
ความสามารถด้านการตั้งปัญหา	4.5493	1.5127	0.4237	1.1484
ความสามารถด้านการพยากรณ์	2.2767	1.3981	0.3230	1.1984
ความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน	2.4506	1.3950	0.3277	1.1398
ความสามารถด้านการทดลอง	2.9763	1.4410	0.3763	1.1307
ความสามารถด้านการตีความข้อมูล	2.2530	1.5011	0.3743	1.1874
ความสามารถด้านการสรุป	2.9012	1.3066	0.3552	1.1104
ความสามารถด้านการนำไปใช้	3.2846	1.7543	0.4550	1.2941
ความสามารถด้านการฝึกทักษะ	2.3123	1.3792	0.3164	1.1039
รวมทั้งฉบับ	35.2720	19.4461	0.0755	6.0615

วิธีรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ทราบให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์ การวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 วิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์โดยใช้ คอมพิวเตอร์ สำนักงานสถิติแห่งชาติ โปรแกรมการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ของ SPSS (Statistical Package for the Social Science) ลำดับขั้นการวิเคราะห์ มีดังนี้

ตาราง 2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเชื่อมั่น และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ	\bar{X}	S.D.	r_{tt}	SE _{meas}
ความสามารถด้านการสังเกต	4.0079	1.4987	0.3986	1.1622
ความสามารถด้านการจำแนก	1.9486	1.3516	0.3254	1.1101
ความสามารถด้านการวัด	4.1344	1.5423	0.4369	1.1573
ความสามารถด้านการอธิบาย	2.1779	1.3894	0.3204	1.1537
ความสามารถด้านการแก้ปัญหา	4.5493	1.5127	0.4237	1.1484
ความสามารถด้านการพยากรณ์	2.2767	1.3981	0.3238	1.1984
ความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน	2.4506	1.3950	0.3277	1.1398
ความสามารถด้านการทดลอง	2.9763	1.4418	0.3763	1.1387
ความสามารถด้านการตีความข้อมูล	2.2530	1.5011	0.3743	1.1874
ความสามารถด้านการสรุป	2.9012	1.3866	0.3552	1.1184
ความสามารถด้านการนำไปใช้	3.2846	1.7543	0.4558	1.2941
ความสามารถด้านการฝึกทักษะ	2.3123	1.3792	0.3164	1.1039

วิธีรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ตรวจให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์ การวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 วิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์โดยโปรแกรมพีวเคอร์ สำนักงานสถิติแห่งชาติ โปรแกรมการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ของ SPSS (Statistical Package for the Social Science) ลำดับขั้นการวิเคราะห์ มีดังนี้

1. คำนวณเมตริกสหสัมพันธ์ของตัวแปร (correlation matrix)
2. สกัดตัวประกอบที่ยังไม่หมุนแกนโดยวิธี principal factor
3. หมุนตัวประกอบ (factor rotation) แบบorthogonal โดยวิธี varimax และแบบoblique
4. แปลงเมตริกตัวประกอบที่หมุนแกนแล้ว

ตอนที่ 2 วิเคราะห์เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

ผลการวิเคราะห์ห้ข้อมูล

เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล และเสนอผลการวิเคราะห์ห้ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

X_1	ความสามารถด้านการสังเกต
X_2	ความสามารถด้านการจำแนก
X_3	ความสามารถด้านการวัด
X_4	ความสามารถด้านการอธิบาย
X_5	ความสามารถด้านการแก้ปัญหา
X_6	ความสามารถด้านการพยากรณ์
X_7	ความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน
X_8	ความสามารถด้านการทดลอง
X_9	ความสามารถด้านการตีความข้อมูล
X_{10}	ความสามารถด้านการสรุป
X_{11}	ความสามารถด้านการนำไปใช้
X_{12}	ความสามารถด้านการฝึกทักษะ
\bar{X}	ค่าเฉลี่ย
S^2	ความแปรปรวน
t	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาใน t - distribution
F_1	องค์ประกอบที่ 1
F_2	องค์ประกอบที่ 2
F_3	องค์ประกอบที่ 3
h^2	communality
U	uniqueness

การวิเคราะห์ห้ข้อมูลและแปลความหมายห้ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

ตาราง 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสามารถทางการเรียนวิทยาการศึกษาระดับชั้น 12 กาม

ตัวแปร	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
X ₁	-	.1452*	.1335*	.1040	-.0002	.0988	.2292**	.0882	.1032	.1016	.1669**	.0877
X ₂		-	.1785**	.1988**	.1614*	.2615	.2491**	.2173**	.1747**	.1540*	.2204**	.0254
X ₃			-	.1555*	.1281*	.1994**	.1265*	.2548**	.2407**	.2437**	.2762**	.1818**
X ₄				-	.1104	.1673**	.1277*	.2008**	.2145**	.1386*	.0881	.1009
X ₅					-	.0435	.1689**	.3135**	.1832**	.1168*	.2743**	-.0213
X ₆						-	.1734**	.1913**	.0739	.1608*	.1535*	.0195
X ₇							-	.2438**	.1739**	.2105**	.2176**	.0465
X ₈								-	.2595**	.2747**	.2804**	.1288*
X ₉									-	.2237**	.2574**	.1674**
X ₁₀										-	.2873**	.1830**
X ₁₁											-	.1831**
X ₁₂												-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 จะเห็นได้ว่ามีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 17 กู ที่มีความสัมพันธ์ไม่ถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติ ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 12 กู และที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 37 กู (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่า .125 และที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่า .164)

ตาราง 4 แสดงค่า communality ของความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 ด้านต่าง ๆ ถ้า eigenvalue เปรอ์แทนความแปรปรวน และ
 เปรอ์แทนความแปรปรวนสะสม

ตัวแปร	communality	eigenvalue	เปอร์เซ็นต์ ความแปรปรวน	เปอร์เซ็นต์ความ แปรปรวนสะสม
X ₁	.08820	2.92478	24.4	24.4
X ₂	.16818	1.16019	9.7	34.0
X ₃	.17552	1.11614	9.3	43.3
X ₄	.10955	.99013	8.3	51.6
X ₅	.16619	.92049	7.7	59.3
X ₆	.12915	.80686	6.7	66.0
X ₇	.16570	.75623	6.3	72.3
X ₈	.24332	.74828	6.2	78.5
X ₉	.17103	.69627	5.8	84.3
X ₁₀	.17554	.66785	5.6	89.9
X ₁₁	.23819	.64012	5.3	95.2
X ₁₂	.09240	.57261	4.8	100.0

จากตาราง 4 จะเห็นได้ว่าค่า communalities ของความสามารถทางต่าง ๆ ทุกด้าน มีค่าค่อนข้างต่ำ แสดงว่าความสามารถเหล่านั้นกระจายความแปรปรวน (shared variance) ให้อับของประกอบก่อนข้างตามเมตริกการถดถอย eigenvalue หมายความว่าแต่ละหนึ่งขึ้นไป พบว่ามีอยู่สาม จำนวน เปอร์เซนต์ความแปรปรวนขององค์ประกอบที่หนึ่ง 24.4 องค์ประกอบที่สอง 9.7 องค์ประกอบที่สาม 9.3 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ และเปอร์เซนต์ความแปรปรวนสะสมขององค์ประกอบทั้งสาม 43.3 เปอร์เซนต์

ตาราง 5 แสดงค่าหน้าหนักขององค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยวิธี principal factor ก่อนหมุนแกน

ตัวแปร	F ₁	F ₂	F ₃	h ²	U
X ₁	.26331	.17020	.09448	.10724	.94496
X ₂	.45210	.04175	.32088	.30910	.83120
X ₃	.46550	.13728	-.10857	.24732	.86757
X ₄	.33656	.07149	.07329	.12376	.93608
X ₅	.44337	-.63296	-.04521	.59927	.63303
X ₆	.34826	.14325	.27117	.21534	.88581
X ₇	.43011	.02567	.18383	.21945	.88349
X ₈	.55860	-.09826	-.03285	.32277	.82294
X ₉	.45827	.03009	-.14917	.23317	.87569
X ₁₀	.46701	.12661	-.12589	.24998	.86604
X ₁₁	.54127	-.01846	-.12662	.30934	.83093
X ₁₂	.25488	.23544	-.32760	.22772	.87879

จากตาราง 5 จะเห็นได้ว่าน้ำหนัก (loading) ในองค์ประกอบที่หนึ่ง มีค่าเป็นบวกหมดทุกตัวแต่ยังไม่เด่นชัด น้ำหนักของความสามารถในองค์ประกอบที่หนึ่งที่สำคัญมากคือ น้ำหนักของความสามารถด้านการสังเกต และน้ำหนักของความสามารถด้านการฝึกทักษะ

องค์ประกอบที่สอง น้ำหนักของความสามารถในองค์ประกอบนี้ที่สูงมากคือ ความสามารถในการตั้งปัญหา แก้ไขแบบผสม ส่วนน้ำหนักของความสามารถด้านอื่น ๆ ในองค์ประกอบนี้เมื่อกำหนดค่ามาก มีทั้งค่าทางบวกและทางลบ

องค์ประกอบที่สาม น้ำหนักของความสามารถในองค์ประกอบนี้ ที่สูงพอจะให้ความหมายได้ก็คือ น้ำหนักของความสามารถด้านกรจำแนก และน้ำหนักของความสามารถด้านการฝึกทักษะ ส่วนน้ำหนักของความสามารถด้านอื่น ๆ ในองค์ประกอบนี้เมื่อกำหนดค่ามากมีทั้งค่าทางบวกและทางลบ

ค่า communality ซึ่งเป็นค่าที่แสดงว่าความสามารถด้านหนึ่งกระจายความแปรปรวน (shared variance) ให้กับองค์ประกอบมากน้อยเพียงใด จากตาราง 5 จะเห็นได้ว่าความสามารถด้านการตั้งปัญหาามีค่า communality มากที่สุด และความสามารถด้านการสังเกตมีค่า communality น้อยที่สุด

ค่า uniqueness ซึ่งเป็นค่าที่แสดงว่าความสามารถแต่ละด้านมีองค์ประกอบที่ไม่ซ้ำซ้อนกับความสามารถอื่น ๆ อยู่มากน้อยเพียงใด ในที่นี้จะเห็นได้ว่าความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้ง 12 ด้าน มีลักษณะเฉพาะตัวสูงมาก ซึ่งพิจารณาได้จากน้ำหนักของ uniqueness แต่ละตัว

อย่างไรก็ตามเนื่องจากน้ำหนักขององค์ประกอบเหล่านี้ยังไม่ได้นูนเด่น จึงไม่อาจยืนยันได้ว่าการแปลความหมายเหล่านี้ถูกต้องชัดเจน และการจัดกลุ่มของตัวแปรต่าง ๆ มีความงกที่แน่นอน ผู้วิจัยจึงได้หมุนแกนแบบ orthogonal โดยวิธี varimax และแบบ oblique $\delta = -.5$ ผลจากการหมุนแกนดังปรากฏในตาราง 6 และตาราง 7

ตาราง 6 แสดงการนำหนักองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิชาเวสตร
หลังจากหมุนแกนโดยวิธี varimax

ตัวแปร	F ₁	F ₂	F ₃	h ²	U
X ₁	.15991	.28429	-.02909	.10724	.94496
X ₂	.06666	×.52902	.15745	.30910	.83120
X ₃	×.41033	.25790	.11153	.24732	.86757
X ₄	.18041	.28704	.09390	.12376	.93608
X ₅	.05262	.06586	×.76952	.59927	.63303
X ₆	.07800	×.45689	.02246	.21534	.88581
X ₇	.14230	×.41231	.117088	.21945	.88349
X ₈	○.32218	×.30295	×.35664	.32277	.82294
X ₉	×.39238	.19317	.20469	.23317	.87569
X ₁₀	×.41812	.24336	.12284	.24998	.86604
X ₁₁	×.40795	.24797	.28537	.30934	.83093
X ₁₂	×.47345	-.00423	-.05957	.22772	.87879

ตาราง 7 แสดงน้ำหนักองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาการศาสตร์
หลังจากหมุนแกนแบบ oblique delta = -.5

ตัวแปร	F ₁	F ₂	F ₃
X ₁	.29306	.07908	-.10060
X ₂	.55330	-.08624	.08823
X ₃	.19808	-.06338	-.35547
X ₄	.27360	-.04985	-.10491
X ₅	-.05428	-.80266	.06647
X ₆	.49174	.04652	.03884
X ₇	.40797	-.11450	-.02105
X ₈	.22602	-.31981	-.21605
X ₉	.11480	-.17223	-.34010
X ₁₀	.17861	-.07713	-.36709
X ₁₁	.16069	-.24893	-.33168
X ₁₂	-.07863	.08181	-.51454

จะเห็นได้ว่าหลังจากหมุนแกนแบบ orthogonal โดยวิธี varimax และหมุนแกนแบบ oblique delta = -.5 แล้ว การรวมกลุ่มของตัวแปรยังคงเดิม กล่าวคือตัวแปรที่น้ำหนักตั้งแต่ .30 ขึ้นไป ยังคงรวมกลุ่มกันเหมือนเดิม ดังแสดงในตาราง 8

การวาง 8 แสดงการรวมกลุ่มของตัวแปรหลังจากหมุนแกนโดยวิธี varimax และแบบ oblique delta = -.5

varimax			oblique		
F ₁	F ₂	F ₃	F ₁	F ₂	F ₃
X ₃	X ₂	X ₅	X ₂	X ₅	X ₃
X ₉	X ₆	X ₈	X ₆	X ₈	X ₉
X ₁₀	X ₇		X ₇		X ₁₀
X ₁₁					X ₁₁
X ₁₂					X ₁₂

จะเห็นได้ว่าการรวมกลุ่มของตัวแปรในองค์ประกอบต่าง ๆ ภายหลังจากหมุนแกนทั้งแบบ orthogonal และแบบ oblique แล้วยังคงเหมือนเดิม เพียงแต่เปลี่ยนลำดับที่องค์ประกอบเท่านั้น แสดงว่าการรวมกลุ่มของตัวแปรที่มีความคงที่แน่นอน จากการหมุนแกนโดยวิธี varimax นำหนักในองค์ประกอบมีลักษณะเด่นชัดและให้ความหมายเหมือนกับแบบ oblique ผู้วิจัยได้เลือกการหมุนแกนวิธี varimax มาแปลผล

หลังจากการหมุนแกนโดยวิธี varimax แล้ว จะเห็นได้ว่าน้ำหนักในองค์ประกอบที่หนึ่งมีลักษณะเด่นชัดยิ่งขึ้น น้ำหนักของความสามารถในองค์ประกอบที่สามสูงพอ ก่อตั้งแ่ง .30 ขึ้นไปและให้ความหมายได้ดี เรียงจากมากไปหาน้อยคือ ความสามารถด้านการฝึกทักษะ ความสามารถด้านการสรุป ความสามารถด้านการวัด ความสามารถด้านการนำไปใช้ และความสามารถด้านการตีความข้อมูล

องค์ประกอบที่สอง น้ำหนักในองค์ประกอบมีลักษณะเด่นชัดยิ่งขึ้น น้ำหนักของความสามารถที่สามสูงพอ เรียงตามลำดับจากมากไปน้อยคือ ความสามารถด้านการจำแนก ความสามารถด้านการพยากรณ์ และความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน

องค์ประกอบที่สาม น้ำหนักในองค์ประกอบมีลักษณะเด่นชัดยิ่งขึ้นและมีค่าสูงพอ เรียงตามลำดับดังนี้ ความสามารถด้านการตั้งปัญหา และความสามารถด้านการทดสอบ

เมื่อพิจารณาจาก communalities จะเห็นได้ว่า communalities ของความสามารถ ในการตั้งปัญหาสูงสุด แสดงว่าความสามารถด้านนี้กระจายความแปรปรวนให้กับองค์ประกอบมากที่สุด รองลงไปก็ความสามารถด้านการทดลอง ความสามารถด้านการนำไปใช้ และความสามารถด้านการจำแนกตามลำดับ

เมื่อพิจารณาหน้าหนักขององค์ประกอบเอกลักษณ์ (uniqueness) จะเห็นได้ว่าความสามารถด้านการสังเกตมีน้ำหนักขององค์ประกอบมากที่สุด รองลงไปก็ความสามารถด้านการอธิบาย ความสามารถด้านการพยากรณ์ ความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน ความสามารถด้านการฝึกทักษะ ความสามารถด้านการตีความข้อมูล ความสามารถด้านการวัด และความสามารถด้านการสรุป แสดงว่าความสามารถเหล่านี้มีส่วนที่ไม่ซ้ำซ้อนกับความสามารถด้านอื่น ๆ มาก

ผลจากการวิเคราะห์หาคอนที่หนึ่ง สรุปได้ว่าความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม. 1) ในจังหวัดสงขลา มี 3 องค์ประกอบ แต่สมมติฐานตั้งไว้ว่า "ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์มี 5 องค์ประกอบ" เหตุที่ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์รวมกลุ่มกันแล้วเหลือ 3 องค์ประกอบ เนื่องจากการรวมกลุ่มของตัวแปรที่คาดคะเนไว้ไปรวมกลุ่มกับตัวแปรอื่น ๆ ใดเป็นองค์ประกอบใหม่ ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรต่าง ๆ มากกว่าเดิม และมีตัวแปรบางตัวมีน้ำหนักค่าไม่สามารถให้ความหมายต่อองค์ประกอบใด ดังเช่นในองค์ประกอบที่หนึ่ง ที่คาดคะเนไว้ มีความสามารถด้านการสังเกต แต่เมื่อวิเคราะห์แล้วปรากฏว่ามีน้ำหนักไม่สูงพอที่จะเป็นองค์ประกอบหรือไปรวมกับตัวแปรอื่นเป็นองค์ประกอบใด

องค์ประกอบที่สองที่คาดคะเนไว้ มีความสามารถด้านการตีความข้อมูล และความสามารถด้านการสรุป แต่จากผลการวิเคราะห์พบว่าความสามารถทั้งสองด้านนี้ ไปรวมอยู่ในองค์ประกอบที่หนึ่ง

องค์ประกอบที่สามที่คาดคะเนไว้ มีความสามารถด้านการจำแนก และความสามารถในการตั้งปัญหา แต่ผลจากการวิเคราะห์พบว่าความสามารถทั้งสองนี้ ไปรวมอยู่ในองค์ประกอบที่สอง และองค์ประกอบที่สาม

องค์ประกอบที่สี่ที่คาดคะเนไว้ มีความสามารถด้านการพยากรณ์ ความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน และความสามารถด้านการนำไปใช้ แต่ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ความสามารถด้านการพยากรณ์ และความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน ไปรวมอยู่ในองค์ประกอบที่สอง ส่วนความสามารถด้านการนำไปใช้รวมอยู่ในองค์ประกอบที่หนึ่ง

องค์ประกอบที่ห้าที่คาดคะเนไว้ มีความสามารถด้านการวัด ความสามารถด้านการอธิบาย ความสามารถด้านการทดลองและความสามารถด้านการฝึกทักษะ แยกแยะผลการวิเคราะห์พบว่า ความสามารถด้านการวัดและความสามารถด้านการฝึกทักษะ ไปรวมอยู่ในองค์ประกอบที่หนึ่ง ความสามารถด้านการทดลองไปรวมอยู่ในองค์ประกอบที่สาม ส่วนความสามารถด้านการอธิบายที่น้ำหนัก ไปสูงพอที่จะเป็นพื้นฐานสำหรับการแปลผลได้ ดังนั้นความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์จึงมี สามองค์ประกอบ

เมื่อพิจารณาน้ำหนักของตัวแปรในองค์ประกอบทั้งสาม พบค่าตั้งแต่ .33 ขึ้นไป ซึ่งให้ความหมายในการแปลผลครั้งนี้ได้ แต่ละองค์ประกอบจะมีตัวแปรรวมกันดังนี้

องค์ประกอบที่หนึ่ง มีความสามารถด้านฝึกทักษะ ความสามารถด้านการวัด ความสามารถ การการนำไปใช้ และความสามารถด้านการตีความข้อมูล จึงตั้งชื่อองค์ประกอบที่หนึ่งว่า

" องค์ประกอบด้านทักษะในการนำเอาไปใช้ " (skills in application factor)

องค์ประกอบที่สอง มีความสามารถด้านการจำแนก ความสามารถด้านการพยากรณ์ และความสามารถ ด้านการตั้งสมมติฐาน จึงตั้งชื่อองค์ประกอบที่สองว่า " องค์ประกอบด้านความสามารถในการวิเคราะห์ ปัญหา " (ability in analyzing problems factor) องค์ประกอบที่สาม มีความสามารถ ด้านการตั้งปัญหา และความสามารถด้านการทดลอง จึงตั้งชื่อองค์ประกอบที่สามว่า " องค์ประกอบ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการทดลอง " (ability in problem solving by experimentation factor)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบที่ 2

ตาราง 9 แสดงค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ

ตัวแปร	F ₁	F ₂	F ₃
X ₁	.03775	.12784	+.04977
X ₂	-.09439	.33562	.01294
X ₃	.20085	.06444	.01613
X ₄	.04237	.11554	-.00752
X ₅	-.10486	-.10750	.69954
X ₆	-.04976	.26083	-.04297
X ₇	-.01234	.20872	.02055
X ₈	.12224	.09434	.12519
X ₉	.19069	.01487	.04571
X ₁₀	.20681	.05000	-.00024
X ₁₁	.20312	.04165	.07293
X ₁₂	.30833	-.09583	-.07413

จากตาราง 9 เป็นค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ ซึ่งเป็นสัดส่วนที่ตัวแปรแต่ละตัวมีส่วนรวม (shared) ในองค์ประกอบต่าง ๆ การเปรียบเทียบองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ต้องเปลี่ยนคะแนนทั้งหมดของนักเรียนแต่ละคนให้เป็นคะแนนมาตรฐาน แล้วนำมาคูณกับค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ (ดูตัวอย่างในภาคผนวก ก.) แล้วนำคะแนนองค์ประกอบมาเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ได้ผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตาราง 10 เปรียบเทียบองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ด้านทักษะในการนำเอาไปใช้

กลุ่มตัวอย่าง	n	ค่าสถิติพื้นฐาน		t
		\bar{x}	s^2	
นักเรียนชาย	127	-.103	.7127	2.3409 **
นักเรียนหญิง	126	.104	.6951	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ค่าสถิติที่ปรากฏในตาราง 10 แสดงว่านักเรียนหญิงมีความสามารถด้านทักษะในการนำเอาไปใช้ สูงกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t=2.3409$) ผลการวิจัยนี้ขัดกับสมมติฐานข้อสอง ที่ตั้งไว้ว่า " นักเรียนชายมีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง "

ตาราง 11 เปรียบเทียบองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ด้านความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา

กลุ่มตัวอย่าง	n	ค่าสถิติพื้นฐาน		t
		\bar{x}	s^2	
นักเรียนชาย	127	.032	.7834	.7198
นักเรียนหญิง	126	-.033	.6355	

ค่าสถิติที่ปรากฏในตาราง 11 แสดงว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีความสามารถด้านการวิเคราะห์ปัญหา แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยนี้ขัดกับสมมติฐานข้อสองที่ตั้งไว้ว่า " นักเรียนชายมีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง "

ตาราง 12 เปรียบเทียบองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	n	ค่าสถิติพื้นฐาน		t
		\bar{X}	S^2	
นักเรียนชาย	127	-.006	.7902	.1200
นักเรียนหญิง	126	.006	.7627	

ค่าสถิติที่ปรากฏในตาราง 12 แสดงว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีความสามารถด้านการแก้ปัญหาโดยการทดลอง แยกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยขัดกับสมมติฐานข้อสองที่ตั้งไว้ว่า " นักเรียนชายมีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง "

ผลการวิเคราะห์ที่สอง สรุปได้ว่า ในองค์ประกอบที่หนึ่งนักเรียนหญิงมีความสามารถสูงกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งขัดกับสมมติฐาน ในองค์ประกอบที่สอง นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีความสามารถแยกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งขัดกับสมมติฐาน และในองค์ประกอบที่สาม นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถแยกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งขัดกับสมมติฐาน.

บทย่อ สรุป และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมาย

1. เพื่อสร้างเครื่องมือวัดความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนก การวัด การอธิบาย การตั้งปัญหา การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การตีความข้อมูล การสรุป การนำไปใช้ และการฝึกทักษะ
2. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม. 1) ในจังหวัดสงขลา
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม. 1) ในจังหวัดสงขลา

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษากันกว่าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม. 1) ในจังหวัดสงขลา ปีการศึกษา 2521 ของโรงเรียนมหาวชิราวุธ จำนวน 43 คน โรงเรียนวรนารีเฉลิม จำนวน 45 คน โรงเรียนระโนดวิทยา จำนวน 40 คน โรงเรียนรัศมีวิทยา จำนวน 40 คน โรงเรียนดิ่งพระวิทยา จำนวน 40 คน และโรงเรียนหาคีใหญ่วิทยาลัย จำนวน 45 คน รวม 253 คน เป็นนักเรียนชาย 127 คน นักเรียนหญิง 126 คน เลือกมาอย่างสุ่มแบบหลายชั้น

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการสังเกต
2. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการจำแนก
3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการวัด

4. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการอธิบาย
5. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการตั้งปัญหา
6. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการพยากรณ์
7. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน
8. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการทดลอง
9. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการศึกษาความเชื่อมโยง
10. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการสรุป
11. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการนำไปใช้
12. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการฝึกทักษะ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีสามองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านทักษะในการนำเอาไปใช้ (skills in application factor) องค์ประกอบด้านความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา (ability in analyzing problems factor) และองค์ประกอบด้านความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการทดลอง (ability in problem solving by experimentation factor)

2. เปรียบเทียบของประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 นักเรียนหญิงมีความสามารถด้านทักษะในการนำเอาไปใช้ สูงกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 นักเรียนชายมีความสามารถด้านการวิเคราะห์ปัญหา สูงกว่านักเรียนหญิง อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 นักเรียนหญิงมีความสามารถด้านการแก้ปัญหาโดยการทดลอง สูงกว่านักเรียนชาย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

1. แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 12 แบบทดสอบย่อย แต่ละฉบับมีความเชื่อมั่นตั้งแต่ .316-.456 ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ สาเหตุที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจาก จำนวนข้อสอบในแต่ละแบบทดสอบย่อยมีน้อย โดยมีฉบับละ 8 ข้อ และอีกประการหนึ่งเมื่อพิจารณาความเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละฉบับ (จากตาราง 2) จะเห็นได้ว่ามีค่าค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.95-4.55 เมื่อจะสรุปได้ว่าข้อสอบชุดนี้ค่อนข้างยาก ซึ่งมีผลต่อความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์หาความยากง่าย และกาอ่านาจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อโดยอาศัยเทคนิค 27 เปอร์เซนต์ พบว่าข้อสอบแต่ละฉบับมีความยากง่ายระหว่าง .20-.80 และกาอ่านาจำแนกมีค่าตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยได้

2. องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีสามองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านทักษะในการนำเอาไปใช้ องค์ประกอบด้านความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา และ องค์ประกอบด้านความสามารถในการแก้ปัญหาโดยควรทดลอง แต่สมมติฐานตั้งไว้ว่า " ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีห้าองค์ประกอบ " สาเหตุที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากการรวมกลุ่มของตัวแปรที่คาดคะเนไว้ ไปรวมกลุ่มกับตัวแปรอื่นนอกเหนือจากที่คาดคะเนไว้ และตัวแปรบางตัวมีน้ำหนักไม่สูงพอที่จะเป็นองค์ประกอบได้ หรือไปรวมกับตัวแปรอื่นเป็นองค์ประกอบได้ สำหรับการตั้งชื่อองค์ประกอบผู้วิจัยมีเหตุผลดังนี้

2.1 องค์ประกอบด้านทักษะในการนำเอาไปใช้ ประกอบด้วยความสามารถด้านต่าง ๆ เกี่ยวข้องกันดังนี้

ความสามารถด้านการฝึกทักษะ ความสามารถด้านเนื้อหาส่วนสำคัญในเรื่อง ทักษะในการใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง วิชาวิทยาศาสตร์ มีความปลอดภัย ตลอดทั้งการรู้จักใจของปฏิบัติการอย่างถูกต้อง และมีความปลอดภัย ดังนั้นในความสามารถด้านนี้ ท้องอาศัยทักษะเป็นรองสำคัญ

ความสามารถด้านการสรุปความ เป็นความสามารถในการประเมินสิ่งต่าง ๆ เพื่อลงข้อยุติ หรือสร้างเป็นรูปแบบ (formulating models) เพื่อที่จะนำไปอธิบายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาคง ๆ กัน ซึ่งตรงกับลักษณะของการนำเอาไปใช้ที่นำความรู้ความเข้าใจไปใช้ สถานการณ์ใหม่

ดังนั้นความสามารถด้านนี้จึงเกี่ยวข้องกับนำไปใช้

✓ ความสามารถด้านการวัด ความสามารถด้านนี้จะเกิดขึ้นได้ด้วยการฝึกฝน การวัดที่เพิ่มความแม่นยำและมีความกลาดเคลอนน้อย ยิ่งขึ้นอยู่กับการรู้จักเลือกใช้เครื่องมือวัดที่เหมาะสมอีกด้วย ซึ่งจำเป็นต่ออากัษัตถะ ดังนั้นความสามารถด้านนี้จึงเกี่ยวข้องกับทักษะในการใช้เครื่องมือวัด

ความสามารถด้านการนำไปใช้ เป็นการนำความรู้ความเข้าใจทั้งหมดที่ได้จากการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในทุกสาขา ก่อทั้งในวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกันและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ความสามารถด้านการนำไปใช้ จึงเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบนี้โดยตรง

ความสามารถด้านการตีความข้อมูล ความสามารถด้านนี้เป็นส่วนหนึ่งของความเข้าใจเกี่ยวกับการตีความ การตีความข้อมูลจะต่ออาศัยความรู้ และเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทั้งในแง่ของความแตกต่างและสอดคล้องของสิ่งที่เกี่ยวข้องกันนั้น จึงจะตีความข้อมูลได้ การตีความข้อมูลเป็นพื้นฐานในการลงข้อสรุป และเกี่ยวข้องกับความสามารถในการนำไปใช้ตรงที่ความรู้ความเข้าใจเป็นพื้นฐานในการนำไปใช้ ดังจะเห็นได้จากลำดับขั้นในการแบ่งจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน cognitive domain ของ บลูมและคณะอื่น ๆ (Bloom and others. 1966:17-19)

จะเห็นได้ว่าความสามารถทั้งห้าด้าน ซึ่งรวมกลุ่มกันอย่างเด่นชัดในองค์ประกอบนี้ มีส่วนร่วมที่สำคัญสองประการ คือ ทักษะในการใช้เครื่องมือ และความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจไปใช้ ดังนั้นจึงตั้งชื่อองค์ประกอบนี้ว่า " องค์ประกอบด้านทักษะในการนำเอาไปใช้ " ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ โรเจอร์ (Roger. 1967 2734-2735) ที่ว่าผู้ที่เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก มีความสามารถในการประยุกต์ใช้การทางวิทยาศาสตร์ ทางกับผู้ที่ไม่เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นการยืนยันได้ว่าองค์ประกอบนี้มีความสำคัญที่จะส่งเสริมความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2 องค์ประกอบด้านความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ประกอบด้วยความสามารถต่าง ๆ เกี่ยวข้องกันดังนี้

✓ ความสามารถด้านการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกประเภทสิ่งต่าง ๆ เป็นหมวดหมู่ เพราะว่สิ่งต่าง ๆ มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน และมีลักษณะร่วมที่เหมือนกัน ในการแยกประเภทสิ่งต่าง ๆ เป็นหมวดหมู่ของอาศัยลักษณะเฉพาะและลักษณะรวมมาเปรียบเทียบ หากความแตกต่างและลักษณะร่วม ถือว่าเป็นความสามารถในการวิเคราะห์

✓ ความสามารถด้านการพยากรณ์ เป็นความสามารถในการนำไปใช้ เนื่องจากองค์ความรู้ ความรู้ความเข้าใจ การที่จะทำนายสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องใกล้เคียงกับผลที่จะเกิดขึ้นองค์ความรู้ ความรู้ความเข้าใจในปัญหา และการเรียนรู้ในอดีตคือคอคอจนมีขอมูลที่ถูกต้องและเกี่ยวข้องกับปัญหา จึงจะทำนายเหตุการณ์นั้น ๆ ได้อย่างถูกต้องใกล้เคียงความจริง ดังนั้นจึงถือได้ว่าการพยากรณ์เป็น ความสามารถในการนำไปใช้ และเป็นพื้นฐานของความสามารถด้านการวิเคราะห์ ดังคำขวัญชิ้นใน การแบ่งจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน cognitive domain ของ บลูมและคณะ (Bloom and others. 1966 . 17-19)

ความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน ความสามารถด้านนี้มักจะเกี่ยวกับความสามารถ ด้านการพยากรณ์ ก็คือองค์ความรู้ ความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์ในอดีตมาช่วยในการคาดคะเน คำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้า การที่จะมีความสามารถในการตั้งสมมติฐานเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับความ เข้าใจปัญหาอย่างแจ่มแจ้ง ก็คือจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ในรูปของ เหตุ - ผล หรืออีกนัยหนึ่งคือรู้อะไรเป็นตัวแปรต้น อะไรเป็นตัวแปรตามของปัญหา ดังนั้นความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน จึงคือองค์ความรู้ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาให้แจ่มแจ้ง

จะเห็นได้ว่าความสามารถทั้งสามด้าน ที่รวมกลมกลืนกันอย่างเด่นชัดในองค์ประกอบทั้งสองนี้ มี ส่วนรวมและเป็นพื้นฐานของกันและกัน ก็คือความสามารถด้านการวิเคราะห์ปัญหา และความรู้ความ เข้าใจซึ่งเป็นพื้นฐานของความสามารถในการวิเคราะห์ ดังนั้นจึงตั้งชื่อองค์ประกอบทั้งสองว่า " องค์ประกอบด้านความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา "

2.3 องค์ประกอบด้านความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการทดลอง ประกอบด้วย ความสามารถด้านต่าง ๆ เกี่ยวข้องกันดังนี้

ความสามารถด้านการตั้งปัญหา ความสามารถด้านนี้มีความสำคัญต่อการ เรียนนิเทศศาสตร์ มาก เพราะว่าการเริ่มต้นในการแสวงหาความรู้มักจะมาจากการตั้งปัญหาก่อนเสมอ เมื่อมีปัญหาแล้วจึงจะมี การค้นหาคำตอบ ความสามารถในการตั้งปัญหาคือการที่จะมองเห็นปัญหาและพยายามแก้ปัญหาได้อย่าง ชัดเจน รวมทั้งความสามารถที่จะรับขอมูลของปัญหาได้อย่างดีด้วย เมื่อสามารถมองเห็นปัญหาและ ชีบงขอมูลของปัญหาได้อย่างชัดเจนแล้ว จะทำให้สะดวกต่อการวางแนวทางการแก้ปัญหา ดังนั้น ความสามารถในการตั้งปัญหา จึงเป็นการวางแนวทางการแก้ปัญหา

ความสามารถด้านการทดลอง ความสามารถด้านนัยเกี่ยวกับการตั้งปัญหา คือถ้าสามารถนิยามปัญหาและกำหนดขอบเขตปัญหาได้แล้ว จะทำให้มองเห็นตัวแปรต้นและตัวแปรตาม การที่ทราบตัวแปรต้นและตัวแปรตาม จะสามารถเลือกแนวทางในการทดลองตลอดทั้งการควบคุมตัวแปร หรือภาวะการสังเกตเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทดลองได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้ได้คำตอบที่เป็น เหตุ - ผล (cause-effect) กันอย่างแท้จริง ดังนั้นความสามารถด้านนัยจึงเกี่ยวข้องกับการเลือกแนวทางและแก้ปัญหาโดยการทดลอง

จะเห็นได้ว่าความสามารถทั้งสองด้าน ในองค์ประกอบที่สามมีส่วนที่เกี่ยวข้องกันอยู่ สองประการ คือ การตั้งขอบเขตของปัญหา และการเลือกแนวทางการแก้ปัญหาโดยการทดลองตลอดทั้งการควบคุมตัวแปร จึงตั้งชื่อองค์ประกอบที่สามว่า " องค์ประกอบด้านความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการทดลอง "

3. เปรียบเทียบองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

3.1 องค์ประกอบด้านทักษะในการนำเอาไปใช้ นักเรียนหญิงมีความสามารถสูงกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งขัดกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า " นักเรียนชายมีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง " การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากคุณลักษณะ ทั้งนี้เนื่องมาจากเด็กนักเรียนที่เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม. 1) ซึ่งเทียบกับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ตามหลักสูตรพุทธศักราช 2503 เด็กระดับชั้นส่วนมากจะมีอายุประมาณ 13 ปี ซึ่งอยู่ในวัยเด็กตอนปลายจะยังงุนงงสับสนอยู่ การพัฒนาทางสติปัญญาที่จะส่งผลกระทบต่อความสามารถในด้านนี้ เด็กอาจอาจยังพัฒนาไม่ทันเด็กหญิง ซึ่งสอดคล้องกับที่ มัวลี (Mouly, 1973 : 252-257) กล่าวว่า "นักเรียนหญิงจะมีผลการเรียนดีเมื่ออยู่ในระดับประถมศึกษา แต่เมื่อเรียนถึงระดับมัธยมศึกษาผลการเรียนจะลดลง ส่วนนักเรียนชายจะตรงกันข้าม "

3.2 องค์ประกอบด้านความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถในองค์ประกอบนี้ แตกต่างกัน อย่างไรก็ดีมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งขัดกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า "นักเรียนชายมีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง" การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากคุณลักษณะและความสนใจ คือ นักเรียนชายเฝ้า

พัฒนาการทางสติปัญญาที่สูง เสริมความซาบซึ้งในค่านิยม รวดเร็วจนเริ่มต้นเด็กหญิง และมีแนวโน้มที่จะสูงกว่าเด็กหญิง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ มัวลี ถึงกาวางกัน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ จรรยา สุวรรณทัตและดวงเดือน ศาสตร์วัทร (จรรยา สุวรรณทัตและดวงเดือน ศาสตร์วัทร 2517 : 7-8) นอกจากวิถีภาวะแวดล้อมจะเนื่องมาจากความสนใจ เพราะนักเรียนชายมีความสนใจในวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ จานงค์ พรายแมนแซ (จานงค์ พรายแมนแซ 2516 : 38-40) กล่าวว่า " ถ้าการ เรียนการสอนนั้นไปตรงกับความต้องการของ ผู้เรียน ผู้เรียนก็จะประสบผลสำเร็จ " และสอดคล้องกับคำกล่าวของ มัวลี (Mouly, 1973 : 252-257) ที่กล่าวว่า " นักเรียนชายมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิง จึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงกว่านักเรียนหญิง "

3.3 องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการทดลอง นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถในองค์ประกอบนี้แตกต่างกันอย่างไม่มี นัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ซึ่งขัดกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า " นักเรียนชายมีความสามารถทางการ เรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง " การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากวิถีภาวะ แต่ความแตกต่างนี้มีแนวโน้มที่จะลดลง ถ้าเปรียบเทียบกับองค์ประกอบที่หนึ่ง ซึ่งนักเรียนหญิงมีความสามารถสูงกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และในองค์ประกอบที่สอง นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาทางสติปัญญาที่จะส่งเสริมความสามารถในองค์ประกอบนี้ เด็กชายยังพัฒนาไม่ทันเด็กหญิง แต่มีแนวโน้มที่จะพานาทันเด็กหญิง

การที่ผลการวิจัยไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อสอง กล่าวโดยสรุปได้ว่าอาจจะมีสาเหตุที่สำคัญ คือ เนื่องจากวิถีภาวะซึ่งหมายถึงการพัฒนาการทางสติปัญญา ที่จะส่งเสริมความสามารถทางการ เรียนวิทยาศาสตร์ ในวัยนี้เด็กหญิงจะมีอัตราการพัฒนาการด้านสติปัญญาสูงกว่าเด็กชาย แต่มีแนวโน้มที่เด็กชายจะพัฒนาทัน หรือเร็วพัฒนาได้หน้าเด็กหญิง และการที่เด็กชายมีความสามารถทางการ เรียนในองค์ประกอบที่สองสูงกว่านักเรียนหญิง อาจจะเป็นเนื่องมาจากการพัฒนาการทางสติปัญญาที่จะส่งเสริมความสามารถด้านนั้นเริ่มได้หน้าเด็กหญิง และอาจจะเนื่องมาจากความสนใจในวิชา วิทยาศาสตร์ของเด็กชายมีมากกว่าเด็กหญิง

ข้อเสนอแนะ

1. งานการวิจัย

ควรวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นที่ส่งความมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเปรียบเทียบความสามารถแต่ละองค์ประกอบระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง เพื่อศึกษาว่านักเรียนชายมีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิงจริง และตัวแปรที่ควรศึกษาเพิ่มเติมคืออายุ นอกจากนี้ควรวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมาเปรียบเทียบกัน เพื่อจะศึกษาว่าในการเรียนเรื่องอย่างเดียวกัน องค์ประกอบประกอบความสามารถอย่างเดียวกันหรือไม่

2. งานการศึกษา

ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของอาศัยความสามารถทั้ง 12 ด้านดังตัวแปรที่ผู้วิจัยนำมาศึกษา ตัวแปรเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของทักษะการวิเคราะห์บูรณาการ ค่า communality ของตัวแปรเหล่านี้ค่า แต่มีความเป็นเอกลักษณ์สูง ซึ่งพิจารณาได้จากค่า communality และค่าอำนาจของ uniqueness ดังนั้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ควรฝึกฝนความสามารถเหล่านี้แก่แก่นักเรียนจนเกิดทักษะ เพราะความสามารถเหล่านี้เป็นทักษะในการวิเคราะห์บูรณาการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์.

๖

บรรณานุกรม

๗

บรรณานุกรม

- จรรยา สุวรรณทัต และ ควงเคื่อน ศาสตราจารย์ ผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทย
ระดับชั้นต่าง ๆ สถาบันระหว่างชาติสำหรับการกันคว้าเรื่องเด็ก 2517, 551 หน้า
- จำนง วิสุทธิแพทย์ การประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์บางประการ ของนักเรียนระดับประโยค
มัธยมศึกษาตอนต้น (ม.ศ 3) โรงเรียนรัฐบาลจังหวัดพระนคร ปีการศึกษา 2521
ปริชญานีพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2513, 129 หน้า อักสำเนา
- จำนงค์ พรายแย้มแซ เทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์ สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช 2516,
217 หน้า
- ฉวีวรรณ กิณาวงศ์ เอกสารประกอบการเรียนวิชาประถม 421 วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม
แผนกเอกสารและการพิมพ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก 2520, 208 หน้า
- ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการเขียนข้อสอบ โรงพิมพ์คุรุสภา 2520. 407 หน้า
- นิตา สะเพียรชัย "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์" ข่าวสารสถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4 : 3-8 กรกฎาคม 2520
- บุญลือ ทองอยู่ การศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของความคิดแบบสอบสวน (Inquiry)
กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความเกรงใจ ปริชญานีพนธ์ กศ.ม.
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2514, 71 หน้า อักสำเนา
- พิทักษ์ รักพลเดช การศึกษาความสัมพันธ์วิทยาศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร 2514, 82 หน้า
- ศึกษาศิการ, กระทรวง รายงานการไปร่วมประชุม ณ ต่างประเทศ เรื่องการประชุมปฏิบัติการ
การวิจัยทางการศึกษา ในปัญหาเกี่ยวกับหลักสูตร ของโรงเรียนในทวีปเอเชีย โรงพิมพ์
การศาสนา 2511, 79 หน้า
- _____ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 จงเจริญการพิมพ์ 2520,
252 หน้า

อนุสรณ์ สกฤกษ์ การวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ ปริญญาโท กศ.บ.
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 136 หน้า อักษรย่อ

Arthur H. "The Process Approach of AAAS Commission of Science Education," Journal of Research in Science Teaching, 1964, II, p. 271-282.

Bernhardt, Frank Leon, "Factors Predicting Seventh Grade Students, Interest for and Achievement in Science," Dissertation Abstracts, 27 : 322-A, August, 1966.

Bloom, Benjamin S. and others. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York, McGraw-Hill, 1971, 923 p.

_____. Taxonomy of Educational objectives, New York, McKay, 1966, 207 p.

Blough, Glenn O. and Julius Schwartz. Elementary School Science and How to Teach it. 3rd ed., New York, Rinehart and Winston, Inc., 1969, 810 p.

_____. Elementary School Science and How to Teach it. 5th ed., New York, Rinehart and Winston, Inc., 1974, 573 p.

Brandwein, Pual F. and others. Teaching High School Science. New York, Harcourt, Brace & World, Inc., 1958, 568 p.

Brown, Kenneth E. and Phillip G. John. "Education for the Talented in Mathematics and Sciences," Bulletin Office of Education Washington, 15 : 3-4, 1952.

Ebel, Robert L. Measuring Educational Achievement, New York, Prentice-Hall, Inc., 1965, 481 p.

Gega, Peter C. Science in Elementary Education. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1966, 451 p.

- John, Kenneth Walter. "A Comparison of Two Methods of Teaching Eight Grade General Science : Traditional and Structured Problem-Solving," Dissertation Abstracts. New York, 27 : 994-995 A, October, 1966.
- Kuslan, Louis I. and Harris A. Stone. Teaching Children Science : an Inquiry Approach. California, Wadsworth Publishing Company, Inc., 1968, 464 p.
- Lewis, June E. and Irene C. Potter. The Teaching of Science in the Elementary School. 2nd ed., New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1970, 574 p.
- Mahan, Luther Alvin. "The Effect of Problem Solving and Lecture Discussion in Developing Student Growth in Basic Understandings, Problem Solving Skills, Attitudes, Interest and Personal Adjustments," Dissertation Abstracts. 24 : 1097-1098 A, September, 1963.
- Menefee, Robert William. "Measuring Elementary School Children's Ability to Use Evidence from Scientific Instrument in Decision-Making Situation," Dissertation Abstracts, 27 : 117-118 A, July, 1966.
- Mouly, George J. Psychology for effective teaching. 3rd ed., New York, 1973, 560 p.
- Renner, John W. and William B. Ragan. Teaching Science in the Elementary School. New York, Harper & Row, Publishers, 1968, 359 p.
- Roger, Griffith Idding, "A Comparison of the Effectiveness of selected Physical Science Course for nonscience majors," Dissertation Abstracts. 27 : 2734-2735 A. March, 1967.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio, Bell & Howell Company, 1973, 631 p.
- Sylwester, Robert. The Elementary Teacher and Pupil Behavior. New York, Parker Publishing Company, Inc., 1971, 215 p.
- Vasilakes, William. "Inquiry Problems with the Scientific Method," School Science and Mathematics. 6 : 491-502, June, 1967.
- Woodburn, John H. and Ellsworth Obourn. Teaching the Pursuit of Science. New York, The Macmillan Company, 1965, 470 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์

- คำชี้แจง 1) แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 96 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบทั้งสิ้น ให้เวลาทำ 100 นาที
- 2) ลักษณะของข้อคำถาม คำถามหนึ่งมี 5 ตัวเลือก ก. - จ.
- 3) การตอบให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และขีดตอบในกระดาษคำตอบ
ตัวอย่างข้อสอบ

(0) เซลล์พืช เป็นกษัตริย์อะไร

- ก. เยอรมัน
ข. อังกฤษ
ค. อเมริกา
ง. สวีเดน
จ. ฝรั่งเศส

ตัวอย่างการตอบ

(0) ก. = ข. = ค. = ง. = จ. =

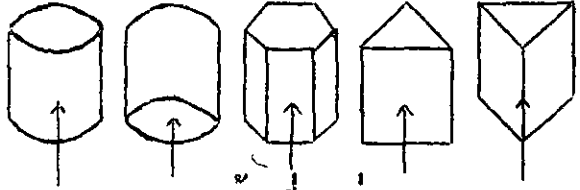
ตัวอย่างข้อ (0) ตอบตัวเลือก ง. ชี้คเส้นตามตัวอย่างให้ชัดเจน

(4) ควรระวังการขีดตอบในกระดาษคำตอบ ต้องให้ขอตรงกัน ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่
ให้ขีดกากบาทที่คำตอบเดิม แล้วจึงขีดคำตอบใหม่

ตัวอย่าง การเปลี่ยนคำตอบจาก ง. เป็น จ. ดังนี้

ก. = ข. = ค. = ง. ✗ จ. =

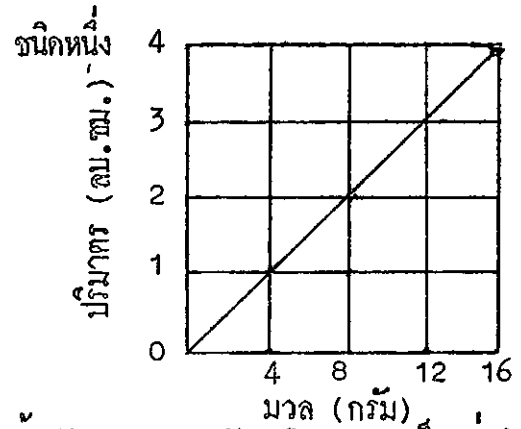
แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง
- เราเห็นฟ้าแลบหลังจากฟ้าร้อง
 - น้ำขึ้นน้ำลงเกิดขึ้นวันละ 1 ครั้ง
 - คืนเดือนหงายมองเห็นดวงดาวเต็มท้องฟ้า
 - ตอนเช้ารุ่งกินน้ำจะเกิดพายุที่ฟ้าวันตก
 - เมื่อดมน้ำในตู้เดียวกันและให้ความร้อนเท่ากัน น้ำฝนจะเกิดค้ำกว่าน้ำประปา
2. ถ้าเรามอดส้มฝั้วสัตว์ 5 อย่างในห้องทดลอง จะรู้สึกอย่างไรมากที่สุด
- สำคี่
 - แม่เหล็ก
 - จุกกอร์ค
 - หลอดแก้ว
 - เทอร์โมมิเตอร์
3. สารที่เป็นเชื้อเพลิงมีอยู่ในสถานะใดบ้าง
- ก๊าซ
 - ของแข็ง
 - ของเหลว
 - ของแข็ง ของเหลว
 - ของแข็ง ของเหลวและก๊าซ
4. เมื่อเทียนไขดับใหม่ๆ จะเกิดอะไรขึ้น
- ควันสีน้ำตาล
 - ควันสีขาว
 - ควันสีน้ำตาล
 - มีกลิ่นคล้ายไม้ขีดไฟ
 - เทียนที่เหลวจะแข็งตัวทันที
5. วิธีใดที่จะช่วยขจัดควันไฟจากการลุกไหม้
- รดน้ำเพื่อเพลิงให้น้อยลง
 - เพิ่มเชื้อเพลิงให้มากขึ้น
 - ทำปล่องสูงเหนือที่ลุกไหม้
 - ปิดกั้นทางลมรอบกองไฟทุกด้าน
 - กระพือลมเข้าไปในกองไฟให้มากขึ้น
6. เราจะเห็นอย่างไร จึงจะทำให้หน้าที่ไหลลงมามีแรงมากที่สุด
- เพิ่มความสูง
 - เพิ่มปริมาณน้ำ
 - เพิ่มแรงดันน้ำ
 - เพิ่มความหนาแน่นน้ำ
 - ถกทุกข้อ
7. ถ้าเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวางที่มีรูปทรงตันดังรูป เป่าผ่านรูปทรงใดเทียนจะดับ
- 
- กานที่จะเป่า
- ก
 - ข
 - ค
 - ง
 - จ

8. กรมอุตุนิยมวิทยาใช้หน่วยอะไรในการรายงานปริมาณฝนตกในรอบ 24 ชั่วโมง
- เมตร
 - มิลลิเมตร
 - มิลลิกรัม
 - มิลลิลิตร
 - เซนติเมตร
9. หน่วยวัดใดที่ไม่อยู่ในระบบเอสไอ
- เมตร
 - วินาที
 - กิโลกรัม
 - เซลเซียส
 - ลูกบาศก์เมตร
10. ธาตุใดที่พบทองแดงมากที่สุด
- ซิลิเนียม
 - คาร์บอน
 - แมกนีเซียม
 - โปแตสเซียม
 - ไฮโดรเจน
11. การขยายพันธุ์พืชแบบใดมักให้ผลแปลกไปจากเดิม
- ตอน
 - ตัดชำ
 - ทาบกิ่ง
 - โหม่ง
 - เพาะเมล็ด
12. สารข้อใดมีคุณสมบัติในการเปลี่ยนสถานะทางจากข้ออื่นๆ
- เกลือ-สารส้ม
 - เกลือ-พิมเสน
 - สารส้ม-พิมเสน
 - พิมเสน-แอมโมเนีย
 - แอมโมเนีย-ค่างทับทิม
13. ข้อใดที่แตกต่างไปจากข้ออื่นๆ
- องศา
 - เกลวิน
 - โรเมอร์
 - เซลเซียส
 - เซนติเกรด
14. โมเลกุลของน้ำในข้อใดมีพลังงานจลน์สูงที่สุด
- น้ำ
 - ไอน้ำ
 - น้ำแข็ง
 - น้ำคาง
 - น้ำกลั่น
15. การวางวางรถไฟอาศัยหลักการคล้ายข้อใด
- การฉีกยา
 - เทอร์มอมิเตอร์
 - การสร้างไม้เมตร
 - การสร้างนาฬิกา
 - เครื่องชั่งแบบสองแขน

16. ข้อใดสัมพันธ์กับข้ออื่น ๆ น้อยที่สุด
- พายุ
 - ความร้อน
 - ดวงอาทิตย์
 - น้ำขึ้นน้ำลง
 - ความกดอากาศ
17. ถ้ามีแมงกานีส "อ่านความยาวของเส้นตรงที่วัดด้วยไมบรรทัด 1.26 ซม." นักเรียนจะตัดสินใจอย่างไร
- พอเชื่อถือว่าใกล้เคียงความจริง
 - บอกเขาว่าโกหก
 - เชื่อดังที่เห็น
 - เชื่อดังใจ
 - ลังเลใจ
18. เวอร์เนียวัดความยาว อ่านได้ถูกต้องกี่ตำแหน่ง
- หนึ่งตำแหน่ง
 - สองตำแหน่ง
 - สามตำแหน่ง
 - สี่ตำแหน่ง
 - ห้าตำแหน่ง
19. เวอร์เนียเกลสลิปเปอร์วัดทรงกระบอกกลางได้อย่างไรบ้าง
- วัดภายนอก ภายใน และความสูง
 - วัดเฉพาะความสูงอย่างเดียว
 - วัดได้ภายนอกอย่างเดียว
 - วัดได้ภายในอย่างเดียว
 - วัดความหนาและลึก

ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 20 - 21 จากกราฟซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และมวลวัตถุ



20. ถ้าวัตถุมวล 4 กรัม ปริมาตรจะเป็นเท่าไร
- 0.25 ลบ.ซม.
 - 0.50 ลบ.ซม.
 - 1.00 ลบ.ซม.
 - 1.50 ลบ.ซม.
 - 2.00 ลบ.ซม.
21. ความหนาแน่นของวัตถุนี้ เป็นเท่าไร
- 2 กรัม/ลบ.ซม.
 - 4 กรัม/ลบ.ซม.
 - 6 กรัม/ลบ.ซม.
 - 8 กรัม/ลบ.ซม.
 - 10 กรัม/ลบ.ซม.
22. ความชื้นของอากาศที่วัดด้วยเครื่องมืออะไร
- ไฮโดรมิเตอร์
 - อนิโมมิเตอร์
 - ไฮโกรมิเตอร์
 - อัลติมิเตอร์
 - บารอมิเตอร์

23. ถาตองการนำ 50 มิลลิลิตร ครัวใช้เครื่องมือ
อะไรทวง

- ก. ลิตร
- ข. บีกเกอร์
- ค. ถวยยูเรกา
- ง. กระจกทวง
- จ. หลอดทดลอง

24. ความเร็วของสมวัคควยเครื่องมืออะไร

- ก. ไฮโดรมิเตอร์
- ข. อนิเมมิเตอร์
- ค. ไฮโกรมิเตอร์
- ง. อัลติมิเตอร์
- จ. บารอมิเตอร์

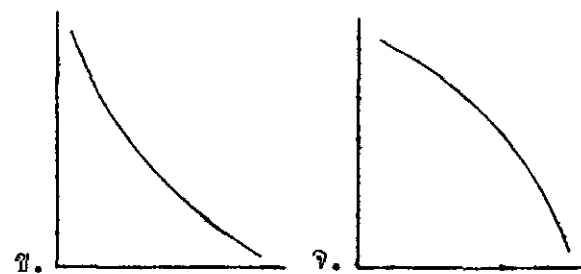
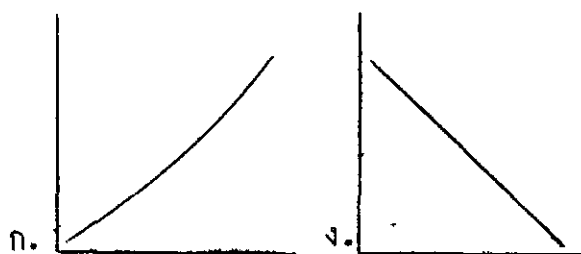
25. เหล็กแท่งหนึ่งมีปริมาตร 10 ลบ.ซม. มีมวล
78 กรัม และทองแดงมีปริมาตรเท่ากัน
มีมวล 89 กรัม ถ้าจะอธิบายความสัมพันธ์
ระหว่างเหล็กและทองแดง ข้อความใด
ที่กล่าวสมเหตุสมผล

- ก. ถ้าเหล็กมีปริมาตรมากกว่านี้จะหนักกว่า
ทองแดง
- ข. เหล็กมีความหนาแน่นน้อยกว่าทองแดง
- ค. เหล็กมีความหนาแน่นมากกว่าทองแดง
- ง. เหล็กและทองแดงมีความหนาแน่นมาก
- จ. เหล็กเบากว่าทองแดงมาก

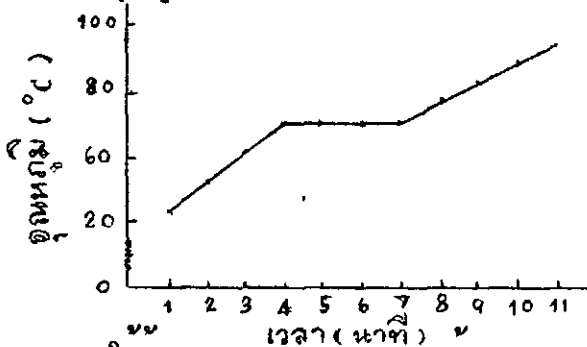
26. "มะม่วงพันธุ์นี้คั้นะ โตเร็ว ผลตก และโต"
ค่ากล่าวนี้สอดคล้องกับข้อใด

- ก. การคัดเลือกพันธุ์
- ข. การแพร่พันธุ์
- ค. การผสมพันธุ์
- ง. การขยายพันธุ์
- จ. การบำรุงพันธุ์

27. รูปใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น
อากาศ และระดับความสูง ถ้ากำหนดให้แกนตั้ง
แทนความหนาแน่น แกนนอนแทนความสูง



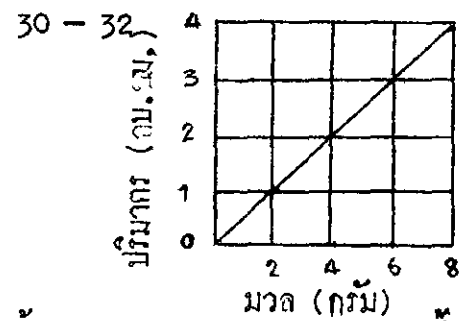
ของแข็งชนิดหนึ่ง เมื่อให้ความร้อนอย่างสม่ำเสมอ และคอยวัดอุณหภูมิทุก ๆ นาที นำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และเวลาได้ดังนี้



จงวิเคราะห์จากกราฟตอบคำถามข้อ 28-29

28. เป็นการทดลองเพื่อต้องการทราบอะไร
- เวลาในการ เปลี่ยนสถานะ
 - เวลาในการ หลอมเหลว
 - เวลาในการ แข็งตัว
 - จุดหลอมเหลว
 - จุดเดือด
29. ถ้ากล่าวข้างล่างนี้ ข้อใดที่ผิด
- ของแข็งไม่มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าน้ำ
 - ของแข็งไม่มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าน้ำ
 - ของแข็งไม่มีจุดเดือดสูงกว่าน้ำ
 - ของแข็งไม่มีจุดแข็งตัวต่ำกว่าน้ำ
 - ของแข็งไม่มีจุดเดือดต่ำกว่าน้ำ

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร และมวลของวัตถุชนิดหนึ่ง จงวิเคราะห์จากกราฟตอบคำถามข้อ 30 - 32



30. ข้อความใดอธิบายลักษณะของกราฟนี้
- มวลและปริมาตรของวัตถุเพิ่มขึ้น
 - มวลและปริมาตรของวัตถุลดลง
 - มวลหารด้วยปริมาตรมีค่าคงที่
 - มวลหารด้วยปริมาตรมีค่าไม่คงที่
 - ไม่มีข้อใดถูก
31. ข้อใดที่กล่าวต่อไปนี้เป็นความจริง
- มวลและปริมาตรของวัตถุคงที่
 - วัตถุนั้นหนักเป็น 2 เท่าของน้ำ
 - วัตถุนั้นมีความหนาแน่นเป็น 2 เท่าของน้ำ
 - วัตถุนั้นหนัก 6 กรัม มีปริมาตรประมาณ 4 ซม.³
 - ถูกทุกข้อ

32. เป็นการทดลองเพื่อต้องการทราบอะไร
- ความหนาแน่นของวัตถุ
 - ปริมาตรและมวลของวัตถุ
 - ความคงที่ของปริมาตรและมวลวัตถุ
 - ความเปลี่ยนแปลงของปริมาตรและมวล
 - ไม่มีข้อถูก
33. ถ้าจะศึกษาเรื่องการงอกของพืชใบเลี้ยงคู่ จะนำเมล็ดอะไรมาศึกษา
- มะพร้าว แตงโม ถั่วเขียว
 - มะม่วง ข้าวโพด มะขาม
 - ขนุน มะยม มะม่วง
 - ขนุน ข้าวโพด บวบ
 - มะขาม ข้าว บวบ
34. ถ้าจะศึกษาขอบเขตจำกัดในการรับรู้ของประสาทสัมผัส ควรศึกษาจากประสาทสัมผัสอะไรบางอย่าง
- ตา หู
 - ตา จมูก
 - ตา ลิ้น
 - ตา กาย
 - ตั้งแต่ข้อ ก - ง

35. ถ้าจะปรับปรุงผลการเรียนของนักเรียนให้ดีขึ้น ชั้นแรกควรทำอะไรก่อน
- ท่องตำราใหม่าก
 - เรียนทวนวิชา
 - ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
 - สำรวจขอบบพร่องในการเรียนของตัวเอง
 - งดการเที่ยวเตร่
36. นักเรียนเห็นเด็กคนหนึ่งกำลังปล่อยให้ลูกเหล็กทรงกลม 2 ลูก พับขนาดเท่ากันลงจากพื้นเอียงสู่พื้นราบพร้อมกัน แต่ลูกสีแดงตกลงมาเร็วกว่าลูกสีเขียว นักเรียนมีปัญเกี่ยวกับเรื่องนี้อย่างไรบ้าง
- ลูกเหล็กทั้งสองลูกหนักเท่ากันหรือเปล่า
 - ลูกเหล็กสีแดงหนักกว่าสีเขียว
 - ลูกใดลูกหนึ่งกองจะกลวง
 - ลูกเหล็กสีเขียวกองจะหยุดกลิ้งก่อน
 - ถูกทุกข้อ
37. สมมติว่านักเรียนกำลังจะคืบหน้า ถ้าจะถามปัญหาเกี่ยวกับน้ำที่กำลังจะคืบ ควรถามว่าอย่างไร
- น้ำประปาหรือน้ำฝน
 - น้ำนี้ไถมาจากไหน
 - น้ำนี้สะอาดหรือเปล่า
 - น้ำนี้มีประโยชน์อย่างไร
 - เราจะกมน้ำสักแก้ว

38. จะศึกษาเรื่องตัวถูกละลายจากสารในข้อใด

- ก. น้ำ
- ข. เบนซิน
- ค. กรดเกลือ
- ง. อีทิลแอลกอฮอล์
- จ. เกลือแกง

39. สารคู่ใดสามารถนำมาศึกษาเรื่องความเข้มข้นของสารละลายได้

- ก. น้ำ - อีทิลแอลกอฮอล์
- ข. น้ำ - กรดเกลือ
- ค. น้ำ - สารส้ม
- ง. น้ำ - แปร่งมัน
- จ. น้ำ - คินเห็นียว

40. ถ้าจะศึกษาความสามารถในการละลาย ควรจะศึกษาจากสารคู่ใด

- ก. น้ำ - อีทิลแอลกอฮอล์
- ข. น้ำ - กรดเกลือ
- ค. น้ำ - สารส้ม
- ง. น้ำ - แปร่งมัน
- จ. น้ำ - คินเห็นียว

41. ถ้าเคาะใบเลี้ยงของพืชที่เพิ่งงอก จะเกิดผลเช่นไร

- ก. พืชโตช้า
- ข. พืชจะตาย
- ค. พืชจะเหี่ยวเฉา
- ง. พืชจะแคระแกร็น
- จ. ใบของพืชจะเล็กลง

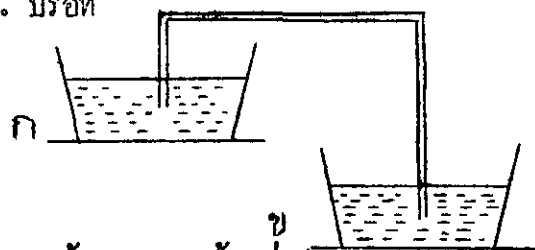
42. สาร 5 ชนิด แต่ละชนิดมีจุดหลอมเหลวดังนี้

สาร	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)
อลูมิเนียม	660
คลอรีน	-102
เหล็ก	1535
ตะกั่ว	327
ปรอท	-39

ถ้าให้ความร้อนแก่สารทั้ง 5 ชนิด จนถึงอุณหภูมิ 1555°C ถ้าปล่อยให้เย็นลง สารชนิดไหนจะแข็งตัวเป็นอันดับแรก

- ก. อลูมิเนียม
- ข. คลอรีน
- ค. เหล็ก
- ง. ตะกั่ว
- จ. ปรอท

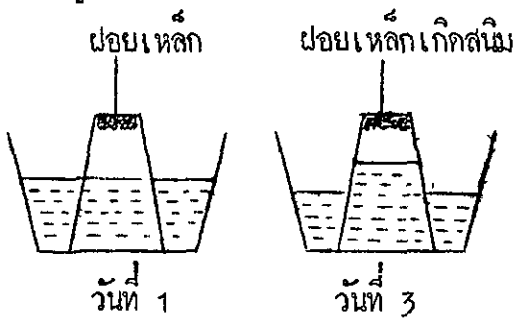
43.



จากรูปถ้าในหลอดมีน้ำอยู่เต็ม จะเกิดผลอย่างไร เพราะเหตุใด

- ก. น้ำจะไม่ไหลเนื่องจากปริมาณน้ำในอ่างทั้งสองเท่ากัน
- ข. น้ำจะไม่ไหลเนื่องจากระดับน้ำในอ่างต่างก้นน้อยมาก
- ค. น้ำไหลจากอ่าง ก. ไปอ่าง ข เพราะระดับต่างก้น
- ง. น้ำจะไม่ไหลเพราะรูหลอดเล็กเกินไป
- จ. ไม่มีข้อถูก

จากรูปจงตอบคำถามข้อ 44 - 45



44. การทดลองนี้ช่วยให้เราทราบอะไร
- สนิมเกิดจากไอน้ำ
 - มีอากาศปนอยู่ในน้ำ
 - น้ำชอบผสมกับเหล็ก
 - อากาศบางส่วนหายไป
 - อากาศคกน้ำเขาหาสนิม
45. ถ้าทิ้งไว้นานถึงวันที่ 4 - 5 จะเป็นเช่นไร
- น้ำจะขึ้นจนเต็มถ้วยแก้ว
 - ระดับน้ำในถ้วยแก้วงกเดิม
 - น้ำในอ่างจะเข้าไปในถ้วยแก้วอีก
 - ระดับน้ำในถ้วยแก้วเท่ากับในอ่าง
 - ระดับน้ำในถ้วยแก้วต่ำกว่าในอ่าง
46. ถ้าเราทราบว่าความชื้นสัมพัทธ์เป็น 97 เปอร์เซ็นต์ การทำนายข้อใดใกล้เคียงความจริงที่สุด
- อากาศจะมีหมัว
 - ฝนจะตกในไม่ช้า
 - ท้องฟ้าจะแจ่มใส
 - ถ้าตากเสื้อผ้าที่เปียกจะแห้งช้า
 - น้ำในบ่อจะระเหยเร็วกว่าปกติ

จงใช้ชอล์กคอปไปนี้ตอบคำถามข้อ 47 - 48
คอปเปอร์ซัลเฟตมีความสามารถในการละลาย
20 กรัม ในน้ำ 100 ลบ.ซม. ที่อุณหภูมิ
25 องศาเซลเซียส

47. ถ้าใส่คอปเปอร์ซัลเฟต 25 กรัม ในน้ำ
120 ลบ.ซม. ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
ผลจะเป็นอย่างไร
- เกิดผลึกคอปเปอร์ซัลเฟต
 - คอปเปอร์ซัลเฟตตกตะกอน
 - คอปเปอร์ซัลเฟตละลายไม่หมด
 - คอปเปอร์ซัลเฟตละลายหมดพอดี
 - ยังสรุปผลไม่ได้
48. ถ้าใส่คอปเปอร์ซัลเฟต 25 กรัม ในน้ำ
100 ลบ.ซม. แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น
100 องศาเซลเซียส ผลจะเป็นอย่างไร
- คอปเปอร์ซัลเฟตละลายหมด
 - จะเกิดผลึกคอปเปอร์ซัลเฟต
 - คอปเปอร์ซัลเฟตละลายไม่หมด
 - ตะกอนคอปเปอร์ซัลเฟตละลายหมด
 - ยังสรุปผลไม่ได้

49. ถ้าหลอดไฟหลอดหนึ่งในบ้านของนักเรียน
ดับก็คิดว่าน่าจะมาจากสาเหตุใด
- โรงไฟฟ้าจ่ายกระแสไฟฟ้า
 - ไขไฟมากเกินไป
 - หลอดไฟขาด
 - ฟิวส์ขาด
 - ถูกทักขอ
50. ถ้าไฟฟ้าในบ้านของนักเรียนดับหมด
ควรตรวจสอบจุดใดก่อน
- หม้อแปลง
 - หลอดไฟ
 - ปลั๊กไฟ
 - สายไฟ
 - ฟิวส์
51. หยกนำกางเกงที่เกาะอยู่ตามใบหญ้าเกิดขึ้น
เนื่องจากสาเหตุอะไร
- การกวนเนน
 - การหลอมเหลว
 - การระเหย
 - การระเหิด
 - ข้อ ก และ ข
52. การที่ช่องหลอดกลายเป็นไอน้ำเนื่องจากการเค็ดคจะมี
ความจริงอะไรเกิดขึ้นเสมอ
- ถ้าผิวหน้าต่างของหลอดจะเค็ดคเร็วขึ้น
 - ถ้าเพิ่มความร้อนให้มากขึ้นจุดเค็ดคจะสูงขึ้น
กว่าเดิม
 - ช่องหลอดที่กั้นภาชนะจะเค็ดคก่อน
 - อุณหภูมิของช่องหลอดงที่ขณะที่เปลี่ยนสถานะ
 - ถูกทักขอ
53. สวิตช์ไฟฟ้าที่มีเสียงดัง แสดงถึงอาการของอะไร
- ไขไฟมากเกินไป
 - จุดแตะไม้ดี
 - สายไฟรั่ว
 - หลอดเสีย
 - ฟิวส์ขาด
54. อะไรเป็นสาเหตุทำให้หน้าเสี่ยและอากาศเป็นพิษ
มากที่สุด
- มนุษย์
 - การเพิ่มของประชากร
 - การเพิ่มปริมาณของพืชและสัตว์
 - ป่าและสัตว์ถูกมนุษย์ทำลาย
 - วิทยาศาสตร์ก้าวหน้ารวดเร็วเกินไป

55. ถาบนดาวอังคารไม่มีสิ่งที่มีชีวิตแล้ว การ
คาดคะเนข้อใดจะใกล้เคียงความจริง
- กาซไฮโดรเจนบนดาวอังคารมีมากกว่าโลก
 - กาซไนโตรเจนบนดาวอังคารมีมากกว่าโลก
 - กาซคาร์บอนไดออกไซด์บนดาวอังคาร
มีมากกว่าโลก
 - น้ำบนดาวอังคารมีน้อยกว่าโลก
 - กาซออกซิเจนบนดาวอังคารมีมากกว่าโลก
56. ถาเราทราบว่า "สิ่งที่มีชีวิตเกิดมาจาก
สิ่งที่มีชีวิต" ข้อใดต่อไปนี้สอดคล้องกับข้อความ
ข้างตน
- แมลงคานาเกิดจากไม้
 - แมลงหวี่เกิดจากผสมะเกิด
 - ค.ช.ของจัญเป็นหวัดเพราะเคิเกร่าฝน
มาจากโรงเรียน
 - ค.ญ.สมศรีเป็นโรคตาแดงเพราะไปมอง
คนที่ เป็นโรคตาแดง
 - นายโมราเป็นไขมาเดเรียเพราะถูก
ยุงก้นปล่องที่มีเชื้อไขมาเดเรียกัด
57. การทดลองเกี่ยวกับการหาความหนาแน่นของ
น้ำมีอุปกรณ์อะไรบ้างที่จำเป็น
- เครื่องชั่ง เทอร์มอมิเตอร์
 - เครื่องตวง เทอร์มอมิเตอร์
 - เครื่องตวง บารอมิเตอร์
 - เครื่องชั่ง บารอมิเตอร์
 - เครื่องชั่ง เครื่องตวง
58. ถาจะใหม่ผลการทดลองในข้อ 57 ได้ผลชัดเจน
ยิ่งขึ้น การมีอุปกรณ์อะไรเพิ่มเติม
- เทอร์มอมิเตอร์
 - บารอมิเตอร์
 - เครื่องตวง
 - เครื่องชั่ง
 - ข้อ ก, ข, ค, และ ง
59. อะไรเป็นความจำเป็นที่สุดในการแก้ปัญหาระหว่าง
ชั่วคราว
- มักเนเซียมกลดโรค
 - แคลเซียมกลดโรค
 - ผงซักฟอก
 - ความรอน
 - สับ
60. จงบอกวิธีทดลองง่าย ๆ ที่จะทำให้ทราบว่า
วัตถุชิ้นหนึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าหรือน้อยกว่าน้ำ
- หาปริมาตรของวัตถุ เปรียบเทียบกับน้ำ
 - นำวัตถุใส่ลงในน้ำดูว่าจมหรือลอยน้ำ
 - ชั่งน้ำหนักวัตถุ เปรียบเทียบกับน้ำ
 - ก และ ข
 - ก และ ค

61. ในการทดลองหาความหนาแน่นของวัตถุ
เราควรระมัดระวังความผิดพลาดในเรื่องใด
- มวล อนุหุณี
 - มวล ปริมาตร
 - ปริมาตร อนุหุณี
 - ความดัน อนุหุณี
 - ความดัน ปริมาตร
62. จะทดสอบนำกระดาษขรุขระและนำกระดาษ
ถาวร โดยวิธีใด
- ต้ม
 - กลั่น
 - กรอง
 - แกว่งสารส้ม
 - ให้ทำฟองกับสบู่
63. นักเรียนจะเป่าเทียนผ่านสิ่งกีดขวาง
ให้เทียนดับ ต้องคำนึงถึงอะไรบ้าง
- ขนาดของสิ่งกีดขวาง
 - รูปทรงของสิ่งกีดขวาง
 - ระยะระหว่างนักเรียนกับสิ่งกีดขวาง
 - ระยะระหว่างเทียนกับสิ่งกีดขวาง
 - ถูกทุกข้อ
64. ถ้าจะศึกษาเกี่ยวกับการตกผลึกของสารควรเลือก
สารชนิดใด
- คาร์บอน
 - สารส้ม
 - กำมะถัน
 - อัลกอฮอล์
 - กินเหนียวคละเอียดย
65. ถ้าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์
หมายความว่าอย่างไร
- มีไอน้ำ 75 ลบ.ซม. ในอากาศ 100 ลบ.ซม.
 - มีไอน้ำ 75 กรัม ในอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร
 - มีไอน้ำ 75 กรัม ในอากาศ 100 ลบ.ซม.
 - มีไอน้ำ 75 กรัม ในอากาศ 100
ลูกบาศก์เมตร
 - ไม่มีซอถู
66. จากการทดลองพบว่า เมื่อความสูงเพิ่มขึ้นความดัน
ของบรรยากาศและจุดเดือดของน้ำลดลง ที่เมือง
หนึ่งคนนำเค็ดที่อุณหภูมิ 97 องศาเซลเซียส
ขอใดต่อไปนี้เป็นข้อความข้างต้นสนับสนุน
- เมืองนี้อากาศค่อนข้างร้อน
 - เมืองนี้ความชื้นของอากาศต่ำ
 - เมืองนี้สูงกวาระดับน้ำทะเล
 - เมืองนี้ความดันของอากาศมากกว่า
1 บรรยากาศ
 - ไม่มีซอถู

ตารางแสดงความสามารถในการละลายของสารในน้ำที่ 25 องศาเซลเซียส

สาร	ความสามารถในการละลาย (g / 100cm ³)
คอมเปอร์ซัลเฟต	22.0
กัลเซียมซัลเฟต	0.21
กัลเซียมคาร์บอเนต	0.0013
แมกเนเซียมซัลเฟต	36.4
โซเดียมคลอไรด์	29.0
สารส้ม	7.8

จงตอบคำถามข้อ 67 - 68

67. ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สารใดมีความสามารถในการละลายมากที่สุดและน้อยที่สุด

- ก. โซเดียมคลอไรด์-กัลเซียมซัลเฟต
- ข. โซเดียมคลอไรด์-กัลเซียมคาร์บอเนต
- ค. แมกเนเซียมซัลเฟต-กัลเซียมซัลเฟต
- ง. แมกเนเซียมซัลเฟต-กัลเซียมคาร์บอเนต
- จ. คอมเปอร์ซัลเฟต-สารส้ม

68. ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในน้ำ 50 cm³ ละลาย คอมเปอร์ซัลเฟตได้กี่กรัม

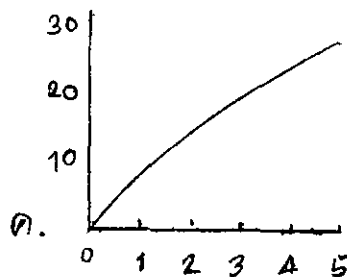
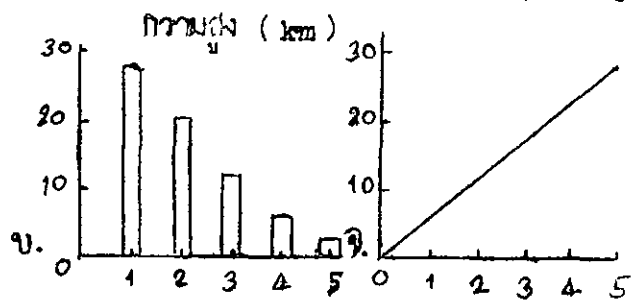
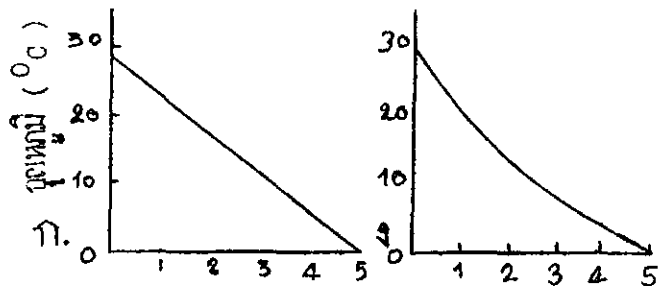
- ก. 5.5 กรัม
- ข. 11 กรัม
- ค. 14.5 กรัม
- ง. 18 กรัม
- จ. 20 กรัม

ตารางแสดงอุณหภูมิของอากาศที่ระดับความสูงต่าง ๆ

ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (km)	อุณหภูมิของอากาศ (°C)
0	27.5
1	22.0
2	16.5
3	11.0
4	5.5
5	0

จากข้อมูลจงตอบคำถามข้อ 69 - 71

69. เมื่อนำข้อมูลนี้มาเขียนกราฟจะมีลักษณะอย่างไร



70. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับระดับความสูง มีลักษณะอย่างไร

- ก. อุณหภูมิและความสูงไม่มีความสัมพันธ์กัน
- ข. เมื่อความสูงเพิ่มอุณหภูมิเพิ่ม
- ค. ไม่สม่ำเสมอ
- ง. สม่ำเสมอ
- จ. ไม่มีขอลูก

71. ที่ระดับความสูง 3.5 กิโลเมตรจากระดับน้ำทะเลจะมีอุณหภูมิที่องศา

- ก. 2.75°C
- ข. 5.75°C
- ค. 8.25°C
- ง. 11.25°C
- จ. 13.25°C

72. ถ้าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ เราจะรู้สึกเป็นอย่างไร

- ก. อึดอัด
- ข. เหงื่อไหลง่าย
- ค. เหงื่อไหลยาก
- ง. รู้สึกสบาย
- จ. เหนื่อยง่าย

73. ผลจากการตรวจสอบปริมาณเกลือ ในน้ำทะเล ตั้งแต่ปี 2510 ถึง 2521 ได้ผลดังนี้

ปี	ปริมาณเกลือ(กรัม/ลิตร)
2510	12.117
2513	12.118
2517	12.119
2521	12.120

จากการตรวจสอบนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. อีก 1000 ปี ปลาในทะเลอาจจะตายหมด
- ข. น้ำทะเลจะมีความเค็มเพิ่มขึ้นทุกปี
- ค. ปริมาณเกลือในน้ำทะเลเพิ่มขึ้นน้อยมาก
- ง. ปริมาณเกลือในน้ำทะเลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว
- จ. ปริมาณเกลือและความเค็มของน้ำทะเลคือสิ่งเดียวกัน

74. จากการทดลองพบว่าเมื่อให้ความดันของก๊าซคงที่ วัตต์ปริมาตรของก๊าซที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ดังนี้

อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)
300	600
325	650
350	750
375	900

จากการทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. เมื่อความดันของก๊าซคงที่ ปริมาตรของก๊าซขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเสมอ
- ข. ปริมาตรของก๊าซเป็น 2 เท่าของอุณหภูมิเสมอ
- ค. ปริมาตรของก๊าซหารด้วยอุณหภูมิมีกาคงที่
- ง. ความดัน อุณหภูมิ และปริมาตรของก๊าซคงที่
- จ. ไม่มีข้อสรุปที่ถูกต้อง

75. ถ้าอากาศร้อนแล้วฝนมักจะตก แต่เราเห็น

อากาศปลอดโปร่ง จะสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. ฝนจะไม่ตก
- ข. ภายวันนั้นฝนตก
- ค. ภายวันนั้นฝนอาจจะตก
- ง. ภายวันนั้นฝนไม่ตก
- จ. ยังสรุปไม่ได้

76. สัตว์จำพวกปลาทงกนิคหายใจด้วยเหงือก ปลาวาฬ หายใจด้วยเหงือก ดังนั้น ปลาวาฬ เป็นสัตว์จำพวกปลา การสรุปถูกหรือผิด เพราะเหตุใด

- ก. ถูกเพราะปลาวาฬหายใจด้วยเหงือก
- ข. ถูกเพราะปลาวาฬเป็นปลาดูแล้ว
- ค. ผิดเพราะปลาวาฬไม่หายใจด้วยเหงือก
- ง. ผิดเพราะปลาบางชนิดไม่หายใจด้วยเหงือก
- จ. ยังสรุปไม่ได้

77. การที่เราพูดว่าน้ำมีความหนาแน่น 1 กรัม/ลบ.ซม. มีความถูกต้องเพียงใด

- ก. ถูกเพราะน้ำมีความหนาแน่น 1 กรัม/ลบ.ซม.
- ข. ถูกโดยการประมาณเท่านั้น
- ค. ผิดเพราะน้ำมีความหนาแน่นน้อยกว่านี้เล็กน้อย
- ง. ผิด เพราะน้ำมีความหนาแน่นมากกว่านี้
- จ. ผิด เพราะน้ำที่อุณหภูมิค่าความหนาแน่นมากกว่า 1 กรัม/ลบ.ซม.

จงอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 78-80

เราทราบว่าในเวลากลางวันลมพัดจากทะเลมายังพื้นดิน เนื่องจากอากาศเหนือพื้นดินร้อนกว่าอากาศเหนือพื้นน้ำ และเราทราบว่าอากาศในประเทศไทยร้อนกว่าอากาศในประเทศจีน

78. ถ้าประเทศไทยเปรียบเสมือนพื้นดิน ประเทศจีนเปรียบเสมือนอะไร

- ก. ลม
- ข. ทะเล
- ค. กลางคืน
- ง. กลางวัน
- จ. อากาศหนาว

79. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นจริงตามข้อมูลข้างต้น

- ก. ลมพัดจากประเทศไทยไปยังประเทศจีน
- ข. ลมพัดจากประเทศจีนมายังประเทศไทย
- ค. ประเทศไทยมีพื้นน้ำน้อยกว่าประเทศจีน
- ง. พื้นดินประเทศจีนร้อนกว่าประเทศไทย
- จ. ไม่มีข้อถูก

80. ข้อใดมีความสัมพันธ์กับลมมากที่สุด

- ก. พื้นดิน
- ข. พื้นน้ำ
- ค. กลางวัน
- ง. ความร้อน
- จ. ประเทศไทย

81. อาหารชนิดใดที่มีคุณค่าแทนเนื้อสัตว์ได้

- ก. นํ้ากะทิ
- ข. นํ้าข้าว
- ค. นํ้าส้ม
- ง. นํ้ามันพืช
- จ. ถั่วเหลือง

82. ชาวสวนนิยมขยายพันธุ์ทุเรียนม่วงโดยวิธีใด เพราะเหตุใด

- ก. โดยการเพาะเมล็ดเพื่อให้คนใหม่แข็งแรง
- ข. โดยการตอน เพื่อให้ผลเหมือนเดิม
- ค. โดยการชำกิ่ง เพื่อขยายพันธุ์ได้เร็ว
- ง. โดยการทาบกิ่ง เพื่อให้ได้ผลดีกว่าเดิม
- จ. โดยการตัดตา เพื่อให้ผลดกกว่าเดิม

83. ในการวางรางรถไฟ อาศัยหลักข้อใด

- ก. ความร้อนเป็นพลังงาน
- ข. การเสียดสีทำให้เกิดความร้อน
- ค. เหล็กเป็นตัวนำความร้อน
- ง. การขยายตัวของของแข็ง
- จ. การนำความร้อนและการพาความร้อน

84. จากความรู้เรื่องภาพลวงตา ถ้านักเรียนเป็นคนอ้วน ควรแต่งตัวอย่างไรจึงจะเหมาะสม

- ก. สวมเสื้อผ่าสีอ่อน
- ข. สวมเสื้อลายลง
- ค. สวมเสื้อลายขวาง
- ง. สวมเสื้อสีเข้ม
- จ. สวมเสื้อพิมพ์ลาย

85. เหตุใดเมื่อปลูกหน่อกล้วย จึงต้องตัดใบทิ้ง

- ก. เพื่อมิให้เกะกะ
- ข. เพื่อให้แตกใบเร็ว
- ค. เพื่อป้องกันลมโยก
- ง. เพื่อมิให้นํ้าระเหยมาก
- จ. เพื่อเพิ่มจำนวนปลอกให้มากขึ้น

86. เราจะแยกนํ้าจากนํ้าทะเลโดยวิธีใด

- ก. กลั่น
- ข. กรอง
- ค. ระเหย
- ง. ใสศัลอรีน
- จ. แกว่งสารส้ม

87. การทิ้งนํ้าโสโครกและสิ่งของต่าง ๆ ลงในแม่น้ำลำคลอง มีผลต่อเรื่องใดมากที่สุด

- ก. ความตื้นเขินของแม่น้ำ
- ข. อาหารปลาจะเพิ่มขึ้น
- ค. พืชนํ้าจะขยายพันธุ์เร็วขึ้น
- ง. การเสียดสีของออกซิเจนในนํ้า
- จ. ชักนํ้าและอามนํ้าในแม่น้ำลำคลองไม่ได้

88. เพราะเหตุใดในเครื่องบินโดยสารไอพ่นที่บิน
ในระดั้มสูงจึงต้องปรับความดันในห้อง
โดยสาร

- ก. ความดันอากาศภายในห้องโดยสาร
ต่ำกว่าภายนอก
- ข. เพื่อให้อุณหภูมิภายในห้องโดยสารคงที่
- ค. เพื่อให้อุณหภูมิภายในห้องโดยสารเพิ่มขึ้น
- ง. เพื่อให้ความดันภายในห้องโดยสารเท่ากับ
ภายนอก
- จ. เพื่อให้ความดันภายในห้องโดยสารเหมาะ
กับความดันของร่างกาย

89. ถ้าเราวัดมวลของวัตถุเป็นกิโลกรัม ปริมาตร
ของวัตถุควรมีหน่วยเป็นอะไร

- ก. ลูกบาศก์ฟุต
- ข. ลูกบาศก์หลา
- ค. ลูกบาศก์นิ้ว
- ง. ลูกบาศก์เมตร
- จ. ลูกบาศก์เซนติเมตร

90. เราจะเลือกเทอร์มอมิเตอร์ที่วัดอุณหภูมิสูงสุด
เป็นเท่าไร จึงจะวัดอุณหภูมิของร่างกายได้
ดีที่สุด

- ก. 32 องศาเซลเซียส
- ข. 37 องศาเซลเซียส
- ค. 42 องศาเซลเซียส
- ง. 80 องศาเซลเซียส
- จ. 100 องศาเซลเซียส

91. จะใช้เครื่องมืออะไรสำหรับหาปริมาตรของก้อนหิน
ที่มีมวล 50 กรัม

- ก. บีกเกอร์
- ข. ถ้วยยูเรกา
- ค. หลอดทดลอง
- ง. หลอดฉีดยา
- จ. กระจกตวง

92. ถ้านักเรียนจะวัดอุณหภูมิของน้ำเดือด ควรปฏิบัติ
อย่างไรบ้าง

- ก. ให้ทุกส่วนของเทอร์มอมิเตอร์สัมผัสกับ
น้ำเดือด
- ข. ตรวจสอบความถูกต้องของจุดเดือดและ
จุดเยือกแข็ง
- ค. ค่อยๆ สูดของเทอร์มอมิเตอร์ที่วัดได้
- ง. อ่านระดับเริ่มตนของของเหลวใน
เทอร์มอมิเตอร์
- จ. ถกทุกข้อ

93. เครื่องมืออะไรเหมาะที่จะวัดรัศมีของทรงกลม

- ก. เวอร์ก
- ข. สกรูเกจ
- ค. เวอร์เนีย
- ง. คิวเวอร์
- จ. แกลลิปเปอร์

94. เมื่อเริ่มใช้เครื่องซึ่งสองแขนยึดละเอียดยก
ถ้าเข็มไมตรงศูนย์เพียงควรปรับที่ไหน
- ศูนย์เพียง
 - ลูกคิง
 - ตุ้มคลย
 - ปุ่มปรับ
 - ก้านยก
95. ก่อนทำการทดลองเรื่องต่าง ๆ ที่กำหนดให้
ในห้องทดลอง นักเรียนควรทำอะไรก่อน
- เตรียมเครื่องมือให้พร้อม
 - อ่านรายละเอียดการทดลองให้เข้าใจ
 - เตรียมบันทึกผลการทดลองไว้ล่วงหน้า
 - ขอคำแนะนำจากครูสอน
 - ทบทวนแผนการทดลองไว้ล่วงหน้า
96. ถ้านักเรียนจะวัดอุณหภูมิของน้ำแข็งและ
น้ำเดือด จะเลือกใช้เทอร์มอมิเตอร์ชนิดใด
ช่วงใด
- $0 - 70^{\circ}\text{R}$
 - $32 - 180^{\circ}\text{F}$
 - $32 - 212^{\circ}\text{F}$
 - $32 - 100^{\circ}\text{C}$
 - $0 - 99^{\circ}\text{C}$

ภาคผนวก ข.

การความยากง่าย การอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบ

ตาราง 13 การวางขากงาย ก่ออำนาจจำแนก และการวางขากงายมาตรฐานของแบบทดสอบ

ข้อ	P	r	Δ	ข้อ	P	r	Δ
1.	.42	.24	13.8	25.	.42	.36	13.8
2.	.49	.22	13.1	26.	.54	.22	12.6
3.	.72	.21	10.7	27.	.24	.20	15.8
4.	.34	.32	14.7	28.	.22	.33	16.1
5.	.29	.27	15.2	29.	.29	.22	15.2
6.	.20	.29	16.3	30.	.23	.22	16.0
7.	.74	.29	10.4	31.	.22	.30	16.1
8.	.47	.26	13.3	32.	.22	.33	16.1
9.	.29	.22	15.2	33.	.48	.21	13.2
10.	.20	.29	16.3	34.	.76	.43	10.1
11.	.21	.20	16.3	35.	.64	.48	11.6
12.	.21	.37	16.3	36.	.46	.25	13.4
13.	.23	.36	15.9	37.	.59	.26	12.1
14.	.38	.22	14.2	38.	.55	.40	12.5
15.	.34	.32	14.7	39.	.38	.40	14.2
16.	.42	.27	13.8	40.	.64	.48	11.6
17.	.45	.24	13.5	41.	.34	.25	14.6
18.	.43	.30	13.7	42.	.42	.21	13.6
19.	.55	.30	12.5	43.	.45	.36	13.5
20.	.74	.51	10.4	44.	.22	.32	16.2
21.	.79	.41	9.8	45.	.22	.21	16.1
22.	.36	.31	14.4	46.	.28	.24	15.4
23.	.39	.24	14.1	47.	.32	.22	14.6
24.	.42	.27	13.8	48.	.35	.23	14.5

ตาราง 13 (กอ)

๖ ชอ	P	r	△	๖ ชอ	P	r	△
49.	.25	.22	15.7	73.	.54	.25	12.6
50.	.44	.28	13.6	74.	.22	.33	16.1
51.	.30	.40	15.1	75.	.45	.21	13.5
52.	.21	.28	16.2	76.	.27	.26	15.5
53.	.21	.21	16.2	77.	.27	.22	15.5
54.	.41	.22	13.9	78.	.47	.38	13.3
55.	.24	.20	15.8	79.	.54	.45	12.6
56.	.54	.25	12.6	80.	.42	.51	13.8
57.	.34	.25	14.6	81.	.47	.49	13.3
58.	.20	.36	16.3	82.	.31	.21	15.0
59.	.26	.20	15.6	83.	.45	.42	13.5
60.	.26	.40	15.6	84.	.64	.48	11.6
61.	.47	.36	13.3	85.	.21	.21	16.2
62.	.22	.30	16.1	86.	.42	.51	13.8
63.	.59	.26	12.1	87.	.35	.41	14.5
64.	.61	.53	11.9	88.	.30	.48	15.1
65.	.22	.30	16.1	89.	.36	.51	14.4
66.	.28	.33	15.4	90.	.35	.27	14.5
67.	.41	.32	13.9	91.	.24	.34	15.8
68.	.44	.54	13.6	92.	.30	.24	15.1
69.	.30	.48	15.1	93.	.26	.23	15.6
70.	.21	.41	16.2	94.	.29	.30	15.2
71.	.33	.25	14.8	95.	.55	.35	12.5
72.	.45	.36	13.5	96.	.33	.25	14.8

ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างการกำหนดคะแนนองค์ประกอบ

ตัวอย่างการคำนวณคะแนนองค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โคลกาสัมประสิทธิ์
คะแนนองค์ประกอบทั้งตาราง 9 คือ

ตัวแปร	F ₁	F ₂	F ₃
X ₁	.03775	.12784	-.04997
X ₂	-.09439	.33562	.01294
X ₃	.20085	.06444	-.01613
X ₄	.04237	.11554	-.00752
X ₅	-.10486	-.10750	.69954
X ₆	-.04976	.26083	-.04297
X ₇	-.01234	.20872	.02055
X ₈	.12224	.09434	.12519
X ₉	.19069	.01487	.04571
X ₁₀	.20681	.05000	-.00024
X ₁₁	.20312	.04165	.07293
X ₁₂	.30833	-.09583	-.07413

การคำนวณคะแนนองค์ประกอบทำตามลำดับขั้นดังนี้

1. แปลงคะแนนดิบทั้ง 12 จำนวน ของนักเรียนแต่ละคนให้เป็นคะแนนมาตรฐาน

(Z - score)

2. นำคะแนนมาตรฐานทั้ง 12 จำนวน คูณกับค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบที่หนึ่งของตัวแปรที่ระบุ แล้วบวกกัน ผลบวกที่ได้คือคะแนนองค์ประกอบที่หนึ่งของนักเรียนแต่ละคน

3. นำคะแนนมาตรฐานทั้ง 12 จำนวน คูณกับค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบที่สองของตัวแปรที่ระบุ แล้วบวกกัน ผลบวกที่ได้คือคะแนนองค์ประกอบที่สองของนักเรียนแต่ละคน
คะแนนองค์ประกอบที่สาม คำนวณได้ด้วยการคูณองค์ประกอบที่หนึ่ง และองค์ประกอบที่สอง

นักเรียนคนหนึ่งสอบได้คะแนนด้านต่าง ๆ ดังนี้

	คะแนนดิบ	คะแนนมาตรฐาน
ความสามารถด้านการสังเกต	6	.1334
ความสามารถด้านการจำแนก	5	2.2576
ความสามารถด้านการวัด	5	.5613
ความสามารถด้านการอธิบาย	4	1.4127
ความสามารถด้านการตั้งปัญหา	7	1.5889
ความสามารถด้านการพยากรณ์	5	1.9471
ความสามารถด้านการตั้งสมมติฐาน	7	3.5127
ความสามารถด้านการทดลอง	6	2.0902
ความสามารถด้านการตีความข้อมูล	2	-.1681
ความสามารถด้านการสรุป	4	.7283
ความสามารถด้านการนำไปใช้	8	2.6879
ความสามารถด้านการฝึกทักษะ	4	1.3177

นักเรียนคนนี้ได้คะแนนของประกอบที่หนึ่ง ดังนี้

$$(.03775)(.1334) + (-.09439)(2.2576) + (.20085)(.5613) + (.04237)(1.4127) +$$

$$(-.10486)(1.5889) + (-.04976)(1.9471) + (-.01234)(3.5127) + (12224)(2.0902) +$$

$$(.19069)(-.1681) + (.20681)(.7283) + (.20312)(2.6879) + (.30833)(1.3177)$$

$$\text{รวมคะแนนของประกอบที่หนึ่งของคนนี้} \quad 1.0329$$

คะแนนของประกอบที่สอง

$$(.12784)(.1334) + (.33562)(2.2576) + (.06444)(.5613) + (.11554)(1.4127) +$$

$$(-.10750)(1.5889) + (.26083)(1.9471) + (.20872)(3.5127) + (.09434)(2.0902) +$$

$$(.01487)(-.1681) + (.05000)(.7283) + (.04165)(2.6879) + (-.09583)(1.3177)$$

$$\text{รวมคะแนนของประกอบที่สองของคนนี้} \quad 2.4538$$

คะแนนองค์ประกอบที่สาม

$$(-.04997)(.1334) + (.01294)(2.2576) + (-.01613)(.5613) + (-.00752)(1.4127) +$$

$$(.69954)(1.5889) + (-.04297)(1.9471) + (.02055)(3.5127) + (.12519)(2.0902) +$$

$$(.04571)(-.1681) + (-.00024)(.7283) + (.07293)(2.6879) + (-.07413)(1.3177)$$

รวมคะแนนองค์ประกอบที่สามของเด็กคนนี้ 1.4116

ในการเปรียบเทียบขององค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่าง
นักเรียนชายและนักเรียนหญิง นำคะแนนองค์ประกอบมาไว้ใ้ประกอบการเปรียบเทียบ.