

การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

A STUDY OF SCIENCE PROCESS SKILLS IN THE VOCATIONAL
CERTIFICATE EDUCATION SCIENCE TEXTBOOKS

จิตสุดา เหลืองรุ่งรัส
JITSUDA LUANGRUNGRAS

วิทยาลัยการศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ทั่วไป)
บัณฑิตวิทยาลัย
สำนักงานเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-245-7

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

A STUDY OF SCIENCE PROCESS SKILLS IN THE VOCATIONAL
CERTIFICATE EDUCATION SCIENCE TEXTBOOKS



จิตสุดา เหลืองรุ่งรัส

JITSUDA LUANGRUNGRAS

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 49595
วัน, เดือน, ปี 25 ก.พ. 2547

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ทั่วไป)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-245-7

**A STUDY OF SCIENCE PROCESS SKILLS IN THE VOCATIONAL
CERTIFICATE EDUCATION SCIENCE TEXTBOOKS**

JITSUDA LUANGRUNGRAS

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (GENERAL SCIENCE)
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2003

ISBN 974-324-245-7

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

A STUDY OF SCIENCE PROCESS SKILLS IN THE VOCATIONAL
CERTIFICATE EDUCATION SCIENCE TEXTBOOKS

ชื่อนักศึกษา นางสาวจิตสุดา เหลืองรุ่งรัส

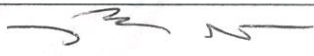



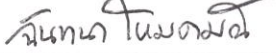
รหัสประจำตัว 44064228

ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.ธีรนุช วิชญนันต์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์	
ดร.ธีรนุช วิชญนันต์	
รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล	
ผศ.ดร.พรรณี สิกิจวัฒน์	
ดร.ฉันทนา โหมดมณี	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 21 กุมภาพันธ์ 2546 เวลา 15.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



วันที่...๒๘...เดือน...สิงหาคม...พ.ศ. ๒๕๔๖.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน
นักศึกษา	หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
รหัสประจำตัว	นางสาวจิตสุดา เหลืองรุ่งรัส
ปริญญา	44064228
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
พ.ศ.	การศึกษาวิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ทั่วไป)
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร. วิไลพร วรจิตตานนท์
	ดร. ธีรนุช วิษุณันต์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 2 เล่ม คือ วิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งเป็น 5 กลุ่มทักษะ ประกอบด้วย 12 ทักษะย่อย ได้แก่

1. กลุ่มทักษะการนิยามปัญหา ซึ่งประกอบด้วยทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการกำหนดตัวแปรต่างๆ ของปัญหา
2. กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน
3. กลุ่มทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการวัด และทักษะการทดลอง
4. กลุ่มทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ และทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
5. กลุ่มทักษะการสรุปและนำเสนอผล ซึ่งประกอบด้วยทักษะการตีความหมายของข้อมูล และลงข้อสรุป ทักษะการพยากรณ์ และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ตารางวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยนำไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบฟอร์มตารางวิเคราะห์ จากนั้นผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากคำถามในเรื่อง เรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความเนื้อเรื่อง ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 แล้วบรรจุผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ลงในตารางวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงของผลการวิเคราะห์ และทำการ

วิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าความถี่ และร้อยละของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากคำถามในเนื้อเรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความเนื้อเรื่องที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งพบร้อยละ 36.30 รองลงมา คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 32.45 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัด ซึ่งพบร้อยละ 0.24 เท่ากันทั้ง 2 ทักษะ ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา และทักษะการพยากรณ์

2. ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากคำถามในเนื้อเรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความเนื้อเรื่องที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 37.54 รองลงมา คือ ทักษะการคำนวณ ซึ่งพบร้อยละ 12.15 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัด ซึ่งพบร้อยละ 1.26 เท่ากันทั้ง 2 ทักษะ ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา

Thesis Title	A Study of Science Process Skills in The Vocational Certificate Education Science Textbooks
Student	Miss Jitsuda Luangrungras
Student ID	44064228
Degree	Master of Science
Programme	Science Education (General Science)
Year	2003
Thesis Advisor	Dr. Wilaiporn Worrachittanont
Thesis Co-Advisor	Dr. Teranuch Wichyanundh

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the science process skills in two vocational certificate education level science textbooks ; the first science textbook and the second science textbook. The science process skills used in this study were classified into five skill groups composing of twelve skills as follows :

1. Defining problems ; defining operation definition and defining of variables.
2. Hypothesizing.
3. Experimental design and data collection ; observing , measuring and experimenting .
4. Data processing ; classifying , calculating and data organizing and presentation
5. Conclusion and communication ; interpreting data and making conclusion , predicting and inferring.

The research instrument employed in this study was the specification table which was checked the validity by the thesis advisor and thesis co-advisor. The types of the science process skills from the questions and statements in the textbooks were classified and added in the specification table. The analyzed science process skills were checked the validity by the qualifiers. And the obtained data was analyzed by means of frequency and percentage.

The results of the study were summarized as follows :

1. In the first science textbook showed that the classifying skill appeared the most which was 36.30 percent. The second which was the inferring skill appeared 32.45 percent and the least which were the hypothesizing and the measuring skills appeared 0.24 percent. There was no appearance of the defining of variables and the predicting skills in this textbook.

2. In the second science textbook showed that the inferring skill appeared the most which was 37.54 percent. The second which was the calculating skill appeared 12.15 percent and the least which were the hypothesizing and the measuring appeared 1.26 percent. There was no appearance of the defining of variables skill in this textbook.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความกรุณาจากหลายท่านด้วยกัน ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณดร. วิไลพร วรจิตตานนท์ และ ดร.ธีรนุช วิชญานันต์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. รวีวรรณ ชินะตระกูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรณี ลีกิจวัฒน์นะ ดร.ฉันทนา โหมคมณี และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ที่กรุณาให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ อาจารย์พนิดา บินค่วน อาจารย์นงนุช มิตรพระพันธ์ อาจารย์ราตรี วัฒนอาภรณ์ชัย อาจารย์นิรุจน์ ศรีเกษม อาจารย์อิสรา ชัยพันธ์วิริยาพร และ อาจารย์สาลิณี ศรีสารากร ที่ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขเพื่อปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพสูงสุด

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิด ให้การศึกษาและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยอย่างสูงยิ่งตลอดมา ขอขอบคุณพี่ น้อง และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา คุณครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง

จิตสุดา เหลืองรุ่งรัส

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 ทฤษฎีและความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	5
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18
2.1 โครงสร้างของหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	18
2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	57
3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	57
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	57
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	59
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	67

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	78
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	78
5.2 การอภิปรายผล.....	81
5.3 ข้อเสนอแนะ	83
บรรณานุกรม.....	85
ภาคผนวก.....	92
ภาคผนวก ก แบบฟอร์มตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถาม / ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	93
ภาคผนวก ข แบบฟอร์มตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์	95
ภาคผนวก ค ตารางแสดงลักษณะของคำหรือข้อความที่พบในประเด็นต่าง ๆ ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะ	97
ภาคผนวก ง ตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถาม/ ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	100
ภาคผนวก จ ตัวอย่างข้อความหรือคำถามต่าง ๆ ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ซึ่งผู้วิจัยขีดเส้นใต้ และเขียนเลขแสดงหมายเลขบรรทัดไว้	222
ประวัติผู้เขียน.....	224

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ความถี่ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบในหนังสือเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ 1 โดยจำแนกตามประเด็นที่ศึกษา	62
3.2 ความถี่ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบในหนังสือเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ 2 โดยจำแนกตามประเด็นที่ศึกษา	63
3.3 จำนวนและร้อยละของค่า IOC ที่มีค่า 1.00 และ 0.67 ตามความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเด็น ของวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2	66
4.1 ความถี่ และร้อยละของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำแนกตามประเด็นที่ศึกษา.....	69
4.2 ความถี่ และร้อยละของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำแนกตามประเด็นที่ศึกษา.....	71
4.3 ความถี่ และร้อยละของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ทั้ง 2 เล่ม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำแนกตามประเด็นที่ศึกษา	73
4.4 ความถี่ และร้อยละ ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 12 ทักษะ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำแนกเป็น วิชาวิทยาศาสตร์ 1 และ วิชาวิทยาศาสตร์ 2	75
4.5 ความถี่ และร้อยละของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำแนกเป็นวิชา วิทยาศาสตร์ 1 และ วิชาวิทยาศาสตร์ 2	77
6.1 แบบฟอร์มตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถาม / ข้อความในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	94
6.2 แบบฟอร์มตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์	96
6.3 ตารางแสดงลักษณะของคำหรือข้อความที่พบในประเด็นต่าง ๆ ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะ	98
6.4 ตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถาม/ ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	101

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูง ของสมาคม AAAS	34

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว การดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน ต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่เสมอ ไม่ว่าจะมองไปในทิศทางใด เช่น การติดต่อสื่อสาร การคมนาคม รวมทั้งเสื้อผ้าที่สวมใส่กันอยู่นี้ ก็เกิดจากกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น การที่จะให้ประเทศมีความเจริญอย่างต่อเนื่อง ประชาชนจำเป็นต้องมีการศึกษา เพราะการศึกษเป็นสิ่งหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้เกิดความรู้และใช้ความรู้ที่ได้รับมาพัฒนาประเทศต่อไป

การศึกษาศาสตร์ เป็นการศึกษาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์อย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เป็นการส่งเสริมให้ประเทศชาติมีโอกาสที่จะพัฒนา เพื่อให้สามารถพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ ดังที่ สิบปนนท์ เกตุทัต (2533 : 10) กล่าวว่า ก้าวอย่างหนึ่งแห่งการเติบโตของประเทศไทยต้องอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานในการพัฒนา โดยสาเหตุที่ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ภาวะการผลิต เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาดทั้งภายใน และต่างประเทศ เช่นนี้ มีความเป็นไปได้ที่จะต้องพิจารณาใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าช่วย เพื่อให้ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตสูงกว่าเดิม และแปรสภาพวัตถุดิบให้อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร เพื่อเพิ่มมูลค่าแก่สินค้าส่งออก เป็นการนำเงินตราเข้าประเทศมากขึ้น

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ไม่ว่าจะอยู่ที่ใด รวมทั้งสามารถเรียนรู้ได้จากสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเราที่มีอยู่ในธรรมชาติ ซึ่งการเรียนรู้อาจเกิดได้จากการสังเกต การทดลอง หรือ จากตำราวิชาการ หรือ ตำราเรียนที่มีอยู่ในปัจจุบัน เป็นที่ยอมรับกันว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งรัฐบาลก็ได้ตระหนักถึงความสำคัญ จึงได้วางแผนการศึกษา เพื่อพัฒนาคุณภาพของบุคคลในทุก ๆ ด้านอย่างจริงจัง และต่อเนื่อง เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2535 : 5) ได้กำหนดแนวทางในการให้การศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยีว่าต้องวางแผนพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีความรู้ความเข้าใจในอิทธิพลและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมและเป็นประโยชน์ เพื่อให้ประชาชนมีความรู้ ความคิด ความเข้าใจ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ สามารถใช้วิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์สูงสุด ผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจสามารถติดตามความก้าวหน้า และใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น จึงจะสามารถดำรงชีวิต และประกอบอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545 - 2549) ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2544 : 99) ได้กำหนดให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแผนงานหนึ่งที่จะนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการผลิต และพัฒนากำลังคนทางวิทยาศาสตร์โดยมีนโยบาย และมาตรการทางการศึกษา เพื่อให้เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดให้มีการปรับปรุงเนื้อหาสาระ วิธีการเรียนการสอน การพัฒนาครู และอุปกรณ์การเรียนการสอน ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ เพื่อให้เหมาะสมกับการพัฒนาประเทศ

การพัฒนาประเทศให้เกิดความมั่นคงในด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น สิ่งสำคัญคือ ต้องพัฒนาคน ดังที่ สุนันท์ สังข์อ่อง (2531 : 19) กล่าวว่า การพัฒนาคน หรือการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นหัวใจสำคัญที่สุดของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควรจะเตรียมสร้างกลุ่มคนที่มีสมรรถภาพในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และส่งเสริมสนับสนุนให้ขวัญกำลังใจแก่กลุ่มคนเหล่านั้น เพื่อให้สามารถพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีออกมาจนเป็นผลิตภัณฑ์ หรือประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ และส่งเสริมให้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนเกิดเป็นวิวัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นในประเทศของเรา จนในที่สุดเราก็มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะสามารถยกฐานะทางเศรษฐกิจของประเทศเราได้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาคน จะต้องสอดคล้องและสนับสนุนการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ โดยต้องจัดให้เด็กทุกคนได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อตนเองและสังคม และใช้ความรู้ความเข้าใจในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างถูกต้องและเหมาะสม ดังที่ พิศาล สร้อยรุห์ร่า (2529 : 4) กล่าวว่า สิ่งที่นักเรียนควรเรียนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ การให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และมีความสามารถในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในฐานะที่เป็นผู้บริโภคอย่างถูกต้อง กล่าวคือ รู้จักเลือกใช้ ใช้เป็น รู้ถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ตลอดจนการป้องกันแก้ไข รู้จักบำรุงรักษาให้ใช้ได้ยาวนาน ขึ้นต่อไป เป็นการรู้จักซ่อมแซม การปรับปรุงดัดแปลงให้ดีขึ้น จนถึงขั้นที่สามารถเป็นผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขึ้นใช้ตัวเอง

กระทรวงศึกษาธิการ ได้บรรจุวิชาวิทยาศาสตร์ ไว้ในหลักสูตรการศึกษาดังแต่ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา รวมทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งสายสามัญ และสายอาชีพ เนื่องจากได้เห็นว่าการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีความสำคัญมาก เพราะเป็นรากฐานในการเรียนรู้ ทั้งยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เพื่อจะได้นำเอาความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

การศึกษาระดับอาชีวศึกษาในปัจจุบันนี้ ได้รับความนิยมนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากนักศึกษาในระดับนี้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงเป็นหน้าที่ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จะต้องตอบสนองความต้องการในด้านการศึกษาระดับนี้ และจะต้องคำนึงถึงปัญหาด้านคุณภาพด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ได้มีการปรับปรุงมาตลอด โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รับมอบหมายให้ทำการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน และระบบการศึกษาที่พัฒนาอยู่เสมอ โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับใช้ในการเรียนการสอนระดับอาชีวศึกษา ซึ่งเป็นวิชาที่สำคัญวิชาหนึ่ง เพราะจะช่วยสนับสนุนพัฒนาการทางสติปัญญา ความคิด ความสามารถ และความถนัดของนักเรียนให้ได้ใช้ความรู้ความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับวิชาชีพหลายสาขาอีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และยังจัดเป็นการศึกษาที่เทียบเท่าระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งสามารถจะนำเอาหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น หรือนำไปใช้ในการประกอบอาชีพได้ แม้ในสถาบันอุดมศึกษาซึ่งเป็นการศึกษาในระดับสูงก็จัดให้มีการเรียนการสอนในแขนงนี้ ความมุ่งหมายของวิชานี้ ก็เพื่อที่จะฝึกฝนให้ผู้เรียนมีความพร้อมทั้งในด้านบุคลิกภาพ ด้านวิชาการ และด้านอื่น ๆ ในโอกาสที่จะออกไปรับใช้สังคมในแนวทางที่ตนถนัดโดยเฉพาะทางด้านการประกอบอาชีพ การมีความรู้ความชำนาญในสาขาวิชาที่ตนได้รับรับการฝึกฝนมา รวมทั้งสาขาที่เกี่ยวข้อง ทำให้มีความเข้าใจ และสามารถประยุกต์วิชาเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนเป็นผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และพยายามแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ มีความคิดที่จะวิเคราะห์ และวิพากษ์วิจารณ์ความรู้เดิมที่มีอยู่ เพื่อก่อให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ ที่ดีกว่า ซึ่งจะนำความก้าวหน้ามาสู่วงการวิชาการ ถือว่าเป็นการบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิชานี้

สำหรับหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 ในหมวดวิชาพื้นฐาน นักเรียนทุกคนต้องเรียน ประกอบด้วยวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 หน่วยกิต จากจำนวนวิชาในหมวดวิชาพื้นฐานทั้งสิ้น 30 หน่วยกิต กระทรวงศึกษาธิการ (2538 : 13-14) ได้กำหนดโครงสร้างของวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. วิชาวิทยาศาสตร์ 1 (20001401) เรียน 3 คาบต่อสัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต
2. วิชาวิทยาศาสตร์ 2 (20001402) เรียน 3 คาบต่อสัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

และได้กำหนดจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ โดยต้องการให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการ ตลอดจนทฤษฎีพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีคุณธรรมและมีความรับผิดชอบต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

จากจุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่า การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ต้องการให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า การคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ การสร้างคนให้คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น เพราะกระบวนการเรียนการสอนส่วนใหญ่ จะเป็นไปในลักษณะของการอภิปรายร่วมกันเพื่อศึกษาเนื้อหา นักเรียนได้ลงมือทำการทดลอง เพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ช่วยให้คำแนะนำ ซึ่งสอดคล้องกับที่ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525 : 91) ได้กล่าวไว้ในทำนองเดียวกัน สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนต้องจัดให้นักเรียนเกิดกระบวนการตามธรรมชาติของวิชา ซึ่งได้แก่ กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการพัฒนาค่านิยม กระบวนการปฏิบัติงาน กระบวนการเข้าสังคม กระบวนการสร้างสรรค์ โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และให้เรียนตามความถนัด ความสนใจ การที่จะทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการต่าง ๆ เหล่านี้ ครูจะต้องนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาคุณสมบัติประจำตัวนักเรียน ในด้านการคิดเป็น ปฏิบัติเป็น และมีเจตคติที่ดีต่อการคิดปฏิบัติ

ดังที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า วิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ก็คือ วิทยาศาสตร์ที่ใช้สำหรับนักเรียนที่ไม่ได้เรียนสายวิทยาศาสตร์โดยตรง ซึ่งเป็นหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับชีวิตรอบ ๆ ตัว โดยบรรจุหลักเกณฑ์ และความรู้ที่ทันต่อความก้าวหน้าทางวิชาการ ส่วนใหญ่เป็นวิชาที่ผสมผสานเนื้อหาของวิชาชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ เข้าไว้ด้วยกัน โดยมุ่งให้ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ขณะเดียวกันก็ได้เรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

จากความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีผลต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นอาจารย์สอนวิชาวิทยาศาสตร์คนหนึ่ง จึงสนใจทำการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ซึ่งเนื้อหาในหนังสือนั้นตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีพุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ว่าในหนังสือเรียนแต่ละเล่ม มีคำถามหรือข้อความที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะใดบ้าง และคำถามหรือข้อความเหล่านั้นเป็นคำถามหรือข้อความที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะใดบ้าง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของครูอาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แบ่งเป็น 5 กลุ่มทักษะ ประกอบด้วย 12 ทักษะย่อย ได้แก่ กลุ่มทักษะการนิยามปัญหา ซึ่งประกอบด้วยทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน กลุ่มทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการวัด และทักษะการทดลอง กลุ่มทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ และทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล กลุ่มทักษะการสรุปและนำเสนอผล ซึ่งประกอบด้วยทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการพยากรณ์ และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.3.1 ประเด็นที่ศึกษา

ในการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ได้แก่

1. คำถามในเรื่อง
2. คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง
3. คำถามท้ายบท
4. ข้อความเนื้อเรื่อง

ผู้วิจัยได้นำหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ มาเป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ Joseph Abruscato (2000 : 38-52) และแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2537 : 11-14) มาเป็นกรอบแนวคิดในการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 5 กลุ่มทักษะ ประกอบด้วย 12 ทักษะย่อย คือ

1. กลุ่มทักษะการนิยามปัญหา (Defining Problems) ได้แก่
 - 1.1 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation Definition)
 - 1.2 ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา (Defining of Variables)

2. กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน (Hypothesyzing)
3. กลุ่มทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล (Experimental Design and Data Collection)
 - 3.1 ทักษะการสังเกต (Observing)
 - 3.2 ทักษะการวัด (Measuring)
 - 3.3 ทักษะการทดลอง (Experimenting)
4. กลุ่มทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล (Data Processing)
 - 4.1 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
 - 4.2 ทักษะการคำนวณ (Calculating)
 - 4.3 ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล (Data Organizing and Presentation)
5. กลุ่มทักษะการสรุปและนำเสนอผล (Conclusion and Communication)
 - 5.1 ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)
 - 5.2 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
 - 5.3 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. คำถามในเนื้อเรื่อง
2. คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง
3. คำถามท้ายบท
4. ข้อความเนื้อเรื่อง

ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ทักษะ ประกอบด้วย 12 ทักษะย่อย ได้แก่

1. กลุ่มทักษะการนิยามปัญหา (Defining Problems) ได้แก่
 - 1.1 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation Definition)
 - 1.2 ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา (Defining of Variables)
2. กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน (Hypothesyzing)
3. กลุ่มทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล (Experimental Design and Data Collection)
 - 3.1 ทักษะการสังเกต (Observing)
 - 3.2 ทักษะการวัด (Measuring)
 - 3.3 ทักษะการทดลอง (Experimenting)
4. กลุ่มทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล (Data Processing)
 - 4.1 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
 - 4.2 ทักษะการคำนวณ (Calculating)
 - 4.3 ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล (Data Organizing and Presentation)
5. กลุ่มทักษะการสรุปและนำเสนอผล (Conclusion and Communication)
 - 5.1 ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)
 - 5.2 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
 - 5.3 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ประกอบด้วยรายวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และ วิชาวิทยาศาสตร์ 2 ในหมวดวิชาพื้นฐานซึ่งนักเรียนทุกคนต้องเรียน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่ หรือใช้ในการแก้ปัญหา เป็นทักษะทางความคิดที่มีขั้นตอนอย่างมีเหตุผลที่จะนำไปสู่ความรู้ใหม่ ๆ หรือเพื่อการแก้ปัญหา เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

เป็นพฤติกรรมที่ใช้ในการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 5 กลุ่มทักษะ ประกอบด้วย 12 ประเภทย่อย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ใน 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

- 2.1 คำถามที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 ข้อความเนื้อเรื่องที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในแต่ละลักษณะมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 คำถามที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 กลุ่มทักษะการนิยามปัญหา

เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการศึกษาหรือทดลองให้ชัดเจน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ได้แก่

คำถามที่ให้กำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามเพื่อให้เข้าใจตรงกัน เช่น ในการทดสอบผลของวิตามิน E ที่มีต่อความอดทนของคนนั้น ตัวแปร “ความอดทน” วัดได้อย่างไร

2. ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา เช่น ในการทดลองนี้ ตัวแปรตามคืออะไร และตัวแปรที่ต้องถูกควบคุมให้คงที่คืออะไร

2.1.2 กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน

เป็นการคิดคำตอบล่วงหน้า ก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี มาก่อน ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน ได้แก่

คำถามที่ให้ทำนายผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยไม่ทราบความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำนายมาก่อน เช่น ถ้าน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น Ca(OH)_2 จะละลายได้มากขึ้นหรือไม่

2.1.3 กลุ่มทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล

เป็นการวางแผนการศึกษา หรือหาความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการสังเกต ได้แก่

1. คำถามที่ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือ ประสาทสัมผัสทั้งห้า สังเกตวัตถุสิ่งของต่าง ๆ โดยตรง เช่น ดอกไม้ที่ครูถืออยู่นี้มีลักษณะอย่างไร

2. คำถามที่ให้ผู้ประสาทมัมผัสสังเกตลักษณะของวัตถุ ที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น เมื่อคัมของเหลวทั้งสองชนิดจนแห้ง ของเหลวแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

3. คำถามที่ให้กะประมาณขนาดหรือจำนวนของวัตถุสิ่งของต่าง ๆ เช่น คินน้ำมันก้อนนี้ยาวประมาณกี่เซนติเมตร

2. ทักษะการวัด ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการวัด ได้แก่

1. คำถามที่ให้เลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสมและถูกต้อง เช่น ถ้าจะวัดความสูงของนักเรียนจะต้องใช้เครื่องมืออะไร ถ้านักเรียนจะหามวลของสารต่อไปนี้ นักเรียนจะใช้เครื่องชั่งสปริง เครื่องชั่งสองแขน หรือ เครื่องชั่งแบบจาน

2. คำถามที่ให้อธิบายวิธีวัดว่าวัดอย่างไรจึงจะถูกต้อง และแม่นยำ เช่น ถ้าจะหาเส้นรอบวงของเหรียญห้าบาท นักเรียนจะอย่างไร

3. คำถามที่ให้บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัด เช่น เหตุใดนักเรียนจึงเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดาวัดอุณหภูมิของน้ำ

4. คำถามที่ให้ผู้เครื่องมือทำการวัดได้ถูกต้อง แม่นยำ ตลอดจนสามารถอ่านข้อมูลที่ได้อย่างรวดเร็ว และใกล้เคียงกับความจริง เช่น หินก้อนนี้หนักเท่าไร

3. ทักษะการทดลอง ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการทดลอง ได้แก่

1. คำถามที่ให้ออกแบบการทดลอง เช่น นักเรียนจะอย่างไรจึงจะบอกได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สารจะสามารถละลายได้มากขึ้น จะใช้สารอะไรที่เป็นตัวถูกละลาย และสารอะไรที่เป็นตัวทำละลาย

2. คำถามที่ผู้บอกวิธีปฏิบัติการ ขณะทำการทดลอง เช่น หลังจากเอาสารส้ม 1 ซ้อนเบอร์ 1 ใส่ลงไปในน้ำ 5 cm³ แล้วทำอะไรต่อไปอีก หลังจากใส่สารส้ม 1 ซ้อนเบอร์ 1 ใส่ลงไปในน้ำ 5 cm³ เขย่าจนไม่ละลายต่อไปอีกแล้ว จะทำอะไรต่อไปอีก

3. คำถามที่ให้นักเรียนตีผลการทดลอง เช่น นักเรียนจะต้องบันทึกอะไรบ้างจากการทดลอง

2.1.4 กลุ่มทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล

เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า และทดลองมาจัดระบบหมวดหมู่ หรือจำแนกให้เห็นความสัมพันธ์ หรือความแตกต่างที่ชัดเจน มีความหมายในการที่จะนำไปสู่การสรุปที่ถูกต้องชัดเจน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการจำแนกประเภท ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการจำแนกประเภท ได้แก่

1. คำถามที่ให้แบ่งพวก หรือเรียงลำดับสิ่งของ โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดให้ เช่น นักเรียนจะแบ่งพืชต่อไปนี้ โดยใช้ลักษณะของขอบใบเป็นเกณฑ์ได้อย่างไร

2. คำถามที่ให้แบ่งพวก หรือเรียงลำดับสิ่งของ โดยใช้เกณฑ์ของตนเอง เช่น ถ้าไม่ใช่ลักษณะของขอบใบเป็นเกณฑ์ นักเรียนจะแบ่งพืชเป็นพวก ๆ ได้อย่างไรอีก

3. คำถามให้บอกเกณฑ์ในการแบ่งพวก หรือเรียงลำดับสิ่งของที่จัดไว้ เช่น นักเรียนคิดว่าครูใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่งพืชออกเป็นพวก ๆ

2. ทักษะการคำนวณ ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการคำนวณ ได้แก่

1. คำถามที่ให้นับจำนวน เช่น ในน้ำ 5 cm^3 น้ำตาลทรายสามารถละลายได้มากที่สุดกี่ช้อน

2. คำถามที่ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับ เช่น สิ่งมีชีวิตที่นักเรียนสำรวจได้เป็นเท่าไร

3. คำถามที่ใช้บอกวิธีคำนวณ เช่น ถ้านักเรียนทราบความกว้าง ความยาว และความสูงของกล่อง นักเรียนจะหาปริมาตรของกล่องนี้ได้อย่างไร

4. คำถามที่ให้คิดคำนวณ เช่น กล่องใบนี้มีปริมาตรเท่าไร

5. คำถามที่ให้แสดงวิธีการคิดคำนวณ เช่น ตัวเลข 12 cm^3 ได้มาอย่างไร

3. ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล ได้แก่

1. คำถามที่ให้เลือกรูปแบบที่จะนำเสนอข้อมูล เช่น จากความสูงของต้นถั่วที่วัดได้ในเวลา 5 วัน จากสถานที่ต่าง ๆ กันที่นักเรียนหามาได้นี้ นักเรียนคิดว่า เราควรจะเสนอข้อมูลเป็นรูปแบบใดที่มองดูแล้วทำให้เข้าใจง่ายขึ้น

2. คำถามที่ให้บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูล เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าควรเปลี่ยนเป็นรูปของตาราง

3. คำถามที่ให้ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ เช่น ถ้านักเรียนจะเปลี่ยนการนำเสนอข้อมูลให้อยู่ในแบบตาราง ลักษณะของตารางควรจะเป็นอย่างไร

4. คำถามที่ให้เปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลให้เข้าใจง่ายขึ้น เช่น ถ้านักเรียนเห็นด้วยกับลักษณะของตารางนี้แล้ว ลองทำข้อมูลให้เป็นรูปตารางชีวภาพจะทำออกมาได้อย่างไร

5. คำถามที่ให้บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด และสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจได้ เช่น สำลือออกมาบรรยายภาพนี้ เพื่อให้เพื่อนฟังแล้ว สามารถบอกได้ว่าภาพนี้เป็นภาพอะไร สำลือจะบรรยายได้อย่างไร

6. คำถามที่ให้บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจได้ เช่น ให้นักเรียนลองวาดแผนผังเพื่อให้เพื่อนของนักเรียนที่ขึ้นอยู่หน้าประตูมหาวิทยาลัย ดูแล้ว เข้าใจและสามารถมาที่คณะศึกษาศาสตร์ได้ถูกต้อง

2.1.5 กลุ่มทักษะการสรุปและนำเสนอผล

เป็นการประมวลความรู้จากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และศึกษาค้นคว้า เพื่อทดสอบสมมติฐานการทดลองที่ตั้งขึ้น ว่าเป็นข้อมูลที่สนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานนั้นอย่างไร และเสนอผลการทดลองนั้น ๆ ให้ผู้อื่นทราบ อาจเป็นรายงานโดยการพูด หรือเขียน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป ได้แก่

1. คำถามที่ให้บรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น จากกราฟที่แสดงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 70°C สารส้มสามารถละลายได้กี่กรัม

2. คำถามที่ให้บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น จากข้อมูลที่แสดงในตาราง ความดันของอากาศมีผลต่อจุดเดือดของน้ำหรือไม่ อย่างไร

2. ทักษะการพยากรณ์ ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการพยากรณ์ ได้แก่
คำถามที่ให้ทำนายผล เหตุการณ์ หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่เป็นแนวทาง เช่น ถ้าความดันของบรรยากาศมีค่า 752 มิลลิเมตรปรอท จุดเดือดของน้ำจะมีค่าเท่าไร

3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ได้แก่

คำถามที่ต้องตอบโดยมีการสรุป หรืออธิบายเกินข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยตรง เช่น ทำไมเมื่อเอาขวดแก้วครอบเทียนไขที่กำลังลุกไหม้ เปลวไฟจึงดับ

2.2 ข้อความเนื้อเรื่องที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2.1 กลุ่มทักษะการนิยามปัญหา

เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการศึกษาหรือทดลองให้ชัดเจน ประกอบด้วยทักษะต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การให้ความหมายของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ซึ่งนิยามเชิงปฏิบัติการจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ ระบุสิ่งที่สังเกต ระบุการกระทำ

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถสร้างนิยามเชิงปฏิบัติ ซึ่งอธิบายถึงการปฏิบัติการ (Procedure) มโนทัศน์ (Concept) วัตถุ (Object) หรือคุณสมบัติของวัตถุได้อย่างถูกต้อง

2. แยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่ นิยามเชิงปฏิบัติการได้

3. สามารถบ่งชี้คำ หรือ ตัวแปรที่ต้องใช้ในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เมื่อกำหนดสมมติฐาน การลงความเห็น ปัญหา กราฟ ตาราง ข้อมูลให้

2. ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา ตัวแปร มี 3 ชนิด คือ

1.) ตัวแปรอิสระ หรือ ตัวแปรต้น หมายถึง ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา

2.) ตัวแปรตาม หมายถึง ตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรต้น หรือตัวแปรที่เป็นผลของตัวแปรต้น

3.) ตัวแปรควบคุม หมายถึง ตัวแปรอื่นๆที่เราไม่สนใจศึกษาหรืออิทธิพลที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่เราศึกษาขณะนั้น

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

2. บ่งชี้ตัวแปรที่อาจมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม หรือคุณสมบัติทางกายภาพ หรือชีวภาพของระบบได้

3. สร้างวิธีการทดลองหาผลที่เกิดจากตัวแปรต้นหนึ่งตัวหรือหลายตัว

4. สามารถแยกได้ว่าสถานการณ์ไหนที่ทำให้ตัวแปรที่มีค่าคงที่และสถานการณ์ไหนที่ทำให้ตัวแปรไม่คงที่

5. สามารถบ่งชี้ หรือ บอกชื่อตัวแปรใดที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ในการทดลอง ถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในแบบเดียวกันทุก ๆ กรณี

2.2.2 กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน

กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อขยายความให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ สมมติฐานอาจตั้งขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูลหลักการ กฎ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงกลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และ ประสบการณ์เดิมได้

2. สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้

3. ปรับปรุงสมมติฐานภายหลังจากการสังเกตเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น

4. แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนและไม่สนับสนุนสมมติฐานได้

2.2.3 กลุ่มทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล

เป็นการวางแผนการศึกษา หรือหาความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ประกอบด้วยทักษะต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต

ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลจากวัตถุประสงค์หรือจากสถานการณ์ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. ชี้นำและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง
2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ
3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
4. แยกแยะข้อมูลการสังเกตจากการลงความเห็นจากข้อมูลได้

2. ทักษะการวัด

ทักษะการวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลของสิ่งที่ศึกษา

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. เลือกใช้เครื่องมือ ได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
2. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
3. บอกวิธีวัด และใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว
4. ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุนหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และสิ่งอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
5. ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัด และเลือกหน่วยที่แสดงปริมาณ ซึ่งได้จากการวัดได้อย่างเหมาะสม กล่าวคือ ปริมาณที่มีค่ามาก ๆ หรือน้อย ๆ นิยมใช้คำอุปสรรค แทนพหุคูณปริมาณนั้น ๆ
6. คิดวิธีการที่จะหาค่าปริมาณต่าง ๆ ได้ ในกรณีที่ไม้อาจใช้เครื่องมือวัด ปริมาณนั้นได้โดยตรง
7. อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็ว ใกล้เคียงกับความเป็นจริง
8. บอกความหมายของปริมาณซึ่งได้จากการวัดได้อย่างเหมาะสม กล่าวคือ อ่านค่าปริมาณที่ได้จากการวัดละเอียดถึงทศนิยมหนึ่งตำแหน่งของหน่วยย่อยที่สุด เท่านั้น

9. บอกความหมายของเลขนัยสำคัญได้

3. ทักษะการทดลอง

ทักษะการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือเป็นการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. กำหนดวิธีการทดลองได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสมมติฐาน โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

2. ระบುವัสดุอุปกรณ์ และ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

3. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย

4. บันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว และถูกต้อง

5. จัดกระทำกับข้อมูลที่สังเกตและเลือกวิธีการในการเสนอข้อมูลได้

6. สามารถเขียนรายงานผลการทดลอง รวมทั้งอภิปรายผลว่าข้อมูล

ต่าง ๆ ที่ได้มานั้นสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่

2.2.4 กลุ่มทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล

เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า และทดลองมาจัดระบบหมวดหมู่ หรือจำแนกให้เห็นความสัมพันธ์ หรือความแตกต่างที่ชัดเจน มีความหมายในการที่จะนำไปสู่การสรุปที่ถูกต้องชัดเจนประกอบด้วยทักษะต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการจำแนกประเภท

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง กระบวนการที่ใช้จัดจำพวกวัตถุ หรือประสบการณ์ต่างๆที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่ โดยสร้างเกณฑ์ในการจัดจำพวก เกณฑ์ที่ใช้อาจใช้ความเหมือนหรือความต่างกันอย่างใดอย่างหนึ่ง

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถบ่งชี้และ บอกคุณสมบัติของสิ่งที่ศึกษา เพื่อนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภท

2. สามารถจัดจำแนกสิ่งที่ศึกษาออกเป็นประเภทตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

3. สามารถบอกเกณฑ์ซึ่งใช้ในการจำแนกประเภท

4. สามารถสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการของสิ่งที่ศึกษาจากการจำแนกประเภทตามเกณฑ์ได้

2. ทักษะการคำนวณ

ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มากระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. การนับ ได้แก่ นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ ตัดสินว่าของแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน หรือแตกต่างกัน ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

2. หาผลลัพธ์ของการบวก - ลบ ปริมาณที่ได้จากการวัด ได้อย่างถูกต้อง

3. หาผลลัพธ์ของการคูณ - หาร ปริมาณที่ได้จากการวัด ได้อย่างถูกต้อง

4. การคำนวณ เช่น บอกวิธีคำนวณ คิดคำนวณ และแสดงวิธีคิดคำนวณ ได้อย่างถูกต้อง

5. การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่ บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย การหาค่าเฉลี่ย แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากข้อมูล โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องการแปรผัน การสร้างสมการ มาตรฐานเป็นสูตรได้

7. คำนวณเกี่ยวกับปริมาณที่มีค่าอุปสรรคประกอบหน่วยได้ถูกต้อง

3. ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล

ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการทำความเข้าใจ โดยอาจทำในรูปของการพูด การเขียน การบรรยาย รวมทั้งการสร้างสื่ออื่น ๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภาพ

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจได้ดีขึ้น โดยจะต้องรู้จักเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

2. บอกเหตุผลในการนำเสนอข้อมูล ในการเลือกแบบเสนอข้อมูลนั้น

3. ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

4. ถ้าเสนอข้อมูลในรูปของตาราง ปกติจะใส่ค่าของตัวแปรอิสระไว้ทางซ้ายมือของตาราง และค่าของตัวแปรตามไว้ทางขวามือของตาราง โดยเขียนค่าของตัวแปรอิสระไว้ให้เรียงจากค่าน้อยไปหามาก หรือจากมากไปหาน้อย

5. บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระทัดรัด
จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ

6. บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมาย
ข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจได้ นอกจากนั้นสามารถวิจารณ์ในเชิงสร้างสรรค์เพื่อการประเมินค่าได้

2.2.5 กลุ่มทักษะการสรุปและนำเสนอผล

เป็นการประมวลความรู้จากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และศึกษาค้นคว้าเพื่อ
ทดสอบสมมติฐานการทดลองที่ตั้งขึ้น ว่าเป็นข้อมูลที่สนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานนั้นอย่าง
ไร และเสนอผลการทดลองนั้น ๆ ให้ผู้อื่นทราบ อาจเป็นรายงานโดยการพูด หรือเขียน ประกอบ
ด้วยทักษะต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การพิจารณา
ข้อมูลซึ่งให้มาในลักษณะต่าง ๆ แล้วสรุปหรือบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้น

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถอธิบายความหมายของข้อมูลซึ่งแสดงอยู่ในรูปของตาราง
2. สามารถสร้างข้อสรุป จากข้อสนเทศให้อยู่ในรูปของตาราง กราฟ หรือ

แผนภาพ

3. สามารถอธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้โดย
ใช้ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน พิสัย

2. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนเหตุการณ์ผลที่จะเกิดใน
อนาคต โดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้ศึกษา
แล้วนำหลักการ กฎ ทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วย

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการ
กระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูล หรือพยากรณ์แบบเพิ่มเติม
ความ (Interpolation) เป็นการพยากรณ์ค่าที่มีอยู่ในขอบเขตของข้อมูล
2. สามารถพยากรณ์นอกขอบเขตของข้อมูล หรือพยากรณ์แบบขยาย
ความ (Extrapolation) เป็นการพยากรณ์ค่าที่มากกว่าหรือน้อยกว่าข้อมูล
3. สามารถทดสอบผลการทำนายได้

3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยประสบการณ์เดิมมาช่วยอธิบาย ซึ่งข้อมูลอาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สรุปหรืออธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้ประสบการณ์
2. บ่งชี้การสรุปอ้างอิงที่ควรยอมรับไม่ยอมรับ หรือควรปรับปรุง

ภายหลังจากที่ได้สังเกตเพิ่มเติม

3. บ่งชี้การสังเกตที่สนับสนุนการสรุปอ้างอิงนั้น ๆ

3. ประเด็นที่ศึกษา หมายถึง ประเด็นที่ใช้พิจารณาในการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

3.1 คำถามในเนื้อเรื่อง หมายถึง คำถามที่ปรากฏอยู่ในส่วนของเนื้อเรื่องในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และ วิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

3.2 คำถามหลังการทำการทดลอง หมายถึง คำถามที่ปรากฏอยู่ในส่วนท้ายของกิจกรรมการทดลองในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

3.3 คำถามท้ายบท หมายถึง คำถามที่ปรากฏอยู่ในส่วนท้ายของบทเรียนแต่ละบทในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.)ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

3.4 ข้อความเนื้อเรื่อง หมายถึง ส่วนที่เป็นข้อความในส่วนของเนื้อหาที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และ วิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง “ การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ” ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า รวบรวมเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เสนอไว้ตามลำดับ ดังนี้

2.1 โครงสร้างของหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 โครงสร้างของหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.1.1 วิชาวิทยาศาสตร์ 1

มีเนื้อหาสาระที่สำคัญ ดังนี้

บทที่ 1 สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

- 1.1 สิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ตามธรรมชาติ
- 1.2 ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
- 1.3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
- 1.4 การอยู่ร่วมกันเป็นระบบ
- 1.5 พลังงานในระบบชีวภาพ

บทที่ 2 หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตและการแบ่งกลุ่มสิ่งมีชีวิต

- 2.1 หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
- 2.2 การแบ่งกลุ่มสิ่งมีชีวิต
- 2.3 ลำดับการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิต

บทที่ 3 สารและการเปลี่ยนแปลง

- 3.1 สารผสม
- 3.2 สารบริสุทธิ์
- 3.3 สารละลายกรด – เบส

บทที่ 4 สารประกอบของคาร์บอน

- 4.1 สารประกอบไฮโดรคาร์บอน
- 4.2 สารชีวโมเลกุล
- 4.3 พอลิเมอร์

2.1.2 วิชาวิทยาศาสตร์ 2

มีเนื้อหาสาระที่สำคัญ ดังนี้

บทที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่

- 1.1 เวกเตอร์
- 1.2 แรง
- 1.3 กฎของนิวตัน
- 1.4 การเคลื่อนที่ของวัตถุ

บทที่ 2 งานและพลังงาน

- 2.1 งาน
- 2.2 กำลัง
- 2.3 พลังงาน
- 2.4 พลังงานศักย์
- 2.5 พลังงานจลน์
- 2.6 กฎการอนุรักษ์พลังงาน

บทที่ 3 คลื่นกล

- 3.1 การเคลื่อนที่แบบคลื่น
- 3.2 สมบัติของคลื่น
- 3.3 เสียงและการได้ยิน

บทที่ 4 แม่เหล็กไฟฟ้า

- 4.1 สมบัติของแม่เหล็กและแม่เหล็กโลก
- 4.2 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำ
- 4.3 การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า
- 4.4 การนำความรู้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์

บทที่ 5 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการประยุกต์ทางสื่อสารโทรคมนาคม

- 5.1 สมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- 5.2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- 5.3 ระบบสื่อสารโทรคมนาคม

บทที่ 6 พลังงานความร้อน

- 6.1 แหล่งกำเนิดพลังงานความร้อน
- 6.2 ปริมาณความร้อนและผลของความร้อน
- 6.3 การถ่ายโอนความร้อน

บทที่ 7 พลังงานนิวเคลียร์

7.1 กัมมันตภาพรังสี

7.2 ปฏิกิริยานิวเคลียร์

7.3 ประโยชน์และการป้องกันกัมมันตภาพรังสี

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายและความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

พจน์ สะเพียรชัย (2535 : 49-51) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหลายเป็นทางผ่านของความรู้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ
2. ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือ เพื่อหาความรู้หรือข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง และเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสม กับสภาพการทดลอง ตลอดจนรู้จักรักษาเครื่องมือที่ใช้แล้วให้อยู่ในสภาพที่ดี รวมทั้งใช้เครื่องมือใดก็ควรรู้จักวิธีดูแลรักษาความปลอดภัยทั้งตนเองและความปลอดภัยของเครื่องมือด้วย
3. ทักษะในการบันทึกข้อมูล และสื่อความหมายเมื่อนักเรียนสังเกตและใช้เครื่องมือวัดแล้ว นักเรียนต้องรู้จักจดบันทึก มีความคล่องแคล่วว่องไวในการจดบันทึกข้อมูล ตลอดจนสามารถถ่ายทอดข้อมูลให้มีความหมาย และจัดระเบียบ หรือวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการแปลความหมายให้ชัดเจนแจ่มแจ้งปราศจากอคติ
4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ทักษะในการนำข้อมูลที่จดบันทึกได้มาจัดระบบใหม่ เพื่อให้มีความหมายและง่ายต่อการเข้าใจ อาจเป็นการจัดหมวดหมู่ถ่ายทอดเป็นกราฟต่าง ๆ หรือแผนภูมิ
5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการตีความ ขยายความ แล้วสรุปผลจากข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วให้เป็นภาษาที่รัดกุมถูกต้อง
6. ทักษะการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความสามารถ ความคิดเห็น เพื่อเดาคำตอบของปัญหาที่ต้องการจะทดลองหรือพิสูจน์ โดยการวิจัย ค้นคว้าทดลอง
7. ทักษะในการออกแบบแผน และดำเนินการทดลอง หมายถึง ทักษะในการวางแผนการทดลอง และควบคุมการทดลองได้อย่างเหมาะสมง่ายแก่การดำเนินงาน ประหยัดเวลา กำลัง และเงิน

8. ทักษะในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณเพื่อการวิเคราะห์ ข้อมูลให้ได้มาซึ่งคำตอบ หรือแก้ปัญหาของการทดลองได้

9. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เช่น ทิศทาง รูปร่าง ขนาด พื้นที่ เวลา เป็นต้น

สุวัฒน์ นิยมคำ (2527 : 22-23) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมาคม American Association for the Advancement of Science : AAAS ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 กลุ่ม 13 ทักษะ ได้แก่

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการใช้ตัวเลข (Using Numbers)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล (Communication)
6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
7. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
8. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา (Using space / Time Relationship)

2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (The Integrated Process Skills) ได้แก่

1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
2. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)
3. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
4. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
5. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

ประหยัด จันทร์ชมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต (2528 : 101) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคล่องแคล่วชำนาญในการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะที่สำคัญ 2 ประการ คือ ทักษะในการทำหรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือมีทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญาและการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง มีเหตุผล

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวที่ครูต้องสอนให้นักเรียนมี 2 ชนิด คือ

1. ทักษะในการทำ หรือในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้จักสิ่งต่อไปนี้

- 1.1 ให้เด็กมีทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องชำนาญ รวดเร็วปลอดภัย
- 1.2 ให้เด็กมีทักษะในการเก็บ และรักษาทำความสะอาด
- 1.3 ให้เด็กรู้จักประดิษฐ์เครื่องมือง่าย ๆ
- 1.4 ให้เด็กสามารถสังเกตพิจารณาการบันทึก การชั่ง ตวง วัด และการทดลองต่าง ๆ

ได้อย่างถูกต้อง

1.5 ให้เกิดความเข้าใจความหมายของศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ทักษะในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ มีทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญา และการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง มีเหตุผล พฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดแก่เด็กที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่

- 2.1 การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ
- 2.2 การนำความรู้เดิมประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่ และนำมาอธิบายได้
- 2.3 สามารถคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง
- 2.4 รู้จักค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ
- 2.5 อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากหลักความจริงอย่างมีเหตุผล
- 2.6 มีความกระตือรือร้นที่จะหาทางทดสอบ แก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยการปฏิบัติการ

ทดลอง

- 2.7 ถ้าทำการทดลองไม่ได้ สามารถตัดสินใจใช้วิธีการที่เหมาะสมได้
- 2.8 สามารถรวบรวมสิ่งต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นมา รายงานหรือเขียนได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2518 : 15-16) ได้จำแนกประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่าประกอบด้วย 9 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 สังเกตปรากฏการณ์ และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด ถูกต้อง และรวดเร็ว และต้องสังเกตอย่างตรงไปตรงมา ไม่เอาความรู้เดิมมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องด้วย

2. ทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือเครื่องใช้ที่เหมาะสม ใช้เครื่องมือเครื่องใช้ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว รวมทั้งการอ่านหรือการประมาณค่าที่ได้จากการวัดนั้นได้อย่างถูกต้อง หรือใกล้เคียง

3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกต และการทดลอง การบันทึกข้อมูลอย่างมีระเบียบจะช่วยให้ได้หลักฐานในการวิเคราะห์ขั้นต่อไป การให้นิยาม รวมทั้งการรายงานด้วยปากเปล่า โดยใช้ภาษาที่กระชับรัดกุมเข้าใจง่าย ถือเป็นทักษะในการสื่อความหมายข้อมูลอีกด้วย

4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ ให้อยู่ในรูปที่มีความหมาย หรือ มีความสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดจำแนก หรือจัดรูปเสียใหม่เป็นตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง หรือสมการทางคณิตศาสตร์

5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูล และการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความ หรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล และรวดเร็ว

6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์ หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผลและพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีการทดลอง และทำการทดลอง พิสูจน์สมมติฐานหรือตอบปัญหาข้อข้องใจ

8. ทักษะในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณ หรือแปลความหมายของการคำนวณต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2520 : 123) ได้กล่าวว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีกฎเกณฑ์ และระเบียบวิธี การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ต้องมีการค้นคว้า ทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริง และพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง วิธีการศึกษาจึงเปรียบเสมือนเครื่องมือที่จะใช้ในการค้นคว้าให้ได้ข้อสรุปจากการทดลอง วิทยาศาสตร์จึงไม่เพียงเป็นแหล่งสะสมความรู้เท่านั้น แต่ยังรวมวิธีการใช้แก้ปัญหา และทำให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญาอีกด้วย ในขณะที่ทำการศึกษาค้นคว้า ผู้ทำการทดลองย่อมมีโอกาสได้ฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติ และพัฒนาความคิดด้วย พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบเหล่านี้ เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทบวงมหาวิทยาลัย (2523 : 129 –130) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการทดลอง และการอภิปรายซักถาม เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น สามารถจำแนกคำถามชนิดต่าง ๆ เป็น 5 ประเภทที่สำคัญ ๆ ดังนี้

1. คำถามที่นำไปสู่การสังเกต เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เพื่อรับรู้และรวบรวมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์และแก้ปัญหาต่อไป เช่น ปากของสัตว์ที่นักเรียนสังเกตมีลักษณะอย่างไร อุณหภูมิของห้องที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์เป็นก้องศาเซลเซียส

2. คำถามที่นำไปสู่การอภิปราย เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ข้อมูล แปลความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ รวมทั้งการให้เหตุผลหรือการสรุปผลในการตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง คำถามประเภทนี้ช่วยให้ผู้ตอบเกิดทักษะในการแปลความหมายข้อมูล การให้เหตุผล หรือ สรุปผลจากการทดลอง เช่น จากกราฟที่นักเรียนเขียนได้ ขณะที่น้ำแข็งยังหลอมเหลวไม่หมด เส้นกราฟเป็นอย่างไร และอุณหภูมิขณะนั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

3. คำถามที่นำไปสู่การทำนาย และการสร้างสมมติฐาน เป็นคำถามที่มุ่งให้ผู้ตอบคาดการณ์อย่างมีเหตุผลโดยใช้ความรู้เดิม หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ ไปใช้ในการคาดคะเนว่าจะมีอะไรเกิดขึ้น ในเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงบางสิ่งบางอย่างของสถานการณ์นั้น ๆ หรือเป็นคำถามที่ผู้ตอบคาดการณ์เพื่อขยายข้อสรุปในขั้นอภิปรายให้กว้างขวางออกไป หรือคำถามที่กำหนดข้อมูลแล้วให้ผู้ตอบตั้งสมมติฐานจากข้อมูลนั้น เช่น ถ้าทั้งเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสอง ไว้จนถึงวันรุ่งขึ้น ล้ำลี้จะเป็นอย่างไร

4. คำถามที่นำไปสู่การออกแบบและการควบคุมตัวแปร เป็นคำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำเอากฎเกณฑ์ หรือความสัมพันธ์ของข้อมูลมาใช้ในการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน และในการทดลองนั้น ๆ มีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ด้วย เช่น ท่านจะทำการอย่างไรเพื่อพิสูจน์ว่าพื้นดินและพื้นน้ำรับและคายความร้อนได้แตกต่างกัน ท่านจะดำเนินการทดลองอย่างไรเพื่อทดสอบว่า น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

5. คำถามที่นำไปสู่การนำไปใช้ เป็นคำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์ใหม่ หากสถานการณ์นั้น ๆ ผู้ตอบเคยพบเห็นมาแล้วก็ไม่ถือว่าเป็นการนำไปสู่การนำไปใช้ เช่น อุณหภูมิตามชายทะเลและริมทะเลสาบใหญ่ ๆ จะเปลี่ยนแปลงไปได้น้อยกว่าและช้ากว่า เมื่อเทียบกับในที่ที่อยู่ห่างไกลจากแหล่งน้ำ การที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากสาเหตุใด

ทบทวนมหาวิทยาลัย (2525 : 5 - 20) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกตหมายถึงความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัสเพื่อให้ได้ข้อมูลหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตเข้าไปด้วย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 2 ประเภท คือ

1.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ หมายถึง ข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาดมวล อุณหภูมิ อาจบอกโดยกะประมาณ อาจบอกได้โดยใช้หน่วยมาตรฐาน

1.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการสังเกต ต้องมีหน่วยกำกับเสมอ ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในการคำนวณต่อไปนี้

- 2.1 เลือกเครื่องมือที่ใช้วัดได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
- 2.2 ใช้เครื่องมือที่วัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว
- 2.3 อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็ว ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำค่าที่ได้ จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสอง หรือถอดราก เป็นต้น และใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายเชิงสถิติ

4. ทักษะในการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยเกณฑ์ในการจำแนก

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถในการวาดรูป 3 มิติ ของวัตถุธรรมดา การชี้บ่งและบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติ และรูป 3 มิติ การบอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และ รูป 3 มิติ การบอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงาในกระจก การบอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีก วัตถุหนึ่ง การบอกความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา คือ การบอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ ขนาดของวัตถุกับเวลา

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่ได้ อาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง

7. ทักษะการสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมาย หรือมีความสัมพันธ์กัน ง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป ซึ่งอาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น

- 7.1 คำพูดหรือคำบรรยาย
- 7.2 สัญลักษณ์ หรือเครื่องหมายที่ตกลงกันไว้เพื่อใช้แทนข้อความ เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ
- 7.3 สมการทางวิทยาศาสตร์
- 7.4 ไดอะแกรม
- 7.5 แผนภาพ หรือรูปภาพที่เกิดจากการวาด

7.6 แผนภูมิแท่ง และแผนภูมิวง กราฟ

7.7 ตาราง

7.8 แผนที่

8. ทักษะการทำนาย หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ ก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม หรือหลักการ กฎ และทฤษฎีอื่นที่เกี่ยวข้อง

10. ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ ได้แก่ ระบุสิ่งที่จะสังเกต และระบุการกระทำซึ่งอาจได้จากการวัด การทดสอบ การทดลอง

11. ทักษะการควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เราไม่ต้องการศึกษาให้คงที่เพื่อไม่ให้ตัวแปรต้นเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ตัวแปรแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

11.1 ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลการศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าจะส่งผลให้เกิดเหตุการณ์นั้น ๆ จริงหรือไม่

11.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หมายถึง ตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรอิสระ เมื่อตัวแปรอิสระมีค่าเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนไปด้วย

11.3 ตัวแปรควบคุม (Conteolled Variable) หมายถึง ตัวแปรอื่น ๆ ที่เรายังไม่สนใจที่จะศึกษาอิทธิพลที่อาจมีผลต่อตัวแปรในขณะนั้น จึงต้องควบคุมไว้ก่อน

12. ทักษะการทดลอง เป็นกระบวนการที่รวมเอากระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์และการดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้น

13. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล หมายถึง ความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูล ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพรวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติ การสรุปผล เป็นการนำเอาข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิสวธีรานนท์ (2525 : 45) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนนั้นจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 4-7) ในการแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ประกอบด้วย

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง รวมกัน ได้แก่ ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยมี จุดประสงค์ในการหาข้อมูลที่เป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งเป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะหรือสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะการประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.) บรรยายสมบัติของวัตถุด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
- 2.) บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณ
- 3.) บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดหาปริมาณของ สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับและรวมไปถึงการใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.) เลือกหน่วยกลางได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะใช้วัด
- 2.) เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
- 3.) วัดความกว้าง ความยาว ความสูง อณูหภูมิ ปริมาตร และน้ำหนัก ด้วยวิธีการที่

ถูกต้อง

3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ใน ปรากฏการณ์ต่างๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ก็ได้

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.) เรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 2.) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือจำแนกได้
- 3.) ตั้งเกณฑ์ในการเรียงลำดับหรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งเรียงลำดับหรือจำแนกได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา มิติของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ซึ่งจะมีรูปร่างเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว มิติของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุหนึ่ง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงา

การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา คือ หาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุ หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.) วาดรูป 2 มิติ จากรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้
- 2.) วาดรูป 3 มิติ จากรูป 2 มิติที่กำหนดให้ได้

3.) บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

4.) บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและเงาในกระจกว่าเป็นซ้าย หรือขวาของกันและกันอย่างไร

5.) บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

6.) บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

5. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การคำนวณ และจากแหล่งอื่นๆมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับการบวก การลบ การคูณ การหารและการหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยจากตัวเลขที่มีอยู่แล้วในข้อมูลได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่ เป็นต้น

การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถเลือกรูปแบบของการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์ต่าง ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.) ใช้ข้อสรุปจากการทดลองที่ได้แล้วนำมาคาดคะเนคำตอบในเรื่องนั้น ๆ ที่ยังไม่ได้ทดลอง

2.) ใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กฎ หลักการ หรือ ทฤษฎีที่ได้ทำการทดลองเป็นที่ยอมรับแล้ว คาดคะเนคำตอบอื่น ๆ ในเรื่องนั้นที่ยังไม่ได้ทำการทดลอง

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.) ใช้ข้อสรุปจากการทดลองที่ได้แล้วนำมาคาดคะเนคำตอบในเรื่องนั้น ๆ ที่ยังไม่ได้ทดลอง

2.) ใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กฎ หลักการ หรือทฤษฎีที่ได้ทำการทดลองเป็นที่ยอมรับแล้ว คาดคะเนคำตอบอื่น ๆ ในเรื่องนั้นที่ยังไม่ได้ทำการทดลอง

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็นกฎ หลักการ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของตัวแปร หรือคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปร หรือคำต่าง ๆ ให้สามารถทำการทดลอง และวัดได้ข้อมูลที่เที่ยงตรง

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในสมมติฐานหนึ่ง ๆ การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระที่เกี่ยวข้อง แต่ยังไม่ต้องการที่จะศึกษา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1.) บ่งชี้ตัวแปรอิสระ ตัวแปรตามและตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

2.) กำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐานซึ่งเริ่มตั้งแต่ การออกแบบ การทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การรวบรวมข้อมูล

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.) การออกแบบการทดลองโดยกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุม

2.) เลือกเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้อย่างเหมาะสม

3.) ปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้

4.) ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง

5.) สังเกตผลการทดลองโดยละเอียด โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 และไม่ลงความคิดเห็นส่วนตัว

6.) การจัดกระทำข้อมูลที่ได้สังเกต และเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการเสนอข้อมูล

7.) บรรยายลักษณะสมบัติและบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างถูกต้อง และสรุปความถูกต้องของสมมติฐานได้

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูล หรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง หรือที่มีอยู่

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.) บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ หรือที่ได้จากการทดลอง
- 2.) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่หรือที่ได้จากการทดลอง

โชติ เพชรชื่น (2527 : 16) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่ว ในการคิด และปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ปรีชา วงศ์สุทธิ (2527 : 8) มีความเห็นว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการได้ฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีเหตุผล และมีระบบ

ผุสดี ตามไท (2527 : 30) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นในการช่วยฝึกฝนให้นักเรียนมีความสามารถในการสังเกต การจำแนกประเภท คำถาม การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูลและการลงสรุป

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 24) ได้แสดงความคิดเห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการทางความคิด เป็นกระบวนการทางปัญญา (Intellectual Skills) ฉะนั้น จึงเป็นกระบวนการใช้แก้ปัญหา

ไสว พิทขาว (2537 : 9) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระเบียบของคน และความสามารถในการเลือกใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงออก เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือค้นคว้าสิ่งที่ยังไม่รู้ให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริง หลักการ และกฎ ก่อให้เกิดความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

เปรมวดี รักขวลี (2539 : 11) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ และการฝึกฝนอย่างมีระเบียบ ฉะนั้นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ จะต้องให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้และทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ นั้น ๆ

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : 157 - 163) ได้กล่าวเกี่ยวกับคำถามสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เนื่องจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ต้องมีการทดลองควบคู่กันไปเสมอ ฉะนั้น นอกจากครูผู้สอนจะสอนผู้เรียนในด้านความรู้แล้ว ยังต้องสอนผู้เรียนในด้านทักษะกระบวนการอีกด้วย นักวิทยาศาสตร์จึงได้จัดประเภทของคำถามทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น

คำถามผู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะมีดังนี้

1. ทักษะการสังเกต ตัวอย่างของคำถามที่นำไปสู่ทักษะการสังเกต ได้แก่

1.1 คำถามที่ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือ ประสาทสัมผัสทั้งห้า สังเกต วัตถุสิ่งของต่าง ๆ โดยตรง เช่น ดอกไม้ที่ครูถืออยู่นี้มีลักษณะอย่างไร

1.2 คำถามที่ใช้ประสาทสัมผัสสังเกตรูปร่างลักษณะของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น เมื่อ ต้มของเหลวทั้งสองชนิดจนแห้ง ของเหลวแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

1.3 คำถามที่ให้กะประมาณขนาด หรือจำนวนของวัตถุสิ่งของต่าง ๆ เช่น คินนํ้ามัน ก้อนนี้ยาวประมาณกี่เซนติเมตร ก้อนดินสอนี้บรรจุดินสอได้ประมาณกี่แท่ง

2. ทักษะการจำแนกประเภท ตัวอย่างของคำถามที่นำไปสู่ทักษะการจำแนกประเภท ได้แก่

2.1 คำถามที่ให้แบ่งพวก หรือเรียงลำดับสิ่งของ โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดให้ เช่น นักเรียนจะแบ่งพืชต่อไปนี้ โดยใช้ลักษณะของขอบใบเป็นเกณฑ์ได้อย่างไร

2.2 คำถามที่ให้แบ่งพวก หรือเรียงลำดับสิ่งของ โดยใช้เกณฑ์ของตนเอง เช่น ถ้าไม่ใช้ ลักษณะของขอบใบเป็นเกณฑ์ นักเรียนจะแบ่งพืชเป็นพวก ๆ ได้อย่างไรอีก

2.3 คำถามให้บอกเกณฑ์ในการแบ่งพวก หรือเรียงลำดับสิ่งของที่จัดไว้ เช่น นักเรียน คิดว่าครูใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่งพืชออกเป็นพวก ๆ

3. ทักษะการวัด ตัวอย่างของคำถามที่นำไปสู่ทักษะการวัด ได้แก่

3.1 คำถามที่ให้เลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสมและถูกต้อง เช่น ถ้าจะวัดความสูงของ นักเรียนจะต้องใช้เครื่องมืออะไร ถ้านักเรียนจะหามวลของสารต่อไปนี้ นักเรียนจะใช้เครื่องชั่ง สปริง เครื่องชั่งสองแขน หรือ เครื่องชั่งแบบจาน

3.2 คำถามที่ให้อธิบายวิธีวัดว่าวัดอย่างไรจึงจะถูกต้องและแม่นยำ เช่น ถ้าจะหาเส้นรอบวงของเหรียญห้าบาท นักเรียนจะทำอย่างไร ถ้าจะหาปริมาตรของน้ำในถ้วยนี้ นักเรียนจะทำอย่างไร

3.3 คำถามที่ให้บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัด เช่น เหตุใดนักเรียนจึงเลือกใช้ เทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดาวัดอุณหภูมิของน้ำ

3.4 คำถามที่ให้ใช้เครื่องมือทำการวัดได้ถูกต้อง แม่นยำ ตลอดจนสามารถอ่านข้อมูลที่ ได้อย่างรวดเร็ว และใกล้เคียงกับความจริง เช่น หินก้อนนี้หนักเท่าไร โตะตัวนี้ยาวเท่าไร

4. ทักษะการใช้ตัวเลข ตัวอย่างของคำถามที่นำไปสู่ทักษะการใช้ตัวเลข ได้แก่

4.1 คำถามที่ให้นับจำนวน เช่น น้ำ 5 cm^3 น้ำตาลสามารถละลายได้มากที่สุดกี่ช้อน

4.2 คำถามที่ให้ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับเช่นสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนสำรวจได้เป็นเท่าไร

4.3 คำถามที่ใช้อย่างวิธีคำนวณ เช่น ถ้านักเรียนทราบความกว้าง ความยาว และความสูงของกล่อง นักเรียนจะหาปริมาตรของกล่องนี้ได้อย่างไร

4.4 คำถามที่ให้เกิดคำนวณ เช่น กล่องใบนี้มีปริมาตรเท่าไร

4.5 คำถามที่ให้แสดงวิธีการคิดคำนวณ เช่น ตัวเลข 12 cm^3 ได้มาอย่างไร

5. ทักษะการพยากรณ์ ตัวอย่างของคำถามที่นำไปสู่ทักษะการพยากรณ์ ได้แก่

5.1 คำถามที่ให้ทำนายผล หรือเหตุการณ์ หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่เป็นแนวทาง เช่น ถ้าความดันบรรยากาศมีค่า 752 มิลลิเมตรของปรอท จุดเดือดของน้ำจะมีค่าเท่าไร

6. ทักษะการลงความคิดเห็น ตัวอย่างของคำถามที่นำไปสู่ทักษะการลงความคิดเห็น ได้แก่

6.1 คำถามที่ต้องตอบโดยมีการสรุป หรืออธิบายเกินข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยตรง เช่น ทำไมเมื่อเอาขวดแก้วครอบเทียนไขที่กำลังลุกไหม้ เปลวไฟจึงดับ

7. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและเวลา ตัวอย่างของคำถามที่นำไปสู่ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและเวลา ได้แก่

7.1 คำถามที่ให้บอกจำนวนเส้นสมมาตรและระนาบของรูปทรงเรขาคณิต เช่น รูปวงรีและสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีเส้นสมมาตรกี่เส้น รูปไข่ หรือรูปทรงกระบอกมีระนาบสมมาตรกี่ระนาบ

7.2 คำถามที่ใช้บอกจำนวนมิติของวัตถุที่พบเห็น เช่น แก้วน้ำที่วางอยู่บนโต๊ะนี้ มีกี่มิติ

7.3 คำถามที่ให้บอกชื่อของรูปทรงเรขาคณิตเช่นวัตถุรูปทรงนี้ มีชื่อทางเรขาคณิตว่าอย่างไร

7.4 คำถามที่ให้บอกรูปสามมิติที่เห็น เนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ เช่น ถ้าครุหมุนแผ่นกระดาษรูปสามเหลี่ยมรอบแกนไม้อย่างรวดเร็ว จะเห็นเป็นรูป 3 มิติอะไร

7.5 คำถามที่ให้บอกรูป 2 มิติที่เกิดจากรอยตัด เมื่อตัดวัตถุ 3 มิติ เช่น ถ้าครูดักรูปทรงกลมตามแนวไม้บรรทัด นักเรียนคิดว่าจะเกิดรอยตัดเป็นรูปอะไร

7.6 คำถามให้บอกตำแหน่ง หรือทิศของวัตถุได้ เช่น แปรงลบกระดานอยู่ที่ไหน

7.7 คำถามที่ให้บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจก เช่น ภาพที่นักเรียนเห็นเป็นภาพของเด็กชายป้อมในกระจกเงา นักเรียนคิดว่าเด็กชายป้อมถือไอศกรีมมือไหน

7.8 คำถามที่ให้บอกความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและสเปส เช่น ตู้ใบนี้บรรจุด้วยแก้วได้กี่ใบ กล่องดินสอใบนี้จะใส่ดินสอได้กี่แท่งจึงจะเต็มกล่องพอดี

7.9 คำถามที่ให้บอกความสัมพันธ์ระหว่างสเปส และเวลา เช่น ขนาดของภาชนะกว้างขึ้น ปริมาณของน้ำที่ระเหยจะเป็นอย่างไร

8. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ตัวอย่างคำถามนำไปสู่ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ได้แก่

8.1 คำถามที่ให้เลือกรูปแบบที่จะนำเสนอข้อมูล เช่น จากความสูงของต้นถั่วที่วัดได้ในเวลา 5 วัน จากสถานที่ต่าง ๆ กันที่นักเรียนหามาได้นี้ นักเรียนคิดว่า เราควรจะเสนอข้อมูลเป็นรูปแบบใดที่มองดูแล้วทำให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น

8.2 คำถามที่ให้บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูล เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าควรเปลี่ยนเป็นรูปของตาราง

8.3 คำถามที่ให้ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ เช่น ถ้านักเรียนจะเปลี่ยนการนำเสนอข้อมูลให้อยู่ในแบบตาราง ลักษณะของตารางควรจะเป็นอย่างไร

8.4 คำถามที่ให้เปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลให้เข้าใจยิ่งขึ้น เช่น ถ้านักเรียนเห็นด้วยกับลักษณะของตารางนี้แล้ว ลองทำข้อมูลให้เป็นรูปตารางชีวว่าจะทำออกมาได้อย่างไร

8.5 คำถามที่ให้บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ เช่น ถ้าได้ออกมาบรรยายภาพนี้ซึ่งพยายามใช้ข้อความที่กะทัดรัดนะ เพื่อให้เพื่อนฟังแล้ว สามารถบอกได้ว่าภาพนี้เป็นภาพอะไร ถ้าได้จะบรรยายได้อย่างไร

8.6 คำถามที่ให้บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ เช่น ให้นักเรียนลองวาดแผนผัง เพื่อให้เพื่อนของนักเรียนที่ยืนอยู่หน้าประตูมหาวิทยาลัยดูแล้วเข้าใจ และสามารถมาที่คณะศึกษาศาสตร์ได้ถูกต้อง

9. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ได้แก่

9.1 คำถามที่กำหนดให้ หรือชี้บ่งตัวแปร ในการทดลอง เช่น ในการทดลองนี้ ตัวแปรตามคืออะไร และตัวแปรที่ต้องถูกควบคุมให้คงที่คืออะไร

10. ทักษะการตั้งสมมติฐาน ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการตั้งสมมติฐาน ได้แก่

10.1 คำถามที่ให้ทำนายผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยไม่ทราบความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำนายมาก่อน เช่น ถ้าน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น $\text{Ca}(\text{OH})_2$ จะละลายได้มากขึ้นหรือไม่

11. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ได้แก่

11.1 คำถามที่ให้กำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม เพื่อให้เข้าใจตรงกัน เช่น ในการทดสอบผลของวิตามิน E ที่มีต่อความอดทนของคนนั้น ตัวแปร “ความอดทน” วัดได้อย่างไร

12. ทักษะการทดลอง ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการทดลอง ได้แก่

12.1 คำถามที่ให้ออกแบบการทดลอง เช่น นักเรียนจะอย่างไรจึงจะบอกได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสารจะละลายได้มากขึ้น จะใช้สารอะไรที่เป็นตัวถูกละลาย และเป็นตัวทำละลาย

12.2 คำถามที่ใช้บอกวิธีปฏิบัติการ ขณะทำการทดลอง เช่น หลังจากเอาสารส้ม 1 ซ้อนเบอร์ 1 ใสลงไปใต้น้ำ 5 cm³ แล้วทำอย่างไรต่อไปอีก หลังจากใสสารส้ม 1 ซ้อนเบอร์ 1 ใสลงไปใต้น้ำ 5 cm³ เขย่าจนไม่ละลายต่อไปอีกแล้ว จะทำอย่างไรต่อไปอีก

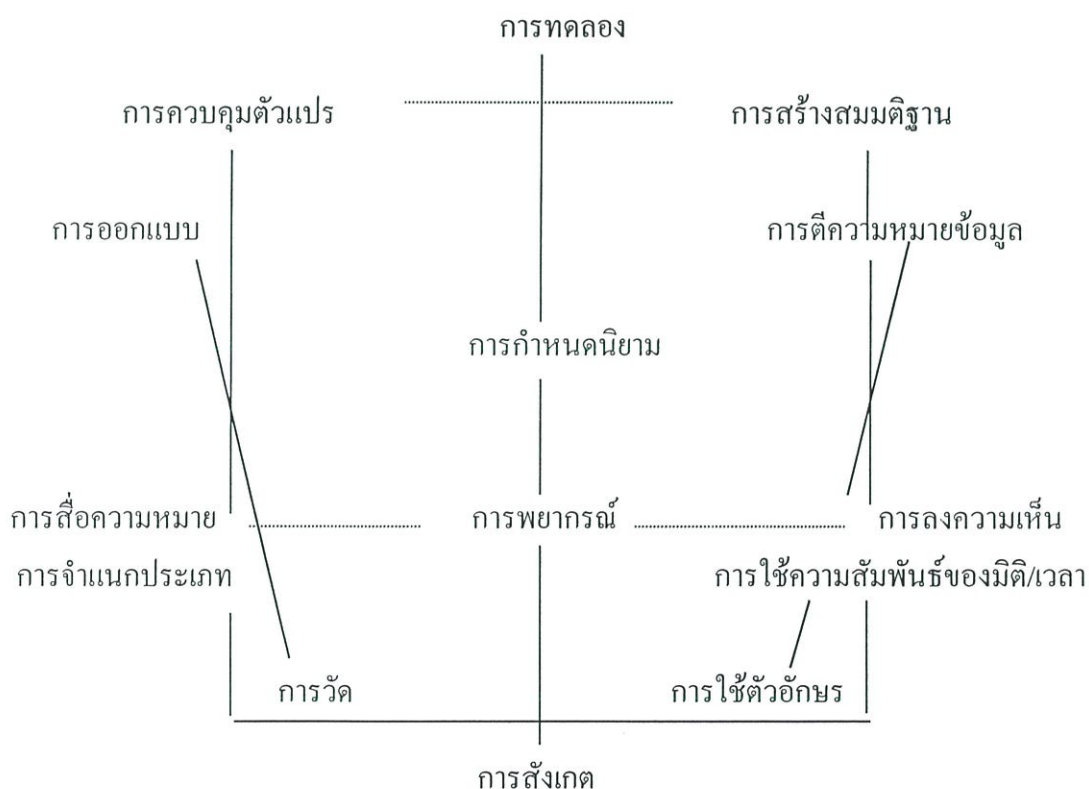
12.3 คำถามที่ให้บันทึกผลการทดลอง เช่น นักเรียนจะต้องบันทึกอะไรบ้างจากการทดลอง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ตัวอย่างคำถามที่นำไปสู่ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ได้แก่

13.1 คำถามที่ให้บรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น จากกราฟที่แสดงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 70°C สารส้มสามารถละลายได้กี่กรัม

13.2 คำถามที่ให้บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น จากข้อมูลที่แสดงในตาราง ความดันของอากาศมีผลต่อจุดเดือดของน้ำหรือไม่ อย่างไร

American Association for the Advancement of Science (1974 : 9) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญเท่า ๆ กัน เพราะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องใช้ในการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และได้สร้างแผนภาพแสดงการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ไปสู่ขั้นสูง ดังนี้



ภาพที่ 2.1 การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูงของสมาคม AAAS

Nay, M.A. And Others (1971 : 201-203) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลำดับกิจกรรม หรือลำดับการปฏิบัติการ ซึ่งกระทำโดยนักวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมีกระบวนการต่าง ๆ เรียงกันเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Initiation)

1.) การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Identifying and Formulating a problem)

- 1.1 การคาดคะเนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
- 1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ
- 1.3 การสังเกตและสร้างข้อตกลงเบื้องต้น
- 1.4 การกำหนดขอบเขตของปัญหา

2.) การหาข้อมูลขั้นต้น (Seeking Relevant Background Information)

- 2.1 การใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์
- 2.2 การค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ
- 2.3 ปรึกษานุคคลอื่น

3.) การทำนาย (Predicting)

4.) การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)

5.) การเก็บรวบรวมข้อมูล (Design for Collection Data through Field Work and / or Experimentation)

- 5.1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 5.2 การกำหนดขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง
- 5.3 การกำหนดอุปกรณ์ที่จำเป็น วัสดุต่าง ๆ และเทคนิค
- 5.4 การกำหนดข้อควรระวังเกี่ยวกับความปลอดภัย
- 5.5 การเลือกใช้วิธีการบันทึกข้อมูล

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection of Data)

6.) การปฏิบัติ (Procedure)

- 6.1 การเก็บรวบรวม การสร้าง และจัดอุปกรณ์หรือเครื่องมือ
- 6.2 ทำการทดลอง
- 6.3 การกำหนดและดัดแปลงแก้ไข
- 6.4 การทำการทดลองซ้ำ
- 6.5 การบันทึกข้อมูล เช่น บรรยาย ทำตาราง แผนภาพ

7.) การสังเกต (Observing and Observation)

- 7.1 การหาข้อมูลเชิงคุณภาพ

- 7.2 การหาข้อมูลเชิงปริมาณหรือกึ่งปริมาณ เช่น วัด อ่านสเกล ประมาณขนาด
 - 7.3 การรวบรวมตัวอย่าง
 - 7.4 การหาข้อมูลที่แสดงโดยกราฟ เช่น แผนภูมิ รูปภาพ และแผ่นฟิล์ม
 - 7.5 การให้ข้อสังเกตปรากฏการณ์ที่คาดหมายหรือเกิดขึ้นโดยบังเอิญ
 - 7.6 การสังเกตความถูกต้องที่เที่ยงตรง ของข้อมูล
 - 7.7 การตัดสินความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้ของข้อมูล
3. การจัดการทำข้อมูล (Processing of Data)
- 8.) การจัดข้อมูล (Organizing the Data)
 - 8.1 การจัดลำดับเพื่อให้ดูง่ายขึ้น
 - 8.2 การจำแนกประเภท
 - 8.3 การเปรียบเทียบ
 - 9.) การแสดงข้อมูลโดยกราฟ (Representing the Data Graphically)
 - 9.1 การเขียนกราฟ แผนภูมิ แผนที่ แผนผัง
 - 9.2 การเติมข้อความลงในแผนภาพ
 - 10.) การจัดการทำข้อมูลในทางคณิตศาสตร์ (Treating the Data Mathematically)
 - 10.1 การคำนวณโดยใช้เครื่องคำนวณ
 - 10.2 การใช้สถิติ
 - 10.3 การพิจารณาความไม่แน่นอนของผลที่ได้
4. การสร้างมโนทัศน์จากข้อมูล (Conceptualization of Data)
- 11.) การตีความหมาย (Interpreting the Data)
 - 11.1 การคาดคะเนและอธิบายกลุ่มข้อมูล
 - 11.2 การสรุปหลักเกณฑ์จากกลุ่มข้อมูล
 - 11.3 การประเมินความเที่ยงตรงของข้อตกลงเบื้องต้น การทำนายและสมมติฐาน
 - 12.) การสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ (Formulating Operational Definitions)
 - 12.1 เป็นคำพูด
 - 12.2 เป็นตัวเลข
 - 13.) การแสดงข้อมูลในรูปความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ (Expressing Data in the form of a Mathematical Relationship)
 - 14.) การเชื่อมโยงข้อค้นพบใหม่กับทฤษฎีที่มีอยู่ (Incorporating the New Discovery into Existing Theory)

5. ปลายเปิด (Openedness)

15.) ค้นหาหลักฐานต่อไปเพื่อ (Seeking Further Evidence to)

15.1 เพิ่มระดับความเชื่อมั่นของคำอธิบายหรือข้อสรุปหลักเกณฑ์

15.2 ทดสอบขอบเขตของคำอธิบายที่ใช่ หรือข้อสรุปหลักเกณฑ์

16.) การระบุปัญหาใหม่เพื่อสืบสอบความรู้ของ (Identifying New Problems for Investigation because of)

16.1 ความต้องการที่จะศึกษาตัวแปรใหม่

16.2 สิ่งที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ

16.3 ความไม่สมบูรณ์ และความไม่แน่นอนของทฤษฎี

17.) การนำความรู้ที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้ (Applying the Discovered Knowledge)

Nelson, M.A. and Engene, A.C. (1973 : 291) กล่าวว่า

นิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วัดมี 4 ประการ ดังนี้

1. การสังเกต (Observation) คือความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5

2. การสรุปลงความเห็น (Inference) คือ ความสามารถในการขยายความคิดใหม่ออกไปโดยอาศัยความรู้เดิมในลักษณะที่ต่อเนื่องกัน

3. การพิสูจน์ทดลอง (Verification) คือ ความสามารถในการทดลองความถูกต้องของข้อสรุปลงความเห็น

4. การจำแนก (Classification) คือ ความสามารถในการจัดกลุ่มโดยพิจารณาลักษณะที่เหมือน ๆ กันจากการสังเกต

Garland, N. And Others (1973 : 79-82) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ ESLI (Elementary Science Learning by Investigating) ประกอบด้วยทักษะต่อไปนี้

1. การสังเกต (Observation) หมายถึง การรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส และการนำเสนอข้อมูลจากการรับรู้

2. การจัดกระทำต่อข้อมูล (Data treatment) หมายถึง การเก็บรายงานการบันทึก การวิเคราะห์ และการนำเสนอข้อมูลที่ได้มาด้วยตนเอง หรือกลุ่มหรือชั้นเรียน

3. การพยากรณ์ หรือการตั้งสมมติฐาน (Predicting and Hypothesis Formation) หมายถึง แนวคิดที่นำไปสู่การตั้งสมมติฐานและวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานนั้น การตั้งสมมติฐานรวมถึง ทักษะในการที่จะปฏิเสธ หรือยอมรับสมมติฐาน โดยอาศัยข้อมูลหรือหลักฐานที่เป็นข้อพิสูจน์ซึ่งรวบรวมได้มา

4. การจำแนก (Classification) หมายถึง การจัดกลุ่มโดยดูจากความแตกต่างและความคล้ายคลึงซึ่งรวมถึงการพิจารณาถึงลักษณะที่สิ่งนั้นมีด้วย

5. การบ่งชี้ (Identification) หมายถึง ความสามารถในการบอกสมาชิกภายในกลุ่มโดยดูจากคุณสมบัติ และลักษณะที่ผิดแผกไปจากกลุ่ม

6. การวัด (Measurement) หมายถึง ความสามารถบอกปริมาณที่แน่นอนและถูกต้อง โดยใช้ระบบการวัดเป็นมาตรฐาน และรู้ถึงความแตกต่างในด้านปริมาณได้ ความสามารถในการบอกได้ว่าอะไรมากกว่าหรือน้อยกว่า และกำหนดคุณค่าของปริมาณได้ เลือกหน่วยที่เหมาะสมในการวัด และปริมาณพอเหมาะที่จะใช้ในการทดลองได้

7. การพัฒนาเทคนิควิธีปฏิบัติในห้องทดลอง (Development of Acceptable Laboratory Techniques) หมายถึง ความสามารถในการสร้าง เลียนแบบและใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างง่าย ๆ การเก็บรักษาเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง และสามารถใช่วัตถุอุปกรณ์ต่างๆได้ในแบบที่ได้รับการสอน

8. การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ (Analysis and Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบพิจารณารายละเอียดของปัญหา หรือแนวคิดหรือมโนทัศน์ (Concept) และรวมถึงการนำข้อมูลย่อยมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อนำไปสู่หลักเกณฑ์กว้าง ๆ

9. การสื่อความหมาย (Communications) หมายถึง ความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น เพื่อที่จะแสดงออกซึ่งความนึกคิดทั้งในรูปของนามธรรมและรูปธรรม

Okey, J.R. and Field, R.L. (1973 : 200-202) จำแนกประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 10 ประเภท คือ

1. การกำหนดตัวแปร (Identifying Variables) หมายถึง ความสามารถที่จะบอกได้ว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และอะไรเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variables) หรืออะไรเป็นต้นเหตุที่ก่อให้เกิดผลนั้น

2. การสร้างตารางข้อมูล (Constructing a Table of Data) หมายถึง ความสามารถในการสร้างตารางข้อมูลจากข้อความต่าง ๆ หรือจากการทดลองได้อย่างถูกต้อง การสร้างตารางข้อมูลนิยมขึ้นต้นด้วยตัวแปรอิสระ แล้วต่อมาจึงเปลี่ยนเป็นตัวแปรตาม และค่าตัวเลขมักนิยมจัดเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

3. การเขียนกราฟ (Constructing a Graph) หมายถึง ความสามารถที่จะเขียนกราฟได้จากคำอธิบายหรือจากตารางข้อมูลหรือจากการทดลอง ซึ่งในการเขียนกราฟนิยมให้ตัวแปรอิสระอยู่บนแกน X และตัวแปรตามอยู่บนแกน Y

4. อธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Describing Relationships between Variables) หมายถึง ความสามารถที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟ สมการ หรือ ข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Acquiring and Processing your Own Data) หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมและเก็บข้อมูล สร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

6. การวิเคราะห์กระบวนการสืบเสาะแสวงหา (Analysis Investigations) คือ ความสามารถในการกำหนดตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม การควบคุมตัวแปรภายนอก สำหรับการทดลอง และการบ่งชี้สมมติฐานที่จะทดสอบ ตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือไปจากตัวแปรอิสระอาจส่งผลกระทบต่อผลของการทดลอง ตัวแปรเหล่านี้ เรียกว่า ตัวแปรควบคุม (Controlled Variables) ซึ่งในการทดลองทุกครั้งจะต้องควบคุมไม่ให้ตัวแปรภายนอกเข้าไปส่งผลกระทบต่อ การทดลอง ตัวแปรภายนอกมี 2 ชนิด คือ ตัวแปรที่ควบคุมได้ (Explicit Variables) กับ ตัวแปรที่ ควบคุมไม่ได้ (Implicit Variables) หลักเกณฑ์ในการควบคุมตัวแปรภายนอก คือ ถ้าไม่สามารถ กำจัดไปจากการทดลองได้ ต้องทำให้มีผลต่อการทดลองทุกขั้นตอนเท่า ๆ กัน

7. การตั้งสมมติฐาน (Constructing Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการที่จะ กำหนดสมมติฐานเมื่อกำหนดปัญหาให้ ก่อนที่จะตั้งสมมติฐานต้องพิจารณาตัวแปรในการทดลอง นั้นก่อน แล้วจัดเข้าหมวดหมู่ตัวแปรทั้ง 3 ชนิด ในการตั้งสมมติฐานนั้นต้องควบคุมตัวแปรภายนอก ให้หมด ให้เหลือเพียงตัวแปรอิสระที่จะก่อให้เกิดผลนั้นเพียงอย่างเดียว จากนั้นจึงตั้งสมมติฐานเพื่อ ทำการทดสอบ ดังนั้น การตั้งสมมติฐาน คือ การคาดคะเนผลที่จะปรากฏเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปร อิสระ การคาดคะเนนี้อาจจะได้แนวทางมาจากความจริง ความคิดเห็น และประสบการณ์

8. การกำหนดนิยามเป็นเชิงพฤติกรรม (Defining Variables Operationally) คือ ความสามารถในการสร้างคำนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ โดยกำหนดลงไปว่าตัวแปรอิสระ และ ตัวแปรตามในการทดลองนั้นจะสามารถวัดได้อย่างไร

9. การออกแบบการทดลอง (Designing Investigations) คือ ความสามารถที่จะออกแบบ การทดลองได้ เมื่อกำหนดสมมติฐานมาให้ การออกแบบการทดลองประกอบด้วย

- 9.1 การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม
- 9.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก
- 9.3 การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

10. การทดลอง (Experimenting) คือ ความสามารถในการตั้งสมมติฐานออกแบบการ ทดลอง และดำเนินการทดลองตามแบบการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับพิสูจน์สมมติฐานเพื่อ กำหนดปัญหา

American Association for the Advancement of Science (1996 : 37 – 52) ได้ วิเคราะห์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และพบว่าวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้า มี 13 ทักษะ และแบ่งเป็นทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามี 13 ทักษะ และแบ่งเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นผสม 5 ทักษะ ซึ่ง มีดังนี้

ก. ทักษะขั้นพื้นฐาน ได้แก่

1. การสังเกต

2. การวัด
 3. การจำแนกประเภท
 4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา
 5. การสื่อความหมายข้อมูล
 6. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
 7. การคำนวณ
 8. การพยากรณ์
- ข. ทักษะขั้นผสม ได้แก่
1. การตั้งสมมติฐาน
 2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
 3. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 4. การทดลอง
 5. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

Cunningham, R.T. (1977 : 89) ได้แบ่งคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 แบบ คือ

1. คำถามแบบที่มีคำตอบเดียว คำถามแบบนี้เป็นคำถามที่มีคำตอบแน่นอนเฉพาะเจาะจง เช่น พืชใช้ก๊าซอะไรในการปรุงอาหาร ปากใบมีหน้าที่อย่างไร โดยปกติธรรมชาติของน้ำจะอยู่ในสถานะใด ตะปูกัดเป็นเครื่องผ่อนแรงประเภทใด

2. คำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง คำถามแบบนี้เป็นคำถามที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ เพราะเป็นคำถามแบบกว้าง ซึ่งอาจเป็นการอธิบาย การแสดงความคิดเห็น หรือการตั้งสมมติฐาน เช่น การใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดา มีข้อควรปฏิบัติอย่างไร ถ้าพืชและสัตว์ขาดน้ำจะเป็นอย่างไร ถ้าระบบนิเวศเสียสมดุลจะมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

Klingmann, E. (1978 : 20) ได้ทำการศึกษาพัฒนาแบบทดสอบของ BTGC (BACE Test Grid Categories) เพื่อใช้ในหลักสูตรของ BSCS (Biological Science Curriculum Study) และได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การตีความหมายข้อมูลเชิงคุณภาพ (Interpret Qualitative Data)
2. การตีความหมายข้อมูลเชิงปริมาณ (Interpret Quantitative Data)
3. การเข้าใจความเกี่ยวข้องกันของข้อมูลกับปัญหา (Understand Relevance of Data to Problem)
4. การออกแบบและเลือกวิธีการปฏิบัติการทดลอง (Screen and Judge Design and Experiments)
5. การตั้งสมมติฐาน (Screen Hypothesis)

6. ระบุปัญหาและคำถามที่ยังหาคำตอบไม่ได้ (Identify Problems and Unanswered Questions)

7. การระบุข้อตกลงเบื้องต้นและหลักการในการสืบเสาะหาความรู้ และขยายการใช้ขอบเขตให้กว้างขึ้น (Identify Assumptions and Principles of Inquiry and Extend their Application and Scope)

8. วิเคราะห์ปัญหาตามด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ (Analayis Scientific Problems)

Lundstrom, D. and Lowary, L. (1978 : 132 -150) กล่าวว่า การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องคำนึงถึงนิสัยของเด็ก ดังความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับระดับชั้นเรียนได้มี นักการศึกษา และนักวิทยาศาสตร์จำแนก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ กันมากมาย แต่โดยสรุปแล้ว เกณฑ์ในการจำแนกประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ AAAS จะครอบคลุมสาระสำคัญไว้ทั้งหมด สมาคมส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นผู้จัดทำหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ก็จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยเกณฑ์ในการจำแนกของ AAAS ดังนั้นจึงสามารถ สรุปการจำแนกประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็น 13 ทักษะ ได้แก่

1. ทักษะขั้นพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ทักษะการสังเกต

1.2 ทักษะการวัด (Measuring)

1.3 ทักษะการใช้ตัวเลข (Using Numbers)

1.4 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)

1.5 ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล (Communication)

1.6 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

1.7 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

1.8 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา (Using space / Time

Relationship)

2. ทักษะขั้นบูรณาการ (Intergrated Skills)

2.1 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)

2.2 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making

Conclusion)

2.3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

2.4 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

2.5 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

มีความหมายโดยละเอียด ดังนี้

1. ทักษะขั้นพื้นฐาน

1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)

ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลจากวัตถุหรือจากสถานการณ์ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถบ่งชี้ (Identify) และ บอกชื่อ (Name) ของคุณสมบัติของวัตถุ หรือสถานการณ์ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง

2. สามารถรายงานผลของการสังเกตออกมาในรูปจำนวน (Quantitative Terms) เป็นการสังเกตเชิงปริมาณ

3. สามารถเขียนบรรยายการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของวัตถุที่ได้จากการสังเกต

1.2 ทักษะการวัด (Measuring)

ทักษะการวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลของสิ่งที่ศึกษา

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถใช้เครื่องมือเพื่อใช้หาปริมาณของสิ่งที่ต้องการศึกษาได้อย่างเหมาะสม

2. สามารถใช้เครื่องมือวัดต่าง ๆ เช่น มวล ปริมาตร ความยาว ได้อย่างถูกต้อง

3. สามารถคิดวิธีการที่จะหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในกรณีที่ไม่อาจใช้เครื่องมือวัดปริมาณ

นั้นโดยตรง

1.3 ทักษะการใช้ตัวเลข (Using Numbers)

ทักษะการใช้ตัวเลข หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น มากระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หหาร หาค่าเฉลี่ย

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการใช้ตัวเลข หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถในการนับ

2. สามารถหาผลลัพธ์โดยการบวก ลบ คูณ หหาร หาค่าเฉลี่ย

3. สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของข้อมูลมาสร้างเป็นสูตรได้

1.4 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง กระบวนการที่ใช้จัดจำพวกวัตถุหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่ โดยสร้างเกณฑ์ในการจัดจำพวก เกณฑ์ที่ใช้อาจใช้ความเหมือนหรือความต่างกันอย่างใดอย่างหนึ่ง

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการกระทำ
 สิ่งต่อไปนี้

1. สามารถบ่งชี้และบอกคุณสมบัตินของสิ่งที่ศึกษา เพื่อนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการ
 จำแนกประเภท
2. สามารถจัดจำแนกสิ่งที่ศึกษาออกเป็นประเภทตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น
3. สามารถบอกเกณฑ์ซึ่งใช้ในการจำแนกประเภท
4. สามารถสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการของสิ่งที่ศึกษาจากการจำแนกประเภทตามเกณฑ์

1.5 ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล (Communicating)

ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด
 การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์
 กันมากขึ้นจนง่ายต่อการทำความเข้าใจ โดยอาจทำในรูปของการพูด การเขียน การบรรยาย รวมทั้ง
 การสร้างสื่ออื่น ๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภาพ

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการ
 กระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถสื่อความหมายโดยการเขียนบรรยายเปรียบเทียบลักษณะ และคุณสมบัติ
 ของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติของวัตถุได้
2. สามารถสื่อความหมายโดยการเขียนแผนที่ ตำแหน่งของวัตถุ และระยะระหว่าง
 วัตถุได้
3. สามารถสื่อความหมายโดยการเขียนแผนภาพ กราฟ สัญลักษณ์ ไดอะแกรม

1.6 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลอย่างมีเหตุผล โดยอาศัย
 ประสบการณ์เดิมมาช่วยอธิบาย ซึ่งข้อมูลอาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการ
 กระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถสรุปหรืออธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยอาศัยความรู้ หรือ ประสบ
 การณ์เดิม
2. บ่งชี้การสรุป อ้างอิงที่ควรยอมรับ ไม่ยอมรับ หรือควรปรับปรุงภายหลังจาก
 ที่ได้สังเกตเพิ่มเติม
3. บ่งชี้การสังเกตที่สนับสนุนการสรุปอ้างอิงนั้น ๆ

1.7 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนเหตุการณ์ผลที่จะเกิดในอนาคต โดยอาศัย ข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้ศึกษาแล้ว หลักการ กฎ ทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วย

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูลหรือพยากรณ์แบบเพิ่มเติมความ (Interpolation) เป็นการพยากรณ์ค่าที่มีอยู่ในขอบเขตของข้อมูล
2. สามารถพยากรณ์นอกขอบเขตของข้อมูล หรือพยากรณ์แบบขยายความ (Extrapolation) เป็นการพยากรณ์ค่าที่มากกว่าหรือน้อยกว่าข้อมูล
3. สามารถทดสอบผลการทำนายได้

1.8 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา (Using space / Time Relationship)

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา หมายถึง การศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่สมบูรณ์เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของสิ่งต่าง ๆ

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่าง รูปหนึ่งมิติ สองมิติ สามมิติ และสามารถมองเห็นภาพผ่านตามขวางของวัตถุได้
2. สามารถระบุรูปทรง ขนาด ตำแหน่ง ทิศทาง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เวลาต่าง ๆ ได้
3. สามารถจับเวลาของกิจกรรมต่าง ๆ ออกมาเป็นนาฬิกา วินาที
4. สามารถบ่งชี้และบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติได้ และบอกจำนวนระนาบสมมาตรของรูป 3 มิติได้
5. สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงาว่าเป็นซ้าย ขวา ของกันและกันอย่างไร

2. ทักษะขั้นบูรณาการ

2.1 ทักษะ การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)

ตัวแปรมี 3 ชนิด คือ

1. ตัวแปรอิสระ หรือ ตัวแปรต้น หมายถึง ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา
2. ตัวแปรตาม หมายถึง ตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรต้น หรือ ตัวแปรที่เป็นผลของตัวแปรต้น

3. ตัวแปรควบคุม หมายถึง ตัวแปรอื่นๆ ที่เราไม่สนใจศึกษา หรืออิทธิพลที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่เราศึกษาขณะนั้น

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถในการกำหนดหรือบ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ
2. สามารถบ่งชี้ตัวแปรที่อาจมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม คุณสมบัติทางกายภาพ ชีวภาพ
3. สามารถแยกได้ว่า สถานการณ์ไหนที่ทำให้ตัวแปรมีค่าคงที่และไม่คงที่
4. สามารถบ่งชี้หรือบอกชื่อตัวแปรใดที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ในการทดลอง ถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในแบบเดียวกันทุก ๆ กรณี

2.2 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data)

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การพิจารณาข้อมูลในสิ่งให้มาในลักษณะต่าง ๆ แล้วสรุปหรือบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้น

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถอธิบาย บอกความหมายของข้อมูลซึ่งแสดงอยู่ในรูปของตาราง
2. สามารถสร้างข้อสรุป จากข้อสนเทศให้อยู่ในรูปของตาราง กราฟ แผนภาพ
3. สามารถอธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้โดยใช้ค่าเฉลี่ย มัชยฐาน พิสัย

2.3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)

ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบ ที่อาจเป็นไปได้ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อขยายความให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ สมมติฐานอาจตั้งขึ้น โดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล หลักการ กฎ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งเป็นการสรุปรวบยอดจากผลการสังเกต การสรุปอ้างอิง
2. สามารถแยกการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐาน ไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้
3. สามารถปรับปรุงสมมติฐานภายหลังจากการสังเกตเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น

2.4 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การให้ความหมายของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ซึ่งนิยามเชิงปฏิบัติการจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ ระบุสิ่งที่สังเกต ระบุการกระทำ

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถสร้างนิยามเชิงปฏิบัติ ซึ่งอธิบายถึง การปฏิบัติการ (Procedure) มโนทัศน์ (Concept) วัตถุ (Object) หรือคุณสมบัติของวัตถุได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถแยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่เชิงปฏิบัติการได้
3. สามารถบ่งชี้คำ หรือตัวแปรที่ต้องใช้ในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เมื่อกำหนดสมมติฐาน การลงความเห็น ปัญหา กราฟ ตาราง ข้อมูลให้

2.5 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

ทักษะการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบของปัญหาเป็นการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

พฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะการทดลอง หมายถึง สามารถกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถออกแบบการทดลอง
2. สามารถเลือกอุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองให้รู้ว่าจะต้องใช้อะไรบ้าง จำนวนเท่าไร และใช้อย่างไร
3. สามารถตั้งปัญหาสร้างการทดสอบเพื่อหาข้อมูลมาตอบปัญหานั้น

Peterson, K.D. (1978 : 153) ได้กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่า เป็นปฏิบัติการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปหลักเกณฑ์ การสื่อความหมาย และการนำไปใช้ประโยชน์

ได้มีผู้วิจัยเกี่ยวกับเรื่องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

บพิตร เอกะวิภาต (2517 : ง) ได้สำรวจเนื้อหาแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.ศ. 1 – 2 – 3) 9 เล่ม ว่าแต่ละเล่มประกอบด้วยเนื้อหาประเภทต่าง ๆ คือ ข้อเท็จจริงกฎเกณฑ์ทั่วไปเชิงสรุป คำจำกัดความคำถามที่สามารถตอบได้ทันทีเพราะมีคำตอบอยู่ในแบบเรียน คำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล ข้อความที่ส่งเสริมให้นักเรียนสรุปด้วยตนเอง ข้อความที่เป็นแนวทางแนะนำให้นักเรียนทำการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง คำถามประเภททำให้ค้นหาความจริงต่อไป และคำถามที่หาเหตุผลจากการทดลองในปริมาณเฉลี่ยเท่ากัน หรือแตกต่างกันอย่างไร ผู้วิจัยได้นำตารางวิเคราะห์เนื้อหาแบบเรียนของวิลเลียม ดี โรมีย์ มาใช้วิเคราะห์ประเภทเนื้อหา ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างทุกบท บทละ 10 หน้า แล้วนำความถี่ของเนื้อหาแต่ละประเภทมาเฉลี่ยและเปรียบเทียบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการวิจัยปรากฏว่า แบบเรียนทุกเล่มมีเนื้อหาประเภท “ข้อเท็จจริง” มากที่สุด และแตกต่างกับเนื้อหาประเภทอื่น ๆ มากเนื้อ

หาประเภทอื่น ๆ เฉลี่ยแล้วมีน้อย คือ มีปริมาณสูงสุดไม่เกินประเภทละ 1 ข้อความ ต่อ 10 หน้า และแบบเรียนทุกเล่มไม่มีเนื้อหาประเภท “คำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล” เลยแบบเรียนส่วนใหญ่เสนอเนื้อหาประเภทต่าง ๆ ไว้ในบริเวณเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกัน นอกจากแบบเรียนของ ชูติ ชัยพิพัฒน์ และคณะชั้น ม.ศ. 1 และ ม.ศ. 2 เท่านั้นที่มีในระดับเดียวกันอย่างน้อยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สัญญา ทิพเสนา (2517 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry) โดยเน้นทักษะกระบวนการพื้นฐาน (Basic Process Skills) กับการสอนแบบเดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ใช้เวลาสอนติดต่อกัน 2 ภาคการศึกษา จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าที (t – test) พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน

อุทัย ชีวะธรรักษ์ (2517 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง (Intergrated Process Skills) กับการสอนแบบกลุ่มเดิม กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน แบบครูเป็นผู้สืบสอบ (Passive Inquiry) ส่วนกลุ่มควบคุมจำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่าที (t – test) พบว่า

1. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่ต่างกัน
2. ทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนทำการสอน

สุมาลี พิตรากุล (2518 : ง) ได้ศึกษาเรื่องราวความสัมพันธ์ระหว่างกิริยาร่วมทางวาจา กับการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวิเคราะห์กิริยาร่วมทางวาจาระหว่างครูและนักเรียนของแฟลนเดอร์ และแบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม และการทดสอบค่าที (t – test) พบว่า เพศชาย และเพศหญิง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันและหลังจากการสอนบทเรียนฝึกทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว กลุ่มที่ได้รับการสอน โดยใช้อัตราส่วนระหว่างการใช้อิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงในระดับต่ำ และปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้อัตราส่วนระหว่างการใช้อิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงในระดับสูง

น้อยทิพย์ คัสตราศาสตร์ (2522 : ง) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน กับความสามารถในการแก้ปัญหา ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2521 จำนวน 300 คน นักเรียนชาย 153 คน นักเรียนหญิง 147 คน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา และสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

บรรพต วงศ์แสวง (2523 : ง) ได้ศึกษาวิเคราะห์แบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลายเล่ม 1 กระทรวงศึกษาธิการ จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การจัดรูปเล่ม การพิมพ์ ภาพประกอบ หนังสืออุเทศ แบบฝึกหัด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง (Inquiry) ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเพื่อสำรวจความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับลักษณะของหนังสือแบบเรียน ตลอดจนข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงแบบเรียน ตัวอย่างประชากรในการศึกษารั้งนี้เป็นครู อาจารย์ ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของโรงเรียนรัฐบาล และโรงเรียนราษฎร์ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 30 ท่าน เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของครูอาจารย์ที่มีต่อแบบเรียนและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลการวิเคราะห์ พบว่า ส่วนประกอบของแบบเรียนส่วนมากดีแล้ว แต่ยังคงได้รับการปรับปรุงด้านสภาพกระดาษ ปกหนังสือ เนื้อหา และภาพประกอบ หนังสืออุเทศ แบบฝึกหัดเกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนความเหมาะสมกันระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมบ้างบางเรื่อง และผลการวิเคราะห์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแบบเรียนและคู่มือครูวิชาฟิสิกส์ พบว่า แบบเรียนและคู่มือครูมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 13 ทักษะ โดยมีมากน้อยต่างกัน ทักษะที่มีในแบบเรียนมากที่สุด คือ ทักษะการคำนวณ คิดเป็นร้อยละ 35.39 ของทักษะทั้งหมด และทักษะการแยกประเภทมีน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.20 ของทักษะทั้งหมด

ชำนาญ เขาวงกตพิงษ์ (2523 : ง) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2522 จำนวน 360 คน จากโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานครผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนชายและหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนชายและกลุ่มนักเรียนหญิง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

มาโนช วาตะพุกคณะ (2523 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญวัฒนานครราชสีมา จำนวน 268 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (2523 : ง) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวน ที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ และ ที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2522 จำนวน 69 คน โรงเรียนนาถ่อนพัฒนา อำเภอลำดวน จังหวัดนครพนม โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสืบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีสืบสวนแบบไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสวนไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการสืบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

รุจี โรจนประศาสตร์ (2523 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2 จำนวน 640 คน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 นักเรียนที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่มีทัศนคติต่ำ กลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

อนันต์ จันทร์กวี (2523 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา ในส่วนกลางปีการศึกษา 2522 จำนวน 1,237 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม กับนักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกฝนการใช้คำถาม มีผลการเรียนทุกด้านไม่แตกต่างกัน

พกามาศ วรานุสันติกุล (2524 : ง) ได้ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 5 โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน จากโรงเรียน 10 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ของนักเรียน 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียนที่มีความสัมพันธ์กันและพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิง 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียนไม่แตกต่างกัน

กมล หลีกภัย (2524 : ง) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2524 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 1 จำนวน 192 คน ผลการวิจัยพบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวก ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนแต่ละคน สามารถพยากรณ์ได้โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก และคะแนนจากแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ดวงกมล เหมะรัต (2525 : ง) ได้วิเคราะห์หาความถี่ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เล่ม 1 – 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเปรียบเทียบความถี่ของทักษะขั้นพื้นฐานกับขั้นสูง โดยใช้เกณฑ์การจำแนกของ AAAS เป็นหลักในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบเรียนชีววิทยาทั้ง 4 เล่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 13 ทักษะ ทักษะที่มีมากที่สุด คือ ทักษะการสังเกต มีร้อยละ 26.54 รองลงมาคือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีร้อยละ 23.80 และทักษะที่มีน้อยที่สุด คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีร้อยละ 0.46 ของทักษะทั้งหมด ผลการเปรียบเทียบความถี่ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นสูงของแบบเรียน 4 เล่ม ปรากฏว่า มีทักษะขั้นพื้นฐาน มากกว่าขั้นสูง ($P < 0.01$)

พีระศักดิ์ ไพศาลนันท์ (2525 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขั้นสติปัญญาการเรียนรู้อตามทฤษฎีของเพียเจต์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดราชบุรี ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 348 คน ปีการศึกษา 2524 ผลการศึกษาพบว่า ระดับสติปัญญาการเรียนรู้อตามทฤษฎีของเพียเจต์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระดับสติปัญญาการเรียนรู้อขั้นการคิดแบบนามธรรม และแบบกึ่งนามธรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับสติปัญญาการเรียนรู้อขั้นการคิดรูปธรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วนา ชลประเวศ (2526 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกม กับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 45 คน ใช้วิธีสอนแบบใช้เกม และกลุ่มควบคุม 45 คน ใช้วิธีสอนแบบ

ปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัยพบว่าการสอนแบบการใช้เกมทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ในทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการจัดกระทำข้อมูล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 0.05 0.05 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ แต่การสอนด้วยปฏิบัติการทดลองได้ผลมากกว่าการสอนโดยใช้เกม ในทักษะด้านความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ มิติกับเวลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และวิธีสอนทั้ง 2 วิธี ให้ผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านทักษะการทดลอง ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ และทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2523 จากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 400 คน ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความคิดสร้างสรรค์ของวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนหญิง และนักเรียนชาย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พิกุล รื่นเรใจ (2527 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ วิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้านทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำข้อมูล และสื่อความหมาย และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดบวรเมศล กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน สุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 45 คน กลุ่มควบคุม 45 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบสืบสวน ผลการศึกษาพบว่า ไม่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์พบว่า นักเรียนมีความชอบในการเรียนในด้านทักษะทั้ง 4 สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสืบสวน

ก่อก็คี ศรีน้อย (2527 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และ ขั้นตอนการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร จำนวน 105 คน สุ่มอย่างง่ายแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มละ 35 คน ทดลองสอน 18 คาบๆ ละ 50 นาที

กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้แผนการสอนใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้แผนการสอนใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการ

ประสานวงศ์ บุรณะพิมพ์ (2528 : ง) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน ในโรงเรียนสาธิต ในสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โพรแกรวมวิทยาศาสตร์ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 5 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีรูปแบบการคิดแบบเดียวกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีรูปแบบการคิดแบบเดียวกัน มีทักษะกระบวนการไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

สมบูรณ์ กมลวรรณ (2530 : ง) ได้สำรวจประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภายภาพ ชีวภาพ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 14 เล่ม โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนกประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ AAAS ซึ่งประกอบด้วย 13 ทักษะ และได้จำแนกประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากข้อความในการทดลอง คำถามในหนังสือเรียน ได้แก่ คำถามในเนื้อเรื่อง คำถามท้ายเรื่อง ผลการสำรวจพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนทุกเล่มมีเพียง 8 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การคำนวณ การวัด การสื่อความหมาย การพยากรณ์ การลงความเห็นจากข้อมูล การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏมากที่สุด คือ การสังเกต รองลงมา คือ การวัด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏน้อยที่สุด คือ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และ หนังสือทุกเล่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มากกว่าชั้นบูรณาการ

วรวิดี หมื่นสุกแสง (2534 : ง) ได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 6 เล่ม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความถี่และร้อยละ ผลการวิจัยสรุปได้ว่าหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทั้ง 6 เล่ม มีเนื้อหาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับที่ให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีมากที่สุด คือ มีร้อยละ 54.26 รองลงมา คือระดับที่ให้ผู้รู้จักคิด รู้จักแก้ไขปรับปรุงและสร้างสิ่งต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์ร้อยละ 37.52 และระดับที่ส่งเสริมทักษะการใช้เทคโนโลยี ร้อยละ 10.12 หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 เล่ม มีเนื้อหาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาฟิสิกส์มากที่สุด คือ มีอยู่ร้อยละ 44.85 รองลงมา คือ สาขาวิชาชีววิทยา ร้อยละ 30.19 และมีเนื้อหาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสาขาวิชาเคมีน้อยที่สุด คือ มีอยู่ร้อยละ 24.96

ชุดิญา สุริยมณฑล (2535 : ง) ได้ทำการสำรวจประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 6 เล่ม โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ เอ เอ เอ เอส (AAAS) ซึ่งประกอบด้วย 13 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การใช้ตัวเลข การจำแนกประเภท การสื่อความหมาย การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความและลงข้อสรุป การสร้างสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และการทดลองเป็นเกณฑ์ในการสำรวจ ผู้วิจัยจำแนกประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากข้อความ และคำถามในหนังสือเรียน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ ผลการสำรวจพบว่าในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 6 เล่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบทุกทักษะ เมื่อพิจารณาตามระดับชั้นพบว่า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 มีทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลมากที่สุด และมีทักษะการสร้างสมมติฐานน้อยที่สุด และในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลมากที่สุด และมีทักษะการจำแนกประเภทน้อยที่สุด และเมื่อพิจารณาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่ามีทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลมากที่สุดและมีทักษะการสร้างสมมติฐานน้อยที่สุดและในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาทุกเล่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมากกว่าทักษะขั้นบูรณาการ

เสาวลักษณ์ โธมา (2543 : I - II) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความเหมือน และความแตกต่างระหว่างหลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทยกับประเทศญี่ปุ่น ในด้านจุดประสงค์ของหลักสูตรและจุดประสงค์รายวิชา โครงสร้างหลักสูตร เนื้อหาวิชา และจำนวนคาบเรียน กระบวนการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล ซึ่งเป็นการศึกษาเอกสารหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่น ที่ใช้อยู่ในปีการศึกษา 2541-2542 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสำรวจหลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การนับจำนวนความถี่ของประเด็นที่เหมือนกันและที่ต่างกัน ในหลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทยกับประเทศญี่ปุ่นคำนวณค่าร้อยละของเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนเนื้อหาวิชาแต่ละเรื่อง ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทยมีจุดประสงค์ 7 ข้อ หลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศญี่ปุ่นมี 10 ข้อ เหมือนกัน 6 ข้อ หลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทยใช้จุดประสงค์หลักสูตรเป็นจุดประสงค์รายวิชา หลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศญี่ปุ่น มีจุดประสงค์รายวิชาแยกออกจากจุดประสงค์หลักสูตร โครงสร้างหลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่นสำหรับนักเรียนที่ต้องการเรียนเน้นหนักด้านวิทยาศาสตร์ มีประเด็นศึกษาเหมือนกัน 1 ประเด็น และต่างกัน 7 ประเด็น กระบวนการเรียนการสอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทยและ

ประเทศญี่ปุ่น เหมือนกันทุกประเด็น หลักศูตริวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศ ไทยและประเทศญี่ปุ่นมีหลักการและวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียนเหมือนกันทุกประเด็นที่ ศึกษา แต่มีวิธีปฏิบัติต่างกันเล็กน้อย

กิตติ กาญจนภานันท์ (2544 : I - II) ได้พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นมาตรฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษา สังกัด กรุงเทพมหานคร เขตลาดกระบัง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร เขตลาดกระบัง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 308 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ทักษะละ 5 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และสร้างเกณฑ์ปกติวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ผลการวิจัยสรุปว่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานระหว่าง 0.66 – 1.00 ค่าความยากรายข้อและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีค่าระหว่าง 0.20-0.78 และ 0.10 – 0.44 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้งฉบับ มีค่าเป็น 0.71 เกณฑ์ปกติ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เมื่อนำมาหาค่าคะแนนที่ปกติ อยู่ระหว่าง T18-T79

Butzow, J.W. (1971 : 85) ทดลองสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ โดยทดลองสอนนักเรียนในเกรด 8 จำนวน 92 คน ทำการสอนวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ 5 บทแรก โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ วัดทักษะ ของนักเรียนก่อนและหลังสอน ผลจากการวิจัยพบว่า คะแนนที่ได้จากการวัดด้วยแบบทดสอบวัด ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ภายหลังการสอนเพิ่มขึ้น และนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาดี จะมี คะแนนทักษะกระบวนการที่ดีด้วย

Widden, M.F. (1972 : 3583-A) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA : SCIENCE A PROCESS APPROACH) ตัวอย่างประชากร ในการวิจัย คือ ครู 26 คน นักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 พวก คือ กลุ่มทดลอง ครูสอนตามหลักสูตร SAPA ครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมครูสอนตามหลักสูตรเดิม และครูที่สอนไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากผลการวิเคราะห์พบว่าคะแนนของนักเรียนก่อนทำการสอน และ หลังทำการสอนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าหลักสูตร

SAPA มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม และทักษะเหล่านี้จะมีผลต่อนักเรียนที่เรียนอ่อนมากกว่า นักเรียนที่เรียนดี และพบว่า ครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

Jacknicke, K.G. (1975 : 2730-A) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาเกรด 2 จำนวน 240 คนแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุม ได้รับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า กลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Quinn, M.E. and Kenneth, G.D. (1975 : 289-296) ได้วิจัยเพื่อประเมินผลวิธีการสอนการสร้างสมมติฐาน ตัวอย่างประชากรคือนักเรียนเกรด 6 ของโรงเรียนคาทอลิก ในเขตที่มีสภาพสังคมต่ำ 2 ห้องเรียน และเขตที่สภาพทางสังคมสูง ห้องเรียนทำโดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมไม่ได้สอนการสร้างสมมติฐาน แต่กลุ่มทดลองสอนการสร้างสมมติฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนสร้างสมมติฐาน มีทักษะการสร้างสมมติฐานที่ดีกว่า

Stevens, T.J. and Atwood, R.K. (1978 : 303-308) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์กับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรประกอบด้วยนักเรียนเกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 195 คน และเกรด 9 จำนวน 529 คน จากผลการทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอนของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้ง 3 ระดับ มีคะแนนจากเกรดทดสอบ 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่า นักเรียนที่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์จะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงด้วย ดังนั้นจะให้คะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นตัวทำนายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Padilla, M.J. and Others (1983 : 239-246) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ความสามารถในการคิดแบบนามธรรมตามทฤษฎีของเพียเจต์ ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนเกรด 7 – 12 มีจำนวนทั้งหมด 492 คน จากโรงเรียนนอกเมืองอิตาลีและจอร์เจีย ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงสัมพันธ์กับการคิดอย่างมีเหตุผล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สรุป งานวิจัยในประเทศ และต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในประเทศส่วนใหญ่คล้ายกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างประเทศ คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับตัวแปรต่าง ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย และมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอน การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ Joseph Abruscato (2000 : 38-52) และแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2537 : 11-14) มาเป็นกรอบแนวคิดในการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยในบทที่ 3

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง “การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ” ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. คำถามในเนื้อเรื่อง
2. คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง
3. คำถามท้ายบท
4. ข้อความเนื้อเรื่อง

ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 ลักษณะของเครื่องมือ

ในการวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยตาราง 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถาม / ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งหัวข้อในตารางประกอบด้วย บทที่ หน้าที่ บรรทัดที่ ประเด็นที่ ศึกษา คำถาม/ข้อความ และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ โดยรูปแบบของตารางมีลักษณะเช่นเดียวกับตารางในข้อ 1 เพียงแต่เพิ่มหัวข้อ ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยกำหนดให้เป็นหัวข้อในตารางช่องสุดท้าย ต่อจาก 6 หัวข้อดังกล่าว

3.2.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยออกแบบตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถาม / ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

โดยในครั้งแรก ผู้วิจัยได้ออกแบบตาราง โดยกำหนดหัวข้อในตาราง ดังนี้คือ เล่มที่ บทที่ หน้าที่ บรรทัดที่ ข้อความ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในหัวข้อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แบ่งตารางออกเป็น 12 ช่องย่อย โดยกำหนดเป็นตัวเลขแทนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 12 ทักษะ

หลังจากนั้นจึงตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ โดยนำไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ช่วยตรวจสอบและแสดงความคิดเห็น

ต่อมา ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงตาราง จนได้เป็นตารางที่สมบูรณ์ที่สุดเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดังนั้นตารางนี้จึงประกอบด้วยหัวข้อ 6 ส่วน ได้แก่ บทที่ หน้าที่ บรรทัดที่ ประเด็นที่ ศึกษา คำถาม / ข้อความ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยในตารางช่องนี้กำหนดให้บันทึกชื่อของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วิเคราะห์พบ ในแต่ละประเด็นที่ศึกษาลงไป

2. ผู้วิจัยออกแบบตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์

ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ตารางที่มีรูปแบบเช่นเดียวกับตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพียงแต่เพิ่มหัวข้อความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยกำหนดให้เป็นหัวข้อในตารางช่องสุดท้าย ต่อจาก 6 หัวข้อดังกล่าว และในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งตารางออกเป็น 3 ช่องย่อย ในแต่ละช่องย่อยประกอบด้วย ตัวเลข +1 , 0 , -1 เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิ บันทึกความคิดเห็นของท่านลงไป ซึ่งผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการแสดงความคิดเห็น เป็นดังนี้

ถ้าผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแล้ว แน่ใจว่า สิ่งที่ผู้วิจัยศึกษาไว้สอดคล้องกับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้ขีดเครื่องหมาย ถูก (✓) ลงในตารางช่อง +1

ถ้าผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแล้วไม่แน่ใจว่า สิ่งที่ผู้วิจัยศึกษาไว้สอดคล้องกับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้ขีดเครื่องหมาย ถูก (✓) ลงในตารางช่อง 0

ถ้าผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแล้วแน่ใจว่า สิ่งที่ผู้วิจัยศึกษาไว้ไม่สอดคล้องกับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้ขีดเครื่องหมาย ถูก (✓) ลงในตารางช่อง -1

ดังนั้นตารางนี้ จึงประกอบด้วยหัวข้อ 7 ส่วน ได้แก่ บทที่ หน้าที่ บรรทัดที่ ประเด็นที่ศึกษา คำถาม / ข้อความ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 การกำหนดนิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กำหนดนิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ ประกอบด้วย 12 ทักษะย่อย ซึ่งจะใช้เป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในคำถามในเรื่องเรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความในเรื่อง ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2. นำนิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นจึงกำหนดเป็นนิยามที่ใช้ในการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 5 กลุ่มทักษะ ประกอบด้วย 12 ทักษะย่อย ดังนี้

1. กลุ่มทักษะการนิยามปัญหา (Defining Problems) ได้แก่
 - 1.1 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation Definition)
 - 1.2 ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา (Defining of Variables)
2. กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน (Hypothesyzing)
3. กลุ่มทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล (Experimental Design and Data Collection)
 - 3.1 ทักษะการสังเกต (Observing)
 - 3.2 ทักษะการวัด (Measuring)
 - 3.3 ทักษะการทดลอง (Experimenting)
4. กลุ่มทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล (Data Processing)
 - 4.1 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
 - 4.2 ทักษะการคำนวณ (Calculating)
 - 4.3 ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล (Data Organizing and Presentation)
5. กลุ่มทักษะการสรุปและนำเสนอผล (Conclusion and Communication)
 - 5.1 ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)
 - 5.2 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

5.3 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

(นิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยละเอียด พิจารณาจาก นิยามศัพท์ เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย)

3. ผู้วิจัยทำการศึกษาในเบื้องต้น โดยวิเคราะห์คำ หรือข้อความจากหนังสือเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 เมื่อพบคำหรือข้อความที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะ ได้ทำการบันทึกลงในตารางแสดงลักษณะของคำหรือข้อความที่พบใน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับตัวผู้วิจัยเอง ในการ วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้คงที่ (รายละเอียดอยู่ในตารางภาคผนวก ค)

3.3.2 การวิเคราะห์คำถาม และข้อความที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยอ่านคำถามในเรื่อง เรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และ ข้อความเนื้อเรื่อง ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวง ศึกษาธิการ แต่ละบรรทัด

2. ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่า คำถามในเรื่อง เรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถาม ท้ายบท และข้อความเนื้อเรื่อง ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และ วิชาวิทยาศาสตร์ 2 ที่อ่านพบในแต่ละบรรทัด เป็นคำถามหรือข้อความที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะใด ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์การวิเคราะห์จากนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย ที่ได้กำหนดไว้ โดย ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ ครั้งที่ 1 ตั้งแต่วันที่ 18 พฤษภาคม 2545 ถึงวันที่ 22 พฤษภาคม 2545

หลังจากนั้น ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกผลการวิเคราะห์ลงในตารางการวิเคราะห์ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถาม / ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหัวข้อ ในตารางต่อไปนี้ คือ บทที่ หน้าที่ บรรทัดที่ ประเด็นที่ศึกษา คำถาม/ข้อความ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีก 2 ครั้งโดยดำเนินการตาม ขั้นตอนที่ 1 ถึง ขั้นตอนที่ 2 ที่กล่าวมาแล้ว เพื่อตรวจสอบความคงที่ในการวิเคราะห์ ดังนี้

ครั้งที่ 2 ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2545 ถึงวันที่ 5 มิถุนายน 2545

ครั้งที่ 3 ตั้งแต่วันที่ 22 มิถุนายน 2545 ถึงวันที่ 26 มิถุนายน 2545

4. จากการพิจารณา ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ไว้ ทั้ง 3 ครั้ง ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 1 พบว่า ผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 ครั้ง ตรงกัน 100 % ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 พบว่าผลการวิเคราะห์ในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ตรงกันประมาณร้อยละ 98 ซึ่งในส่วนที่ทำการวิเคราะห์แล้วได้ผลการวิเคราะห์ไม่ตรงกัน ได้แก่ คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง ในบทที่ 1 หน้าที่ 16 บรรทัดที่ 1 กล่าวว่า “การทดลองตามข้อ 2 ความเร่งของรถทดลองมีค่ามากกว่า หรือน้อยกว่าความเร่งในการเคลื่อนที่ของรถทดลองตามการทดลองข้อ 1” ซึ่งในครั้งที่ 1 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ว่าเป็นคำถามที่แสดงถึงทักษะการทดลอง แต่ในครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ว่าเป็นคำถามที่แสดงถึงทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล เป็นต้น

5. ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ จากตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถาม / ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มหาคความถี่ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบ ในภาพรวม และนำมาบรรจุลงในตารางแสดงความถี่ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 โดยจำแนกตามประเด็นที่ศึกษา ดังที่ปรากฏในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 ความถี่ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบในหนังสือเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ 1 โดยจำแนกตามประเด็นที่ศึกษา

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ประเด็นที่ศึกษา			
	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	คำถามหลัง การทำกิจกรรม การทดลอง	คำถาม ท้ายบท	ข้อความ เนื้อเรื่อง
ทักษะการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ	1	-	1	23
ทักษะการกำหนดตัวแปร ต่าง ๆ ของปัญหา	-	-	-	-
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	-	-	-	1
ทักษะการสังเกต	7	13	2	15
ทักษะการวัด	-	-		1
ทักษะการทดลอง	5	1	1	15
ทักษะการจำแนกประเภท	54	15	17	65
ทักษะการคำนวณ	2	-	-	-
ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล	6	-	2	17
ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป	9	-	3	2
ทักษะการพยากรณ์	-	-	-	-
ทักษะการลงความเห็น จากข้อมูล	78	9	19	29
รวม	162	38	45	168

ตารางที่ 3.2 ความถี่ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบในหนังสือเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ 2 โดยจำแนกตามประเด็นที่ศึกษา

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ประเด็นที่ศึกษา			
	คำถาม ในเรื่อง	คำถามหลัง การทำกิจกรรม การทดลอง	คำถาม ท้ายบท	ข้อความ ในเรื่อง
ทักษะการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ	17	1	10	46
ทักษะการกำหนดตัวแปร ต่าง ๆ ของปัญหา	-	-	-	-
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	3	-	2	3
ทักษะการสังเกต	3	3	2	3
ทักษะการวัด	3	1	1	3
ทักษะการทดลอง	3	-	3	26
ทักษะการจำแนกประเภท	21	5	10	23
ทักษะการคำนวณ	31	2	24	20
ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล	15	-	9	42
ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป	9	4	6	20
ทักษะการพยากรณ์	6	1	-	2
ทักษะการลงความเห็น จากข้อมูล	125	32	52	29
รวม	236	49	119	217

3.3.3 การหาความเที่ยงตรงระหว่างคำถามและข้อความ กับทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- นำผลการวิเคราะห์ จากตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จาก
คำถาม / ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยทำการวิเคราะห์จากคำถามในเรื่อง
คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความในเรื่อง ในหนังสือเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 มาบรรจุลงในตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ใน

การตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์

2. นำตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง โดยให้พิจารณาควบคู่ไปกับหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยผู้วิจัยได้แบ่งผู้ทรงคุณวุฒิออกเป็น 2 ชุด คือ

ผู้ทรงคุณวุฒิชุดที่ 1 ตรวจสอบวิชาวิทยาศาสตร์ 1 จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. อาจารย์พนิดา บินด่วน | ศึกษานิเทศก์ สำนักงานการประถมศึกษา
อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล |
| 2. อาจารย์นงนุช มิตรพระพันธ์ | อาจารย์โรงเรียนบ้านบึง
“อุตสาหกรรมนุเคราะห์” จังหวัดชลบุรี |
| 3. อาจารย์รัตรี วัฒนอาภรณ์ชัย | อาจารย์โรงเรียนดัดดรุณี
จังหวัดฉะเชิงเทรา |

ผู้ทรงคุณวุฒิชุดที่ 2 ตรวจสอบวิชาวิทยาศาสตร์ 2 จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. อาจารย์นิรุจน์ ศรีเกษม | หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์
โรงเรียนดัดดรุณี จังหวัดฉะเชิงเทรา |
| 2. อาจารย์อิสรา ชัยพันธ์วิริยาพร | อาจารย์โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม
กรุงเทพมหานคร |
| 3. อาจารย์สาลินี ศรีसारากร | อาจารย์โรงเรียนวัดโคกจี่หนอน
จังหวัดชลบุรี |

ผู้วิจัยส่งตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 หรือวิชาวิทยาศาสตร์ 2 (ซึ่งหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยจัดส่งไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณา ในการตรวจสอบผลการวิเคราะห์ของผู้วิจัยนั้น ผู้วิจัยได้ขีดเส้นใต้ข้อความหรือคำถามต่าง ๆ ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเขียนเลขแสดงหมายเลขบรรทัดไว้ด้วย เพื่อความสะดวกในการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังตัวอย่างในภาคผนวก) นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย และตารางแสดงลักษณะของคำที่พบในคำถามหรือข้อความที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่านพร้อมกัน คือ วันที่ 4 พฤศจิกายน 2545 และผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่านส่งเอกสารทั้งหมด คืนมายังผู้วิจัยระหว่างวันที่ 4-12 ธันวาคม 2545

3. ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิบันทึกผลการตรวจสอบลงในตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาดังที่กล่าวมาแล้วในข้อ 3.2.2

4. นำผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิในตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้วิจัยกับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังสูตร (บุญเชิด ภิญโญนันต์พงษ์. 2526 : 89 – 91)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้วิจัยกับ
ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด
N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

5. การพิจารณาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ผู้วิจัยจะทำการพิจารณา ดังนี้

5.1 ถ้าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าคำถามในเนื้อเรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความเนื้อเรื่อง เป็นคำถามหรือข้อความที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ไว้

5.2 ถ้าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าน้อยกว่า 0.5 ถือว่าคำถามในเนื้อเรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความเนื้อเรื่อง เป็นคำถาม หรือข้อความที่ไม่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ไว้ โดยผู้วิจัยให้ผู้ทรงคุณวุฒิบันทึกความคิดเห็นของท่านลงในตารางช่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามหรือข้อความนั้นๆ เป็นคำถามหรือข้อความที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะใด

จากผลการตรวจสอบและแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า ไม่มีคำถามหรือข้อความที่มี IOC น้อยกว่า 0.5 แต่พบว่ามีคำถามหรือข้อความบางส่วนที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ไว้ว่าแสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1 ทักษะ เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแล้วมีความเห็นว่าคุณวุฒิบันทึกความคิดเห็นของท่านลงในตารางช่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามหรือข้อความนั้นๆ แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2 ทักษะ เช่น คำถามในเนื้อเรื่องในวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ในบทที่ 2 ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่าเป็นคำถามที่แสดงถึงทักษะการคำนวณ แต่ผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน แสดงความเห็นว่าเป็นคำถามที่แสดงถึงทักษะการคำนวณ และทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล และข้อความเนื้อเรื่องในวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ในบทที่ 2 ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่าเป็นข้อความที่แสดงถึงทักษะการคำนวณ แต่ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน แสดงความเห็นว่าเป็นข้อความที่แสดงถึงทักษะการคำนวณ และทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นต้น

5.3 จากข้อมูลในข้อ 5.2 ผู้วิจัยนำผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิที่ระบุว่า คำถามในเนื้อเรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และ ข้อความเนื้อเรื่อง เป็น

คำถามหรือข้อความ ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะใดมาพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง ถ้าผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นตรงกันจาก 2 ใน 3 ท่าน ผู้วิจัยถือว่าคำถามในเรื่อง คำถามหลัง การทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความในเรื่อง เป็นคำถามหรือข้อความ ที่แสดง ถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะนั้นตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ใน 3 ท่านนั้น

หลังจากที่ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและแสดงความคิดเห็น ผู้วิจัยได้สรุปจำนวน ประเด็นที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด และคำนวณค่า IOC ของผู้ทรง คุณวุฒิที่มีความเห็นตรงกันทั้ง 3 ท่าน และของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเห็นตรงกัน 2 ใน 3 ท่าน ใน แต่ละประเด็น และนำค่า IOC ของแต่ละประเด็นเหล่านั้นมาคิดเป็นร้อยละ สรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 จำนวนและร้อยละของค่า IOC ที่มีค่า 1.00 และ 0.67 ตามความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเด็น ของวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2

วิชา	จำนวน ประเด็น	ค่า IOC จากความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			
		1.00		0.67	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
วิทยาศาสตร์ 1	416	408	98.08	8	1.92
วิทยาศาสตร์ 2	634	603	95.11	31	4.89

จากตารางที่ 3.3 ผลการตรวจสอบและแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน พบว่า ในวิชาวิทยาศาสตร์ 1 มีประเด็นต่าง ๆ (คำถามและข้อความ) ที่แสดงถึงทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 416 ประเด็น ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมีความเห็นตรงกันว่า ประเด็นเหล่านั้นแสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ไว้ 408 ประเด็น คิดเป็นร้อยละ 98.08 และมีประเด็นบางประเด็นที่ผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ใน 3 ท่าน ที่มีความเห็นตรง กันว่าประเด็นเหล่านั้น แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ไว้ 8 ประเด็น คิดเป็นร้อยละ 1.92

ในวิชาวิทยาศาสตร์ 2 มีประเด็นต่าง ๆ (คำถามและข้อความ) ที่แสดงถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 634 ประเด็น ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมีความเห็นตรง กันว่าประเด็นเหล่านั้นแสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ไว้ 603 ประเด็น คิดเป็นร้อยละ 95.11 และมีประเด็นบางส่วนที่ผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ใน 3 ท่านที่มีความเห็นตรง กันว่าประเด็นเหล่านั้น แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ไว้ 31 ประเด็น คิดเป็นร้อยละ 4.89

6. นอกจากนี้ ถ้าผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่าน พบว่ามีคำถามหรือข้อความ ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยไม่ได้บันทึกไว้ ผู้วิจัยได้เตรียมแบบฟอร์มตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถาม/ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไว้เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิบันทึกลงในตารางนั้น หลังจากนั้น ผู้วิจัยจะทำการรวบรวมผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดอีกครั้ง และพิมพ์ลงในตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถาม/ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

จากผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ ไม่มีผู้ทรงคุณวุฒิท่านใดที่พบว่ามีความคำถามหรือข้อความ ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยไม่ได้บันทึกไว้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

นำผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ที่ผ่านการหาความเที่ยงตรงของผู้ทรงคุณวุฒิมาแล้ว มาแจกแจงความถี่และคำนวณหาค่าร้อยละ โดยดำเนินการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละเล่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะใดบ้าง ทักษะละเท่าใด และคิดเป็นร้อยละเท่าใด จำแนกตามประเด็นที่ศึกษา
2. ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 เล่ม รวมแล้วมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะใดบ้าง ทักษะละเท่าใด และคิดเป็นร้อยละเท่าใด จำแนกตามประเด็นที่ศึกษา
3. ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละเล่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะใดบ้าง ทักษะละเท่าใด และคิดเป็นร้อยละเท่าใด จำแนกเป็นรายวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2
4. ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละเล่ม มีกลุ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มทักษะใดบ้าง กลุ่มละเท่าใด และคิดเป็นร้อยละเท่าใด จำแนกเป็นรายวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2

3.4.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่และร้อยละ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่อง “ การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ” มีวัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แบ่งเป็น 5 กลุ่มทักษะ ประกอบด้วย 12 ทักษะย่อย ได้แก่ กลุ่มทักษะการนิยามปัญหา ซึ่งประกอบด้วยทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน กลุ่มทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการวัด และทักษะการทดลอง กลุ่มทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ และทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล กลุ่มทักษะการสรุปและนำเสนอผล ซึ่งประกอบด้วยทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการพยากรณ์ และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

ตารางที่ 4.1 ความถี่ และร้อยละ ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำแนกตามประเด็นที่ศึกษา

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1							
	คำถาม ในเรื่อง		คำถามหลัง การทำกิจกรรม การทดลอง		คำถามท้ายบท		ข้อความ ในเรื่อง	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
1. กลุ่มทักษะการนิยามปัญหา								
1.1 ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	1	0.61	-	-	1	2.22	23	13.69
1.2 ทักษะการกำหนด ตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา	-	-	-	-	-	-	-	-
2. กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน								
2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน	-	-	-	-	-	-	1	0.59
3. กลุ่มทักษะการออกแบบการ ทดลองและการรวบรวมข้อมูล								
3.1 ทักษะการสังเกต	7	4.24	13	34.22	2	4.44	15	8.93
3.2 ทักษะการวัด	-	-	-	-	-	-	1	0.59
3.3 ทักษะการทดลอง	5	3.03	1	2.63	1	2.22	15	8.93
4. กลุ่มทักษะการจัดกระทำ กับข้อมูล								
4.1 ทักษะการจำแนกประเภท	54	32.73	15	39.47	17	37.79	65	38.69
4.2 ทักษะการคำนวณ	2	1.21	-	-	-	-	-	-
4.3 ทักษะการจัดหมวดหมู่ และสื่อความหมายข้อมูล	8	4.85	-	-	2	4.44	17	10.12
5. กลุ่มทักษะการสรุปและ นำเสนอผล								
5.1 ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป	10	6.06	-	-	3	6.67	2	1.20
5.2 ทักษะการพยากรณ์	-	-	-	-	-	-	-	-
5.3 ทักษะการลงความเห็น จากข้อมูล	78	47.27	9	23.68	19	42.22	29	17.26
รวม	165	100	38	100	45	100	168	100

จากตารางที่ 4.1 เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยจำแนกตามประเด็นที่ศึกษา ซึ่งได้แก่คำถามในเนื้อเรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความเนื้อเรื่อง พบว่าในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ในประเด็นของคำถามในเนื้อเรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 47.27 ทักษะที่พบบามากรองลงมา คือ ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งพบร้อยละ 32.73 และ ทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ซึ่งพบร้อยละ 0.61 ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัดและทักษะการพยากรณ์

ในประเด็นของคำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งพบร้อยละ 39.47 ทักษะที่พบบามากรองลงมา คือ ทักษะการสังเกต ซึ่งพบร้อยละ 34.22 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการทดลอง ซึ่งพบร้อยละ 2.63 ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป และทักษะการพยากรณ์

ในประเด็นของคำถามท้ายบท ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 42.22 ทักษะที่พบบามากรองลงมา คือ ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งพบร้อยละ 37.79 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง ซึ่งพบร้อยละ 2.22 เท่ากันทั้ง 2 ทักษะ ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ และทักษะการพยากรณ์

ในประเด็นของข้อความเนื้อเรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งพบร้อยละ 38.69 ทักษะที่พบบามากรองลงมา คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 17.26 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัด ซึ่งพบร้อยละ 0.59 เท่ากันทั้ง 2 ทักษะ ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา ทักษะการคำนวณและทักษะการพยากรณ์

ตารางที่ 4.2 ความถี่ และร้อยละ ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำแนกตามประเด็นที่ศึกษา

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2							
	คำถาม ในเนื้อเรื่อง		คำถามหลัง การทำกิจกรรม การทดลอง		คำถามท้ายบท		ข้อความ เนื้อเรื่อง	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
1. กลุ่มทักษะการนิยามปัญหา								
1.1 ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	17	7.20	1	2.04	10	8.40	46	20.00
1.2 ทักษะการกำหนด ตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา	-	-	-	-	-	-	-	-
2. กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน								
2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน	3	1.27	-	-	2	1.68	3	1.30
3. กลุ่มทักษะการออกแบบการ ทดลองและการรวบรวมข้อมูล								
3.1 ทักษะการสังเกต	3	1.27	3	6.12	2	1.68	3	1.30
3.2 ทักษะการวัด	3	1.27	1	2.04	1	0.84	3	1.30
3.3 ทักษะการทดลอง	3	1.27	-	-	3	2.52	26	11.30
4. กลุ่มทักษะการจัดกระทำ กับข้อมูล								
4.1 ทักษะการจำแนกประเภท	21	8.90	5	10.20	10	8.40	23	10.00
4.2 ทักษะการคำนวณ	31	13.13	2	4.08	24	20.17	20	8.70
4.3 ทักษะการจัดหมวดหมู่ และสื่อความหมายข้อมูล	15	6.36	-	-	9	7.57	47	20.43
5. กลุ่มทักษะการสรุปและ นำเสนอผล								
5.1 ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป	9	3.81	4	8.16	6	5.04	28	12.17
5.2 ทักษะการพยากรณ์	6	2.54	1	2.04	-	-	2	0.88
5.3 ทักษะการลงความเห็น จากข้อมูล	125	52.98	32	65.32	52	43.70	29	12.62
รวม	236	100	49	100	119	100	230	100

จากตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยจำแนกตามประเด็นที่ศึกษา ซึ่งได้แก่คำถามในเรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความในเรื่อง พบว่าในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ในประเด็นของคำถามในเรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 52.98 ทักษะที่พบมากรองลงมา คือ ทักษะการคำนวณ ซึ่งพบร้อยละ 13.13 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการทดลอง ซึ่งพบร้อยละ 1.27 เท่ากันทั้ง 4 ทักษะ ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา

ในประเด็นของคำถามหลังการทำกิจกรรมทดลอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลมากที่สุด ซึ่งพบร้อยละ 65.32 ทักษะที่พบมากรองลงมา คือ ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งพบร้อยละ 10.20 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการวัด ทักษะการพยากรณ์ ซึ่งพบร้อยละ 2.04 เท่ากันทั้ง 3 ทักษะ ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และ ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล

ในประเด็นของคำถามท้ายบท ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 43.70 ทักษะที่พบมากรองลงมา คือ ทักษะการคำนวณ ซึ่งพบร้อยละ 20.17 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการวัด ซึ่งพบร้อยละ 0.84 ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา และทักษะการพยากรณ์

ในประเด็นของข้อความในเรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 20.43 ทักษะที่พบมากรองลงมา คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ซึ่งพบร้อยละ 20.00 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการพยากรณ์ ซึ่งพบร้อยละ 0.88 ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา

ตารางที่ 4.3 ความถี่และร้อยละของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ทั้ง 2 เล่ม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำแนกตามประเด็นที่ศึกษา

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และ วิชาวิทยาศาสตร์ 2							
	คำถาม ในเนื้อเรื่อง		คำถามหลัง การทำกิจกรรม การทดลอง		คำถามท้ายบท		ข้อความ เนื้อเรื่อง	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
1. กลุ่มทักษะการนิยามปัญหา								
1.1 ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	18	4.49	1	1.15	11	6.71	69	17.34
1.2 ทักษะการกำหนด ตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา	-	-	-	-	-	-	-	-
2. กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน								
2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน	3	0.75	-	-	2	1.22	4	1.01
3. กลุ่มทักษะการออกแบบการ ทดลองและการรวบรวมข้อมูล								
3.1 ทักษะการสังเกต	10	2.49	16	18.39	4	2.44	18	4.52
3.2 ทักษะการวัด	3	0.75	1	1.15	1	0.61	4	1.01
3.3 ทักษะการทดลอง	8	2.00	1	1.15	4	2.44	41	10.30
4. กลุ่มทักษะการจัดกระทำ กับข้อมูล								
4.1 ทักษะการจำแนกประเภท	75	18.70	20	22.99	27	16.47	88	22.11
4.2 ทักษะการคำนวณ	33	8.22	2	2.30	24	14.63	20	5.03
4.3 ทักษะการจัดหมวดหมู่ และสื่อความหมายข้อมูล	23	5.74	-	-	11	6.71	64	16.08
5. กลุ่มทักษะการสรุปและ นำเสนอผล								
5.1 ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป	19	4.74	4	4.60	9	5.49	30	7.54
5.2 ทักษะการพยากรณ์	6	1.50	1	1.15	-	-	2	0.50
5.3 ทักษะการลงความเห็น จากข้อมูล	203	50.62	41	47.13	71	43.29	58	14.57
รวม	401	100	87	100	164	100	398	100

จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 เล่ม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยจำแนกตามประเด็นที่ศึกษา ซึ่งได้แก่ คำถามในเนื้อเรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความเนื้อเรื่อง พบว่าในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 เล่ม ในประเด็นของคำถามในเนื้อเรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 50.62 ทักษะที่พบมากที่สุดรองลงมา คือ ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งพบร้อยละ 18.70 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัด ซึ่งพบร้อยละ 0.75 เท่ากันทั้ง 2 ทักษะ ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา

ในประเด็นของคำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 47.13 ทักษะที่พบมากที่สุดรองลงมา คือ ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งพบร้อยละ 22.99 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการวัด ทักษะการทดลอง ทักษะการพยากรณ์ ซึ่งพบร้อยละ 1.15 เท่ากันทั้ง 4 ทักษะ ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล

ในประเด็นของคำถามท้ายบท ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 43.29 ทักษะที่พบมากที่สุดรองลงมา คือ ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งพบร้อยละ 16.47 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการวัด ซึ่งพบร้อยละ 0.61 ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา และทักษะการพยากรณ์

ในประเด็นของข้อความเนื้อเรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งพบร้อยละ 22.11 ทักษะที่พบมากที่สุดรองลงมา คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ซึ่งพบร้อยละ 17.34 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการพยากรณ์ ซึ่งพบร้อยละ 0.50 ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา

ตารางที่ 4.4 ความถี่ และร้อยละ ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 12 ทักษะ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำแนกเป็นวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และ วิชาวิทยาศาสตร์ 2

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์			
	วิชาวิทยาศาสตร์ 1		วิชาวิทยาศาสตร์ 2	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
1. กลุ่มทักษะการนิยามปัญหา				
1.1 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	25	6.01	74	11.67
1.2 ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา	-	-	-	-
2. กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน				
2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1	0.24	8	1.26
3. กลุ่มทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล				
3.1 ทักษะการสังเกต	37	8.89	11	1.74
3.2 ทักษะการวัด	1	0.24	8	1.26
3.3 ทักษะการทดลอง	22	5.29	32	5.05
4. กลุ่มทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล				
4.1 ทักษะการจำแนกประเภท	151	36.30	59	9.30
4.2 ทักษะการคำนวณ	2	0.48	77	12.15
4.3 ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล	27	6.49	71	11.20
5. กลุ่มทักษะการสรุปและนำเสนอผล				
5.1 ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป	15	3.61	47	7.41
5.2 ทักษะการพยากรณ์	-	-	9	1.42
5.3 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	135	32.45	238	37.54
รวม	416	100	634	100

จากตารางที่ 4.4 เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 12 ทักษะ ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยจำแนกเป็นรายวิชา ซึ่งได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 พบว่า ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งพบร้อยละ 36.30 ทักษะที่พบมากรองลงมา คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 32.45 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัด ซึ่งพบร้อยละ 0.24 เท่ากันทั้ง 2 ทักษะ ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา และทักษะการพยากรณ์

ในหนังสือวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 37.54 ทักษะที่พบมากรองลงมา คือ ทักษะการคำนวณ ซึ่งพบร้อยละ 12.15 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัด ซึ่งพบร้อยละ 1.26 เท่ากันทั้ง 2 ทักษะ ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา

ตารางที่ 4.5 ความถี่ และร้อยละของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ
ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำแนกเป็น
วิชาวิทยาศาสตร์ 1 และ วิชาวิทยาศาสตร์ 2

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์			
	วิชาวิทยาศาสตร์ 1		วิชาวิทยาศาสตร์ 2	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
1. กลุ่มทักษะการนิยามปัญหา	25	6.01	74	11.67
2. กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน	1	0.24	8	1.26
3. กลุ่มทักษะการออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล	60	14.42	51	8.05
4. กลุ่มทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล	180	43.27	207	32.65
5. กลุ่มทักษะการสรุปและนำเสนอผล	150	36.06	294	46.37
รวม	416	100	615	100

จากตารางที่ 4.5 เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยจำแนกเป็นรายวิชา ซึ่งได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 พบว่าในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 กลุ่มทักษะที่พบมากที่สุด คือ กลุ่มทักษะการจัดกระทำกับข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 43.27 และกลุ่มทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน ซึ่งพบร้อยละ 0.24

ในหนังสือวิชาวิทยาศาสตร์ 2 กลุ่มทักษะที่พบมากที่สุด คือ กลุ่มทักษะการสรุปและนำเสนอผล ซึ่งพบร้อยละ 46.37 และกลุ่มทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ กลุ่มทักษะการตั้งสมมติฐาน ซึ่งพบร้อยละ 1.26

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยมีสาระสำคัญในการศึกษา สรุปได้ดังนี้

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง “การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ” มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

5.1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้ คือ

1. กำหนดประชากรที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้แก่ คำถาม และข้อความ ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. กำหนดนิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. นำนิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้อง
4. อ่าน คำถามและข้อความในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 เล่ม แล้ววิเคราะห์ว่า คำถาม และข้อความ นั้นแสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะใด จากนั้นจึงบันทึกลงในตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. นำตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ จากคำถามและข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 เล่ม มาบรรจุลงในตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ และนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่านตรวจสอบความถูกต้อง
6. นำผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ ในตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง แล้วจึงปรับปรุงและแก้ไขผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลทั้งหมดและบันทึกลงในตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยตาราง 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากคำถาม/ข้อความ ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งหัวข้อในตารางประกอบด้วย บทที่ หน้าที่ บรรทัดที่ ประเด็นที่ศึกษา คำถาม/ข้อความ และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหัวข้อในตารางประกอบด้วย บทที่ หน้าที่ บรรทัดที่ ประเด็นที่ศึกษา คำถาม/ข้อความ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

5.1.4 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำแบบฟอร์มตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถาม/ข้อความ ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ช่วยตรวจสอบและแสดงความคิดเห็น

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. นำหนังสือจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอความอนุเคราะห์ไปยังผู้ทรงคุณวุฒิ 6 ท่าน ในการตรวจสอบผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้จัดส่งตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ 1 หรือวิทยาศาสตร์ 2) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย และตารางแสดงลักษณะของคำที่พบในคำถามหรือข้อความที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ ไปยังผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา
2. นำผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ จากตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ ไปหาคำดัชนีความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้วิจัยกับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
3. การพิจารณาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ผู้วิจัยจะทำการพิจารณา ดังนี้
 - 3.1 ถ้าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าคำถามในเนื้อเรื่องคำถามหลังการทำการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความเนื้อเรื่อง เป็นคำถามหรือข้อความที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ไว้
 - 3.2 ถ้าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าน้อยกว่า 0.5 ถือว่าคำถามในเนื้อเรื่อง คำถามหลังการทำการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความเนื้อเรื่อง เป็นคำถาม หรือข้อความที่

ไม่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ไว้ โดยผู้วิจัยให้ผู้ทรงคุณวุฒิบันทึกความคิดเห็นของท่านลงในตารางช่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามหรือข้อความนั้นๆ เป็นคำถามหรือข้อความที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะใด

4. นำผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิที่ระบุว่า คำถามในเนื้อเรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และ ข้อความเนื้อเรื่อง เป็นคำถามหรือข้อความ ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะใดมาพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง ถ้าผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นตรงกันจาก 2 ใน 3 ท่าน ผู้วิจัยถือว่าคำถามในเนื้อเรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความเนื้อเรื่อง เป็นคำถามหรือข้อความ ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะนั้นตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ใน 3 ท่านนั้น

5. ผู้วิจัยทำการรวบรวมผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด แล้วจึงปรับปรุงและแก้ไขผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และบันทึกลงในตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่า IOC จากผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า

จากผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยสามารถสรุปจำนวนประเด็นที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด และคำนวณค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเห็นตรงกันทั้ง 3 ท่าน และของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเห็นตรงกัน 2 ใน 3 ท่าน ในแต่ละประเด็น และนำค่า IOC ของแต่ละประเด็นเหล่านั้นมาคิดเป็นร้อยละ สรุปได้ดังนี้

ผลการตรวจสอบและแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน พบว่า ในวิชาวิทยาศาสตร์ 1 มีประเด็นต่าง ๆ ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 416 ประเด็น ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมีความเห็นตรงกันว่าประเด็นเหล่านั้นแสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ไว้ 408 ประเด็น คิดเป็นร้อยละ 98.08 และมีประเด็นบางประเด็นที่ผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ใน 3 ท่าน ที่มีความเห็นตรงกันว่าประเด็นเหล่านั้น แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ไว้ 8 ประเด็น คิดเป็นร้อยละ 1.92

ในวิชาวิทยาศาสตร์ 2 มีประเด็นต่าง ๆ ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 634 ประเด็น ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมีความเห็นตรงกันว่าประเด็นเหล่านั้นแสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ไว้ 603 ประเด็น คิดเป็นร้อยละ 95.11 และมีประเด็นบางส่วนที่ผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ใน 3 ท่านที่มีความเห็นตรงกันว่าประเด็นเหล่านั้นแสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ไว้ 31 ประเด็น คิดเป็นร้อยละ 4.89

2. การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 โดยดำเนินการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละเล่ม และรวมทั้ง 2 เล่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะใดบ้าง ทักษะละเท่าใด และคิดเป็นร้อยละเท่าใด จำแนกตามประเด็นที่ศึกษา

2. ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละเล่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะใดบ้าง ทักษะละเท่าใด คิดเป็นร้อยละเท่าใด และมีกลุ่มทักษะใดบ้าง กลุ่มละเท่าใด คิดเป็นร้อยละเท่าใด จำแนกเป็นรายวิชา วิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2

5.1.7 ผลการวิจัย

การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 12 ทักษะ ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยจำแนกเป็นรายวิชา ซึ่งได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ 1 และวิชาวิทยาศาสตร์ 2 พบว่าในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากคำถามในเนื้อเรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความเนื้อเรื่อง ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งพบร้อยละ 36.30 รองลงมา คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 32.45 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัด ซึ่งพบร้อยละ 0.24 เท่ากันทั้ง 2 ทักษะ ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา และทักษะการพยากรณ์

ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากคำถามในเนื้อเรื่อง คำถามหลังการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามท้ายบท และข้อความเนื้อเรื่องที่พบบมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 37.54 รองลงมา คือ ทักษะการคำนวณ ซึ่งพบร้อยละ 12.15 และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัด ซึ่งพบร้อยละ 1.26 เท่ากันทั้ง 2 ทักษะ ส่วนทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา

5.2 การอภิปรายผล

จากการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปรากฏว่า มีประเด็นสำคัญที่ควรนำมาอภิปราย ดังต่อไปนี้

เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 12 ทักษะ ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยจำแนกเป็นรายวิชา ซึ่งได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ 1 และ วิชาวิทยาศาสตร์ 2 พบว่า ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบบมากที่สุด คือ ทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งพบร้อยละ 36.30 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

ว่า คำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของวิชาดังกล่าว ต้องการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักฝึก การคิด การแบ่งพวก หรือการเรียงลำดับสิ่งของโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดให้ หรือใช้เกณฑ์ของตนเอง ได้ สามารถบ่งชี้ และบอกคุณสมบัติของสิ่งที่ศึกษา เพื่อนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนก หรือ สามารถจัดจำแนกสิ่งที่ศึกษาออกเป็นประเภทตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นได้ รวมทั้งบอกเกณฑ์ที่ใช้ใน การจำแนกประเภท และสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการของสิ่งที่ศึกษาจากการจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด ขึ้นได้ ซึ่งจัดเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนการสอนเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะอื่นต่อไป และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัด ซึ่งพบ ร้อยละ 0.24 เท่ากันทั้ง 2 ทักษะ อาจเป็นเพราะทักษะการตั้งสมมติฐานเป็นทักษะที่มุ่งเน้นการคิด คำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน โดยไม่ทราบความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น และต้องอาศัยทักษะอื่นเป็นพื้นฐาน เช่น ทักษะการ กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา ซึ่งในหนังสือเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ 1 นี้ พบทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการน้อย และไม่พบทักษะการกำหนด ตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา แม้แต่ประเด็นเดียว จึงทำให้มีทักษะดังกล่าวมีไม่เพียงพอที่จะทำให้นักเรียนเกิดความชำนาญ หรือเชี่ยวชาญพอที่จะนำไปสู่ทักษะการตั้งสมมติฐานได้ เช่น ในการ ตั้งสมมติฐาน จะต้องมีการตรวจสอบสมมติฐาน ด้วยการทำการทดลอง โดยนักเรียนต้องกำหนด ตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ออกแบบการทดลอง และออกแบบวิธีการ เก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งทักษะเหล่านี้ต้องอาศัยเวลาในการฝึกปฏิบัติและการสร้างความเข้าใจจากการ ฝึกปฏิบัตินั้น ถ้าครูผู้สอนมุ่งแต่การฝึกทักษะเหล่านี้มากเกินไปก็อาจมีผลต่อการเรียนรู้ในส่วนอื่น ๆ ของวิชานี้ได้ ดังนั้นในการเรียนการสอนซึ่งเวลาเรียนมีจำกัด จึงไม่สามารถบรรลุทักษะการตั้ง สมมติฐานลงไปได้มากนัก และอาจเป็นเพราะว่าจากคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ให้เกิด ประโยชน์ต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อมได้ ส่วนทักษะการวัด สาเหตุที่พบน้อยอาจเป็นเพราะ ว่าจากจากคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ต้องการให้นักเรียนสามารถนำความรู้พื้น ฐาน ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งพบร้อยละ 37.54 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าจากคำอธิบายรายวิชา และจุดประสงค์การเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนและครู รวมทั้งนักเรียนและนักเรียน มีปฏิสัมพันธ์ กันในห้องเรียนมากขึ้น และเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางใน การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนด้วยกัน โดย การใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการอธิบายผลที่ได้จาก การสังเกต การวัด การทดลอง การให้เหตุผลเพื่อแสดงการยอมรับหรือไม่ยอมรับความคิดเห็นใน สถานการณ์ต่างๆ ที่กำหนดขึ้น โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมในการอธิบาย

จะเห็นได้ว่าคำถามส่วนใหญ่ที่พบในหนังสือจะใช้คำว่า ทำไม จงอธิบาย เห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด อยู่เสมอ ซึ่งเป็นคำถามเกี่ยวกับทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลทั้งสิ้น ทั้งนี้เพราะต้องการให้กิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนสอดคล้องกับคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จึงมีการจัดทำหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีคำถามหรือข้อความต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การทำงานร่วมกัน และการแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัด ซึ่งพบร้อยละ 1.26 เท่ากันทั้ง 2 ทักษะ สาเหตุที่พบทักษะทั้ง 2 ทักษะน้อย อาจมีสาเหตุเช่นเดียวกับในวิชาวิทยาศาสตร์ 1

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยพบว่า ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการวัด และทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา และทักษะการพยากรณ์ ส่วนในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะที่พบน้อยที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการวัด และทักษะที่ไม่พบ คือ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนวทางในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

1. เป็นแนวทางให้ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ นำไปใช้ในการประกอบการเรียนการสอน โดยนำไปเป็นข้อมูลในการสอนว่า ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรเพิ่มกิจกรรมต่าง ๆ ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะที่พบน้อย ๆ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 เล่ม เช่น กิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการจัดนิทรรศการเกี่ยวกับโครงงานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน หรือมีการกำหนดสถานการณ์ขึ้นมา แล้วให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ว่า ในสถานการณ์นั้น มีตัวแปรอะไรบ้าง และตัวแปรเหล่านั้นจัดเป็นตัวแปรประเภทใด หรือการให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อกำหนดตัวแปรและกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หรือ การใช้คำถามส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการวัด ให้มากขึ้นและมีความหลากหลายมากขึ้น

หรือควรจัดเวลาเรียน โดยให้มีการสอนซ่อมเสริมสำหรับในส่วนของบทเรียนที่ต้องการสอนเพิ่มเติมจากหนังสือเรียน

2. นำไปใช้เป็นเอกสารประกอบการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ เช่น ให้นักเรียนดูตัวอย่างลักษณะของคำถามและข้อความที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วให้นักเรียนเขียนคำถามหรือข้อความที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านั้น เป็นต้น

3. เป็นแนวทางในการปรับปรุงหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และเป็นข้อมูลในการพัฒนาหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

ควรมีการทำวิจัยต่อ ในประเด็นต่อไปนี้

1. ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

2. ศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ครบทุกทักษะ

บรรณานุกรม

- กมล หลีกภัย. 2524. “ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรกะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ก่อศักดิ์ ศรีน้อย. 2527. “การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2521. **ประมวลศัพท์ทางวิชาการศึกษา**. กรุงเทพฯ: รุ่งเรืองการพิมพ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2538. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538**.
- กิตติ กาญจนภานันท์. 2544. “การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร เขตลาดกระบัง.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิตสาขามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. 2523. **ชุดการเรียนการสอนหน่วยที่ 9 การใช้คำถาม**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525. **ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.
- ชุติญา สุริยมณฑล. 2535. “การสำรวจประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โชติ เพชรชื่น. 2527. “การสอนและการสอนเพื่อคิดเป็น.” **การวัดผลการศึกษา**. 12(11) : 16.
- ชำนาญ เขาวงกตพิงษ์. 2523. “ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ดวงกมล เหมะรัต. 2525. “การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือแบบเรียนชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- น้อยทิพย์ คัสตราศาสตร์. 2522. “การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิสวธีรานนท์. 2525. “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.” หน้า 45. ใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์ 3 หน่วยที่ 1 – 5. นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- บรรพต วงศ์แสวง. 2523. “การวิเคราะห์แบบเรียนฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บพิตร เอกะวิภาค. 2517. “การวิเคราะห์เนื้อหาแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์. 2526. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ. 2527. “ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประสานวงศ์ บูรณะพิมพ์. 2528. “การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน ในโรงเรียนสาธิตในสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประหยัด จันทร์ชมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต. 2528. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ปรีชา วงศ์ชูศิริ. 2525. “การจัดลำดับเนื้อหาและประสบการณ์.” หน้า 91. ใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 – 7. นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปรีชา วงศ์ชูศิริ. 2527. “การสอนวิทยาศาสตร์.” หน้า 8. ใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. เอกสารการสอนชุดวิชาวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 – 7. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- เปรมวดี รักขวลี. 2539. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ
 ค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึก
 กระบวนการทางเทคโนโลยี กับการสอนตามคู่มือ.” ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ผกามาศ วรานุสันติกุล. 2524. “ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตาม
 การประเมินของครู.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย.
- ผุสดี ตามไท. 2527. “การพัฒนาวัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มสร้างเสริม
 ประสบการณ์ชีวิต ระดับประถมศึกษา.” ข่าวสาร สสวท. 12(3) : 30.
- พจน์ สะเพียรชัย. 2535. พัฒนาการวัดผล. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- พิกุล รื่นเรใจ. 2527. “การศึกษาผลการสอนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์วิชาวิทยาศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้านทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัด
 กระทำข้อมูลและการสื่อความหมาย และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล.”
 ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พิศาล สร้อยรุห์ร่า. 2527. งานพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของสถาบัน
 ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.
- พิศาล สร้อยรุห์ร่า. 2529. “การปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนกับความ
 ต้องการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย.” วารสาร สสวท. 14(2) : 4.
- พีระศักดิ์ ไพศาลนันท์. 2525. “การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขั้นสติปัญญาการเรียนรู้ตามทฤษฎี
 ของเปียเจต์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 4 ในจังหวัดราชบุรี.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน)
 สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. 2530. “แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.” วารสารวิจัยและ
 พัฒนาการเรียนการสอน. 2 (2) : 2.
- มานิช วาตะพุกณะ. 2523. “สัมฤทธิ์ผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ
 พฤติกรรมด้านภาคปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญวัฒนา
 นครราชสีมา.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน)
 สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535. วิธีวิจัยการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

- รุจี โจรจนประศาสน์. 2523. “ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วนา ชลประเวศ. 2526. “การศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกม กับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วรวิดี หมั่นสุกแสง. 2534. “การวิเคราะห์เนื้อหาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540. การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2518. “วิจัยและประเมินผล รายงานการสอนแบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.” กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารอัดสำเนา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2520. เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2524. “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.” กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารอัดสำเนา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2535. “แผนระยะยาวเพื่อส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี (พ.ศ. 2535-2549).” กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารอัดสำเนา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2537. “การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์.” กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารอัดสำเนา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2541. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2541. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2
หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว.
- สมบูรณ์ กมลวรรณ. 2530. “การสำรวจประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือ
เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์
ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สัญญา ทิพเสนา. 2517. “การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะ
เบื้องต้นของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา.” ปรียญวิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.
- ลีปนันท เกตุทัต. 2533. “ทิศทางและนโยบายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ
ไทย.” กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ. เอกสารอัดสำเนา.
- สุนันท์ สังข์อ่อง. 2531. “การเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่
ประชาชน.” วารสาร สสวท. 16(2) : 19.
- สุมาลี พิตรากุล. 2518. “ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมทางวาจา กับการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อน
ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา.” วิทยานิพนธ์
ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรวุฒิ สุชินโรจน์. 2523. “เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเรียน
ด้วยการสอนแบบสืบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ.”
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. 2527. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
เล่ม 1. กรุงเทพฯ : เจเนอรัล บুক เซนต์เตอร์.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎมมนตรี. 2544.
แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่เก้า พ.ศ. 2545 – 2549.
- ไสว พักขาว. 2537. “การพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี.”
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสาวลักษณ์ โรมา. 2543. “การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ของประเทศไทย กับประเทศญี่ปุ่น.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- อนันต์ จันทร์แก้ว. 2523. “ผลของการใช้คำถามของครูที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2.” ปรินิพนธ์การศึกษาคุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อรุณี ลีกันข. 2534. “ผลของการสอนโดยสอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุทัย ชีวะธนรักษ์. 2517. “การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวน สอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา.” ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Abruscato, J. 2000. **Teaching Children Science A Discovery Approach.** 5th ed. Boston : Allyn And Bacon.
- American Association for the Advancement of Science. 1974. **Science – A Process Approach : Commentary for Teachers.** Washington, D.C. : AAAS / Xerox Corporation.
- American Association for the Advancement of Science. 1996. **Science – A Process Approach : Commentary for Teachers.** 9th ed. Washington, D.C. : AAAS / Xerox Corporation.
- Butzow, J.W. 1971. “The Process Learning Components of Physical Science : A Pilot Study.” **Research in Education.** 6(10) : 85.
- Cunningham, R.T. 1977. “Developing Question – Asking Skills.” **Developing Teacher Competencies.** 59(3) : 89.
- Garland, N. et. al. 1973. **Elementary Science Learning by Investigation.** 2nd ed . Chicago : Rand Mc Nally.
- Jacknicke, K.G. 1975. **A Comparision of Teacher and Student Outcomes of Science – A Process Approach and Alternative Programs in Selected Grade Two Classroom.** [CD-ROM]. Abstracts from : Proquest File : Dissertation Abstracts 21328.
- Klingmann, E. 1978. “The BSCS Guide for Test Analysis , in Measuring the Process of Science Objectives.” **Science Education.** 62(4) : 20.

- Lundstrom, D. and Lowery, L. 1978. **Inquiry Technique for Teaching Science.**
N.J. : Prentice – Hall.
- Nay, M.A. *et. al.* 1971. “A Process Approach to Teaching Science.” **Science Education.**
55(2) : 201 – 203.
- Nelson, M.A. and Engene, A.C. 1973. “Inquiry Skill Measure.” **Journal of Research in
Science Teaching.** 10(4) : 291.
- Okey, J.R. and Field, R.L. 1973. **Basic Process Skill Program.** Bloomington : Indiana
University.
- Padilla, M.J. *et. al.* 1983. “The Relationship between Science Process Skills and Formal
Thinking.” **Journal of Reseach in Science Teaching.** 20(3) : 239 – 246.
- Peterson, K.D. 1978. “Scientific Inquiry Training for High School Students.” **Journal of
Research in Science Teaching.** 15(5) : 153.
- Quinn, M.E. and Kenneth, G.D. 1975. “The Teaching Hypothesis Formation.” **Science
Education.** 59(3) : 289 – 296.
- Stevens, T.J. and Atwood, R.K. 1978. “Interest Scores as Predictors of Science Process
Performance for Junior High Students.” **Science Education.** 62(3) : 303 – 308.
- Widden, M.F. 1972. **A Product Evaluation of Science – A Process Approach.**
[CD-ROM]. Abstracts from : Proquest File : Dissertation Abstracts 15399.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบฟอร์มตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
จากคำถาม / ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 6.1 แบบฟอร์มตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถาม / ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

บทที่	หน้าที่	บรรทัดที่	ประเด็นที่ศึกษา	คำถาม / ข้อความ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ภาคผนวก ข

แบบฟอร์มตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์

ตารางที่ 6.2 แบบฟอร์มตารางแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์

บทที่	หน้าที่	บรรทัดที่	ประเด็นที่ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ		
						+1	0	-1

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงลักษณะของคำหรือข้อความที่พบในประเด็นต่าง ๆ
ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะ

ตารางที่ 6.3 ลักษณะของคำหรือข้อความที่พบในประเด็นต่าง ๆ ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะ

คำหรือข้อความที่พบในประเด็นต่าง ๆ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1. สังเกต 2. บอกลักษณะที่พบ 3. มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร 4. มีลักษณะอย่างไร	1. ทักษะการสังเกต
1. คำถามที่ยกสถานการณ์ใหม่ โดยให้ใช้ความรู้เดิมที่ผ่านมา 2. ความสัมพันธ์ 3. อภิปราย 4. บอกประโยชน์ 5. หาได้จาก 6. พิจารณา 7. พิจารณาว่า... 8. บอกผลที่เกิดขึ้น 9. ขึ้นอยู่กับ...เพราะ... 10. เพราะ ... 11. ได้ศึกษามาแล้ว 12. มีอะไรเป็นส่วนประกอบ 13. อธิบายจากเหตุการณ์ 14. ยกตัวอย่าง 15. จากการทดลอง 16. ย่อยสลายแล้วได้ 17. อธิบายจากการทดลอง 18. จากการทดลอง..เป็นไปตาม ... 19. นักเรียนคิดว่า ... 20. จาก...เป็นการอธิบายว่า... 21. เป็นไปตามกฎ... 22. บอกได้ว่ามีความสัมพันธ์แบบใด 23. ถ้า...จะพบว่า... 24. ...จะได้ว่า... 25. ...จะพบว่า... 26. เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างไร 27. เกิดจากอะไร 28. ขึ้นกับองค์ประกอบใด 29. จากการทดลอง...บอกได้ว่า... 30. นักเรียนทราบหรือไม่ว่า 31. ทำไม จึงอธิบาย	2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
1. ...เป็น... 2. ...เรียกว่า... 3. ...ด้วย... 4. ...คือ ... 5. บอกคำจำกัดความ 6. กล่าวถึงหลักการ	3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
1. จัดเป็นกลุ่ม 2. บอกชื่อ 3. บอกความแตกต่าง 4. ...ชนิดใด... 5. บอกเหตุผลในการจัดกลุ่ม 6. เหมือนหรือต่างกันอย่างไร 7. เถลไถลในการบอกความแตกต่างของ 2 สิ่ง 8. ...จัดอยู่ใน... 9. ...ได้แก่ ... 10. จับคู่ 11. หลักเกณฑ์ในการเลือก 12. จำแนกเป็น	4. ทักษะจำแนกประเภท

คำหรือข้อความที่พบในประเด็นต่าง ๆ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1. ออกแบบตาราง 2. อธิบายโดยใช้เส้นตรงแทน 3. ใส่ข้อความในกรอบสี่เหลี่ยม 4. วาดภาพส่วนประกอบ 5. อธิบายจากรูปภาพ 6. นำข้อมูลมาเขียนกราฟ 7. วาดภาพจากข้อความที่ให้มีมา	5. ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
1. คำถามที่เกี่ยวกับการทดลอง 2. ออกแบบการทดลอง 3. ขั้นตอนการทำงานการทดลอง 4. วิธีการใช้ การเตรียมสาร 5. การเตรียมและการใช้เครื่องมือการทดลอง	6. ทักษะการทดลอง
1. ผลที่เกิดจาก...อาจทำให้ 2. เมื่อ...ยอม...อาจ... 3. ทำนายผลของเหตุการณ์โดยอาศัยข้อมูล ความสัมพันธ์ ที่มีอยู่เป็นแนวทาง 4. พยากรณ์ในขอบเขตข้อมูล 5. พยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูล	7. ทักษะการพยากรณ์
1. จากตาราง จากข้อมูล ได้อะไรเป็นข้อสรุป 2. จาก...แปลความหมายได้ว่า... 3. ...ดังนั้น ... 4. ...นั่นคือ... 5. ...แสดงว่า... 6. เปรียบเทียบและให้เหตุผลประกอบ	8. ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
1. หาขนาดของเวกเตอร์ 2. ให้ขนาดและองค์ประกอบของแรง 3. จงหาค่าความเร็ว ความเร่ง แรง น้ำหนัก งาน กำลังงาน ความถี่ของคลื่น ความเร็วของคลื่นเสียง ครึ่งชีวิตของธาตุ ปริมาณความร้อน เลขมวล เลขอะตอม 4. จงหาจำนวนโปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอน	9. ทักษะการคำนวณ
1. การวัดค่า pH 2. การอ่านค่าที่วัดได้ 3. การวัดอุณหภูมิ 4. การเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์ 5. วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้เท่าใด 6. วัดค่าความต่างศักย์ได้	10. ทักษะการวัด
1. คาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้โดยไม่ทราบความสัมพันธ์ของข้อมูล 2. นักเรียนจะได้ศึกษาจากการทดลองต่อไปนี้ 3. ถ้า...อาจจะ... 4. หาคำตอบล่วงหน้า 5. สร้างและแสดงวิธีทดสอบสมมติฐาน	11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
--	12. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ภาคผนวก ง

ตารางการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
จากคำถาม / ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

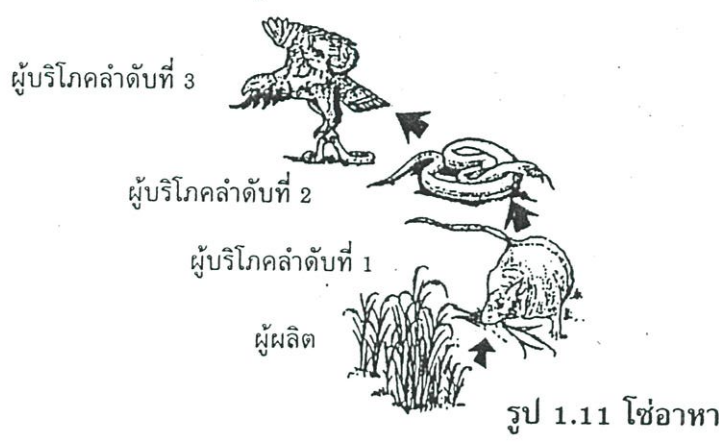
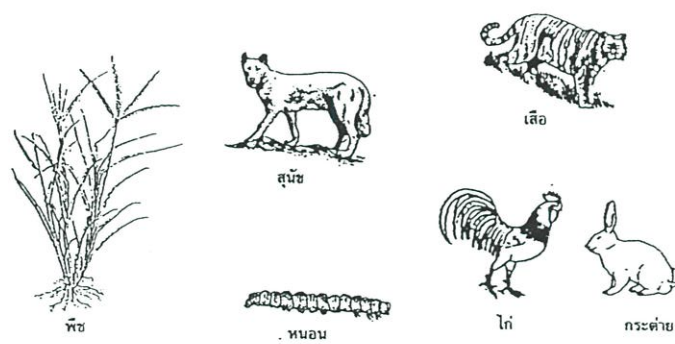
ตารางที่ 6.4 การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากคำถาม / ข้อความ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 วิชาวิทยาศาสตร์ 1

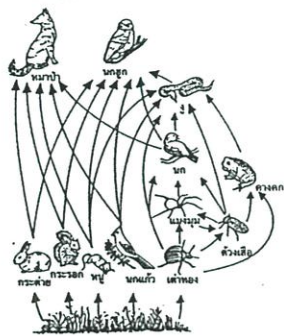
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	1	5	คำถามในเรื่อง	การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		10	ข้อความ	เรียกสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ทุกชนิดที่อยู่ร่วมกันในแต่ละบริเวณนั้นว่า กลุ่มสิ่งมีชีวิต เรียกบริเวณหรือสถานที่ ๆ สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นอาศัยอยู่รวมกันว่า แหล่งที่อยู่	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		12	คำถามในเรื่อง	นักเรียนคิดว่ากลุ่มสิ่งมีชีวิตและแหล่งที่อยู่มีความสัมพันธ์กันอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	2	12	ข้อความ	ความเกี่ยวข้องของสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในกลุ่มสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมรวม เรียกว่า ระบบนิเวศ	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		16	ข้อความ	ระบบนิเวศจะมีขอบเขตเท่าใดก็ได้ อาจมีขอบเขตครอบคลุมกว้างขวางจนรวมทุกสิ่งทุกอย่างในโลก ซึ่งเราเรียกว่า โลกของสิ่งมีชีวิต	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		20	ข้อความ	กิจกรรม การสำรวจระบบนิเวศในสถานศึกษาหรือในท้องถิ่น 1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกศึกษาระบบนิเวศในสถานศึกษาที่กำหนดให้ 2. สังเกตลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่พบ และความสัมพัทธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่พบกับสภาพแวดล้อมหรือแหล่งที่อยู่, 3. ให้นักเรียนบันทึกผลการศึกษาดังตารางตัวอย่างหรือนักเรียนอาจจะออกแบบตารางใหม่ สรุปและอภิปรายผล	ทักษะการทดลอง
	3	17	คำถามหลังกิจกรรม	สิ่งมีชีวิตที่นักเรียนแต่ละกลุ่มพบนั้น เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง	ทักษะการจำแนกประเภท
		18	คำถามหลังกิจกรรม	สิ่งมีชีวิตที่พบในแต่ละบริเวณสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่หรือไม่อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		19	คำถามหลังกิจกรรม	ถ้าแหล่งที่อยู่เปลี่ยนแปลงไป จะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้น ๆ หรือไม่อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	4	2	ข้อความ	นักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ว่าในธรรมชาติ เราจะพบสิ่งมีชีวิตกระจายอยู่ในบริเวณ ต่าง ๆ ในระบบนิเวศของสระน้ำ เราจะพบพืชหลายชนิดอยู่ในบริเวณต่างๆ กัน เช่น จมอยู่ใต้น้ำ สัตว์ก็เช่นเดียวกันอาจจะพบอยู่ในน้ำ อยู่กันสระและขอบสระ	ทักษะการสังเกต
		4	ข้อความ	ถ้ากลุ่มสิ่งมีชีวิตรวมกันอยู่ในที่เดียวกันอย่างหนาแน่น ก็อาจก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยว กับการต่อสู้เพื่อแย่งอาหาร แย่งที่อยู่อาศัย แย่งอากาศหายใจ	ทักษะการตั้งสมมติฐาน
		6	ข้อความ	หากมีกลุ่มสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งเคยอาศัยอยู่ในบริเวณนั้นก่อน แล้วถูกทำลาย ให้หมดไปโดยวิธีใดก็ตาม ย่อมมีผลกระทบไปถึงการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ได้เพราะสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งอาจมีประ โยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นบางชนิด แต่ในขณะ เดียวกันก็เป็นโทษต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		9	ข้อความ	ผลกระทบใดๆที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง และอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตในแง่ใด แง่หนึ่งเรียกว่า ปัจจัยทางชีวภาพ	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
		10	ข้อความ	เราอาจนำความรู้เรื่องปัจจัยทางชีวภาพไปใช้ในการเกษตร เช่น การเลี้ยงปลานิลควร นำสาหร่ายและแหนใส่ลงไปใบบ่อ สาหร่ายและแหนนอกจากจะเป็นอาหารของ ปลานิลแล้ว ยังช่วยเพิ่มออกซิเจนด้วย สาหร่ายและแหนจึงมีอิทธิพลต่อการดำรง ชีวิตของปลานิล จากตัวอย่างนี้สาหร่ายและแหนเป็นปัจจัยทางชีวภาพของปลานิล	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		14	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	จากตารางการสำรวจระบบนิเวศที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว อะไรเป็นปัจจัยทาง ชีวภาพและกายภาพของต้นกุหลาบ	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
		16	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงยกตัวอย่างให้เห็นว่าแมลงเป็นปัจจัยทางชีวภาพของพืช	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		18	ข้อความ	อุณหภูมิ แสงสว่าง น้ำ สารอาหาร และแร่ธาตุต่างๆ สิ่งเหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อ สิ่งมีชีวิตทั้งสิ้น เรียกปัจจัยเหล่านี้ว่า ปัจจัยทางกายภาพ	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	
1	5	21	คำถามในเนื้อเรื่อง	ปัจจัยทางกายภาพอะไร เมื่อเปลี่ยนแปลงไปจะมีผลกระทบต่อระบบนิเวศ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
	7	3	ข้อความ	ระบบนิเวศมีมากมายหลายแบบ มีขนาดแตกต่างกัน มีทั้งระบบนิเวศที่อยู่ในแหล่งน้ำ เช่น หนอง สระ ทะเลสาบ มหาสมุทร และระบบนิเวศที่อยู่บนบก ได้ขอนไม้ กอหญ้า พุ่มไม้ แปลงผัก สวนครัว สวนผลไม้ ในไร่ ป่าไม้ ป่าชายเลน ป่าพรุ ป่าดิบชื้น บนภูเขาสูง ล้วนมีสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายของชนิดอาศัยอยู่ทั้งนั้น	ทักษะการจำแนกประเภท	
	9	9	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ให้นักเรียนพิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม มีสระน้ำ 2 แห่ง แต่ละแห่งมีปลาอยู่ 100 ตัว และมีอยู่ 5 ชนิดเท่ากัน สระน้ำแห่งแรกมีปลาชนิดละ 20 ตัวเท่ากันหมด ส่วนสระน้ำแห่งที่ 2 มีปลาชนิดหนึ่ง 80 ตัว อีก 4 ชนิดมีเหลืออยู่อย่างละ 5 ตัว นักเรียนคิดว่าสระน้ำแห่งใดมีความหลากหลายของชนิดของสิ่งมีชีวิตมากที่สุด	ทักษะการจำแนกประเภท	
	14		ข้อความ	ในระบบนิเวศหนึ่งๆนอกจากจะมีความหลากหลายของชนิดของสิ่งมีชีวิตแล้ว ในสิ่งมีชีวิตเดียวกันยังมีความหลากหลายทางพันธุกรรม	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
	18		คำถามในเนื้อเรื่อง	ให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มีหลายสายพันธุ์	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
	19		คำถามในเนื้อเรื่อง	ในปัจจุบัน สิ่งมีชีวิตบางชนิดได้สูญพันธุ์ไปแล้ว นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
	10	12		คำถามในเนื้อเรื่อง	นักเรียนคิดว่าความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีคุณและโทษต่อกันอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		13		คำถามในเนื้อเรื่อง	ทำไมลูกไก่ที่ฟักออกมาจากไข่ใหม่ๆ จึงมักเบียดกันเป็นกลุ่ม	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		14		คำถาม ในเนื้อเรื่อง	การที่พวกมด ปลวก หรือผึ้งอาศัยอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่ม ๆ นั้น สัตว์เหล่านี้จะได้ประโยชน์อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	11	7		คำถามในเนื้อเรื่อง	นักเรียนคิดว่าปลวกกับ โปรโตซัวมีความสัมพันธ์กันอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
12	6		คำถามในเนื้อเรื่อง	นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า ดอกไม้กับแมลง เพี้ยอ่อนกับมดมีความสัมพันธ์แบบใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
13	1		คำถามในเนื้อเรื่อง	นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า ต้นพลูด่างได้น้ำและแร่ธาตุมาจากไหน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	13	2	คำถามในเรื่อง	การอยู่ร่วมกันของต้นพลูด่างบนต้นไม้ใหญ่เหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		3	คำถามในเรื่อง	เฟิร์นที่เจริญอยู่บนต้นไม้ กล้วยไม้ที่เจริญบนต้นไม้ใหญ่เป็นความสัมพันธ์แบบใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	14	5	คำถาม ในเรื่อง	ให้นักเรียนพิจารณาว่าควรจัดความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้เป็นภาวะใด เห็บกับสุนัข ไรกับไก่ เหาบนศึรษะ เสือกับกวาง เขี้ยวกับหนู หนูกับงู กล้วยบนต้นไม้ใหญ่ ผอยทองบนต้นไม้ใหญ่ กาฝากบนต้นมะม่วง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		12	คำถามในเรื่อง	ให้อภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างชาวไร่กับแมลง ชาวนากับงู ชาวนากับโรคข้าว	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	15	2	ข้อความ	นักเรียนได้ศึกษามาแล้วว่ากลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกันในระบบนิเวศ มีความสัมพันธ์กันเสมอไม่ทางตรงก็ทางอ้อม และยังมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมด้วย สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อยู่ในระบบนิเวศนั้น แต่ละชนิดต่างก็มีหน้าที่และบทบาทหลักที่ต้องทำอย่างเป็นระบบเป็นแบบแผน เพื่อจะให้อยู่ร่วมกันอย่างเป็นปกติตามธรรมชาติ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		11	ข้อความ	สัตว์ต่างๆ เรียกว่า ผู้บริโภคซึ่งจำแนกเป็นผู้บริโภคพืช ผู้บริโภคสัตว์ ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ และ ผู้บริโภคซากพืชและซากสัตว์	ทักษะการจำแนกประเภท
		13	คำถาม ในเรื่อง	ให้นักเรียนยกตัวอย่างสัตว์ที่เป็นผู้บริโภคพืช ผู้บริโภคสัตว์ ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ และ ผู้บริโภคซากพืชและซากสัตว์ อย่างละ 2 ชนิด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	16	6	คำถามในเรื่อง	ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารแตกต่างกับผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		7	คำถาม ในเรื่อง	กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร มีประโยชน์ต่อการเกษตรอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		8	คำถามในเรื่อง	ถ้าไม่มีผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร จะกระทบกระเทือนต่อระบบนิเวศอย่างไรบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		9	คำถาม ในเรื่อง	ถ้าโลกเราไม่มีผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร จะมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่นอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	16	21	คำถาม ในเรื่อง	<p>ให้นักเรียนพิจารณาโซ่อาหารในรูป 1.11 ว่ามีการถ่ายทอดพลังงานอย่างไร</p>  <p>รูป 1.11 โซ่อาหาร</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
17	3	3	คำถาม ในเรื่อง	<p>ให้จัดลำดับผู้บริโภครูป 1.10</p>  <p>รูป 1.10 ผู้ผลิตและผู้บริโภค</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	17	11	คำถาม ในเรื่อง	<p>จากรูป 1.12 นักเรียนคิดว่าจะแยกได้เป็นกี่โซ่อาหาร อย่างไรบ้าง</p>  <p>รูป 1.12 สายใยอาหารบนบก</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
19	1	1	ข้อความ	<p>ทางเกษตรกรรม ถ้ามีแมลงกินผลผลิตในไร่รนามาก จำนวนพืชจะลดลง แต่ถ้าใช้ยาฆ่าแมลงมากเกินไป จะมีผลทำให้สัตว์อื่นขาดอาหารและมีปริมาณน้อยลง ฉะนั้นการใช้ยาฆ่าแมลงจึงต้องมีความรอบคอบ เพราะจะมีผลกระทบต่อโซ่อาหาร</p>	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	12	12	ข้อความ	<p>แผนภาพการถ่ายทอดพลังงาน</p> <pre> พลังงานที่สัตว์กินเข้าไปทั้งหมด 100 % ├── พลังงานที่ถูกขับออกทางมูลสัตว์ 30 % │ ├── พลังงานที่ถูกขับออกทาง │ │ ├── ปัสสาวะ 3 % │ │ ├── ความร้อน 10 % │ │ └── ก๊าซ 7 % │ └── เพื่อการดำรงชีวิต 15 % │ ├── หายใจ │ ├── สูบฉีดโลหิต │ └── รักษาอุณหภูมิ ฯลฯ └── พลังงานที่นำไปใช้ 70 % ├── พลังงานสุทธิ 50 % │ └── เพื่อการผลิต 35 % │ └── เก็บในรูปเนื้อเยื่อ - รูปผลผลิต └── พลังงานที่เหลือ 20 % (ไม่ระบุ) </pre>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	20	14	ข้อความ	เราทราบแล้วว่าในระบบนิเวศ ซึ่งเป็นระบบที่สิ่งมีชีวิตเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันมีพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดกิจกรรมต่าง ๆ ของระบบ โลกเป็นระบบนิเวศหนึ่งแหล่งพลังงานที่ก่อให้เกิดกิจกรรมต่างๆในโลก คือ แสงอาทิตย์	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		19	คำถามในเนื้อเรื่อง	นอกจากพืชแล้วยังมีสิ่งมีชีวิตอื่นอีกหรือไม่ ที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	21	9	คำถามในเนื้อเรื่อง	นักเรียนคิดว่าถ้าบริโภคน้ำตาล 180 g จะได้พลังงาน 686 กิโลแคลอรี หรือไม่	ทักษะการคำนวณ
		26	ข้อความ	การลำเลียงสารอาหารจากแหล่งที่มีความเข้มข้นน้อย ไปสู่แหล่งที่มีความเข้มข้นสูง เรียกว่า แอททิฟทรานสปอร์ต	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
	22	20	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า ในระบบนิเวศนั้น มีการเปลี่ยนรูปและการคืนรูปของพลังงานหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท
	23	2	คำถามท้ายบท	1. สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดแยกตัวเองอยู่เฉพาะพวกเดียวได้หรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		3	คำถาม ท้ายบท	2. ปัจจัยทางชีวภาพและปัจจัยทางกายภาพ คืออะไร ถ้าให้แปลงผักคะน้าเป็นระบบนิเวศหนึ่ง จงบอกปัจจัยทางชีวภาพและปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อต้นคะน้า	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ , ทักษะการจำแนกประเภท
		5	คำถาม ท้ายบท	3. ผู้บริโภคเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ระบบนิเวศอยู่ในสภาพสมดุลธรรมชาติ ยังมีปัจจัยอะไรอีกบ้าง ที่ทำให้ระบบนิเวศอยู่ในสภาพสมดุลธรรมชาติ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		7	คำถาม ท้ายบท	4. จากข้อมูลที่ได้สำรวจระบบนิเวศตามธรรมชาติแห่งหนึ่ง มีสิ่งมีชีวิตต่อไปนี้ ต้นข้าว หญ้า สาหร่าย เห็ด กบ งู นกเอี้ยง นกแร้ง ไส้เดือน ปลิง ปู หนู หอยทาก แมลงปอ หนอนผีเสื้อ ให้นักเรียนจำแนกสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ลงในตาราง	ทักษะการจำแนกประเภท
		13	คำถาม ท้ายบท	5. ให้นักเรียนเขียนลูกศรแสดงสายใยอาหารของสิ่งมีชีวิต ในบริเวณสระน้ำจืดแห่งหนึ่ง มี ปลา เต่า กบ งู ลูกน้ำ ปลิง นกแมลงปอ ตัวอ่อนของแมลงปอ ตั๊กแตน หนู แมงมุม สาหร่าย แมลงกินพืช	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	23	15	คำถาม ท้ายบท	6. การใช้สารเคมีกำจัดแมลง มีผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารหรือไม่ อย่างไร และทำให้เกิดการเสียดุลธรรมชาติหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		17	คำถามท้ายบท	7. ในระบบนิเวศมีการหมุนเวียนของพลังงานอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		18	คำถาม ท้ายบท	8. จากการศึกษาเรื่องระบบนิเวศ นักเรียนพอจะสรุปได้ไหมว่าการเกิดเป็นระบบนิเวศหนึ่ง ๆ นั้น ประกอบด้วยสิ่งสำคัญอะไรบ้าง นอกจากสิ่งประกอบเป็นระบบนิเวศแล้ว ยังมีอะไรเป็นกลไกสำคัญอีกบ้าง	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
2	25	4	ข้อความ	กิจกรรมที่ 2.1 ศึกษาโครงสร้างของเซลล์จากกล้องจุลทรรศน์ ตอนที่ 1 1. เลือกใบสาหร่ายหางกระรอกที่บางที่สุดวางลงบนสไลด์ หยดน้ำหนึ่งหยด แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ , 2. นำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ วาดภาพบริเวณของใบส่วนที่ไม่ที่บวมมากนักเพื่อแสดงสัดส่วนภายใน ตอนที่ 2 1. หยดน้ำเกลือ 0.85 % ลงบนสไลด์ที่สะอาด 1 หยด 2. ใช้ไม้จิ้มฟันด้านบนขูดเบาๆที่ผิวแก้มภายในปาก เชี่ยลงบนหยดน้ำเกลือ 3. หยดสารละลายไอโอดีน หรือแซฟรานีนลงไปหนึ่งหยด , 4. ปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ , 5. ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ วาดภาพแสดงส่วนประกอบภายใน	ทักษะการทดลอง
		16	คำถาม หลังกิจกรรม	รูปร่างและโครงสร้างภายในของเซลล์สาหร่ายหางกระรอกกับเซลล์เข็ญข้างแก้มเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท
		18	คำถาม หลังกิจกรรม	เพราะเหตุใด เมื่อศึกษาเซลล์เข็ญข้างแก้มจึงหยดน้ำเกลือเข้มข้น 0.85 % ลงไป หยดสารละลายไอโอดีน หรือแซฟรานีนลงไป เพื่ออะไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		20	คำถาม หลังกิจกรรม	รูปร่างและ โครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	
2	26	4	คำถาม ในเรื่อง	ภาพเซลล์ที่เห็นจากกล้องจุลทรรศน์ ทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ เมื่อเปรียบเทียบกับ รูป 2.2 มีส่วนไหนคล้ายคลึงกันบ้าง ส่วนที่คล้ายกันนั้น เรียกว่าอะไร จะใช้เกณฑ์ อะไรเป็นเครื่องชี้ขาดว่าเซลล์ตัวอย่างเป็นสัตว์หรือเซลล์พืช	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
	28	12	คำถามในเรื่อง	บอกชื่อโรคที่มีเชื้อไวรัส เป็นสาเหตุให้มนุษย์เจ็บป่วยมา 5 โรค	ทักษะการจำแนกประเภท	
		13	คำถามในเรื่อง	บอกชื่อโรคพืชและโรคสัตว์ ที่เกิดเชื้อไวรัส มา 3 ชื่อ	ทักษะการจำแนกประเภท	
	29	2	ข้อความ	โครงสร้างของเซลล์จากใบสาหร่ายหางกระรอกและเซลล์เยื่อข้างแก้ม ที่ นักเรียนศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์นั้น เป็นตัวอย่างแสดงลักษณะเซลล์พืชและเซลล์ สัตว์ทั่ว ๆ ไปที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ เซลล์พืชมีผนังเซลล์ มีเม็ดคลอโร พลาสต์มองเห็นเป็นสีเขียว ส่วนเซลล์สัตว์ไม่มีผนังเซลล์และไม่มีเม็ดคลอโรพลาสต์ เราจึงใช้ลักษณะโครงสร้าง 2 ประการนี้ คือ ผนังเซลล์ และ เม็ดคลอโรพลาสต์ เป็นเกณฑ์อย่างหนึ่งในการจำแนกพืชและสัตว์	ทักษะการจำแนกประเภท	
			7	ข้อความ	นอกจากนี้ยังมีสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่โครงสร้างของร่างกายไม่ได้ประกอบด้วยเซลล์ มากมายเหมือนเซลล์พืชและสัตว์ คือ มีเพียงเซลล์เดียวหรือเห็นเป็นหลายเซลล์มาต่อ กัน แต่เซลล์เหล่านี้ไม่ได้รวมกันเป็นเนื้อเยื่อ หรืออวัยวะเหมือนกลุ่มเซลล์ของพืช หรือสัตว์ แต่สามารถดำรงชีวิตได้ ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ยังมีลักษณะ แตกต่างกัน จึงใช้เป็นเกณฑ์จำแนกสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวออกจากกันได้อีก	ทักษะการจำแนกประเภท
			12	ข้อความ	การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่ตามเกณฑ์สามารถหรือเกณฑ์ทางวิทยา ศาสตร์นั้น ใช้วิธีพิจารณาลักษณะทางการวิวัฒนาการองค์ประกอบระดับเซลล์และ ระดับโมเลกุล จัดจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ตามเกณฑ์กว้าง ๆ ก่อน แล้ว จึงแบ่งแยกย่อยลงไปอีก	ทักษะการจำแนกประเภท

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2	29	14	ข้อความ	การจัดจำแนกระดับใหญ่ที่สุด คือ จัดเป็นอาณาจักร สิ่งมีชีวิตในโลกนี้จำแนกออกเป็น 5 อาณาจักร ตามจำนวนเซลล์ และ โครงสร้างของเซลล์ คือ อาณาจักรมอเนอรา อาณาจักรเห็ดราและยีสต์ อาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช และอาณาจักรสัตว์	ทักษะการจำแนกประเภท
		2	ข้อความ	สิ่งมีชีวิต 2 กลุ่มที่จัดไว้ในอาณาจักรมอเนอรา คือ แบคทีเรีย และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เรียกว่า มอเนอรา สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ทำให้นิวเคลียสกระจายอยู่ในเซลล์ มีเซลล์เพียงเซลล์เดียว หรือหลายเซลล์มาต่อกัน พบได้ทั้งในน้ำและบนบก บางชนิดสังเคราะห์แสงได้ เพราะมีเม็ดคลอโรพลาสต์	ทักษะการจำแนกประเภท
		8	คำถามในเนื้อเรื่อง	แบคทีเรีย มีรูปร่างลักษณะอย่างไรบ้าง	ทักษะการสังเกต
		9	คำถามในเนื้อเรื่อง	ถ้าจะแบ่งแบคทีเรียออกเป็นชนิดต่าง ๆ จะแบ่งได้เป็นกี่ชนิด ใช้เกณฑ์อะไร	ทักษะการจำแนกประเภท
		13	ข้อความ	เรียกกระบวนการที่แบคทีเรียนำไนโตรเจนจากอากาศมาสังเคราะห์เป็นสารประกอบไนเตรตแอมโมเนีย และกรดอะมิโน ว่า กระบวนการตรึงไนโตรเจน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
32	1	1	คำถามในเนื้อเรื่อง	การที่ชาวไร่ปลูกพืชตระกูลถั่วในดิน มีประโยชน์อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		2	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	โรครักบี้ใช้เจ็บของมนุษย์ สัตว์และพืชที่เกิดจากแบคทีเรีย ได้แก่โรคอะไรบ้าง บอกชื่อโรคมามาก 5 ชื่อ	ทักษะการจำแนกประเภท
		4	คำถามในเนื้อเรื่อง	ถ้าโลกนี้ขาดแบคทีเรีย จะเกิดปัญหาหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		8	ข้อความ	กิจกรรมที่ 2.2 ศึกษาโพรทิสต์ในน้ำ, ตอนที่ 1 1. นำน้ำจากจากแหล่งต่างๆ ใช้หลอดหยดดูดน้ำที่เตรียมไว้หยดลงบนสไลด์ 1 หยด แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์, 2. นำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ วาดภาพสิ่งมีชีวิตที่เห็นจากกล้อง ๆ , ตอนที่ 2 1. ใช้หลอดหยดดูดน้ำฟาง ที่ใช้เลี้ยงโพโทซัว มาหยดลงบนสไลด์ 1 หยด ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์, 2. นำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ วาดภาพสิ่งมีชีวิตที่เห็น	ทักษะการทดลอง

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2	32	17	คำถาม หลังกิจกรรม	น้ำจากบ่อ หรือบึงต่าง ๆ เมื่อนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่มีรูปร่างแตกต่างกันกี่ชนิด อะไรบ้าง	ทักษะการจำแนกประเภท
		19	คำถามหลังกิจกรรม	สิ่งมีชีวิตที่เห็นจากกล้องจุลทรรศน์ นั้นมีรูปร่างอย่างไร	ทักษะการสังเกต
		20	คำถามหลังกิจกรรม	อวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตที่เห็นได้แก่อะไร	ทักษะการสังเกต
		21	คำถาม หลังกิจกรรม	สิ่งมีชีวิตที่เห็นจากน้ำบ่อหรือบึงต่าง ๆ กับสิ่งมีชีวิตที่ได้จากน้ำฟางที่เตรียมไว้ เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		23	คำถามหลังกิจกรรม	จากน้ำที่ศึกษา พบว่าสิ่งมีชีวิตใดเหมือนกับภาพในหนังสือบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
33	1	ข้อความ	ข้อความ	สิ่งมีชีวิตที่นักเรียน ได้ศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์ คือ โพรติสต์ชนิดต่างๆที่มีขนาดเล็ก และมีโครงสร้างง่าย บางชนิดอาจจะเห็นว่าไม่มีเมือเคลือบอยู่ภายในเซลล์ บางชนิด สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้เช่นเดียวกับสัตว์ทั่วไป และจำนวนเซลล์อาจมี 1 เซลล์ หรือหลายๆ เซลล์ เชื่อมต่อกันเป็นสายยาวๆ แต่เซลล์เหล่านี้ไม่ได้รวมกันเป็น เนื้อเยื่อเหมือนพืชหรือสัตว์คั้งนั้น จึงจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ออกจากพืชและสัตว์ และถ้าพิจารณาลักษณะของนิวเคลียสของพวกโพรติสต์ จะเห็นว่านิวเคลียสรวมกัน เป็นก้อนเราใช้ลักษณะของนิวเคลียสเป็นเกณฑ์ในการจำแนกโพรติสต์ออกเป็น คนละอาณาจักรกับมอเนอรา โพรติสต์ ได้แก่ สาหร่ายชนิดต่าง ๆ และโพรโตซัว	ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท
				8	ข้อความ
34	4	คำถาม ในเรื่อง	ข้อความ	นักเรียนให้เหตุผลได้หรือไม่ว่า ถึงแม้ว่าสาหร่ายมีเม็ดคลอโรพลาสต์ สำหรับ สังเคราะห์ด้วยแสง ทำไมจึงเป็นโพรติสต์	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
				19	ข้อความ

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2				สาหร่ายคือ เคลื่อนที่ได้รวดเร็ว เพราะมีโครงสร้างสำหรับใช้ในการเคลื่อนที่ เช่น แพลกเจลลัม ซีเลีย เท้าเทียม โครงสร้างเหล่านี้ทำให้แยกโปรโตซัวออกเป็นชนิดต่างๆ ได้หลายชนิด พวกโปรโตซัวก็เช่นเดียวกับสาหร่าย คือ อาศัยอยู่ได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม บางชนิดก็เป็นปรสิตอาศัยอยู่ในสิ่งมีชีวิตอื่น บางชนิดดำรงชีวิตแบบอิสระ เช่น อะมีบาและพารามีเซียม	
	35	7	ข้อความ	อาณาจักรเห็ด รา ยีสต์ สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอาณาจักรนี้ มีเซลล์เดียว ได้แก่ ยีสต์ มีหลายเซลล์ ได้แก่ เห็ดรา ซึ่งเซลล์ต่อกันมีลักษณะเป็นเส้นใย ส่วนปลายจะเป็นอับสปอร์ และภายในอับสปอร์จะมีสปอร์จำนวนมากทำหน้าที่ขยายพันธุ์	ทักษะการจำแนกประเภท
	38	15	ข้อความ	จากตารางจะเห็นว่า เห็ดมีน้ำมากที่สุด รองลงมาคือ คาร์โบไฮเดรต และแร่ธาตุ ด้วย	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
		20	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงบอกชื่อเห็ดที่ใช้บริโภคได้มา 5 ชนิด	ทักษะการจำแนกประเภท
		21	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงบอกชื่อโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อรามา 5 โรค	ทักษะการจำแนกประเภท
		22	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงบอกชื่อยาปฏิชีวนะมา 3 ชื่อ ที่สกัดมาจากเชื้อรา	ทักษะการจำแนกประเภท
		23	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงบอกชื่ออาหารที่ใช้เชื้อราช่วยในการผลิตมา 3 ชื่อ	ทักษะการจำแนกประเภท
		24	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงบอกถึงเห็ดกินไม่ได้ เห็ดพิษ หรือเห็ดเมาที่ทำให้ประสาทหลอน	ทักษะการจำแนกประเภท
		25	คำถามในเนื้อเรื่อง	คุณลักษณะต่างๆ ภายนอก พอเป็นข้อสังเกต และกินได้หรือไม่	ทักษะการสังเกต
	39	7	ข้อความ	ถ้านักเรียนสังเกตบริเวณที่ชุ่มชื้น เช่น ตามพื้นดิน หรือเรือนเพาะชำ จะพบว่า มีพืชสีเขียวเล็กๆ ซึ่งคล้ายตะไคร่น้ำขึ้นเขียวอยู่เป็นหย่อมๆ มองคล้ายพรมสีเขียวสด	ทักษะการสังเกต
		9	ข้อความ	ถ้าพิจารณาให้ละเอียดจะพบว่า ต้นพืชเหล่านี้ ไม่มีราก และใบอย่างแท้จริงเหมือนพืชทั่วไป เพียงแต่มีอวัยวะที่คล้ายและทำหน้าที่เหมือนราก ลำต้นและใบเท่านั้น พืชที่มีลักษณะเช่นนี้ ได้แก่ มอสและลิเวอร์เวิร์ด	ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2	39	17	ข้อความ	ความแตกต่างของพืช 2 กลุ่มนี้ คือ กลุ่มแรก ไม่มีระบบท่อลำเลียง กลุ่มหลังมีระบบท่อลำเลียง เราจึงใช้ระบบท่อลำเลียงเป็นเกณฑ์จำแนกพืชในระดับถัดมาจากอาณาจักร พืชพวกที่มีเนื้อเยื่อประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำ และอาหารให้แก่ส่วนต่าง ๆ จึงจัดว่าเป็นพืชมีระบบท่อลำเลียง	ทักษะการจำแนกประเภท
		22	คำถามในเนื้อเรื่อง	นักเรียนพอจะบอกได้หรือไม่ว่าเฟิร์นมีประโยชน์อย่างไรบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	40	5	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงบอกประโยชน์ที่จะได้จากพืชพวกเฟิร์นมา 2 ข้อ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
42		1	ข้อความ	พืชที่มีท่อลำเลียงชนิดมีเมล็ด ยังแบ่งเป็นพืชไร้ดอกและพืชมีดอก	ทักษะการจำแนกประเภท
		8	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงบอกประโยชน์ที่ได้จากพืชพวกสนมา 4 ข้อ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
43		1	ข้อความ	กิจกรรมที่ 2.3 ศึกษาลักษณะส่วนต่าง ๆ ของพืช 1. นำต้นพืช เช่น หลู่ฮ้าน หลู่ฮ้านเหี่ยวหมู ต้นข้าวโพด อ้อย บานเย็น ผักกระสัง ต้นถั่วดำ และต้นละหุ่ง ที่เพาะไว้แล้วอย่างน้อย 2 สัปดาห์ มาชนิดละต้น 2. พิจารณาส่วนต่าง ๆ เช่น ลำต้น ใบ ราก ของพืชเหล่านี้ พร้อมทั้งวาดภาพ 3. บอกลักษณะของลำต้น ใบ และรากของพืชเหล่านี้ลงในตารางที่กำหนดให้	ทักษะการสังเกต , ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมาย ข้อมูล
		11	คำถามหลังกิจกรรม	พืชชนิดใดบ้างที่มีลักษณะลำต้น ราก คล้าย ๆ กัน	ทักษะการจำแนกประเภท
		12	คำถามหลังกิจกรรม	ถ้าจำแนกตามลักษณะดังกล่าวจะจำแนกออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้กี่ชนิด	ทักษะการจำแนกประเภท
		15	ข้อความ	พืชต่างๆ มีลักษณะโครงสร้างเฉพาะตัวซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งพืชออกเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 2 กลุ่ม คือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่	ทักษะการจำแนกประเภท
		19	คำถามในเนื้อเรื่อง	จากกิจกรรมที่ 2.3 พืชชนิดใดบ้างจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่	ทักษะการจำแนกประเภท
		44	3	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	จากการศึกษาโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มาแล้ว นักเรียนตอบได้หรือไม่ ว่าข้อแตกต่างที่สำคัญของสัตว์และพืชนั้น คืออะไร

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	
2	44	7	ข้อความ	ฟองน้ำ เป็นสิ่งที่มีชีวิตอาศัยอยู่ในน้ำ อาจมีสีต่าง ๆ มักเกาะนิ่งอยู่กับที่ แต่เมื่อศึกษาโดยละเอียดแล้วพบว่า เซลล์ฟองน้ำไม่มีผนังเซลล์ ไม่มีเม็ดคลอโรพลาสต์ โครงสร้างประกอบด้วยเซลล์เล็กๆ ที่มีแฟลกเจลลัม เซลล์เรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ เกิดเป็นช่องที่ทำให้น้ำเคลื่อนผ่านได้ เราจัดฟองน้ำอยู่ใน ไฟลัมพอริเฟอร่า	ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท	
		11	คำถามในเนื้อเรื่อง	ฟองน้ำ นำมาใช้ประโยชน์อะไรบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
		12	คำถามในเนื้อเรื่อง	จะพบฟองน้ำที่ไหนบ้าง	ทักษะการสังเกต	
		13	คำถามในเนื้อเรื่อง	เปรียบเทียบฟองน้ำธรรมชาติกับฟองน้ำสังเคราะห์ว่าต่างกันอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท	
	45	1	1	ข้อความ	ซีเลนเทอเรต เป็นสัตว์ที่มีลำตัวอ่อนนุ่ม อยู่ในน้ำเค็มเป็นส่วนมาก มีช่องเปิดของลำตัวเพียงช่องเดียว เป็นทั้งปากและทวารหนัก รอบๆปากมีเทนตาเคิลหลายเส้น เช่น ไฮดรา แมงกะพรุน ปะการัง และกัลปังหา สัตว์กลุ่มนี้จัดอยู่ในไฟลัมซีเลนเทอรานตา	ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท
			5	คำถามในเนื้อเรื่อง	นักเรียนยกตัวอย่างได้หรือไม่ว่า สัตว์ในภาพที่ 2.16 ชนิดใดอาศัยอยู่ในน้ำจืด	ทักษะการจำแนกประเภท
			6	คำถามในเนื้อเรื่อง	มนุษย์ได้ประโยชน์อะไรจากสัตว์เหล่านี้	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
7			คำถามในเนื้อเรื่อง	เพราะเหตุใดจึงจัดว่าไฮดราเป็นพวกซีเลนเทอเรต	ทักษะการจำแนกประเภท	
8			คำถามในเนื้อเรื่อง	สัตว์ในไฟลัมนี้มีชนิดใดบ้าง ที่อาจเป็นโทษต่อมนุษย์	ทักษะการจำแนกประเภท	
12	ข้อความ	หนอนตัวแบน มีลำตัวแบนอ่อนนุ่ม มีปากไม่มีทวารหนัก มี 2 เพศในตัวเดียว มักเป็นปรสิตกับคนและสัตว์ เช่น พยาธิตัวคืด บางชนิดอาศัยอยู่ในน้ำหรือพื้นดินและจัดอยู่ใน ไฟลัมแพลทีเฮลมีนเทส	ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท			

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2	47	1	ข้อความ	หนอนตัวกลม มีลำตัวกลมยาวไม่มีปล้อง มีปากและทวารหนัก มีเพศแยกกันเป็น .เพศผู้และเพศเมีย ส่วนใหญ่เป็นปรสิตกับคนและสัตว์เลี้ยง ฟีช หนอนตัวกลม ได้แก่ พยาธิตัวกลม ปากขอ ตัวจิ๊ด พยาธิโรคเท้าช้าง และไส้เดือนฝอย สัตว์กลุ่มนี้จัดอยู่ใน ไฟลัมเนมาโทดา	ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท
	49	6	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	หนอนตัวแบนและหนอนตัวกลมชนิดที่เป็นปรสิต เข้าสู่ร่างกายของคนและสัตว์ได้ อย่างไรบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		7	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	เมื่อหนอนตัวแบนและตัวกลมชนิดเป็นปรสิต อาศัยในร่างกายของสัตว์อื่นจะเกิด โทษอย่างไรต่อสัตว์ชนิดนั้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		9	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	จะมีวิธีป้องกันหนอนตัวแบนที่เป็นปรสิต ไม่ให้เข้าสู่ร่างกายของคนได้อย่างไร หนอนตัวกลมมีโทษกับพืชอย่างไรบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		11	ข้อความ	แอนเนลิด สัตว์พวกนี้มีลำตัวกลมยาว มีปล้องคล้ายวงแหวนต่อกันผิวหนังเปียกชื้น อยู่ได้ทั้งในน้ำจืด น้ำเค็มและในพื้นดิน ได้แก่ แม่เพรียง ไส้เดือนดิน ปลิงน้ำจืด สัตว์พวกนี้อยู่ในไฟลัมแอนเนลิดา	ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท
	50	1	คำถามในเนื้อเรื่อง	พยาธิไส้เดือนกับไส้เดือนดินเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท
		2	คำถามในเนื้อเรื่อง	อาหารของไส้เดือนดิน ได้แก่อะไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		3	คำถามในเนื้อเรื่อง	ไส้เดือนดินเป็นปรสิตต่อสิ่งมีชีวิตหรือไม่	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		4	ข้อความ	มอลลัสก์ ได้แก่หอยชนิดต่าง ๆ ลิ่นทะเล หมึกกล้วย หมึกกระดอง รวมทั้งทากและ หอยทาก จะมีทั้งเปลือกเดี่ยวและเปลือกคู่ เคลื่อนที่โดยใช้กล้ามเนื้อแทนเท้า ส่วน ปลาหมึกเคลื่อนที่โดยใช้หนวดและการพ่นน้ำ สัตว์กลุ่มนี้จัดอยู่ในไฟลัมมอลลัสกา	ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท
	51	1	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงบอกชื่อพวกมอลลัสก์ที่มนุษย์ใช้เป็นอาหารอย่างน้อย 5 ชื่อ	ทักษะการจำแนกประเภท

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2	51	2	คำถามในเรื่อง	นอกจากใช้เป็นอาหารแล้ว สัตว์พวกนี้ยังมีความสำคัญต่อมนุษย์ในด้านใดอีก	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		3	คำถามในเรื่อง	บอกชื่อสัตว์พวกนี้ที่มนุษย์นำมาเพาะเลี้ยงสำหรับจำหน่ายมา 3 ชื่อ	ทักษะการจำแนกประเภท
		4	ข้อความ	อาร์โทรพอด ลำตัวภายนอกแบ่งเป็นปล้อง ขาและหนวดต่อกันเป็นข้อ ได้แก่ กุ้ง ตะขาบ แมลง แมงมุม แมงป่อง สัตว์กลุ่มนี้จัดอยู่ในไฟลัมอาร์โทรโพดา	ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท
	52	1	คำถามในเรื่อง	มนุษย์ได้ประโยชน์จากแมลงอย่างไรบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		2	คำถามในเรื่อง	โทษของแมลงที่มีต่อมนุษย์ได้แก่อะไรบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		3	คำถามในเรื่อง	ปูนาทำให้เกิดการเสียหายต่อการเกษตรอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		4	คำถามในเรื่อง	จงบอกชื่อสัตว์อาร์โทรพอดที่มนุษย์นำมาเพาะเลี้ยงใช้ประโยชน์ต่างๆ มา 3 ชนิด	ทักษะการจำแนกประเภท
		6	ข้อความ	เอโคโมเดิร์น สัตว์กลุ่มนี้อาศัยอยู่ในทะเล รูปร่างเป็นแจกหรือรัศมี ลำตัวเป็นหนาม ขรุขระ เพราะมีสารประกอบพวกหินปูนสะสมอยู่เช่น ปลาฉลาม อีแปะทะเล เม่นทะเล ปลิงทะเล สัตว์กลุ่มนี้อยู่ในไฟลัมเอโคโนคอร์ดมาตา	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ , ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท
		13	คำถามในเรื่อง	สัตว์กลุ่มนี้จะอะไรบ้างที่มีโทษต่อมนุษย์	ทักษะการจำแนกประเภท
		14	คำถามในเรื่อง	มีสัตว์ชนิดใดบ้างของกลุ่มที่นำมาใช้เป็นอาหาร	ทักษะการจำแนกประเภท
53	1	ข้อความ	คอร์เตค สัตว์กลุ่มนี้แตกต่างจากสัตว์ที่กล่าวมาแล้ว คือ เมื่อเป็นตัวอ่อนอยู่ในท้องแม่ จะมีช่องเหงือก บางชนิดเมื่อเจริญเติบโตขึ้น ช่องเหงือกอาจหายไป บางพวกมีตลอดชีวิต และมีโครงสร้างค้ำจุนภายในเรียกว่า โนโตคอร์ด อาจมีช่วงใดช่วงหนึ่งของชีวิต บางชนิดมีโนโตคอร์ดถาวร เช่น เปรียงหัวหอม และแอมฟิออกซัส ในสัตว์บางชนิด เช่น ปลา นก สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แกนค้ำจุนนี้จะถูกแทนที่ด้วยกระดูกสันหลัง ลักษณะสำคัญคือ มีระบบเส้นประสาทใหญ่อยู่ด้านหลังของลำตัว สัตว์กลุ่มนี้จัดอยู่ในไฟลัมคอร์ดาตา	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ , ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2	54	1	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงยกตัวอย่างปลา สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ และสัตว์เลื้อยคลาน มาอย่างละ 5 ชนิด	ทักษะการจำแนกประเภท
		2	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงบอกชื่อสัตว์สกุลนกมาอย่างน้อย 5 ชนิด	ทักษะการจำแนกประเภท
		3	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงบอกชื่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมาอย่างน้อย 5 ชนิด	ทักษะการจำแนกประเภท
		4	คำถามในเนื้อเรื่อง	สัตว์พวกคอร์เดตชนิคใดบ้างที่ใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ได้	ทักษะการจำแนกประเภท
		5	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	นอกจากจะใช้เป็นอาหารแล้ว มนุษย์ยังจะได้ประโยชน์จากสัตว์พวกมีกระดูกสันหลังในด้านใดได้อีก	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		7	ข้อความ	.เกณฑ์สากลที่ใช้ในการจำแนก ได้แก่ โครงสร้าง และหน้าที่ของโครงสร้าง แบบ .แผนในการจำแนกมีหลายแบบ ซึ่งพิจารณารายละเอียดต่างกันเล็กน้อย	ทักษะการจำแนกประเภท
55	4	ข้อความ	พืชและสัตว์ แยกเป็นคนละอาณาจักรเพราะ สัตว์เคลื่อนที่ได้แต่สร้างอาหารเองไม่ได้ ขณะที่พืชมีลักษณะตรงข้ามกับสัตว์ คือ เคลื่อนที่ไม่ได้และสร้างอาหารเองได้ รongจากอาณาจักรลงมาเป็นไฟลัม แต่ละไฟลัมก็ยังจำแนกเป็นกลุ่มย่อยลงไปได้อีก	ทักษะการจำแนกประเภท	
56	17	17	คำถามในเนื้อเรื่อง	นักเรียนคิดว่า ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด อยู่ในสปีชีส์เดียวกันหรือไม่ เพราะ..	ทักษะการจำแนกประเภท, ลง
		18	คำถามในเนื้อเรื่อง	นักเรียนคิดว่า แมว เสือ สิงโต จัดอยู่ในสปีชีส์เดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการจำแนกประเภท, ลง
		19	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	จงยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนคิดว่าน่าจะอยู่ในสปีชีส์เดียวกันพร้อมให้ .เหตุผลในการจัดเป็นสปีชีส์เดียวกันด้วย	ทักษะการจำแนกประเภท, ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
57	2	ข้อความ	ให้นักเรียนบอกลักษณะของสิ่งมีชีวิตอย่างหนึ่ง อย่างไร โดยบรรยายลักษณะของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ลงในกระดาษบันทึก แต่ไม่ต้องบอกรายชื่อของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ แล้วแลกเปลี่ยนกับผู้อื่นในชั้นเรียน เพื่อให้บอกชื่อของสิ่งมีชีวิตนั้น ว่าคืออะไร ตรงกับที่นักเรียนคนอื่นบอกหรือไม่ นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตที่ให้ผู้อื่นบอกชื่อนั้นจะเรียกเหมือนกันหมดหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการสังเกต, ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล, ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2	58	1	ข้อความ	ชื่อวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคำ 2 คำ คำแรกมาจากชื่อ จีนัส ส่วนคำหลังเป็นชื่อ .เฉพาะ ทั้งสองคำนี้รวมกันเป็นชื่อสปีชีส์ หรือชื่อวิทยาศาสตร์	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
		2	คำถามท้ายบท	1. สาหร่ายสีเขียวและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินต่างกัน อย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ลง
		3	คำถามท้ายบท	2. ถ้านักเรียนพบสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง อยากทราบว่า จะจำแนกไว้อาณาจักรใด จะต้อง ดำเนินการอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท
		5	คำถามท้ายบท	3. ถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งจัดอยู่ในอาณาจักรสัตว์ แสดงว่าสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นมีลักษณะ อย่างไร	ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท
		6	คำถามท้ายบท	4. การแบ่งสิ่งมีชีวิตในระดับอาณาจักร จะใช้แหล่งที่อยู่อาศัยและ โครงร่างภายนอก มาประกอบการพิจารณาด้วยหรือไม่	ทักษะการจำแนกประเภท
		8	คำถามท้ายบท	5. ไข่เดือนกับதாகจัดอยู่ในไฟลัมเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการจำแนกประเภท , ลง
		9	คำถามท้ายบท	5. จงสรุปว่าในอาณาจักรสัตว์นั้นจำแนกสัตว์ได้เป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่อะไร	ทักษะการจำแนกประเภท
3	60	3	คำถาม ในเรื่อง	ในชีวิตประจำวัน นักเรียนคงคุ้นเคยกับสารต่าง ๆ เหล่านี้ เช่น น้ำอัดลม นมสด .เต้าหู้ น้ำพริก แป้งน้ำ สารละลายต่างทับทิม น้ำเกลือ สารเหล่านี้มีส่วนประกอบ อะไรบ้าง ในปริมาณเท่าไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		5	คำถาม ในเรื่อง	เราจะจัดสารต่าง ๆ เหล่านี้ให้เป็นกลุ่ม ๆ เพื่อสะดวกในการศึกษาได้อย่างไร และ สารเหล่านี้มีสมบัติอย่างไร จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน	ทักษะการจำแนกประเภท
		7	คำถามในเรื่อง	นักเรียนคิดว่าในน้ำอัดลม มีอะไรเป็นส่วนผสมอยู่บ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		9	ข้อความ	ถ้ามีสารตั้งแต่ 2 ชนิด หรือมากกว่า 2 ชนิดมาผสมกัน โดยอัตราส่วนในการผสมไม่ คงตัว เช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำโคลน นมสด คอนกรีต และสามารถแยกสารที่เป็น ส่วนประกอบออกจากกันได้โดยวิธีทางกายภาพ เรียกสารเหล่านี้ว่า สารผสม	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	60	11	ข้อความ	สารผสมยังจำแนกออกเป็นสารผสมเป็นเนื้อเดียวและสารผสมไม่เป็นเนื้อเดียวกัน	ทักษะการจำแนกประเภท
		14	ข้อความ	ส่วนสารผสมที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันนั้น สามารถมองเห็นเนื้อของสารผสมนั้น ๆ ได้ ด้วยตาเปล่า เช่น น้ำโคลน นมสด คอนกรีต	ทักษะการจำแนกประเภท
		16	ข้อความ	จากการจำแนกสารผสมออกเป็นสารผสมเป็นเนื้อเดียวกันและสารผสมไม่เป็นเนื้อ เดียวกันโดยวิธีมองด้วยตาเปล่านั้น จะทำให้ทราบว่าสารผสมเหล่านั้นมีขนาด อนุภาคของสารไม่เท่ากันโดยประมาณ	ทักษะการจำแนกประเภท
		18	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ยังมีวิธีการอื่นอีกหรือไม่ที่ใช้บอกขนาดของอนุภาคของสารอย่างละเอียดแน่นอน และขนาดของอนุภาคของสารมีความสำคัญต่อสมบัติของสารแต่ละชนิดอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท
61	1	ข้อความ	กิจกรรมที่ 3.1 ขนาดอนุภาคที่กระจายในของเหลวชนิดต่าง ๆ 1. นำบีกเกอร์ขนาดเล็กมา 3 ใบ ใส่น้ำลงไปใบละ 25 cm ³ , 2. บีกเกอร์ใบที่ 1 ใส่น้ำมัน 5 ซ้อนเบอร์ 2 ใบที่ 2 ใส่นมสด 15 cm ³ ใบที่ 3 ใส่น้ำเชื่อมเปอร์แมงกานีส 3 เกล็ด คนให้เข้ากัน สังเกตผลแล้วทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที สังเกตผลอีกครั้ง 3. ใช้แท่งแก้วคนสารในบีกเกอร์แต่ละใบให้เข้ากัน แล้วแบ่งสารในแต่ละบีกเกอร์ออกเป็น 2 ส่วน , 4. นำส่วนที่ 1 ไปกรองด้วยกระดาษกรอง สังเกตสารที่ผ่านกระดาษกรอง บันทึกผล ระวังอย่าให้สารปนกัน ต้องล้างกรวยและเปลี่ยนกระดาษกรองทุกครั้งที่ยกรองสารใหม่ , 5. นำส่วนที่ 2 ไปใส่หลอดทดลองหลอดใหญ่หลอดละชนิด ปิดปากหลอดด้วยกระดาษเช็ดโลเฟน ใช้ยางรัดให้แน่น นำแต่ละหลอดไปคว่ำในบีกเกอร์แต่ละใบที่มีน้ำอยู่ประมาณ ครึ่ง บีกเกอร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล	ทักษะการทดลอง	
62	1	คำถามหลังกิจกรรม	ในบีกเกอร์ 3 ใบที่ตั้งทิ้งไว้ มีสารในบีกเกอร์ใดตกตะกอนบ้างหรือไม่	ทักษะการสังเกต	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	62	2	คำถามหลักกิจกรรม	สารใดผ่านกระดาษกรองได้ สารใดไม่ผ่านกระดาษกรอง สารใดผ่านเซลโลเฟนได้	ทักษะการสังเกต
		3	คำถามหลักกิจกรรม	ให้เรียงลำดับขนาดอนุภาคจากขนาดเล็กไปหาขนาดใหญ่	ทักษะการจำแนกประเภท
		8	ข้อความ	จากการทดลองพบว่า สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต สามารถผ่านกระดาษกรองและเซลโลเฟนได้ แสดงว่า อนุภาคที่กระจายอยู่ในสารละลายมีขนาดเล็กมาก จัดเป็นสารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		11	ข้อความ	ส่วนของเหลวที่อนุภาคของสารกระจายอยู่ในสารละลายมีขนาดใหญ่ขึ้น จนผ่านเซลโลเฟนไม่ได้ แต่ยังผ่านกระดาษกรองได้ จัดเป็น คอลลอยด์ ซึ่งเป็นสารผสมเป็นเนื้อเดียวกันอีกชนิดหนึ่ง	ทักษะการจำแนกประเภท
		12	ข้อความ	ของเหลวที่มีอนุภาคของสารกระจายอยู่ขนาดใหญ่มากจนผ่านกระดาษกรองไม่ได้ จัดเป็นสารผสมไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ตั้งทิ้งไว้จะตกตะกอน จัดเป็น สารแขวนลอย	ทักษะการจำแนกประเภท
		15	ข้อความ	การที่อนุภาคของสารในสารแขวนลอยตกตะกอนนั้น อธิบายได้ว่า เพราะอนุภาคของสารที่กระจายอยู่มีขนาดใหญ่จนน้ำไม่อาจพุงอนุภาคไว้ได้ จึงตกตะกอน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
63		2	ข้อความ	อนุภาคของสารในคอลลอยด์มีขนาดเล็กกว่าสารแขวนลอย จึงสามารถแพร่อยู่ในน้ำได้โดยไม่ตกตะกอน คอลลอยด์ยังมีขนาดใหญ่พอที่จะมองเห็นด้วยตาเปล่าเมื่อเปรียบเทียบกับสารละลาย ซึ่งมีขนาดเล็กจนไม่อาจเห็นอนุภาคได้ด้วยตาเปล่า	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		10	ข้อความ	มีปรากฏการณ์หนึ่งที่เราน่าจะตัดสินใจได้ว่า สารใดเป็นคอลลอยด์หรือไม่ คือ เมื่อมีแสงผ่านเข้าไปในคอลลอยด์แล้วเราจะมองเห็นลำแสงได้ชัดเจน เช่น เวลาที่มีแสงลอดผ่านหน้าต่างเข้ามาในห้อง เราจะมองเห็นลำแสงได้ชัดเจนและบางครั้งอาจมองเห็นอนุภาคของฝุ่นละอองด้วย คอลลอยด์ในของเหลวก็เช่นเดียวกัน เมื่อฉายลำแสงเข้าไปจะมองเห็นลำแสงผ่านของเหลวได้	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

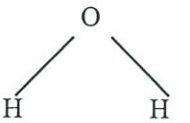
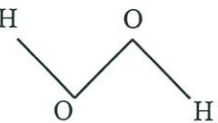
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	63	16	ข้อความ	นำของเหลวต่างๆที่พบในชีวิตประจำวันมาศึกษาว่าสารใดเป็นคอลลอยด์ สารแขวนลอย หรือสารละลาย โดยนำของเหลวมาใส่ในแก้ว เติมน้ำ 10 เท่านำไปวางไว้ด้านหน้าของกระดาษดำ ใช้ไฟฉายขนาดเล็กเท่าปากกาส่อง แล้วมองจากด้านของแก้ว มองเห็นลำแสงผ่านเข้าไปในของเหลวนั้นจัดเป็นคอลลอยด์ แต่ถ้ามองไม่เห็นลำแสงผ่านเข้าไปในของเหลวนั้นจัดเป็นสารละลาย แต่ถ้าสารนั้นตกตะกอนแสดงว่าเป็นสารแขวนลอย	ทักษะการทดลอง
		22	ข้อความ	ปรากฏการณ์ที่แสงผ่านคอลลอยด์แล้วมองเห็นลำแสงนี้ ทินคอลล จอห์น ค้นพบเป็นคนแรก จึงเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าปรากฏการณ์ทินคอลล	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติกร
	64	1	คำถาม ในเรื่อง	นักเรียนคงเคยได้ยินคำบอกเล่าว่า ถ้าเราใช้ไฟฉายไปส่องในถ้ำลึกๆ จะมองไม่เห็นแสงไฟ แต่ถ้าใช้คบเพลิงที่ทำจากไม้ หรือคบเพลิงน้ำมัน จะทำให้มองเห็นแสงสว่าง นักเรียนคิดว่าคำบอกเล่านี้เป็นไปได้หรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		12	คำถามในเรื่อง	ถ้าเราต้องการทำให้น้ำกับน้ำมันผสมกันได้อย่างสม่ำเสมอ จะทำได้อย่างไร	ทักษะการทดลอง
		14	ข้อความ	กิจกรรมที่ 3.2 สารสร้างอิมัลชัน 1. นำหลอดทดลองขนาดกลางมา 4 หลอด ใส่น้ำมันพืช 2 cm ³ และน้ำ 3 cm ³ ลงในแต่ละหลอด (เขียนหมายเลขกำกับไว้ว่าหลอดที่ 1 – 4) , 2. เติมน้ำต่าง ๆ ลงในแต่ละหลอด ดังนี้ หลอดที่ 1 ไม่เติมน้ำเลย , หลอดที่ 2 เติมน้ำแดง 2 cm ³ , หลอดที่ 3 เติมน้ำขาว 2 cm ³ , หลอดที่ 4 เติมน้ำซัฟฟอน 0.5 g 3. ปิดปากหลอดและเขย่าหลอดทั้ง 4 พร้อมๆกัน โดยเขย่าแรงๆหลายครั้งสังเกตว่าน้ำกับน้ำมันในหลอดผสมกันหรือไม่ บันทึกผลแล้วตั้งทิ้งไว้ 2 – 3 นาที สังเกตสารในหลอดอีกครั้งหนึ่ง เปรียบเทียบกับเมื่อเขย่าใหม่ ๆ	ทักษะการทดลอง

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	65	8	คำถามหลังกิจกรรม	เมื่อเขย่าน้ำกับน้ำมันเพียง 2 อย่างเข้าด้วยกัน สารทั้งสองผสมกันได้หรือไม่	ทักษะการสังเกต
		9	คำถาม หลังกิจกรรม	สารที่ผสมลงในแต่ละหลอด สามารถทำให้น้ำกับน้ำมันรวมตัวกันได้ดีเท่ากันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร	ทักษะการสังเกต
	66	16	ข้อความ	โครงสร้างสบู่ประกอบด้วย ส่วนที่แตกตัวเป็นไอออน กับส่วนที่ไม่แตกตัว ส่วนที่แตกตัวเป็นไอออนจะละลายน้ำ แต่ไม่ละลายไขมัน ส่วนที่ไม่แตกตัวประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจน ซึ่งไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในไขมัน	ทักษะการจำแนกประเภท
		22	คำถาม ในเรื่อง	เมื่อเติมสารซักฟอกหรือสบู่ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำและน้ำมัน สารเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นสารสร้างอิมัลชันได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	68	2	ข้อความ	จากการทดลอง 3.1 ทำให้ทราบว่า สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เกิดจากโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตละลายน้ำ ดังนั้นสารละลายจะต้องประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ตัวละลาย และตัวทำละลาย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		15	คำถามในเรื่อง	น้ำโซดาประกอบด้วยสารใด สารใดเป็นตัวทำละลาย สารใดเป็นตัวละลาย	ทักษะการจำแนกประเภท
	69	6	คำถาม ในเรื่อง	จงยกตัวอย่างสารละลายในสถานะต่างๆที่มีตัวละลายและตัวทำละลายอยู่ในสถานะต่าง ๆ มาอย่างน้อย 5 ชนิด	ทักษะการจำแนกประเภท
		21	ข้อความ	น้ำตาลละลายน้ำ จะได้สารละลายที่มีอุณหภูมิลดต่ำลง เรียกว่า การละลายประเภทดูดความร้อน ถ้าน้ำโซเดียมไฮดรอกไซด์มาละลายน้ำจะได้สารมีอุณหภูมิสูงขึ้น เรียกว่า การละลายประเภทคายความร้อน	ทักษะการจำแนกประเภท
		24	ข้อความ	นักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองพบว่า การละลายระหว่างตัวทำละลายและตัวละลายบางคู่ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะละลายได้ดีขึ้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		27	ข้อความ	ถ้าเป็นการละลายประเภทดูดความร้อน ตัวละลายนั้นจะละลายได้ดีขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ส่วนการละลายประเภทคายความร้อน ความสามารถในการละลายจะลดลง	ทักษะการจำแนกประเภท

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	70	1	ข้อความ	อุณหภูมิมีผลต่อความสามารถในการละลายของสาร ดังนั้นในการบอกความสามารถในการละลายของสาร ต้องกำหนดปริมาณของตัวทำละลายที่ใช้และต้องกำหนดอุณหภูมิของตัวทำละลายด้วย	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
		22	คำถาม ในเรื่อง	ถ้านักเรียนเปิดฝาขวดน้ำโซดาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องสักครู่ แล้วนำมาแช่ในน้ำร้อน จะเห็นฟองแก๊สพุ่งขึ้นอีก เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		24	คำถาม ในเรื่อง	โรงงานที่ปล่อยน้ำเสียที่มีอุณหภูมิสูงๆ ลงแม่น้ำลำคลอง จะมีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		25	คำถามในเรื่อง	$FeCl_3$ หนัก 2.5 กรัม ละลายน้ำ 50 cm^3 จะได้สารละลายเข้มข้นร้อยละเท่าไร	ทักษะการคำนวณ
	72	15	คำถาม ในเรื่อง	ในการสื่อความหมายโดยทั่วไป มนุษย์ต้องใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นเครื่องหมายที่ตกลงกันแล้วว่าหมายถึงอะไร	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
		20	ข้อความ	ในการเขียนชื่อธาตุ นักวิทยาศาสตร์จะใช้สัญลักษณ์เพื่อให้เข้าใจตรงกันเป็นสากล	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
		23	ข้อความ	ในการเขียนสัญลักษณ์ของธาตุให้เขียนตัวอักษรภาษาอังกฤษ โดยใช้อักษรตัวแรกของชื่อธาตุและเขียนด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ ถ้าตัวแรกซ้ำ ก็ให้เพิ่มตัวที่ 2 หรือตัวถัดไปอีก 1 ตัว โดยเขียนด้วยตัวพิมพ์เล็ก	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
	74	1	คำถามในเรื่อง	ในชีวิตประจำวัน นักเรียนเคยพบหรือใช้ธาตุใดบ้าง	ทักษะการสังเกต
			คำถาม ในเรื่อง	ธาตุใดใช้สำหรับงานต่อไปนี้ สายไฟ โครงสร้างของสิ่งก่อสร้าง ภาชนะหุงต้ม เครื่องประดับ ใช้ชุบโลหะให้คงทนและสวยงาม ใช้เคลือบกระเบื้องบรรจุอาหารสำเร็จรูป เป็นอากาศสำหรับหายใจ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		5	คำถามในเรื่อง	ธาตุคาร์บอนใช้ประโยชน์อะไรบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
6		คำถามในเรื่อง	ในร่างกายคนเรามีธาตุเหล่านี้อยู่ที่ใด : เหล็ก แคลเซียม ฟอสฟอรัส	ทักษะการจำแนกประเภท	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	74	18	ข้อความ	อิเล็กตรอนชั้นที่อยู่นอกสุด จะมีระดับพลังงานต่ำสุด เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
	75	15	ข้อความ	จำนวนโปรตอนในอะตอมจัดเป็นค่าเฉพาะตัวอย่างหนึ่งของธาตุ เรียกว่า เลขอะตอม	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		19	ข้อความ	มวลอะตอมของธาตุ คือ ผลรวมมวลของโปรตอนและมวลของนิวตรอน ผลรวมของจำนวนโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียส เรียกว่า เลขมวล	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
	76	4	ข้อความ	ใช้สัญลักษณ์ของธาตุที่แสดงในตาราง 3.2 แทนอะตอมของธาตุในภาวะปกติ ดังนั้น Na , Cl , Fe , Cu , Zn จึงเป็นสัญลักษณ์ของอะตอมของธาตุ โซเดียม คลอรีน เหล็ก ทองแดง และสังกะสี ตามลำดับ	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		6	ข้อความ	ในบางภาวะอะตอมอาจเสียหรือได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น กลายเป็นอนุภาคที่มีประจุ ไฟฟ้า เรียกว่า ไอออน จำนวนประจุไฟฟ้าของไอออนขึ้นกับจำนวนอิเล็กตรอนที่เสีย ไปหรือได้รับเพิ่มขึ้น	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
		8	ข้อความ	อะตอมของธาตุคลอรีนได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น 1 อิเล็กตรอน จะมีประจุไฟฟ้าเป็น ลบหนึ่ง เขียนเป็นสัญลักษณ์ ได้ดังนี้ $Cl + e^- \rightarrow Cl^-$	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		11	ข้อความ	อะตอมของธาตุโซเดียมเสียอิเล็กตรอนไป 1 อิเล็กตรอน จะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก หนึ่ง เขียนเป็นสัญลักษณ์ ได้ดังนี้ $Na \rightarrow Na^+ + e^-$	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		14	คำถามในเนื้อเรื่อง	ไอออนของสังกะสีมีสัญลักษณ์เป็น Zn^{2+} มีความหมายว่าอย่างไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		15	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงเขียนสัญลักษณ์ของ ไอออนของทองแดงเมื่อเสียอิเล็กตรอน 1 และ 2 อิเล็กตรอน	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
		17	ข้อความ	จากการศึกษาสมบัติของธาตุต่าง ๆ เราอาจแบ่งธาตุออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ 3 กลุ่ม ธาตุ ที่เป็นโลหะ ธาตุที่เป็นอโลหะ และ ธาตุกึ่งโลหะ	ทักษะการจำแนกประเภท
	77	1	ข้อความ	สัญลักษณ์ของโมเลกุล H_2 O_2 N_2 Cl_2 ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน คลอรีน	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	77	12	ข้อความ	นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามจัดกลุ่มของธาตุแบบต่าง ๆ แบบที่นิยมใช้ในปัจจุบันเป็นแบบที่จัดตามความคิดของเมนเดเลเอฟ นักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซีย โดยจัดธาตุเรียงตามมวลอะตอมจากซ้ายไปขวา และให้ธาตุที่มีสมบัติคล้ายกันอยู่ในแนวตั้งเดียวกัน	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
	78	3	ข้อความ	เมื่อนักวิทยาศาสตร์มีความรู้เรื่องเลขอะตอม และได้นำเลขอะตอมไปใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดธาตุ ปรากฏว่า สามารถใช้ได้โดยไม่ต้องมีการสลับตำแหน่งของธาตุบางธาตุดังที่เมนเดเลเอฟเคยทำมาแล้ว	ทักษะการจำแนกประเภท
	5	ข้อความ	ปัจจุบัน การจัดธาตุตามตารางธาตุ แบ่งธาตุในแนวตั้งออกเป็น 18 แถว ที่เรียกว่า หมู่ธาตุในแนวตั้งยังแบ่งเป็นกลุ่ม A กับ B กลุ่ม A มี 8 หมู่ คือ หมู่ IA ถึงหมู่ VIIIA	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	
	8	ข้อความ	พวก B ซึ่งอยู่ระหว่าง IIA กับ IIIA เรียกว่า ธาตุทรานสิชัน ซึ่งเป็นโลหะเหมือนกับธาตุหมู่ IA และ IIA แบ่งออกเป็น 8 หมู่	ทักษะการจำแนกประเภท, ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	
	14	ข้อความ	ธาตุ 2 แถวล่างซึ่งมีเลขอะตอมตั้งแต่ 58 – 71 และ 90 – 109 นั้นเป็นกลุ่มย่อยที่แยกออกมาจากหมู่ IIIB ในคาบที่ 6 และ 7 ตามลำดับ เนื่องจากมีสมบัติต่างออกไป เรียกชื่อว่า กลุ่มธาตุแลนทาไนด์ และกลุ่มธาตุแอกทิไนด์ ตามลำดับ	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	
	79	3	ข้อความ	ทางด้านขวาของตารางธาตุจะมีเส้นทึบเป็นขั้นบันได ธาตุทางขวาของเส้นจะเป็นอโลหะ ส่วนทางซ้ายของเส้นจะเป็นโลหะ สำหรับธาตุที่อยู่ชิดเส้นนี้จะมีสมบัติเป็นทั้งโลหะและอโลหะ ได้แก่ โบรอน ซิลิคอน เจอร์มาเนียม สารหนู พลวง และเทลลูเรียม เรียกธาตุพวกนี้ว่า ธาตุกึ่งโลหะ	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
	14	ข้อความ	ถ้าหากต้องการที่จะแยกทองแดงออกจากสารประกอบออกไซด์ของทองแดง หรือตะกั่วออกจากออกไซด์ของตะกั่ว จึงทำได้โดยการเผาสารประกอบออกไซด์เหล่านั้นกับคาร์บอนในภาชนะปิด	ทักษะการทดลอง	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	
3	79	17	ข้อความ	ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อเผาถ่านโค้ก (C) ออกไซด์ กับคาร์บอน อาจเขียนแสดงด้วย สมการต่อไปนี้ $\text{CuO (s)} + \text{C (s)} \longrightarrow 2 \text{Cu (s)} + \text{CO}_2 \text{ (g)}$	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล	
		20	คำถามในเรื่อง	จากสมการให้อธิบายผลจากปฏิกิริยาจากการเผาถ่านโค้ก (C) ออกไซด์ กับคาร์บอน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
		21	คำถามในเรื่อง	คาร์บอนทำหน้าที่อะไรในปฏิกิริยา	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
	80	11	คำถาม ในเรื่อง	วิธีการถลุงตะกั่วจากแร่เหล็กไฟต์และทองแดงจากถ่านโค้ก (C) คาร์บอนแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท	
	81	14	14	คำถามในเรื่อง	ในการเลือกโลหะเพื่อใช้ทำภาชนะหุงต้ม ควรจะคำนึงถึงสมบัติข้อใดบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
			15	คำถามในเรื่อง	นักเรียนจะเลือกโลหะชนิดใดมาทำภาชนะหุงต้ม เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
			16	คำถามในเรื่อง	จากตาราง 3.4 เงินนำไฟฟ้าได้ดีกว่าทองแดง แต่เหตุใดจึงใช้ทองแดงทำสายไฟ	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
			17	คำถามในเรื่อง	ทองแดงควรนำมาทำฟิวส์หรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	82	1	1	ข้อความ	สารที่ธาตุมารวมกันเป็นสารประกอบชนิดหนึ่งจำนวนอะตอมของธาตุที่มารวมกัน จะมีอัตราส่วนที่แน่นอน ถ้าอัตราส่วนเปลี่ยนจะได้สารใหม่	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
			22	ข้อความ	นักวิทยาศาสตร์ได้กำหนดสัญลักษณ์ของธาตุขึ้น ตัวอย่างเช่น H แทนอะตอมของ ไฮโดรเจน C แทนอะตอมของคาร์บอน O แทนอะตอมของออกซิเจน	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
83	5	5	ข้อความ	สูตรโครงสร้างของน้ำและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เขียนได้เป็น  และ 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล	
		14	ข้อความ	สารประกอบแบ่งได้ 2 กลุ่ม อาศัยสมบัติการนำไฟฟ้าของสารประกอบเป็นเกณฑ์ คือ สารประกอบที่ไม่นำไฟฟ้าไม่ว่าสถานะใด กับสารประกอบที่เมื่ออยู่ในสถานะ ของแข็งไม่นำไฟฟ้า แต่เมื่อทำให้หลอมเหลวหรือละลายน้ำแล้วสามารถนำไฟฟ้าได้	ทักษะการจำแนกประเภท	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	84	14	คำถาม ในเรื่อง	มีเทน 1 โมเลกุลประกอบด้วย คาร์บอน 1 อะตอม และไฮโดรเจน 4 อะตอม สูตร โมเลกุลของมีเทนเป็นอย่างไร	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		16	คำถาม ในเรื่อง	เอทิลีน 1 โมเลกุลประกอบด้วย คาร์บอน 2 อะตอม และไฮโดรเจน 4 อะตอม สูตร โมเลกุลของเอทิลีน เป็นอย่างไร	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		18	คำถามในเรื่อง	กลีเซอรอล $C_3H_5(OH)_3$ โมเลกุลประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง อย่างละกี่อะตอม	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
		19	คำถาม ในเรื่อง	จงจำแนกว่า สิ่งใดต่อไปนี้เป็นสารแขวนลอย คอลลอยด์ หรือสารละลาย ชาจีน กาแฟ น้ำส้มสายชู น้ำเชื่อม ยาคอนน้ำขาว ยาปฏิชีวนะ(ชนิดเติมน้ำก่อนรับประทาน) สีโปสเตอร์ น้ำชาข้าว ไอศกรีม	ทักษะการจำแนกประเภท
		22	คำถาม ในเรื่อง	น้ำคลองจัดเป็นสารประเภทใด ถ้าต้องการทำให้น้ำคลองตกตะกอน จะทำอย่างไร จงอธิบายการเปลี่ยนแปลง	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการทดลอง
85		2	ข้อความ	ในชีวิตประจำวันเราต้องเกี่ยวข้องกับสารประเภทหนึ่ง คือ สารละลายกรด-เบสอยู่ เสมอ เช่น การใช้กรดซัลฟิวริกใส่ในแบตเตอรี่ การทำความสะอาดโลหะก่อนชุบใช้ โซเดียมไฮดรอกไซด์ทำเป็นน้ำยาลอกสี เป็นต้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		4	คำถามในเรื่อง	สารละลายกรดและเบสมีประโยชน์มากมาย สารเหล่านี้มีสมบัติอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท
		7	คำถาม ในเรื่อง	สารหลายชนิดที่นักเรียนใช้อยู่เป็นประจำ มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส บางชนิดนำมา ปรุงอาหารหรือเป็นส่วนประกอบของอาหาร	ทักษะการจำแนกประเภท
		10	ข้อความ	กิจกรรม 3.3 สมบัติของสารละลายกรด – เบส 1. ใส่สารละลายตัวอย่างที่กำหนดไว้ในตารางบันทึกผล อย่างละ 5 cm^3 ในหลอด ทดลอง 5 หลอด และเขียนหมายเลขกำกับไว้ ใส่วัสดุแก้วจุ่มสารละลายในหลอดที่ 1 แล้วนำไปแตะกับกระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงินทีละสี สังเกตผล ล้างแก้วให้	ทักษะการทดลอง

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3				สะอาด เช็ดให้แห้ง แล้วทำเช่นเดียวกันนี้กับหลอดที่ 2 – 5 สังเกตผล , 2. จุ่มลวดตัวนำของอุปกรณ์ทดสอบการนำไฟฟ้าของสารละลายลงในหลอดทดลองแต่ละหลอด สังเกตว่าหลอดไฟฟ้าติดหรือไม่ , 3. ใส่อะลูมิเนียมแผ่นบางที่ขัดผิวแล้วลงไป หลอดละชั้น สังเกตผลทันทีและสังเกตผลเมื่อตั้งทิ้งไว้ 5 นาที , 4. นำสารละลายทั้ง 5 ชนิด มาใส่หลอดอีกอย่างละ 5 cm ³ เช่นเดียวกับข้อ 1 แล้วใส่เศษเหล็กลงไปทุกหลอด สังเกตการเปลี่ยนแปลง , 5. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4 แต่ใช้แคลเซียมคาร์บอเนตแทนเศษเหล็ก	
	86	12	คำถามหลังกิจกรรม	ถ้าใช้สมบัติการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส จะแบ่งสารเป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง	ทักษะการจำแนกประเภท
		13	คำถามหลังกิจกรรม	สารละลายใดทำให้หลอดไฟของอุปกรณ์ทดสอบสว่างขึ้น เพราะเหตุใด	ทักษะการสังเกต
		14	คำถามหลังกิจกรรม	เราใช้สมบัติการนำไฟฟ้าจำแนกสารออกเป็นกรด หรือเบสได้หรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการจำแนกประเภท
		15	คำถามหลังกิจกรรม	เมื่อใส่อะลูมิเนียมแผ่นบางในสารละลายตัวอย่าง มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการสังเกต
		17	คำถามหลังกิจกรรม	สารละลายตัวอย่างทำปฏิกิริยากับเศษเหล็กและCaCO ₃ ได้หรือไม่ อย่างไร	ทักษะการสังเกต
		18	ข้อความ	สารละลายที่ทำให้หลอดไฟของอุปกรณ์ทดสอบสว่างขึ้น แสดงว่า สารละลายนำไฟฟ้าได้	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	87	14	คำถามในเนื้อเรื่อง	สารละลายกรดมีไอออนใดที่เหมือนกัน	ทักษะการจำแนกประเภท
		15	คำถามในเนื้อเรื่อง	สารละลายเบสมีไอออนใดที่เหมือนกัน	ทักษะการจำแนกประเภท
		16	ข้อความ	จากการทดลองพบว่า เมื่อให้สารละลายกรด-เบส ทำปฏิกิริยากับอะลูมิเนียม ปรากฏว่าสารละลายทั้งกรดและเบส ทำปฏิกิริยาได้ แต่เบสทำปฏิกิริยากับอะลูมิเนียมได้ดีกว่าสารละลายกรด และได้แก๊สไฮโดรเจนเป็นผลิตภัณฑ์	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล , ทักษะการจำแนกประเภท
	88	7	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	เราควรใช้ก๊าซอะลูมิเนียมใส่แก๊สส้ม คัมยำ หรือใส่น้ำปูนใสเพื่อแช่ผักหรือผลไม้หรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	
3	89	5	คำถามในเรื่อง	คนที่เป็นโรคกระเพาะอาหารไม่ควรดื่ม น้ำอัดลม ชาหรือ กาแฟเพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
	90	10	คำถาม ในเรื่อง	เมทิลลอเรนจ์เมื่ออยู่ในสารละลายที่มี pH 3.0 จะมีสีอะไร และเมื่ออยู่ในสารละลาย ที่มี pH 5.0 จะมีสีอะไร	ทักษะการสังเกต	
		12	คำถาม ในเรื่อง	น้ำส้มสายชูแท้จะมี pH ประมาณ 3.5 ถ้าเป็นน้ำส้มสายชูปลอมที่ทำจากกรด ซัลฟิวริกจะมี pH ประมาณ 1 – 2 ถ้าต้องการทดลองว่าน้ำส้มสายชูตัวอย่างหนึ่งจะ แท้หรือไม่ ควรใช้อินดิเคเตอร์ใด	ทักษะการทดลอง	
	91	2	ข้อความ	<i>กิจกรรมสาธิต</i> ให้นักเรียนนำสารละลายหรือของเหลวต่าง ๆ มาทดสอบ pH โดย ใช้ยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ หรือใช้มาตรวัดความเป็นกรด – เบส ดังนี้ 1. แบ่งกระดาษ pH ยาว 0.5 cm จำนวน 10 ชิ้น วางบนกระดาษลิตมัส 2. ใช้แท่งแก้วคนจุ่มในสารละลาย แล้วตะบनกระดาษ pH สังเกตการเปลี่ยนแปลง เทียบกับสีบนกล่องกระดาษ pH หากค่า pH ของสารละลาย บันทึกลงผล 3. ทำซ้ำข้อ 2 จนครบทุกสารละลาย โดยล้างและเช็ดแท่งแก้วคนทุกครั้ง 4. ถ้ามีมาตรความเป็นกรด-เบส ให้ใช้เครื่องมือนี้วัดค่า pH ของสารละลายต่าง ๆ ดัง กล่าว สารละลายตัวอย่าง เช่น น้ำส้มสายชู น้ำมะนาว น้ำสบู่ น้ำผงซักฟอก น้ำ แอมโมเนีย น้ำปูนใส น้ำโซดา น้ำขี้เถ้า น้ำเกลือ น้ำกลั่นบริสุทธิ์	ทักษะการทดลอง	
			15	คำถามหลังกิจกรรม	สารละลายใดบ้างมีสมบัติเป็นกรด เป็นเบส และเป็นกลาง	ทักษะการจำแนกประเภท
			16	ข้อความ	ถ้าต้องการวัดค่า pH ที่แน่นอนต้องใช้มาตรวัดที่เรียกว่า มาตรวัดความเป็นกรด – เบส ซึ่งมีหลายแบบด้วยกัน บางแบบมีเข็มที่หน้าปัดชี้บอกค่า pH	ทักษะการวัด
	92	7	ข้อความ	pH ของสารละลายมีความสำคัญสำหรับงานเกษตรกรรมเพราะพืชแต่ละชนิดเจริญ ได้ดีในดินที่มี pH ต่างกัน จึงต้องมีการควบคุม pH ของดินให้เหมาะสม	ทักษะการจำแนกประเภท	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	93	10	คำถาม ในเรื่อง	ให้นักเรียนนำน้ำฝนมาทดสอบด้วยยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ หรือกระดาษ pH หรือ มาตรวัดความเป็นกรด-เบส บันทึกผลจากข้อมูลที่ได้ เราควรเก็บน้ำฝนนั้นไว้ บริโภคหรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการทดลอง
	94	2	คำถามท้ายบท	1. เพราะเหตุใด แพทย์จึงห้ามคนไข้ที่เป็นโรคตับ กินอาหารประเภทไขมัน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		3	คำถาม ท้ายบท	2. จงยกตัวอย่างเครื่องอุปโภคและบริโภคที่เป็นอิมัลชัน และบอกด้วยว่าเป็นอิมัลชัน ประเภทใด	ทักษะการจำแนกประเภท
		4	คำถาม ท้ายบท	3. สารต่อไปนี้ สารใดเป็นตัวทำละลาย และเป็นตัวละลาย ก. น้ำเชื่อม 65 % ง. น้ำส้มสายชู ซึ่งมีกรดแอซิติก 5 % ข. ฟิวส์ไฟฟ้าประกอบด้วย บิสมัท 50 % ตะกั่ว 25 % ดีบุก 25 % ค. โลหะทำเหรียญบาท ประกอบด้วย ทองแดง 75 % นิกเกิล 25 %	ทักษะการจำแนกประเภท
		9	คำถาม ท้ายบท	4. ถ้าสารบริสุทธิ์มีสารอื่นละลายปะปนกันอยู่ สารละลายนี้มีจุดเยือกแข็งเปลี่ยน แปลงจากจุดเยือกแข็งของสารบริสุทธิ์อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		11	คำถามท้ายบท	5. ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ การถลุงแร่ซิงค์เบลนด์ จนได้สังกะสีบริสุทธิ์	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
		12	คำถาม ท้ายบท	6. สารต่อไปนี้นำไปใช้ประโยชน์อะไรบ้าง ก. โซดาทำขนม , ข. น้ำแข็งแห้ง , ค. เอทิลแอลกอฮอล์ , ง. ดินประสิว , จ. โพรเพน , ฉ. ซูโครส , ช. ลูกเหม็น , ซ. โซเดียมไฮโปคลอไรต์ , ฉ. น้ำปูนใส , ญ. ค่างทับทิม	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		18	คำถาม ท้ายบท	7. ถ้าขามหรือหม้อเคลือบที่มีรอยกะเทาะแล้ว ควรจะนำมาใส่อาหารประเภทที่มีรส เปรี้ยว เช่น แกงส้ม ต้มยำหรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		20	คำถาม ท้ายบท	8. เมื่อใช้น้ำยาล้างห้องน้ำราดพื้นห้องน้ำ เหตุใดจึงมีฟองฟุ้งขึ้นบริเวณรอยต่อขอบ กระเบื้องเคลือบ นักเรียนคิดว่าถ้าใช้บ่อยๆ จะมีผลเสียหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	95	10	คำถามท้ายบท	9. ก. ถ้าใช้สมบัติการนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์จะแบ่งสารเป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง	ทักษะการจำแนกประเภท
		11	คำถาม ท้ายบท	ข. ถ้าใช้สมบัติการนำไฟฟ้าและการเปลี่ยนสีลิตมัสเป็นเกณฑ์จะแบ่งสารเป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง	ทักษะการจำแนกประเภท
		12	คำถาม ท้ายบท	ค. ถ้าใช้สมบัติการเปลี่ยนสีลิตมัส และการทำปฏิกิริยากับโลหะเป็นเกณฑ์จะแบ่ง สารเป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง	ทักษะการจำแนกประเภท
		14	คำถาม ท้ายบท	ง. นักเรียนจะแบ่งสารเป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้างเมื่อใช้สมบัติการนำไฟฟ้าการเปลี่ยนสี ลิตมัส และการทำปฏิกิริยากับโลหะเป็นเกณฑ์	ทักษะการจำแนกประเภท
		16	คำถามท้ายบท	10. สารละลายกรดและสารละลายเบสมีสมบัติใดที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน	ทักษะการจำแนกประเภท
		17	คำถาม ท้ายบท	11. ในการทดสอบผงซักฟอก 2 ชนิด โดยการหยดยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ ปรากฏ ว่าน้ำผงซักฟอกชนิด (ก) เป็นสีม่วง ส่วนชนิด (ข) เป็นสีน้ำเงินเกิดขึ้น ผงซักฟอก ชนิดใดควรใช้สำหรับซักด้วยมือ หรือซักด้วยเครื่อง เพราะเหตุใด	ทักษะการจำแนกประเภท
		20	คำถาม ท้ายบท	12. สมมติว่าบ้านของนักเรียนอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง และถ้านักเรียน นำน้ำฝนมาทดสอบ โดยการหยดยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ลงไป ปรากฏว่ามีสีส้ม เกิดขึ้น นักเรียนควรเก็บน้ำฝนนั้น ไว้สำหรับบริโภคหรือไม่ เพราะเหตุใด นักเรียน คิดว่าเป็นเพราะเหตุใดที่ทำให้น้ำฝนมีสมบัติเช่นนั้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		24	คำถาม ท้ายบท	13. นักเรียนคิดว่ารถยนต์ สิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยคอนกรีต ซึ่งอยู่ในบริเวณที่มีโรงงาน อุตสาหกรรมมาก ๆ กับที่ตั้งอยู่ในชนบทห่างไกลสิ่งเหล่านั้น บริเวณใดควรจะทน ทานกว่ากัน เพราะเหตุใด จงอธิบาย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	96	4	ข้อความ	นักวิทยาศาสตร์ใช้องค์ประกอบของธาตุเป็นเกณฑ์ในการแบ่งสารออกเป็น 2 ประเภท คือ สารอนินทรีย์ และสารอินทรีย์	ทักษะการจำแนกประเภท
		17	ข้อความ	นักวิทยาศาสตร์ที่เชี่ยวชาญทางเคมีได้แบ่งสารประกอบของคาร์บอนเป็นกลุ่ม ๆ ตามธาตุที่เป็นองค์ประกอบ โครงสร้างโมเลกุล และสมบัติทางเคมี	ทักษะการจำแนกประเภท
		22	ข้อความ	สารอินทรีย์มีสมบัติคล้ายคลึงกันเป็นกลุ่ม เพราะมีองค์ประกอบอย่างเดียวกัน จึงมีการจำแนกสารอินทรีย์ออกเป็นกลุ่มใหญ่ตามองค์ประกอบของสารนั้น	ทักษะการจำแนกประเภท
97		1	ข้อความ	สารประกอบไฮโดรคาร์บอนพบได้ในแหล่งต่างๆ เช่น ยางไม้ น้ำมัน ถ่านหิน หินน้ำมัน แต่แหล่งกำเนิดสำคัญที่สุดของไฮโดรคาร์บอน คือ ปิโตรเลียม	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		18	ข้อความ	ไฮโดรคาร์บอนที่มีโมเลกุลเล็กที่สุด มีชื่อว่า มีเทน ประกอบด้วยคาร์บอน 1 อะตอม และไฮโดรเจน 4 อะตอม จึงมีสูตรเป็น CH_4	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
		20	ข้อความ	ไฮโดรคาร์บอนที่มีโมเลกุลใหญ่ขึ้น คือ อีเทน ซึ่งประกอบด้วย คาร์บอน 2 อะตอม และไฮโดรเจน 6 อะตอม จึงมีสูตรเป็น C_2H_6	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
		22	ข้อความ	โพรเพน มี คาร์บอน 3 อะตอม และไฮโดรเจน 8 อะตอม จึงมีสูตรเป็น C_3H_8	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
98		12	คำถาม ในเรื่อง	จากสูตรของมีเทน แสดงว่าคาร์บอน 1 อะตอม สามารถรวมตัวกับอะตอมอื่นได้กี่อะตอม	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
		13	คำถาม ในเรื่อง	โมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนในตาราง 4.1 เมื่อมีคาร์บอนเพิ่ม 1 อะตอม จะมีไฮโดรเจนเพิ่มกี่อะตอม	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
		15	คำถาม ในเรื่อง	ไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลเล็กกับไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลใหญ่ มีสมบัติแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		17	คำถามในเรื่อง	ไฮโดรคาร์บอนในตาราง 4.1 มีสมบัติใดบ้างที่เหมือนกัน	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	98	18	คำถาม ในเรื่อง	เนื่องจากแก๊สโพรเพนและบิวเทน สามารถทำให้เป็นของเหลวได้ภายใต้ความกดดันสูง จึงมีการนำมาอัดในถังซึ่งแก๊สจะอยู่ในรูปของของเหลว (หรือ LPG) เราใช้ประโยชน์จากแก๊สปิโตรเลียมเหลวอย่างไรบ้างในชีวิตประจำวัน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	99	6	ข้อความ	โมเลกุลของเอทิลีน ประกอบด้วยคาร์บอน 2 อะตอม และไฮโดรเจน 4 อะตอม จึงมีสูตรเป็น C_2H_4	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
	100	1	ข้อความ	แก๊สปิโตรเลียมเหลวหรือแอลพีจี เป็นแก๊สที่เกี่ยวข้องต่อชีวิตประจำวันของเรามากที่สุด เพราะนำมาใช้เป็นแก๊สหุงต้ม ซึ่งให้ความสะดวกมากกว่าการใช้เชื้อเพลิงอื่น เช่น ถ่าน ฟืน หรือน้ำมันก๊าด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		5	ข้อความ	แก๊สแอลพีจี ให้ความร้อนสูงและเป็นเชื้อเพลิงสะอาด กล่าวคือ ไม่มีควันหรือเขม่า ขณะลุกไหม้ และไม่มีเถ้าเหลือหลังการเผาไหม้ จึงทำให้ได้รับความนิยม	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		12	ข้อความ	แก๊สหุงต้ม มีกลิ่นเหม็นเมื่อรั่วหรือเผาไหม้ไม่หมด กลิ่นในแก๊สหุงต้มเป็นกลิ่นของสารที่เติมลงไป เพื่อให้ประสาทได้ความรู้สึกเมื่อรั่วไหล จะได้ทราบและป้องกันอันตรายได้ สารที่ใช้เติมเพื่อให้มีกลิ่นนั้นเป็นสารประกอบของกำมะถัน อาจจะเป็นเอทิลเมอร์แคปแทน หรือเอมิลเมอร์แคปแทน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	102	1	คำถาม ในเรื่อง	จากตาราง สถานะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีความสัมพันธ์กับจำนวนอะตอมของคาร์บอนอย่างไร	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
		10	ข้อความ	สารอาหารที่มีความจำเป็นต่อร่างกายของมนุษย์มี 6 ประเภท คือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน เกลือแร่ และ น้ำ	ทักษะการจำแนกประเภท
		12	ข้อความ	ธาตุสำคัญที่เป็นองค์ประกอบของสารอาหาร ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน ยังมี ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส กำมะถัน รวมอยู่ในสารอาหารบางชนิด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	102	18	ข้อความ	คาร์โบไฮเดรต เป็นสารที่ประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ในโมเลกุลของสารประกอบคาร์โบไฮเดรตทุกชนิด พบว่า ประกอบด้วยอะตอมของไฮโดรเจน และออกซิเจนในอัตราส่วน สองต่อหนึ่ง เช่นเดียวกับ โมเลกุลของน้ำ จึงได้ชื่อว่า คาร์โบไฮเดรต	ทักษะการจำแนกประเภท
	103	1	ข้อความ	<p>กิจกรรมที่ 4.1 ปฏิบัติการย่อยสลายโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต</p> <p>ตอนที่ 1 1. สังเกตลักษณะภายนอกของน้ำตาลกลูโคส ซูโครส แป้ง และสำลี แล้วบันทึกผล , 2. ใส่กลูโคส ซูโครส แป้ง และสำลี ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 4 หลอด หลอดละ 0.5 g เติมน้ำลงไปหลอดละ 5 cm³ เขย่าหลอดทุกหลอดเบาๆ สังเกตการเปลี่ยนแปลงแล้วบันทึกผล , 3. หยดสารละลายเบเนดิกต์ลงในหลอดทั้ง 4 หลอดๆละ 5-8 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล , 4. ต้มน้ำประมาณ 1/2 ของบีกเกอร์ขนาด 250 cm³ จนเดือด แล้วนำหลอดทดลองในข้อ 3 ลงไปแช่ในน้ำเดือด 1-2 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงแล้วบันทึกผล , 5. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 หยดสารละลายไอโอดีน 2-3 หยด ลงในแต่ละหลอดเขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล</p> <p>ตอนที่ 2 1. ใส่กลูโคส ซูโครส แป้ง และสำลี ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 4 หลอด หลอดละ 0.5 g เติมน้ำลงไปหลอดละ 5 cm³ เติมน้ำตาลละลายกรดไฮโดรคลอริกหลอดละ 1 cm³ นำไปต้มในน้ำเดือด 15 นาที ทิ้งให้เย็นแล้วหยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไปทีละหยดจนสารละลายเป็นกลางพอดี โดยทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส , 2. แบ่งสารละลายในข้อ 1 เป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ และที่เหลือทดสอบกับสารละลายไอโอดีน สังเกต แล้วบันทึกผล</p>	ทักษะการทดลอง

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	104	1	คำถามหลังกิจกรรม	คาร์โบไฮเดรตแต่ละชนิด มีสมบัติที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกันอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท
		2	คำถาม หลังกิจกรรม	ถ้านำเส้นก๋วยเตี๋ยว ขนมันฝรั่ง วุ้นเส้น น้ำผึ้ง กลั้วยน้ำว่า มาทดสอบ นักเรียนคิดว่า สิ่งเหล่านี้จะให้ผลการทดสอบเป็นอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล , ทักษะการทดลอง
		6	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้แป้ง และเซลลูโลส มีสมบัติแตกต่างกัน เพราะอะไรกลูโคส และซูโครสจึงทำปฏิกิริยากับสารละลายเบนเนดิกต์ ให้ผลต่างกัน	ทักษะการจำแนกประเภท
		18	ข้อความ	น้ำตาลโมเลกุลคู่ชนิดอื่นอีกที่มีบทบาทในชีวิตประจำวัน ได้แก่ มอลโทสและแลค โทส มอลโทสพบในเมล็ดข้าวที่กำลังงอก ซึ่งนำมาใช้ในอุตสาหกรรมทำเบียร์ ประกอบด้วยกลูโคส 2 โมเลกุล ส่วนแลคโทส พบในน้ำนมประกอบด้วย กลูโคส และกาแลคโทส	ทักษะการจำแนกประเภท
	105	7	คำถามในเนื้อเรื่อง	ถ้ามอลโทสและแลคโทส ทำปฏิกิริยาย่อยสลายแล้วจะได้โมเลกุลของน้ำตาลใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	106	4	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	เมื่อโมเลกุลแป้งและเซลลูโลสถูกย่อยสลายโดยสมบูรณ์แล้ว นักเรียนคิดว่าจะได้ สารประกอบอะไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		6	คำถามในเนื้อเรื่อง	เพราะเหตุใดสมบัติของแป้งและเซลลูโลส จึงแตกต่างกัน	ทักษะการจำแนกประเภท
		10	ข้อความ	โครงสร้างของพืชส่วนใหญ่เป็นเซลลูโลส พืชแต่ละชนิดมีเซลลูโลสมากน้อย แตกต่างกัน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	107	2	ข้อความ	ไขมัน ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เช่นเดียวกับ คาร์โบไฮเดรต แต่มีเปอร์เซ็นต์ของออกซิเจนน้อยกว่า และสัดส่วนของธาตุ คาร์บอน และไฮโดรเจน มีจำนวนมากกว่าที่มีอยู่ในคาร์โบไฮเดรต จึงทำให้ไขมัน เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานมากกว่าคาร์โบไฮเดรตถึง 2 เท่าตัว	ทักษะการจำแนกประเภท

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	107	5	ข้อความ	ไขมันและน้ำมันมีโครงสร้างเหมือนกัน คือ เกิดจากการรวมตัวของกรดไขมันและกลีเซอรอล ไขมันที่สะสมในเนื้อเยื่อพืชและสัตว์โดยทั่วไปส่วนใหญ่จะเป็นพวกไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งเป็นแหล่งสะสมพลังงานที่สำคัญ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		15	คำถามในเรื่อง	เมื่อไขมันย่อยสลายสมบูรณ์แล้วจะได้สารประกอบกี่ชนิด อะไรบ้าง	ทักษะการจำแนกประเภท
		17	ข้อความ	ส่วนที่เป็นองค์ประกอบของไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายคือกรดไขมัน เป็นกรดอินทรีย์	ทักษะการจำแนกประเภท
		18	ข้อความ	กรดไขมันมี 2 ประเภท คือ กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งมีลักษณะของโครงสร้างแตกต่างกัน	ทักษะการจำแนกประเภท
	108	5	คำถามในเรื่อง	จากรูป กรดสเตียริกและกรดโอเลอิก มีความแตกต่างกันอย่างไร	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
	109	14	คำถามในเรื่อง	ในน้ำมันพืชและสัตว์มีปริมาณของกรดไขมันเป็นส่วนประกอบอย่างไรบ้าง	ทักษะการจำแนกประเภท
		15	คำถาม ในเรื่อง	จำนวนคาร์บอนและไฮโดรเจนมีส่วนเกี่ยวข้องกับจุดหลอมเหลวของกรดไขมันแต่ละประเภทหรือไม่อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		17	คำถามในเรื่อง	ทำไมเมื่อนำน้ำมันหมู, น้ำมันมะพร้าว ไปแช่ตู้เย็นแล้วจึงแข็งจับตัวเป็นไขได้	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		18	ข้อความ	กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากันจะแตกต่างกันที่จำนวนอะตอมของไฮโดรเจน	ทักษะการจำแนกประเภท
		20	ข้อความ	จำนวนอะตอมของไฮโดรเจนในกรดโอเลอิกมีน้อยกว่าในกรดสเตียริก และสามารถรับไฮโดรเจนได้เพิ่มขึ้น กลายเป็นกรดสเตียริก จึงจัดกรดโอเลอิกอยู่ในประเภทกรดไขมันไม่อิ่มตัว, กรดสเตียริกอยู่ในประเภท กรดไขมันอิ่มตัว	ทักษะการจำแนกประเภท
23		ข้อความ	กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในน้ำมันพืชสามารถเปลี่ยนไปเป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่มีจุดหลอมเหลวสูงขึ้นกว่าเดิมและอยู่ในสถานะของแข็งที่อุณหภูมิปกติได้โดยการเติมไฮโดรเจนลงไป	ทักษะการจำแนกประเภท	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	110	1	ข้อความ	ไขมันหรือน้ำมันบางชนิด เมื่อตั้งทิ้งไว้ในภาชนะนานๆ จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนทำให้เกิดเหม็นหืน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		9	ข้อความ	จากการวิจัย พบว่าผู้ที่มีระดับคอเลสเตอรอลสูงกว่า 220 มิลลิกรัม ต่อ 100 มิลลิกรัม ของเลือดมีโอกาสเป็นโรคหลอดเลือดตีบแข็งเพราะคอเลสเตอรอลจะไปสะสมเกาะตามผนังเส้นเลือด ทำให้เลือดไหลไม่สะดวก เป็นสาเหตุของการเกิดโรคหัวใจ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		13	คำถามในเนื้อเรื่อง	นักเรียนมีวิธีการอย่างไรที่จะช่วยไม่ให้ร่างกายมีคอเลสเตอรอลมากเกินไป	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		15	ข้อความ	โปรตีน เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลใหญ่มาก และมีโครงสร้างโมเลกุลที่ซับซ้อนยิ่งกว่าไขมันและคาร์โบไฮเดรต	ทักษะการจำแนกประเภท
		16	ข้อความ	จากการศึกษาธาตุที่เป็นองค์ประกอบ พบว่าโปรตีนประกอบด้วยธาตุที่สำคัญ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจนและไนโตรเจน นอกจากนี้ยังมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		19	ข้อความ	กิจกรรมที่ 4.2 การทดสอบโปรตีนในอาหาร 1. ใส่ไข่ขาว 0.5cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก ทำให้เป็นเบสโดยการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ $2.5\text{ mol} / \text{dm}^3$ จำนวน 1 cm^3 , 2. เติมสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต $0.1\text{ mol} / \text{dm}^3$ ลงไป 5 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลง , 3. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 – 2 แต่ใช้น้ำนมถั่วเหลือง น้ำเชื่อม น้ำมันพืช น้ำมันสดแทนไข่ขาว	ทักษะการทดลอง
111		8	คำถาม หลังกิจกรรม	ไข่ขาว น้ำนมถั่วเหลือง น้ำเชื่อม น้ำมันพืช และน้ำมันสดเกิดการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างหรือคล้ายกัน อย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		10	ข้อความ	โปรตีนจะทำปฏิกิริยากับสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ในสภาพที่เป็นเบสให้สีน้ำเงิน หรือสีม่วงซึ่งใช้ในการทดสอบสารอาหารประเภทโปรตีน	ทักษะการทดลอง

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	111	11	คำถาม หลังกิจกรรม	จากการทดสอบที่ผ่านไป นักเรียนพอจะบอกได้ว่าในไข่ขาว น้ำนมถั่วเหลือง น้ำ เชื่อม น้ำมันพืช และน้ำมันสด มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบด้วยหรือไม่	ทักษะการจำแนกประเภท
	112	1	ข้อความ	โปรตีนธรรมชาติมีกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบถึง 22 ชนิด ความแตกต่างในการ เรียงลำดับและสัดส่วนที่รวมตัวกันของกรดอะมิโนต่างชนิดกันทำให้ได้โปรตีน ชนิดต่างๆมากมาย	ทักษะการจำแนกประเภท
		3	ข้อความ	กรดอะมิโนที่พบอยู่ทั้งหมด 22 ชนิดนี้ เป็นกรดอะมิโนจำเป็น 8 ชนิด ซึ่ง ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้เองแต่ต้องได้รับจากอาหารที่กินเข้าไปเท่านั้น ส่วนกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นนั้น นอกจากจะได้จากอาหารแล้ว ร่างกายยังสามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ด้วย	ทักษะการจำแนกประเภท
		12	ข้อความ	เอนไซม์เป็นสารอินทรีย์ประเภทโปรตีนที่สิ่งมีชีวิตสร้างขึ้นสำหรับควบคุมปฏิกิริยา ต่าง ๆ ในร่างกาย โดยที่ตัวมันเองไม่เปลี่ยนแปลง เอนไซม์มีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิด ทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน	ทักษะการจำแนกประเภท
		17	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	เราจะศึกษาว่าเอนไซม์มีผลต่อเนื้อสัตว์อย่างไร และเอนไซม์จากแหล่งใดที่สามารถ นำมาใช้กับเนื้อสัตว์ได้	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	19	ข้อความ	กิจกรรมที่ 4.3 การย่อยเนื้อสัตว์ด้วยเอนไซม์ 1. แบ่งเนื้อสัตว์ 3 ชิ้น ขนาดเท่าๆกันประมาณ $3 \times 3 \times 1 \text{ cm}^3$ ใส่บีกเกอร์ขนาด 50 cm^3 3 ใบ ใบที่ 1 ใส่น้ำสับปะรด 10 cm^3 (หรือยางมะละกอดิบ 5 หยอด ผสมน้ำ 100 cm^3) , ใบที่ 2 ใส่น้ำสับปะรดที่ต้มแล้ว 10 cm^3 (หรือยางมะละกอดิบที่ต้มแล้ว) , ใบที่ 3 ใส่น้ำกลั่น 10 cm^3 ใส่น้ำสับปะรด 10 cm^3 , 2. หลังจากทิ้งไว้ 5 นาที นำเนื้อสัตว์ทั้ง 3 บีกเกอร์ มาเติมน้ำพอท่วม ต้มให้เดือดเป็นเวลา 4 นาที ทิ้งให้เย็น แล้วลองฉีกดู	ทักษะการทดลอง	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	113	6	คำถามหลังกิจกรรม	ความเหนียวของเนื้อในบีกเกอร์แต่ละใบแตกต่างกันอย่างไร	ทักษะการสังเกต
		7	คำถามหลังกิจกรรม	เนื้อในบีกเกอร์ใบที่ 1 และใบที่ 3 เนื้อขึ้นเหนียวกว่ากัน เพราะเหตุใด	ทักษะการสังเกต
		8	คำถาม หลังกิจกรรม	น้ำสับปะรด (หรือยางมะละกอ) ที่ต้มแล้วและยังไม่ต้ม มีผลต่อความเหนียวของเนื้อ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร เป็นเพราะเหตุใด	ทักษะการจำแนกประเภท
		23	ข้อความ	นักเรียนได้ทำการทดลองสมบัติบางประการของคาร์โบไฮเดรต ทราบมาแล้วว่าแป้ง และเซลลูโลสเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เมื่อถูกย่อยสลายโดยกรด ไฮโดรคลอริกจะได้กลูโคส	ทักษะการทดลอง
	114	12	คำถามในเนื้อเรื่อง	ความสามารถในการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ขึ้นอยู่กับ ปัจจัยอื่นๆอีกได้แก่อะไรบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		14	ข้อความ	นักเรียนคงเคยสังเกตเห็นการเก็บผลไม้ เช่น มะม่วง มะละกอ กุ้ง ไว้ในช่องแช่แข็ง ของผู้เย็น ซึ่งจะทำให้ผลไม้เหล่านั้นสุกช้ากว่าการเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง ที่เป็นเช่น นี้ เพราะเอนไซม์จะทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิหนึ่งเท่านั้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		21	คำถามในเนื้อเรื่อง	ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาอุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	ทักษะการทดลอง
116	3	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ผ้าไหมและผ้าขนสัตว์ที่มนุษย์นำมาใช้เป็นเครื่องนุ่งห่มนั้น มีสารใดเป็นมอนอเมอร์ และสารใดเป็นพอลิเมอร์	ทักษะการจำแนกประเภท	
		5	ข้อความ	แป้ง เซลลูโลส ไหม หรือขนสัตว์เป็นสารโมเลกุลใหญ่ที่พืชและสัตว์สังเคราะห์ ขึ้นมาจากสารโมเลกุลเล็กได้สารที่เรียกว่า พอลิเมอร์ในธรรมชาติ	ทักษะการจำแนกประเภท
		9	ข้อความ	พอลิเมอร์ในธรรมชาติมีไม่พอกับความต้องการ จึงต้องค้นคว้าหาวัสดุหรือพอลิ เมอร์ใหม่ๆ ขึ้นมาทดแทนพอลิเมอร์ในธรรมชาติซึ่งกำลังจะหมดไปและเพื่อให้ได้ สิ่งที่ดีกว่าทำให้เกิดการสังเคราะห์สารพอลิเมอร์ขึ้น จึงเรียกสารพอลิเมอร์เหล่านี้ว่า พอลิเมอร์สังเคราะห์ เช่น พอลิไวนิลคลอไรด์ พอลิสไตรีน พอลิคาร์บอนเนต	ทักษะการจำแนกประเภท


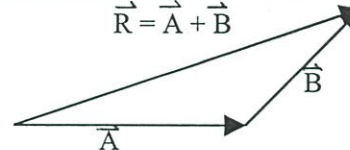
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	
4	116	14	คำถาม ในเรื่อง	พอลิเมอร์สังเคราะห์ปัจจุบันมีอยู่มากมาย ผลิตภัณฑ์เพื่อสนองความต้องการในต่าง ๆ นักเรียนทราบหรือไม่ว่า พอลิเมอร์เหล่านี้ใช้อะไรเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์	ทักษะการจำแนกประเภท	
	117	11	คำถามในเรื่อง	จากแผนภาพ สารใดเป็นมอนอเมอร์ และผลิตได้จากวัตถุดิบชนิดใด	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป	
	118	10	คำถามในเรื่อง	จากแผนภาพ มีสารใดเป็นมอนอเมอร์ที่ได้จากแก๊สธรรมชาติ	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป	
	119	3		ข้อความ	กระบวนการสังเคราะห์พอลิเมอร์ เรียกว่า พอลิเมอร์ไรเซชัน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		14		คำถามในเรื่อง	จากแผนภาพ จงบอกชื่อมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์แต่ละชนิด	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
		15		คำถามในเรื่อง	มอนอเมอร์แต่ละชนิดได้มาจากแหล่งวัตถุดิบชนิดใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		16		ข้อความ	การเกิดพอลิเมอร์จำแนกได้เป็น 2 แบบ คือ การรวมตัวแบบควบแน่น และการรวมตัวแบบต่อเติม	ทักษะการจำแนกประเภท
120	1		ข้อความ	กิจกรรมที่ 4.4 การสังเคราะห์พอลิยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 1. ทาวาสลีนลงบนผิวด้านในของแม่แบบทั้งสองอันให้ทั่ว 2. ตวงสารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ หรือฟอร์มาลินเข้มข้น 40 % โดยน้ำหนัก 20 cm ³ ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 cm ³ , 3. ชั่งยูเรีย 10 g ใส่ในบีกเกอร์ที่มีสารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ ใช้แท่งแก้วคนจนยูเรียละลายหมด สังเกตการเปลี่ยนแปลง , 4. เทส่วนผสมนี้ลงในแม่แบบทั้งสองโดยให้ปริมาณเท่า ๆ กัน , 5. หยดสารละลายกรดซัลฟิวริก 3 mol / dm ³ ทีละหยดประมาณ 10 หยดลงในแม่แบบอันที่ 1 คนให้ทั่ว สังเกตและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสารในแม่แบบทั้งสองอันและบันทึกผล , 6. สารละลายที่อยู่ในแม่แบบอันที่ 2 ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน สังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผล	ทักษะการทดลอง	
	21		คำถาม หลังกิจกรรม	ผลที่ได้จากการผสมยูเรียกับฟอร์มัลดีไฮด์ เมื่อใส่กรดซัลฟิวริกแล้ว แตกต่างไปจากสารละลายที่ทิ้งค้างคืนไว้หรือไม่ อย่างไร	ทักษะการสังเกต , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	

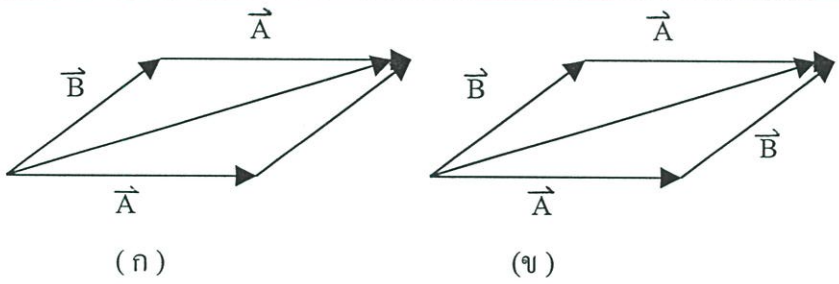
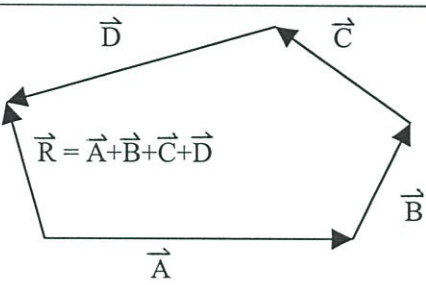
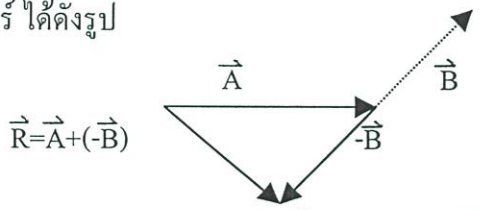
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	120	23	คำถามหลังกิจกรรม	กรดซัลฟิวริกใส่ลงไปเพื่ออะไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		24	คำถามหลังกิจกรรม	พลาสติกที่ได้มีลักษณะอย่างไร	ทักษะการสังเกต
	121	9	ข้อความ	ปฏิกิริยาที่เกิดจากการรวมตัวของมอนอเมอร์ตั้งแต่ 2 โมเลกุลขึ้นไป แล้วทำให้ได้สารพอลิเมอร์และมีสารโมเลกุลเล็ก ๆ ชนิดใหม่เป็นผลพลอยได้ เรียกปฏิกิริยาแบบนี้ว่า การรวมแบบควบแน่น	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		12	ข้อความ	สารพอลิเมอร์บางชนิดอาจเกิดการรวมตัวกันทางเคมีของมอนอเมอร์ที่มีตำแหน่งไวต่อปฏิกิริยาเคมี เป็นพันธะคู่ โมเลกุลทำปฏิกิริยาในภาวะที่เหมาะสมจะได้สารโมเลกุลใหญ่เพียงอย่างเดียว ไม่มีสารโมเลกุลเล็ก ๆ อื่นๆเกิดขึ้นด้วย เรียกการเกิดพอลิเมอร์แบบนี้ว่า การรวมแบบต่อเติม	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		18	คำถาม ในเรื่อง	กระบวนการเกิดพอลิเมอร์ทั้ง 2 แบบ คือ การรวมตัวแบบควบแน่นกับการรวมตัวแบบต่อเติม มีลักษณะเหมือนกันหรือต่างกัน อย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท
	122	9	ข้อความ	การแบ่งประเภทของพลาสติกโดยใช้การเปลี่ยนแปลง เมื่อถูกความร้อนเป็นเกณฑ์ จะแบ่งพลาสติกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ	ทักษะการจำแนกประเภท
		20	ข้อความ	การที่พลาสติกทั้ง 2 ประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เนื่องจากมีโครงสร้างโมเลกุลไม่เหมือนกัน	ทักษะการจำแนกประเภท
	124	14	คำถาม ในเรื่อง	พอลิเมอร์ที่มีสถานะเป็นของเหลวบางชนิดที่มีสมบัติเป็นตัวประสานได้ดี ควรนำมาทำผลิตภัณฑ์ชนิดใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		16	คำถามในเรื่อง	การเติมใยแก้วลงในพลาสติกไฟเบอร์กลาส มีวัตถุประสงค์อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	125	11	คำถาม ในเรื่อง	พลาสติกมีหลายชนิด จะเลือกชนิดใดมาใช้ ใช้อย่างไรจึงจะใช้ได้นาน เก็บรักษาอย่างไรจึงจะไม่เสื่อมคุณภาพ กำจัดพลาสติกที่ใช้แล้วอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

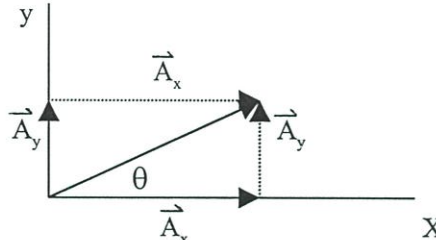
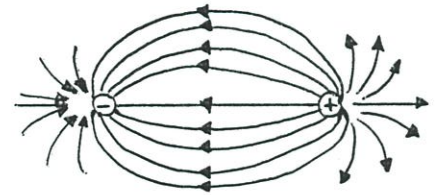
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	125	14	ข้อความ	ความคงทนของพลาสติกขึ้นกับสิ่งแวดล้อม เช่น ความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณของออกซิเจน ซึ่งเป็นผลให้พลาสติกเปราะได้ กรณีพลาสติกที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุอาหาร ยังขึ้นอยู่กับประเภทของอาหารที่บรรจุ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		27	คำถาม ในเรื่อง	ท่อพีวีซีที่ผลิต จำหน่ายมี 3 สี คือ สีเทา สีฟ้า สีเหลือง นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าท่อพีวีซีแต่ละสีมีไว้สำหรับใช้งานแตกต่างอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท
		29	คำถามในเรื่อง	นักเรียนจะมีหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้พลาสติกอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท
126	126	2	คำถาม ในเรื่อง	ปัญหาการกำจัดพลาสติกที่ใช้แล้ว ปัญหาการอุดตันของท่อระบายน้ำ และปัญหาทางด้านการเกษตร นักเรียนคิดว่าพลาสติกเป็นต้นเหตุของปัญหาเหล่านั้นอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		4	คำถามในเรื่อง	บริเวณ โรงเรียนมีพลาสติกที่ไม่ใช้แล้วถูกทิ้งบ้างหรือไม่ มีจำนวนมากน้อยเพียงใด	ทักษะการสังเกต
		6	คำถาม ในเรื่อง	นักเรียนสังเกตเห็นผลิตภัณฑ์พลาสติกชนิดใดถูกทิ้งมากที่สุด ผลิตภัณฑ์นั้นทำมาจากพลาสติกประเภทใด	ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท
		8	คำถาม ในเรื่อง	นักเรียนคิดว่าชั้นพลาสติกที่ฝังอยู่ในดิน แห่อยู่ในน้ำ และที่ถูกแสงแดด ลมหลายวัน มีลักษณะต่างกันหรือไม่ ถ้าทิ้งไว้ต่อไป พลาสติกจะเน่าเปื่อยหรือสลายตัวหรือไม่	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		22	คำถาม ในเรื่อง	การนำพลาสติกใช้แล้วมาหลอมเพื่อใช้ใหม่เป็นการลดปัญหาการกำจัดพลาสติกได้หรือไม่ และพลาสติกที่ผลิตจากพลาสติกใช้แล้ว นำไปใช้บรรจุอาหารหรือไม่	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		25	คำถามในเรื่อง	นักเรียนคิดว่า ภาชนะที่ใช้บรรจุอาหารควรใช้พลาสติกหรือไม่ จงอภิปราย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		26	คำถามในเรื่อง	การใช้พลาสติกจำพวก โฟม ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
127	6	ข้อความ	พอลิเมอร์เหล่านี้ เกิดขึ้นได้ทั้งในธรรมชาติ และจากการสังเคราะห์ ซึ่งอาจจำแนกได้ดังนี้ <div style="text-align: center;"> <pre> เส้นใย / \ เส้นใยธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์ / \ / \ เซลลูโลส ไพรตีน ไยหิน เรยอน พอลิเอสเทอร์ พอลิเอไมด์ โอลีฟิน ฯลฯ </pre> </div>	ทักษะการจำแนกประเภท	

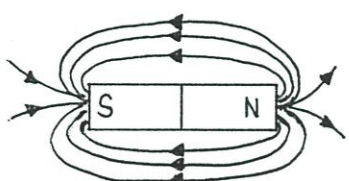
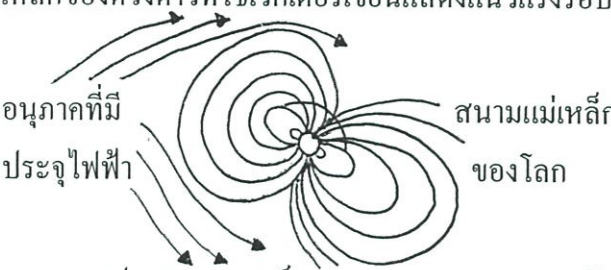
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	130	2	คำถามท้ายบท	1. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน เมื่อเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ได้สารใดเกิดขึ้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		3	คำถาม ท้ายบท	2. จากตารางจุดเดือดของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่อไปนี้ ก. จงบอกความสัมพันธ์ระหว่างโมเลกุลและจุดเดือดของสารไฮโดรคาร์บอน	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
		14	คำถาม ท้ายบท	ข. จากตารางถ้ำอุณหภูมิห้องเป็น 40°C สารประกอบไฮโดรคาร์บอนใดมีสมบัติเป็น แก๊สที่อุณหภูมิห้อง	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
		15	คำถามท้ายบท	3. เรามีวิธีการทดสอบน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว น้ำตาล โมเลกุลคู่ และแป้ง ได้อย่างไร	ทักษะการทดลอง
		16	คำถามท้ายบท	4. เมื่อเคี้ยวข้าวสุกสักครู่จะรู้สึกหวาน นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าเป็นเพราะเหตุใด	ทักษะการสังเกต
		17	คำถาม ท้ายบท	5. การที่หมอให้คนไข้ที่มีอาการอ่อนเพลียรับประทานกลูโคส นักเรียนคิดว่ามีผล แตกต่างจากให้คนไข้รับประทานอาหารพวกแป้งอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		19	คำถาม ท้ายบท	6. จงเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของกรดไขมันต่อไปนี้ กรดสเตียริก (C ₁₇ H ₃₁ COOH) กรดโอเลอิก (C ₁₇ H ₃₃ COOH) และกรดลิโนเลอิก(C ₁₇ H ₃₁ COOH)	ทักษะการจำแนกประเภท
		21	คำถามท้ายบท	7. เพราะเหตุใดมนุษย์จึงสังเคราะห์สารพอลิเมอร์ขึ้นมาใช้	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		22	คำถาม ท้ายบท	8. ถ้าพิจารณาถึงทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศไทย และปัญหาเกี่ยวกับการใช้ผลิต ภัณฑ์พลาสติกแล้ว รัฐบาลควรส่งเสริมให้มีการปรับปรุงอุตสาหกรรมหรือไม่ จงอธิบาย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		24	คำถามท้ายบท	9. การใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติก ทำให้สิ่งแวดล้อมเกิดภาวะมลพิษได้อย่างไร จงอธิบาย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
25	คำถาม ท้ายบท	10. เครื่องมือเครื่องใช้ที่ทำจากพลาสติกที่ย่อยสลายไม่ได้ มีข้อดีหรือข้อเสียอย่างไร จงอธิบาย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล		

วิชาวิทยาศาสตร์ 2

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	1	3	ข้อความ	ฟิสิกส์ เป็นวิชาที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ อันตรกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างมวล สาร และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ สมบัติพื้นฐานของสสาร เช่น มวล ประจุ	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
		7	ข้อความ	ปริมาณที่บอกแต่ขนาดเท่านั้น ไม่บอกทิศทาง เรียกเป็นปริมาณสเกลาร์ ได้แก่ ความยาว อุณหภูมิ มวล เวลา ประจุ ความหนาแน่น	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ , ทักษะการจำแนกประเภท
		8	ข้อความ	ปริมาณที่บอกทั้งขนาดและทิศทาง เรียกเป็น ปริมาณเวกเตอร์ได้แก่ ความเร็ว ความเร่ง แรง โมเมนตัม	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ , ทักษะการจำแนกประเภท
		14	ข้อความ	ในการเขียนอธิบายเกี่ยวกับเวกเตอร์ เราใช้เส้นจำนวนมาเขียน หรืออธิบายปริมาณ ของเวกเตอร์ โดยใช้เส้นตรงเขียนบอกจำนวนหรือปริมาณของเวกเตอร์ และการ บอกทิศทางของเวกเตอร์จะกำหนดให้เป็นหัวลูกศรใส่ไว้ที่ปลายด้านใดด้านหนึ่ง เช่น \vec{A} มีขนาด 7 หน่วย, \vec{B} มีขนาด 6 หน่วย, \vec{C} มีขนาด 4 หน่วย ทั้ง 3 เวกเตอร์มี ทิศทางไปในทางเดียวกัน เขียนเส้นจำนวนแทน \vec{A} , \vec{B} , \vec{C} ได้ดังนี้ <div style="text-align: center;">  </div>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
3	10	ข้อความ	<div style="text-align: center;">  </div> <p>รูป 1.2 เมื่อเวกเตอร์ \vec{A} รวมกับ \vec{B} เวกเตอร์ลัพธ์เริ่มจากท้าย \vec{A} ถึงปลาย \vec{B}</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	3	15	ข้อความ	 <p>(ก) (ข)</p> <p>รูป 1.3 การรวมเวกเตอร์ด้วยวิธีสี่เหลี่ยมคางหมู</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
4	15	15	ข้อความ	 <p>รูป 1.5 การรวมเวกเตอร์ 4 เวกเตอร์</p> <p>การรวมเวกเตอร์ที่มากกว่า 3 เวกเตอร์ทำได้ดังรูป 1.5 เป็นการรวมเวกเตอร์ 4 เวกเตอร์ ผลรวมของเวกเตอร์ คือ $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D}$ ซึ่งเป็นเวกเตอร์ของรูปหลายเหลี่ยม นั่นคือ เวกเตอร์ลัพธ์ \vec{R} ลากจากท้ายเวกเตอร์แรกไปยังปลายเวกเตอร์สุดท้าย</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
5	7	7	ข้อความ	<p>ให้ \vec{A} และ \vec{B} เป็นเวกเตอร์ที่ไม่ขนานกัน เมื่อนำ $\vec{A}-\vec{B}$ เราสร้างรูปการรวมเวกเตอร์ ได้ดังรูป</p>  <p>$\vec{R} = \vec{A} + (-\vec{B})$</p> <p>รูป 1.6 แสดงการนำ \vec{B} ลบออกจาก \vec{A}</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	5	22	ข้อความ	<p>ให้ \vec{A}_x เป็นองค์ประกอบของ \vec{A} ตามแนวแกน X และ \vec{A}_y ก็เป็นองค์ประกอบของ \vec{A} ตามแนวแกน y จากรูปจะเห็นได้ว่า $\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y$</p>  <p>รูป 1.7 แสดงการแยกองค์ประกอบของเวกเตอร์</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
6	12		คำถาม ในเรื่อง	<p>เวกเตอร์ \vec{A} มีขนาด 3 หน่วย วางตัวตามแนวแกน x ที่เป็นบวก เวกเตอร์ \vec{B} มีขนาด 4 หน่วย วางตัวตามแนวแกน y ที่เป็นบวก ให้หาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ ลัพธ์ ก.) $\vec{A} + \vec{B}$ และ ข.) $\vec{A} - \vec{B}$</p>	ทักษะการคำนวณ
7	10		คำถาม ในเรื่อง	<p>เวกเตอร์ \vec{A} มีขนาด 10 หน่วย อยู่ระหว่างแกน x และแกน y ทำมุมกับแกน x 30 องศา ให้หาองค์ประกอบของ \vec{A} ในแนวแกน x และแนวแกน y</p>	ทักษะการคำนวณ
9	12		ข้อความ	<p>ความหนาแน่นของแรงแม่เหล็กรอบขั้วแม่เหล็ก เรียกว่า สนามแม่เหล็ก</p>	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
	13		ข้อความ	<p>ความหนาแน่นของแรงทางประจุไฟฟ้ารอบ ๆ ประจุไฟฟ้า เรียกว่า สนามไฟฟ้าสถิต</p>	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
10	1		ข้อความ	<p>สนามไฟฟ้าสถิต ซึ่งใช้เวกเตอร์เขียนแทนแนวแรงของสนามไฟฟ้าที่ออกจากประจุบวกสู่ประจุลบ</p>  <p>รูป 1.10 เวกเตอร์แสดงสนามของแรงรอบๆวัตถุ</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	10	4	ข้อความ	สนามแม่เหล็กซึ่งใช้เวกเตอร์เขียนแสดงแนวแรงของสนามแม่เหล็กที่ออกจากขั้วเหนือสู่ขั้วใต้ 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		7	ข้อความ	สนามแม่เหล็กของดวงดาวที่ใช้เวกเตอร์เขียนแสดงแนวแรงรอบ ๆ ดวงดาว 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
11	4	4	คำถาม ในเรื่อง	ชาย 2 คนช่วยกันดึงล่อ โดยชายคนหนึ่งออกแรง 120 N และอีกคนออกแรงดึง 80 N โดยทำมุมกัน 45° ให้หาขนาดของแรงดึงรวมของชายทั้ง 2 คนนี้ที่ดึงล่อ	ทักษะการคำนวณ
		18	คำถาม ในเรื่อง	แรง 800 N กระทำบนสลักที่ยึดไว้ที่หัวเรือ จงหาค่าประกอบของแรงในแนวราบและแนวตั้ง	ทักษะการคำนวณ
12	11	ข้อความ	กฎข้อที่ 1 ของนิวตันมีใจความว่า “วัตถุหนึ่งที่อยู่นิ่งจะยังคงหยุดนิ่งต่อไป และวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่จะยังคงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ต่อไป ถ้าไม่มีแรงมากระทำต่อวัตถุ” กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน หรือ กฎของความเฉื่อย	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	
13	8	คำถาม ในเรื่อง	จากสถานการณ์นี้ นักเรียนจะอธิบายปรากฏการณ์ของกล่องกระดาษที่อยู่บนล้อเข็นนี้ได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	14	1	ข้อความ	กิจกรรมลองทำดู เรื่องความเฉื่อย ให้นักเรียนลองทำดู 1. ใช้ถ้วยพลาสติกค้ำน้ำที่มีน้ำอยู่ 2 ใน 3 ส่วน วางแผ่นกระดาษแข็งที่มีขนาด 10× 7 cm ³ บนปากถ้วยพลาสติกค้ำน้ำ , 2. วางเหรียญบาท 1 เหรียญลงบนกลางกระดาษแข็ง , 3. ใช้นิ้วคีดกระดาษไปตามแนวราบ แล้วสังเกตดูเหรียญบนกระดาษ 4. เปลี่ยนจากเหรียญบาทมาใช้กระดาษแผ่นเล็กๆ ขยำให้เป็นก้อนกลมๆ มาวางไว้บนกระดาษแข็งแทนเหรียญบาท แล้วคีดกระดาษอีกครั้ง สังเกตผล	ทักษะการทดลอง
		8	คำถามหลังกิจกรรม	ให้อธิบายว่าทำไมเหรียญบาทและก้อนกระดาษจึงแสดงพฤติกรรมอย่างนั้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	15	7	ข้อความ	การทดลอง 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่ง 1. จัดเครื่องมือโดยวางรางไม้บนโต๊ะตามแนวราบ จากนั้นทำการยกรางไม้ด้านตรงข้ามกับที่แขวนน้ำหนักขึ้นเล็กน้อย ใช้มือจับรถไว้ใส่เป็นเกลียว 1 อัน บนขอแขวนปล่อยมือให้รถเคลื่อนที่ สังเกตความเร่งในการเคลื่อนที่ , 2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่ใช้เป็นเกลียว 5 อัน สังเกตความเร่งในการเคลื่อนที่ เปรียบเทียบกับผลในข้อ 1 3. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่ใช้แท่งเหล็กหรือถุงทราย 3 ถุง เปรียบเทียบกับข้อ 2	ทักษะการทดลอง
16	1	คำถาม หลังกิจกรรม	การทดลองตามข้อ 2 ความเร่งของรถทดลองมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าความเร่งในการเคลื่อนที่ของรถทดลองตามการทดลองข้อ 1	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
	3	คำถาม หลังกิจกรรม	การทดลองตามข้อ 3 ความเร่งในการเคลื่อนที่ของรถทดลองมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าความเร่งในการเคลื่อนที่ของรถทดลองตามการทดลองข้อ 2	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
	5	คำถาม หลังกิจกรรม	พิจารณาเฉพาะแนวราบ ขณะที่รถทดลองเคลื่อนที่ตามการทดลองข้อ 1, 2 , 3 มีแรงใดกระทำต่อรถทดลอง มีแรงลัพธ์กระทำต่อรถทดลองหรือไม่ทราบได้อย่างไร ถ้ามีแรงลัพธ์มีทิศไปทางใด แรงลัพธ์ในการทดลองข้อใดที่มีค่าสูงสุด ทราบได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	



บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	17	2	ข้อความ	วัตถุมีมวล 70 kg อยู่ในตำแหน่งซึ่งมี $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ มีค่า $mg = 686 \text{ N}$ ที่ยอดเขามีค่า $g = 9.76 \text{ m/s}^2$ จะมีค่า $mg = 683 \text{ N}$ หรือนำวัตถุนี้ขึ้นไปไว้บนดวงจันทร์ ซึ่งมีค่าความโน้มถ่วงน้อยกว่าโลก 1/6 เท่า ดังนั้น วัตถุมีน้ำหนัก = 114.33 N ($9.8 \times 70 \times 1/6$)	ทักษะการคำนวณ , ทักษะการพยากรณ์
		6	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	เมื่อเราแบกกระสอบข้าวสารบนโลกกับดวงจันทร์ สถานที่ไหนจะต้องออกแรงมากกว่ากัน เพราะเหตุใด	ทักษะการพยากรณ์
		8	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ชายคนหนึ่งยกวัตถุที่อยู่บนโลกด้วยแรง F สามารถยกวัตถุได้มวล 90 kg แต่ถ้าไปยกวัตถุนบนดวงจันทร์ด้วยแรงเท่าเดิม จะยกวัตถุที่มีมวลมากที่สุดได้กี่ kg	ทักษะการคำนวณ
		18	คำถามในเนื้อเรื่อง	ขณะที่นักเรียนออกแรงผลัก ทิศทางของแรงที่เข้าหาหรือออกจากผนัง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		19	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	การเคลื่อนที่ของรถ ขณะออกแรงผลักมีทิศทางเดียวกันหรือตรงกันข้ามกับทิศทางของแรงผลักของนักเรียน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		21	คำถามในเนื้อเรื่อง	ขณะที่นักเรียนออกแรงผลัก มวลของรถและนักเรียนมีความเร่งหรือไม่	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		22	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ถารถที่มวลรถและนักเรียนมีความเร่งแสดงว่ามีแรงลัพธ์กระทำต่อมวลของรถและนักเรียนหรือไม่	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		24	คำถามในเนื้อเรื่อง	แรงที่กระทำต่อมวลของรถและนักเรียน มีทิศทางที่เข้าหาหรือออกจากผนัง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		25	คำถามในเนื้อเรื่อง	เมื่อนักเรียนออกแรงผลักผนังด้วยแรงเท่าๆกัน รถเคลื่อนที่ต่างกันอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
18	6	ข้อความ	กิจกรรมเรื่องแรงกิริยา-แรงปฏิกิริยา ให้นักเรียนวางเครื่องชั่งสปริง 2 เครื่องในแนวราบมือทั้ง 2 จับอยู่บนห่วงที่ตัวเครื่องชั่งแต่ละอัน และมีขมิ้นที่แขวนน้ำหนักของเครื่องชั่งแต่ละเครื่องมาเกี่ยวกัน ให้นักเรียนออกแรงดึงเครื่องชั่งทั้ง 2 เครื่อง ออกจากกัน อ่านค่าแรงดึงที่ได้ บันทึกค่าไว้ ให้มือข้างหนึ่งจับเครื่องชั่งไว้เฉยๆ อีกข้างหนึ่งออกแรงดึงให้อ่านค่าน้ำหนักบนเครื่องชั่งทั้งสองให้เท่ากับครั้งแรก	ทักษะการทดลอง	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์																		
1	18	12	คำถาม หลังกิจกรรม	เปรียบเทียบแรงที่กระทำกับมือทั้งสองข้างว่าเป็นอย่างไร และแรงที่กระทำกับมือ ทั้งสองข้างในครั้งแรกและครั้งหลังต่างกันหรือเหมือนกันอย่างไร	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป																		
		14	คำถามหลังกิจกรรม	ขณะออกแรงคิงพร้อมกัน ค่าที่อ่าน ได้จากเครื่องชั่งสปริงทั้งสองเป็นอย่างไร	ทักษะการวัด																		
		15	คำถามหลังกิจกรรม	ขณะออกแรงเพียงข้างเดียว จะรู้สึกมีแรงคิงที่มือทั้งสองข้างเป็นอย่างไร เพราะอะไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล																		
	20	7	ข้อความ	ค่าอัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานสถิตสูงสุดต่อแรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำในแนว ตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ																		
		9	ข้อความ	อัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานจลน์ ต่อแรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำในแนวตั้งฉากกับ ผิวสัมผัส เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ																		
	25	7	ข้อความ	ความเร็วเฉลี่ยของแต่ละช่วงเวลาคือ ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ในช่วงเวลานั้นต่อเวลาที่ใช่ไป	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ																		
		11	ข้อความ	ความเร่ง คือความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไปในหนึ่งหน่วยเวลา หรือบอกได้เป็นอัตราการ เปลี่ยนแปลงความเร็ว มักเขียนแทนด้วย a	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ																		
	26	1	ข้อความ	วัตถุเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงโดยเริ่มต้นด้วยความเร็ว 10 m/s มีความเร่งคงตัว 1 m/s ² เขียนเป็นตารางข้อมูลดังนี้	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>เวลา (s)</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>ความเร็ว (m/s)</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> </tr> </table>	เวลา (s)	0	1	2	3	4	5	ความเร็ว (m/s)	10	11	12	13	14	15	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล			
			เวลา (s)	0	1	2	3	4	5														
			ความเร็ว (m/s)	10	11	12	13	14	15														
15	ข้อความ	ความชันของกราฟ $(\tan \theta) = \Delta v / \Delta t = (14 - 12) / (4 - 2) = 1$	ทักษะการคำนวณ																				
20	ข้อความ	สูตรพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู = $\frac{1}{2} \times$ ผลบวกด้านคู่ขนาน \times สูง = $\frac{1}{2} (10+15)(5) = 37.5$	ทักษะการคำนวณ																				
28	18	ข้อความ	ตารางเวลาและการกระจัดของวัตถุที่ตกอย่างอิสระ	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>เวลา (s)</td> <td>การกระจัด(m)</td> <td>เวลา (s)</td> <td>การกระจัด(m)</td> <td>เวลา (s)</td> <td>การกระจัด(m)</td> </tr> <tr> <td>0.1</td> <td>0.049</td> <td>0.3</td> <td>0.441</td> <td>0.5</td> <td>0.1225</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>0.196</td> <td>0.4</td> <td>0.784</td> <td>0.6</td> <td>0.1764</td> </tr> </table>	เวลา (s)	การกระจัด(m)	เวลา (s)	การกระจัด(m)	เวลา (s)	การกระจัด(m)	0.1	0.049	0.3	0.441	0.5	0.1225	0.2	0.196	0.4	0.784	0.6	0.1764	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
			เวลา (s)	การกระจัด(m)	เวลา (s)	การกระจัด(m)	เวลา (s)	การกระจัด(m)															
			0.1	0.049	0.3	0.441	0.5	0.1225															
0.2	0.196	0.4	0.784	0.6	0.1764																		

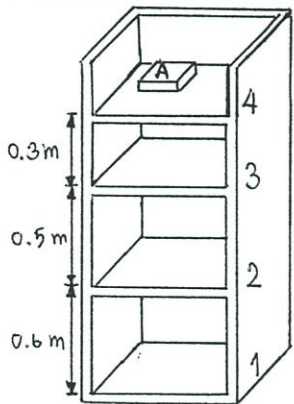
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	31	5	ข้อความ	นำเหรียญบาท 2 อัน อันแรกวางที่ขอบโต๊ะ อีกอันวางบนไม้บรรทัดที่ยื่นออกมา นอกขอบโต๊ะ โดยใช้มือข้างหนึ่งกดปลายของไม้บรรทัดที่วางบน โต๊ะไว้ มืออีกข้าง หนึ่งจับไม้บรรทัดอีกอันหนึ่ง ออกแรงเคาะไม้บรรทัดอันแรกให้เคลื่อนที่ไปในแนว ระดับโดยเร็ว สังเกตผล ทำซ้ำ 3-4 ครั้ง สังเกตผลว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร	ทักษะการทดลอง
		14	คำถามหลังกิจกรรม	เหรียญบาททั้งสองตกจากไม้บรรทัดและขอบโต๊ะพร้อมกันหรือไม่อย่างไร	ทักษะการสังเกต
		15	คำถามหลังกิจกรรม	เหรียญบาททั้งสองตกลงถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่ สังเกตได้อย่างไร	ทักษะการสังเกต
		16	คำถามหลังกิจกรรม	แนวการเคลื่อนที่ของเหรียญบาททั้งสองแตกต่างกันอย่างไร	ทักษะการสังเกต
		17	คำถาม หลังกิจกรรม	เมื่อเคาะไม้บรรทัดด้วยแรงต่างกัน เหรียญทั้งสองจะตกถึงพื้นแตกต่างกันหรือ เหมือนกันอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		19	คำถาม หลังกิจกรรม	ถ้านำเหรียญห้าบาทหนึ่งอันและเหรียญบาทอีกหนึ่งอันมาลองทำดู จะให้ผลการ ทดลองเป็นอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล , ทักษะการพยากรณ์
33		1	คำถามในเนื้อเรื่อง	ที่ตำแหน่ง D วัตถุจะมีความเร็วในแนวตั้งเป็นเท่าไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		2	คำถามในเนื้อเรื่อง	ที่ตำแหน่ง B C E และ F อัตราเร็วของวัตถุมีความสัมพันธ์กันอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		15	ข้อความ	ให้นักเรียนลองทำดู นำวัตถุผูกด้วยเชือกให้แน่น แล้วแกว่งไปเป็นแนววงกลมใน แนวระดับด้วยรัศมีพอประมาณ ให้แกว่งหลายๆครั้ง แต่ละครั้ง ความเร็วของวัตถุจะ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆให้นักเรียนสังเกตแรงดึงของเชือกที่กระทำกับมือของนักเรียน	ทักษะการทดลอง
34	15	23	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	เมื่อแกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมด้วยอัตราเร็วต่างกัน ขนาดของแรงดึงที่เส้น เชือกต่างกันหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ขณะลูกกลมโลหะเคลื่อนที่ไปตามรางโค้งวงกลม ทิศทางการเคลื่อนที่และความเร็ว ของลูกกลมโลหะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
1	34	17	คำถาม ในเรื่อง	ขณะลูกกลมโลหะเคลื่อนที่ไปตามรางโค้งวงกลม จะมีแรงกระทำต่อลูกกลมโลหะหรือไม่ ถ้ามีแรงดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		19	คำถาม ในเรื่อง	ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ลูกกลมโลหะเคลื่อนที่สัมผัสกับราง แรงที่กระทำต่อลูกกลมโลหะแต่ละจุดมีทิศไปทางใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	37	1	คำถาม ในเรื่อง	ถ้าลูกเหล็กอยู่บนรางในตำแหน่งระหว่างจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดของราง แรงเข้าสู่ศูนย์กลางจะมีค่าเท่าใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	38	1	คำถาม ในเรื่อง	ขณะมวลเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยแรง F_1 ในตำแหน่งที่มวลผ่านจุดสมดุล F_2 มีค่าเท่าไร เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	39	6	คำถาม ในเรื่อง	การสั่นของสายกีตาร์ การสั่นของมวลที่ผูกอยู่กับยางยืดซึ่งแขวนในแนวตั้ง เป็นการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์มอนิกหรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		8	ข้อความ	การสั่นของวัตถุทั่วไปจะมีแรงภายนอกมาเกี่ยวข้อง เมื่อปล่อยให้สั่นอย่างอิสระในช่วงเวลาหนึ่งจะหยุดนิ่ง แสดงว่าแอมพลิจูดในแต่ละรอบลดลงจนมีค่าเป็นศูนย์ ถ้าพิจารณาการสั่นของวัตถุในช่วงแอมพลิจูดน้อยๆ จะมีการลดค่าน้อยมากจนอาจถือได้ว่าแอมพลิจูดมีค่าคงตัว ดังนั้นจึงจัดเป็นการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์มอนิก	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
	40	2	คำถาม ท้ายบท	1. เวกเตอร์ 3 เวกเตอร์มีจุดกำเนิดตำแหน่งเดียวกัน เมื่อให้เวกเตอร์ A, B และ C มีขนาด 20, 40 และ 30 หน่วยตามลำดับ จงหา ก.) องค์ประกอบของเวกเตอร์ในแนวแกน x และแกน y, ข.) ขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ของเวกเตอร์ทั้งสาม	ทักษะการคำนวณ
		6	คำถาม ท้ายบท	2. นำเหรียญบาทอันหนึ่งวางบนรถทดลองแล้วลากให้เคลื่อนที่ไปในแนวระนาบด้วยความเร็ว นำไม้บรรทัดมาถ่างรถทดลองให้หยุดอย่างกะทันหัน เหรียญบาทที่วางบนรถทดลองจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จงอธิบาย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์														
1	40	9	คำถามท้ายบท	3. ดาวเทียมโคจรรอบโลกใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันมาอธิบายได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล														
		10	คำถาม ท้ายบท	4. ในการสังเกตวัฏระยะทางของรถยนต์คันหนึ่งที่เคลื่อนที่ได้ในเวลาต่าง ๆ กัน บันทึกข้อมูลได้ดังนี้ <table border="1" data-bbox="628 417 1279 523"> <tr> <td>ระยะทาง (m)</td> <td>0</td> <td>2.3</td> <td>9.2</td> <td>20.7</td> <td>36.8</td> <td>57.5</td> </tr> <tr> <td>เวลา (s)</td> <td>0</td> <td>1.0</td> <td>2.0</td> <td>3.0</td> <td>4.0</td> <td>5.0</td> </tr> </table> จงหา 1. ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์คันนี้ , 2. ความเร็ว ณ วินาทีที่ 3	ระยะทาง (m)	0	2.3	9.2	20.7	36.8	57.5	เวลา (s)	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	ทักษะการคำนวณ
		ระยะทาง (m)	0	2.3	9.2	20.7	36.8	57.5											
	เวลา (s)	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0												
15	คำถาม ท้ายบท	5. เมื่อนำลูกเหล็กทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน 2 ลูก ลูกหนึ่งมีน้ำหนัก 10 N อีกลูกหนึ่งหนักเป็น 2 เท่า เมื่อปล่อยลงจากหน้าผาสูงในเวลาพร้อมๆกัน ลูกเหล็ก ทั้ง 2 ตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่ จงอธิบาย	ทักษะการสังเกต , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล																
41	1	คำถาม ท้ายบท	6. จงเปรียบเทียบระหว่างการเคลื่อนที่แบบสั่นและการเคลื่อนที่แบบซิมเปิล ฮาร์มอนิก ว่ามีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร	ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนกประเภท															
		3	คำถาม ท้ายบท	7. จงเขียนเวกเตอร์แทนแรงที่กระทำต่อวัตถุในข้อต่อไปนี้ 7.1 เมื่อวางวัตถุไว้บนพื้นราบ มีแรง F มาผลัดวัตถุ ก. เมื่อไม่มีแรงเสียดทาน ข. เมื่อมีแรงเสียดทานและวัตถุหยุดนิ่ง	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล														
		7	คำถาม ท้ายบท	7.2 เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอบนพื้นราบ มีแรง F มาผลัดวัตถุในทิศ ต่อต้านการเคลื่อนที่ และวัตถุเคลื่อนที่ช้าลง ก. เมื่อไม่มีแรงเสียดทาน ข. เมื่อมีแรงเสียดทาน	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล														
		11	คำถาม ท้ายบท	7.3 เมื่อวางวัตถุไว้บนพื้นเอียง โดยไม่มีแรง F มากระทำต่อวัตถุ ก. เมื่อวัตถุหยุดนิ่งบนพื้นเอียง ข. เมื่อวัตถุไถลลงมาตามพื้นเอียง	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล														


บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2	45	1	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ชายคนหนึ่งถือของเดินไปตามทางเดิน และชายอีกคนหนึ่งยกของขึ้นจากพื้น อยากรบว่าชายคนใดมีภาระงาน เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		4	ข้อความ	พิจารณารูปชายคนที่ 1 ถือของ จะเห็นว่าทิศของแรงมีทิศขึ้นในแนวตั้ง ส่วนทิศการเคลื่อนที่อยู่ในแนวราบ โดยทิศทางของแรงและการเคลื่อนที่ทำมุม 90 องศา  <p style="text-align: right;">ชายคนที่ 1</p> <p>ดังนั้น งานมีค่าเท่ากับ $W = Fs \cos \theta = Fs \cos 90 = 0$ นั่นคือ ชายคนที่ 1 ถือว่าไม่มีการทำงาน</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล, ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
		10	ข้อความ	พิจารณารูปชายคนที่ 2 ที่ยกของขึ้นจากพื้น จะเห็นว่าทิศของแรงและทิศของการเคลื่อนที่มีทิศขึ้นเหมือนกันโดย θ เท่ากับ 0 องศา  <p style="text-align: right;">ชายคนที่ 2</p> <p>ดังนั้น งานมีค่าเท่ากับ $W = Fs \cos \theta = Fs \cos 0 = Fs$ นั่นคือ ชายคนที่ 2 ยกของขึ้นจากพื้น มีภาระงานเท่ากับ Fs</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล, ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
46	1	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	หญิงคนหนึ่งถือถังน้ำซึ่งหนัก 20 นิวตัน เดินขึ้นบันได อยากรบว่างานที่หญิงคนนี้ทำในการถือถังน้ำเป็นเท่าใด	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อ ความหมายข้อมูล , ทักษะการคำนวณ	

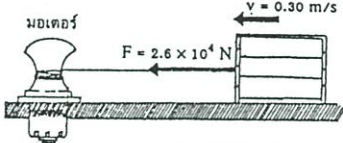
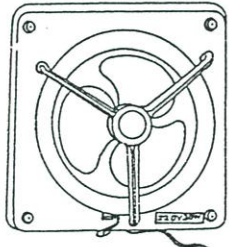
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2	46	3	คำถาม ในเรื่อง	ออกแรง 100 นิวตัน ลากรถเข็นทำมุม 30 องศา ดังรูป จงหางานเมื่อรถเข็นเข้าไปได้ไกล 5 เมตร โดยไม่คิดแรงเสียดทานระหว่างล้อรถกับพื้น	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อ ความหมายข้อมูล , ทักษะการคำนวณ
	47	3	คำถาม ในเรื่อง	ออกแรงดึงตุ้บทราย 1 ตุ้บ ให้เคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นระยะทาง 1 เมตร แล้วหย่อนตุ้บ ทรายนั่นลงมาซ้ำ ๆ เป็นระยะ 1 เมตร งานที่ทำในแต่ละกรณีเท่ากันหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการตีความหมายของข้อมูล และลงข้อสรุป , ทักษะการคำนวณ
	49	1	คำถาม ในเรื่อง	รถยกมีกำลัง 120 กิโลวัตต์ ลากรถบรรทุกมวล 6,000 กิโลกรัม ไปตามพื้นเป็นระยะ 10 เมตร ในเวลา 5 วินาที ได้หรือไม่เพราะเหตุใด	ทักษะการตีความหมายของข้อมูล และลงข้อสรุป , ทักษะการคำนวณ
		3	ข้อความ	ในการลากรถบรรทุกมวล 6,000 kg ไปตามพื้นเป็นระยะ 10 m ในเวลา 5 s ดังนั้น กำลังมีค่าเท่ากับ $P = W/t = (6,000 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(10 \text{ m}) / 5 \text{ s} = 117,600$ $W = 117.6 \text{ kW}$ รถยกมีกำลัง 120 kW จึงสามารถลากรถบรรทุกได้	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป , ทักษะการคำนวณ
50	1	คำถาม ในเรื่อง	มอเตอร์มีกำลัง 200 W ดังรูป ยกวัตถุด้วยความเร็ว 0.20 m/s อยากทราบว่า จะยกวัตถุ ได้น้ำหนักสูงสุดเท่าไร	ทักษะการคำนวณ	
	3	ข้อความ	จาก $P = W/t = Fs/t = Fv$ ($v = s/t$) แทนค่า $200 \text{ W} = (F)(0.2 \text{ m/s})$, $F = \frac{200 \text{ W}}{0.2 \text{ m/s}} = 1,000 \text{ N}$ ดังนั้น จะยกวัตถุได้น้ำหนักสูงสุด 1,000 นิวตัน	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป , ทักษะการคำนวณ	
52	2	ข้อความ	พลังงานของวัตถุที่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งหรือระดับความสูงที่อยู่ในสนามความ โน้มถ่วงของโลก เรียกว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วง	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	
	4	ข้อความ	พลังงานที่สะสมอยู่ในสปริงขณะที่กดหรือยืดสปริง เรียกว่า พลังงานศักย์ยืดหยุ่น	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	
54	4	คำถาม ในเรื่อง	หนังสือมวล 0.5 kg วางบนโต๊ะสูง 1 m ถ้าห้องสูงจากพื้น 3 m จงหาพลังงานศักย์ ของหนังสือเมื่อเทียบกับ ก. พื้นห้องเรียน ข. พื้นโต๊ะ ค. เพดานห้อง	ทักษะการตีความหมายของข้อมูล และลงข้อสรุป , ทักษะการคำนวณ	

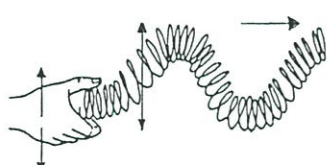
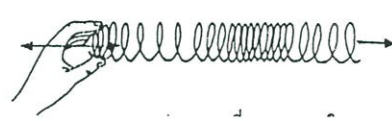
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2	54	9	ข้อความ	ก. หนังสืออยู่บนโต๊ะสูงจากพื้นห้องเรียน 1 m จะได้ $E_p = mgh = (0.5 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(1 \text{ m}) = 4.9 \text{ J}$ ดังนั้น พลังงานศักย์ของหนังสือเทียบกับพื้นห้องเรียนเท่ากับ 4.9 จูล	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป, ทักษะการคำนวณ
		14	ข้อความ	ข. เนื่องจากหนังสือวางอยู่บนพื้นโต๊ะจึงไม่มีความสูงจากพื้นโต๊ะ จะได้ $E_p = mgh = (0.5 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(0 \text{ m}) = 0 \text{ J}$ ดังนั้น พลังงานศักย์ของหนังสือเทียบกับพื้นโต๊ะเท่ากับ 0 จูล	
		19	ข้อความ	ค. หนังสืออยู่ห่างจากเพดานห้อง $3 - 1 = 2 \text{ m}$ จะได้ จะได้ $E_p = mgh = (0.5 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(2 \text{ m}) = -9.8 \text{ J}$ (อยู่ต่ำกว่าระดับอ้างอิง) ดังนั้น พลังงานศักย์ของหนังสือเทียบกับเพดานห้องเท่ากับ 9.8 จูล	
55	1	คำถาม ในเรื่อง	ชั้นเก็บของมีระยะห่างกัน ดังรูป วัตถุ A มีมวล 1 kg วางอยู่บนชั้นที่สี่ จงหา ก. พลังงานศักย์โน้มถ่วงของ A เมื่อใช้ชั้นที่หนึ่งเป็นระดับอ้างอิง ข. พลังงานศักย์โน้มถ่วงของ A เมื่อใช้ชั้นที่สองเป็นระดับอ้างอิง จ. พลังงานศักย์โน้มถ่วงของ A เมื่อใช้ชั้นที่สี่เป็นระดับอ้างอิง 	ทักษะการคำนวณ	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2	56	8	คำถาม ในเรื่อง	พลังงานศักย์ยืดหยุ่นในสปริงจะหาได้อย่างไร มีความสัมพันธ์กับระยะยืดของสปริง อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล , ทักษะการทดลอง
		10	ข้อความ	การทดลอง 2.1 พลังงานศักย์ยืดหยุ่น , 1. นำน้ำหนัก 1 ก้อนๆละ 50 กรัม ใส่ลงใน จานที่แขวนค้ำน้ำหนัก สังเกตระยะยืดของสปริง บันทึกผลในตาราง , 2. ทำการ ทดลองซ้ำข้อ 1 โดยเพิ่มน้ำหนักเป็น 2,3,4 ก้อน ตามลำดับ	ทักษะการทดลอง
	57	12	คำถามหลังกิจกรรม	ระยะที่สปริงยืดกับแรงที่กระทำต่อสปริง มีความสัมพันธ์กันอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		13	คำถามหลังกิจกรรม	อัตราส่วนระหว่างแรงกับระยะยืดของสปริงมีค่าเป็นอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	58	16	คำถามหลังกิจกรรม	สปริงที่ใช้ในการทดลอง 2.1 มีค่าคงตัวเท่าไร	ทักษะการคำนวณ
		17	คำถามหลังกิจกรรม	จากการทดลอง 2.1 เมื่อแขวนค้ำน้ำหนัก 4 ก้อน สปริงมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเท่าไร	ทักษะการคำนวณ
	59	1	คำถาม ในเรื่อง	สปริง A มีค่าคงตัวสปริงมากกว่าสปริง B ถ้าดึงสปริงทั้งสองให้ยืดออกเป็นระยะ เท่าๆกัน สปริงใดจะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นมากกว่ากัน เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		5	คำถาม ในเรื่อง	รถยนต์มีคนนั่งอยู่ 4 คน โดยนั่งหน้า 2 คน และหลัง 2 คน แต่ละคนมีมวล 70 kg สปริงที่โชคอัพทั้งสองถูกกดลงไปเป็นระยะ 2.5 cm อยากทราบว่าค่าคงตัวสปริงแต่ละ ตัวมีค่าเท่าไร	ทักษะการคำนวณ
		18	คำถาม ในเรื่อง	สปริง A และ B ยาวเท่ากัน แต่สปริง A มีค่าคงตัวสปริงมากกว่า B เมื่อออกแรงเท่าๆ กัน กดสปริงทั้งสอง สปริงใดจะหดมากกว่ากัน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		20	คำถาม ในเรื่อง	ค่าคงตัวสปริงของแหนบรถบรรทุกกับค่าคงตัวสปริงในระบบกันสะเทือนของ รถยนต์ ค่าใดจะมากกว่ากัน เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	60	19	คำถาม ในเรื่อง	ฟ้าแรงที่มากกระทำมีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ พลังงานจลน์ของวัตถุจะ เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการพยากรณ์ , ทักษะการ ลงความเห็นจากข้อมูล

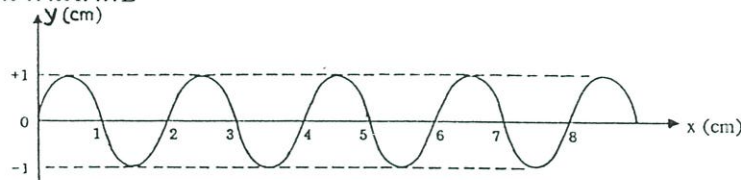
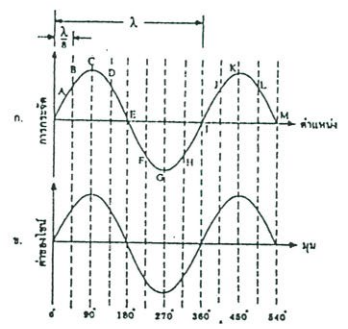
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2	60	21	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	เมื่อมวลของวัตถุคงที่ แต่การเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเพิ่มขึ้น พลังงานจลน์ของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการพยากรณ์ , ทักษะการ ลงความเห็นจากข้อมูล
		23	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	เมื่อมวลของวัตถุลดลง แต่การเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม พลังงานจลน์ของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการพยากรณ์ , ทักษะการ ลงความเห็นจากข้อมูล
	61	1	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	รถยนต์คันหนึ่งมวล 1,000 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 54 km/hr ถ้าเร่งให้มีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 72 km/hr พลังงานจลน์ของรถยนต์เปลี่ยนแปลงอย่างไร	ทักษะการคำนวณ
		4	ข้อความ	ขณะรถยนต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 54 km/hr = 15 m/s $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(1000 \text{ kg})(15 \text{ m/s}^2) = 1.125 \times 10^5 \text{ J}$ ถ้าเร่งให้มีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 72 km/hr = 20 m/s $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(1000 \text{ kg})(20 \text{ m/s}^2) = 2 \times 10^5 \text{ J}$ พลังงานจลน์เพิ่มขึ้น = $2 \times 10^5 - 1.125 \times 10^5 \text{ J} = 8.75 \times 10^4 \text{ J}$	ทักษะการคำนวณ
		16	ข้อความ	ผลรวมของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของวัตถุที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงหรือแรงยึดหยุ่นเรียกว่าพลังงานกลของวัตถุ	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
	62	2	ข้อความ	$E_p = 196 \text{ J} , E_k = 0 , E = E_p + E_k = 196 \text{ J}$ $E_p = 117.6 \text{ J} , E_k = 78.4 \text{ J} , E = E_p + E_k = 117.6 + 78.4 = 196 \text{ J}$ $E_p = 58.8 \text{ J} , E_k = 137.2 \text{ J} , E = E_p + E_k = 58.8 + 137.2 = 196 \text{ J}$ $E_p = mgh = 0 , E_k = 196 \text{ J} , E = E_p + E_k = 196 \text{ J}$	ทักษะการคำนวณ
		18	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	รถยนต์คันหนึ่งอยู่บนยอดเขาสูง 40 m เมื่อปล่อยให้รถยนต์เลื่อนลงมาเองตามเนินจนถึงจุดล่างสุด อยากทราบว่ารถยนต์จะมีความเร็วเท่าไร โดยไม่คิดแรงเสียดทาน	ทักษะการคำนวณ
	64	1	คำถามในเนื้อเรื่อง	ปล่อยให้ก้อนหินสูงจากพื้น 3 m จงหาความเร็วของก้อนหิน เมื่ออยู่สูงจากพื้น 1 m	ทักษะการคำนวณ

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
2	64	3	ข้อความ	จากกฎการอนุรักษ์พลังงานกล $\frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{1}{2}mu^2 + mgh_0$ เมื่อ v คือ ความเร็วที่อยู่สูงจากพื้น 1 m , h คือ ความสูงที่ระยะ 1 m u คือ ความเร็วต้นเท่ากับ 0 m/s , h_0 คือ ความสูงที่ระยะ 3 m แทนค่า $\frac{1}{2}mv^2 + m(9.8 \text{ m/s}^2)(1\text{m}) = 0 + m(9.8 \text{ m/s}^2)(3\text{m})$ $v^2 = 39.2 \text{ m}^2/\text{s}^2$, $v = 6.3 \text{ m/s}$ ดังนั้น ความเร็วของก้อนหินเท่ากับ 6.3 เมตร/วินาที	ทักษะการคำนวณ , ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
		14	ข้อความ	ถ้าสปริงถูกกดให้หด พลังงานกลรวมของสปริงมีค่าเท่ากับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น เพราะพลังงานจลน์เป็นศูนย์ เมื่อปล่อยมือ สปริงจะดีดกลับ โดยพลังงานศักย์ยืดหยุ่น จะลดลงเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ และเมื่อสปริงเคลื่อนที่กลับมาอยู่ ณ ตำแหน่ง สมดุล พลังงานจลน์จะมีค่ามากที่สุด ส่วนพลังงานศักย์ยืดหยุ่นจะเป็นศูนย์ ซึ่งจะ สรุปได้ว่า ทุกขณะที่เคลื่อนที่ พลังงานกลรวมของสปริงจะมีค่าคงตัวเสมอ	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
	65	2	คำถาม ท้ายบท	1. คนงาน 2 คนแบกกระสอบข้าวสารมีมวล m kg เท่ากัน ขึ้นรถบรรทุกที่มีความสูง h m เท่ากัน แต่ใช้พื้นเอียงที่มีความยาวต่างกัน ดังรูป งานที่คนทั้งสองทำเนื่องจาก แรงที่ใช้แบกกระสอบข้าวสารมีค่าเท่าใด 	ทักษะการคำนวณ , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		6	คำถาม ท้ายบท	2. ชายคนหนึ่งลากเลื่อนไปตามน้ำแข็งด้วยแรง 80 N ทำมุม 30° ถ้าลากเลื่อนได้ ระยะทาง 100 m อยากทราบว่าชายคนนี้ทำงานได้เท่าไร	ทักษะการคำนวณ

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์				
2	65	8	คำถาม ท้ายบท	3. มอเตอร์ลากกล่องไปตามพื้นด้วยความเร็วคงตัว 0.3 m/s ดังรูป ถ้ามอเตอร์ดึงกล่องด้วยแรง 3×10^4 N อยากทราบว่ามอเตอร์มีกำลังเท่าไร ถ้าไม่คิดแรงเสียดทาน	ทักษะการคำนวณ				
									
	66	1	คำถาม ท้ายบท	4. พัดลมหนึ่งมีป้ายบอกรายละเอียด ดังรูป ถ้าเปิดพัดลมนี้ 1 ชั่วโมง จะต้องใช้พลังงานไฟฟ้ากี่จูล		ทักษะการคำนวณ			
				3			คำถามท้ายบท	5. จงยกตัวอย่างแสดงการเปลี่ยนพลังงานศักย์โน้มถ่วงไปเป็นพลังงานรูปอื่น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
				4			คำถาม ท้ายบท	5. ชายคนหนึ่งออกแรงยกวัตถุมวล 10 kg ขึ้นไปไว้บนชั้นเก็บของชั้นบนสุด ซึ่งสูงจากพื้น 1 m จงหางานในการยกวัตถุ	ทักษะการคำนวณ
				6			คำถาม ท้ายบท	7. ออกแรงดึงสปริง ขณะที่สปริงยึดจากตำแหน่งสมดุล 0.1m ค่าคงตัวของสปริง 200 N/m สปริงจะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเท่าไร	ทักษะการคำนวณ
67	1	คำถาม ท้ายบท	8. รถยนต์มวล 1,100 kg แล่นด้วยอัตราเร็ว 90 km/hr เมื่อเบรก รถเคลื่อนที่ไปอีก 15 m จึงหยุด งานจากแรงต้านให้รถหยุดมีค่าเท่าใด	ทักษะการคำนวณ					
			3		คำถาม ท้ายบท	9. ปล่อยตุ้มตอกเสาเข็มมวล 50 kg จากที่สูง 10 m เมื่อตุ้มตอกเสาเข็มเคลื่อนที่ลงมาในเวลา 1 s จะมีพลังงานจลน์เท่าไร (กำหนด $g = 10 \text{ m/s}^2$)	ทักษะการคำนวณ		

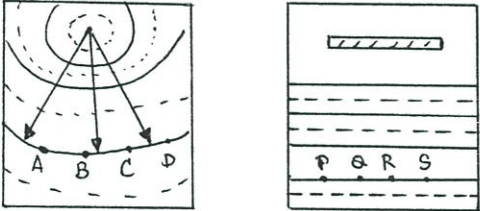
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	69	9	ข้อความ	ลักษณะของคลื่นพิจารณาจากตัวกลางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ คลื่นกล และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	ทักษะการจำแนกประเภท
		10	ข้อความ	เสียงเกิดจากการรบกวนโมเลกุลของอากาศ คลื่นน้ำเกิดจากการรบกวนโมเลกุลของคลื่นน้ำ คลื่นเหล่านี้จัดเป็นคลื่นกลต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ส่วน แสงคลื่นวิทยุ รังสีเอกซ์ จัดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติกร , ทักษะการจำแนกประเภท
	70	14	ข้อความ	การทดลอง 3.1 คลื่นในลวดสปริง 1. วางลวดสปริงบนพื้นราบ ยึดปลายสปริงปลายหนึ่งไว้แล้วยึดสปริงออกเป็นระยะ 70 cm สะบัดปลายสปริงอีกปลายหนึ่ง ให้ตั้งฉากกับแนวสปริง ไปมา 1 – 2 ครั้ง ดังรูป สังเกตและบันทึกรูปร่างของสปริงขณะสะบัดสปริง 2. วางลวดสปริงบนพื้นราบ ดึงลวดสปริงแล้วอัดกลับสู่ตำแหน่งเดิม ทำ 1-2 ครั้ง สังเกตบันทึกรูปร่างของสปริง ขณะผลัด-ดึงสปริงกลับมาที่ตำแหน่งเดิม	ทักษะการทดลอง
71	1	1	คำถาม หลังกิจกรรม	ในขณะที่ลวดสปริงมีลักษณะดังรูป ก. และรูป ข. นักเรียนคิดว่ามีพลังงานถ่ายทอดจากมือไปยังลวดสปริงหรือไม่ ทราบได้อย่างไร  รูป ก	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		4	คำถาม หลังกิจกรรม	ลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคของลวดสปริง ณ ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งเป็นอย่างไร เมื่อคิดเทียบทิศทางการเคลื่อนที่ของพลังงานที่ให้กับลวดสปริง  รูป ข	
		6	คำถามหลังกิจกรรม	ให้นักเรียนยกตัวอย่างปรากฏการณ์ในธรรมชาติที่คล้ายกับคลื่น ในลวดสปริง	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	71	7	ข้อความ	ลักษณะของคลื่นพิจารณาจากลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางขณะคลื่นเคลื่อนที่ผ่าน แบ่งคลื่นเป็น 2 ชนิด คือ คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง	ทักษะการจำแนกประเภท
	72	12	ข้อความ	เราอาจใช้วิธีง่ายๆ ในการทำให้เกิดคลื่นน้ำได้ โดยการใช้นิ้วมือไปแตะบริเวณผิวน้ำขณะเกิดคลื่นน้ำ ถ้าพิจารณาการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำบริเวณผิวน้ำ ลักษณะการเคลื่อนที่ของโมเลกุลจะมีลักษณะเกือบจะเป็นวงกลม	ทักษะการสังเกต
		20	ข้อความ	ความยาวคลื่น 1 ความยาวคลื่น หมายถึง ระยะที่น้อยที่สุดระหว่างจุด 2 จุดบนคลื่นที่มีลักษณะการเคลื่อนที่เหมือนกันทุกประการ ซึ่งระยะระหว่างสันคลื่นที่อยู่ติดกันหรือระยะระหว่างท้องคลื่นที่อยู่ติดกันก็จะมีค่าเท่ากับ 1 ความยาวคลื่น โดยทั่วไปใช้สัญลักษณ์ λ แทนความยาวคลื่น มีหน่วยเป็น เมตร ในระบบเอสไอ	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
	73	2	ข้อความ	ความถี่ของคลื่น หมายถึง จำนวนคลื่นที่ผ่านจุดๆหนึ่ง ในหนึ่งหน่วยเวลาหรือจำนวนรอบที่แหล่งกำเนิดคลื่นหรือตัวกลางต้นในหนึ่งหน่วยเวลา ใช้สัญลักษณ์ f แทนความถี่ของคลื่น มีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที (s^{-1}) หรือ เรียกว่าเฮิรตซ์ (Hz)	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		5	ข้อความ	คาบของคลื่น หมายถึง ช่วงเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 1 ความยาวคลื่น หรือเวลาที่แหล่งกำเนิดคลื่นหรือตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านครบ 1 รอบ สัญลักษณ์ T แทนคาบของคลื่น หน่วยเป็นวินาที (s)	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
8		ข้อความ	อัตราเร็วคลื่น หมายถึง ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ใช้สัญลักษณ์ V แทนอัตราเร็วของคลื่น มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	
	10	ข้อความ	แอมพลิจูด หมายถึง ขนาดของการกระจัดสูงสุดของอนุภาคของตัวกลางที่คลื่นผ่านจากตำแหน่งสมดุลเดิม ใช้ A แทนแอมพลิจูดของคลื่น หน่วย (m)	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	


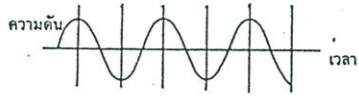
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	74	6	คำถาม ในเรื่อง	คลื่นต่อเนื่องขบวนหนึ่งมีความถี่ 90 Hz ขณะเวลาหนึ่งมีลักษณะดังรูป ถ้าแกน x และ y แทนระยะทางในหน่วย cm จงหาแอมพลิจูด ความยาวคลื่น คาบและอัตราเร็ว ของคลื่น ตามลำดับ 	ทักษะการคำนวณ
		9	ข้อความ	จากรูป วัดค่าแอมพลิจูดของคลื่น ได้เท่ากับ 1 cm ค่าความยาวคลื่นได้ 2 cm หาคาบของคลื่น $T = \frac{1}{f}$ แทนค่า $T = \frac{1}{90 \text{ s}^{-1}} = 0.011 \text{ s}$ หาอัตราเร็วของคลื่น $v = f\lambda$ แทนค่า $v = (90 \text{ s}^{-1})(2 \times 10^{-2} \text{ m}) = 1.8 \text{ m/s}$ คาบของคลื่นเท่ากับ 0.011 วินาที , อัตราเร็วของคลื่นเท่ากับ 1.8 m/s	ทักษะการคำนวณ
75	7	ข้อความ	เมื่อพิจารณากราฟระหว่างการกระจัดกับตำแหน่งของคลื่น ณ เวลาหนึ่ง พบว่ามี ลักษณะเหมือนกราฟของฟังก์ชันไซน์ ดังรูป 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล	

รูป 3.8 แสดงคลื่นไซน์

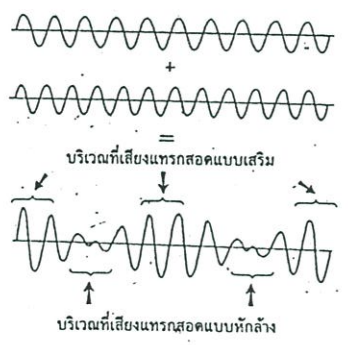
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	76	8	ข้อความ	<p>พิจารณารูป 3.9 จุด A กับ B ห่างกัน 1λ เฟสต่างกัน 360° หรือ 2π กล่าวจุด A กับ B มีเฟสตรงกัน, จุด A กับ C ห่างกัน 2λ เฟสต่างกัน 720° หรือ 4π เรเดียน จุด A กับจุด C ก็มีเฟสตรงกัน</p> <p>รูป 3.9 ตำแหน่งต่างๆ บนคลื่นรูปไซน์</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
	77	6	ข้อความ	เมื่อต่ออุปกรณ์ต่างๆของถาดคลื่น แล้วเปิดไฟฟ้าส่องด้านบนของผิวน้ำ จากนั้นทำให้เกิดคลื่นผิวน้ำ จะสังเกตเห็นภาพของคลื่นบนกระดาษขาวใต้ถาดคลื่นเป็นแนวสว่างและแนวมืดสลับกัน	ทักษะการทดลอง , ทักษะการสังเกต
	78	1	ข้อความ	<p>การทดลอง 3.2 หน้าคลื่นวงกลมและหน้าคลื่นเส้นตรง</p> <p>1. ติดตั้งถาดคลื่น เต็มน้ำลงในถาดคลื่น ให้ระดับน้ำสูง 0.8 cm ใช้กระดาษขาววางบนพื้นโต๊ะใต้ถาดคลื่น เปิดสวิตช์หม้อแปลงไฟฟ้า ให้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าส่องลงบนผิวน้ำ, 2. ใช้ปลายคินสอหรือปลายปากกาแตะผิวน้ำบริเวณกลางถาดคลื่น 1 ครั้ง สังเกตภาพคลื่น จากนั้นใช้ปลายคินสอหรือปลายปากกาแตะผิวน้ำเป็นจังหวะต่อเนื่องกันไป สังเกตภาพของคลื่น, 3. ใช้ท่อ PVC วางในถาดคลื่นในแนวเดียวกับด้านกว้าง แล้วค่อยๆใช้นิ้วมือเคาะท่อ PVC 1 ครั้ง สังเกตภาพของคลื่น จากนั้นใช้นิ้วมือเคาะท่อ PVC เป็นจังหวะต่อเนื่องกันไป สังเกตภาพของคลื่น</p>	ทักษะการทดลอง

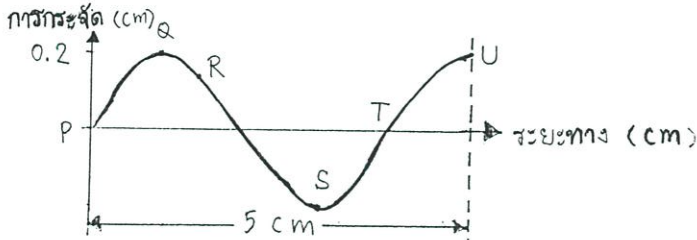
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	79	1	ข้อความ	<p>จากการทำให้เกิดคลื่นน้ำ หน้าคลื่นวงกลมและหน้าคลื่นเส้นตรงของคลื่นน้ำ ณ เวลาหนึ่งจะได้ภาพของคลื่น ดังรูป</p>  <p>รูป 3.13 แสดงหน้าคลื่นวงกลมและแบบเส้นตรง</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		9	ข้อความ	จากการทดลองทำให้เกิดคลื่นน้ำ หน้าคลื่นวงกลมหรือเส้นตรง ถ้ามีสิ่งกีดขวางมา กั้นการเคลื่อนที่ของคลื่น จะมีปรากฏการณ์ใดเกิดขึ้น	ทักษะการพยากรณ์
		12	ข้อความ	<p>การทดลอง 3.3 สมบัติของคลื่น ตอนที่ 1 การสะท้อนของคลื่น</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ติดตั้งถาดคลื่นและเติมน้ำลงในถาดคลื่นให้ระดับน้ำสูง 0.8 cm ใช้กระดาษขาววางบนพื้นโต๊ะได้ถาดคลื่น เปิดสวิตช์หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ ให้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าส่องลงบนผิวน้ำ 2. วางแผ่นสะท้อนตรง (แผ่นอะลูมิเนียมฉาก) ท่อทรงกระบอก PVC แล้วเกาะท่อ PVC เพื่อให้เกิดคลื่นน้ำหน้าตรง สังเกตคลื่นตกกระทบบนแผ่นสะท้อนหน้าตรง และคลื่นสะท้อนจากแผ่นสะท้อนหน้าตรง บันทึกลักษณะของคลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนที่สังเกตได้ จากนั้นเปลี่ยนแผ่นสะท้อนเป็นแบบวงกลมหรือแบบพาราโบลา แล้วทำการทดลองเช่นเดิม 3. ทดลองซ้ำข้อ 2 โดยทำให้เกิดหน้าคลื่นแบบวงกลมเป็นคลื่นตกกระทบ ตัวสะท้อนหน้าตรง , แบบวงกลม และ แบบพาราโบลา 	ทักษะการทดลอง

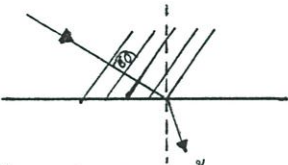
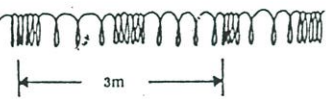
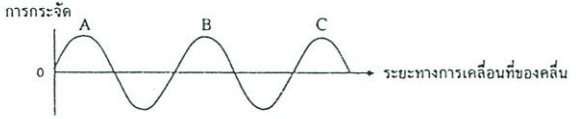
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	79	19	คำถาม หลังกิจกรรม	จากการทดลอง นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่า ในการสะท้อนแต่ละครั้ง มุมที่หน้าคลื่น ตกกระทบกระทำกับผิวของแผ่นสะท้อนจะเท่ากับมุมที่หน้าคลื่นสะท้อนกระทำกับ ผิวของแผ่นสะท้อน	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	81	4	ข้อความ	ตอนที่ 2 การหักเหของคลื่น 1. นำแผ่นกระจกใสรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หน้า 5 mm วางลงในถาดคลื่นให้ผิวของแผ่น กระจกอยู่ในผิวน้ำในถาดคลื่น 1-2 mm (บริเวณที่วางแผ่นกระจกจะเป็นบริเวณน้ำ ตื้น) , 2. วางท่อ PVC ลงในถาดคลื่น แล้วเจาะท่อ PVC ทำให้เกิดคลื่นหน้าตรง สังเกตทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น และระยะระหว่างแนวสว่างสองแนวที่ติดกันใน บริเวณน้ำลึกและน้ำตื้น บันทึกผลการทดลอง , 3. ทำซ้ำตามข้อ 2 โดยจัดแผ่นแก้ว ให้แนวรอยต่อระหว่างน้ำลึกและน้ำตื้นขนานกับแนวหน้าคลื่นเส้นตรง	ทักษะการทดลอง
	82	1	คำถาม หลังกิจกรรม	จากการทดลอง นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่า ในการหักเหของคลื่น ระยะระหว่างแนว มืดหรือแนวสว่างในบริเวณน้ำตื้นกับบริเวณน้ำลึกมีค่าแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลง ข้อสรุป , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		8	ข้อความ	ตอนที่ 3 การแทรกสอดของคลื่น 1. ปรับปุ่มกำเนิดคลื่นวงกลม 1 ปุ่ม ให้สัมผัสกับน้ำพอดี แล้วเปิดสวิทซ์ทำให้เกิด คลื่นต่อเนื่อง สังเกตภาพของคลื่นแล้วบันทึกผล , 2. ทำให้เกิดวงกลมแบบต่อเนื่อง โดยใช้ปุ่มกำเนิดคลื่นอีกปุ่มหนึ่ง สังเกตภาพของคลื่น แล้วบันทึกผล	ทักษะการทดลอง
83	1	คำถาม หลังกิจกรรม	จากการทดลองตอน 3 การแทรกสอดของคลื่น นักเรียนเห็นภาพการแทรกสอดของ คลื่น จากแหล่งกำเนิดคลื่นต่อเนื่องแบบวงกลม 2 แหล่ง เห็นเป็นแนวมืดแนวสว่าง บริเวณระหว่างแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสอง นักเรียนสงสัยบ้างหรือไม่ว่าเหตุใดจึงเป็น เช่นนั้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	

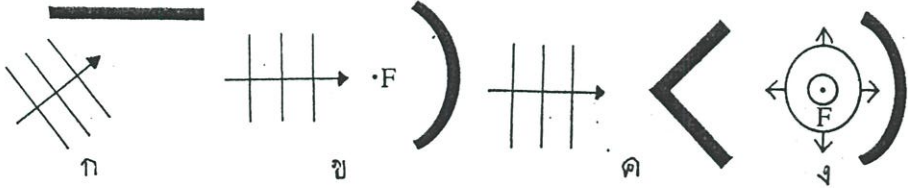
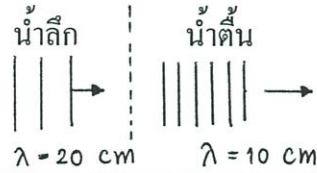
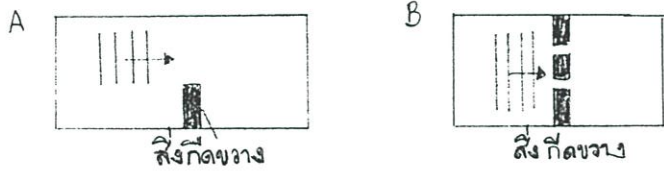
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	84	1	ข้อความ	ตอนที่ 4 การเลี้ยวเบนของคลื่น 1. วางท่อ PVC และสิ่งกีดขวางซึ่งเป็นแผ่นอะลูมิเนียม กีดขวางคลื่น 2. เคาะท่อ PVC เบาๆ เพื่อให้เกิดคลื่นน้ำหน้าตรง สังเกตคลื่นน้ำที่เคลื่อนที่ไปยังสิ่ง กีดขวาง แล้วบันทึกผลการสังเกต , 3. วางแผ่นอะลูมิเนียมฉาก โดยให้ระยะระหว่าง แผ่นอะลูมิเนียมห่างกัน 1 cm แล้วคาะท่อ PVC เบาๆ เพื่อให้เกิดคลื่นน้ำหน้าตรง สังเกตคลื่นน้ำที่เคลื่อนที่ไปยังสิ่งกีดขวาง แล้วบันทึกผลการสังเกต 4. ทดลองซ้ำข้อ 3 แต่เปลี่ยนใช้คลื่นดลวงกลมและคลื่นต่อเนื่องวงกลม	ทักษะการทดลอง
		16	คำถาม หลังกิจกรรม	จากการทดลองนักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่า เมื่อมีสิ่งกีดขวางขวางแนวการเคลื่อนที่ ของคลื่น จะมีคลื่นเกิดขึ้นบริเวณหลังสิ่งกีดขวางนั้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	85	11	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ในชีวิตประจำวันนักเรียนจะได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต่าง ๆ ตั้งแต่ตื่นนอน จนกระทั่งเข้านอน เสียงที่ได้ยินนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	86	8	ข้อความ	ก. การถ่ายทอดพลังงานของเสียงผ่านอากาศ อ้ค ขยาย อ้ค ขยาย อ้ค 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		9	ข้อความ	ข. ความสัมพันธ์ระหว่างความดันของอากาศที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง เมื่อเทียบกับค่า ความดันปกติกับเวลา 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
87	18	คำถามในเนื้อเรื่อง	อัตราเร็วของเสียงในตัวกลางที่เป็นก๊าซ ของเหลวและของแข็งต่างกันอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	

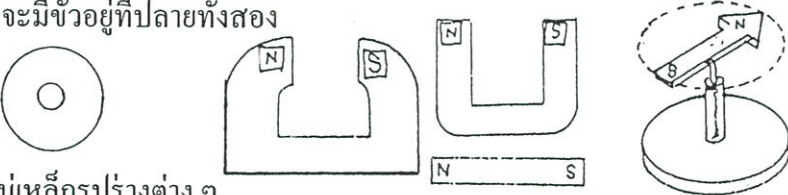
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	87	19	คำถาม ในเรื่อง	อัตราเร็วของเสียงนอกจากจะเปลี่ยนแปลงตามชนิดของตัวกลางแล้วยังเปลี่ยนแปลงตามปริมาณใดอีกบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		21	คำถามในเรื่อง	อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าประมาณเท่าใด	ทักษะการคำนวณ
	88	3	คำถาม ในเรื่อง	คนงานซ่อมทางรถไฟเคาะรางรถไฟ ปรากฏว่าผู้ที่อยู่ห่างออกไประยะหนึ่ง ได้ยินเสียงเมื่อเวลาผ่านไป 2 s ถ้าผู้ฟังแนบหูกับรางรถไฟ เขาจะได้ยินเสียงก่อนหรือหลังกว่านี้เท่าไร และเขาอยู่ห่างจากคนงานรถไฟเป็นระยะทางเท่าไร กำหนดให้อุณหภูมิขณะนั้นเท่ากับ 15 °C และอัตราเร็วของเสียงในเหล็กเท่ากับ 5,130 m/s	ทักษะการคำนวณ
		8	ข้อความ	หาอัตราเร็วของเสียงในอากาศขณะอุณหภูมิ 15 °C จากสูตร $V_t = 331 + 0.6t$ ดังนั้น $V(15^{\circ}\text{C}) = 331 + (0.6 \times 15) = 340 \text{ m/s}$ หาระยะห่างจากผู้สังเกตถึงคนงาน จาก $\text{อัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$ $\text{ระยะทาง} = (340 \text{ m/s})(2 \text{ s}) = 680 \text{ m}$ หาเวลาที่เสียงใช้ในการเคลื่อนที่ในรางรถไฟ จาก $\text{อัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$, $\text{เวลา} = \frac{680 \text{ m}}{5,130 \text{ m/s}} = 0.13 \text{ s}$ ถ้าเขาแนบหูกับรางรถไฟเขาจะได้ยินเสียงเร็วกว่าเมื่อได้ยินเสียงผ่านอากาศ $= 2.0 - 0.13 = 1.87 \text{ วินาที}$	ทักษะการคำนวณ
	89	8	คำถาม ในเรื่อง	จากการวัดความยาวคลื่นเสียงในตัวกลางที่เป็นของแข็งหนึ่ง ได้ค่าความยาวคลื่น 18 cm และความถี่ของคลื่นเสียง 1,900 Hz อัตราเร็วของคลื่นเสียงในตัวกลางมีค่าเท่าใด	ทักษะการคำนวณ
		11	ข้อความ	จากสูตร $V = f\lambda$ แทนค่า $V = (1,900 \text{ Hz})(18 \times 10^{-2} \text{ m})$ ดังนั้นอัตราเร็วของคลื่นเสียงในตัวกลางเท่ากับ 342 m/s	ทักษะการคำนวณ , ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

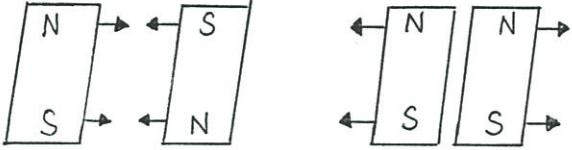
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	89	16	ข้อความ	นักเรียนเคยสังเกตบ้างหรือไม่ว่า การพูดคุยกับเพื่อนในห้องเรียนกับบริเวณที่โล่ง แจ้ง เช่น สนามฟุตบอลนั้น การพูดคุยในสนามฟุตบอล นักเรียนต้องเปล่งเสียงให้ ดังมากกว่าปกติถึงจะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้รู้เรื่องดีขึ้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	90	14	ข้อความ	การทดลอง 3.4 การเกิดบีตส์ของเสียง , 1. ต่อสายไฟจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง เข้ากับลำโพง โดยต่อในลักษณะเดียวกัน 2 ชุด , 2. หมุนปุ่มเลือกความถี่ของเครื่อง กำเนิดสัญญาณเสียงทั้งสองไปที่ตำแหน่ง 1 kHz แล้วปรับความดังของเครื่องกำเนิด สัญญาณให้เสียงพอเหมาะ แล้วค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับความถี่อย่างละเอียดของเครื่อง กำเนิดสัญญาณเสียงตัวใดตัวหนึ่งให้มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย , 3. รับฟังเสียงที่ด้าน หน้าของลำโพงทั้ง 2 ตัว จากนั้นปิดเครื่องกำเนิดเสียงตัวใดตัวหนึ่ง แล้วรับฟังเสียง จากลำโพงที่เหลือเปรียบเทียบกับเสียงที่ได้ยินจากลำโพงทั้งสองตัว	ทักษะการทดลอง
	91	7	คำถาม หลังกิจกรรม	เสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดเสียงแหล่งเดียว กับเสียงที่ได้ยินจากแหล่งกำเนิดสอง แหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย แตกต่างกันอย่างไรร	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	18	ข้อความ	 <p>รูป 3.19 การแทรกสอดระหว่างคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิด 2 แหล่ง</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล	


บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	92	3	ข้อความ	อัตราการณ์ถ่ายโอนพลังงานเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง หมายถึง ปริมาณพลังงานเสียงที่ส่งออกจากแหล่งกำเนิดในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังของเสียง หน่วยเป็น จูลต่อวินาที หรือ วัตต์	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		6	ข้อความ	ความเข้มเสียง \mathcal{I} ตำแหน่งใด หมายถึง กำลังของเสียงที่แหล่งกำเนิดแผ่ออกไปต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของหน้าคลื่นทรงกลม \mathcal{I} ตำแหน่งนั้น หรือความเข้มเสียง \mathcal{I} ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง หมายถึง พลังงานเสียงที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งตารางหน่วยในเวลาหนึ่งวินาที \mathcal{I} ตำแหน่งนั้น โดยพื้นที่นั้นมีระนาบตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของเสียง ในระบบเอสไอ ความเข้มเสียงมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
	97	2	คำถาม ท้ายบท	<p>1. จากรูปแสดงคลื่นตามขวาง หลังจากเริ่มเกิดคลื่นเป็นเวลา 0.5 วินาที โดยคลื่นเคลื่อนที่อัตราเร็วคงที่ , ก. จงหาค่าต่อไปนี้ แอมพลิจูด ความยาวคลื่น อัตราเร็วของคลื่นและความถี่ของคลื่น</p> 	ทักษะการคำนวณ
5	คำถามท้ายบท	ข. จุดคู่ใดบนคลื่นที่มีเฟสตรงกันและมีเฟสต่างกัน	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล		
6	คำถาม ท้ายบท	2. จากรูปคลื่นน้ำหน้าตรงเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำลึกไปยังบริเวณน้ำตื้น ทำมุมตกกระทบ 60° โดยคลื่นขบวนนี้มีความยาวคลื่น 2 cm	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล		

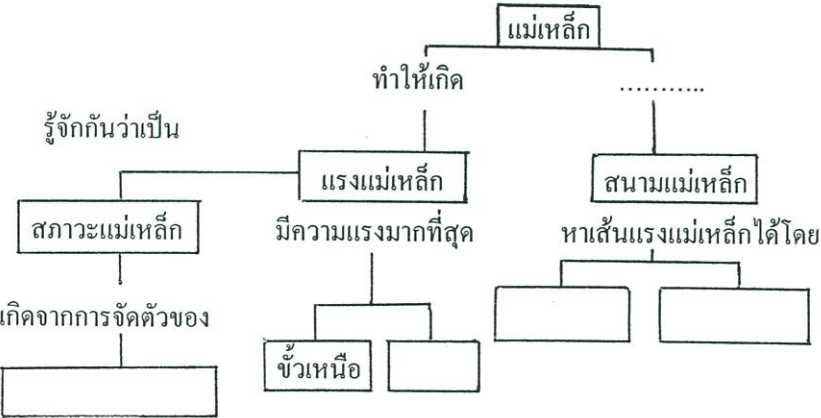
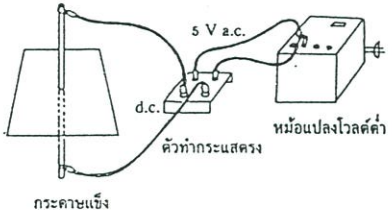
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3				 <p>ก. จงเขียนรูปหน้าคลื่นเส้นตรงในบริเวณนั้น</p>	
	97	9	คำถาม ท้ายบท	ข. ถ้าความเร็วของคลื่นน้ำในบริเวณน้ำลึก และน้ำตื้นเท่ากับ 50 cm/s และ 30 cm/s ตามลำดับ ความยาวคลื่นในบริเวณน้ำตื้นมีค่าเท่าไร	ทักษะการคำนวณ
	98	1	คำถาม ท้ายบท	<p>3. เมื่อใช้มือดึงและผลัดสปริงในแนว AB ณ เวลาหนึ่ง การอัดและการขยายของสปริงเป็นดังรูป จงตอบคำถามต่อไปนี้</p>  <p>ก. คลื่นในสปริงเป็นคลื่นตามยาวหรือคลื่นตามขวางและมีความยาวคลื่นเท่าไร</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล , ทักษะการคำนวณ
		4	คำถาม ท้ายบท	ข. ถ้าสปริงถูกผลัดและดึง 20 ครั้ง ในเวลา 10 วินาที ความถี่และอัตราเร็วของคลื่นในสปริงมีค่าเท่าไร	ทักษะการคำนวณ
		6	คำถาม ท้ายบท	<p>4. จากรูปแสดงคลื่นน้ำในถาดคลื่น เมื่อเวลา 0 วินาที ความถี่ของคลื่นน้ำขบวนนี้เท่ากับ 10 Hz</p>  <p>ก. ระยะเวลาที่คลื่นบริเวณสันคลื่น A จะเคลื่อนที่ไปยังสันคลื่น B มีค่าเท่าใด</p>	ทักษะการคำนวณ
		8	คำถามท้ายบท	ข. ในเวลา 0.05 วินาที คลื่นขบวนนี้เคลื่อนที่ได้กี่เท่าความยาวคลื่น	ทักษะการคำนวณ

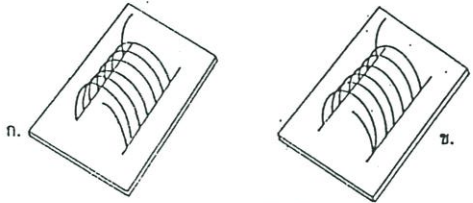
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
3	98	9	คำถาม ท้ายบท	<p>5. แผนภาพในข้อ ก – ง เป็นแผนภาพที่แสดงถึงหน้าคลื่นเส้นตรงและหน้าคลื่นวงกลม ขณะที่จะไปตกกระทบที่ตัวสะท้อนรูปร่างต่างๆ ให้เขียนหน้าคลื่นสะท้อนในแต่ละข้อภายหลังจากที่คลื่นเคลื่อนที่ไปตกกระทบ (เมื่อ F แทนจุดโฟกัส)</p> 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
99	1	1	คำถาม ท้ายบท	<p>6. คลื่นน้ำหน้าตรง ความถี่ 8 Hz ผ่านจากบริเวณน้ำลึกไปยังบริเวณน้ำตื้น ดังรูป ความยาวคลื่นในบริเวณน้ำลึกเท่ากับ 20 cm และบริเวณน้ำตื้นเท่ากับ 10 cm ก. ความถี่ของคลื่นบริเวณน้ำตื้นมีค่าเท่าใด</p> 	ทักษะการคำนวณ
		4	คำถาม ท้ายบท	<p>ข. อัตราส่วนของความเร็วของคลื่นในบริเวณน้ำลึกต่อความเร็วของคลื่นในบริเวณน้ำตื้นมีค่าเท่าไร</p>	ทักษะการคำนวณ
		6	คำถาม ท้ายบท	<p>7. คลื่นน้ำหน้าตรงในถาดคลื่นขณะเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวาง ดังรูป ก. ให้เขียนหน้าคลื่นน้ำทางด้านขวาของสิ่งกีดขวางของรูป A และ B</p> 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล

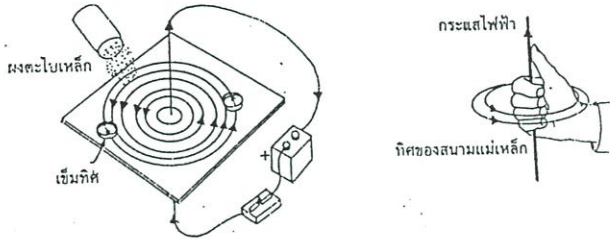
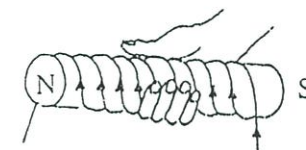
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์										
3	99	8	คำถามท้ายบท	ข. ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อคลื่นผ่านสิ่งกีดขวางในข้อ ก เรียกว่าปรากฏการณ์ใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล										
		9	คำถาม ท้ายบท	8. อัตราเร็วของเสียงในตัวกลางต่าง ๆ เป็นดังตาราง <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>ตัวกลาง</th> <th>อากาศ(0 °C)</th> <th>น้ำ</th> <th>คอนกรีต</th> <th>เหล็กกล้า</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>อัตราเร็ว (m/s)</td> <td>330</td> <td>1,400</td> <td>5,000</td> <td>6,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>ก. จากข้อมูลในตาราง นักเรียนจะสรุปอัตราเร็วของเสียงได้อย่างไร</p>	ตัวกลาง	อากาศ(0 °C)	น้ำ	คอนกรีต	เหล็กกล้า	อัตราเร็ว (m/s)	330	1,400	5,000	6,000	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
		ตัวกลาง	อากาศ(0 °C)	น้ำ	คอนกรีต	เหล็กกล้า									
		อัตราเร็ว (m/s)	330	1,400	5,000	6,000									
13	คำถาม ท้ายบท	ข. เสียงความถี่ 20,000 Hz เคลื่อนที่ผ่านแท่งเหล็กยาว 10 m จงหา (1) เวลาที่เสียงใช้ เคลื่อนที่ผ่านแท่งเหล็กกล้า (2) คาบของคลื่นเสียง (3) ความยาวคลื่นของคลื่นเสียง	ทักษะการคำนวณ												
17	คำถาม ท้ายบท	9. ชาวประมงใช้เครื่องโซนาร์ เพื่อหาตำแหน่งของปลาใต้ท้องเรือ ปรากฏว่าได้รับ คลื่นเสียงที่สะท้อนกลับในเวลา 0.15 s และ 0.20 s โดยเชื่อว่า การสะท้อนของเสียง ครั้งแรกเป็นการสะท้อนจากปลาและครั้งที่ 2 มาจากก้นทะเล ถ้าอัตราเร็วของเสียง ในน้ำทะเลมีค่า 1,440 m/s ปลาและก้นทะเลอยู่ลึกจากระดับน้ำทะเลเท่าไร	ทักษะการคำนวณ												
4	100	19	คำถามในเนื้อเรื่อง	ให้บอกชื่ออุปกรณ์ที่พบในชีวิตประจำวันซึ่งนำความรู้เรื่องแม่เหล็กไฟฟ้ามาใช้	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล										
		101	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	นักเรียนเคยแปลกใจหรือไม่ว่ามีแรงลึกลับอะไรเกิดขึ้น ขณะพยายามจะดันแม่เหล็ก สองแท่งเข้าหากันหรือแยกออกจากกัน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล										
		12	ข้อความ	แม่เหล็กมีรูปร่างและขนาด ๆ ต่างกัน ดังแสดงในรูป 4.1 แม่เหล็กชนิดที่พบทั่วไป จะเป็นแท่งแม่เหล็กตรง แม่เหล็กที่พบมากอีกแบบหนึ่ง คือ แม่เหล็กรูปเกือกม้า ทั้ง สองแบบจะมีขั้วอยู่ที่ปลายทั้งสอง  <p>รูป 4.1 แม่เหล็กรูปร่างต่าง ๆ</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล										

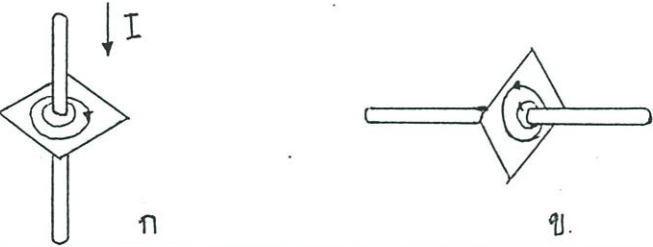
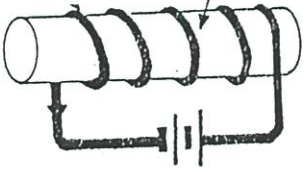
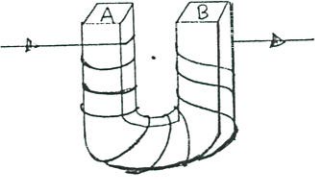
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	101	17	คำถามในเรื่อง	นักเรียนลองนำแม่เหล็กมาเข้าใกล้เศษไม้ แก้ว อะลูมิเนียม พลาสติก จะเกิดอะไรขึ้น	ทักษะการทดลอง
			ข้อความ	ถ้านักเรียนตอบว่า ไม่มีอะไรเกิดขึ้นแสดงว่าถูกต้อง จะไม่มีปฏิกิริยาระหว่างแม่เหล็กกับสารเหล่านี้ นอกจากนี้ ยังมีสารอีกประเภทหนึ่งเช่น เหล็กกล้า นิกเกิล โคบอลต์ มีปฏิกิริยากับแม่เหล็กและสามารถทำให้เป็นแม่เหล็กได้	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
			คำถามในเรื่อง	ทำไมสารบางชนิดมีสมบัติทางแม่เหล็กบางชนิดไม่มี	ทักษะการจำแนกประเภท
	102	3	ข้อความ	ถ้านักเรียนนำแม่เหล็กอย่างแรงเข้าใกล้ตะปูเหล็ก แม่เหล็กจะดูดตะปู นักเรียนใช้แม่เหล็กดูดตะปูในทิศทางเดียวกันหลายๆครั้ง ตะปูจะกลายเป็นแม่เหล็ก ตะปูยังคงเป็นแม่เหล็กหลังจากเอาแม่เหล็กออก	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	103	8	คำถามในเรื่อง	โดเมนแม่เหล็ก คืออะไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		9	คำถาม ในเรื่อง	จงอธิบายว่าทำไมแม่เหล็กจึงดูดตัวหนีบกระดาษเล็กๆ ได้หลายตัวต่อเนื่องกัน แม่เหล็กแต่ละแท่งจะดูดตัวหนีบต่อเนื่องกันได้อย่างไรหรือไม่ เพราะอะไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		12	ข้อความ	แม่เหล็กจะส่งแรงกระทำต่อกัน ตามรูป 4.3 เห็นได้ว่าขั้วต่างกันจะดูดกัน และขั้วเหมือนกันจะผลักรัน	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
				 <p style="text-align: center;">รูป 4.3 แรงแม่เหล็ก</p>	
	13	ข้อความ	แรงแม่เหล็กเหมือนแรงไฟฟ้ามีทั้งแรงดูดและแรงผลักร มีข้อแตกต่างกันที่สำคัญคือ ขั้วไฟฟ้าสามารถจะแยกเป็นประจุบวกหรือลบอิสระได้ แต่ขั้วแม่เหล็กไม่สามารถที่จะทำเป็นขั้วเหนือหรือขั้วใต้อิสระได้	ทักษะการจำแนกประเภท	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	104	7	ข้อความ	<p>กิจกรรมเสนอแนะ 4.1 การหาสนามแม่เหล็ก</p> <p>ตอนที่ 1 หาสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กแท่งเดียว</p> <ol style="list-style-type: none"> นำแผ่นกระดาษหรือแผ่นแก้วมาวางไว้บนแท่งแม่เหล็ก แล้วโรยผงตะไบเหล็ก ค่อย ๆ เคาะเบาๆ จะได้สนามแม่เหล็ก ใช้เข็มทิศที่ขั้วหนึ่งแล้วจุดไปตามแนวเข็มทิศต่อไปเรื่อยๆ จนจรดปลายอีกขั้วหนึ่ง แล้วเขียนเส้นใหม่ที่ละเส้น <p>ตอนที่ 2 หาสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กสองแท่ง</p> <ol style="list-style-type: none"> นำแม่เหล็กทั้งสองแท่งมาวางให้ขั้วเหมือนกันอยู่ใกล้กันดังรูป 4.6 ก. ขั้วต่างกันอยู่ใกล้กันดังรูป 4.6 ข. สังเกตแรงระหว่างขั้วแม่เหล็กทั้ง 2 <div style="text-align: center;">  <p>ก. ขั้วเหมือนกันอยู่ใกล้กัน ข. ขั้วต่างกันอยู่ใกล้กัน</p> </div> <p>รูป 4.6 การหาสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กสองแท่ง</p> <ol style="list-style-type: none"> วางกระดาษหรือแผ่นแก้วบนแม่เหล็กทั้ง 2 โรยผงตะไบเหล็กเคาะเบาๆ สังเกตเส้นแรงแม่เหล็กและสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นทั้ง 2 กรณี 	ทักษะการทดลอง
	105	10	ข้อความ	สนามแม่เหล็กต่างจากสนามไฟฟ้า ที่สนามแม่เหล็กแทนโดยเส้นแรงที่แผ่จากขั้วหนึ่งของแม่เหล็กไปยังอีกขั้วหนึ่งเป็นบริเวณที่แรงแม่เหล็กส่งไปถึง	ทักษะการจำแนกประเภท
	106	12	คำถาม ในเรื่อง	เหตุใดเมื่อแวนแท่งแม่เหล็กให้แก่วงอิสระ ปลายหนึ่งจะชี้ไปทางเหนือและอีก ปลายจะชี้ไปทางใต้เสมอ โดยไม่สลับข้างกัน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		14	คำถามในเรื่อง	มุมบ่าเบน คืออะไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	106	15	คำถาม ในเรื่อง	<p>ให้นักเรียนเขียนแผนภาพต่อไปนี้ให้สมบูรณ์</p> 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
107	10	10	ข้อความ	ในที่นี้ นักเรียนจะได้ศึกษาว่าเส้นลวดที่มีกระแสผ่านจะเป็นแหล่งกำเนิดของสนามแม่เหล็กด้วย และอาจพิสูจน์ได้ด้วยตนเอง โดยทำการทดลอง	ทักษะการตั้งสมมติฐาน
		12	ข้อความ	<p>การทดลอง 4.1 สนามแม่เหล็กของลวดตัวนำและขดลวดโซเลนอยด์ที่มีกระแสตรงไหลผ่าน</p>  <p>รูป 4.8 การต่อวงจรแสดงสนามแม่เหล็กของขดลวดตัวนำ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หาสนามแม่เหล็กของลวดตัวนำ โดยจัดเครื่องมือดังรูป 4.8 ต่อตัวทำกระแสตรง กับกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ 5 โวลต์ จากหม้อแปลงก่อนต่อกับเส้นลวดตัวนำ 2. วางเข็มทิศบนกระดาษแข็ง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ เปิดสวิตซ์หม้อแปลง สังเกตทิศของสนามแม่เหล็ก ปิดสวิตซ์หม้อแปลง บันทึกทิศทางของกระแสและทิศทางของ 	ทักษะการทดลอง

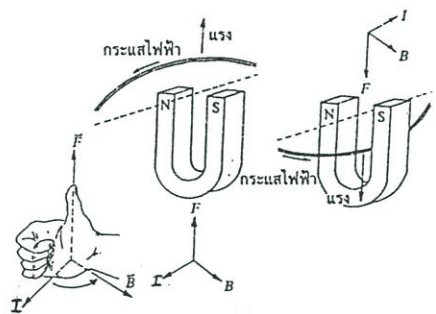

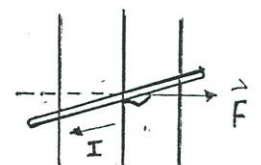
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4				<p>สนามแม่เหล็ก , 3. กลับทิศของกระแสไฟฟ้าโดยสลับสายไฟที่ขั้ว dc ของตัวทำ กระแสตรง สังเกตทิศทางของสนามแม่เหล็กเช่นเดียวกับข้อ 2</p> <p>4. โรยผงตะไบเหล็กบนแผ่นกระดาษที่สอดอยู่ เปิดสวิตช์หม้อแปลง เคาะกระดาษ เบาๆ สังเกตการเรียงตัวของผงตะไบเหล็ก แล้วปิดสวิตช์หม้อแปลง</p> <p>5. เปลี่ยนลวดตัวนำตรงเป็นขดลวด โซลินอยด์ ทำการทดลองซ้ำข้อ 2 ถึง 4 แล้ว บันทึกทิศทางของกระแสและทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดจาก โซลินอยด์ตาม ข้อ 2 และ 3 ลงในรูป 4.9 ก. และ ข.</p> <div style="text-align: center;">  <p>รูป 4.9 ขดลวด โซลินอยด์</p> </div>	
109	1	1	คำถาม หลังกิจกรรม	ขณะที่ยังไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำกับเมื่อมีกระแสผ่านลวดตัวนำ การวางตัว ของเข็มทิศต่างกันหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	3	3	คำถาม หลังกิจกรรม	เมื่อทิศของกระแสไฟฟ้าเปลี่ยน การวางตัวของเข็มทิศมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	5	5	คำถาม หลังกิจกรรม	เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวด โซลินอยด์ สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีลักษณะ อย่างไร เหมือนกับสนามแม่เหล็กแท่งตรงหรือไม่	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	7	7	คำถามหลังกิจกรรม	ถ้ากลับทิศของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด ทิศทางของสนามแม่เหล็กเปลี่ยนอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	9	9	ข้อความ	เออสเตตสรุปจากผลการทดลองดังนี้ “เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดตัวนำจะ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก ทิศทางของสนามแม่เหล็กขึ้นกับทิศทางของกระแสไฟฟ้า”	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป

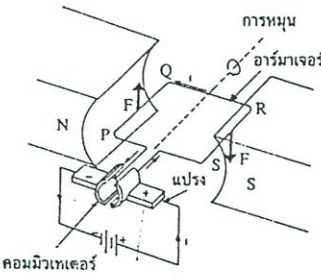
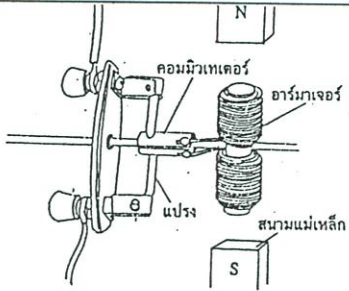
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	109	10	ข้อความ	<p>สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไหลผ่านเส้นลวดตรงจะเป็นวงกลม โดยมีเส้นลวดอยู่ที่จุดศูนย์กลาง ดังรูป 4.10 นอกจากจะหาทิศของสนามแม่เหล็กโดยใช้เข็มทิศเล็กๆ แล้วยังมีหลักการหาดังนี้ ใช้มือขวากำรอบเส้นลวดตัวนำ โดยให้หัวแม่มือชี้ไปทางทิศของกระแสไฟฟ้า นิ้วที่เหลือจะแสดงทิศของสนามแม่เหล็ก ดังรูป 4.10</p>  <p>รูป 4.10 ทิศทางของสนามแม่เหล็กของขดลวดตัวนำเส้นตรง</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
		16	ข้อความ	<p>เมื่อนำเส้นลวดตัวนำมาขดเป็นวงต่อเนื่องกัน สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแต่ละวงจะมารวมกัน ได้สนามแม่เหล็กที่มีความเข้มสูงที่แกนกลาง ปลายทั้ง2จะทำหน้าที่เหมือนขั้วแม่เหล็ก ขดลวดที่มีหลายวงนี้เรียกว่า “โซลินอยด์” โซลินอยด์จะเป็นแม่เหล็กขณะที่กระแสไหลผ่าน ขั้วเหนือและขั้วใต้เปลี่ยนแปลงตามทิศทางของกระแส</p>	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป , ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
110	7	ข้อความ	<p>ขั้วของแม่เหล็กไฟฟ้า หาได้โดยใช้มือขวากำรอบขดลวด ให้นิ้วทั้งสี่ออกไปตามทิศทางกระแสไหลของกระแสไฟฟ้า ดังรูป 4.12 หัวแม่มือจะชี้ไปทางขั้วเหนือของสนามแม่เหล็ก</p>  <p>รูป 4.12 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดจาก โซลินอยด์</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล	


บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	111	1	คำถาม ในเรื่อง	ให้นักเรียนเขียนทิศทางของสนามแม่เหล็กและทิศทางของกระแสไฟฟ้า ลงในรูป ก และ ข ตามลำดับ 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		4	คำถามในเรื่อง	โซลีนอยด์ คืออะไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		5	คำถามในเรื่อง	สนามแม่เหล็กที่เกิดจากเส้นลวดตัวนำตรง ต่างจากที่เกิดจากขดลวดโซลีนอยด์อย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท
		7	คำถาม ในเรื่อง	แม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร ต่างจากแม่เหล็กถาวรอย่างไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการจำแนกประเภท
		8	คำถาม ในเรื่อง	ผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าขดลวดตัวนำที่พันรอบแท่งแม่เหล็กอ่อน ดังรูป ปลาย A จะเป็นขั้วอะไร 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อ ความหมายข้อมูล , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
10	คำถาม ในเรื่อง	ถ้านำลวดตัวนำพันรอบเหล็กอ่อนรูปเกือกม้า แล้วผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดตัวนำนี้ ดังรูป A และ B จะเป็นขั้วอะไร 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อ ความหมายข้อมูล , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล		

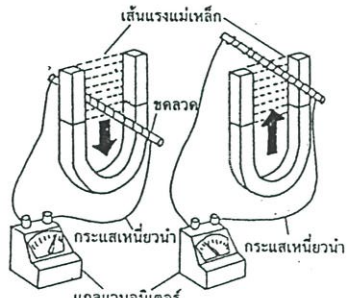
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	111	12	คำถามในเรื่อง	ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นกับอะไรบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	112	2	ข้อความ	ปฏิกิริยาของผลระหว่างไฟฟ้าและแม่เหล็กเป็นหลักการที่สำคัญที่สุด ในการนำ ความรู้เรื่องไฟฟ้ากระแสไปประยุกต์ใช้ทางเทคโนโลยี หลักการทางแม่เหล็กไฟฟ้า สรุปได้ 2 ข้อ ดังนี้ 1. ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น , 2. สนามแม่เหล็กจะทำให้ประจุเคลื่อนที่เบี่ยงเบนได้	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		16	ข้อความ	การหาทิศทางของแรงที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุใช้กฎมือขวา “งอนิ้วทั้งสี่ของมือ ขวาในทิศทางเวกเตอร์ V ไปยังเวกเตอร์ B นิ้วหัวแม่มือจะชี้ทิศทางของแรงที่กระทำ ต่อประจุ เวกเตอร์ F จะตั้งฉากกับระนาบของ V และ B ถ้าอนุภาคมีประจุลบ แรงที่ กระทำต่อประจุลบมีทิศตรงกันข้ามกับแรงที่กระทำต่อประจุบวก	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อ ความหมายข้อมูล , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	113	7	ข้อความ	ถ้าผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในลวดตัวนำ ซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็กจะมีแรงกระทำ ต่อลวดตัวนำนั้น แรงดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้าใน ลวดตัวนำอย่างไร นักเรียนจะได้ศึกษาจากการทดลองต่อไปนี้	ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10	ข้อความ	การทดลอง 4.2 แรงกระทำบนลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าตรงไหลผ่านและอยู่ใน สนามแม่เหล็ก 1. ต่อไฟฟ้ากระแสสลับความต่างศักย์ 5 โวลต์จากหม้อแปลงไฟฟ้าเข้าตัวทำกระแส ตรงแล้วต่อเข้าสู่ชุดทดลอง 2. วางขั้วได้ของแท่งแม่เหล็กอันบนเข้าหาขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กอันล่าง 3. เปิดสวิตช์หม้อแปลงให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจรจาก X ไป Y สังเกตทิศทาง การเคลื่อนที่ของลวดตัวนำ บันทึกทิศทางของแรงที่ทำให้ลวดตัวนำเคลื่อนที่ในรูป 4.15 ก.	ทักษะการทดลอง		

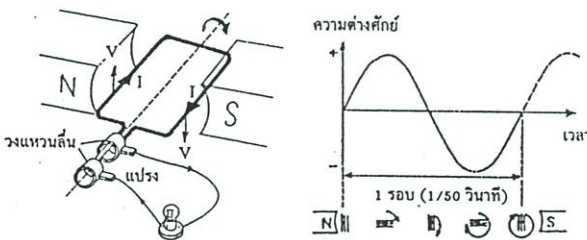
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4				<p>รูป 4.15 ทิศทางการเคลื่อนที่ของลวดตัวนำ</p> <p>4. ปิดสวิตช์หม้อแปลงแล้วกลับขั้วของแท่งแม่เหล็กทั้งสองอัน ทำการทดลองทำนองเดียวกับข้อ 3 บันทึกผลลงในรูป 4.15 ข.</p> <p>5. ปิดสวิตช์หม้อแปลง ,สลับขั้วไฟฟ้าที่ขุดทดลอง เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลจาก Y ไป X ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3 และบันทึกผลลงในรูป 4.15 ค.</p>	
114	13		คำถาม หลังกิจกรรม	เมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก เพราะเหตุใดลวดตัวนำจึงเคลื่อนที่	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	15		คำถาม หลังกิจกรรม	เมื่อเปลี่ยนทิศทางของสนามแม่เหล็กหรือเปลี่ยนทิศทางกระแสไฟฟ้าตามการทดลองข้อ 4,5 ทิศทางการเคลื่อนที่ของลวดตัวนำเปลี่ยนแปลงจากเดิมอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	17		คำถาม หลังกิจกรรม	จากผลการทดลองที่บันทึกในรูป 4.15 ก. ข. และ ค. ถ้าใช้กฎมือขวา โดยอนิ้วมืองชี้ตั้งจาก I ไป B นิ้วหัวแม่มือจะแสดงทิศทางของอะไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	19		ข้อความ	จากการทดลอง นักเรียนคงเห็นแล้วว่า เมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก จะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
115	11		ข้อความ	พิจารณาจากสมการ 4.3 ถ้าสนามแม่เหล็กตั้งฉากกับแนวการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า จะได้ว่า $\sin \theta = \sin 90$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 ดังนั้นถ้าสนามแม่เหล็กตั้งฉากกับแนวการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าแล้วจะได้ว่า $F = ILB$	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

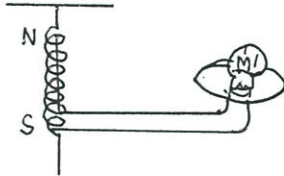
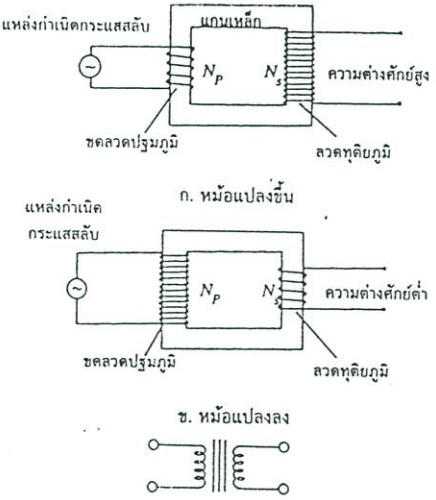
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	115	15	ข้อความ	<p>ทิศทางของแรงที่กระทำต่อลวดตัวนำหาได้จากกฎมือขวา “งอนิ้วทั้งสี่ของมือขวา จากเวกเตอร์ I ไปเวกเตอร์ B นิ้วหัวแม่มือจะแสดงทิศทางของแรง F ที่กระทำต่อลวดตัวนำ” โดยทิศของแรง F จะตั้งฉากกับระนาบของ I และ B</p>  <p>รูป 4.16 ทิศทางของแรงบนเส้นลวดที่มีกระแสไหลผ่าน</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
116	1	1	คำถาม ในเรื่อง	<p>จากรูป จงเขียนทิศทางของแรงที่กระทำต่อเส้นลวดตัวนำ</p> 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		2	คำถาม ในเรื่อง	<p>จากรูป จงเขียนทิศทางของสนามแม่เหล็ก</p> 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	117	1	ข้อความ	  <p>ก. อาร์มาเจอร์ที่มีขดลวดรอบเดียว ข. คอมมิวเตเตอร์แบบแยกครึ่งวง</p> <p>รูป 4.17 มอเตอร์กระแสตรงอย่างง่าย</p> <p>ตามรูป 4.17 ก. เป็นอาร์มาเจอร์ที่มีขดลวดรอบเดียว มีคอมมิวเตเตอร์เป็นทรงกระบอกแยกซึ่งสัมผัสกับแปรง รูป 4.17 ข. แสดงภาพขยายให้เห็นคอมมิวเตเตอร์ อาร์มาเจอร์และแปรงอย่างชัดเจน</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
		12	คำถามในเรื่อง	แม่เหล็กไฟฟ้าเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลในมอเตอร์ไฟฟ้าได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		13	คำถามในเรื่อง	ตามรูป 4.17 ก. แรงที่กระทำบนขดลวดด้าน Q R และ S P ไม่มีผลต่อการหมุนของขดลวด เพราะอะไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		15	คำถามในเรื่อง	แรงที่กระทำต่อขดลวดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขึ้นกับองค์ประกอบใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		18	คำถามในเรื่อง	กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก อำนาจแม่เหล็กทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้หรือไม่	ทักษะการตั้งสมมติฐาน
118	1	ข้อความ	<p>การทดลอง 4.3 การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า</p> <p>1. ต่อสายไฟฟ้าจากขดลวดเข้ากับแกลแวนอมิเตอร์ , 2. เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กขั้วเหนือเข้าไปในขดลวดอย่างรวดเร็วแล้วหยุด สังเกตเข็มของแกลแวนอมิเตอร์ว่าเบนไปทางใดแล้วบันทึกในตาราง , 3. ดึงแท่งแม่เหล็กออกจากขดลวดอย่างรวดเร็ว สังเกตเข็มของแกลแวนอมิเตอร์ แล้วบันทึกผล , 4. กลับขั้วของแท่งแม่เหล็กแท่งเดิมแล้วทำซ้ำข้อ 2 และ 3 , 5. ทำการทดลองซ้ำข้อ 2 , 3 และ 4 แต่เคลื่อนที่แม่เหล็กช้า ๆ</p>	ทักษะการทดลอง	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	119	13	คำถามหลังกิจกรรม	การนำแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าแล้วดึงออกจากขดลวด กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดจะมีทิศทางเดียวกันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		15	คำถามหลังกิจกรรม	เมื่อเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กที่มีขั้วต่างกันเข้าไปในขดลวด กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดจะมีทิศทางเดียวกันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		17	คำถามหลังกิจกรรม	เมื่อเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กที่มีขั้วต่างกันออกจากขดลวด กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดจะมีทิศทางเดียวกันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		19	คำถามหลังกิจกรรม	ความเร็วในการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กมีผลต่อกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		20	คำถามหลังกิจกรรม	เมื่อขั้วแม่เหล็กเข้าไปอยู่ในขดลวดโดยไม่เคลื่อนที่ จะเกิดกระแสไฟฟ้าหรือไม่ ทราบได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		22	ข้อความ	จากการทดลอง เมื่อนำแกนแวนอไมเตอร์มาต่อกับขดลวดและนำแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าหรือออกจากขดลวด มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น โดยสังเกตจากเข็มของแกลแวนอไมเตอร์เบนไปจากเดิม กระแสไฟฟ้านี้ เรียกว่า กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล , ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
120	2	ข้อความ	นักเรียนสรุปจากการทดลองได้ว่า เมื่อเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้าหรือออกจากขดลวดอย่างรวดเร็ว กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะมีค่ามากกว่าเมื่อเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้าหรือออกจากขดลวดอย่างช้า ๆ	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป	
	4	ข้อความ	ถ้านักเรียนทำการทดลองต่อไปจะพบว่า ปริมาณกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นอยู่กับขนาดของสนามแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็ก และจำนวนรอบของขดลวด	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	
	6	ข้อความ	ฟาราเดย์ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าใน 2 กรณี กรณีแรก ทดลองให้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าและออกจากขดลวด โดยจัดอุปกรณ์ดังรูป 4.19  รูป 4.19 กระแสเหนี่ยวนำในขดลวดเมื่อแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล	

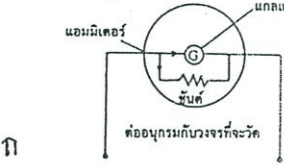
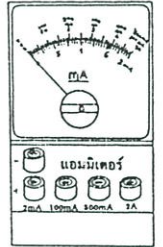
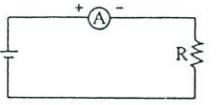


บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	120	7	ข้อความ	<p>กรณีที่สอง ให้แม่เหล็กอยู่กับที่แล้วให้ขดลวดเคลื่อนที่ดังรูป 4.20</p>  <p>รูป 4.20 กระแสเหนี่ยวนำที่เกิดจากขดลวดเคลื่อนที่</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
121	2		คำถาม ในเรื่อง	จากการทดลองให้แม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าไปในขดลวด จะเกิดกระแสเหนี่ยวนำเมื่อไร กระแสเหนี่ยวนำที่เกิดจากการใช้ขั้วเหนือเคลื่อนที่เข้าหาหรือออกจากขดลวดมี ขนาดและทิศทางต่างกันอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	5		คำถาม ในเรื่อง	จากการทดลองเมื่อให้ขดลวดเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก ทิศทางที่กระแสไหลใน ขดลวด เมื่อขดลวดเคลื่อนที่ลงและขึ้น จะเหมือนกันหรือต่างกัน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	7		คำถามในเรื่อง	ให้นักเรียนสรุปว่ากระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะเกิดในกรณีใดได้บ้าง	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
	8		คำถาม ในเรื่อง	อุปกรณ์ที่นักเรียนรู้จักในชีวิตประจำวัน มีชนิดใดบ้างที่ใช้หลักการเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้า	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	11		คำถาม ในเรื่อง	นักเรียนคิดว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่างจากมอเตอร์อย่างไร และโรงไฟฟ้าในประเทศไทย ไทยใช้พลังงานชนิดใดบ้าง	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

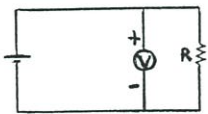
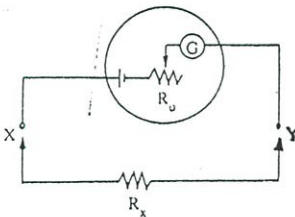
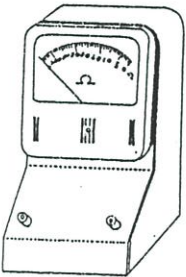
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	121	13	ข้อความ	<p>ส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังแสดงในรูป 4.21</p>  <p>รูป 4.21 ส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		15	ข้อความ	<p>ตามรูป 4.21 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วยขดลวดติดกับแกนที่หมุนได้ โดยมีปลายต่ออยู่กับวงแหวนปลายละวง ขดลวดนี้จะเชื่อมกับแหล่งกำเนิดพลังงาน และวางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก เมื่อขดลวดหมุนผ่านสนามแม่เหล็กจะทำให้สนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลง (เส้นแรงแม่เหล็กถูกตัด) ผลคือเกิดกระแสเหนี่ยวนำในขดลวด</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	123	4	ข้อความ	<p>ถ้านักเรียนมีรถจักรยานยนต์ที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กติดกับล้อ จะศึกษาการทำงานได้ดังนี้ เมื่อขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนไปแต่ละล้อหลอดไฟจะเปิด ขณะที่นักเรียนถีบจักรยานจะใช้พลังงานกลไปหมุนล้อ ล้อไปหมุนขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขั้วจะติดกับชาฟท์ที่หมุนแม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำ เมื่อนักเรียนหยุดถีบจักรยานหลอดไฟจะเป็นอย่างไร</p>	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	15	คำถามในเรื่อง	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำหน้าที่อะไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
16	คำถามในเรื่อง	จงอธิบายหลักการการทำงานของส่วนประกอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ		
17	คำถามในเรื่อง	“50 Hz 220 VAC” หมายความว่าอย่างไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ		


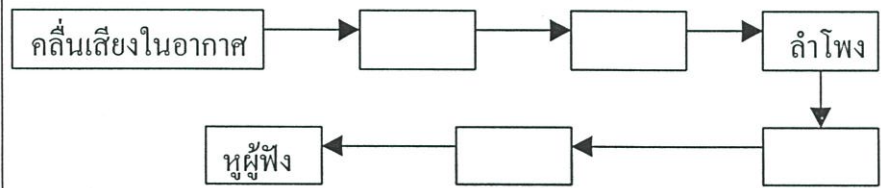
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	123	18	คำถาม ในเรื่อง	ถ้ามีผู้ประดิษฐ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดใหม่ดังรูป จะให้กระแสเหนี่ยวนำที่มีลักษณะ อย่างไร  ดึงลงแล้วปล่อย ไฟจะสว่าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	124	1	คำถามในเรื่อง	ก. แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้เป็นแบบใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		2	คำถาม ในเรื่อง	ข. ถ้าผู้ประดิษฐ์ระบุว่า การสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานในลวดสปริงน้อยมากจน ไม่ต้องนำมาคิด แม่เหล็กจะสัมผัสต่อเนื่องไม่หยุด และเป็นแหล่งกำเนิดพลัง งานไฟฟ้าที่ถูกที่สุด นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ จงอภิปราย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	125	1	ข้อความ	 รูป 4.24 หม้อแปลง	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	125	5	ข้อความ	ตามรูป 4.24 หม้อแปลงใช้เพิ่มหรือลดความต่างศักย์ของไฟฟ้ากระแสสลับ รูป 4.24 ก. เป็นหม้อแปลงขึ้นจะเพิ่มความต่างศักย์ รูป 4.24 ข. เป็นหม้อแปลงลงจะลดความต่างศักย์	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		7	คำถามในเรื่อง	ให้นักเรียนพิจารณาหม้อแปลงทั้งสองแบบ แต่ละแบบขดลวดใดจะมีจำนวนรอบมากกว่า	ทักษะการจำแนกประเภท
	126	10	คำถามในเรื่อง	ผลลัพธ์จะเป็นอย่างไร ถ้าขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิมีจำนวนรอบเท่ากัน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		11	คำถาม ในเรื่อง	ถ้านักเรียนมีหม้อแปลงที่แกนด้านหนึ่งต่อกับไฟบ้านมี 50 รอบ และแกนอีกด้าน หนึ่งมี 500 รอบ หม้อแปลงนี้เป็นหม้อแปลงขึ้นหรือลง จงอธิบาย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		13	คำถามในเรื่อง	ทำไมหม้อแปลงจึงมีความสำคัญต่อระบบสายส่งของโรงไฟฟ้า	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		14	คำถาม ในเรื่อง	นักเรียนคิดว่าหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ จะนำไปใช้เพิ่มหรือลดแรงเคลื่อนไฟฟ้า ของกระแสไฟฟ้าตรงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	127	2	ข้อความ	ความรู้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าได้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และใช้ทาง อุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง เช่น โทรศัพท์ มอเตอร์ หม้อแปลง เครื่องวัดทางไฟฟ้า เช่น แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ มัลติมิเตอร์ เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่พบใน ชีวิตประจำวัน และตัวอย่างการประยุกต์ใช้สมัยใหม่	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	129	1	คำถาม ในเรื่อง	นักเรียนคิดว่าจะใช้เกลแวนอิมิตอร์ตรวจสอบทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าใน วงจรได้หรือไม่ อย่างไร	ทักษะการตั้งสมมติฐาน
		3	คำถาม ในเรื่อง	เกลแวนอิมิตอร์อันหนึ่งมีสเกล ดังรูป และเข็มจะเบนเต็มสเกล เมื่อมีกระแสไฟฟ้า 50 ไมโครแอมแปร์ไหลผ่าน ถ้านำเกลแวนอิมิตอร์นี้ไปวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าใน วงจรหนึ่ง ปรากฏว่าเข็มเบนไปอยู่ในตำแหน่งดังรูป ถามว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ ไหลผ่านในวงจรนั้นมีค่าเท่าไร	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล , ทักษะการวัด



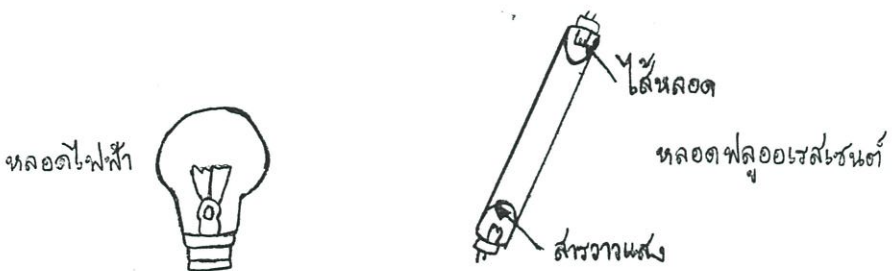
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	
4	129	7	คำถาม ในเรื่อง	ถ้านำแกลแวนอมมิเตอร์ตามข้อ 44 ไปวัดกระแสไฟฟ้าในวงจรที่มีค่าประมาณ 1 ถึง 2 มิลลิแอมแปร์ จะทำได้หรือไม่และจะเกิดผลเช่นใด	ทักษะการวัด	
		10	ข้อความ	โดยทั่วไปแกลแวนอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าได้น้อยๆ ขนาดไมโครแอมแปร์ ถ้าจะใช้วัดกระแสไฟฟ้าปริมาณมากจะต้องใช้ความต้านทานที่เหมาะสมต่อขนาดกับแกลแวนอมมิเตอร์ ดังรูป 4.28 ก.	  <p>รูป 4.28 แอมมิเตอร์</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล, ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
130	130	1	ข้อความ	แอมมิเตอร์จะต้องต่ออนุกรมกับวงจรที่ต้องการจะวัดกระแส ดังรูป	 <p>รูป 4.29 การต่อแอมมิเตอร์เข้ากับวงจร</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		6	ข้อความ	แกลแวนอมมิเตอร์ใช้วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าเฉพาะวงจรที่มีค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำมากๆ ถ้านำตัวต้านทานมาต่ออนุกรมกับแกลแวนอมมิเตอร์ดังรูป 4.30 ก.จะทำให้สามารถวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าได้สูงขึ้น เรียกว่า โวลต์มิเตอร์	  <p>รูป 4.30 โวลต์มิเตอร์</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล, ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ, ทักษะการวัด

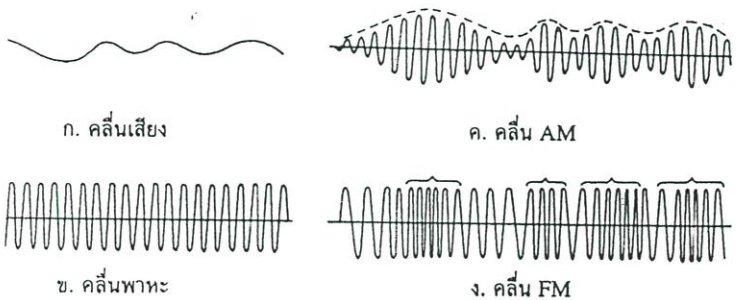
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	130	11	ข้อความ	<p>โวลต์มิเตอร์ จะต้องต่อขนานกับวงจรที่จะวัดความต่างศักย์</p>  <p>รูป 4.31 การต่อโวลต์มิเตอร์เข้ากับวงจร</p>	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล , ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
	131	11	ข้อความ	<p>โอห์มมิเตอร์ เป็นอุปกรณ์วัดความต้านทานไฟฟ้า ประกอบด้วย แกลแวนอมิเตอร์ เซลล์ไฟฟ้า และตัวต้านทานไฟฟ้าที่เปลี่ยนค่าได้ คือ R_0 ต่ออนุกรมกันดังวงจรใน รูป 4.33 ก. โดยมีขั้ว X,Y เป็นปลายสำหรับต่อกับตัวต้านทานที่ต้องการวัดคือ ค่า R_x</p>	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ , ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		17	ข้อความ	<p>การนำตัวต้านทานที่ทราบค่าแล้วไปต่อระหว่าง X และ Y เมื่อได้สเกลที่สมบูรณ์แล้ว ดังรูป 4.33 ข. ก็จะนำโอห์มมิเตอร์นี้ไปวัดความต้านทานที่ไม่ทราบค่าได้</p>   <p>ก. ข.</p> <p>รูป 4.33 โอห์มมิเตอร์</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
	132	2	คำถาม ในเรื่อง	นำแอมมิเตอร์ดังรูป 4.32 ก. ไปวัดกระแสไฟฟ้าในวงจร โดยต่อวงจรเข้าขั้ว A และ C ปรากฏว่าเข็มเบน ไปอยู่ที่ตำแหน่ง 3.6 กระแสไฟฟ้าในวงจรที่วัดมีค่าเท่าไร	ทักษะการคำนวณ
		4	คำถาม ในเรื่อง	นำโวลต์มิเตอร์ดังรูป 4.32 ข. ไปวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจร โดยต่อวงจรเข้ากับ ขั้ว A และ C ปรากฏว่าเข็มเบน ไปอยู่ที่ตำแหน่ง 170 ความต่างศักย์ไฟฟ้าของวงจรที่ วัดมีค่าเท่าไร	ทักษะการคำนวณ

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	132	7	คำถาม ในเรื่อง	พิจารณาวงจรในรูป ก. และ ข. ในวงจรใดต้องใช้โวลต์มิเตอร์ และในวงจรใดต้องใช้แอมมิเตอร์ เพราะเหตุใด 	ทักษะการวัด
		10	คำถามในเรื่อง	จงบอกส่วนประกอบที่สำคัญของ โอห์มมิเตอร์	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		11	คำถาม ในเรื่อง	การใช้โอห์มมิเตอร์ต้องนำปลายทั้งสองของโอห์มมิเตอร์มาแตะกันก่อน การทำเช่นนี้มีวัตถุประสงค์อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
133	4	ข้อความ	ไมโครโฟนเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่วนลำโพงเปลี่ยนสัญญาณกลับไปเป็นเสียง	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	
134	16	ข้อความ	ลักษณะการเหนี่ยวนำสถานะแม่เหล็กบนแถบบันทึกขึ้นกับขนาดและทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหัวบันทึก กระแสไฟฟ้าขึ้นกับความเข้มเสียงที่ได้จากไมโครโฟน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงความเข้มเสียงที่เกิดขึ้นในขณะใดๆ จะถูกบันทึกในลักษณะการเปลี่ยนแปลงสถานะแม่เหล็กเหนี่ยวนำในแถบบันทึก	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
135	10	คำถามในเรื่อง	ไมโครโฟนและลำโพงทำหน้าที่ต่างกันอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท	
		11	คำถาม ในเรื่อง	จงใส่ข้อความหรือคำต่อไปนี้ในกรอบที่ว่าง อุปกรณ์แปลงการสั่นสะเทือนเป็นสัญญาณไฟฟ้า กรวยของลำโพงสั่นสะเทือน แผ่นไดอะแฟรม คลื่นเสียง 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายของข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
4	135	15	คำถามในเรื่อง	ไดนามิกไมโครโฟน มีส่วนประกอบอะไรบ้างและทำงานอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		16	คำถามในเรื่อง	การบันทึกเสียงบนแถบแม่เหล็กใช้หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		17	คำถามในเรื่อง	จงกล่าวถึงกระบวนการที่เกิดขึ้น เมื่อแถบแม่เหล็กที่บันทึกเสียงไว้แล้วผ่านหัวเล่นเทป	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	138	2	คำถาม ท้ายบท	1. จงให้คำจำกัดความของคำต่อไปนี้ สภาวะแม่เหล็ก ขั้วแม่เหล็ก สนามแม่เหล็ก แม่เหล็กไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		4	คำถามท้ายบท	2. โดเมนแม่เหล็กเกี่ยวข้องกับสภาวะแม่เหล็กอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		5	คำถามท้ายบท	3. สนามแม่เหล็กมีความสัมพันธ์กับขั้วแม่เหล็กและเส้นแรงแม่เหล็กอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		6	คำถาม ท้ายบท	4. จากความรู้เรื่องแหล่งกำเนิดสภาวะแม่เหล็ก จงอธิบายว่าทำไมเมื่อตัดแม่เหล็กเป็นแท่งเล็กสองแท่ง แต่ละแท่งจึงยังคงมีขั้วสองขั้ว	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		8	คำถามท้ายบท	5. ตามความคิดเห็นของนักเรียน สนามแม่เหล็กโลกเกิดจากอะไร จงอธิบาย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		9	คำถาม ท้ายบท	6. เมื่อใช้แท่งแม่เหล็กดูดกับวัตถุที่ทำด้วยสารแม่เหล็ก จะทำให้วัตถุนั้นกลายเป็นแม่เหล็ก จงอธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		11	คำถาม ท้ายบท	7. จงยกตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ประโยชน์ของแท่งแม่เหล็กไฟฟ้าที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		12	คำถาม ท้ายบท	8. ถ้านักเรียนมีแท่งเหล็กขนาดเล็กเท่ากัน สองแท่ง A และ B โดยมีแท่งหนึ่งเป็นแม่เหล็กถาวร จงอธิบายวิธีทดสอบเพื่อหาว่า A หรือ B เป็นแม่เหล็กโดยใช้เข็มหรือเส้นเชือก	ทักษะการทดลอง , ทักษะการตั้งสมมติฐาน
		14	คำถามท้ายบท	9. การใช้แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์จะต้องต่ออุปกรณ์ทั้งสองกับวงจรอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		15	คำถาม ท้ายบท	10. ในไมโครโฟนและลำโพงมีส่วนประกอบใดต่อไปนี้ที่เหมือนกัน ไคอะแพรม ขดลวด แม่เหล็กถาวร กรวย แกนเหล็กอ่อน เทปแม่เหล็ก	ทักษะการจำแนกประเภท

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
5	139	8	คำถาม ในเรื่อง	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีลักษณะเป็นอย่างไร ความถี่และความยาวคลื่น มีความสัมพันธ์กันอย่างไร มีการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปใช้ประโยชน์ใดบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	140	14	ข้อความ	เมื่อพิจารณาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากรูป 5.1 ก จะเห็นว่าทิศของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงจะมีทิศตั้งฉากกับแนวการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนั้น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจัดเป็นคลื่นตามขวาง เนื่องจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจากการเหนี่ยวนำซึ่งกันและกันระหว่างสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป , ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมายข้อมูล
	141	5	คำถาม ในเรื่อง	สถานีวิทยุส่งกระจายเสียงด้วยความถี่ 600 kHz จะมีความยาวคลื่นเท่าใด กำหนดให้ $c = 3 \times 10^8$ m/s	ทักษะการคำนวณ
		7	ข้อความ	จาก $c = f\lambda$ $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{600 \times 10^3 \text{ Hz}} = 500 \text{ m}$ ดังนั้น ความยาวคลื่นมีค่าเท่ากับ 500 เมตร	ทักษะการคำนวณ , ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
	147	8	ข้อความ	การทดลอง 5.1 สมบัติของรังสีอัลตราไวโอเลต 1. นำแผ่นทดสอบรังสีไปวางไว้ที่วางวัสดุทดสอบข้างแผ่นของอุปกรณ์ 2. เปิดสวิตช์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงบนแผ่นทดสอบทั้งสอง แล้วบันทึกผล 3. นำแผ่นพลาสติกใส แผ่นแก้วใส และแผ่นกระดาษที่มีความหนาเท่ากัน มาใส่ที่ช่องใส่วัสดุที่ใช้กันรังสี โดยทำทีละชนิด สังเกตและบันทึกผล 4. ทำการทดลองซ้ำดังในข้อ 2 แต่เพิ่มจำนวนแผ่นของวัตถุที่นำไปกันรังสีเป็น 2 และ 3 แผ่น ตามลำดับ	ทักษะการทดลอง
148	11	คำถามหลังกิจกรรม	รังสีอัลตราไวโอเลตมีสมบัติอย่างไรบ้าง	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	


บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
5	148	12	คำถาม หลังกิจกรรม	รังสีอัลตราไวโอเลตมีอำนาจทะลุผ่านแผ่นแก้ว แผ่นพลาสติกและแผ่นกระดาษเหมือนกับ แสงหรือไม่	ทักษะการจำแนกประเภท
		14	คำถามหลังกิจกรรม	หลอดอัลตราไวโอเลตและหลอดวาแสงให้รังสีชนิดเดียวกันหรือไม่	ทักษะการจำแนกประเภท
		18	ข้อความ	จากการทดลอง นักเรียนจะเห็นว่ารังสีอัลตราไวโอเลตจะสามารถทะลุผ่านตัวกลางได้ แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและความหนาของตัวกลาง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
149	7	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ลักษณะการเกิดแสงสว่างของหลอดวาแสงกับหลอดมีไส้ต่างกัน อย่างไร		ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
				8	คำถามในเนื้อเรื่อง
153	6	คำถามในเนื้อเรื่อง	การฉายรังสีเอกซ์ จะเป็นอันตรายต่อร่างกายหรือไม่ อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
158	1	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	นักเรียนคงเคยได้รู้ข่าวหรือรู้จักเตาไมโครเวฟมาแล้ว บอกได้หรือไม่ว่าเตาชนิดนี้ ต่างจากเตาไฟฟ้าหรือเตาที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ ไปอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
					8

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
5	158	13	คำถามในเรื่อง	เราจะทราบระยะทางของวัตถุที่ตรวจพบโดยเรดาร์ได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		14	คำถามในเรื่อง	การอุ่นอาหาร โดยใช้เตาไมโครเวฟ มีหลักการอย่างไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
	160	5	ข้อความ	การผสมคลื่นทั้งสองนี้มีหลายระบบ เช่น ระบบเอเอ็ม และระบบเอฟเอ็ม ดังรูป 5.21 คลื่นที่ผสมแล้วจะถูกขยายแล้วส่งไปยังสายอากาศซึ่งทำหน้าที่กระจายคลื่นออกอากาศ  <p style="text-align: center;">รูป 5.21 การผสมสัญญาณ</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล , ทักษะการจำแนกประเภท
	161	1	ข้อความ	การผสมคลื่นระบบเอเอ็ม หรือ AM ในกระบวนการนี้ แอมพลิจูดหรือขนาดของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนตามคลื่นเสียง ส่วนความถี่ของคลื่นพาหะจะไม่เปลี่ยนแปลง ดังรูป 5.21 ค. การผสมคลื่นระบบเอฟเอ็ม หรือ FM แอมพลิจูดของคลื่นพาหะมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงแต่ความถี่ของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามคลื่นเสียงดังรูป 5.21 ง.	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล , ทักษะการจำแนกประเภท
		4	ข้อความ	ระบบการส่งคลื่นแบบเอเอ็มและเอฟเอ็มต่างกันตรงที่วิธีการผสมคลื่น จึงทำให้เครื่องรับวิทยุทั้งสองแบบไม่สามารถรับคลื่นวิทยุของอีกฝ่ายหนึ่งได้	ทักษะการจำแนกประเภท
163	13	คำถาม ในเรื่อง	ทำไมเราจึงสามารถรับฟังรายการของสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทยได้พร้อมกันทั่วประเทศ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	

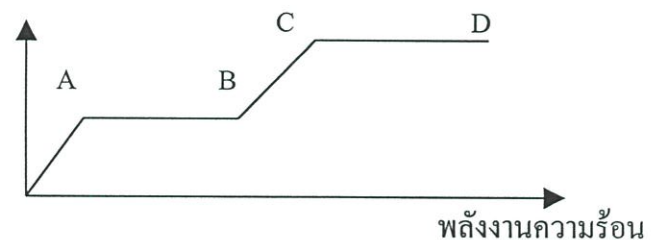
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
5	163	15	คำถามในเรื่อง	เพราะเหตุใด บางครั้งการรับฟังวิทยุบางสถานีจึงมีเสียงรบกวนจากสถานีอื่น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		16	คำถาม ในเรื่อง	ถ้าใช้เครื่องรับวิทยุชนิดเดียวกัน รับฟังวิทยุสถานีเดียวกัน แต่ถ้าผู้ฟังอยู่ต่างสถานที่ กันจะรับฟังรายการจากสถานีวิทยุ นั้น ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	168	1	คำถามในเรื่อง	ดาวเทียมมีหน้าที่อะไรในระบบ โทรคมนาคม	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	170	1	คำถาม ในเรื่อง	โทรศัพท์ทางไกลข้ามทวีปมีขั้นตอนในการส่งสัญญาณอย่างไร ต่างกับ โทรศัพท์ทาง ไกลภายในประเทศอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		4	คำถาม ในเรื่อง	โทรสารหรือที่เรียกทั่วไปว่าแฟกซ์ นักเรียนอธิบายได้หรือไม่ว่า การรับส่งโทรสาร มีลักษณะอย่างไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
	172	2	ข้อความ	ระบบ โทรทัศน์ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ เครื่องถ่ายโทรทัศน์ สถานีโทรทัศน์ และ เครื่องรับโทรทัศน์ ขณะที่เรานับที่ภาพและเสียงโดยใช้กล้องถ่ายโทรทัศน์ ภาพ และเสียงจะถูกเปลี่ยน ไปเป็นสัญญาณ ไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วมาก แล้วส่งออกอากาศ หรือบันทึกลงแม่เหล็ก เพื่อรอการส่งออกอากาศต่อไป	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
	174	1	คำถาม ในเรื่อง	การส่งโทรทัศน์ในปัจจุบันเป็นการส่ง โทรทัศน์สี การเปลี่ยนภาพสีเป็นสัญญาณ ไฟฟ้าของภาพสีต่าง ๆ ทำได้อย่างไร และภาพสีที่ปรากฏบนจอเกิดขึ้นได้อย่างไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
	175	5	คำถามในเรื่อง	ให้อธิบายขั้นตอนการส่งและรับคลื่นของโทรทัศน์สี	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
	179	2	ข้อความ	จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ หรือ E-mail คือจดหมายหรือข้อความที่ส่งถึงกันผ่านทาง เครือข่ายคอมพิวเตอร์	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
180	2	คำถามท้ายบท	1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความยาวคลื่น 5×10^{-7} เมตร จะมีความถี่เท่าใด	ทักษะการคำนวณ	
	3	คำถาม ท้ายบท	2. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างแสงจากหลอดไฟธรรมดา กับ เลเซอร์ในเรื่อง เกี่ยวกับแหล่งกำเนิด	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
5	180	4	คำถามท้ายบท	3. ประสาทสัมผัสของมนุษย์สามารถตรวจการรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดใดได้โดยตรง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		5	คำถาม ท้ายบท	4. รังสีอัลตราไวโอเล็ตและรังสีเอกซ์ อาจมีความถี่และความยาวคลื่นบางช่วงเท่ากัน เราจะมีวิธีแยกได้อย่างไรว่าเป็นรังสีอัลตราไวโอเล็ตหรือรังสีเอกซ์	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการทดลอง
		7	คำถาม ท้ายบท	5. ถ้าจะตรวจสอบเหล็กที่อยู่ในเสาของตึกหลังหนึ่งว่าได้มาตรฐานหรือไม่ โดยไม่ ทำให้เกิดความเสียหายกับตึกหลังนั้น จะมีวิธีตรวจสอบได้อย่างไร	ทักษะการทดลอง
		9	คำถามท้ายบท	6. ประโยชน์ของรังสีอัลตราไวโอเล็ตมีอะไรบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		10	คำถามท้ายบท	7. फिल्मธรรมดา และ फिल्मอินฟราเรดใช้ต่างกัน อย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ลง
		11	คำถามท้ายบท	8. เหตุใดจึงนิยมใช้ไมโครเวฟในระบบเรดาร์	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		12	คำถาม ท้ายบท	9. เหตุใดการส่งคลื่นวิทยุระบบเอเอ็ม จึงคลุมพื้นที่ได้ไกลกว่าการส่งคลื่นวิทยุระบบ เอฟเอ็ม	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		13	คำถาม ท้ายบท	10. จงอธิบายถึงความแตกต่างของเสียงที่ฟังจากวิทยุระบบเอเอ็ม และระบบเอฟเอ็ม	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		14	คำถามท้ายบท	11. หลักการส่งและรับโทรทัศน์เป็นอย่างไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		15	คำถามท้ายบท	12. บรรยากาศชั้น ไอโอโนสเฟียร์สามารถสะท้อนคลื่นวิทยุความถี่ต่ำได้ เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		16	คำถามท้ายบท	13. ขณะเกิดฝนฟ้าคะนอง ควรเปิดเครื่องรับโทรทัศน์หรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		17	คำถามท้ายบท	14. แสงเดินทางไปตามเส้นใยนำแสงได้อย่างไร จงอธิบาย	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		5	180	18	คำถามท้ายบท
19	คำถามท้ายบท			16. การติดต่อผ่านทางอินเตอร์เน็ตมีหลักการอย่างไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6	181	14	ข้อความ	อุณหภูมิบริเวณรอบนอกของดวงอาทิตย์ประมาณ 6000 K รังสีที่ได้จากดวงอาทิตย์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีทั้งคลื่นวิทยุ คลื่นแสง รังสีอินฟราเรด และรังสีอื่น ๆ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล , ทักษะการจำแนกประเภท
		15	คำถามในเนื้อเรื่อง	ดวงอาทิตย์กระจายพลังงานมาหลายล้านปีแล้ว พลังงานเหล่านี้เกิดขึ้นได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	182	1	ข้อความ	การศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ทำให้ทราบว่ากระบวนการพื้นฐานที่ผิวดวงอาทิตย์เป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิวชันที่เกิดจากนิวเคลียสของไฮโดรเจน 4 อะตอมรวมเป็นนิวเคลียสของฮีเลียม ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า และให้พลังงานออกมา 4.13×10^{-12} จูล แต่พลังงานทั้งหมดที่ได้จากดวงอาทิตย์เท่ากับ 3.6×10^{26} จูลต่อวินาที	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		8	ข้อความ	พลังงานจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่บรรยากาศด้านบนของโลกจำแนกได้ดังนี้ ช่วงรังสีอัลตราไวโอเล็ตถึงรังสีแกมมา ร้อยละ 7 แสงที่ตามองเห็น ร้อยละ 47 รังสีอินฟราเรด ร้อยละ 39 และคลื่นวิทยุ ร้อยละ 7	ทักษะการจำแนกประเภท
	184	6	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	พลังงานจากดวงอาทิตย์ที่มาถึงเปลือกโลกเป็นร้อยละเท่าไรของพลังงานที่โลกได้รับมาจากดวงอาทิตย์	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
			8	คำถามในเนื้อเรื่อง	โลกจะดูดกลืนรังสีชนิดใดและแผ่รังสีชนิดใด
		9	คำถามในเนื้อเรื่อง	ปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดขึ้นได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		10	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ตามความคิดของนักเรียน การดูดกลืนแบบเลือกเป็นอย่างไร จงยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่แสงอาทิตย์ผ่านเข้าไป แล้วทำให้ภายในร้อนจัดที่นักเรียนได้พบในชีวิตประจำวัน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		13	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	การที่แถบโอโซนในบรรยากาศของโลกถูกทำลายโดยก๊าซที่เกิดจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม มีผลอย่างไรต่อโลกและมนุษย์	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		17	คำถามในเนื้อเรื่อง	นอกจากดวงอาทิตย์ มีพลังงานชนิดใดบ้างสามารถเปลี่ยนเป็นความร้อนได้	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6	186	1	คำถามในเนื้อเรื่อง	แหล่งกำเนิดความร้อนอื่นที่นักเรียนได้ศึกษามีอะไรบ้าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		2	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	เชื้อเพลิงต่างชนิดกันมีมวลเท่ากัน เมื่อเผาไหม้แล้วจะให้ความร้อนเท่ากันหรือไม่ เพราะอะไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		3	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากธรรมชาติมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร จง อภิปราย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		5	ข้อความ	การศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในวัตถุเมื่อได้รับหรือเสียความร้อน นำไปสู่ ความเข้าใจโครงสร้างของสสาร สสารทุกชนิดประกอบด้วยโมเลกุลที่เคลื่อนที่ด้วย ความเร็วคงที่ โมเลกุลจะมีแรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลที่อยู่ใกล้กัน การ เคลื่อนที่ของโมเลกุลและแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลนี้ทำให้สสารอยู่ในสถานะของ แข็ง ของเหลว และแก๊ส การเปลี่ยนสถานะเกิดจากวัตถุได้รับหรือเสียความร้อน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
187	2	ข้อความ	ตามรูป 6.5 โมเลกุลของของเหลวที่เย็นกว่าจะอยู่ใกล้กันและเคลื่อนที่ช้ากว่า โมเลกุล ที่ร้อน	 <p>รูป 6.5 การเคลื่อนที่ของโมเลกุล</p>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
			8	ข้อความ	โรเบิร์ต บราวน์ ใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษาฝุ่นละอองที่แขวนลอยในน้ำ เขาสังเกต เห็นฝุ่นละอองนี้เคลื่อนที่โดยมีทิศทางไม่แน่นอน คือ มีการเดินทางแบบซิกแซก
188	1	ข้อความ	สาริต 6.1 การเคลื่อนที่แบบบราวน์ , ผ่านควันทูไฟฟ้าเข้าไปในกล้อง แล้วส่องดูด้วย กล้องจุลทรรศน์ ถ้ามีชนิดฉายขึ้นจจะเห็นได้ชัดเจน	ทักษะการทดลอง	
			3	คำถามในเนื้อเรื่อง	ก. จากการสาริตนี้ นักเรียนเห็นว่าควันทูไฟฟ้าเคลื่อนที่ในลักษณะใด

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6	188	4	คำถาม ในเรื่อง	ข. ลักษณะการเคลื่อนที่ของคลื่น ไฟที่สังเกตได้เหมือนหรือต่างจากการทดลองของ บราวน์อย่างไร จงอธิบาย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล , ทักษะการสังเกต , ทักษะการจำแนก
		6	คำถาม ในเรื่อง	จงเปรียบเทียบระยะห่างระหว่างโมเลกุล แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล และลักษณะ การเคลื่อนที่ของ โมเลกุลของแข็ง ของเหลวและก๊าซ	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		8	คำถามในเรื่อง	การเคลื่อนที่แบบบราวน์เป็นอย่างไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		20	ข้อความ	การวัดอุณหภูมิ ถ้าใช้ประสาทสัมผัสของมนุษย์จะไม่เที่ยงตรง จึงต้องใช้อุปกรณ์วัด อุณหภูมิซึ่งเรียกว่า เทอร์มอมิเตอร์	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
		23	ข้อความ	เทอร์มอมิเตอร์ แบบที่ใช้กันทั่วไปคือ เทอร์มอมิเตอร์ของเหลว ประกอบด้วย กระเปาะแก้วและก้านหลอดยาวเชื่อมปิดปลายบน	ทักษะการสังเกต
	189	2	ข้อความ	มาตรฐานวัดอุณหภูมิ จะแสดงค่าอุณหภูมิที่ต่างกัน โดยแบ่งช่องระหว่างจุด เยือกแข็งและจุดเดือด ดังนี้ 1. มาตรฐานองศาเซลเซียส จะแบ่งเป็น 100 ช่อง จาก 0°C ถึง 100°C 2. มาตรฐานองศาฟาเรนไฮต์ แบ่งเป็น 180 ช่องจาก 32°F ถึง 212°F 3. มาตรฐานเคลวิน แบ่งเป็น 100 ช่อง จาก 273 K ถึง 373 K	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ , ทักษะการจำแนกประเภท
	190	1	คำถามในเรื่อง	อุณหภูมิที่ยอดคอยอินทนนท์ในฤดูหนาวเป็น 23°F จะตรงกับอุณหภูมิกี่°C และกี่ K	ทักษะการคำนวณ
		4	ข้อความ	จาก $T_C = (5/9)(T_F - 32) = (5/9)(23 - 32)$ จะตรงกับอุณหภูมิ = $(5/9)(-9) = -5^{\circ}\text{C}$ จาก $T_K = T_C + 273$ และตรงกับอุณหภูมิ = $-5 + 273 = 268 \text{ K}$	ทักษะการคำนวณ
	192	1	ข้อความ	ให้นักเรียนลองใช้เทอร์มอมิเตอร์ทั้งสองชนิดที่ได้ศึกษามาแล้ววัดอุณหภูมิของวัตถุ ต่างๆตามที่กำหนดให้ เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของเทอร์มอมิเตอร์ทั้งสองชนิด นี้ กับเทอร์มอมิเตอร์ของเหลวที่นักเรียนรู้จักแล้ว	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการทดลอง

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6	192	4	ข้อความ	ศูนย์องศาสัมบูรณ์ หมายถึงอะไร จงอธิบาย	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		5	คำถามในเนื้อเรื่อง	เทอร์มอมิเตอร์ที่นักเรียน ได้ศึกษามา ชนิดใดวัดอุณหภูมิได้ช่วงกว้างที่สุด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		6	คำถามในเนื้อเรื่อง	อุณหภูมิของร่างกายของมนุษย์มีค่าคงที่เท่ากับ 98.6°F จะเป็นกี่ °C และกี่ เคลวิน	ทักษะการคำนวณ
		7	คำถามในเนื้อเรื่อง	อุณหภูมิใดที่ทองสำฟาเรนไฮต์มีค่าตรงกับองศาเซลเซียสพอดี	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		18	ข้อความ	นักเรียน ได้ศึกษาถึงความแตกต่างของอุณหภูมิและปริมาณความร้อนแล้วจะเห็นว่า การวัดอุณหภูมิ มี เทอร์มอมิเตอร์หลายชนิดวัดได้ละเอียดเที่ยงตรง ส่วนการวัด ปริมาณความร้อนทำได้ยากเนื่องจากมีตัวแปรหลายตัว	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการวัด
		22	ข้อความ	เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำและเหล็กที่มีมวลเท่ากันที่ 25°C ถ้าน้ำและเหล็กได้รับความ ร้อนปริมาณเท่ากัน อุณหภูมิของเหล็กจะสูงกว่าน้ำ 9.1 เท่า นั่นคือ น้ำจะมีอุณหภูมิ 35°C และเหล็กจะมีอุณหภูมิ 116°C	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
194	21	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	น้ำเต็มอ่างอาบน้ำ (80 kg) ต้องการทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนจาก 20°C เป็น 40°C จะ ต้องใช้ความร้อนเท่าไร	ทักษะการคำนวณ	
	24	ข้อความ	จาก $\Delta Q = ms\Delta T = (80 \text{ kg})(4186 \text{ J/kg}\cdot\text{C})(40 - 20 \text{ }^{\circ}\text{C})$ จะต้องใช้ความร้อน = 6,697,600 J = 6,697.6 kJ	ทักษะการคำนวณ	
196	1	ข้อความ	อุณหภูมิ  รูป 6.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและพลังงานความร้อนของน้ำ	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล	

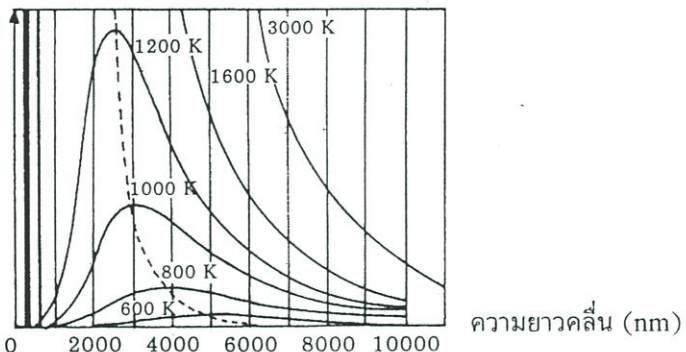
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6				ตามรูป 6.12 น้ำอยู่ในสถานะของแข็ง เมื่อให้ความร้อน อุณหภูมิจะสูงขึ้นจนถึงจุด A แม้จะให้ความร้อนต่อไปอีกอุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่พลังงานนี้จะทำให้วัตถุเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวจึงอยู่ในช่วงจาก A ไป B เมื่อถึงจุด B ของแข็งจะเป็นของเหลวหมด อุณหภูมิที่ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว เรียกว่า จุดหลอมเหลว ช่วง BC อุณหภูมิจะสูงขึ้นและอยู่ในสถานะของเหลว เมื่อถึงจุด C ถ้าให้ความร้อนต่อไป อุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง ความร้อนที่ให้จะไปเปลี่ยนของเหลวให้เป็นแก๊ส เรียกว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ ตามรูป คือ ช่วง CD หลังจากจุด D อุณหภูมิจะสูงขึ้นอีก	
	197	21	คำถาม ในเรื่อง	จงหาปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งมวล 0.2 kg อุณหภูมิ -10°C เปลี่ยนเป็น น้ำที่อุณหภูมิ 20°C (ให้ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำแข็งและของน้ำเป็น 2,100 และ 4,200 J/kg K ตามลำดับ และความร้อนแฝงจำเพาะของน้ำแข็งเป็น 3.36×10^5 J/kg)	ทักษะการคำนวณ
	198	2	ข้อความ	น้ำแข็ง $-10^{\circ}\text{C} \rightarrow$ น้ำแข็ง $0^{\circ}\text{C} \rightarrow$ น้ำ $0^{\circ}\text{C} \rightarrow$ น้ำ 20°C 1. ปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำแข็ง -10°C มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น น้ำแข็ง 0°C และจาก $\Delta Q = ms\Delta T = 0.2 \times 2,100 \times 10 = 4,200$ J 2. ปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำแข็ง 0°C เปลี่ยนสถานะเป็น น้ำ 0°C และจาก $Q_L = mL = 0.2 \times 3.36 \times 10^5 = 67,200$ J 3. ปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 0°C มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น น้ำ 20°C และจาก $\Delta Q = ms\Delta T = 0.2 \times 4,200 \times 20 = 16,800$ J ดังนั้นปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำแข็ง -10°C เปลี่ยนเป็น น้ำ 20°C $= 4,200 + 67,200 + 16,800 = 88,200$ J	ทักษะการคำนวณ , ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6	198	20	คำถาม ในเรื่อง	จงเปรียบเทียบหน่วยของความจุความร้อนจำเพาะและค่าความร้อนแฝงจำเพาะ	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		21	คำถาม ในเรื่อง	เมื่อวัตถุ 2 ชนิดได้รับความร้อนปริมาณเท่ากัน แต่อุณหภูมิอาจจะสูงขึ้นไม่เท่ากัน ทำไมจึงเป็นเช่นนี้ จงอภิปราย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		23	คำถาม ในเรื่อง	ระหว่างการเปลี่ยนสถานะ แม้จะให้ความร้อนแก่วัตถุ อุณหภูมิก็ไม่เปลี่ยนแปลง เพราะอะไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		25	คำถาม ในเรื่อง	ในวันที่อากาศร้อนจัด เมื่อเปิดประตูห้องแอร์ออกไป ความร้อนจากภายนอกจะเข้า มาในห้อง หรือความร้อนในห้องจะออกไปข้างนอก	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		27	คำถามในเรื่อง	ต้องใช้ความร้อนเท่าไรในการทำให้น้ำ 1 ลิตรเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 20°C เป็น 30°C	ทักษะการคำนวณ
199	7	ข้อความ	ทำไมทางเท้าข้างถนนจึงเว้นช่องว่างระหว่างรอยต่อคอนกรีต เหตุผลก็คือ คอนกรีต จะขยายตัว เมื่ออากาศร้อน ถ้าไม่เว้นช่องว่างผิวทางเดินจะโค้งงอได้ การเว้นช่อง ว่างระหว่างรอยต่อสะพาน รอยต่อทางรถไฟ รอยต่อคอนกรีตบนทางหลวง ก็เนื่อง จากการขยายตัวของโลหะเช่นเดียวกันซึ่งมีความสำคัญมากในทางปฏิบัติ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
200	1	ข้อความ	บัลลูนอากาศร้อนทำงานอย่างไร เมื่ออากาศภายในบัลลูนถูกทำให้ร้อน ปริมาตรจะ เพิ่มขึ้นและบัลลูนจะขยายตัวตามอากาศ ขณะที่ปริมาตรของอากาศเพิ่มขึ้น ความ หนาแน่นจะลดลงทำให้บัลลูนลอยตัวขึ้นได้ หรือบางครั้งในวันที่อากาศร้อนจัดจะ สังเกตเห็นว่าความดันภายในยางรถจักรยานสูงกว่าวันที่อากาศเย็น	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
		6	ข้อความ	สาริต 6.3 การขยายตัวของของเหลว นำของเหลว 2 ชนิดใส่ขวดขนาดเท่ากันที่จุก ก็อ้อมีหลอดขนาดเท่ากันสอดอยู่ นำขวดทั้ง 2 ใส่ลงในอ่างน้ำร้อน สังเกตอัตราการ ขยายตัวของของเหลว 2 ชนิดได้จากระดับของเหลวที่ขยายตัวขึ้นตามหลอดแก้วทั้ง 2	ทักษะการทดลอง

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6	200	10	ข้อความ	การสาริตและตัวอย่างที่ได้กล่าวมาแล้ว แสดงถึงผลของการขยายตัวหรือเพิ่มขนาดของสารเมื่อได้รับความร้อน ไม่ว่าจะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส จะขยายตัวเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยมีข้อแม้ว่าไม่มีการเปลี่ยนสถานะ (จะยกเว้นเฉพาะน้ำซึ่งจะหดตัวในช่วง 0 ถึง 4 องศาเซลเซียส)	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
		16	ข้อความ	เมื่อวัตถุได้รับความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และเกิดการขยายตัวทุกทิศทุกทาง สำหรับของแข็งที่มีลักษณะเป็นแท่งยาว การขยายตัวตามความยาวจะมากกว่า จึงพิจารณาเฉพาะการขยายตัวเชิงเส้น ของแข็งที่มีลักษณะเป็นแผ่นจะคิดการขยายตัวตามพื้นที่ ส่วนของแข็งที่มีมิติทั้งสามใกล้เคียงกัน จะคิดการขยายตัวเชิงปริมาตร	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
	201	1	ข้อความ	การทดลอง 6.1 การขยายตัวของโลหะ 1. ปรับเข็มทุกอันของชุดทดลองให้ชี้ที่ขีดล่างสุด โดยหมุนสกรูที่ส่วนปลายของแท่งโลหะแต่ละแท่ง ครึ่งแท่งโลหะแต่ละแท่งด้วยสกรูในแนวตั้ง 2. เทแอลกอฮอล์ลงในตะเกียงของชุดทดลอง แล้วจุดไฟตะเกียงทุกอัน วางตะเกียงใต้แท่งโลหะแต่ละแท่งในแนวตามความยาว 3. สังเกตการเบนของเข็ม โดยเปรียบเทียบการเบนของเข็มระหว่างอะลูมิเนียมแท่งยาวกับแท่งสั้น และระหว่างทองเหลืองกับอะลูมิเนียม แล้วบันทึกผลการทดลอง	ทักษะการทดลอง
202	1	1	คำถาม หลังกิจกรรม	ก. ทองเหลืองและอะลูมิเนียมที่ยาวเท่ากันขยายตัวได้เท่ากันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		2	คำถาม หลังกิจกรรม	ข. อะลูมิเนียมแท่งยาวกับแท่งสั้น แท่งใดขยายตัวได้มากกว่ากัน ทราบได้อย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		3	คำถามหลังกิจกรรม	ค. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โลหะมีการขยายตัวเป็นอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6	202	4	ข้อความ	เมื่อให้ความร้อนกับโลหะที่เป็นเส้น โดยยึดปลายข้างหนึ่งไว้ให้แน่น โลหะจะขยายตัวออก จากการทดลองจะเห็นว่า ความยาวของโลหะที่เพิ่มขึ้นจะแปรผันตรงกับ ความยาวเดิมของโลหะ นั่นคือ $\Delta L \propto L_1$ ในทางกลับกัน โลหะชนิดเดียวกันที่มี ความยาวเท่ากัน จะพบว่าความยาวที่เพิ่มขึ้นแปรผันตรงกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
	204	14	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ลวดทองเหลืองวัดความยาวได้ 5.00 m ที่อุณหภูมิ 37°C ถ้านำชิ้นงานนี้ไปใช้ในที่ที่มีอุณหภูมิ 2°C ความยาวของชิ้นงานจะเป็นเท่าไรและจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร	ทักษะการคำนวณ , ทักษะการลง ความเห็นจากข้อมูล
		18	ข้อความ	จาก $L_2 = L_1 (1 + a \Delta t)$ สัมประสิทธิ์การขยายตัวของทองเหลือง = $18.9 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ $L_2 = (5.00)\{1 + (18.99 \times 10^{-6})(-35)\} \text{ m}$ $= 5.00(1 - 0.00066) \text{ m} = 4.9967 \text{ m}$ ความยาวของชิ้นงานลดลง = $5.00 - 4.9967 = 0.0033 \text{ m} = 3.3 \text{ mm}$	ทักษะการคำนวณ
205	1	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	สมมติแผ่นคอนกรีตยาว 20 m วางเรียงต่อกันบนถนน ช่องว่างระหว่างแผ่นคอนกรีตควรจะเป็นเท่าไร จึงจะทำให้ถนนไม่โค้งงอเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงระหว่าง -20°C และ $+50^\circ\text{C}$	ทักษะการคำนวณ	
		5	ข้อความ	จาก $L_2 - L_1 = a L_1 \Delta t$ โจทย์กำหนดให้ $L_1 = 20 \text{ m}$, $\Delta t = 50 - (-20) = 70^\circ\text{C}$ จากตาราง $a = 10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ $L_2 - L_1 = (10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C})(20 \text{ m})(70^\circ\text{C}) = 0.014 \text{ m}$ จะต้องเว้นช่องว่างระหว่างแผ่นคอนกรีต 1.4 cm	ทักษะการคำนวณ
	22	ข้อความ	สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงปริมาตร (B) หมายถึง ปริมาตรที่เปลี่ยนไปต่อ 1 หน่วยปริมาตรเดิม เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป 1°C	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	

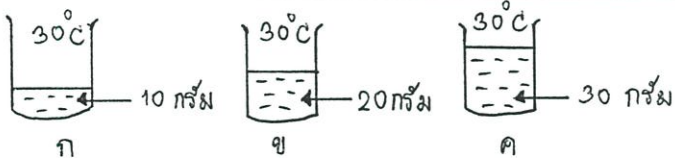
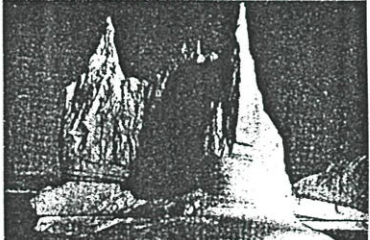
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6	206	14	ข้อความ	สาริต 6.4 การเปลี่ยนแปลงของโลหะแผ่นคู่เมื่อได้รับความร้อนนำแผ่น โลหะคู่ทองเหลือง-ทองเหลือง ทองเหลือง-เหล็ก และเหล็ก-อะลูมิเนียม มาเผาด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์หรือตะเกียงเบนเซน ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลง	ทักษะการทดลอง
	207	1	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	จากการสาริตจะเห็นว่าโลหะคู่ทองเหลือง-ทองเหลืองไม่โค้งงอ โลหะคู่ทองเหลือง-เหล็ก งอเล็กน้อย โลหะคู่เหล็ก-อะลูมิเนียมจะโค้งงอมากที่สุด ทำไมจึงเป็นเช่นนี้ ให้นักเรียนอภิปราย	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
	208	1	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	เมื่ออุณหภูมิค่าแถบโลหะคู่จะไม่ม้วน ทำให้ปรอทสัมผัสอยู่ ทำให้วงจรปิด และระบบทำความร้อนทำงานเมื่ออุณหภูมิห้องสูงถึงจุดที่ต้องการตามที่กำหนดไว้ จะเป็นอย่างไร จงอภิปราย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		13	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ทำไมด้วยแก้วธรรมดาจึงแตกง่ายกว่าด้วยแก้วไพเร็กซ์ เมื่อนำมาใส่น้ำร้อนที่อุณหภูมิสูงเท่ากัน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		15	คำถามในเนื้อเรื่อง	โลหะคู่ทำงานใช้หลักการขยายตัวอย่างไรยกตัวอย่างการนำโลหะคู่ไปใช้งาน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		16	คำถามในเนื้อเรื่อง	ถ้านำก้อนน้ำแข็งมาไว้บนโลหะคู่ จะเกิดอะไรขึ้น	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		17	คำถามในเนื้อเรื่อง	เทอร์มอสตาร์ท ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้อย่างไร จงอธิบาย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	209	2	ข้อความ	ลองถือก้อนน้ำแข็งไว้ จะเกิดอะไรขึ้น สักครู่จะรู้สึกเย็นมือและน้ำแข็งเริ่มละลาย นักเรียนอาจคิดว่าความเย็นเคลื่อนที่จากน้ำแข็งมายังมือ ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความเย็น ดังนั้น ความเย็นคือการขาดความร้อน: จึงต้องคิดว่าความร้อนเป็นฝ่ายเคลื่อนที่	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล , ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
		9	ข้อความ	การถ่ายโอนความร้อนใช้กลไก 3 กระบวนการ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน กระบวนการทั้ง 3 อาจเกิดพร้อมกัน หรือเกิดบางกระบวนการ แต่จะมีเพียงกระบวนการเดียวที่เกิดมากและชัดกว่ากระบวนการอื่น	ทักษะการจำแนกประเภท

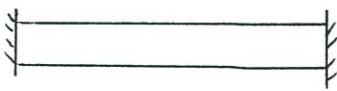
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6	211	6	คำถามในเนื้อเรื่อง	ทำไมโลหะจึงนำความร้อนได้ดีที่สุด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		7	คำถามในเนื้อเรื่อง	ในน้ำหนาวจะพบว่าเมื่อเย็นอยู่บนพื้นกระเบื้องจะเย็นกว่าพื้นปูพรม เพราะอะไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		8	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงยกตัวอย่างวัสดุที่เป็นตัวนำและฉนวนความร้อนมาอย่างละ 3 ชนิด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	212	2	ข้อความ	เตรียมขวดหมึกที่มีฝาเป็นจุกก๊อก เจาะรูสอดหลอดแก้ว 2 รู หลอดแรกให้ปลายที่มีลักษณะเหมือนหลอดหยดอยู่เหนือจุกก๊อกภายนอก 2 cm อีกหลอดเป็นหลอดตรง ปลายข้างหนึ่งพอดีระดับจุกก๊อก ปลายอีกข้างอยู่ติดกับก้นขวด ใส่น้ำหมึกร้อนไว้ที่ก้นขวด ใส่น้ำเย็นลงในบีกเกอร์ใหญ่ หย่อนขวดหมึกลงไปที่ก้นบีกเกอร์นี้โดยเร็ว สังเกตการเปลี่ยนแปลง	ทักษะการทดลอง
	213	16	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงยกตัวอย่างกระแสนการพาความร้อนที่นักเรียนได้พบเห็นมา 1 ตัวอย่าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		17	คำถามในเนื้อเรื่อง	การพาความร้อนแบบบังคับต่างจากการพาความร้อนตามธรรมชาติอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ลง
		18	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงยกตัวอย่างการพาความร้อนตามธรรมชาติและแบบบังคับมาอย่างละ 1 ตัวอย่าง	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		20	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	เมื่อต้องการให้ลมพัดผ่านเข้ามาในห้องที่ร้อนอบอ้าว ถ้าอากาศข้างในมีอุณหภูมิสูงกว่าข้างนอกห้องจะอย่างไร จงเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของอากาศ	ทักษะการจัดหมวดหมู่และสื่อความหมาย ข้อมูล , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	215	3	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	พลังงาน/พื้นที่/เวลา  ความยาวคลื่น (nm)	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล

รูป 6.27 การแผ่รังสีของวัตถุที่อุณหภูมิต่าง ๆ

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6				พิจารณารูป 6.27 เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น พลังงานที่ได้จากการแผ่รังสีจะสูงขึ้นหรือลดลง พลังงานที่ได้จากการแผ่รังสีที่อุณหภูมิโดยอยู่ในช่วงที่ตามองเห็น	
	215	9	คำถาม ในเรื่อง	ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากรูป 6.27 มาอธิบายว่าทำไมส่วนต่างๆของร่างกายสุนัขที่มีอุณหภูมิต่างกันจึงให้สีต่างๆกัน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		12	ข้อความ	ปริมาณรังสีความร้อนที่ปล่อยออกจากวัตถุขึ้นอยู่กับลักษณะผิวของวัตถุ (สี เนื้อสาร พื้นที่) และอุณหภูมิของวัตถุนั้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นพลังงานที่แผ่รังสีต่อวินาทีเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้าม ปริมาณรังสีความร้อนที่ถูกดูดกลืนโดยวัตถุขึ้นกับลักษณะผิวของวัตถุ และธรรมชาติของรังสีที่ตกกระทบวัตถุนั้นด้วย (ความยาวคลื่น ความเข้ม)	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
	216	2	คำถาม ในเรื่อง	นำกระป๋องโลหะมาตัดเป็นช่องแคบๆ 2 ช่องให้อยู่ด้านตรงกันข้าม พื้นที่ผิวกระป๋องจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งทาสีดำ อีกส่วนหนึ่งปล่อยให้อยู่ในลักษณะขัดมันเดิม วางเทียนไขไว้ที่ก้นกระป๋อง ตรงจุดกึ่งกลาง จับคู่ส่วนที่ขัดมันและส่วนที่ทาสีดำว่าต่างกัน อย่างไร	ทักษะการทดลอง , ทักษะการสังเกต , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		7	ข้อความ	นำไม้ขีดไฟมาติดไว้ด้านบนนอกของกระป๋องทั้ง 2 ด้าน โดยใช้ไม้ขีดติด ไม้ขีดไฟที่ติด ด้านผิวสีดำจะหลุดก่อน	ทักษะการทดลอง
		10	ข้อความ	ขณะที่โลหะขัดมัน เช่น เงินและทองแดง จะแผ่รังสีได้น้อยมาก (วัตถุสีดำจะแผ่รังสีได้มากกว่า ประมาณ 20 หรือ 30 เท่า) ส่วนวัตถุผิวสีขาวจะแผ่รังสีได้ปานกลาง ระหว่างวัตถุดำและโลหะขัดมัน	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
		13	ข้อความ	ตามหลักการแผ่รังสี วัตถุที่แผ่รังสีความร้อนได้ดีจะดูดกลืนรังสีความร้อนได้ดีด้วยเสมอ ในทางตรงกันข้าม วัตถุที่เป็นตัวดูดกลืนความร้อนที่เลวจะเป็นตัวสะท้อนที่ดี และเป็นตัวผ่านทะลุที่ดี	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	
6	216	24	ข้อความ	การนำความรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อนมาใช้ในอุปกรณ์ต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น กระทิก น้ำร้อนหรือกระทิกน้ำแข็ง จะต้องรักษาอุณหภูมิภายใน ไม่ให้ความร้อนผ่านออก หรือผ่านเข้า จึงต้องป้องกันทั้งการนำ การพา และการแผ่รังสี	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
		217	1	คำถามในเนื้อเรื่อง	เพราะอะไรฝาปิดกระทิกน้ำร้อนจึงทำด้วยพลาสติก	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
			6	คำถามในเนื้อเรื่อง	วัตถุจะแผ่รังสีความร้อนได้จะต้องมีอุณหภูมิเท่าไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
			7	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	พลังงานความร้อนจากการแผ่รังสีเมื่อตกกระทบวัตถุแล้ว วัตถุจะดูดกลืนพลังงาน ทั้งหมดไว้หรือไม่ จงอภิปราย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
			9	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	จากรูป 6.27 ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ความยาวคลื่นที่ให้พลังงานสูงสุดจะเพิ่มขึ้นหรือลด ลง และสัมพันธ์กับพลังงานจากการแผ่รังสีอย่างไร	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
			11	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ร่างกายมนุษย์สามารถแผ่รังสีได้หรือไม่ ถ้าแผ่รังสีได้ ทำไมอุณหภูมิของร่างกายจึง คงที่ไม่ลดลงเรื่อยๆ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
			13	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	วัตถุดำ คืออะไร มีความสามารถในการแผ่รังสีต่างจากวัตถุอื่นอย่างไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ , ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและ ลงข้อสรุป
	218	2	คำถามท้ายบท	1. พลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์เกิดขึ้นได้อย่างไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ	
		3	คำถาม ท้ายบท	2. การดูดกลืนแบบเลือก หมายถึงอะไร จงยกตัวอย่างการดูดกลืนแบบนี้ใน ธรรมชาติ	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ, ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
		4	คำถามท้ายบท	3. การใช้เชื้อเพลิงในธรรมชาติมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร จงอภิปราย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
		5	คำถามท้ายบท	4. อุณหภูมิและปริมาณความร้อนต่างกัน อย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ลง	
		6	คำถาม ท้ายบท	5. เทอร์มอมิเตอร์ของเหลว เทอร์มอมิเตอร์คู่และเทอร์มอคัปเปิล ใช้วัตถุอุณหภูมิได้ ต่างกัน อย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการวัด , ลง	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6	218	8	คำถาม ท้ายบท	6. เมื่อนำเทอร์มอมิเตอร์ของเหลวที่บรรจุปรอทหรือแอลกอฮอล์ใส่ลงไปในแก้วน้ำเพื่อวัดอุณหภูมิ จะสังเกตเห็นว่า ระดับปรอทหรือแอลกอฮอล์จะลดลงเล็กน้อยก่อนที่จะขยายตัวขึ้นไป เพราะอะไร จงอธิบาย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		11	คำถาม ท้ายบท	7. หน่วยวัดปริมาณความร้อนในระบบเอสไอคืออะไร มีความสัมพันธ์กับแคลอรีและบีทียูอย่างไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ, ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		12	คำถาม ท้ายบท	8. หน่วยความจุความร้อนจำเพาะคืออะไร ถ้านักเรียนจะเลือกของเหลวที่ใช้สะสมพลังงานจากดวงอาทิตย์ นักเรียนจะเลือกใช้ของเหลวที่มีค่าความจุความร้อนจำเพาะมากหรือน้อย	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		14	คำถาม ท้ายบท	9.  จากรูปที่กำหนดให้จงตอบคำถามต่อไปนี้ 9.1 ภาชนะใบใดมีปริมาณความร้อนสูงสุด	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
		16	คำถามท้ายบท	9.2 เปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของ โมเลกุลในภาชนะ ก และ ค	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		17	คำถามท้ายบท	9.3 ถ้าจะให้อุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส ภาชนะใบใดจะต้องใช้ความร้อนมากที่สุด	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป
		18	คำถาม ท้ายบท	10. เมื่อพิจารณารูปข้างล่างแล้ว นักเรียนคิดว่าสสารในรูปปรากฏในสถานะใดบ้าง 	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล , ทักษะการจัดหมวดหมู่และ ตีความหมายข้อมูล

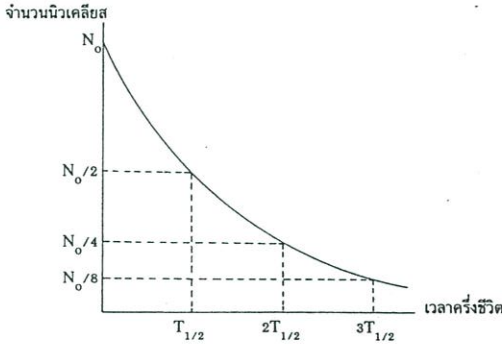
บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6	219	1	คำถาม ท้ายบท	11. ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเป็นกี่เท่าของความร้อนแฝงแห่งการ หลอมเหลว	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
		2	คำถามท้ายบท	12. จากกราฟรูป 6.12 ช่วงใดที่น้ำเปลี่ยนสถานะ สังเกตจากกราฟได้อย่างไร	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและ ลงข้อสรุป
		3	คำถาม ท้ายบท	13. ถ้าจะทำให้ตะกั่วกับอะลูมิเนียมที่มีมวลเท่ากันหลอมเหลวจนหมดทั้งก้อน จะ ต้องใช้ความร้อนแฝงเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		5	คำถาม ท้ายบท	14. โลหะตรงแท่งหนึ่งถูกครึ่งหัวท้ายดังรูป ถ้าโลหะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลงจะ เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร หรือไม่ 	ทักษะการตั้งสมมติฐาน
		7	คำถาม ท้ายบท	15. บริเวณขั้วโลกเหนือ ขณะที่อุณหภูมิต่ำมาก -10°C ผิวบนของแม่น้ำจะเป็นน้ำ แข็งหมด แต่สัตว์น้ำสามารถอาศัยอยู่กับแม่น้ำได้เพราะอะไร จงอธิบาย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		9	คำถาม ท้ายบท	16. ทำไมจึงใช้โลหะทำหม้อหรือกระทะ แต่ที่จับทำด้วยไม้หรือพลาสติก และทำไม ในหน้าต่าง เมื่อใส่เสื่อบางๆหลายๆชั้นจึงอุ่น จงอธิบาย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		11	คำถาม ท้ายบท	17. ก่อ่งโลหะที่อุณหภูมิต่ำ จะเย็นกว่าก่่งไม้ที่อุณหภูมิต่ำเดียวกัน และก่่งโลหะ ที่อุณหภูมิต่ำจะร้อนกว่าก่่งไม้ที่อุณหภูมิต่ำเดียวกัน ท่านคิดว่าจะมีอุณหภูมิหนึ่ง อุณหภูมิต่ำที่วัตถุทั้งสองรู้สึกร้อนหรือเย็นเท่ากันหรือไม่	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		14	คำถาม ท้ายบท	18. การพาความร้อนในอุปกรณ์ใดต่อไปนี้เป็นพาความร้อนตามธรรมชาติ ขดท่อเครื่องทำความเย็น การระบายความร้อนในเครื่องฉายสไลด์ หม้อน้ำรถยนต์ แผงระบายความร้อนของตู้เย็น คอมพิวเตอร์	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
6	220	1	คำถาม ท้ายบท	19. ค่าไฟของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในอาคาร ในวันที่อากาศร้อนจัดและมีลมพัดจะ ถูกกว่าวันที่อากาศร้อนแต่ลมสงบ จงอธิบายกลไกการรับความร้อนของอาคารและ อธิบายว่าทำไมจึงมีผลต่อค่าไฟฟ้ามาก	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		4	คำถาม ท้ายบท	20. จงวิเคราะห์หว่านการทอดไข่เป็นการถ่ายโอนความร้อนวิธีใดบ้าง พร้อมทั้งให้ เหตุผลประกอบ	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
7	221	18	ข้อความ	นิวเคลียสที่ไม่เสถียรนี้เรียกว่า “สารกัมมันตรังสี” และรังสีที่กระจายจากสารนี้เรียก ว่า “กัมมันตภาพรังสี” สารกัมมันตรังสีจะสลายตัวเองอย่างช้าๆ ให้กัมมันตภาพรังสี แล้วกลายเป็นสารใหม่ที่มีสมบัติทางเคมีต่างจากสารเดิม	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		222	2	ข้อความ	อะตอมประกอบด้วยอนุภาคพื้นฐาน 3 ชนิด คือ อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน อิเล็กตรอนมีประจุลบ โปรตอนมีประจุบวกเท่ากับประจุของอิเล็กตรอน นิวตรอน ไม่มีประจุเป็นกลาง
	18	ข้อความ	พิจารณาสัญลักษณ์ของอะตอมของธาตุ A_ZX เมื่อ X เป็นสัญลักษณ์ของธาตุ Z เป็นเลขอะตอม หมายถึง จำนวนโปรตอนในนิวเคลียส A เป็นเลขมวล หมายถึง จำนวนโปรตอนบวกนิวตรอนในนิวเคลียส	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ , ทักษะการจัดหมวด หมู่และสื่อความหมายข้อมูล	
	223	3	ข้อความ	ธาตุชนิดเดียวกันจะมีเลขอะตอมเท่ากัน หรือจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่อาจจะมี จำนวนนิวตรอนในนิวเคลียสไม่เท่ากัน เรียกว่า “ไอโซโทป”	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
	11	ข้อความ	โปรตอนและนิวตรอนที่อยู่ในนิวเคลียส เรียกว่า “นิวคลีออน” จำนวนนิวคลีออน แสดงด้วยเลขมวล มวลของโปรตอนและนิวตรอนมีค่าใกล้เคียงกันโดยต่างมีค่า ประมาณ 1 หน่วยมวลอะตอม เลขมวลจึงมีค่าใกล้เคียงกับมวลอะตอมในหน่วยมวล อะตอม (amu หรือ u)	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	
7	223	16	ข้อความ	แรงยึดระหว่างนิวคลีออน เรียกว่า “แรงนิวเคลียร์” เป็นแรงระยะสั้นระหว่างนิวคลีออนในนิวเคลียส ซึ่งระยะห่างระหว่างนิวคลีออนน้อยกว่า 10^{-14} เมตร อาจเป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโปรตอนกับโปรตอน นิวตรอนกับนิวตรอน หรือโปรตอนกับนิวตรอน พลังงานยึดเหนี่ยวของนิวเคลียสเกิดจากแรงนิวเคลียร์	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
		224	4	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	จงบอกความหมายและความสัมพันธ์ของคำต่อไปนี้ นิวเคลียส นิวคลีออน และไอโซโทป	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ , ลงความเห็น
		5	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	จงจับคู่คำที่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความหมายตรงกัน ไอโซโทป, โปรตอน, เลขอะตอม, (โปรตอน + นิวตรอน), นิวตรอน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ , ทักษะการจำแนกประเภท	
		7	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง นิวคลีออน แรงนิวเคลียร์ และ พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล , ทักษะการตีความหมายของข้อมูล และลงข้อสรุป	
		9	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	นิวเคลียสของธาตุใดบ้างเป็นไอโซโทปกัมมันตรังสี ${}_{92}^{235}\text{U}$ ${}_{6}^{12}\text{C}$ ${}_{14}^{28}\text{S}$ ${}_{92}^{238}\text{U}$ ${}_{7}^{14}\text{N}$ ${}_{13}^{28}\text{Al}$ ${}_{6}^{14}\text{C}$	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
		15	ข้อความ	การศึกษาพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวเคลียสของธาตุต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้ 1. นิวเคลียสที่มีจำนวนโปรตอนมากกว่า 83 จะไม่เสถียร 2. นิวเคลียสที่มีจำนวนโปรตอนน้อยกว่า 20 จำนวนนิวตรอนต้องเท่ากับจำนวนโปรตอนจึงจะเสถียร 3. นิวเคลียสที่มีจำนวนโปรตอนมากกว่า 20 จำนวนนิวตรอนมากกว่าโปรตอนจึงจะเสถียร	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
7	225	7	คำถาม ในเรื่อง	<p>รูป 7.4 การเบนของกัมมันตภาพรังสีในสนามไฟฟ้า</p> <p>จากรูป 7.4 เมื่อพิจารณาการเบนของกัมมันตภาพรังสีในสนามไฟฟ้า ให้ นักเรียนวิเคราะห์ว่ากัมมันตภาพรังสีทั้ง 3 ชนิด มีประจุใดบ้าง</p>	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล , ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		9	คำถาม ในเรื่อง	กัมมันตภาพรังสีชนิดใดมีอำนาจทะลุได้สูงสุด และถ้าต้องการหยุดรังสีแต่ละ ชนิดจะต้องใช้วัสดุชนิดใดกัน	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป
	226	4	ข้อความ	อนุภาคแอลฟา สัญลักษณ์ที่ใช้คือ α หรือ ${}^4_2\text{He}$ อนุภาคแอลฟา คือ นิวเคลียส ของอะตอมฮีเลียม ประกอบด้วยโปรตอน 2 ตัวและนิวตรอน 2 ตัว มีประจุ +2e มี มวลประมาณ 4 เท่าของโปรตอน มีความเร็วประมาณ 0.05 c	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
		20	ข้อความ	อนุภาคบีตา มี 2 ชนิด คือ บีตาบวกและบีตาลบ สัญลักษณ์ที่ใช้แทน β^- หรือ ${}^0_{-1}\text{e}$ เป็นอนุภาคที่มีมวลและขนาดของประจุเท่ากับอิเล็กตรอน เป็นประจุลบเช่นเดียวกัน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
	227	9	ข้อความ	รังสีแกมมา สัญลักษณ์ γ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูง ไม่มีประจุและไม่ มีมวล จึงมีอำนาจในการทำให้โมเลกุลหรืออะตอมของสารที่มันวิ่งผ่านแตกตัวเป็น ไอออนต่ำที่สุด แต่มีอำนาจในการทะลุผ่านสูงสุด	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์																
7	227	22	ข้อความ	สมบัติของรังสีทั้งสามชนิดสรุปไว้ในตาราง 7.2 ตาราง 7.2 แสดงสมบัติของกัมมันตภาพรังสี <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>ชนิดของรังสี</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>แอลฟา α</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ซต้า β</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>แกมมา γ</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	ชนิดของรังสี				แอลฟา α				ซต้า β				แกมมา γ				ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
ชนิดของรังสี																					
แอลฟา α																					
ซต้า β																					
แกมมา γ																					
	228	15	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	นิวเคลียสยูเรเนียมสลายตัวให้อนุภาคแอลฟา จงหาเลขมวลและเลขอะตอมของสาร ใหม่ในสมการ ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow \text{Th} + {}_2^4\text{He}$	ทักษะการคำนวณ																
	229	1	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	การสลายตัวให้อนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา และรังสีแกมมา ในแต่ละกรณี นิวเคลียสใหม่จะมีการเปลี่ยนแปลงจำนวน โปรตอนและนิวตรอนอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล																
		3	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	จงเปรียบเทียบความเร็วและความสามารถในการทำให้โมเลกุลหรืออะตอมที่รังสี ผ่าน แตกตัวเป็นไอออนของกัมมันตภาพรังสีทั้งสามชนิด และให้เหตุผลประกอบ	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป																
	230	14	ข้อความ	เบ็กเคอเรล(bq) เป็นหน่วยวัดกัมมันตภาพรังสี ในระบบหน่วยเอสไอ $1 \text{ bq} =$ การสลายตัว 1 ครั้งต่อวินาที	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ																
		16	ข้อความ	ซีเวิร์ต (Sv) เป็นหน่วยที่พิจารณาถึงผลของรังสีต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งขึ้นกับชนิดของรังสี ด้วย $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ																
	231	5	ข้อความ	เรียกกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติว่า “รังสีพื้นฐาน”	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ																
		8	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	จงเปรียบเทียบการตรวจสอบปริมาณกัมมันตภาพรังสีโดยใช้แผ่นฟิล์มและเครื่อง นับไกเกอร์ในด้านหลักการงานและประสิทธิภาพของเครื่องวัด	ทักษะการตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป																

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
7	231	10	คำถาม ในเรื่อง	รังสีพื้นฐานคืออะไร ให้นักเรียนอภิปรายถึงปริมาณของรังสีพื้นฐานในปัจจุบันว่าแตกต่างจากในอดีตอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
		13	ข้อความ	ปริมาณที่สะท้อนให้ทราบถึงอัตราการสลายตัว คือ “ครึ่งชีวิต” ครึ่งชีวิตของสารกัมมันตภาพรังสี เป็นเวลาที่นิวเคลียสของสารกัมมันตรังสีลดจำนวนเหลือครึ่งหนึ่ง	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
	232	3	ข้อความ	จากคำจำกัดความของครึ่งชีวิต จะนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอะตอมที่เหลืออยู่ (N) และเวลา (t) ได้ดังรูป 7.7 เมื่อ $T_{1/2}$ เป็นครึ่งชีวิตของสารกัมมันตรังสี 	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
		6	ข้อความ	จากรูป 7.7 ขณะเริ่มต้นจำนวนนิวเคลียสของสารกัมมันตรังสีเป็น N_0 เมื่อเวลาผ่านไปครึ่งชีวิต ($T_{1/2}$) นิวเคลียสกัมมันตรังสีจะลดเหลือครึ่งหนึ่ง ($N_0/2$) เมื่อเวลาผ่านไป 2 เท่าของครึ่งชีวิต ($2T_{1/2}$) นิวเคลียสกัมมันตรังสีจะลดเหลือครึ่งหนึ่ง ($N_0/4$) , เวลาผ่านไป 3 เท่าของครึ่งชีวิต ($3T_{1/2}$) นิวเคลียสกัมมันตรังสีลดเหลือครึ่งหนึ่ง ($N_0/8$)	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
233	15	คำถาม ในเรื่อง	ครึ่งชีวิตคืออะไร ถ้าครึ่งชีวิตของเรดอนเป็น 3 วัน ตอนเริ่มต้น มีเรดอน 8 ไมโครกรัม นานเท่าไรจึงจะเหลือเรดอน 0.5 ไมโครกรัม	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ , ทักษะการคำนวณ	

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
7	233	17	คำถาม ในเรื่อง	ให้นักเรียนเขียนแผนภาพต่อไปนี้ให้สมบูรณ์ <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; margin: 0 auto; padding: 5px;">สารกัมมันตรังสี</div> <p style="text-align: center;">↓ ปล่อย</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>โดยมีอัตราการสลายตัวขึ้นกับ</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ในรูปของ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">α</div> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 10px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px;"></div> </div> </div> </div> </div>	ทักษะการจัดหมวดหมู่และ สื่อความหมายข้อมูล
235	3	3	ข้อความ	ทฤษฎีสัมพัทธภาพ มวล – พลังงานของไอสไตน์ $E = \Delta mc^2$ E เป็นพลังงานที่หายไปหรือเกิดขึ้น , Δm เป็นมวลที่เพิ่มขึ้นหรือหายไป c เป็นความเร็วแสงมีค่าเท่ากับ 3×10^8 เมตรต่อวินาที	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
	10	10	ข้อความ	ฟิชชัน เป็นกระบวนการที่นิวเคลียสใหญ่ แบ่งเป็นนิวเคลียสขนาดปานกลาง 2 นิวเคลียสเกือบเท่ากัน พร้อมกับปล่อยนิวตรอนและพลังงานจำนวนมาก กระบวน การฟิชชันนี้มวลจะเปลี่ยนเป็นพลังงาน จึงเป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ชนิดคายพลังงาน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
237	2	2	คำถามในเรื่อง	ปฏิกิริยานิวเคลียร์ชนิดคายพลังงานและชนิดดูดกลืนพลังงานต่างกันอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ลง
	3	3	คำถาม ในเรื่อง	ปฏิกิริยาฟิชชัน เป็นปฏิกิริยาชนิดคายพลังงานหรือชนิดดูดกลืนพลังงาน และมีความ สัมพันธ์กับปฏิกิริยาฟิวชันอย่างไร	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	5	5	คำถามในเรื่อง	ทำไมปฏิกิริยาฟิชชัน จึงมีปัญหาในการกำจัดกากกัมมันตภาพรังสี	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	6	6	คำถามในเรื่อง	ทฤษฎีสัมพัทธภาพมวล-พลังงาน ของไอสไตน์มีความสัมพันธ์กับปฏิกิริยาฟิชชันอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	8	8	ข้อความ	ฟิวชัน เป็นกระบวนการที่นิวเคลียสเบาหลอมตัวเป็นนิวเคลียสที่หนักกว่า แล้ว ปล่อยพลังงานจำนวนมากออกมา	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
7	242	18	คำถามในเนื้อเรื่อง	เพราะเหตุใดจึงนิยมใช้เครื่องปฏิกรณ์นิวตรอนความเร็วต่ำในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		243	27	คำถามในเนื้อเรื่อง	จงอภิปรายในหัวข้อ “ประเทศไทยควรสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือไม่”
	28		คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ถ้าประเทศไทยจำเป็นต้องสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ให้นักเรียนเสนอแนะแบบ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่เหมาะสม โดยให้เหตุผลประกอบด้วย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	247	1	คำถามในเนื้อเรื่อง	กัมมันตภาพรังสี ทำให้เกิดพืชพันธุ์ใหม่ได้อย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
			คำถามในเนื้อเรื่อง	การถนอมอาหารใช้กัมมันตภาพรังสีชนิดใด และทำไมอาหารที่ฉายรังสีจึงไม่บูดเน่า	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		3	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	ทางการแพทย์ใช้สารติดตามช่วยในการตรวจรักษาอย่างไร และจงใช้ชื่อธาตุ กัมมันตรังสีที่ใช้เป็นสารติดตามทางการแพทย์มา 2 ชนิด	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		6	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	การใช้กัมมันตภาพรังสีทางอุตสาหกรรมใช้สมบัติบางประการของรังสี เช่น การ กระเจิง การดูดกลืนและการแตกตัวเป็นไอออน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	250	9	คำถามในเนื้อเรื่อง	ทางอุตสาหกรรมได้นำสมบัติของกัมมันตภาพรังสีเรื่องใดมาใช้งาน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		10	คำถามในเนื้อเรื่อง	การตรวจสอบควันทันไมเพื่อป้องกันไฟไหม้ ใช้สมบัติข้อใดของกัมมันตภาพรังสี	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		11	คำถามในเนื้อเรื่อง	ทำไมนักเรียนจึงเห็นตัวเลขหน้าปัดนาฬิกาในที่มืดได้	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	252	15	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	เนื้อเยื่อส่วนใดของร่างกายไวต่อกัมมันตภาพรังสีมากที่สุด ถ้าได้รับมัมตภาพรังสี ในปริมาณมาก จะมีอาการอย่างไร และถ้าได้รับรังสีอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา นานๆ จะมีผลอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		18	คำถาม ในเนื้อเรื่อง	การเลือกสารที่จะใช้ทำเครื่องกำบังรังสี นักวิทยาศาสตร์จะต้องศึกษาสมบัติข้อใด ของกัมมันตภาพรังสีและถ้าต้องการจะทำเครื่องกำบังที่ป้องกันได้ทั้งอนุภาคแอลฟา บีตา และแกมมา จะเลือกใช้สารใด	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
7	253	2	คำถาม ท้ายบท	1. จงหาจำนวนโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียสของธาตุต่อไปนี้ $^{16}_8\text{O}$ $^{56}_{26}\text{Fe}$ $^{60}_{27}\text{Co}$ $^{202}_{80}\text{Hg}$ $^{235}_{92}\text{U}$	ทักษะการคำนวณ
		4	คำถาม ท้ายบท	2. จงหาว่านิวเคลียสใหม่ (X) ในการสลายตัวของกัมมันตรังสีต่อไปนี้คืออะไร $^{226}_{88}\text{Ra}$ $X + ^4_2\text{He}$ สมการที่ 1 $^{233}_{91}\text{Pa}$ $X + ^0_{-1}\text{e}$ สมการที่ 2 $^{59}_{26}\text{Fe}^*$ $X + \gamma$ สมการที่ 3	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		8	คำถาม ท้ายบท	3. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนมีความสัมพันธ์กับเสถียรภาพของนิวเคลียสและการสลายตัวของกัมมันตรังสีอย่างไร	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		10	คำถาม ท้ายบท	4. ทำไมรังสีแกมมามีความสามารถในการทะลุผ่านสูงสุด ไม่มีความสามารถในการทำให้แตกตัวเป็นไอออน และไม่เบนในสนามไฟฟ้า	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		12	คำถาม ท้ายบท	5. ถ้าโรงเรียนไม่มีสารกัมมันตรังสีอยู่เลย แต่เมื่อนักเรียนนำเอาเครื่องนับไกเกอร์มาวางจะวัดได้ว่ามีปริมาณกัมมันตรังสีจำนวนหนึ่ง ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จงอภิปราย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		14	คำถาม ท้ายบท	6. ในการรักษามะเร็งที่ต่อมไทรอยด์ คนไข้ได้รับไอโอดีน - 131 จำนวน 16 ไมโครกรัม ถ้าครึ่งชีวิตของไอโอดีน - 131 เป็น 8 วัน นานเท่าไรจึงจะเหลือไอโอดีน - 131 จำนวน 0.5 ไมโครกรัม ซึ่งถือว่าน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด	ทักษะการคำนวณ
		17	คำถาม ท้ายบท	7. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบใช้น้ำความดันสูง ที่ศึกษามาแล้วมีหลักการทำงานอย่างไร จงอภิปรายถึงข้อดี ข้อเสียของโรงไฟฟ้าชนิดนี้	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		19	คำถามท้ายบท	8. ให้นักเรียนสรุปการใช้กัมมันตภาพรังสีทางการเกษตรกรรมอย่างสั้น ๆ	ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและ ลงข้อสรุป

บท ที่	หน้า ที่	บรรทัด ที่	ประเด็นที่ ศึกษา	คำถาม/ข้อความ	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
7	253	20	คำถาม ท้ายบท	9. จงกล่าวถึงประโยชน์ของโคบอลต์ – 60 ทั้งทางการเกษตรกรรม ทางการแพทย์ และทางอุตสาหกรรม	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		21	คำถาม ท้ายบท	10. การรับประทานอาหารที่ฉายรังสีจะมีอันตรายต่อร่างกายหรือไม่ จงอภิปราย และนักเรียนจะทราบได้อย่างไร ว่าอาหารนั้นฉายรังสีหรือไม่	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
	254	1	คำถาม ท้ายบท	11. ปัจจุบัน แพทย์รักษามะเร็งส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยใช้ธาตุกัมมันตรังสีใดบ้าง	ทักษะการจำแนกประเภท , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		2	คำถาม ท้ายบท	12. จงกล่าวถึงหลักการตรวจหารอยรั่วของท่อแก๊สใต้ดิน โดยใช้ประโยชน์จาก ความรู้เรื่องกัมมันตภาพรังสี	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		4	คำถาม ท้ายบท	13. การตรวจหาอายุของวัตถุโบราณ อายุของฟอสซิล และอายุของลูก ลูกบาศก์ ตรวจสอบโดยใช้ธาตุชนิดใด และมีหลักการอย่างไร	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		6	คำถาม ท้ายบท	14. ถ้านักเรียนทำงานในที่ซึ่งใช้สารกัมมันตรังสี นักเรียนจะป้องกันตนเองอย่างไร จงอภิปราย	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
		7	คำถาม ท้ายบท	15. จงให้หลักการป้องกันอันตรายจากกัมมันตภาพรังสีสำหรับประชาชน ทั่วไป	ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ , ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างข้อความหรือคำถามต่าง ๆ ที่แสดงถึง
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1
ซึ่งผู้วิจัยขีดเส้นใต้และเขียนเลขแสดงหมายเลขบรรทัดไว้

ตัวอย่างข้อความหรือคำถามต่าง ๆ ที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 ซึ่งผู้วิจัยขีดเส้นใต้และเขียนเลขแสดงหมายเลขบรรทัดไว้

ตัวอย่างคำถามและข้อความในหนังสือหน้า 54

54	
1	<u>จงยกตัวอย่างสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ และสัตว์เลื้อยคลานมาอย่างละ 5 ชนิด</u>
2	<u>จงบอกชื่อสัตว์สกุลนกมาอย่างน้อย 5 ชนิด</u>
3	<u>จงบอกชื่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมาอย่างน้อย 5 ชนิด</u>
4	<u>สัตว์พวกคอร์เดตชนิดใดบ้างที่ใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ได้</u>
5	<u>นอกจากจะใช้เป็นอาหารแล้ว มนุษย์จะได้ประโยชน์จากสัตว์พวกมีกระดูกสันหลังในด้านใดได้อีก</u>
7	<u>จากการที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจำแนก นักเรียนจะเห็นว่าเกณฑ์สากลที่ใช้ในการจำแนกนั้น ได้แก่ โครงสร้าง และหน้าที่ของโครงสร้าง แบบแผนในการจำแนกมีหลายแบบ แต่ละแบบพิจารณารายละเอียดต่างกันเล็กน้อย ไม่ว่าจะใช้เกณฑ์แบบไหนก็ตาม ในที่สุดสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันก็จะมีชื่อวิทยาศาสตร์เหมือนกันเสมอ</u>

ตัวอย่างคำถามและข้อความในหนังสือหน้า 55

55	
	ลำดับในการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิต
	<p>การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต เช่นเดียวกับการจัดหมวดหมู่สิ่งอื่น ๆ กล่าวคือมักจะจัดเป็นหมู่ใหญ่ ๆ ก่อนและแต่ละหมู่ใหญ่จึงจะมาจัดเป็นหมู่ย่อยเล็กลงไปอีก นักวิทยาศาสตร์ได้จัดสิ่งมีชีวิตออกจากกัน โดยพิจารณาลักษณะสำคัญที่เห็นได้เด่นชัด เช่น พืชและสัตว์จัดแยก</p> <p><u>ออกเป็นคนละอาณาจักรได้ เพราะสัตว์สามารถเคลื่อนที่ได้ แต่สร้างอาหารเองไม่ได้ ในขณะที่พืชจะมีลักษณะตรงข้ามกับสัตว์คือ เคลื่อนที่ไม่ได้และสามารถสร้างอาหารได้เอง จึงจัดแยก</u></p> <p><u>ไว้คนละอาณาจักร รองจากอาณาจักรลงมาเป็นไฟลัม แต่ละไฟลัมก็ยังจำแนกเป็นกลุ่มย่อยลงไปได้อีกเป็นคลาส</u> ดังตัวอย่างแผนผังการจัดดังต่อไปนี้</p>
4	<p>อาณาจักร (Kingdom)</p> <p>↓</p> <p>ไฟลัม (Phylum)</p>

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาวจิตสุดา เหลืองรุ่งรัส
วัน เดือน ปีเกิด	24 สิงหาคม 2517
สถานที่เกิด	เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	59/2 หมู่ 4 ตำบลคลองจุกกระเเมอ อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยอาชีวศึกษาฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2539 สำเร็จปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอกเคมี จากมหาวิทยาลัยบูรพา ปีการศึกษา 2545 สำเร็จปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง