วิทยานิพนธ์

การพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

DEVELOPMENT OF LEARNING RESOURCE DATABASE IN SCIENCE DISCIPLINE FOR GRADE RANGE 4 FOCUSING ON STRANDS 4 TO 8 OF BASIC EDUCATION CURRICULUM B.E. 2544

นายศักดิ์ สุวรรณฉาย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๑

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)

ปริญญา

หลักสูตรและการสอน | การศึกษา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

Development of Learning Resource Database in Science Discipline for Grade Range 4 Focusing on Strands 4 to 8 of Basic Education Curriculum B.E. 2544

นามผู้วิจัย นายศักดิ์ สุวรรณฉาย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์มธุรส จงชัยกิจ, Doctorat de 3eme Cycle)

กรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์นาตยา ปิลันธนานนท์, Ph.D.)

กรรมการ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์แม้นมาศ ลีลสัตยกุล, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(อาจารย์สุดารัตน์ สารสว่าง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

Development of Learning Resource Database in Science Discipline for Grade Range 4 Focusing on Strands 4 to 8 of Basic Education Curriculum B.E. 2544

โดย

นายศักดิ์ สุวรรณฉาย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)
พ.ศ. 2551

ศักดิ์ สุวรรณฉาย 2551: การพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) สาขาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาการศึกษา ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์มธุรส จงชัยกิจ, Doctorat de 3eme Cycle. 281 หน้า

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 และ 2) ศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครูผู้สอน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาคุณภาพฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านฟิสิกส์และดาราศาสตร์ และ ด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวนด้านละ 3 ท่าน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจง จากโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่นเขต 1 คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 จำนวน 10 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแบบสอบถาม และ แบบสัมภาษณ์กลุ่ม ข้อมูลที่ได้จะวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติร้อยละ

ผลการวิจัยคือ 1) ได้เว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 ที่ออกแบบและพัฒนาอย่างมีคุณภาพ ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นทุกข้อ ประกอบด้วย 4 หัวข้อหลัก คือ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยและแผนการเรียนรู้ 2) ผลการศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครู พบว่า ครูทุกคนสามารถใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ในงานที่รับผิดชอบทั้งการพัฒนาแผนการสอน และ การพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ครูมีพฤติกรรมการใช้ผ่านอินเตอร์เน็ต และ คัดลอกบางส่วนไปใช้อย่างอิสระ ความคิดเห็นของครูที่มีต่อฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ อยู่ในระดับดีมากในทุกด้าน คิดเป็นร้อยละ 90 ซึ่งได้แก่ ด้านขอบเขตเนื้อหาและข้อมูลในการสืบค้น ด้านรูปแบบการสืบค้นข้อมูล ด้านเทคนิค และ ด้านประโยชน์ของการสืบค้นข้อมูล

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Sak Suwonnachaiy 2008: Development of Learning Resource Database in Science Discipline for Grade Range 4 Focusing on Strands 4 to 8 of Basic Education Curriculum B.E. 2544. Doctor of Philosophy (Curriculum and Instruction), Major Field: Curriculum and Instruction, Department of Education. Thesis Advisor: Associate Professor Maturos Chongchaikit, Doctorat de 3eme Cycle. 281 pages.

The objectives of this research were to 1) develop the Learning Resource Database in Science Discipline for Grade Range 4 focusing on Strands 4 to 8 of Basic Education Curriculum B.E.2544 and 2) study teachers' usage models of this Learning Resource Database in Science Discipline.

The sample groups for the quality development of the Learning Resource Database were 3 science experts in Physics and Astronomy and 3 experts in Educational Technology. The sample group for studying the usage model of the Learning Resource Database were 10 science teachers teaching strands 4 to 8 in Grade Range 4 that were selected by purposive random sampling from the schools in Educational Area 1 of Khon Kaen Province. The research instruments were the questionnaire and the set of questions for group interview. The data were analyzed by using percentage.

The research findings were as follows: 1) the website of Learning Resource Database in Science Discipline for Grade Range 4 focusing on Strands 4 to 8 of Basic Education Curriculum B.E. 2544 was designed and developed with quality, consisting of 4 main topics which were Learning Outcomes, Learning Activities, Learning Assessment and Learning Units-Lesson Plans. 2) The study of teachers' usage model of this Learning Resource Database showed that all of them could use this Database to fulfill their teaching responsibilities on curriculum development and student learning development. They could access and use the Database via internet and download some parts of the information for various used. The teachers had the best opinions up to 90 percents towards all aspects of the Database which are the content and information areas provided for searching, the ways to access the information, the web development technology, and the usefulness of the information searching.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาสั่งสอน แนะนำ และช่วยเหลือในทุกด้านอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.มธุรส จงชัยกิจ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.นาตยา ปิลันธนานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แม้นมาศ ลีลสัตยกุล กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.พนิต เข็มทอง คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ในฐานะผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในโครงการพิเศษ ปริญญาดุษฎีบัณฑิตสาขาหลักสูตรและการสอนทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาการต่างๆ ด้วยความปรารถนาดีให้ศิษย์เจริญก้าวหน้าทางปัญญาอย่างสุดกำลัง ทำให้ผู้วิจัยมีพื้นฐานในการดำเนินงานวิจัยได้สำเร็จ

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาดุษฎีบัณฑิตสาขาหลักสูตรและการสอน รุ่นที่ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ทุกคน ที่ร่วมแรงร่วมใจกันและ อนุเคราะห์ผู้วิจัยเสมอ ทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจอยู่ตลอดเวลา กุศลจากผลงานวิจัยนี้ขอมอบแด่ บิดา มารดา บูรพาจารย์ ญาติพี่น้อง และ ครอบครัว ซึ่งทุกท่านเป็นเสมือนเกราะประครองผู้วิจัยให้มีชีวิตที่มั่นคงโดยตลอด

ศักดิ์ สุวรรณฉาย

พฤษภาคม 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (5)

สารบัญภาพ (11)

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

นิยามศัพท์ 5

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 6

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 7

การศึกษาตามมาตรฐาน 7

ความหมายของมาตรฐาน 7

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 8

เทคโนโลยีสารสนเทศ 14

ความหมายเทคโนโลยีสารสนเทศ 14

แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้จากเทคโนโลยีสารสนเทศ 16

ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ 18

ความหมายฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ 18

การจัดทำเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ 20

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

งานวิจัยในประเทศ 21

งานวิจัยต่างประเทศ 22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 24

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 25

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 25

เครื่องมือวิจัย 25

วิธีดำเนินการ 30

การเก็บรวบรวมข้อมูล 32

การวิเคราะห์ข้อมูล 32

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 33

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 33

เครื่องมือวิจัย 33

วิธีดำเนินการ 34

การเก็บรวบรวมข้อมูล 35

การวิเคราะห์ข้อมูล 35

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 36

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 36

เครื่องมือวิจัย 36

วิธีดำเนินการ 37

การเก็บรวบรวมข้อมูล 38

การวิเคราะห์ข้อมูล 38

บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์ 39

ผลการวิจัยขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการพัฒนาฐานข้อมูล
แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 39

ผลการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 39

ผลการจัดทำเอกสารเนื้อหาสาระฐานข้อมูล
แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 42

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ผลการประเมินฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ
ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 67
ผลการวิจัยขั้นที่ 2 ขั้นการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 72
ผลการสร้างเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 72
ผลการประเมินเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ
ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 78
ผลการวิจัยขั้นที่ 3 ขั้นศึกษารูปแบบการใช้แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 81
ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการใช้ฐานข้อมูล
แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 81
ข้อเสนอแนะของครูต่อการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 84
ผลการสัมภาษณ์ครูเพื่อประเมินรูปแบบการใช้ฐานข้อมูล
แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 85
ข้อวิจารณ์ 90
การสร้างฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 90
การพัฒนาเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 92
ความคิดเห็นของครูผู้ใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ 92
รูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครู 93
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 95
สรุปผลการวิจัย 95
วัตถุประสงค์การวิจัย 95
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 95
เครื่องมือวิจัย 96
วิธีการวิจัย 97
ผลการวิจัย 101
ข้อเสนอแนะ 107

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 109

ภาคผนวก 114

ภาคผนวก ก รายชื่อกลุ่มตัวอย่าง 115

ภาคผนวก ข แบบสอบถาม 119

ภาคผนวก ค คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู 143

ภาคผนวก ง คลัง ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยและแผนการเรียนรู้ 152

ประวัติการศึกษา และ การทำงาน 281

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 4	42
4.2	ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 5	43
4.3	ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 6	43
4.4	ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 7	44
4.5	ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 8	44
4.6	จำนวนผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระที่ 4 ถึง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	46
4.7	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 4	47
4.8	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 5	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.9	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 6	49
4.10	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 7	49
4.11	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 8	50
4.12	จำนวนกิจกรรมการเรียนรู้ สาระที่ 4 ถึง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	56
4.13	ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 4	57
4.14	ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 5	58
4.15	ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 6	58
4.16	ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 7	59
4.17	ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 8	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.18	จำนวนการประเมินผลการเรียนรู้ สาระที่ 4 ถึง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	63
4.19	ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 4	64
4.20	ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 5	64
4.21	ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 6	65
4.22	ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 7	65
4.23	ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 8	66
4.24	จำนวนหน่วยและแผนการเรียนรู้ สาระที่ 4 ถึง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	67
4.25	รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน	68
4.26	สรุปผลการประเมินเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้ทรงคุณวุฒิฯ และการแก้ไขฐานข้อมูลหัวข้อผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	68

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.27	สรุปผลการประเมินเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้ทรงคุณวุฒิฯ และการแก้ไขฐานข้อมูลหัวข้อกิจกรรมการเรียนรู้	70
4.28	สรุปผลการประเมินเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้ทรงคุณวุฒิฯ และการแก้ไขฐานข้อมูลหัวข้อการประเมินผลการเรียนรู้	71
4.29	สรุปผลการประเมินเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้ทรงคุณวุฒิฯ และการแก้ไขฐานข้อมูลหัวข้อหน่วยและแผนการเรียนรู้	71
4.30	รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 ท่าน	78
4.31	สรุปผลการประเมินเว็บไซต์ฐานข้อมูลฯ ของผู้ทรงคุณวุฒิฯ และ การแก้ไข	79
4.32	ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างครู เกี่ยวกับฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ	81
4.33	ผลการตอบคำถามการสัมภาษณ์ คำถามที่ 1 ครูเข้าใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ด้วยวิธีการใดบ้าง	85
4.34	ผลการตอบคำถามการสัมภาษณ์ คำถามที่ 2 ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ใช้ได้สะดวกชัดเจนหรือไม่	86
4.35	ผลการตอบคำถามการสัมภาษณ์ คำถามที่ 3 ครูมีปัญหาในการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้อย่างไรบ้าง	86

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.36 ผลการตอบคำถามการสัมภาษณ์ คำถามที่ 4 ครูนำข้อมูลจากฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ ในส่วนใดไปใช้บ้าง และ ใช้ในรู้แบบใด 87

4.37 ผลการตอบคำถามการสัมภาษณ์ คำถามที่ 5 ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้อย่างไร 88

4.38 ผลการตอบคำถามการสัมภาษณ์ คำถามที่ 6 ครูพบว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ ส่วนใดที่ดี และส่วนใดที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อครู 89

ตารางผนวกที่

ค1 คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู คำถามที่ 1 ครูเข้าใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ด้วยวิธีใดบ้าง 144

ค2 คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู คำถามที่ 2 ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ใช้ได้สะดวกชัดเจน หรือไม่ 145

ค3 คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู คำถามที่ 3 ครูมีปัญหาในการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้อย่างไรบ้าง 146

ค4 คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู คำถามที่ 4 ครูนำข้อมูลจากฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ในส่วนใดไปใช้บ้าง และ ใช้ในรูปแบบใด 147

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ค5 คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู คำถามที่ 5 ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้อย่างไร 149

ค6 คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู คำถามที่ 6 ครูพบว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ ส่วนใดที่ดี และ ส่วนใดที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อครู 151

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	โครงสร้างฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ	41
4.2	หน้าจอโฮมเพจฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ	73
4.3	หน้าจอเว็บเพจฐานข้อมูลฯ แสดงเมนูแบบปอปอัพ (pop-up menu) ที่ใช้เข้าถึงข้อมูลที่ต้องการ	73
4.4	หน้าจอแสดงการเข้าถึงฐานข้อมูลฯ ทั้ง 3 หัวข้อที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นเดียวกัน	74
4.5	หน้าจอแสดงข้อมูลจากฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ในรูปเอกสารไฟล์ pdf	74
4.6	หน้าจอแสดงการเข้าถึงข้อมูลมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ซึ่งเป็นข้อมูลหัวข้อเดียวกัน	75
4.7	หน้าจอแสดงฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ หัวข้อหน่วยและแผนการเรียนรู้	75
4.8	หน้าจอแสดงเว็บไซต์แหล่งเรียนรู้ฯ หัวข้อหน่วยและแผนการเรียนรู้	76
4.9	หน้าจอแสดงเว็บเพจคู่มือการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ	76
4.10	หน้าจอแสดงแผนผังโครงสร้างในคู่มือการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ	77

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.11	หน้าจอแสดงวิธีการใช้ฐานข้อมูลในคู่มือการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ	77

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

การปฏิรูปการศึกษาในประเทศไทยได้เปลี่ยนแปลงการศึกษาเป็นการศึกษาตามมาตรฐาน (standard- based education) ที่มีการกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ และกระจายอำนาจการจัดการศึกษาให้โรงเรียนและครูผู้สอนสามารถพัฒนาหลักสูตรให้เหมาะกับนักเรียน สังคมชุมชนแต่ละท้องถิ่นได้ เรียกว่าหลักสูตรสถานศึกษา (school-based curriculum) ทำให้สถานศึกษาสามารถจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานได้หลากหลายตามความเหมาะสม แต่ผู้เรียนต้องมีผลสัมฤทธิ์ไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) นอกจากนี้เทคโนโลยีสารสนเทศ (information technology) ในปัจจุบันได้เชื่อมโยงสังคมโลกให้เป็นสังคมยุคโลกาภิวัตน์ (globalization) หลักสูตรในลักษณะเดิมที่เป็นหลักสูตรเดียวใช้ร่วมกันทั้งประเทศจึงไม่มีความยืดหยุ่นพอที่จะส่งเสริมให้สังคมไทยสามารถพัฒนาทันกับการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการเรียนรู้ต้องปรับปรุงให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการและเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี (กรมวิชาการ, 2545) ส่งผลให้สื่อการเรียนรู้ต้องเปลี่ยนไปเพื่อให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของความรู้ที่มากมายและสื่อต้องเหมาะสมกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยี สื่อที่ควรมีคือสื่อที่เกิดจากเทคโนโลยีร่วมสมัย เช่นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การร่วมมือกันระหว่างโรงเรียนและโรงเรียน หรือโรงเรียนและท้องถิ่น การร่วมมือกันระหว่างสถานศึกษา และ หน่วยงานอื่นทั้งของรัฐและเอกชนเพื่อสร้างสื่อ ลักษณะของสื่อต้องมุ่งช่วยครูในการจัดการเรียนรู้และช่วยผู้เรียนให้ใช้เพื่อการเรียนรู้ มีลักษณะบูรณาการข้ามชั้นปีได้ เป็นสื่อที่เน้นความคิดรวบยอดมากกว่าเนื้อหาความรู้ มีลักษณะเป็นเครือข่ายฐานข้อมูลที่รวบรวมเครือข่ายอื่นๆ และให้บริการการสืบค้น (นาตยา ปิลันธนานนท์, มธุรส จงชัยกิจ, และ ศิริรัตน์ นีละคุปต์, 2542)

ด้วยข้อมูลข่าวสารที่มากมายแต่กระจัดกระจายทำให้ครูผู้สอนมีข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลหรือเลือกข้อมูลที่เหมาะสมมาใช้เป็นสื่อจัดการเรียนรู้ หรือต้องใช้เวลามากเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลสำหรับนำไปใช้ ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ (learning resource database) เป็นสื่อที่รวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบไว้ในรูปของเว็บไซต์ที่เผยแพร่ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้จากของจริงทั่วโลกอย่างบูรณาการ ส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือ และแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ ให้โอกาสบุคคลที่ห่างไกลได้เรียนรู้ร่วมกัน เป็นสื่อที่ใช้ได้กับสื่อทุกชนิด และมีข้อมูลมากมายที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล อินเตอร์เน็ตได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรม สามารถนำข้อมูลต่างๆ มาใช้จัดการเรียนรู้ในห้องเรียนได้เป็นอย่างดี (Williams, 1995)

ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้มีหลากหลายลักษณะ เช่น มีลักษณะเป็นสารบัญจัดหัวข้อเรื่องต่างๆไว้เป็นกลุ่ม (clearinghouse) โดยที่ความรู้ในแต่ละกลุ่มจะมีรายละเอียดในแนวลึก บางลักษณะจะเป็นการรวบรวมเอกสารจัดทำเป็นฐานข้อมูลที่เปิดโอกาสให้สืบค้นได้จากชื่อผู้แต่ง วันที่ หัวข้อ หัวเรื่อง (full-text resources) บางแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้มีลักษณะการจัดระบบรายการสื่อ กิจกรรม และ แผนการสอนเพื่อครูผู้สอนสามารถเลือกใช้ให้เหมาะกับบทเรียนของตน (learning objects) แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้จึงมีขอบเขตเฉพาะที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ มีความสะดวกและมีประสิทธิภาพต่อการส่งเสริมให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ทำให้ข้อมูลที่กระจัดกระจายถูกเชื่อมโยงรวมเข้าเป็นแหล่งเดียวกัน ครูผู้สอนสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการเพื่อนำมาประกอบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว (Mardis, 2001)

มีงานวิจัยหลายเรื่องพบว่าในช่วงเวลาเริ่มการปฏิรูปการศึกษาครูผู้สอนมีความต้องการสื่อการเรียนรู้อย่างมาก (ชุติมา รัศมี, 2545; ธัญญานัฏ บุญพิระ, 2545; น้องนุช บุญชื่น, 2546) การจัดทำสื่อประเภทแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้จึงมีความเหมาะสมเพราะสามารถสนับสนุนครูโดยทั่วไปให้สามารถเลือกใช้สื่อ กิจกรรม แนวการจัดการเรียนการสอน และ นำมาใช้ได้อย่างสะดวก ทั้งนี้แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ในประเทศไทยยังไม่ได้รับการพัฒนาอย่างพอเพียง และไม่ได้คำนึงถึงความสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานอีกด้วย

การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานช่วงชั้นที่ 4 เป็นช่วงชั้นที่เริ่มเข้าสู่การเรียนเฉพาะสาขาวิชา เนื้อหา และ การจัดการเรียนรู้จะมีลักษณะเฉพาะของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้มากกว่าช่วงชั้นอื่นๆ มุ่งเน้นความสามารถด้านความคิดระดับสูง เน้นความถนัดและความต้องการของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) โดยเฉพาะกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระฯ ที่มีเนื้อหาแตกต่างกันในแต่ละสาระฯ (strand) จนสามารถแยกได้เป็นชีววิทยา คือ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม แยกได้เป็นเคมี คือ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร และแยกได้เป็นฟิสิกส์ คือ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ และ สาระที่ 5 พลังงาน สำหรับสาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และ สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ นั้น เป็น 2 สาขาของวิทยาศาสตร์ ส่วนสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ

เทคโนโลยี เป็นสาระฯ ด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ที่ต้องจัดให้มีการเรียนรู้ร่วมไปในทุกสาระฯ อื่น และทุกช่วงชั้น การจัดการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 จึง ต้องมีลักษณะลงลึกในแต่ละเนื้อหา ทำให้ครูผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างดีในเนื้อหาที่รับผิดชอบ ผู้เรียนเมื่อผ่านการเรียนรู้กลุ่มสาระฯ วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 แล้ว ต้องมีความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล ตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สื่อสารคำถามคำตอบข้อมูลและ สิ่งที่ค้นพบจาการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ (กรมวิชาการ, 2545) กระบวนการเรียนรู้ในช่วงชั้นที่ 4 จึงต้องการกิจกรรม และสื่อที่หลากหลาย ต้องมีแหล่งข้อมูลมากพอสำหรับให้ครูผู้สอนและผู้เรียนนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จึงจะทำให้กระบวนการเรียนรู้บรรลุเป้าหมาย

นอกเหนือจากการเรียนรู้ตามหลักสูตรแล้วผู้เรียนในช่วงชั้นที่ 4 ยังต้องเตรียมตัวเพื่อสอบเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ซึ่งเน้นเนื้อหาสาระเป็นหลักทำให้ครูไม่สนใจที่จะจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักเหตุผล คิดโดยใช้วิจารณญาณ หรือแก้ปัญหา (นาตยา ปิลันธนานนท์, มธุรส จงชัยกิจ, และ ศิริรัตน์ นีละคุปต์, 2542) ประกอบกับครูผู้สอนขาดฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้จึงทำให้จัดการเรียนรู้กลุ่มสาระฯ วิทยาศาสตร์ในลักษณะที่มุ่งให้ความรู้ด้านเนื้อหาโดยตรงเพียงอย่างเดียวจนทำให้ผู้เรียนยึดการจดจำเนื้อหาเป็นสำคัญ ก่อให้เกิดปัญหาในการศึกษาต่อเนื่องระดับอุดมศึกษา ส่งผลให้การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศอยู่ในเกณฑ์ต่ำเมื่อเทียบกับประเทศกำลังพัฒนาด้วยกัน และ ทำให้ประเทศไทยไม่มีศักยภาพพอในการพัฒนาประเทศเพื่อการแข่งขัน

ผู้วิจัยเป็นครูสอนฟิสิกส์ที่มีความชำนาญในเนื้อหาสาระนี้จึงสนใจที่จะพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระที่ 4 ถึงสาระที่ 8 เพื่อให้เป็นฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ที่ครูวิทยาศาสตร์สามารถนำไปประกอบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐาน สามารถเลือกกิจกรรมจากฐานข้อมูลนำไปใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ได้โดยสะดวกยิ่งขึ้น สามารถเน้นที่การคิดหาเหตุผลของผู้เรียนอย่างมีวิจารณญาน การแก้ไขปัญหารวมไปถึงมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ รู้จักรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลและตัดสินใจด้วยข้อมูลที่มีอย่างมีเหตุผล ตลอดจนสื่อสารคำถามคำตอบเกี่ยวกับข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การวิจัยครั้งนี้ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ด้านอื่นๆ ได้อีกต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ สำหรับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 นำไปใช้จัดการเรียนรู้

2. เพื่อศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่เหมาะสม ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ได้รูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครู เพื่อนำไปเป็นแนวทางการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1.1 อาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์ในสถาบันอุดมศึกษา เพื่อใช้ในการประเมินเนื้อหาของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

1.2 อาจารย์ และ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในสถาบันอุดมศึกษา และสถาบันส่งเสริมการศึกษาระดับชาติ

1.3 ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบเจาะจงจากประชากรในข้อ 1.1 เพื่อใช้ในการประเมินฐานข้อมูลด้านเนื้อหา

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบเจาะจงจากประชากรในข้อ 1.2 เพื่อใช้ประเมินฐานข้อมูลด้านเทคโนโลยี

2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบเจาะจงจากประชากรในข้อ 1.3 เพื่อใช้ในการศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลฯ

3. การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ กลุ่มสาระฯ วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ครอบคลุมการจัดการเรียนรู้มัธยมศึกษาตอนปลายทุกระดับชั้น

นิยามศัพท์

ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ หมายถึงคลังแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ (learning resource database) ที่ได้จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 และรวบรวมจัดทำเพื่อนำเสนอในรูปของเว็บไซต์ที่ประกอบด้วย 4 เมนูหลัก คือ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยและแผนการเรียนรู้

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

หัวข้อตรวจเอกสารมีดังนี้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. การศึกษาตามมาตรฐาน
2. ความหมายของมาตรฐาน
3. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยีสารสนเทศ

1. ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศ
2. แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้จากเทคโนโลยีสารสนเทศ

ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้

1. ความหมายฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้
2. การจัดทำเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ
2. งานวิจัยต่างประเทศ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. การศึกษาตามมาตรฐาน (standard-based education)

การศึกษาตามมาตรฐานเริ่มพัฒนาขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาเพื่อพัฒนาการศึกษาชาติ ภายในปี ค.ศ. 2000 รัฐบาลอเมริกันได้ประกาศจุดยืนทางการศึกษาเป็นมาตรฐานให้ทุกรัฐ และทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาที่สอดคล้องกัน ซึ่งมีผลให้มีการเปลี่ยนแปลงในองค์กรท้องถิ่นและสถาบันเอกชน ทั้งในประเทศ และนอกประเทศที่นำแนวทางนี้ไปใช้ ลักษณะเฉพาะของการศึกษาตามมาตรฐานคือการให้ทุกคนในท้องถิ่นยอมรับมาตรฐานองค์ความรู้และทักษะความสามารถที่นักเรียนควรมีเมื่อจบการศึกษา เป็นการจัดการศึกษาที่ทำให้นักเรียนทุกคนมีมาตรฐานความสามารถขั้นสูงในการเรียนสาขาวิชาต่างๆ เป็นการระดมแนวปฏิบัติที่เป็นสิ่งที่ดีๆ ทั้งในอดีตและปัจจุบันมาส่งเสริม สนับสนุนการจัดการศึกษาให้นักเรียนบรรลุตามมาตรฐาน และเป็นการจัดเตรียมความคาดหวังที่สามารถเป็นจริงได้ และ โอกาสการเรียนรู้อย่างเหมาะสมให้กับนักเรียนทุกคน (นาตยา ปิลันธนานนท์, มธุรส จงชัยกิจ และ ศิริรัตน์ นีละคุปต์, 2542: 11 อ้างถึง Colorado Department of Education, 1994: 2-3)

2. ความหมายของมาตรฐาน

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2545: 1-14) ได้ให้ความหมายของคำว่ามาตรฐานไว้ในบริบทของมาตรฐานการศึกษา (standard-based education) ว่าหมายถึง มาตรฐานในทางวิชาการ (academic standard) เป็นสิ่งที่อธิบายว่าอะไรที่ผู้เรียนทุกคนควรรู้และสามารถทำได้เมื่อถึงช่วงเวลาที่กำหนด มีลักษณะที่ต้องกำหนดความคาดหวังสูงที่ต้องการให้ผู้เรียนทุกคนมีสัมฤทธิผลไว้อย่างชัดเจน โดยจัดเตรียมสิ่งต่างๆที่แสดงถึงความรับผิดชอบของนักการศึกษา และ สิ่งที่ทำให้ผู้เรียนได้รับความรับผิดชอบจากสาธารณชน (accountability) ต้องเป็นมาตรฐานที่ส่งเสริมความเสมอภาคในโอกาสทางการศึกษา และ ใช้เป็นแนวทางประเมินสัมฤทธิผลของผู้เรียนได้ รวมถึงการปรับปรุงการจัดการฝึกหัดครู การฝึกอบรมครู การพัฒนาหลักสูตร และยุทธวิธีการเรียนการสอน การจัดเตรียมทรัพยากร หรือ สื่ออย่างพร้อมและมีประสิทธิภาพ มาตรฐานแบ่งได้เป็น มาตรฐานสาระความรู้ (content standard หรือ curriculum standard) และ มาตรฐานความสามารถ (performance standard) มีคำอธิบาย ดังนี้

มาตรฐานสาระความรู้ หมายถึงสิ่งที่ควรสอนผู้เรียน อะไรที่ผู้เรียนควรรู้และควรทำได้ เป็นมาตรฐานที่ใช้ในการพัฒนาหลักสูตร และใช้ในการประเมินตามมาตรฐาน (standard-based assessment)

มาตรฐานความสามารถ หมายถึงตัวบ่งชี้ว่าผู้เรียนมีความสามารถในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานสาระได้ดีเพียงไร มาตรฐานความสามารถจึงสัมพันธ์โดยตรงกับมาตรฐานสาระ เป็นตัวระบุระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่ต้องผ่าน ในการประเมินทั้งการประเมินภายในและการประเมินภายนอกจึงต้องใช้มาตรฐานความสามารถกำหนดเกณฑ์การประเมิน (scoring rubric)

3. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

แนวการจัดการเรียนรู้ช่วงชั้นต่างๆ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กระทรวงศึกษาธิการ (2544) ได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ในแต่ละช่วงชั้น เปรียบเทียบได้ดังนี้

ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 การจัดการเรียนรู้ต้องสนองตอบต่อความสนใจของผู้เรียน โดยคำนึงถึงหลักจิตวิทยาพัฒนาการ และจิตวิทยาการเรียนรู้ ทั้งนี้ในแต่ละคาบเวลาเรียนนั้นไม่ควรใช้เวลานานเกินความสนใจของผู้เรียน สถานศึกษาต้องจัดการเรียนรู้ให้ครบทุกกลุ่มสาระ ในลักษณะบูรณาการที่มีภาษาไทยและคณิตศาสตร์ เป็นหลัก เน้นการเรียนรู้ตามสภาพจริง มีความสนุกสนาน ได้ปฏิบัติจริง เพื่อพัฒนาความเป็นมนุษย์ ทักษะพื้นฐานการติดต่อสื่อสาร ในการคิดคำนวณ การคิดวิเคราะห์ และพัฒนาลักษณะนิสัยและสุนทรียภาพ

ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 การจัดการเรียนรู้มีลักษณะคล้ายกับช่วงชั้น ที่ 1 แต่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนในสิ่งที่ตนสนใจ มุ่งเน้นทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม การสอนแบบบูรณาการ โครงงาน การใช้หัวเรื่องในการจัดการเรียนการสอน เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิด การค้นคว้า แสวงหาความรู้ สร้างความรู้ด้วยตนเอง สามารถสร้างสรรค์ผลงาน แล้วนำไปแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น

ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1- 3 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ที่มี หลักการทฤษฎีที่ยาก ซับซ้อน อาจจัดแยกเฉพาะ และควรเน้นการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมากขึ้น เพื่อมุ่ง

ให้ผู้เรียนเกิดความคิด ความเข้าใจ และรู้จักตนเองในด้านความสามารถ ความถนัด เพื่อเตรียมตัวเข้าสู่อาชีพ สถานศึกษาต้องจัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้เหมาะสม

ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4- 6 การจัดการเรียนรู้เริ่มเน้นเข้าสู่เฉพาะทางมากขึ้น มุ่งเน้นความสามารถ ความคิดระดับสูง ความถนัด และความต้องการของผู้เรียน ทั้งในด้านอาชีพ การศึกษาเฉพาะทาง ตลอดจนการศึกษาต่อ

สำหรับการศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย ให้ยืดหยุ่นวิธีการจัด การเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสมกับผู้เรียน สถานศึกษา และความต้องการของท้องถิ่น จะเห็นได้ว่าช่วงชั้นที่ 4 มีลักษณะเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการข้อมูลประกอบเฉพาะทางที่หลากหลาย และส่งเสริมความคิดระดับสูง ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้จึงเป็นสื่อที่สามารถตอบสนองความต้องการดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

กรมวิชาการ (2544) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 หลักสูตรการศึกษาขึ้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ 8 สาระ แต่ละสาระประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มี 2 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

- มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

- มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มี 2 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

- มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

- มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มี 2 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

- มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

- มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มี 2 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

- มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรม

- มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน มี 1 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

- มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มี 1 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

- มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ มี 2 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

- มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

- มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มี 1 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

- มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระที่ 4 ถึง 8 เป็นสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านฟิสิกส์โดยเฉพาะ ฟิสิกส์มีลักษณะและความหมายที่แตกต่างจากวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ มีผู้กล่าวถึงลักษณะและความหมายของฟิสิกส์ดังต่อไปนี้ Alonso, Finn (1972) กล่าวไว้ว่า ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์พื้นฐานมีอิทธิพลอย่างมากกับศาสตร์สาขาอื่น ดังนั้นไม่เฉพาะนักศึกษาเอกฟิสิกส์ และ เอกวิศวกรรมเท่านั้นที่ต้องเข้าใจในความคิดพื้นฐานนี้ แต่ใครที่ต้องการมีอาชีพเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ รวมถึง นักศึกษาเอกชีววิทยา เคมี และ คณิตศาสตร์ ก็ต้องมีความเข้าใจศาสตร์สาขานี้เช่นกัน Webster's 1913 Dictionary (2000) ได้ให้คำจำกัดความของ วิชาฟิสิกส์ ไว้ว่า "…ฟิสิกส์เป็นศาสตร์แห่งธรรมชาติ หรือวัตถุในธรรมชาติ เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ซึ่งค้นหากฎเกณฑ์ สมบัติของสสาร และ แรงที่กระทำบนสสาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในภาคธรรมชาติวิทยา ซึ่งเกี่ยวข้องกับ สนามโน้มถ่วง ความร้อน แสง แม่เหล็ก ไฟฟ้า ฯลฯ ประกอบกันขึ้นเป็นสมบัติของวัตถุ..." Padolsky and Myron (1998) ได้อธิบายลักษณะฟิสิกส์ไว้ว่า "…ฟิสิกส์ พยายามทำความเข้าใจธรรมชาติของเรื่องพื้นฐาน เช่นการเคลื่อนที่ แรง พลังงาน สสาร ความร้อน เสียง แสง เพราะสิ่งเหล่านี้พบได้ทั่วไปในเอกภพ นักฟิสิกส์ศึกษาครอบคลุมเรื่องต่างๆ ไปหมดตั้งแต่ หลุมดำ อะตอม เครื่องยนต์ ลิฟต์ จนถึงเบสบอล ก็เป็นไปตามกฎทางฟิสิกส์ ซึ่งสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นๆ มากมาย เช่น ดาราศาสตร์ ชีววิทยา ธรณีวิทยา เรียกวิชาเหล่านี้ว่า ดาราศาสตร์ฟิสิกส์ ชีวฟิสิกส์ ธรณีฟิสิกส์ วิศวกรประยุกต์วิชาฟิสิกส์เพื่อสร้างสิ่งต่างๆ นักศึกษาบางส่วนจะเรียนวิชาที่เรียกว่า ฟิสิกส์วิศวกรรม ฟิสิกส์มักต้องใช้คณิตศาสตร์ที่จะอธิบายกฎเกณฑ์ต่างๆ ของธรรมชาติ กฎ ทางฟิสิกส์ อาจเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อค้นพบความจริงใหม่ขัดแย้งกับกฎเกณฑ์เดิม…"

การเรียนรู้ฟิสิกส์นั้นเนื่องจากธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์เป็นศาสตร์ที่ครอบคลุมความรู้ไว้อย่างมากมายและมีพัฒนาการของความรู้ การเรียนรู้ฟิสิกส์จึงต้องการกระบวนการที่เหมาะสม Sciamanda (1999) ได้เสนอเคล็ดในการเรียนรู้ฟิสิกส์ไว้ สรุปได้ว่า ผู้เรียนต้องฝึกฝนการแก้ปัญหาโจทย์ในปริมาณที่มากพอ พบว่า 87% ของคะแนนผลการเรียนมีส่วนมาจากการได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาโจทย์ของผู้เรียน นอกจากนั้นการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ เชื่อมโยงปรากฏการณ์ธรรมชาติกับทฤษฎีที่มักอธิบายด้วยคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในหลักการของฟิสิกส์ แม้ว่าความเข้าใจเป็นหลักพื้นฐานของการเรียนรู้ฟิสิกส์ แต่การจดจำก็เป็นองค์ประกอบที่ขาดไม่ได้ Elby (2001) ได้เสนอผลการวิจัยที่แสดงว่านักเรียนที่เห็นธรรมชาติของความรู้ และวิธีการเรียนรู้ มีผลต่อจิตใจ มีผลต่อความรอบรู้ และ นิสัยในการเรียนฟิสิกส์ของเขา การปฏิรูปหลักสูตรที่ดีที่สุดต้องทำให้ผู้เรียนมีความเชื่อในการเรียนรู้จากของจริง (epistemological)

สรุปได้ว่าการเรียนรู้ฟิสิกส์ต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจด้วยการทำกิจกรรมหลากหลาย มีทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม มีการบูรณาการกับศาสตร์สาขาอื่น รวมทั้งเน้นการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงของผู้เรียน นอกจากนี้ กรมวิชาการ (2545) กล่าวถึง ผู้เรียนที่เรียนสาระวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ว่าควรมีความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ เฉพาะฟิสิกส์ ดังนี้

- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ คุณภาพของเสียง และการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์ และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

- เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

- เข้าใจการเกิดวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ และความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

- เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และ การพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

- ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

- วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

- สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงาน หรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

- ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

- แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

- แสดงถึงความพอใจ ซาบซึ้งในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

- ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

เทคโนโลยีสารสนเทศ

1. ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศ

ยืน ภู่วรวรรณ และ สมชาย นำประเสริฐชัย (2546) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีว่าเป็นการประยุกต์เอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ส่วนสารสนเทศ หมายถึง ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตมนุษย์ ความรู้ของแต่ละคนขึ้นอยู่กับการเรียกข้อมูลมาใช้ดังนั้นความรู้จึงเกิดจากข้อมูลข่าวสารต่างๆ เทคโนโลยีสารสนเทศจึงหมายถึงเทคโนโลยีที่ใช้จัดการสารสนเทศ รวบรวม จัดเก็บ ข้อมูล ประมวลผล การพิมพ์ สร้างรายงาน การสื่อสารข้อมูล เป็นการรวมเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2535) ได้นิยามเทคโนโลยีสารสนเทศไว้มีใจความว่า เทคโนโลยี หมายถึง การประยุกต์เอาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ การศึกษาพัฒนาองค์ความรู้ต่าง ๆ ก็เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติ กฎเกณฑ์ของสิ่งต่าง ๆ และหาทางนำมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ เทคโนโลยีจึงเป็นคำที่มีความหมายกว้างไกล ส่วนคำว่าสารสนเทศ หมายถึงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เครื่องจักรอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับสารสนเทศนั้นมีมากมายตั้งแต่เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์รอบข้าง ระบบสื่อสารโทรคมนาคมสมัยใหม่ ทำให้เกิดงานบริการที่อำนวยความสะดวกต่าง ๆ เมื่อรวมคำว่าเทคโนโลยีกับสารสนเทศเข้าด้วยกัน จึงหมายถึงเทคโนโลยีที่ใช้จัดการสารสนเทศ เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องตั้งแต่การรวบรวมการจัดเก็บข้อมูล การประมวลผล การพิมพ์ การสร้างรายงาน การสื่อสารข้อมูล ฯลฯ เทคโนโลยีสารสนเทศจะรวมไปถึงเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดระบบการให้บริการ การใช้ และการดูแลข้อมูล เทคโนโลยีสารสนเทศจึงหมายถึง เทคโนโลยีที่รวมทั้งระบบคอมพิวเตอร์ และระบบสื่อสารที่มีความเร็วสูง โดยนำข้อมูล เสียง และวีดีทัศน์มาเชื่อมโยงกัน เพื่อให้ได้สารสนเทศที่ต้องการ

ยืน ภู่วรวรรณ (2544) กล่าวถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสำคัญๆ ที่เกิดจากเทคโนโลยีสารสนเทศไว้สรุปได้ว่า เทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้สังคมเปลี่ยนจากสังคมอุตสาหกรรมมาเป็นสังคมที่ใช้เทคโนโลยีแบบสื่อสารสองทาง ทำให้เกิดสภาพการทำงานแบบทุกสถานที่และทุกเวลา และ ดำเนินการได้ตลอด 24 ชั่วโมง ทำให้ระบบเศรษฐกิจเปลี่ยนจากระบบแห่งชาติไปเป็นเศรษฐกิจโลก องค์กรมีลักษณะผูกพัน หน่วยงานภายในทำงานแบบเครือข่ายมากขึ้น มีลักษณะการบังคับบัญชาแบบแนวราบมากขึ้น หน่วยธุรกิจจะมีขนาดเล็กลง และเชื่อมโยงกันกับหน่วยธุรกิจอื่นเป็นเครือข่าย สถานะภาพขององค์กรจึงต้องแปรเปลี่ยนไปตามกระแสของทคโนโลยี เทคโนโลยีสารสนเทศก่อให้เกิดการวางแผนการดำเนินการในระยะที่ยาวขึ้น อีกทั้งยังทำให้มีวิถีการตัดสินใจ หรือเลือกหนทางที่ละเอียดยิ่งขึ้น มีความละเอียดอ่อนในการตัดสินปัญหามากขึ้น เป็นเทคโนโลยีเดียวที่มีบทบาทสำคัญในทุกวงการ ดังนั้นจึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจ และ การเมืองเป็นอย่างมาก

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมีรูปแบบที่หลากหลาย เช่น สร้างกิจกรรมให้เรียนรู้ด้วยการตอบคำถาม การเรียนโดยใช้แผนที่เป็นสื่อ การเติมคำในช่องว่าง (cloze) โปรแกรมสุ่มตัวเลข หนังสือบนเครือข่าย เกม เครื่องมือค้นหาฐานข้อมูลเฉพาะ การศึกษาประวัติจากภาพ และโปรแกรมการเรียนคณิตศาสตร์เป็นต้น (Dick, 2007) รวมไปถึงสื่ออิเล็กทรอนิกส์ส่งเสริมการเรียนรู้แบบคลังข้อมูล ฐานข้อมูล และฐานความรู้ (BT Education Program, 2004)

ยืน ภู่วรวรรณ และ สมชาย นำประเสริฐชัย (2546) เสนอว่า "...ครูจำเป็นต้องสามารถนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ประโยชน์ ในการสอนของตน เพื่อเป็นการเพิ่มความรู้ และทักษะให้กับตนเอง แต่ครูนั้นไม่จำเป็นที่จะต้องมีความรู้ถึงกับเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพียงสามารถให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนก็นับว่าเพียงพอ..." รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือการประยุกต์ในลักษณะผู้เรียนเป็นผู้ใช้ (user) ทำกิจกรรมไปตามบทเรียนที่วางไว้ และการประยุกต์ให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต (producer) สามารถสร้างสรรค์ค้นคว้า จัดการ ปฏิบัติ และแก้ปัญหา มีบทบาทปฏิสัมพันธ์กับสิ่งรอบตัว มีวิธีการผลิตที่เน้นผลผลิตที่ได้ และวิธีการผลิตที่เน้นการออกแบบการสร้างผลิตผล (บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์, 2546)

จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีสารสนเทศมีประสิทธิ์ภาพในการเป็นสื่อให้มีการเรียนรู้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเป็นแหล่งข้อมูลให้สืบค้นเหมาะที่จะนำมาพัฒนาครูอย่างต่อเนื่อง

2. แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้จากเทคโนโลยีสารสนเทศ

แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ที่อยู่ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ต มีรูปแบบแตกต่างกันหลายประเภท เช่น เป็นแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้เฉพาะทาง เป็นอนุกรมวิธานที่รวมรวมเว็บไซต์อื่นเป็นหมวดหมู่ เป็นแหล่งนำเสนอสื่อวัสดุการเรียนการสอน หรือเป็นเว็บไซต์สำหรับสืบค้นข้อมูล รายละเอียดของแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ประเภทต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 เว็บไซต์บริการแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้เฉพาะทาง เป็นเว็บไซต์ที่รวบรวมความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งไว้ เช่น

Nasa Education เป็นแหล่งทรัพยากรที่นำเสนอข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ อวกาศ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นเรื่องเฉพาะของ เด็กเล็ก นักเรียน ผู้สอน และข่าวทางการศึกษา (Nasa, 2007)

Educational Resources เป็นเว็บไซต์ของสถาบันวิจัยพันธุกรรมมนุษย์แห่งชาติ (สหรัฐอเมริกา) ให้ข้อมูลการสืบค้นความรู้สำหรับนักเรียน ครู และบุคคลทั่วไป ด้านความรู้พันธุกรรมมนุษย์ (National Human Genome Research Institute, 2007)

U.S. Geological Survey เป็นเว็บไซต์การสำรวจทางภูมิศาสตร์ ของสหรัฐอเมริกา (USGS, 2007)

Educational Resources | US EPA เป็นเว็บไซต์ของสำนักนโยบายปกป้องสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency) ซึ่งให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อ เด็กเล็ก นักเรียน ครู โรงเรียน สำนักงานการศึกษาสิ่งแวดล้อม นักวิจัย (U.S. Environmental Protection Agency, 2007)

Resource for Science Learning เป็นเว็บไซต์แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน (learners) ครู (educators) ผู้นำ (leadership) ผู้ร่วมสอน (partnership) (The Franklin Institute's Center for Innovation in Science Learning, 2007)

NOAA Education Resources เป็นแหล่งข้อมูลตารางกิจกรรม สาธารณะ และหนังสือใหม่ เพื่อนักเรียน ครู และ บรรณารักษ์ใช้วางแผนเข้าร่วมกิจกรรม หรือ จัดซื้อหนังสือ (NOAA Office of Public and Constituent Affairs, 2007)

2.2 เว็บไซต์อนุกรมวิธาน เป็นเว็บไซต์ที่รวบรวมเว็บไซต์อื่นไว้เป็นหมวดหมู่ เช่น

แหล่งทรัพยากรที่จัดหมวดหมู่เว็บไซต์ด้านการศึกษาไว้มากมาย เช่น Education Index (Education Index, 2007), Education Resources (National Radio Astronomy Observatory, 2007), และ Cool Stuff (Mandel, 1995)

แหล่งทรัพยากรที่จัดหมวดหมู่เว็บไซต์ด้านศิลปะไว้เป็นจำนวนมาก เช่น The Metropolitan Museum of Art (The Metropolitan Museum of Art, 2007)

2.3 เว็บไซต์ที่นำเสนอสื่อและวัสดุอุปกรณ์การเรียนรู้ เป็นเว็บไซต์แนะนำรายการสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ที่ตรงกับหลักสูตรต่างๆ เช่น

Educational Resources นำเสนอเพื่อจำหน่ายโปรแกรม และ วัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้เพื่อการเรียนรู้ จัดไว้เป็นหมวดหมู่ในทุกสาขาวิชา (Educational Resources, 2007)

Educationalresources.co.uk เป็นแหล่งทรัพยากรเพื่อการเลือกใช้วัสดุการเรียนรู้สำหรับ นักเรียน ครู และ สถาบันการศึกษา (Educationalresources.co.uk, 2006)

2.4 เว็บไซต์สืบค้นข้อมูลทางการศึกษา เป็นเว็บไซต์ที่บริการให้สืบค้นข้อมูลทางการศึกษาโดยเฉพาะ เช่น

FREE เว็บไซต์ของสหพันธ์ Federal Resources for Educational Excellence (Federal Resources for Educational Excellence, 2007) และ ERIC เว็บไซต์ของศูนย์ Education Resources Information Center (Education Resources Information Center, 2007) เป็นเว็บไซต์สืบค้นข้อมูลเอกสาร ทางการศึกษา โดยใช้คำ หรือ ชื่อเรื่อง ชื่อคนแต่ง หรือข้อความที่มีอยู่ในเอกสาร หรือ เลขรหัสของ ERIC ในการสืบค้น

ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้

1. ความหมายฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้

ความหมายโดยทั่วไปหมายถึงคลังข้อมูลที่รวบรวมแหล่งเรียนรู้ในรูปแบบหลากหลาย ได้แก่ ข้อความเอกสาร ภาพ เสียง และ วีดีโอ สามารถให้บริการสืบค้นผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพื่อการศึกษาของผู้เรียน หรือการจัดการเรียนการสอนของครู ประเภทฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ที่ปรากฏอยู่ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเป็นจำนวนมากมีลักษณะแตกต่างกัน สรุปได้ดังนี้

ฐานข้อมูลประเภทรวบรวมแหล่งต่อเชื่อม (links) จัดไว้เป็นหมวดหมู่ เช่น เว็บไซต์ของห้องสมุดสาธารณะทางอินเตอร์เน็ต (Internet Public Library) ย่อว่า IPL ที่อยู่: www.ipl.org/

ฐานข้อมูลประเภทแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้เฉพาะสาระความรู้ สำหรับให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองและครูใช้เป็นแหล่งสืบค้น เช่น เว็บไซต์เรื่องโลกและดวงดาว (FoodPlanet.com) ที่อยู่: foodplanet.com

ฐานข้อมูลประเภทจัดทำขึ้นสำหรับครูใช้ค้นคว้า เพื่อนำไปจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ เทคนิคการสอน หรือ ข่าวการอบรมสัมมนา เป็นต้น เช่น เว็บไซต์กรมการศึกษา (Division of Instruction) กระทรวงศึกษาธิการ จัดทำโดย มลรัฐเวอจิเนียร์ ที่อยู่: www.pen.k12.va.us/VDOE/Instruction/sol.htm เว็บไซต์ของเขตการศึกษา Hazelwood School District เมือง Florissant รัฐ Missouri ที่อยู่: sun.hazelwood.k12.mo.us เว็บไซต์ National Clearinghouse for Education Facilities ที่อยู่: www.edfacilities.org/rl/classroom _design.cfm

ฐานข้อมูลประเภทช่วยครูในการจัดการเรียนรู้บนอินเตอร์เน็ต เป็นเว็บไซต์ที่จัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายอย่างสมบูรณ์แบบ เช่น เว็บไซต์การเรียนรู้พีชคณิตของมหาวิทยาลัย Arkansas at Little Rocks มลรัฐเทกซัส ที่อยู่: dcisse.ualr.edu/algebra/Index.htm

เมื่อแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้มีมากมาย ซึ่งย่อมมีคุณภาพดี และ ไม่ดีปะปนกัน Branch, Dohun, and Lynne (1999) ได้เสนอหลักในการประเมินแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ให้เหมาะสม ดังนี้

- ผู้ใช้ควรพิจารณาความถูกต้องและวันเวลาของการสร้างเว็บไซต์นั้น
- เว็บไซต์ นั้นมีลักษณะอยู่ในระดับที่เหมาะกับผู้ใช้
- ข้อมูลในเว็บไซต์นั้นชัดเจนอยู่ในระดับความนิยม
- ข้อมูลเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเป้าหมาย เนื้อหา งานที่กำหนดให้เรียนรู้
- ข้อมูลในเว็บไซต์นั้นๆ สมบูรณ์ในตัวพร้อมนำมาใช้
- เว็บไซต์ที่เสนอกิจกรรมเนื้อหา และ วิธีการนำเสนอที่ทำให้นักเรียนสนใจ
- เว็บไซต์ที่มีโครงสร้างที่ดี ใช้ง่าย มีแหล่งอ้างอิงสะดวกต่อการค้นคว้า

การใช้ฐานข้อมูลเพื่อพัฒนาระบบจัดการศึกษาในรูปเว็บไซต์ก่อให้เกิดผลต่อการจัดการเรียนรู้ในหลายด้าน เช่น ด้านประสิทธิภาพ และ ความเชื่อถือ ด้านการพัฒนาระบบการศึกษา งานการศึกษาของ Valdez (2004) ชี้ให้เห็นว่าการจัดการศึกษาที่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาร่วมด้วยจะทำให้น่าเชื่อถือได้ว่าเป็นการจัดการศึกษาที่ดี

ด้านการพัฒนาระบบการศึกษา Reed (2004) ได้รวบรวมข้อมูลที่แสดงว่าการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยจะทำให้จัดการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเนื่องจากทำให้ผู้เรียนได้รับความเสมอภาคด้านโอกาสการเรียนรู้

2. การจัดทำเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้

Finn (2007) ได้เสนอสิ่งที่ต้องรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ เมื่อต้องการนำมาพัฒนาฐานข้อมูลในรูปเว็บไซต์ไว้ดังนี้

- การนำเทคโนโลยีสารสนเทศบรรจุไว้ในนโยบายเป็นเรื่องจำเป็นโดยเฉพาะเมื่อมีความรู้น้อยในด้านนี้

- การกำหนดให้คณะกรรมการ หรือ องค์กรเรียนรู้และเข้าใจเทคโนโลยีสารสนเทศที่อยู่ในนโยบาย

- ผู้บริหารควรคำนึงถึงงบประมาณที่เพิ่มขึ้นจากการเลือกใช้เทคโนโลยีที่ดี

- เราสามารติดตามนวัตกรรมได้ทั้งๆ ที่ไม่มีพื้นฐานความรู้ด้านเทคโนโลยีมากนัก

- การตัดเทคโนโลยีที่ไม่เกี่ยวข้องกับนโยบายออกเพื่อประหยัดงบประมาณ

- การเข้าร่วมกลุ่มผู้ใช้เทคโนโลยีเดียวกันจะช่วยในการบริหารเทคโนโลยีได้ดียิ่งขึ้น

- เลขานุการหรือรองผู้จัดการควรรับการอบรมเพื่อรู้และเข้าใจในโครงข่ายหลักของเทคโนโลยีที่ใช้

- งบประมาณการฝึกอบรมมักจะสูงถึง 70 เปอร์เซนต์ ในระยะยาว

- ในระยะยาวการใช้เทคโนโลยีที่เป็นของฟรีอาจทำให้เสียเงินมากกว่าการซื้อของลิขสิทธิ์

- นโยบายการใช้เทคโนโลยีสามารถก่อให้เกิดปัญหาขึ้นในองค์กรที่ไม่มั่นคง

การจัดทำฐานข้อมูลเพื่อพัฒนาให้ใช้กับเทคโนโลยีสารสนเทศ ควรเริ่มต้นจากการวางแผนเทคโนโลยี (technology plan) เป็นการเปลี่ยนแปลงฐานข้อมูลเดิมที่ไม่ได้ใช้กับระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาก่อนให้มีความเหมาะสม ขั้นตอนการพัฒนาระบบฐานข้อมูลที่ดีมีคุณภาพควรประกอบด้วย

- การปรับแต่งข้อมูล
- การปรับปรุงให้มีความเป็นมาตรฐานเดียวกัน
- การกำหนดให้มีดรรชนีข้อมูลที่เป็นระบบเพื่อใช้อ้างอิง
- การฝึกอบรมหรืออธิบายให้ความรู้แก่ผู้เกี่ยวข้อง
- การจัดทำคู่มือการใช้ฐานข้อมูลที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจเมื่อพัฒนาระบบเสร็จแล้ว (Matthews, 2004)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยซึ่งจัดทำ และ ศึกษาการใช้แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ผ่านเว็บ ในการเรียนการสอน มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ของครูนั้นมีที่น่าสนใจ ดังต่อไปนี้

1. งานวิจัยในประเทศ

อัชรี เอกโทชุน (2546) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศแบบเครือข่ายเสมือนช่วยการเรียนการสอนด้านการพยาบาลอนามัยชุมชน เพื่อสำรวจปัญหาความต้องการระบบสารสนเทศ นำมาพัฒนาระบบสารสนเทศเสมือน และ หาวิธีนำไปใช้ เพื่อประเมินระบบที่สร้างขึ้น โดยขั้นสำรวจปัญหาจากอาจารย์พยาบาล สอนพยาบาลอนามัยชุมชน จำนวน 53 คน สอนนักศึกษาพยาบาล 300 คน จากสถาบันการศึกษา 12 แห่ง และ นำระบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับอาจารย์ 13 คน นักศึกษา 391 คน จากสถาบันการศึกษา 5 แห่ง พบว่าการใช้ระบบเครือข่ายเสมือนมีการใช้นอกห้องเรียนด้วยตนเอง ใช้เป็นสื่อเสริมการเรียนปกติ ผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาสูงขึ้น และ ผู้ใช้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนมีความพอใจในระดับดีมาก

ธุวนนท์ บาลโพธิ์ (2549) ได้พัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ผ่านเว็บเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) ช่วงชั้นที่ 3 เพื่อศึกษาผลการใช้สื่อ โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือครูผู้สอนภาษาอังกฤษช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 26 คน จาก 8 โรงเรียนในอำเภอครบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 3 และ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 158 คน เครื่องมือวิจัยได้แก่สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่บรรจุในแผ่นซีดีรอมเป็นบทเรียน 9 หน่วย มีการวัดความพึงพอใจด้วยแบบสอบถาม แบบสังเกต และ สัมภาษณ์ ปรากฏว่าครูมีความพึงพอใจในการใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สนับสนุนการเรียนการสอนในระดับดีมาก

วรรณภา เนื่องชุมพล (2550) ได้พัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ผ่านเว็บกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) ช่วงชั้นที่ 1 และ ศึกษาความพึงพอใจต่อสื่อทรัพยากรการเรียนรู้ผ่านเว็บของครูในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา 6 โรงเรียน และ ในเขตเทศบาลเมืองบัวใหญ่ 3 โรงเรียน จำนวน 27 คน พบว่าทรัพยากรการเรียนรู้ผ่านเว็บที่พัฒนาขึ้นมีเมนู Resources เมนู Teaching Tips เมนู Lesson Plan เมนู Manual และ เมนู Credits ครูกลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีความพึงพอใจในด้านเนื้อหา ด้านรูปแบบการนำไปใช้อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด

เพลินพิศ ธรรมรัตน์ (2550) ได้ทำการสำรวจปัญหาการเรียนการสอนด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาและการวิจัยทางการศึกษาของอาจารย์ผู้สอนในมหาวิทยาลัยราชภัฏภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 30 คน เพื่อนำข้อมูลมาพัฒนาเครือข่ายเสมือนด้านการวัดประเมินผลการศึกษา และ การวิจัยทางการศึกษา ทำการศึกษารูปแบบการใช้ของอาจารย์ 20 คน พบว่าอาจารย์ผู้สอนขาดแหล่งข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า เครือข่ายเสมือนที่พัฒนาขึ้นมีเมนูเนื้อหา แหล่งเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติ และ การเชื่อมโยงเว็บไซต์ต่างๆ อาจารย์กลุ่มตัวอย่างมีรูปแบบการใช้หลายรูปแบบ คือ ใช้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ใช้ประกอบการเรียนการสอนในห้องเรียน ใช้ศึกษานอกห้องเรียนและนอกเวลาเรียน อาจารย์ผู้สอนมีความพอใจในเครือข่ายมากถึงมากที่สุด

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Forcheri, Molfino, and Quarati (2000) ศึกษาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำให้การจัดการศึกษามีประสิทธิภาพ และพัฒนาทฤษฎีการเรียนรู้ ชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยีสารสนเทศช่วยการจัดระบบการเรียนรู้มากกว่าที่จะนำไปใช้ศึกษาวิธีการเรียนของนักเรียน งานวิจัยพบว่าเทคโนโลยีสารสนเทศได้ช่วยให้แต่ละบุคคลเห็นความจำเป็นในการเรียนรู้ของตนเอง เห็นความแตกต่างระหว่างสิ่งที่เข้าใจแล้วและสิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจต่อไป สามารถกำหนดเป้าหมายของ

ความจำเป็นนั้นเพื่อตัดสินใจเฉพาะของตนเองได้ จนนำมาซึ่งการแยกแยะกลยุทธ์ในการที่ทำให้ได้ตามเป้าหมายนั้น

Stoicheva (2002) ศึกษาการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้บนอินเตอร์เน็ต เป็นสื่อช่วยครูจัดการเรียนรู้ในวิชาที่เกี่ยวกับการทำงานของนักประพันธ์ เช่น เชกสเปียร์ เว็บไซต์ต่างๆ สามารถทำให้ครูและผู้ปกครองแนะนำเชกสเปียร์ให้กับนักเรียน หรือ ลูกๆ ได้ ครูสามารถใช้จุดประสงค์ เนื้อหา ตัวอย่างกิจกรรมที่สร้างขึ้นในเครือข่ายเว็บ ในการวางแผนการสอน รวมทั้งแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้อื่นๆ อีก ซึ่งเชื่อมโยงไว้ เช่น ความรู้จาก ERIC (Education Resources Information Center) เป็นต้น

Al-Shehri (2004) ออกแบบ พัฒนา ประเมิน และ ปรับปรุงการใช้แหล่งเรียนรู้บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพื่อให้เป็นสื่อการเรียนรู้สำหรับการออกแบบการเรียนรู้และปฏิบัติตามหลักสูตรของประเทศซาอุดิอาราเบีย เป็นการวิจัยและพัฒนาแหล่งเรียนรู้บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อการจัดการเรียนรู้แนวใหม่ (ID-RORs) การวิจัยนี้มีการพัฒนาอย่างเชื่อมโยงและสอดคล้องกัน มีการปรับปรุงจากการประเมินที่เป็นรูปแบบเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์มี 7 ด้าน คือ การรวบรวมข้อมูล การทำวิจัย การประเมินผล รูปแบบการพัฒนา การประเมินของผู้เชี่ยวชาญ การประเมิน และ การใช้ของกลุ่มเป้าหมาย โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ตอนแรกเป็นการประเมินค่าโดยผู้เชี่ยวชาญ 4 คน เพื่อการดำเนินการประเมินผล ตอนที่ 2 เป็นการเก็บข้อมูลจากครูซึ่งมีความเชี่ยวชาญ 2 คน เพื่อทดสอบความตรงของ ID-RORs ตอนที่ 3 เก็บข้อมูลจากนักเรียน 11 คน ประเมินในฐานะผู้ใช้ เพื่อทดสอบการใช้จริง ผลการประเมินโดยรวมแสดงว่า ID-RORs ตรงตามความต้องการหลักสูตรการศึกษาของประเทศซาอุดิอาราเบีย และ ผลการประเมินค่าของผู้เชี่ยวชาญ แสดงว่า ID-RORs ตรงกับบริบทของหลักสูตรการศึกษาของประเทศซาอุดิอาราเบีย สุดท้ายการประเมินโดยนักเรียนแสดงว่า ID-RORs ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมในการใช้จริง

จากผลการวิจัยทั้งในประเทศ และ ต่างประเทศ ชี้ให้เห็นว่า ความต้องการสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตของครู และ นักเรียน มีความเด่นชัดทั้งในระดับอุดมศึกษาและต่ำกว่า ผลของการศึกษาแสดงว่าสื่อประเภทนี้มีความสำคัญต่อการวางแผนการจัดการเรียนรู้ของครู แต่มีการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรโดยเฉพาะนั้นยังมีน้อยมากในประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาขั้นพื้นฐานครูจึงขาดสื่อที่ใช้ประกอบการทำหลักสูตรซึ่งอาจเป็นผลให้การปฏิรูปการจัดการเรียนรู้มีความก้าวหน้าไม่มากเท่าที่ควร

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้กำหนดรูปแบบเป็นการวิจัยและพัฒนา (research and development) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. พัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ สำหรับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 นำไปใช้จัดการเรียนรู้

2. ศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

การวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

- ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ
- ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ
- ขั้นตอนที่ 3 ขั้นศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน เป็นดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ในงานวิจัยขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 เพื่อทำหน้าที่ประเมินฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจงเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์ และ ดาราศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษาจำนวน 3 คน

2 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยในขั้นเตรียมการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ดังนี้

2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นเครื่องมือสำคัญในการกำหนดหัวข้อ และโครงสร้างของฐานข้อมูล สรุปเฉพาะมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระ 4 ถึง 8 ได้ดังต่อไปนี้

2.1.1 สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มี 2 มาตรฐานการเรียนรู้

ก. ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม มี 2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น คือ

1) ว 4.1.1 สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงการเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

2) ว 4.1.2 วิเคราะห์และอธิบายแรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียสและแรงระหว่างอนุภาค

ข. ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มี 2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น คือ

1) ว 4.2.1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง การกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรงและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง

2) ว 4.2.2 สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์

2.1.2 สาระที่ 5 พลังงาน มีมาตรฐานการเรียนรู้ 1 มาตรฐานการเรียนรู้

ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มี 5 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น คือ

1) ว 5.1.1 สำรวจตรวจสอบและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็ว

2) ว 5.1.2 สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเกิดคลื่นเสียงการได้ยิน คุณภาพของเสียง มลภาวะของเสียงที่มีผลต่อสุขภาพ และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3) ว 5.1.3 สืบค้นข้อมูล และอธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งประโยชน์ และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

4) ว 5.1.4 สืบค้นข้อมูล และ อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ (ฟิวชัน และ

ฟิชชัน) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์ และโทษต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

5) ว 5.1.5 สำรวจตรวจสอบสืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสี การนำมาใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

2.1.3 สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มี 1 มาตรฐานการเรียนรู้

ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มี 2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น คือ

1) ว 6.1.1 สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และ อธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญ ผลต่อสิ่งมีชีวิตสิ่งแวดล้อม และการนำมาใช้ประโยชน์

2) ว 6.1.2 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ การเปรียบเทียบลำดับชั้นหิน และอายุของหิน สำหรับศึกษาความเป็นมาของโลก

2.1.4 สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ มี 2 มาตรฐานการเรียนรู้

ก. ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มี 2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

1) ว 7.1.1 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะกาแล็กซี และเอกภพ พลังงานของดาวฤกษ์ เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน

2) ว 7.1.2 สืบค้นข้อมูล สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะ และในกาแล็กซี ความกว้างใหญ่ของเอกภพ

ข. ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมี 1 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

ว 7.2.1 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ ข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก และ ในอวกาศ

2.1.5 สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มี 1 มาตรฐานการเรียนรู้

ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน มี 13 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น คือ

1) ว 8.1.1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

2) ว 8.1.2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3) ว 8.1.3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัย หรือ ตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่าง เพียงพอ

4) ว 8.1.4 เลือกวัสดุ เทคนิควิธีอุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึก ในเชิงปริมาณและคุณภาพ

5) ว 8.1.5 เก็บรวบรวม ข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ อย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล

6) ว 8.1.6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

7) ว 8.1.7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูลและประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

8) ว 8.1.8 สร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ หรือ แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ หรือระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบ

9) ว 8.1.9 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

10) ว 8.1.10 นำผลของการสำรวจตรวจ สอบ ที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

11) ว 8.1.11 ตระหนักถึงความสำคัญในการ ที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็นและการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อ สาธารณชนด้วยความถูกต้อง

12) ว 8.1.12 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผลใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือ ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และ ยอมรับว่าความรู้

เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

13) ว 8.1.13 จัดแสดง ผลงาน เขียนรายงาน และ/หรือ อธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

2.2 แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ การสร้างฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ตามหลักสูตรฯ ที่กำหนด นั้นจะต้องรวบรวมแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ที่กระจายอยู่ในระบบอื่น หรือ หลักสูตรอื่น วิเคราะห์และคัดเลือกตามที่ต้องการ ซึ่งจะเป็นแหล่งทรัพยาการเพื่อการเรียนรู้ทั้งในประเทศ และ ต่างๆประเทศ ในรูปเอกสาร ตำรา หรือส่วนใหญ่จะอยู่บนเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศการสื่อสาร

2.3 แบบสอบถามสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา แบบสอบถามที่ใช้เป็นเครื่องมือในขั้นตอนนี้ คือ แบบสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเพื่อประเมินความถูกต้องของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่สร้างขึ้นในรูปเอกสารที่ประกอบด้วยคำถามปลายเปิดเพื่อประเมินหัวข้อหลักทั้ง 4 หัวข้อ ของฐานข้อมูลโดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เพื่อการระบุมาตรฐานข้อที่ต้องการปรับปรุง และ ตอนที่ 2 เพื่อการให้ข้อเสนอแนะโดยรวม

3. วิธีดำเนินการ

วิธีดำเนินการวิจัยสำหรับขั้นเตรียมการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ มีลำดับ คือ

1) การกำหนดโครงสร้างฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ
2) การสืบค้นแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้
3) การจัดทำเอกสารเนื้อหาสาระฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ
4) การสร้างแบบสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
5) การประเมินความถูกต้องด้านเนื้อหา

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การกำหนดโครงสร้างฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ผู้วิจัยดำเนินการกำหนดโครงสร้างฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ดังนี้

ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ประมวลสาระ 4 ถึง 8 และ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ของทุกสาระ กำหนดเป็นโครงสร้างย่อยของฐานข้อมูล โดยยึดหลักการตามแนวทางการพัฒนาหลักสูตรตามมาตรฐานของครูซึ่งครูจะต้องกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียน การประเมินผลการเรียน นำมาสร้างหน่วยและแผนการเรียนรู้ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ที่รับผิดชอบ

ผู้วิจัยออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่จะพัฒนาเป็นฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ประกอบด้วยหัวข้อหลัก 4 หัวข้อ คือ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการการเรียนรู้ หน่วยและแผนการเรียนรู้ ให้มีครบทุกมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

3.2 การสืบค้นแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ การสืบค้นมุ่งไปที่แหล่งเรียนรู้ที่มีอยู่จริงทั้งในประเทศ และ ต่างประเทศเพื่อเป็นตัวอย่างในการวางแผนการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่เหมาะสมกับงานวิจัย วิธีการเข้าถึงแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ที่ต้องการจะใช้ระบบสืบค้นบนเครือค่ายอินเตอร์เน็ต (search engine) ด้วยการใช้คำที่เป็นกุญแจ (key word) ที่เหมาะสมค้นหา และใช้เทคนิคการเชื่อมโยง (link) จากแหล่งเรียนรู้ประเภทจัดหมวดหมู่ (categories) ไปยังแหล่งเรียนรู้อื่นๆ ตามที่ต้องการ

3.3 การจัดทำเอกสารเนื้อหาสาระฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์แหล่งเรียนรู้ที่สืบค้นได้ตามหัวข้อหลักของฐานข้อมูลทั้ง 4 หัวข้อ รวมกับประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย และสังเคราะห์จัดทำเป็นเอกสารเนื้อหาสาระฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ จนครบทุกมาตรฐานฯ แล้วนำเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาแก้ไขทีละหัวข้อหลักจนได้เอกสารเนื้อหาสาระฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่สมบูรณ์ครบตามโครงสร้างที่กำหนดไว้

3.4 การสร้างแบบสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เมื่อผู้วิจัยสร้างเอกสารฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้เสร็จสมบูรณ์แล้วจึงดำเนินการออกแบบและจัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเพื่อประเมินความถูกต้องด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และนำแบบสอบถามฯ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา

วิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไข ผู้วิจัยดำเนินการแก้ไข และ นำแบบสอบถามฯ ที่แก้ไขแล้วเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบขั้นสุดท้าย

3.5 การประเมินความถูกต้องด้านเนื้อหา ผู้วิจัยนำเอกสารฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และ แบบสอบถามความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาไปให้กลุ่มตัวอย่างผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นำแบบสอบถามความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์สรุป ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และ นำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไข จากนั้นจึงนำมาปรับปรุงเนื้อหาสาระฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบแก้ไขขั้นสุดท้าย

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำเอกสารชี้แจงจุดประสงค์ของการวิจัย เอกสารเนื้อหาสาระฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และ แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ประเมิน พร้อมทั้งอธิบาย ทำความเข้าใจในงานวิจัยนี้กับผู้ทรงคุณวุฒิฯ ทุกคน นัดหมายเวลาเก็บข้อมูล และ ไปเก็บข้อมูลด้วยตนเองเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลที่เก็บรวบรวม

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาด้วยค่าสถิติร้อยละ และ การเขียนสรุปเชิงพรรณนา

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ในงานวิจัยของขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในหน่วยงานอุดมศึกษาและสถาบันส่งเสริมการศึกษาระดับชาติ

กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจงเป็นอาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ นักวิชาการในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งทั้งหมดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 คน

2. เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยในขั้นพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ประกอบด้วย

2.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูป คอมพิวเตอร์นั้นนอกจากใช้สืบค้นข้อมูลแล้วยังเป็นเครื่องมือซึ่งใช้ร่วมกับโปรแกรมสำเร็จรูปประเภทสร้างเว็บไซต์ เพื่อสร้างเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ด้วยการสร้างเว็บเพจที่มีทั้ง อักษร ภาพ ภาพเคลื่อนไหว ปอปอัพเมนู (pop-up menu) การเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจอื่นๆ เครื่องมือยังรวมถึงขั้นตอนการอัพโหลด (up load) ข้อมูลบรรจุลงในเว็บเซริฟเวอร์พิรุณ (Pirun web server) อีกด้วย

2.2 เว็บไซต์พิรุณของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้วิจัยใช้การบรรจุฐานข้อมูลลงบนเครื่องแม่ข่ายชื่อว่า พิรุณ (Pirun) ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องที่ให้บริการแก่บุคลากรและนิสิต โดยมีที่อยู่ (URL) ของผู้วิจัย คือ www.pirun.ku.ac.th/~g4686079

2.3 แบบสอบถามสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อใช้ในการประเมินความเหมาะสมของเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ มีลักษณะเป็นแบบสอบถามรายข้อและปลายเปิด แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เพื่อให้ระบุองค์ประกอบของเว็บไซต์ที่ควรปรับปรุงแก้ไข และ ตอนที่ 2 เพื่อให้ข้อเสนอแนะโดยรวมเกี่ยวกับเว็บไซต์

3. วิธีดำเนินการ

ขั้นตอนการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ เป็นการพัฒนาฐานข้อมูลฯ ในรูปเอกสารให้เป็นเว็บไซต์และการประเมินความเหมาะสมของเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ โดยมีลำดับ คือ

1. การสร้างเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ
2. การสร้างแบบสอบถามสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ
3. การประเมินความเหมาะสมด้านเทคโนโลยี

3.1 การสร้างเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเว็บไซต์ตามขั้นตอนดังนี้

1) ออกแบบและจัดทำเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ แล้วนำเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไข

2) นำผลการตรวจแก้ไขมาปรับปรุงจนเหมาะสมเป็นเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

3) นำเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ บรรจุไว้บนเว็บเซริฟเวอร์พิรุณของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยมีที่อยู่ (URL) ของผู้วิจัยคือwww.pirun.ku.ac.th/~g4686079

4) เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความสมบูรณ์และคุณภาพของเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และปรับปรุงแก้ไขจนเป็นเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานจริง

3.2 การสร้างแบบสอบถามสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ วิธีดำเนินงานสร้างแบบสอบถามเริ่มด้วยการออกแบบ แบบสอบถามเพื่อนำไปใช้รวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และนำแบบสอบถามฯ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไข ผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขและนำแบบสอบถามฯ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาขั้นสุดท้าย

3.3 การประเมินความเหมาะสมด้านเทคโนโลยี ผู้วิจัยดำเนินการประเมินความเหมาะสมด้านเทคโนโลยีเป็นขั้นตอนดังนี้

1) ผู้วิจัยนำเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และ แบบสอบถามสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ไปให้กลุ่มตัวอย่างผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศประเมินความเหมาะสมด้านเทคโนโลยีของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

2) นำแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มาวิเคราะห์สรุปผลการประเมินความเหมาะสมด้านเทคโนโลยีของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และนำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไข

3) นำผลการประเมินความเหมาะสมด้านเทคโนโลยี ที่ผ่านการตรวจแก้ไขจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มาปรับปรุงเว็บไซต์ ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบแก้ไขขั้นสุดท้าย

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำเอกสารชี้แจงจุดประสงค์ของการวิจัย เว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และ แบบประเมินความเหมาะสมด้านเทคโนโลยี ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 3 คนพร้อมทั้งชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และ ลักษณะเครื่องมือที่สร้าง นัดหมายเวลาเก็บข้อมูล และ ไปเก็บข้อมูลด้วยตนเองเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาด้วยค่าสถิติร้อยละ และ การเขียนสรุปเชิงพรรณนา

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในงานวิจัยขั้นตอนนี้ ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)

กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอนกลุ่มสระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจงจากโรงเรียนในจังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่นเขต 1 ที่มีความพร้อมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และครูมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สาระต่างๆ แต่ละคนรวมกันครบสาระที่ 4 ถึง 8 และครบทุกระดับชั้น

2. เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยในขั้นศึกษารูปแบบการใช้แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ประกอบด้วย

2.1 เว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ซึ่งได้รับการพัฒนาจนสมบูรณ์ทั้งเนื้อหาและเทคโนโลยีแล้ว

2.2 แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ครู เพื่อใช้ศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรินรู้ฯ ของครู มี 4 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนตัวของครู ด้านสถานภาพ ประสบการณ์ด้านการสอนและด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ แบบสอบถามเป็นแบบสำรวจรายการ (checklist)

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นต่อฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ใน 4 ด้าน คือ ด้านขอบเขตเนื้อหาและข้อมูลในการสืบค้น ด้านรูปแบบการสืบค้นข้อมูล ด้านเทคนิค และ ด้านประโยชน์ของการสืบค้นข้อมูล จำนวนทั้งหมด 24 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า

(rating scale) แต่ละข้อมีมาตราวัด 5 หน่วย จาก มากที่สุด ถึง น้อยที่สุด ใช้คะแนนรวมเป็นเกณฑ์การประเมิน โดยให้คะแนนคำตอบ 5 คะแนน ถึง 1 คะแนน จากคำตอบ มากที่สุด ถึง น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 แบบสอบถามข้อเสนอแนะของครูในการปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด 4 ประเด็น คือ ประเด็นรูปแบบการนำเสนอผ่านเว็บไซต์ของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ ประเด็นเนื้อหาของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ ประเด็นวิธีใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อจัดการเรียนรู้ฯ และ ประเด็นเสนอแนะอื่นๆ

ตอนที่ 4 แบบสัมภาษณ์กลุ่ม (focus group discussion form) เป็นคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับการใช้ฐานข้อมูลฯ คือ วิธีการใช้ฐานข้อมูลฯ ความสะดวกชัดเจนของฐานข้อมูลฯ ปัญหาในการใช้ฐานข้อมูลฯ รูปแบบการใช้ฐานข้อมูลฯ ส่วนของฐานข้อมูลฯ ที่นำไปใช้ประโยชน์ และ ส่วนที่ดีและส่วนที่ต้องปรับปรุงของฐานข้อมูลฯ

2.3 อุปกรณ์ประกอบการสัมภาษณ์กลุ่ม เพื่อให้การสัมภาษณ์ได้รับข้อมูลที่ครบสมบูรณ์ จึงต้องมีอุปกรณ์ประกอบการสัมภาษณ์ คือ เทปบันทึกเสียง เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อไปยังเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

3. วิธีดำเนินการ

วิธีวิจัยสำหรับขั้นศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ มีลำดับการดำเนินการ ดังนี้

1) การสร้างแบบสอบถาม และ แบบสัมภาษณ์ครู
2) การเตรียมการก่อนใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ
3) การใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของกลุ่มตัวอย่างครู
4) การสัมภาษณ์กลุ่ม และ การรวบรวมแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างครู

3.1 การสร้างแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ครู ผู้วิจัยออกแบบและสร้างแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์สำหรับครู เพื่อใช้รวบรวมความคิดเห็น และ รูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครู และนำแบบสอบถาม และ แบบสัมภาษณ์ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไขจนสมบูรณ์

3.2 การเตรียมการก่อนใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ผู้วิจัยติดต่อครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในสาระ 4 ถึง 8 ซึ่งยินดีเป็นกลุ่มตัวอย่าง และดำเนินการออกหนังสือราชการจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถึงสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่นเขต 1 เพื่อขอการสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยกับครูกลุ่มตัวอย่าง แล้วประชุมครูกลุ่มตัวอย่างเพื่อชี้แจงจุดประสงค์ของการวิจัย แนะนำเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และอธิบายการเขียนตอบแบบสอบถามและนัดหมายการสัมภาษณ์ครู เมื่อเสร็จสิ้นการใช้งานฐานข้อมูลแหล่งทรัพยการเพื่อการเรียนรู้ฯ

3.3 การใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของกลุ่มตัวอย่างครู ครูผู้สอนเข้าใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ณ ที่อยู่ (URL) www.pirun.ku.ac.th/~g4686079 อย่างอิสระเป็นเวลาประมาณ 1 เดือนจากนั้นผู้วิจัยนัดหมายครูกลุ่มตัวอย่างประชุมเพื่อรวบรวมแบบสอบถามและเพื่อดำเนินการสัมภาษณ์ โดยที่ระหว่างครูใช้ฐานข้อมูลฯ ผู้วิจัยติดตามการใช้ของครูจากรายงานสถิติการเข้าใช้เว็บไซต์ของเว็บไซต์ชื่อ Statcounter ที่ผู้วิจัยสมัครเป็นสมาชิกไว้ เพื่อสังเกตการเข้าใช้ของครูโดยไม่ทำให้ครูรู้สึกผิดปรกติ

3.4 การสัมภาษณ์กลุ่มและการรวบรวมแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างครู ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ครูพร้อมกันเป็นกลุ่มทีละโรงเรียน แล้วนำแบบสอบถามและผลการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์สรุปรูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และนำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจแก้ไข จากนั้นรวบรวมนำเสนอผลการวิจัยทั้งหมด ในรูปวิทยานิพนธ์

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยจัดประชุมกลุ่มตัวอย่างครูในแต่ละโรงเรียน ครั้งละ 1 โรงเรียน เพื่อรวบรวมแบบสอบถาม และ เพื่อการสัมภาษณ์กลุ่ม (focus group) โดยใช้แบบสัมภาษณ์ครู และใช้การเปิดฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบการสัมภาษณ์ และบันทึกเสียงการแสดงความคิดเห็นของครูตลอดการสัมภาษณ์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาด้วยค่าสถิติร้อยละ และ การเขียนสรุปเชิงพรรณนา

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ผลการวิจัยขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

ขั้นเตรียมการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ เป็นขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูลฯ และวิเคราะห์มาตรฐานหลักสูตรเพื่อจัดทำเนื้อหาสาระของฐานข้อมูลฯ บรรจุลงในโครงสร้างที่ออกแบบไว้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยผ่านการตรวจสอบของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ปรับปรุงแก้ไขทุกขั้นตอน ผลการวิจัยขั้นตอนนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1) ผลการวิจัยการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลฯ
2) ผลการวิจัยการจัดทำเนื้อหาสาระของฐานข้อมูลฯ
3) ผลการประเมินฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และ การปรับปรุงแก้ไข

1. ผลการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

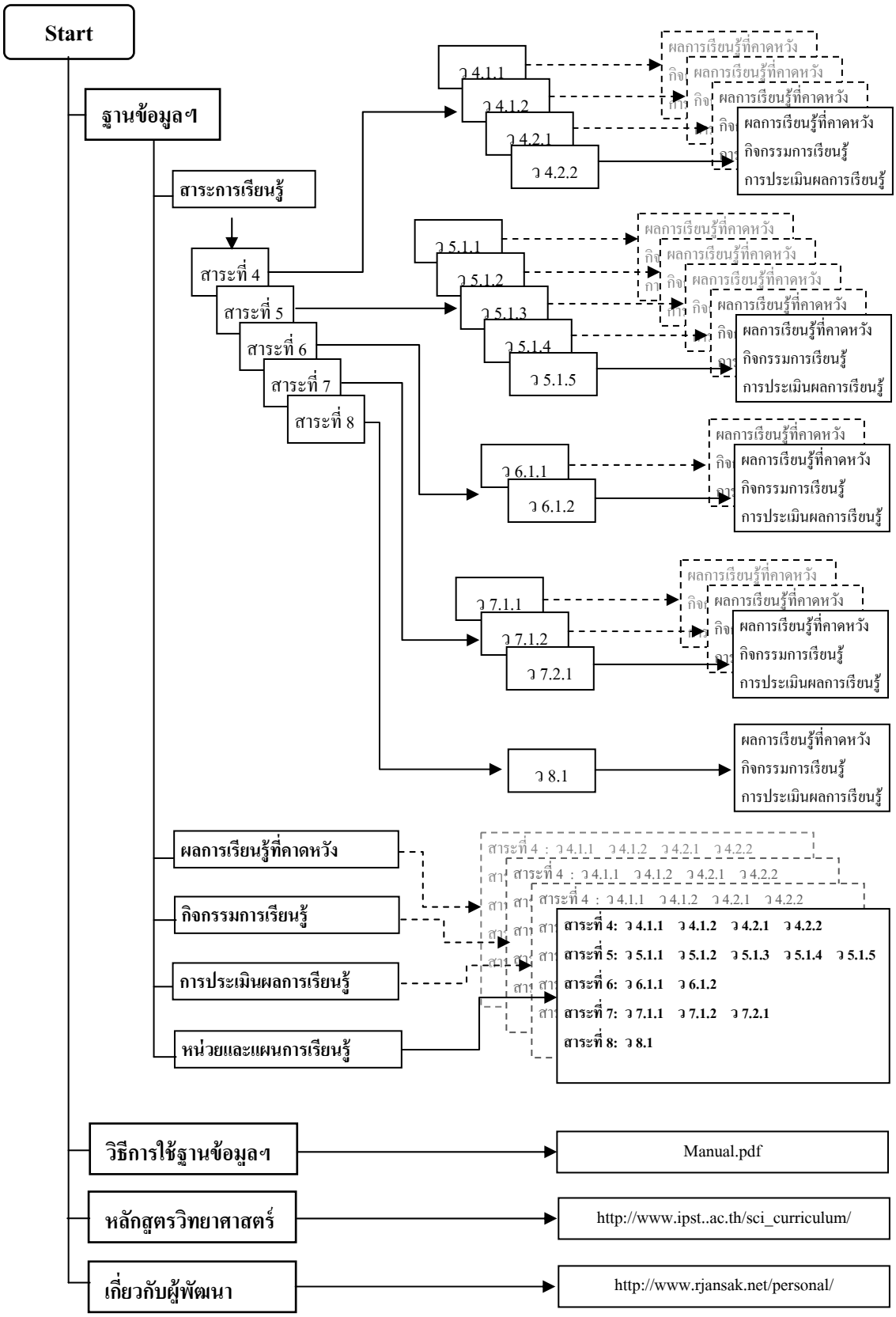
การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลฯ ผู้วิจัยยึดมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 ซึ่งได้แก่

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่
สาระที่ 5 พลังงาน
สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ
สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้วิจัยนำกระบวนการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งครูต้องดำเนินการใช้วางแผนการเรียนรู้นั้น มากำหนดหัวข้อเมนูหลักของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ หัวข้อที่ได้ประกอบด้วย

1) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
2) กิจกรรมการเรียนรู้
3) การประเมินผลการเรียนรู้
4) หน่วยและแผนการเรียนรู้

เพื่อการเข้าถึงข้อมูลตามความต้องการของครู ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างให้เข้าถึงได้สองรูปแบบ คือจากมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นข้อเดียวกัน เข้าถึงข้อมูลได้ใน 3 หัวข้อ คือ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ และ การประเมินผลการเรียนรู้ และ อีกรูปแบบหนึ่ง คือ จากหัวข้อทั้ง 4 หัวข้อ รวมถึงหัวข้อหน่วยและแผนการเรียนรู้ หัวข้อใดหัวข้อหนึ่งเข้าถึงข้อมูลมาตรฐานช่วงชั้นทุกข้อได้ นอกจากนี้ยังสร้างส่วนสนับสนุนการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ เช่น คู่มือการใช้ การติดตั้งโปรแกรมที่จำเป็น การเชื่อมต่อไปยังเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง เว็บบอร์ดเพื่อการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันสำหรับครูผู้ใช้ เป็นต้น โครงสร้างฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่ปรากฏดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 โครงสร้างฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

2. ผลการจัดทำเอกสารเนื้อหาสาระฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

การจัดทำเนื้อหาสาระใน 4 หัวข้อ ผู้วิจัยได้ประมวลจัดทำเนื้อหา จากการค้นคว้าแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ ทั้งในประเทศ และ ต่างประเทศ รวมทั้งนำประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยมาปรับให้เหมาะสม ผลการจัดทำในแต่ละหัวข้อ เป็นดังต่อไปนี้

2.1 หัวข้อผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ผู้วิจัยรวบรวมและประมวลจัดทำเนื้อหาในหัวข้อผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และค้นคว้าแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ด้านวิทยาศาสตร์บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อสกัดรวมเป็นคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สาระที่ 4 ถึง 8 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังรายละเอียดตัวอย่างในตารางที่ 4.1 ถึง 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 4

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.1.1	ข้อ 1 ตรวจสอบเวลาตกของวัตถุใดๆ จากที่สูงเท่ากัน ข้อ 59 ประเมินว่าหลักการทางไฟฟ้าสถิตใช้แก้ปัญหาทางอุตสาหกรรม และ เทคโนโลยี รวมถึงยกระดับคุณภาพชีวิตอย่างไร เช่นเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องกรองอากาศด้วยไฟฟ้า เครื่องตกตะกอน เสื้อผ้าที่ต้านไฟฟ้าสถิต ไฟกระพริบเตือนการขับขี่ ข้อ 75 สืบค้นการกำเนิด และ กลไก การเกิดแสงเหนือแสงใต้
ว 4.1.2	ข้อ 16 ระบุเหตุผลที่สัตว์บางชนิดเคลื่อนไหวบนผิวน้ำได้
ว 4.2.1	ข้อ 7 ตรวจสอบอัตราเร็วการเคลื่อนที่ของสัตว์รอบตัว
ว 4.2.2	ข้อ 17 วิเคราะห์ลักษณะแรงที่กระทำของการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่ายในชีวิตจริง เช่น อาการของสปริงช่วงล่างรถยนต์ การกำทอนเชิงกล (mechanical resonance)ในรถยนต์ สะพาน อาคาร หรือ คลื่นแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นบริเวณเปลือกโลก เป็นต้น

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 5

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 5.1.1	ข้อ 2 ลงข้อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง และ ผลรวมพลังงานกล ของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบการสั่นอย่างง่าย
ว 5.1.2	ข้อ 17 ตรวจสอบสมบัติความเป็นคลื่นของเสียง
ว 5.1.3	ข้อ 15 สืบค้นการออกแบบเรือนกระจก กล้องถ่ายรูป กล้องโทรทรรศน์ ตัวเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ เส้นใยนำแสง ผลกระทบจากความถี่และความยาวคลื่นต่อการเจริญเติบโตของพืช
ว 5.1.4	ข้อ 49 ประเมินคุณและโทษของผู้เดินทางด้วยเครื่องบินซึ่งได้รับรังสีคอสมิก การเอกซเรย์ฟัน การใช้ไอโซโทปกัมมันตรังสีเป็นตัวแสดงร่องรอย การฉายรังสีอาหาร การใช้ฟิชชันหรือฟิวชันเป็นแหล่งพลังงานเชิงพาณิชย์ การวิจัยด้านนิวเคลียร์และอนุภาค
ว 5.1.5	ข้อ 1 สังเกตกัมมันตรังสีจากสารตัวอย่างในหัววัดรังสีแบบคราวน์แชมเบอร์ที่ทำขึ้นเองจากวัสดุอย่างง่าย

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 6

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 6.1.1	ข้อ 2 แสดงการเลื่อนของทวีปจากอดีตเป็นภาพต่อเนื่องให้เห็นการชนกันของแผ่นเปลือกโลกตามแนวการสืบสวนของนักวิทยาศาสตร์
ว 6.1.2	ข้อ 14 จำแนกกลุ่มไดโนเสาร์ ซอริสเชียนส์ (Saurischians) ได้เป็นสองกลุ่มตามช่วงยุคสมัยการเกิด คือ เทอรอพอดส์ (กินเนื้อ) เซอโรพอดส์ (กินพืช)

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 7

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 7.1.1	ข้อ 3 อธิบายวิวัฒนาการของดาวฤกษ์โดยใช้แผนภูมิของเฮอร์ซปลัง-รัสเซลประกอบ
ว 7.1.2	ข้อ 1 สืบค้นและทำแบบจำลองระบบสุริยะ เน้นที่องค์ประกอบ ขนาด และ ตำแหน่งเปรียบเทียบกัน
ว 7.2.1	ข้อ 3 เปรียบเทียบและบอกความแตกต่างระหว่างการศึกษาอวกาศจากบนพื้นโลก และการศึกษาจากตำแหน่งนอกโลก

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 8

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.1	ข้อ 1 ตั้งคำถามก่อนการสำรวจตรวจสอบ หรือ ก่อนการศึกษาค้นคว้าทุกครั้ง
ว 8.1.2	ข้อ 1 คาดการณ์สิ่งที่จะเรียนรู้ได้ล่วงหน้าโดยใช้ความรู้เดิมเป็นเหตุผล
ว 8.1.3	ข้อ 1 สำรวจตรวจสอบเพื่อการเรียนรู้โดยพิจารณาปัจจัย หรือตัวแปรสำคัญตัวแปรที่มีผลต่อปัจจัยอื่น และ ปัจจัยอื่นที่ควบคุมไม่ได้ตามแนวทางที่กำหนดให้
ว 8.1.4	ข้อ 1 ระบุวัสดุอุปกรณ์ เทคนิควิธีใช้ทำการสำรวจตรวจสอบได้ถูกต้อง
ว 8.1.5	ข้อ 1 เก็บรวบรวมข้อมูล และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ
ว 8.1.6	ข้อ 1 จัดกระทำข้อมูลโดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง และเทคนิควิธีที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.7	ข้อ 1 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และ ประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือ สาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการสำรวจตรวจสอบเรื่องที่เรียนรู้
ว 8.1.8	ข้อ 1 สร้างแบบจำลอง สร้างรูปแบบ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์จากความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบเรื่องที่เรียนรู้
ว 8.1.9	ข้อ 1 นำหลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบเรื่องที่กำลังเรียนรู้
ว 8.1.10	ข้อ 1 สร้างคำถามใหม่โดยใช้ผลของการสำรวจตรวจสอบในห้องเรียนที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่เรียนรู้แล้ว
ว 8.1.11	ข้อ 1 อธิบายลงความเห็น สรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อย่างมีส่วนร่วมรับผิดชอบในความถูกต้อง
ว 8.1.12	ข้อ 1 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่กำลังเรียนรู้อย่างมีเหตุผล โดยใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้
ว 8.1.13	ข้อ 1 จัดแสดงผลงานเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงงาน หรือ ชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จากผลการจัดทำข้อมูลคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จำนวน 569 ข้อ โดยผ่านการตรวจแก้ไขของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังรายละเอียดจำนวนตาม ตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 จำนวนผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระที่ 4 ถึง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4	จำนวนผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (ข้อ)
4	ว 4.1.1	101
	ว 4.1.2	18
	ว 4.2.1	36
	ว 4.2.2	47
5	ว 5.1.1	44
	ว 5.1.2	20
	ว 5.1.3	71
	ว 5.1.4	65
	ว 5.1.5	7
6	ว 6.1.1	78
	ว 6.1.2	17
7	ว 7.1.1	7
	ว 7.1.2	6
	ว 7.2.1	5
8	ว 8.1.1	4
	ว 8.1.2	4
	ว 8.1.3	3
	ว 8.1.4	3
	ว 8.1.5	3
	ว 8.1.6	4
	ว 8.1.7	3
	ว 8.1.8	4
	ว 8.1.9	4
	ว 8.1.10	3
	ว 8.1.11	3
	ว 8.1.12	6
	ว 8.1.13	3
	รวม	**569**

2.2 หัวข้อกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยรวบรวมและประมวลจัดทำเนื้อหาในหัวข้อกิจกรรมการเรียนรู้และค้นคว้าแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ด้านวิทยาศาสตร์บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เปรียบเทียบกับประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย เพื่อสกัดรวมเป็นคลังกิจกรรมการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สาระที่ 4 ถึง 8 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายละเอียดตัวอย่างในตารางที่ 4.7 ถึง 4.11 ดังนี้

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 4

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้
ว 4.1.1	ข้อ 1 นักเรียนตรวจสอบการตกของวัตถุศึกษาการตกแบบเสรีโดยทำร่วมกันเป็น กลุ่มย่อย 2-3 คนต่อกลุ่ม ดังนี้ - นำลูกปิงปองสองลูกปล่อยให้ตกจากที่สูงเท่ากันสังเกตเวลาในการตก - นำลูกปิงปองหุ้มด้วยสำลี 1 ลูก และ ที่ไม่ได้หุ้มสำลี 1 ลูก ปล่อยให้ตกจากที่สูงเท่ากันสังเกตเวลาในการตกแต่ละลูก - เปรียบเทียบการตกของการปล่อยระหว่างการปล่อยสองแบบ - ปล่อยถุงทราย 1 และ 2 ถุง เปรียบเทียบกับการปล่อยถุงทราย 1 และ 3 ถุง - วิเคราะห์ผลของแรงต้านทานอากาศต่อการตกของวัตถุ
ว 4.1.2	ข้อ 4 นักเรียนศึกษาแรงนิวเคลียร์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง เช่นในเว็บไซต์ Physics2000
ว 4.2.1	ข้อ 5 นักเรียนจัดกลุ่มๆ ละประมาณ 3 คนออกแบบการทดลองหาค่าความเร่งของวัตถุตกแบบเสรี ดำเนินการทดลอง นำเสนอวิธีการและผลที่ได้หน้าชั้นเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ
ว 4.2.2	ข้อ 6 นักเรียนตรวจสอบหลักการของการเคลื่อนที่แนววงกลม ดังนี้ - สังเกตการเคลื่อนที่ของจุกยางผูกเชือกถูกแกว่งให้เคลื่อนที่เป็นวงกลม และ เมื่อปล่อยมือ เปรียบเทียบแรงบนเส้นเชือกทั้งสองกรณี - สังเกตแนวการเคลื่อนที่ของลูกเหล็กที่เคลื่อนที่ไปตามรางวงกลมและเมื่อหลุดออกจากราง อภิปรายจนสรุปได้ว่าการเคลื่อนที่แนววงกลมมีแรงกระทำ - วาดลูกศรตั้งฉากกับราง ณ ตำแหน่งลูกเหล็กสัมผัส แทนแรงกระทำ ต่อแนวแรงไปตัดกันจนได้ข้อสรุปแรงสู่ศูนย์กลาง

ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 5

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้
ว 5.1.1	ข้อ 1 นักเรียนจำลองสถานการณ์ปรากฏการณ์คลื่น ดังนี้ - โดยนักเรียนจับมือยืนต่อกันเป็นแถววงกลมรอบห้องเรียน - ขยับตัวขึ้นลง ต่อเนื่องกันเป็นปรากฏการณ์คลื่นตามขวาง - ขยับตัวซ้ายขวา ต่อเนื่องกันเป็นปรากฏการณ์คลื่นตามยาว - อภิปรายสรุปความหมายของปรากฏการณ์คลื่น - อภิปรายสรุปการเคลื่อนที่ของตัวกลางในคลื่นตามยาว คลื่นตามขวาง
ว 5.1.2	ข้อ4 นักเรียนแบ่งกลุ่มเลือกเครื่องดนตรีกลุ่มละ 1 ชนิด วิเคราะห์ส่วนต่างๆ ของเครื่องดนตรีนำเสนออธิบายการเกิดเสียงโดยใช้ความรู้และหลักการต่างๆ ของเสียง
ว 5.1.3	ข้อ 4 นักเรียนแบ่งกลุ่มค้นคว้าอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านำเสนอโดยการจัด ป้ายนิเทศ
ว 5.1.4	ข้อ 2 นักเรียนแบ่งกลุ่มค้นคว้าและทำแบบจำลองการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์กลุ่มละ 1 เรื่องจากเรื่องต่อไปนี้ - ปฏิกิริยาฟิวชันของไฮโดรเจน - ปฏิกิริยาฟิชชันของยูเรเนียม - ปฏิกิริยาลูกโซ่ - กระบวนการในเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ - ปฏิกิริยานิวเคลียร์ในดวงอาทิตย์ นักเรียนทุกกลุ่มจัดแสดงแบบจำลองให้กับนักเรียนทั่วไปโดยต้องนำเสนอประกอบแบบจำลองด้วยตนเอง
ว 5.1.5	ข้อ 3 นักเรียนสำรวจรังสีรอบตัวด้วยหัววัดรังสีแบบคราวน์แชมเบอร์อย่างง่าย

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 6

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้
ว 6.1.1	ข้อ 2 นักเรียนเขียนบทความเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรณีของโลก ในเรื่องต่อไปนี้ หรือเรื่องที่นักเรียนสนใจ คนละ 1 เรื่อง - แผ่นดินไหว - คลื่นสึนามิ - ภูเขาไฟ - แผ่นเปลือกโลก - พื้นผิวใต้มหาสมุทร - วิวัฒนาการของเปลือกโลก - การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก
ว 6.1.2	ข้อ 1 นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 3 คน ค้นคว้า ซากดึกดำบรรพ์ที่พบในประเทศกลุ่มละเรื่อง นำมาจัดบอร์ด

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 7

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างผลคลังกิจกรรมการเรียนรู้
ว 7.1.1	ข้อ 2 นักเรียนศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิวชันที่ให้พลังงานออกมาจากดาวฤกษ์
ว 7.1.2	ข้อ 1 นักเรียนค้นคว้าขนาดของระบบสุริยะ และร่วมกันจำลองระบบสุริยะจาก ลูกบอล และลูกปัดขนาดต่างๆ ห้อยบนเพดานห้องให้ตรงตามขนาดและระยะห่าง
ว 7.2.1	ข้อ 3 นักเรียนทั้งห้องร่วมกันจัดบอร์ดนิทรรศการแสดงข้อมูลปัจจุบันที่เกี่ยวกับโลก และอวกาศซึ่งค้นพบโดยโครงการอวกาศต่างๆ เป็นเวลา 1 เดือน

ตารางที่ 4.11 ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 8

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้
ว 8.1.1	ข้อ 1 นักเรียนแบ่งกลุ่มย่อย 3-4 คนตั้งคำถามสำหรับกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ - นักเรียนแต่ละคนเลือกแหล่งข้อมูลที่เป็นพื้นฐานของการตั้งคำถามคนละแหล่ง เช่นจากเนื้อหาวิชาที่เรียนรู้ ข่าวหนังสือพิมพ์ บทความจากวารสาร ภูมิปัญญาท้องถิ่น โครงงานวิทยาศาสตร์ที่ได้รับรางวัล - นักเรียนแต่ละคนวิเคราะห์เรื่องที่สนใจ นำมาเสนอในการประชุมกลุ่มเพื่ออภิปรายถึงปัญหาที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบ หรือค้นคว้าได้ - นักเรียนสมาชิกกลุ่มมีมติเลือกประเด็นปัญหาที่เหมาะสมในการสำรวจตรวจสอบ - นักเรียนทุกคนศึกษาค้นคว้าประเด็นปัญหาที่เลือกให้มีความเข้าใจละเอียดลึกซึ้งอย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ - นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามสำหรับกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์จากประเด็นปัญหาที่เลือก
ว 8.1.2	ข้อ 1 นักเรียนกลุ่มย่อย 3-4 คน สร้างสมมติฐานสำหรับกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ - นักเรียนแต่ละคนค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่ตั้งขึ้นจากประเด็นปัญหาที่สนใจ - นักเรียนอภิปรายในการประชุมกลุ่มในประเด็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ - นักเรียนร่วมกันสร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับสำหรับกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้
ว 8.1.3	ข้อ 1 นักเรียนกลุ่มย่อย 3-4 คน ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลในการกำหนดปัจจัย และ ตัวแปรต่างๆ ดังนี้ - นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเรื่องปัจจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับสมมติฐานที่ตั้งขึ้น - นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดปัจจัยหรือตัวแปรที่สำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์จากข้อสรุปที่ได้จากการอภิปราย - นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานเหตุผลที่กำหนดตัวแปร และปัจจัยต่างๆรวมถึงจำนวนครั้งที่ควรใช้สำรวจตรวจสอบในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ด้วยเอกสาร และ การบรรยายหน้าห้องเรียน - นักเรียนทั้งห้อง และครู ร่วมกันอภิปรายและวิจารณ์การกำหนดตัวแปรและปัจจัยต่างๆ ของโครงงานวิทยาศาสตร์แต่ละโครงงาน - นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการอภิปรายและข้อวิจารณ์ไปปรับปรุงการกำหนดปัจจัยและตัวแปรต่างๆ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ
ว 8.1.4	ข้อ 1 นักเรียนเลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ เพื่อใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบ กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ดังนี้ - นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าชนิดของวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่อยู่ในขอบเขตของปัจจัย และ ตัวแปรต่างๆ ที่กำหนดขึ้นในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ - นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ร่วมกันว่าวัสดุใด เทคนิควิธีใด และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกตการณ์วัดใด เหมาะสมที่จะนำมาใช้สำรวจตรวจสอบปัจจัย และ ตัวแปรต่างๆ ที่กำหนดขึ้น

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้
	- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจกำหนด วัสดุ เทคนิควิธี และ อุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม - นักเรียนแต่ละกลุ่มทำรายงานร่วมกันเป็นเอกสาร เรื่อง วัสดุ เทคนิควิธีและ อุปกรณ์ ที่จะใช้ในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยระบุเหตุผลและแหล่งอ้างอิง - นักเรียนแต่ละกลุ่มเข้าชี้แจง และรับฟังข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับวัสดุ เทคนิควิธี และอุปกรณ์ที่กำหนด จากครูที่ปรึกษาในประเด็นที่จะตรวจสอบได้ถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในประเด็นข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ - นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อเสนอแนะจากครูที่ปรึกษามาปรับปรุงวัสดุเทคนิควิธี และอุปกรณ์ ที่ใช้ในการสังเกตการณ์วัดการสำรวจตรวจสอบให้ถูกต้องทั้งทางกว้าง และลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ
ว 8.1.5	ข้อ 1 นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูล และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบโครงงานวิทยาศาสตร์ ได้อย่างเป็นระบบ มีความเป็นไปได้เหมาะสม และ ถูกต้องดังนี้ - นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันในกลุ่มออกแบบขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ - นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันในกลุ่มกำหนดตารางการเก็บรวบรวมข้อมูล และ บันทึกผลการสำรวจตรวจสอบโครงงานวิทยาศาสตร์ - นักเรียนแบ่งหน้าที่การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการตรวจสอบตามตารางที่กำหนด โดยคำนึงถึงความถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ - นักเรียนประชุมอภิปรายกลุ่มเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้
	หรือความเหมาะสม ของข้อมูลโดยการเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์เพื่อระบุความคลาดเคลื่อนของข้อมูลโดยมีพื้นฐานจากสภาพของวิธีการ เครื่องมือ ผู้ปฏิบัติ และสิ่งแวดล้อม
ว 8.1.6	ข้อ 1 นักเรียนจัดกระทำข้อมูลการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และนำเสนอข้อมูลดังนี้ - นักเรียนอภิปรายในกลุ่มย่อยเพื่อจัดกระทำข้อมูลการสำรวจตรวจสอบเพื่อสามารถรายงานผลด้วยตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง - นักเรียนในกลุ่มรวมกันวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดกระทำแล้วว่าจะนำเสนอด้วยเทคนิควิธีใดจึงจะเหมาะสม - นักเรียนทั้งกลุ่มร่วมกันเตรียมการ และ ดำเนินการนำเสนอข้อมูลตามเทคนิควิธีที่เลือก
ว 8.1.7	ข้อ 1 นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการสำรวจตรวจสอบโครงงานวิทยาศาสตร์ ดังนี้ - นักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่มย่อยวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และ ประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ - นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ - นักเรียนทำรายงานกระบวนการวิเคราะห์ จนได้ข้อสรุปนำมาปรึกษาครูที่ปรึกษา - นักเรียนปรับปรุงกระบวนการวิเคราะห์และผลสรุปตามคำแนะนำจากครูที่ปรึกษา

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้
ว 8.1.8	ข้อ 1 นักเรียนสร้างแบบจำลอง หรือระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ ดังนี้ - นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบ เลือกการสร้างแบบจำลอง ชนิดใด หรือระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูล - นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบหรือสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ จากความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ - นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำแบบจำลอง หรือการระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูล ไปอภิปรายร่วมกันกับครูที่ปรึกษา - นักเรียนนำผลการอภิปรายและข้อแนะนำจากครูที่ปรึกษามาปรับปรุงแบบจำลองหรือแนวโน้มความสัมพันธ์ของข้อมูล
ว 8.1.9	ข้อ 1 นักเรียนพิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ ดังนี้ - นักเรียนกลุ่มย่อยนำค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกตผลการสำรวจตรวจสอบโครงงานวิทยาศาสตร์ - นักเรียนร่วมกันพิจารณา อภิปรายประเด็นความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบจากค่าความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้ - นักเรียนร่วมกันเสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบโดยใช้ความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังกิจกรรมการเรียนรู้
ว 8.1.10	ข้อ 1 นักเรียนสร้างคำถามใหม่นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และในชีวิตจริง ดังนี้ - นักเรียนร่วมกันเสนอปัญหาในสถานการณ์อื่น หรือในชีวิตจริง ที่มีองค์ประกอบของปัญหาที่สอดคล้องเกี่ยวโยงกับผลของการสำรวจตรวจสอบจากโครงงานวิทยาศาสตร์ - นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบสร้างคำถามใหม่ในประเด็นใดได้บ้าง - นักเรียนพิจารณาคำถามใหม่ น่าจะสามารถใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ หรือในชีวิตจริง ข้อใด
ว 8.1.11	ข้อ 2 นักเรียนกลุ่มย่อยร่วมกันอภิปราย เพื่ออธิบาย ลงความเห็น สรุปผลการเรียนรู้ในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ปลายภาคเรียน รับผิดชอบการนำเสนอในที่ประชุมนิทรรศการวิชาการโรงเรียน ด้วยความถูกต้องเป็นสำคัญ
ว 8.1.12	ข้อ 3 นักเรียนเขียนบันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบในชีวิตประจำวันอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้
ว 8.1.13	ข้อ 2 นักเรียนเขียนบทความเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานลงในวารสารโรงเรียนให้ผู้อ่านเข้าใจ

สรุปผลการจัดทำข้อมูลคลังกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 108 ข้อ โดยผ่านการตรวจแก้ไขของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังรายละเอียดจำนวนตาม ตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 จำนวนกิจกรรมการเรียนรู้ สาระที่ 4 ถึง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4	จำนวนกิจกรรมการเรียนรู้ (ข้อ)
4	ว 4.1.1	16
	ว 4.1.2	4
	ว 4.2.1	5
	ว 4.2.2	15
5	ว 5.1.1	6
	ว 5.1.2	5
	ว 5.1.3	4
	ว 5.1.4	5
	ว 5.1.5	4
6	ว 6.1.1	7
	ว 6.1.2	5
7	ว 7.1.1	3
	ว 7.1.2	4
	ว 7.2.1	3
8	ว 8.1.1	1
	ว 8.1.2	1
	ว 8.1.3	1
	ว 8.1.4	1
	ว 8.1.5	1
	ว 8.1.6	1
	ว 8.1.7	1
	ว 8.1.8	1
	ว 8.1.9	1
	ว 8.1.10	1
	ว 8.1.11	3
	ว 8.1.12	6
	ว 8.1.13	3
	รวม	**108**

2.3 หัวข้อการประเมินผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยรวบรวมและประมวลจัดทำเนื้อหาในหัวข้อการประเมินผลการเรียนรู้ของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และค้นคว้าแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ด้านวิทยาศาสตร์บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เปรียบเทียบกับประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย เพื่อสกัดรวมเป็นคลังการประเมินผลการเรียนรู้โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สาระที่ 4 ถึง 8 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายละเอียดตัวอย่างในตารางที่ 4.13 ถึง 4.17 ดังนี้

ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 4

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้
ว 4.1.1	ข้อ 1 การวาดภาพจินตนาการของสนามโน้มถ่วงของระบบสุริยะจักรวาล ด้วยการใช้ดินสอ หรือดินสอสี ที่แสดงถึงลักษณะสนามโน้มถ่วงที่นักเรียนเรียนรู้ คือ - วัตถุทุกอันมีสนามโน้มถ่วงอยู่โดยรอบ - ค่าสนามโน้มถ่วงแปรผกผันกับระยะห่างกำลังสอง
ว 4.1.2	ข้อ 2 การบรรยายสมบัติของแรงนิวเคลียร์ในเรื่องต่อไปนี้ - ข้อแตกต่างระหว่างสมบัติแรงนิวเคลียร์และแรงพื้นฐานอื่น - เหตุผลที่ยืนยันว่ามีแรงนิวเคลียร์อยู่จริง
ว 4.2.1	ข้อ 3 การวัดอัตราเร็วการเคลื่อนที่ของสัตว์ คือ - เลือกสัตว์สามชนิด ที่มีอัตราเร็วน้อย ปานกลาง และ มากที่ไม่เป็นอันตราย - ออกแบบการวัดอัตราเร็วสัตว์โดยให้สัตว์เคลื่อนที่เป็นธรรมชาติ - ดำเนินการวัดและคำนวณได้ถูกต้อง
ว 4.2.2	ข้อ 2 การทำเครื่องจับเวลาอย่างง่ายจากวัสดุที่กำหนดได้ คือ - ใช้ก้อนหินและเชือกที่กำหนดให้ - ใช้เชือกผูกก้อนหินทำเป็นลูกตุ้ม - ห้อยลูกตุ้มกับตำแหน่งที่มั่นคง - มีการทำเครื่องหมายความยาวเชือกเพื่อเปลี่ยนแปลงเวลาครบหนึ่งรอบ

ตารางที่ 4.14 ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 5

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้
ว 5.1.1	ข้อ 3 การคำนวณอัตราเร็วคลื่นได้เมื่อกำหนดความถี่และความยาวคลื่นให้
ว 5.1.2	ข้อ 6 การแสดงตัวอย่างการทำให้เกิดเสียงแปลกๆ จากวัสดุหรือวิธีการต่างๆ และอธิบายการเกิดเสียงของต้นกำเนิดเสียงนั้นๆ ได้ โดยใช้ความรู้เรื่อง การเกิดเสียงได้
ว 5.1.3	ข้อ 5 การระบายสีในภาพสิ่งต่างๆ ในกรณีที่สามารถมองเห็นรังสีอินฟราเรดเป็น สีแดง โดยใช้ความรู้สมบัติของรังสีอินฟราเรดประกอบได้ถูกต้อง
ว 5.1.4	ข้อ 4 การเลือกที่จะใช้หรือไม่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย ได้อย่างมีเหตุผลที่ดีประกอบ
ว 5.1.5	ข้อ 2 การแสดงละครเรื่องการค้นพบและการศึกษากัมมันตภาพรังสีของนักวิทยาศาสตร์โดยเขียนบทจากประวัตินักวิทยาศาสตร์และสอดแทรกความรู้เรื่องกัมมันตภาพรังสี

ตารางที่ 4.15 ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 6

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้
ว 6.1.1	ข้อ 4 การแสดงบทบาทสมมติในการป้องกันอันตรายให้พ้นภัยในเหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรณี เช่น แผ่นดินไหว น้ำป่าไหลหลาก โคลนถล่ม คลื่นสึนามิ ฯลฯ
ว 6.1.2	ข้อ 5 การทำแผนที่ธรณีวิทยาท้องถิ่น ณ ตำบลที่บ้านนักเรียนตั้งอยู่ได้ชัดเจน ตามสภาพจริง

ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 7

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	**ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้**
ว 7.1.1	ข้อ 3 การสร้างแบบจำลองดาวฤกษ์ขนาดใหญ่แสดงโครงสร้างภายในที่เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานได้ชัดเจนสมจริง
ว 7.1.2	ข้อ 2 การรวบรวมวัตถุขนาดต่างๆ นำมาแทนขนาดเปรียบเทียบกับระบบสุริยะ กาแล็กซี และ เอกภาพได้อัตราส่วนที่ตรงกับอัตราส่วนจริง
ว 7.2.1	ข้อ 1 การทำรายงานความรู้ใหม่ๆ จากกล้องดูดาวอวกาศฮับเบิล กล้องโทรทรรศน์รังสีเอกซ์ รังสีอินฟราเรด และกล้องโทรทรรศน์วิทยุ ด้วยข้อมูลที่ค้นคว้าจากเทคโนโลยีสารสนเทศคนละ 1 เรื่อง ได้ครอบคลุมถูกต้องเป็นตัวของตัวเอง

ตารางที่ 4.17 ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 8

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	**ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้**
ว 8.1.1	ข้อ 1 การตั้งคำถามโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความสนใจ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันเป็นพื้นฐาน เป็นคำถามที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ในเรื่องที่ต้องการศึกษา
ว 8.1.2	ข้อ 1 การเขียนสมมติฐานที่ระบุทฤษฎี หรือระบุการคาดการณ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษา หรือระบุแบบจำลอง รูปแบบไว้ ชัดเจนสอดคล้องตรงกันจนนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบได้

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้
ว 8.1.3	ข้อ 1 การค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต้องเป็น ดังนี้ - มุ่งเน้นพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรที่สำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ อย่างครอบคลุมในเรื่องที่ศึกษา - กำหนดจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบซ้ำได้เหมาะสมที่จะทำให้ผลการศึกษามีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ
ว 8.1.4	ข้อ 1 การเลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ เพื่อใช้ในการสังเกตการณ์ หรือการวัดการสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับเรื่องที่ศึกษาและสภาพของนักเรียน โดยคำนึงถึงคำตอบซึ่งต้องมีทั้งเชิงกว้าง และ เชิงลึก มีทั้งปริมาณและคุณภาพ
ว 8.1.5	ข้อ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจสอบโดยมีขั้นตอน ดังนี้ - ดำเนินการอย่างเป็นระบบ และถูกต้องตามที่วางแผนไว้ บนพื้นฐานของหลักปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ - บันทึกผลการสำรวจครอบคลุมทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทุกผลการสำรวจ - ตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม ความผิดพลาดของข้อมูลสม่ำเสมอตลอดการดำเนินงาน
ว 8.1.6	ข้อ 1 การจัดกระทำข้อมูลที่แสดงให้เห็น คือ - การคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง - การนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสมกับเรื่องที่ศึกษา
ว 8.1.7	ข้อ 1 การนำข้อมูลที่ได้ตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยมีองค์ประกอบดังนี้ - การวิเคราะห์ข้อมูลที่ละเอียดรอบคอบ ใช้หลักการทางสถิติที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4		ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้
		- การแปรความหมายข้อมูลต้องอยู่บนพื้นฐานของความไม่ลำเอียงคือตรงตามข้อมูลที่สำรวจตรวจสอบได้เท่านั้นในการสำรวจตรวจสอบเรื่องที่เรียนรู้ - การสรุปต้องประเมินความสอดคล้องในสาระสำคัญที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ตั้งไว้
ว 8.1.8	ข้อ 1	การเลือกวิธีการพัฒนาข้อสรุปที่ได้ให้มีความชัดเจนเป็นรูปธรรม ดังนี้ - การสร้างแบบจำลองหรือรูปแบบจากข้อสรุปที่ได้ - การสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ หรือ สมการที่มีความสัมพันธ์ตามข้อสรุป - การระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ไม่ซับซ้อนทำให้เข้าใจข้อสรุปโดยง่าย
ว 8.1.9	ข้อ 1	การพิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบด้วยหลักการ ดังนี้ - การพิจารณาความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกตโดยแยกสาเหตุเป็น เทคนิควิธี เครื่องมืออุปกรณ์ ผู้สังเกตการณ์และสิ่งแวดล้อม - การเสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบได้ดีและเหมาะสม
ว 8.1.10	ข้อ 1	การสร้างคำถามใหม่เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริงด้วยการใช้ผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้โดยพิจารณาทั้งวิธีการ และองค์ความรู้พื้นฐาน ที่สอดคล้องกันสามารถยอมรับความเป็นไปได้

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	ตัวอย่างคลังการประเมินผลการเรียนรู้
ว 8.1.11	ข้อ 1 การตระหนักถึงความสำคัญในการมีส่วนร่วมรับผิดชอบการเผยแพร่ผลการสำรวจตรวจสอบ พิจารณาจาก - การร่วมรับผิดชอบอธิบาย ร่วมลงความเห็น จนนำไปสู่การสรุปผลการเรียนรู้การสำรวจตรวจสอบ - การร่วมนำเสนอผลการเรียนรู้ที่ได้ต่อเพื่อนนักเรียนและนักเรียนทั่วไปอย่างตรงตามผลที่ได้โดยไม่ลำเอียงให้ผลงานเป็นตามใจหวัง
ว 8.1.12	ข้อ 1 การบันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ ด้วยขั้นตอนดังนี้ - มีเหตุผลใช้พยานหลักฐานอ้างอิงไม่โน้มเอียงไปตามความคาดหวัง - ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ ยืนยันผลที่สำรวจตรวจสอบได้ - อภิปรายสนับสนุนการสำรวจตรวจสอบที่มีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่ซึ่งอาจโต้แย้งความรู้เดิม - แสดงความสนใจที่จะทำการสำรวจตรวจสอบอย่างระมัดระวังเพื่อการยอมรับผลการสำรวจตรวจสอบความรู้ใหม่
ว 8.1.13	ข้อ 1 การแสดงผลงาน ด้วยการจัดแสดงนิทรรศการ เขียนรายงาน หรือนำเสนอผลงาน เกี่ยวกับ แนวคิด กระบวนการ และผลการทำโครงงาน หรือชิ้นงานให้ครู เพื่อนนักเรียน และนักเรียนทั่วไปเข้าใจได้ดีและเหมาะสม

สรุปผลการจัดทำข้อมูลคลังการประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 109 ข้อ โดยผ่านการตรวจแก้ไขของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังรายละเอียดจำนวน ตามตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 จำนวนการประเมินผลการเรียนรู้ สาระที่ 4 ถึง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4	จำนวนการประเมินผลการเรียนรู้ (ข้อ)
4	ว 4.1.1	13
	ว 4.1.2	4
	ว 4.2.1	8
	ว 4.2.2	7
5	ว 5.1.1	6
	ว 5.1.2	11
	ว 5.1.3	6
	ว 5.1.4	6
	ว 5.1.5	6
6	ว 6.1.1	7
	ว 6.1.2	6
7	ว 7.1.1	6
	ว 7.1.2	5
	ว 7.2.1	5
8	ว 8.1.1	1
	ว 8.1.2	1
	ว 8.1.3	1
	ว 8.1.4	1
	ว 8.1.5	1
	ว 8.1.6	1
	ว 8.1.7	1
	ว 8.1.8	1
	ว 8.1.9	1
	ว 8.1.10	1
	ว 8.1.11	1
	ว 8.1.12	1
	ว 8.1.13	1
	รวม	**109**

2.4 หัวข้อหน่วยและแผนการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้รวบรวมแหล่งเรียนรู้ที่เป็นเว็บไซต์ที่มีเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ หรือ แผนการเรียนรู้ทั้งในประเทศ และ ต่างประเทศ ซึ่งหน่วยหรือแผนการเรียนรู้หนึ่งๆ อาจสนองการเรียนรู้ตามมาตรฐานช่วงชั้นมากกว่าหนึ่งมาตรฐาน จึงตั้งชื่อหน่วยหรือแผนการเรียนรู้นั้นขึ้นใหม่ และจำแนกออกเป็นสาระ รวมเป็นคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้ ดังตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้ในตารางที่ 4.19 ถึง 4.23

ตารางที่ 4.19 ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 4

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4	**ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้/URL**
ว 4.1.1 ว 4.1.2 ว 4.2.1 และ ว 4.2.2	ข้อ 1 แรง www.bced.gov.bc.ca/irp/apph1112/11folms.htm ข้อ 18 สนามแม่เหล็กกับการงอกของเมล็ดพืช science.nasa.gov/headlines/y2002/15may_maggrav.htm ข้อ 26 ดิ่งนรก www.rmutphysics.com/charud/scibook/mythphysics/ picture/1-freefall/index1.htm

ตารางที่ 4.20 ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 5

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4	**ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้/URL**
ว 5.1.1 ว 5.1.2 ว 5.1.3 ว 5.1.4 และ ว 5.1.5	ข้อ 1 สมบัติของคลื่น trackstar.4teachers.org/trackstar/ts/viewTrack.do?number=3831 ข้อ 4 เสียงผ่านวัตถุได้อย่างไร www.teachervision.fen.com/science/lesson-plan/342.html?detoured=1 ข้อ 15 ดวงอาทิตย์เดือด school.discovery.com/lessonplans/programs/savagesun

ตารางที่ 4.21 ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 6

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	**ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้/URL**
ว 6.1.1 และ ว 6.1.2	ข้อ 6 เรียนรู้แผ่นดินไหวเพื่อเตรียมตัวในอนาคต school.discovery.com/lessonplans/programs/earthquakes ข้อ 18 มีชีวิตอยู่บนดาวเคราะห์ไฟ volcano.und.nodak.edu/vwdocs/msh/llc/hr/hrl/lfp.html ข้อ 26 ยุคน้ำแข็ง school.discovery.com/lessonplans/programs/iceage ข้อ 38 รถกับน้ำมันในอนาคต school.discovery.com/lessonplans/programs/energyandcars

ตารางที่ 4.22 ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 7

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	**ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้/URL**
ว 7.1.1 ว 7.1.2 และ ว 7.2.1	ข้อ 1 สร้างดาวของเราขึ้นเอง www.seed.slb.com/en/scictr/lab/byo_star/index.htm ข้อ 11 วัดขนาดทางดาราศาสตร์ school.discovery.com/lessonplans/programs/scale ข้อ 21 สงครามล้างโลก school.discovery.com/lessonplans/programs/warofworlds

ตารางที่ 4.23 ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 8

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4	**ตัวอย่างคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้/URL**
ว 8.1.1 ว 8.1.2	ข้อ 1 แบบฝึกหัดสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
ว 8.1.3 ว 8.1.4	www.biologycorner.com/worksheets/
ว 8.1.5 ว 8.1.6	scientificmethodstories.html
ว 8.1.7 ว 8.1.8	ข้อ 4 ความปลอดภัยในการทดลอง
ว 8.1.9 ว 8.1.10	www.biologycorner.com/worksheets/safety.html
ว 8.1.11 ว 8.1.12	ข้อ 5 แบบฝึกหัดวิเคราะห์มิติ
และ ว 8.1.13	www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/
	Lessons/Science/Process_Skills/SPS0037.html
	ข้อ7 การแสดงทางวิทยาศาสตร์
	www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/
	Science/Process_Skills/SPS0007.html
	ข้อ 12 กิจกรรมสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
	www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/
	Science/Process_Skills/SPS0001.html
	ข้อ 24 อาทิตย์เที่ยงวัน
	www.k12science.org/noonday
	ข้อ 27 โครงงานวิทยาศาสตร์กายภาพ
	www.stemnet.nf.ca/sciencefairs/physsi.html

สรุปผลการจัดทำข้อมูลคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจำนวน 189 ข้อ โดยผ่านการตรวจแก้ไขของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังรายละเอียดจำนวน ตามตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 จำนวนหน่วยและแผนการเรียนรู้ สาระที่ 4 ถึง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4	จำนวนหน่วยและแผนการเรียนรู้ (ข้อ)
4	ว 4.1.1 ว 4.1.2 ว 4.2.1 และ ว 4.2.2	57
5	ว 5.1.1 ว 5.1.2 ว 5.1.3 ว 5.1.4 และ ว 5.1.5	29
6	ว 6.1.1 และ ว 6.1.2	38
7	ว 7.1.1 ว 7.1.2 และ ว 7.2.1	38
8	ว 8.1.1 ว 8.1.2 ว 8.1.3 ว 8.1.4 ว 8.1.5 ว 8.1.6 ว 8.1.7 ว 8.1.8 ว 8.1.9 ว 8.1.10 ว 8.1.11 ว 8.1.12 และ ว 8.1.13	27
	รวม	**189**

3. ผลการประเมินฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

ผู้วิจัยนำเอกสารฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่จัดทำเสร็จและผ่านการตรวจพิจารณาจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว พร้อมทั้งแบบสอบถามสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิทยาศาสตร์ ไปให้กลุ่มตัวอย่างผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจง เป็นอาจารย์ฟิสิกส์ และ ดาราศาสตร์ ระดับอุดมศึกษา จำนวน 3 ท่าน ดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน

ท่านที่	ชื่อผู้ทรงคุณวุฒิฯ	หน่วยงานที่สังกัด
1	อ.ดร.จันทร์เพ็ญ โทมัส	ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2	รศ.ดร.วิทยา อมรกิจบำรุง	ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3	อ.ดร.อรรุจี เหมือนวงศ์	ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

จากแบบประเมินฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ทั้ง 3 ท่านได้นำมาประมวล สรุปความคิดเห็นข้อเสนอแนะ และ ผู้วิจัยนำมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ดังตารางที่ 4.26 ถึง 4.29 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.26 สรุปผลการประเมินเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้ทรงคุณวุฒิฯ และ การแก้ไขฐานข้อมูลหัวข้อผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้น	ผู้ทรงคุณวุฒิฯ/ข้อเสนอแนะ			การแก้ไขตามผู้ทรงคุณวุฒิฯ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
ว 4.1.1	- จัดกลุ่มเนื้อหาใหม่ให้เป็นลำดับ	-	-	- แก้ไข
ว 4.1.2	-	- แยกแรงระหว่างอนุภาคออกจากแรงนิวเคลียร์	-	- ไม่แก้ไข
ว 5.1.5	-	- เพิ่มเรื่องหน่วยการวัดรังสี	-	- ไม่แก้ไข

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ผู้ทรงคุณวุฒิฯ/ข้อเสนอแนะ			การแก้ไขตามผู้ทรงคุณวุฒิฯ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
ว 7.1.1	-	-	- ข้อความที่ถูกต้องคือ การขยายตัวของเอกภพรังสีคอสมิกพื้นหลัง การมีอยู่และปริมาณของไฮโดรเจน และฮีเลียม	- แก้ไข
			- คำผิด เฮอท์ซปลัง-รัสเซล คำที่ถูก คือ เฮิร์ทสปรัง-รัสเซล	- แก้ไข
			- คำผิด การพังทลายของสนามโน้มถ่วง คำที่ถูกคือ การยุบตัวภายใต้สนามความโน้มถ่วง (gravitational collapse)	- แก้ไข
			- เทคนิคอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ซับซ้อนเกินไปนักเรียนมัธยมปลาย	- ไม่แก้ไข
ว 7.1.2	-	-	- เพิ่มระยะทางในหน่วย พาร์เซค หน่วยดาราศาสตร์ ระยะทางเชิงมุม และเทคนิคพารัลแลกซ์	- ไม่แก้ไข
			- คำที่ถูกต้องของ celestial body คือ วัตถุท้องฟ้า	- แก้ไข
			- เพิ่มเนื้อหาเกี่ยวกับการโคจรเป็นวงรี	- ไม่แก้ไข
ว 7.2.1	-	-	- เพิ่มกล้องโทรทรรศน์อวกาศรังสีเอกซ์ อินฟราเรด กล้องโทรทรรศน์วิทยุบนโลก	- ไม่แก้ไข

จากตารางที่ 4.26 จะเห็นว่าผู้ทรงคุณวุฒิฯได้ให้ข้อเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาหัวข้อผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จำนวนทั้งสิ้น 6 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น คือ ว 4.1.1, ว 4.1.2, ว 5.1.5, ว 7.1.1, ว 7.1.2 และ ว 7.2.1 ซึ่งข้อเสนอแนะทั้งหมดเป็นข้อเสนอแนะที่ดีและผู้วิจัยได้นำไปปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่อยู่ภายในขอบเขตของมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์ของการวิจัย และ แก้ไขส่วนที่สามารถหาความรู้พื้นฐานได้เพียงพอ

ตารางที่ 4.27 สรุปผลการประเมินเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้ทรงคุณวุฒิฯ และ การแก้ไขฐานข้อมูลหัวข้อกิจกรรมการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ผู้ทรงคุณวุฒิฯ/ข้อเสนอแนะ			การแก้ไขตามผู้ทรงคุณวุฒิฯ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
ว 4.1.1	-	- เพิ่มการวัดหน่วยสากล ความละเอียดในการวัด และความคลาดเคลื่อน	-	- แก้ไข
ว 5.1.4	-	- แยก classical Physics และ Modern Physics ออกจากกันให้ชัดเจน	-	- ไม่แก้ไข
ว 7.2.1	-	-	- เพิ่มกิจกรรมการสำรวจอวกาศในช่วงคลื่นอื่น	- ไม่แก้ไข

จากตารางที่ 4.27 จะเห็นว่าผู้ทรงคุณวุฒิฯได้ให้ข้อเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาหัวข้อกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวนทั้งสิ้น 3 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น คือ ว 4.1.1, ว 5.1.4 และ ว 7.2.1 ซึ่งข้อเสนอแนะทั้งหมดเป็นข้อเสนอแนะที่ดีและผู้วิจัยได้นำไปปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่อยู่ภายในขอบเขตของมาตรฐานการเรียนรู้ และ แก้ไขส่วนที่สามารถหาความรู้พื้นฐานได้

ตารางที่ 4.28 สรุปผลการประเมินเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้ทรงคุณวุฒิฯ และ การแก้ไขฐานข้อมูลหัวข้อคลังการประเมินผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ผู้ทรงคุณวุฒิฯ/ข้อเสนอแนะ			การแก้ไขตามผู้ทรงคุณวุฒิฯ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
ว 5.1.4	-	- เพิ่มประโยชน์จาก Modern Physics	-	- ไม่แก้ไข
ว 7.2.1	-		- เพิ่มการรายงานกล้องโทรทรรศน์ในช่วงคลื่นวิทยุ รังสีเอกซ์ รังสีอินฟราเรด	- ไม่แก้ไข

จากตารางที่ 4.28 จะเห็นว่าผู้ทรงคุณวุฒิฯได้ให้ข้อเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาหัวข้อคลังการประเมินผลการเรียนรู้ จำนวนทั้งสิ้น 2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น คือ ว 5.1.4 และ ว 7.2.1 ซึ่งข้อเสนอแนะทั้งหมดเป็นข้อเสนอแนะที่ดี แต่บางส่วนผู้วิจัยไม่ได้นำไปปรับปรุงแก้ไข เพราะอยู่ในส่วนที่เกินขอบเขตของมาตรฐานการเรียนรู้ และยังหาความรู้พื้นฐานไม่ได้พอเพียง

ตารางที่ 4.29 สรุปผลการประเมินเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้ทรงคุณวุฒิฯ และ การแก้ไขฐานข้อมูลหัวข้อหน่วยและแผนการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ผู้ทรงคุณวุฒิฯ/ข้อเสนอแนะ			การแก้ไขตามผู้ทรงคุณวุฒิฯ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
ว 7.1.2	-	-	- แก้คำจักรวาลวิทยา เป็นเอกภพวิทยา	- แก้ไข

จากตารางที่ 4.29 จะเห็นว่าผู้ทรงคุณวุฒิฯได้ให้ข้อเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาหัวข้อหน่วยและแผนการเรียนรู้ จำนวนทั้งสิ้น 1 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น คือ ว 7.2.1 ซึ่งผู้วิจัยได้นำไปปรับปรุงแก้ไข

ผลการวิจัยขั้นที่ 2 ขั้นการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

ขั้นการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยพัฒนาเอกสารฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ให้อยู่ในรูปเว็บไซต์ โดยการออกแบบและสร้างเว็บไซต์ และนำผลจากขั้นที่ 1 คือเอกสารฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ บรรจุลงในเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้น และนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ประเมินความเหมาะสมของการใช้งาน ผลการวิจัยในขั้นที่ 2 นี้ จึงแบ่งได้ 2 ส่วน

1. ผลการสร้างเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ
2. ผลการประเมินเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนสารสนเทศ

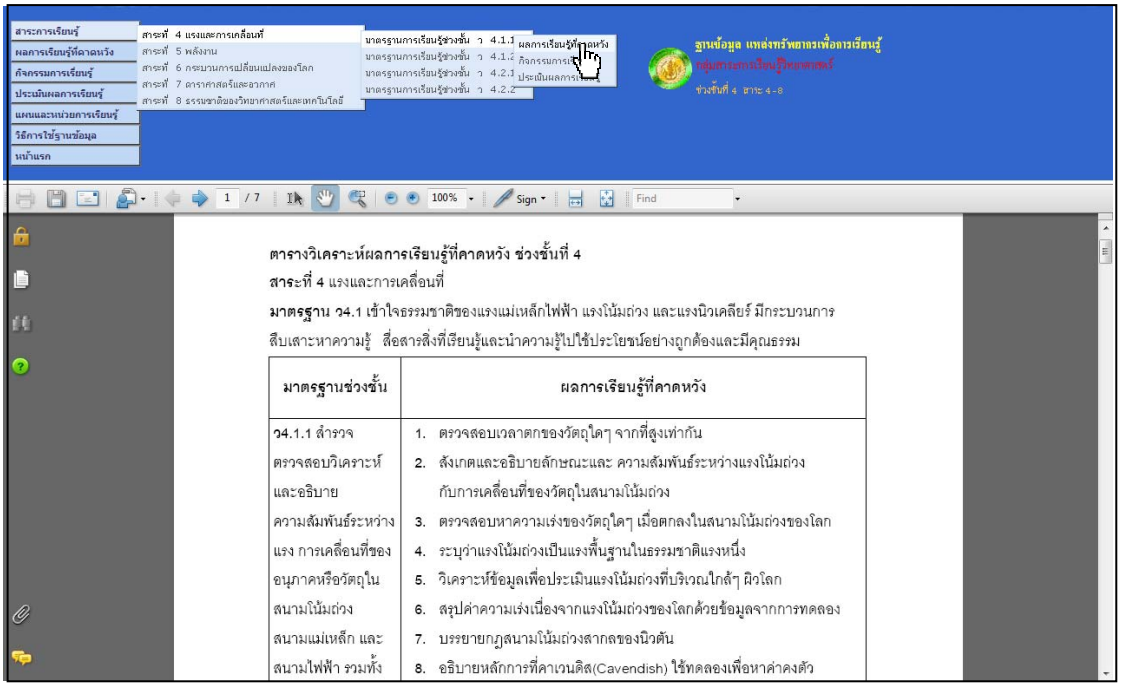
1. ผลการสร้างเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

ผลการวิจัยจากขั้นที่ 1 คือฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ในรูปเอกสารซึ่งผ่านการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ทำการแก้ไขเนื้อหาและผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบแล้ว ผู้วิจัยนำฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่สมบูรณ์นี้มาออกแบบและจัดทำในรูปของเว็บไซต์ ซึ่งยึดโครงสร้างของฐานข้อมูลฯ ที่ได้ออกแบบไว้ ใช้แนวคิดการเข้าถึงฐานข้อมูลด้วยความสะดวก มาเป็นหลักในการสร้าง เช่น กำหนดให้เมนูเป็นแบบปอปอัพ (pop-up menu) เป็นต้น จนได้เว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และนำขึ้นไว้ที่เว็บเซริฟเวอร์พิรุณโดยมีที่อยู่ (URL) ของผู้วิจัย คือ www.pirun.ku.ac.th/~g4686079 ซึ่งปรากฏผลดังภาพตัวอย่าง ภาพที่ 2 ถึง 11 ต่อไปนี้

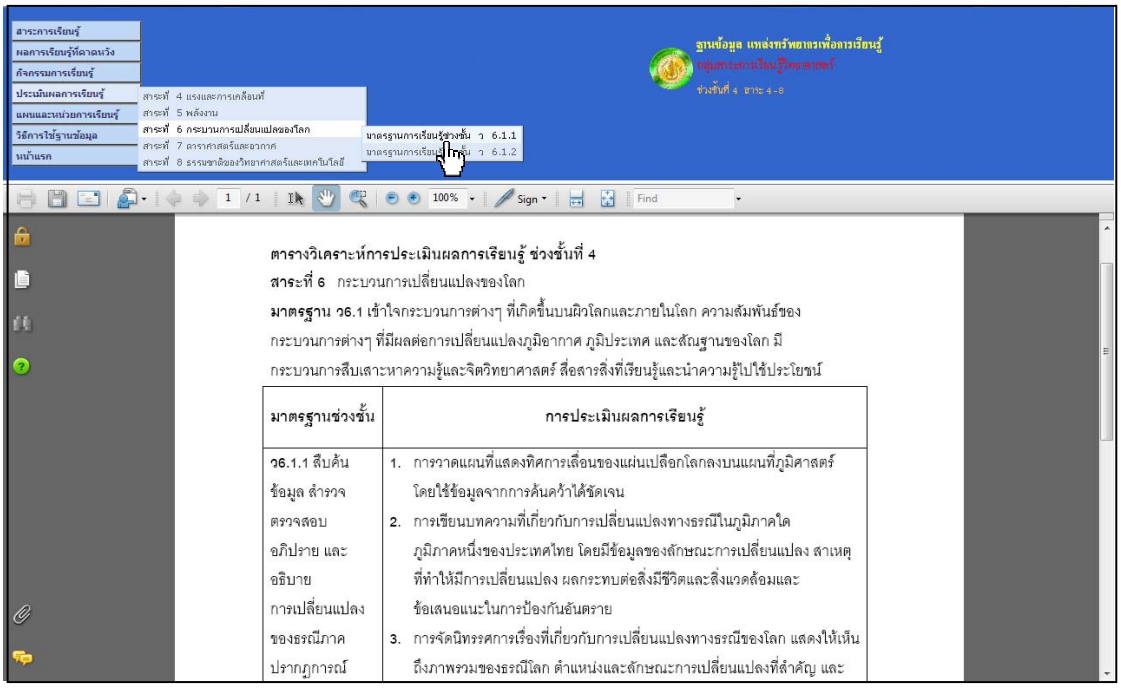
ภาพที่ 4.2 หน้าจอโฮมเพจฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

ภาพที่ 4.3 หน้าจอเว็บเพจฐานข้อมูลฯ แสดงเมนูแบบป๊อปอัพ (pop-up menu)
ที่ใช้เข้าถึงข้อมูลที่ต้องการ

ภาพที่ 4.4 หน้าจอแสดงการเข้าถึงฐานข้อมูลฯ ทั้ง 3 หัวข้อที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นเดียวกัน

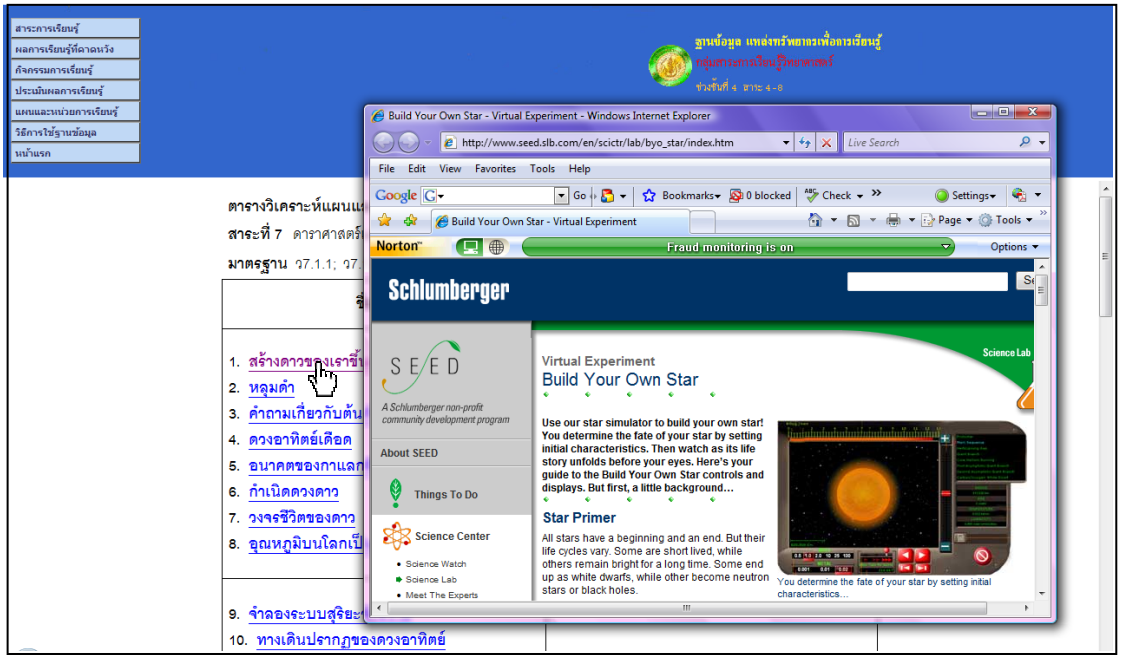


ภาพที่ 4.5 หน้าจอแสดงข้อมูลจากฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ในรูปเอกสารไฟล์ pdf

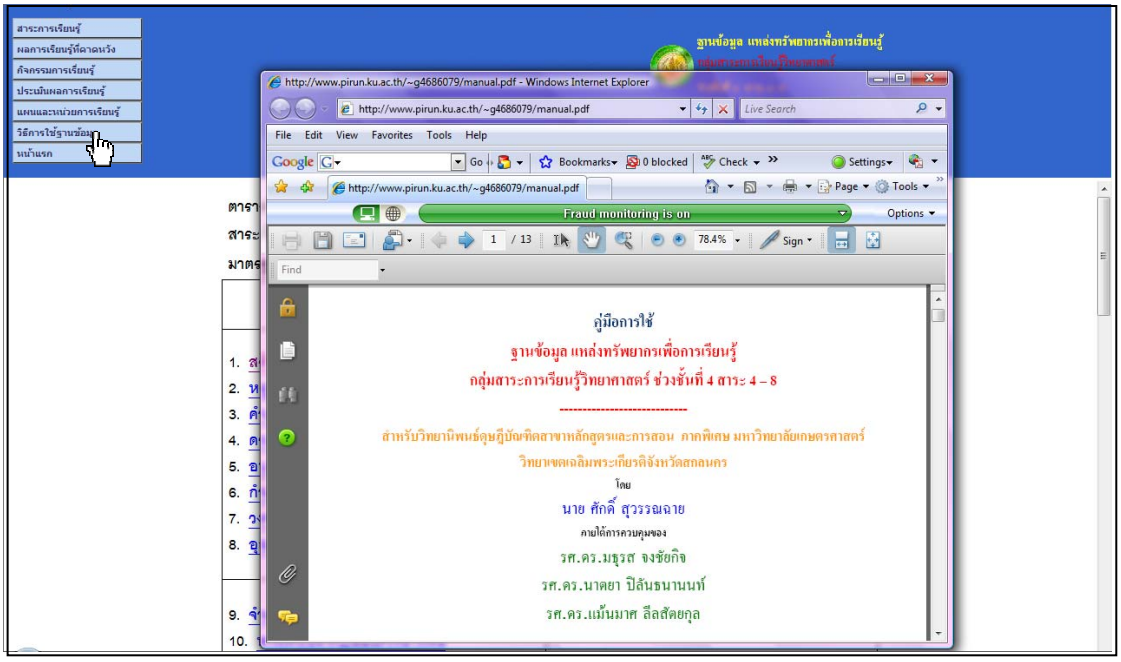


ภาพที่ 4.6 หน้าจอแสดงการเข้าถึงข้อมูลมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ซึ่งเป็นข้อมูลหัวข้อเดียวกัน

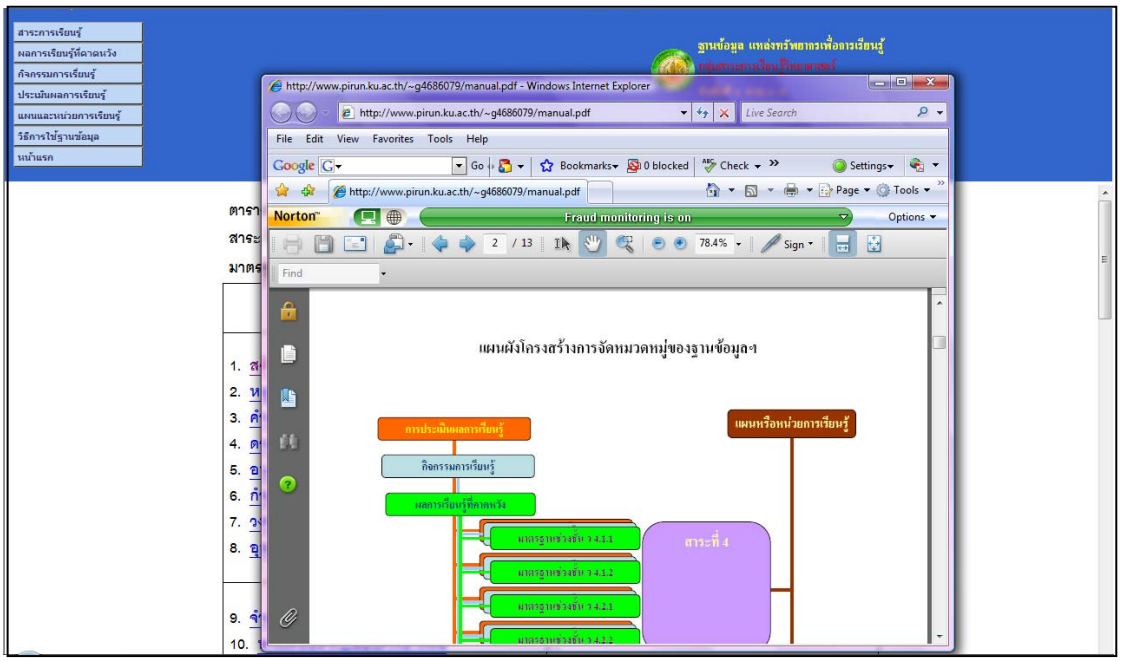
ภาพที่ 4.7 หน้าจอแสดงฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ หัวข้อหน่วยและแผนการเรียนรู้



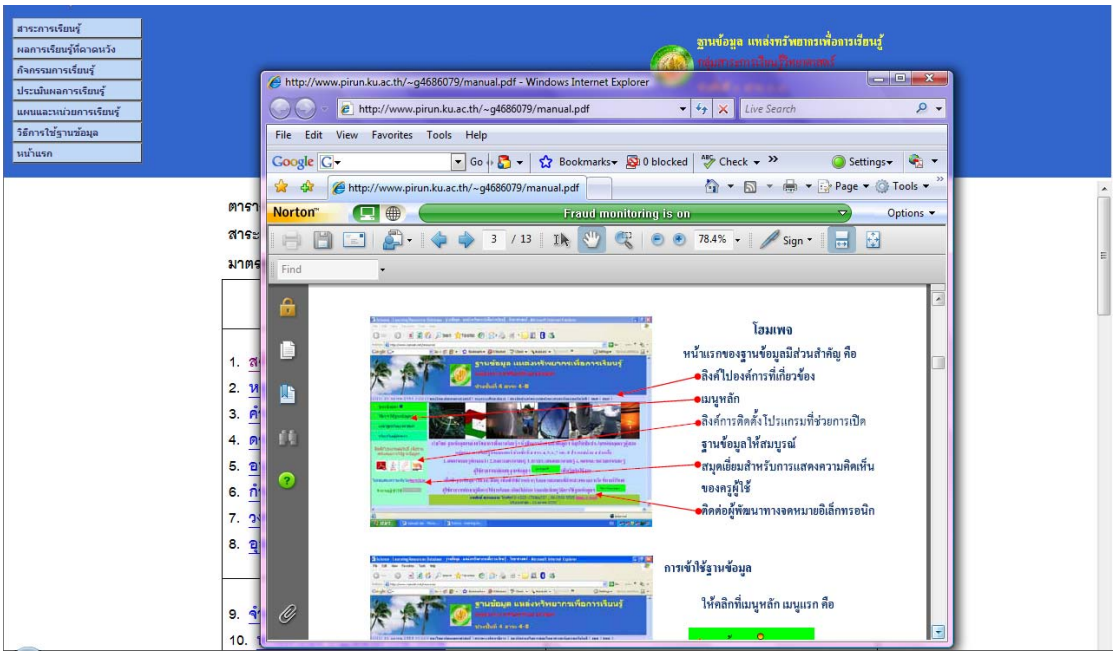
ภาพที่ 4.8 หน้าจอแสดงเว็บไซต์แหล่งเรียนรู้ฯ หัวข้อหน่วยและแผนการเรียนรู้



ภาพที่ 4.9 หน้าจอแสดงเว็บเพจคู่มือการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ



ภาพที่ 4.10 หน้าจอแสดงแผนผังโครงสร้างในคู่มือการใช้ฐานข้อมูล
แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ



ภาพที่ 4.11 หน้าจอแสดงวิธีการใช้ฐานข้อมูลในคู่มือการใช้ฐานข้อมูล
แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

2. ผลการประเมินเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

ผู้วิจัยนำเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่สร้างขึ้น และ ผ่านการตรวจพิจารณาจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว พร้อมด้วยแบบสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศไปให้กลุ่มตัวอย่างผู้ทรงคุณวุฒิฯ ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจงจากอาจารย์ระดับอุดมศึกษา และนักวิชาการวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน ดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 ท่าน

ท่านที่	ชื่อผู้ทรงคุณวุฒิฯ	หน่วยงานที่สังกัด
1	ผศ.ดร.ไพศาล สุวรรณน้อย	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2	รศ.ดร.สันติ วิจักขณาลัญจ์	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3	ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผลการประเมินเว็บไซต์ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ สรุปข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไข ดังตารางที่ 4.31 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.31 สรุปผลการประเมินเว็บไซต์ฐานข้อมูลฯ ของผู้ทรงคุณวุฒิฯ และ การแก้ไข

ส่วนต่างๆ ของเว็บไซต์	ผู้ทรงคุณวุฒิฯ/ข้อเสนอแนะ			การแก้ไขตามผู้ทรงคุณวุฒิฯ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
- โฮมเพจ	- ควรจัดให้อยู่ในหน้าจอเดียวโดยไม่ต้องเลื่อน	- ควรปรับเมนูหลักบนโฮมเพจให้เด่นชัดกว่านี้	- เพิ่มขนาดตัวอักษรปรับเมนูฐานข้อมูลให้เด่นชัดกว่านี้	- แก้ไข
- เมนูเลือกฐานข้อมูล	- เมนูเลือกฐานข้อมูลส่วนต่างๆ ควรให้คงที่ไม่หายไป	-	-	- ไม่แก้ไข
- การแสดงผลฐานข้อมูล	- หน่วยและแผนการเรียนรู้ควรสร้างขึ้นเอง	- ควรเป็นไฟล์ html เพราะแสดงผลเร็วกว่า	- ไม่ควรใช้การลิงค์ไปเว็บไซต์ต่างประเทศ	- ไม่แก้ไข
- การติดต่อสื่อสาร	- ควรปรับปรุงสมุดเยี่ยมใหม่	- ผู้ใช้ควรแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันได้	-	- แก้ไข
- การอธิบายการใช้	-	-	-	-
- ประวัติการใช้	- ควรมีการสมัครเป็นสมาชิกในการเข้าใช้	-	-	- ไม่แก้ไข

จากตารางที่ 4.31 ผู้วิจัยพิจารณารายการเสนอแนะ ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ นำมาปรับปรุงแก้ไขบางส่วน และ บางส่วนยังคงไว้ไม่แก้ไข สรุปได้เป็นประเด็นดังต่อไปนี้

1) ความชัดเจนของโฮมเพจ ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านเสนอแนะสอดคล้องกันให้ปรับปรุงความชัดเจนของเมนูหลักหน้าโฮมเพจ และ ขนาดตัวอักษรที่เล็กเกินไป ซึ่งผู้วิจัยพิจารณาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขให้ชัดเจนมากขึ้น และเพิ่มภาพในหน้าโฮมเพจ เพื่อความน่าสนใจตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2) เมนูแบบปอปอัพ (pop-up menu) ใช้เลือกฐานข้อมูลฯ นั้น ผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่านเสนอแนะแก้ไขให้เมนูค้างไว้แม้ว่าจะเอาตัวชี้เมาส์ออกแล้ว เพื่อความสะดวกของครูผู้ใช้ แต่ผู้วิจัยพิจารณาไม่แก้ไข เนื่องจากเมนูแบบปอปอัพชนิดนี้มีเจตนาที่จะให้ผู้ใช้เห็นโครงสร้างของข้อมูลในภาพรวมด้วยการวางตัวชี้เมาส์ไปตามเมนูต่างๆ ซึ่งจะทำให้เมนูปรากฏ และ เปลี่ยนไปทันที

3) การแสดงผล ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นไปในแนวเดียวกันทุกท่านแนะนำให้เปลี่ยนไม่ใช้ไฟล์เอกสารแบบ pdf และ ต้องการให้เปลี่ยนแหล่งเรียนรู้จากต่างประเทศมาเป็นแหล่งเรียนรู้ภาษาไทย ซึ่งผู้วิจัยพิจารณาไม่แก้ไขเปลี่ยนแปลงเพราะต้องการไม่ให้มีการคัดลอกเอกสารบางส่วนได้โดยง่าย และเห็นว่าการใช้แหล่งเรียนรู้ต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่จะทำให้ครูได้เข้าถึงแหล่งความรู้ที่น่าเชื่อถือ เป็นสากล และ เข้าถึงได้โดยตรง ประกอบกับแหล่งเรียนรู้ของไทยยังมีน้อยและไม่น่าสนใจเท่าที่ควร

4) การติดต่อสื่อสาร ผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่านเสนอให้ปรับปรุงกระดานเสวนา (web board) ซึ่งมีปัญหาในการเข้าใช้ ผู้วิจัยจึงปรับเปลี่ยนกระดานเสวนาใหม่ แต่ไม่ได้ปรับเพิ่มเป็นห้องสนทนา (chat room) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการใช้ที่ต่างกันออกไป

5) การอธิบายการใช้ไม่มีผู้ทรงคุณวุฒิท่านใดเสนอให้ปรับแก้ไข แต่ผู้วิจัยได้พัฒนาคู่มือการใช้ให้เป็นรูปแบบเว็บเพจ ตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ โดยมีภาพของเพจต่างๆ และคำอธิบายประจำแต่ละภาพ

6) ประวัติการใช้ ผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่าน แนะนำให้จัดทำการสมัครสมาชิกของเว็บไซต์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีสำหรับการเปิดใช้เว็บไซต์สาธารณะ แต่อาจเพิ่มความยุ่งยากให้กับครูผู้ร่วมทำการวิจัยและเกิดความรู้สึกไม่อิสระในการเข้าใช้ฐานข้อมูลฯ ตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้ จึงไม่แก้ไข

เมื่อดำเนินการปรับปรุงเทคโนโลยีของเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ แล้ว จึงนำเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจแก้ไขขั้นสุดท้าย

ผลการวิจัยขั้นที่ 3 ขั้นศึกษารูปแบบการใช้แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

เมื่อครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้ทดลองใช้เว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้นำ แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์กลุ่ม ไปให้กลุ่มตัวอย่างครูตอบ และให้สัมภาษณ์ ปรากฏผลดังนี้

1. ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

จากการสำรวจความคิดเห็นของครูต่อฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ด้วยแบบสอบถามสรุปผลคำตอบของครูได้ดังตารางที่ 4.32 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.32 ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างครู เกี่ยวกับฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

(n =10)

รายการ	ระดับความคิดเห็น จำนวน (ร้อยละ)				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านขอบเขตเนื้อหาและข้อมูลในการสืบค้น					
1. รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในเมนูหลัก	6 (60)	4 (40)	-	-	-
2. ขอบเขตของเนื้อหาในเมนูหลัก	6 (60)	3 (30)	1 (10)	-	-
3. ความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอ	7 (70)	3 (30)	-	-	-
4. มีแหล่งที่มาของข้อมูล	5 (50)	5 (50)	-	-	-
5. จำนวนและความหลากหลายของข้อมูล	1 (10)	8 (80)	1 (10)	-	-
6. ภาษาที่ใช้	3 (30)	7 (70)	-	-	-
7. ความครอบคลุมประเด็นสำคัญ	4 (40)	5 (50)	1 (10)	-	-
รวมด้านขอบเขตเนื้อหาฯ	4 (40)	6 (60)	-	-	-

ตารางที่ 4.32 (ต่อ)

(n =10)

รายการ	ระดับความคิดเห็น จำนวน (ร้อยละ)				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านรูปแบบการสืบค้นข้อมูล					
8. สามารถเข้าใจการใช้ได้อย่างรวดเร็ว	4 (40)	5 (50)	1 (10)		
9. จำนวนเมนูหลักที่ใช้ในการสืบค้น	4 (40)	5 (50)	1 (10)		
10. รูปแบบการสืบค้นในเมนูหลัก	3 (30)	5 (50)	2 (20)		
11. ขั้นตอนในการสืบค้น	3 (30)	4 (40)	2 (20)	1 (10)	-
12. ระบบการสืบค้นดึงดูดความสนใจ	2 (20)	4 (40)	3 (30)	1 (10)	-
13. รูปแบบการนำเสนอ	1 (10)	6 (60)	3 (30)	-	-
รวมด้านรูปแบบ	3 (30)	5 (50)	2 (20)	-	-
ด้านเทคนิค					
14. ความถูกต้องแม่นยำตามเงื่อนไข	4 (40)	6 (60)	-	-	-
15. เวลาที่ใช้ในการแสดงผลลัพธ์	2 (20)	6 (60)	2 (20)	-	-
16. ความสมบูรณ์ขององค์ประกอบ	1 (10)	8 (80)	1 (10)	-	-
17. ความคงที่ในการแสดงผลลัพธ์	4 (40)	6 (60)	-	-	-
18. ระบบฐานข้อมูลโดยรวม	3 (30)	7 (70)	-	-	-
รวมด้านเทคนิค	3 (30)	7 (70)	-	-	-
ด้านประโยชน์ของการสืบค้นข้อมูล					
19. การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	7 (70)	3 (30)	-	-	-
20. การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้	1 (10)	8 (80)	1 (10)	-	-
21. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	1 (10)	7 (70)	2 (20)	-	-
22. การจัดทำเนื้อหาการเรียนรู้	1 (10)	9 (90)	-	-	-
23. การวัดผลการเรียนการสอน	4 (40)	5 (10)	1 (10)	-	-
24. การสร้างเครื่องมือวัดประเมินผล	3 (30)	5 (50)	2 (20)	-	-
รวมด้านประโยชน์	3 (30)	6 (60)	1 (10)	-	-
รวมทุกด้าน	**3 (30)**	**6 (60)**	**1 (10)**		

จากตารางที่ 4.32 ผลการประเมินความคิดต่อฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครู ในภาพรวมทุกด้าน คือด้านขอบเขตเนื้อหาและข้อมูลในการสืบค้น ด้านรูปแบบการสืบค้นข้อมูล ด้านเทคนิค และ ด้านประโยชน์ของการสืบค้นข้อมูล พบว่าครูมีความคิดต่อฐานข้อมูลอยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 60) ถึงระดับมากที่สุด (ร้อยละ 30) โดยมีความคิดเห็นสูงสุดด้านเทคนิค (มากและมากที่สุด ร้อยละ 70 และร้อยละ 30) และด้านขอบเขตเนื้อหาและข้อมูลในการสืบค้น (มาก และ มากที่สุด ร้อยละ 40 และร้อยละ 60) รองลงมาคือด้านประโยชน์ของการสืบค้นข้อมูล (มากและมากที่สุด ร้อยละ 60 และ ร้อยละ 30) และต่ำสุดด้านรูปแบบการสืบค้น ต่อขอบเขตของเนื้อหา (ปานกลาง และ มาก ร้อยละ 30 และร้อยละ 60)

เมื่อพิจารณาผลในแต่ละด้าน ได้แก่ด้านขอบเขตเนื้อหาและข้อมูลในการสืบค้น พบว่าครูส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในระดับมากถึงมากที่สุด รวมแล้วถึงร้อยละ 100 ในข้อต่อไปนี้คือ รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในเมนูหลัก ความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอในเมนูหลัก มีแหล่งที่มาของข้อมูล ภาษาที่ใช้ และ รองลงมา รวมแล้วถึงร้อยละ 90 ในหัวข้อ ขอบเขตของเนื้อหาในเมนูหลัก จำนวนและความหลากหลายของข้อมูล และ ความครอบคลุมประเด็นสำคัญ

ด้านรูปแบบการสืบค้นข้อมูล พบว่าครูส่วนมากมีความเห็นในระดับมากถึงมากที่สุด รวมแล้วถึงร้อยละ 90 ในหัวข้อต่อไปนี้คือ สามารถเข้าใจการใช้ได้อย่างรวดเร็ว และ จำนวนเมนูหลักที่ใช้ในการสืบค้น และ รองลงมา รวมแล้วถึงร้อยละ 80 ในหัวข้อรูปแบบการสืบค้นในเมนูหลัก

ด้านเทคนิค พบว่าครูส่วนมากมีความเห็นในระดับมากถึงมากที่สุด รวมแล้วถึงร้อยละ 100 ในหัวข้อต่อไปนี้คือ ความถูกต้องแม่นยำตามเงื่อนไขที่ต้องการ ความคงที่ในการแสดงผลลัพธ์ และระบบฐานข้อมูลโดยรวม และ รองลงมา รวมแล้วถึงร้อยละ 90 ในหัวข้อ ความสมบูรณ์ขององค์ประกอบ

ด้านประโยชน์ของการสืบค้นข้อมูล พบว่าครูส่วนมากมีความเห็นในระดับมากถึงมากที่สุด รวมแล้วถึง ร้อยละ 100 ในข้อต่อไปนี้ คือ การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง การจัดทำเนื้อหาการเรียนรู้ และ รองลงมารวมแล้วถึงร้อยละ 90 ในหัวข้อการจัดทำแผนการเรียนรู้ และ การวัดผลการเรียนการสอน

สรุปผลได้ว่าครูมีความเห็นต่อฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ในทุกด้านอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 90

2. ข้อเสนอแนะของครูต่อการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

จากการตอบ แบบสอบถามความคิดเห็นของครูตอนที่ 3 ครูได้แสดงความคิดเห็นเสนอแนะในประเด็นรูปแบบการนำเสนอผ่านเว็บไซต์ เนื้อหาของฐานข้อมูล วิธีใช้ และ ประเด็นอื่นๆ ข้อเสนอแนะของครู ประมวลได้ดังต่อไปนี้

1) รูปแบบการนำเสนอผ่านเว็บไซต์ของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ครูมีความเห็น 1 ความเห็นดังนี้

- รูปแบบน่าจะบรรจุลงในฐานข้อมูลโดยไม่ต้องเสนอผ่านเว็บไซต์ เพราะบางสถานการณ์ไม่สะดวกที่จะใช้ผ่านเว็บไซต์

2) เนื้อหาของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ครูมีความเห็นรวมทั้งสิ้น 6 ความเห็นดังนี้

- ควรนำตัวอย่างสื่อที่นักเรียนผลิตบรรจุไว้ในฐานข้อมูล
- ควรมีตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้มากกว่านี้ และ สมบูรณ์กว่านี้ เช่นมีใบความรู้
- ควรเพิ่มความหลากหลายของเนื้อหาให้มากกว่านี้
- ควรเพิ่มตัวอย่างให้มากกว่านี้
- ควรเพิ่มเนื้อหาภาษาไทยให้มากขึ้น
- แหล่งข้อมูลบางแหล่งไม่สามารถเข้าถึงได้

3) วิธีใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ครูมีความเห็นรวมทั้งสิ้น 3 ความเห็นดังนี้

- อินเตอร์เน็ตมีปัญหาจึงดาวน์โหลด (download) เก็บไว้ในเครื่องแล้วเขียนลงแผ่นดิสก์
- ควรลดขั้นตอนการเข้าใช้ฐานข้อมูล
- คำแนะนำการใช้ควรเป็นภาษาไทยทุกส่วน

4) ประเด็นเสนอแนะอื่นๆ มีความเห็นทั้งหมด 4 ความเห็น ดังนี้

- ควรสามารถพิมพ์เอกสารฐานข้อมูลได้
- น่าจะมีรูปภาพเคลื่อนไหวจะทำให้หน้าโฮมเพจ น่าสนใจขึ้น
- โฮมเพจควรมีการปรับเปลี่ยนข้อมูลปัจจุบันเพื่อให้เกิดความสนใจ
- ควรมีข่าววิทยาศาสตร์เด่นเพิ่มเติมจะทำให้ครูได้รับข้อมูลมากขึ้นและน่าสนใจ

3. ผลการสัมภาษณ์ครูเพื่อประเมินรูปแบบการใช้ฐานข้อมูล แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

จากการดำเนินการสัมภาษณ์กลุ่ม ครูแต่ละโรงเรียนได้ให้คำตอบรูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ประมวลเป็นรูปแบบคำตอบ สรุปได้ ดังตารางที่ 4.33 ถึง 4.38 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.33 ผลการตอบคำถามการสัมภาษณ์ คำถามที่ 1 ครูเข้าใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ด้วยวิธีการใดบ้าง

(n=10)

รูปแบบคำตอบ	จำนวนครูผู้ตอบ (คน)
1. ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่โรงเรียนอย่างเดียว	2
2. ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่โรงเรียน และ ที่บ้าน หรือ สถานที่อื่นๆ	3
3. ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่โรงเรียน และ ใช้จากแผ่นดาวน์โหลดฐานข้อมูลฯ นำไปใช้ที่บ้าน	3
4. ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่โรงเรียน และ ใช้จากแผ่นดาวน์โหลดฐานข้อมูลฯ เก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์	2

หมายเหตุ: รายละเอียดคำตอบของครูแต่ละคนอยู่ในตารางผนวกที่ ค1

จากตารางที่ 4.33 รูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครูในเรื่องการเข้าใช้ พบว่าครูทุกคนมีการใช้บนเครือข่ายที่โรงเรียนเป็นหลัก รองลงมาคือใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่บ้าน 3 คน นอกจากนี้เพื่อแก้ปัญหาอินเตอร์เน็ตขัดข้องได้มีการดาวน์โหลดฐานข้อมูลออกมาใช้อิสระจากเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ซึ่งมีจำนวนถึง 5 คน

ตารางที่ 4.34 ผลการตอบคำถามการสัมภาษณ์ คำถามที่ 2 ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ใช้ได้สะดวกชัดเจนหรือไม่

(n=10)

รูปแบบคำตอบ	จำนวนครูผู้ตอบ (คน)
1. ใช้ได้สะดวกชัดเจนดี เข้าถึงได้ง่าย	5
2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังควรปรับให้สาระเดียวกันอยู่ในเมนูเดียวกัน	3
3. หน่วยและแผนการเรียนรู้ ขึ้นกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต นอกนั้นชัดเจนดี	2

หมายเหตุ: รายละเอียดคำตอบของครูแต่ละคนอยู่ในตารางผนวกที่ ค2

จากตารางที่ 4.34 รูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครูในเรื่องความชัดเจนของฐานข้อมูล พบว่าครูทุกคนใช้ฐานข้อมูลได้ชัดเจนเป็นส่วนใหญ่ มีครู 3 คน ใช้ฐานข้อมูลผลการเรียนรู้ที่คาดหวังได้ไม่ชัดเจน ครู 2 คน ใช้ส่วนหน่วยและแผนการเรียนรู้มีความชัดเจนขึ้นกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

ตารางที่ 4.35 ผลการตอบคำถามการสัมภาษณ์ คำถามที่ 3 ครูมีปัญหาในการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้อย่างไรบ้าง

(n=10)

รูปแบบคำตอบ	จำนวนครูผู้ตอบ (คน)
1. ไม่มีปัญหาการใช้	2
2. มีปัญหามีความเข้าใจผิดในความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้	1
3. มีปัญหาฐานข้อมูลกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนใจจะนำมาใช้ แต่ไม่มีอุปกรณ์	1
4. ปัญหาอื่นๆ เช่นเครือข่ายอินเตอร์เน็ต การอ่านภาษาอังกฤษ	6

หมายเหตุ: รายละเอียดคำตอบของครูแต่ละคนอยู่ในตารางผนวกที่ ค3

จากตารางที่ 4.35 แสดงถึงปัญหาส่วนใหญ่ของครูอยู่นอกฐานข้อมูลฯ เช่นปัญหาพื้นฐานภาษา ปัญหาเทคโนโลยี และความพร้อมด้านอุปกรณ์ของโรงเรียน รวม 7 คน ครูมีปัญหาในคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ในเรื่องความเข้าใจไม่ตรงกับสิ่งที่กำหนด 1 คนและไม่มีปัญหา รวม 2 คน

ตารางที่ 4.36 ผลการตอบคำถามการสัมภาษณ์ คำถามที่ 4 ครูนำข้อมูลจากฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ ในส่วนใดไปใช้บ้าง และ ใช้ในรู้แบบใด

(n=10)

รูปแบบคำตอบ	จำนวนครูผู้ตอบ (คน)
1. นำฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ไปใช้โดยตรง	5
2. นำฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ไปใช้โดยตรงบางส่วนนำไปปรับใช้บางส่วนกับแผนการเรียนรู้ที่มีอยู่	2
3. นำฐานข้อมูลแหล่งทรัพยกรเพื่อการเรียนรู้ไปปรับเพิ่มเติมในแผนการเรียนรู้ที่มีอยู่	3

หมายเหตุ: รายละเอียดคำตอบของครูแต่ละคนอยู่ในตารางผนวกที่ ค4

จากตารางที่ 4.36 ครูทั้งหมดแต่ละคนนำฐานข้อมูลฯ แต่ละส่วนไปใช้ทุกหัวข้อ โดยมีรูปแบบการนำไปใช้ขึ้นกับแผนการจัดการเรียนรู้ของครู ดังนี้ ครู 5 คน ผู้ที่กำลังทำแผนการเรียนรู้ใหม่จะนำฐานข้อมูลฯไปใช้เป็นหลักเขียนแผนการเรียนรู้ ครู 2 คน ที่รับผิดชอบวิชามากกว่า 1 วิชา จะใช้ฐานข้อมูลในรูปแบบการใช้เป็นหลักการเขียนแผน และ ในรูปแบบการนำไปเสริมแผนที่มีอยู่แล้ว ส่วนครู 3 คน ซึ่งทำแผนการเรียนรู้ที่สมบูรณ์แล้วมีรูปแบบการใช้ฐานข้อมูลฯ นำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ และใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ เป็นสื่อสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียนเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.37 ผลการตอบคำถามการสัมภาษณ์ คำถามที่ 5 ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้อย่างไร

(n=10)

รูปแบบคำตอบ	จำนวนครูผู้ตอบ (คน)
1. ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ มีประโยชน์ต่อการเตรียมการสอน ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ละเอียด กิจกรรมและการประเมินผลการเรียนรู้ซึ่งนำไปใช้ได้ดี หน่วยและแผนการเรียนรู้ยังเป็นแนวทางจัดการเรียนรู้ รวมถึงกิจกรรม รูปภาพในแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ไปปรับใช้การสอนในชั่วโมง ทำให้นักเรียนสนใจมากขึ้น	4
2. นอกจากครูจะนำมาใช้สนับสนุนการจัดการเรียนรู้ในทุกด้านแล้ว ครูยังมองฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ เป็นแหล่งอ้างอิง แหล่งค้นคว้าหาความรู้เพื่อความเข้าใจในฐานะที่ครูเป็นผู้พัฒนาหลักสูตร ซึ่งเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ มีการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ที่ให้ความรู้กับครูเกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เช่นเว็บไซต์ สสวท. เป็นต้น	5
3. ครูตอบว่าเป็นประโยชน์มากโดยไม่แจกแจงรายละเอียด	1

หมายเหตุ: รายละเอียดคำตอบของครูแต่ละคนอยู่ในตารางผนวกที่ ค5

จากตารางที่ 4.37 ครูทั้งหมดมีรูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ อย่างเป็นประโยชน์กับการจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริง จำนวน 4 คน และ ยังใช้ประโยชน์เป็นเครื่องมือพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนได้อีกระดับหนึ่ง จำนวน 5 คน

ตารางที่ 4.38 ผลการตอบคำถามการสัมภาษณ์ คำถามที่ 6 ครูพบว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ ส่วนใดที่ดี และส่วนใดที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อครู

(n=10)

รูปแบบคำตอบ	จำนวนครูผู้ตอบ (คน)
1. เป็นประโยชน์ทุกส่วน สะดวกในการใช้หาข้อมูลที่ต้องการ ครอบคลุมทุกสาระการเรียนรู้ที่ครูรับผิดชอบหัวข้อฐานข้อมูลทุกหัวข้อสามารถใช้ทำแผนการจัดการเรียนรู้ได้	6
2. มีทั้งดีและไม่ดี ส่วนที่ดีสอดคล้องกับคำตอบข้อ 1 ส่วนที่ไม่ดีคือ มีแหล่งเรียนรู้ในประเทศน้อยต้องใช้ภาษาต่างประเทศ ขาดการวัดผลจิตวิทยาศาสตร์ และ แบบ KAP บางกิจกรรมใช้กับบางโรงเรียนไม่ได้ ผลการเรียนรู้ที่ขาดหวังน้อยเกินไป	4

หมายเหตุ: รายละเอียดคำตอบของครูแต่ละคนอยู่ในตารางผนวกที่ ค6

จากตารางที่ 4.38 พบว่ารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครูแสดงว่าครูส่วนใหญ่ใช้ฐานข้อมูลในส่วนที่ตรงตามองค์ประกอบของหลักสูตรแกนกลาง และ ใช้ในส่วนที่ครูเข้าใจง่ายและนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ หรือ ค้นคว้าเพิ่มเติม

สรุปรูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯได้สองประเด็น คือ ประเด็นวิธีการใช้ และ รูปแบบการนำข้อมูลไปใช้ สามารถจำแนกเป็นข้อๆ ได้ ดังนี้

ประเด็นวิธีการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ มี 4 วิธี คือ

1. ใช้ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่โรงเรียน
2. ใช้ผ่านเคือข่ายอินเตอร์เน็ตที่บ้าน
3. ใช้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ดาวน์โหลดฐานข้อมูลฯไว้ โดยไม่ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
4. ใช้จากแผ่นบันทึกฐานข้อมูลที่ดาวน์โหลดไว้โดยไม่ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

ประเด็นรูปแบบการนำฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ไปใช้มี 5 รูปแบบ คือ

1. ใช้วางแผนการจัดการเรียนรู้โดยตรง
2. ใช้เป็นเครื่องมือศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจการจัดการเรียนรู้
3. ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ที่มีอยู่แล้ว
4. ใช้เป็นสื่อ และ แหล่งเรียนรู้สำหรับนักเรียน
5. ใช้ค้นคว้าข้อมูลทางการศึกษาอื่นๆ ที่จำเป็น

ข้อวิจารณ์

1. การสร้างฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

ในขั้นเตรียมการพัฒนา คือการสร้างฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ในรูปเอกสารนั้นการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน ต้องได้รับการพิจารณาผลงานจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อแก้ไขจนสมบูรณ์ ก่อนที่จะดำเนินงานในขั้นตอนต่อไป เพื่อให้แน่ใจว่าการสร้างเนื้อหาของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ตลอดจนการประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์ และดาราศาสตร์ นั้น มีหลักเกณฑ์ที่เหมาะสมและเป็นเอกภาพเดียวกันทั้งหมด

ผลของการดำเนินงานนอกจากจะได้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ในรูปเอกสารรวมจำนวนทั้งสิ้น 975 ข้อ ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่สร้างขึ้นยึดผลการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นในแต่ละข้อว่าเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งกำหนดขึ้นสำหรับเนื้อหาในเรื่องใด และองค์ประกอบของมาตรฐานการเรียนรู้กำหนดให้ผู้เรียนบรรลุประเด็นใดบ้าง เกณฑ์การบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้อยู่ในระดับใด ทำให้ผู้วิจัยสามารถตัดสินใจใช้คำที่กำหนดการปฏิบัติได้เหมาะสมในคลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สามารถสร้างสถานการณ์ที่ใช้จัดการเรียนรู้ในคลังกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ สามารถกำหนดเกณฑ์ได้ชัดเจนในคลังการประเมินผลการเรียนรู้ และสำหรับคลังหน่วยและแผนการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการค้นคว้าแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตทั่วไปทั้งในประเทศ และ ต่างประเทศ นำมาจำแนกและเลือกตามความเหมาะสมโดยใช้เกณฑ์ คือ ระดับการเรียนรู้ของหน่วยและแผนการเรียนรู้นั้น ความทันสมัยของเนื้อหาสาระ

สื่อและกระบวนการเรียนรู้ซึ่งครูและนักเรียนสามารถปฏิบัติได้ และเลือกเรื่องซึ่งแปลกน่าสนใจ สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือผู้วิจัยเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นทั้งในเรื่องเกี่ยวกับฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อเรียนรู้ฯ และ เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์สาระที่ 4 ถึง 8

ผู้วิจัยพบว่าการพัฒนาในส่วน หัวข้อผลการเรียนรู้ที่คาดหวังนั้นการเลือกใช้คำที่กำหนดการปฏิบัติซึ่งบ่งบอกระดับขั้นความคาดหวังได้เหมาะสมกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นในแต่ละข้อ และเป็นคำที่สามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ชัดเจน ผู้วิจัยใช้คำในระดับขั้นต่างๆ กับฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ได้จนถึงระดับประเมินค่า โดยมีอัตราส่วน ดังนี้

1) คำระดับขั้นความรู้ คือ รวบรวมข้อมูล บอก ใช้สัญลักษณ์ ยอมรับ ให้คำจำกัดความ ระบุ สังเกต จำนวนที่ใช้ 9% ของจำนวนข้อทั้งหมด

2) คำระดับขั้นความเข้าใจ คือ บรรยาย อธิบาย แสดง วาดรูป อภิปราย รายงาน จำนวนที่ใช้ 30% ของจำนวนข้อทั้งหมด

3) คำระดับขั้นการประยุกต์ คือ นำไปใช้ คำนวณ แปลความหมาย สร้างกราฟ แก้ปัญหาโจทย์ หาค่า ประยุกต์ ยกตัวอย่าง จำนวนที่ใช้ 10% ของจำนวนข้อทั้งหมด

4) คำระดับขั้นการวิเคราะห์ คือ วิเคราะห์ เชื่อมโยง เปรียบเทียบ สืบค้น สำรวจ ค้นคว้า ทดลอง สร้าง จัดกระทำ วิจัย จำนวนที่ใช้ 24% ของจำนวนข้อทั้งหมด

5) คำระดับขั้นการสังเคราะห์ คือ สรุป ทำนาย ออกแบบ ออกแบบการทดลอง จำนวนที่ใช้ 12% ของจำนวนข้อทั้งหมด

6) คำระดับขั้นการประเมินค่า คือ ตรวจสอบ ประเมิน อนุมาน นิยาม ประมาณค่า จำนวนที่ใช้ 15% ของจำนวนข้อทั้งหมด

เมื่อผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมีระดับขั้นที่มากและหลากหลายไปตามมาตรฐานการเรียนรู้ สำหรับการสร้างฐานข้อมูลในส่วนคลังกิจกรรมการเรียนรู้ และ คลังการประเมินผลการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยได้ข้อมูลจากการค้นคว้าแหล่งเรียนรู้ทั้งในประเทศและต่างประเทศนำมาประกอบกับประสบการณ์สอนวิชาฟิสิกส์ของผู้วิจัยนานหลายปี ทำให้สร้างคลังทั้งสองได้หลากหลาย เช่นกัน

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้เสนอแนะให้ใช้แหล่งเรียนรู้ภาษาไทย หรือเปลี่ยนแหล่งเรียนรู้ต่างประเทศให้เป็นภาษาไทยนั้น ผู้วิจัยมีความเห็นว่าสาระความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องสากลที่มีแหล่งความรู้ใหม่และทันสมัยเป็นภาษาต่างประเทศอยู่เป็นจำนวนมากมหาศาลบนระบบเครือข่ายโลกครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงควรได้รับโอกาสในการพัฒนาตนเอง ทั้งในด้านเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ และ ด้านการใช้ภาษาอังกฤษที่เป็นภาษาสากล เพื่อนำความรู้ไปพัฒนาการสอนของตนให้มีประสิทธิภาพ ทันสมัยและเป็นสากลยิ่งขึ้น

2. การพัฒนาเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

การพัฒนาเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ได้ยึดหลักวิธีการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครู โดยเข้าถึงข้อมูลในแต่ละส่วนได้สะดวกและมองเห็นโครงสร้างรวมของฐานข้อมูลทั้งหมดจึงได้ใช้เมนูการค้นหาข้อมูลเป็นเมนูแบบปอปอัพ (pop-up menu) ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กับตัวชี้เมาส์ที่รวดเร็วทำให้ผู้ใช้สามารถสำรวจโครงสร้างทั้งหมดได้อย่างง่ายดาย โดยไม่ต้องใช้เวลามาก

การพัฒนาเอกสารฐานข้อมูลฯ เป็นไฟล์เอกสารแบบ pdf มีจุดหมายเพื่อไม่ให้ครูคัดลอกข้อมูลไปใช้ตรงๆ เพราะฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นคลังข้อมูลที่ใช้ประกอบในการจัดทำหลักสูตรตามมาตรฐานไม่ใช่หลักสูตรสำเร็จรูป ครูผู้สอนจึงควรศึกษาและนำไปพัฒนาให้เกิดแนวคิดที่เหมาะสมกับบริบทของตนในแต่ละคนเพื่อการพัฒนาหลักสูตรได้อย่างหลากหลายต่อไป

3. ความคิดเห็นของครูผู้ใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

ความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ หลังจากใช้แล้วประมวลได้ ดังนี้

1) ด้านขอบเขตเนื้อหาและข้อมูลในการสืบค้น ครูมีความเห็นอยู่ในระดับ มาก และมากที่สุดเกือบทุกคน

2) ด้านรูปแบบการสืบค้นข้อมูล ครูมีความเห็นอยู่ระหว่าง น้อย ถึง มากที่สุด และโน้มเอียงไปทางระดับ มาก

3) ด้านเทคนิค ครูมีความเห็นอยู่ระหว่าง ปานกลาง ถึง มากที่สุด และโน้มเอียงไปทางระดับ มาก

4) ด้านประโยชน์ของการสืบค้นข้อมูล ครูมีความเห็นปานกลาง ถึง มากที่สุด และโน้มเอียงไปทางระดับ มาก

การแสดงความคิดเห็นของครูทั้งหมดเป็นเชิงบวกต่อฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งอาจวิเคราะห์สาเหตุว่าเพราะฐานข้อมูลฯ นี้เป็นสิ่งใหม่ที่ครูไม่เคยพบมาก่อน และครูกลุ่มตัวอย่างก็เป็นครูที่มีทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อการค้นคว้าทุกคน จึงทำให้เกิดการยอมรับในระดับดี เป็นการพิสูจน์ว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้มีองค์ประกอบที่ตรงตามความต้องการของครู และสามารถตอบสนองความต้องการของครูที่มีคุณภาพได้

การที่ครูเกือบทั้งหมดมีความเห็นตรงกันในเรื่องจุดอ่อนของเว็บไซต์ในด้านความน่าสนใจ และ การขาดลูกเล่นต่างๆ เป็นเพราะครูนำไปเปรียบเทียบกับเว็บไซต์ประเภทการค้า และ เว็บไซต์นันทนาการที่คุ้นเคยซึ่งมีจุดเน้นต่างออกไปตรงการดึงดูดผู้ใช้ให้เข้ามาใช้ เว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ เป็นเว็บไซต์ที่เน้นความสำคัญของเนื้อหาสาระในฐานข้อมูลฯ สำหรับกลุ่มผู้ใช้เฉพาะที่ได้แก่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนตามมาตรฐานฯ ผู้วิจัยจึงเห็นสมควรนำประเด็นความน่าสนใจของเว็บไซต์ไปพิจารณาปรับปรุงแต่พอสมควร เพื่อไม่ให้บดบังองค์ประกอบด้านเนื้อหาสาระที่เป็นประโยชน์ของฐานข้อมูลฯ

4. รูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครู

ความเห็นของครูทั้งจากการตอบแบบสอบถาม และ การให้สัมภาษณ์ แสดงว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ มีประโยชน์ต่อการวางแผนจัดการเรียนการสอนของครูทั้งผู้เริ่มต้นใหม่ และ ผู้ที่ต้องการแก้ไขปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ทำให้ครูมีความมั่นใจในการวางแผนและ มั่นใจที่จะปรับปรุงแผนการเรียนรู้ของตน

สำหรับครูผู้สอนบางส่วนที่มองเห็นและเกิดความสนใจที่จะพัฒนาสื่อสารสนเทศเพื่อการศึกษาในลักษณะเดียวกันนี้ขึ้นมาอีกผู้วิจัยใคร่ขอทำความเข้าใจก่อนว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นมาในงานวิจัยนี้ใช้มาตรฐานการเรียนรู้ของการศึกษาขั้นพื้นฐานในการจัดทำ เป็นการช่วยพัฒนาในงานที่ควรเป็นของหน่วยงานที่มีหน้าที่โดยตรงและ

เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการศึกษา เช่น สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) หรือ สถาบันส่งเสริมการศึกษาระดับชาติ เช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นต้น การพัฒนาสื่อดังกล่าวนี้จึงไม่เหมาะสม และไม่ใช่บทบาทของครูผู้สอนทั่วไป ครูผู้สอนในโรงเรียนจึงควรหันมาพัฒนาสื่อประเภทวัสดุหลักสูตรที่ใช้ในการเรียนการสอนตามหน่วยการเรียนรู้ และ แผนการเรียนรู้ของตนเองมากกว่า

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ

1) เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ สำหรับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 นำไปใช้จัดการเรียนรู้

2) เพื่อศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร งานวิจัยนี้มีประชากร 3 ส่วน ดังนี้

1) ส่วนประเมินฐานข้อมูลหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ด้านเนื้อหา ประชากรได้แก่ อาจารย์ที่สอนวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์ และ ดาราศาสตร์ ระดับอุดมศึกษา

2) ส่วนประเมินเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ด้านเทคโนโลยี ประชากรได้แก่ อาจารย์ที่สอน และ ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับอุดมศึกษา และ สถาบันส่งเสริมการศึกษาระดับชาติ

3) ส่วนศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ประชากร คือ ครูสอนวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มตัวอย่างในขั้นเตรียมการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากร เพื่อการเรียนรู้ฯ ได้มาโดยการสุ่มแบบแจาะจง เป็นอาจารย์สอนฟิสิกส์ และ ดาราศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 3 ท่าน

2) กลุ่มตัวอย่างในขั้นพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง เป็นอาจารย์เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ นักวิชาการจากสถาบัญส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมจำนวน 3 ท่าน

3) กลุ่มตัวอย่างในขั้นศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง เป็นครูสอนวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย ในสาระ 4 ถึง 8 โรงเรียนในเขตเทศบาลนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น จากโรงเรียน 3 โรงเรียน รวม 10 คน

3. เครื่องมือวิจัย

3.1 เครื่องมือวิจัยที่ใช้พัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ เครื่องมือวิจัยในขั้นตอนพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ดังนี้

3.1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน การกำหนดโครงสร้างฐานข้อมูลนั้น กำหนดจากสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 สาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544

3.1.2 เทคโนโลยีสารสนเทศ เครื่องมือนี้ประกอบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เครือข่ายอินเตอร์เน็ต และเว็บเซริฟเวอร์พิรุณ โดยมีที่อยู่ (URL): www.pirun.ku.ac.th/~g4686079

3.1.3 แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ การสร้างฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ตามหลักสูตรที่กำหนดนั้นจะต้องรวบรวมแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ที่กระจายอยู่ในระบบอื่น หรือ หลักสูตรอื่น วิเคราะห์และคัดเลือกตามความเหมาะสม ซึ่งจะเป็นแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ทั้งในประเทศ และ ต่างๆประเทศ ในรูปเอกสาร ตำรา หรือ ส่วนใหญ่จะอยู่บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

3.1.4 แบบสอบถาม แบบสอบถามที่ใช้เป็นเครื่องมือขั้นพัฒนา คือแบบสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และ ด้านเทคโนโลยี เพื่อประเมินความถูกต้องของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และความเหมาะสมของเว็บไซต์ที่สร้างขึ้น

3.2 เครื่องมือวิจัยที่ใช้ศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

3.2.1 ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ คือ เว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ณ ที่อยู่ (URL): www.pirun.ku.ac.th/~g4686079

3.2.2 แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ครู คือแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์กลุ่มเพื่อศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครู

3.2.3 อุปกรณ์ประกอบการสัมภาษณ์ ในการสัมภาษณ์กลุ่ม อุปกรณ์ประกอบได้แก่ เครื่องบันทึกเสียง เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตสำหรับเข้าใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

4. วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการใน 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ วิธีดำเนินการวิจัยสำหรับขั้นเตรียมการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ มีลำดับ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา ที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ เพื่อให้เข้าใจลักษณะของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ องค์ประกอบ และวิธีการพัฒนา เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยขั้นต่อไป

2) ค้นคว้าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ ที่มีใช้อยู่จริงทั้งในประเทศ และต่างประเทศเพื่อเป็นตัวอย่างในการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่เหมาะสมกับงานวิจัยนี้

3) ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่จะพัฒนาเป็นฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ประกอบด้วยหัวข้อหลัก หัวข้อย่อย ให้ครอบคลุมสาระ และ มาตรฐานช่วงชั้นทั้งหมด และนำเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไข

4) วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระ 4 ถึง 8 และนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการค้นคว้า และประสบการณ์การสอน มาสร้างคลังฐานข้อมูลตามโครงสร้างที่ออกแบบไว้ และนำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไขทีละส่วนจนครบ

5) นำคลังฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น จัดทำเป็นเอกสารฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาแก้ไข

6) ออกแบบและจัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และนำแบบสอบถามฯ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไข

7) นำเอกสารฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และ แบบสอบถามความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ไปให้กลุ่มตัวอย่างผู้ทรงคุณวุฒิฯ ประเมินความเหมาะสมถูกต้องของเนื้อหาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

8) นำแบบสอบถามความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์สรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมถูกต้องด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และ นำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไข

9) นำผลการประเมินด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และ คำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มาปรับปรุง ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และ เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบแก้ไขขั้นสุดท้าย

4.2 ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ วิธีดำเนินการวิจัยสำหรับการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ มีลำดับ ดังนี้

1) ออกแบบและจัดทำเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

2) นำเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไข

3) นำผลการตรวจมาปรับปรุงแก้ไขจนเหมาะสมเป็นเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

4) นำเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ บรรจุไว้บนเว็บเซริฟเวอร์พิรุณ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่อยู่ (URL) ของผู้วิจัย คือ www.pirun.ku.ac.th/~g4686079

5) เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความสมบูรณ์และคุณภาพของเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และปรับปรุงแก้ไขจนเป็นเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานจริง

6) ออกแบบ แบบสอบถามสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อนำไปใช้รวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และนำแบบสอบถามฯ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไข

7) นำเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และ แบบสอบถามสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ไปให้กลุ่มตัวอย่างผู้ทรงคุณวุฒิฯ ประเมินความเหมาะสมด้านเทคโนโลยีของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

8) นำแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มาวิเคราะห์สรุปผลการประเมินความเหมาะสมด้านเทคโนโลยีของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และนำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไข

9) นำผลการประเมินความเหมาะสมด้านเทคโนโลยี และ คำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มาปรับปรุงเว็บไซต์ ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบแก้ไขขั้นสุดท้าย

4.3 ขั้นตอนที่ 3 การศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ วิธีดำเนินการวิจัยสำหรับขั้นศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ มีลำดับดังนี้

1) ออกแบบ แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์กลุ่มสำหรับครู เพื่อนำไปใช้รวบรวมความคิดเห็นต่อฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และรวบรวมรูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครู และนำแบบสอบถามฯ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไข

2) ติดต่อครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในสาระ 4 ถึง 8 ซึ่งยินดีเป็นกลุ่มตัวอย่าง

3) ทำหนังสือราชการจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นเพื่อแจ้งขอการสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยกับครูกลุ่มตัวอย่าง จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่นเขต 1

4) ประชุมครูกลุ่มตัวอย่างเพื่อชี้แจงจุดประสงค์ของการวิจัย แนะนำเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และ แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์สำหรับครู

5) ให้ครูได้เข้าใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ อย่างอิสระ เป็นเวลาประมาณ 1 เดือน

6) นัดหมายครูกลุ่มตัวอย่างประชุมเพื่อรวบรวมแบบสอบถาม และเพื่อดำเนินการสัมภาษณ์กลุ่ม

7) นำแบบสอบถามฯ และผลการสัมภาษณ์ฯ มาวิเคราะห์รูปแบบในการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ และสรุปข้อมูลนำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจแก้ไข

8) รวบรวมนำเสนอผลการวิจัยทั้งหมด ในรูปวิทยานิพนธ์

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 ที่พัฒนาขึ้นอย่างสมบูรณ์นั้นประกอบด้วย

5.1.1 โครงสร้างฐานข้อมูลฯ มีหัวข้อหลักตามมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นทั้งหมด 25 หัวข้อ ดังนี้

1) ว 4.1.1 สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

2) ว 4.1.2 วิเคราะห์และอธิบายแรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียสและแรงระหว่างอนุภาค

3) ว 4.2.1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดเวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง และ คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง

4) ว 4.2.2 สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์

5) ว 5.1.1 สำรวจตรวจสอบและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็ว

6) ว 5.1.2 สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเกิดคลื่นเสียงการได้ยิน คุณภาพของเสียง มลภาวะของเสียงที่มีผลต่อสุขภาพ และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

7) ว 5.1.3 สืบค้นข้อมูล และอธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งประโยชน์ และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

8) ว 5.1.4 สืบค้นข้อมูล และ อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ (ฟิวชัน และ ฟิชชัน) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์ และโทษต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

9) ว 5.1.5 สำรวจตรวจสอบสืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสี การนำมาใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

10) ว 6.1.1 สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และ อธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญ ผลต่อสิ่งมีชีวิตสิ่งแวดล้อม และ การนำมาใช้ประโยชน์

11) ว 6.1.2 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ การเปรียบเทียบลำดับชั้นหิน และอายุของหิน สำหรับศึกษาความเป็นมาของโลก

12) ว 7.1.1 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และ เอกภพ พลังงานของดาวฤกษ์ เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน

13) ว 7.1.2 สืบค้นข้อมูล สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะ และในกาแล็กซี ความกว้างใหญ่ของเอกภพ

14) ว 7.2.1 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และ อธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก และ ในอวกาศ

13) ว 8.1.1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

14) ว 8.1.2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

15) ว 8.1.3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัย หรือ ตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และ จำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

16) ว 8.1.4 เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึก ในเชิงปริมาณและคุณภาพ

17) ว 8.1.5 เก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ อย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล

18) ว 8.1.6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

19) ว 8.1.7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูลและประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

20) ว 8.1.8 สร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ หรือ แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ หรือระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบ

21) ว 8.1.9 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

22) ว 8.1.10 นำผลของการสำรวจตรวจสอบ ที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

23) ว 8.1.11 ตระหนักถึงความสำคัญในการ ที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบายการลงความเห็นและการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

24) ว 8.1.12 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือ ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

25) ว 8.1.13 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรือ อธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

5.1.2 คลังฐานข้อมูล ได้จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 การค้นคว้า และ ประสบการณ์การสอน มีจำนวน ดังนี้

1) คลังผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จำนวน 569 ข้อ
2) คลังกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 108 ข้อ
3) คลังการประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 109 ข้อ
4) คลังหน่วยและแผนการเรียนรู้ จำนวน 189 ข้อ

5.1.3 เว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ประกอบด้วยเมนูสำหรับค้นหาฐานข้อมูล เมนูหลัก และ เมนูย่อย ดังนี้

เมนูหลัก: สาระการเรียนรู้
เมนูย่อย: สาระที่ 4
ว 4.1.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้
ว 4.1.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้
ว 4.2.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้
ว 4.2.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้

เมนูย่อย: สาระที่ 5

ว 5.1.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้

ว 5.1.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้

ว 5.1.3 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้

ว 5.1.4 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้

ว 5.1.5 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้

เมนูย่อย: สาระที่ 6

ว 6.1.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้

ว 6.1.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้

เมนูย่อย: สาระที่ 7

ว 7.1.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้

ว 7.1.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้

ว 7.2.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้

เมนูย่อย: สาระที่ 8

ว 8.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้

เมนูหลัก: ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เมนูย่อย: ว 4.1.1 ว 4.1.2 ว 4.2.1 ว 4.2.2 ว 5.1.1 ว 5.1.2 ว 5.1.3 ว 5.1.4 ว 5.1.5 ว 6.1.1 ว 6.1.2 ว 7.1.1 ว 7.1.2 ว 7.2.1 และ ว 8.1

เมนูหลัก: กิจกรรมการเรียนรู้

เมนูย่อย: ว 4.1.1 ว 4.1.2 ว 4.2.1 ว 4.2.2 ว 5.1.1 ว 5.1.2 ว 5.1.3 ว 5.1.4 ว 5.1.5 ว 6.1.1 ว 6.1.2 ว 7.1.1 ว 7.1.2 ว 7.2.1 และ ว 8.1

เมนูหลัก: การประเมินผลการเรียนรู้

เมนูย่อย: ว 4.1.1 ว 4.1.2 ว 4.2.1 ว 4.2.2 ว 5.1.1 ว 5.1.2 ว 5.1.3 ว 5.1.4 ว 5.1.5 ว 6.1.1 ว 6.1.2 ว 7.1.1 ว 7.1.2 ว 7.2.1 และ ว 8.1

เมนูหลัก: หน่วยและแผนการเรียนรู้

เมนูย่อย: ว 4.1.1 ว 4.1.2 ว 4.2.1 ว 4.2.2 ว 5.1.1 ว 5.1.2 ว 5.1.3 ว 5.1.4 ว 5.1.5 ว 6.1.1 ว 6.1.2 ว 7.1.1 ว 7.1.2 ว 7.2.1 และ ว 8.1

5.2 ผลการศึกษารูปแบบการใช้แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

5.2.1 ความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ครูผู้สอนมีความคิดเห็นต่อฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ อยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 90 ในทุกด้านได้แก่ ด้านขอบเขตเนื้อหาและข้อมูลในการสืบค้น ด้านรูปแบบการสืบค้นข้อมูล ด้านเทคนิค และด้านประโยชน์ของการสืบค้นข้อมูล

5.2.2 รูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครู คือวิธีการใช้และรูปแบบการนำฐานข้อมูลไปใช้ของครู สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1) วิธีการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ของครู มี 4 วิธี คือ

- ใช้ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่โรงเรียน
- ใช้ผ่านเคือข่ายอินเตอร์เน็ตที่บ้าน
- ใช้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ดาวน์โหลดฐานข้อมูลฯไว้ โดยไม่ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
- ใช้จากแผ่นบันทึกฐานข้อมูลที่ดาวน์โหลดไว้โดยไม่ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

2) รูปแบบการนำฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ไปใช้ของครู มี 5 รูปแบบ คือ

- ใช้วางแผนการจัดการเรียนรู้โดยตรง
- ใช้เป็นเครื่องมือศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจการจัดการเรียนรู้
- ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ที่มีอยู่แล้ว
- ใช้เป็นสื่อ และ แหล่งเรียนรู้สำหรับนักเรียน
- ใช้ค้นคว้าข้อมูลทางการศึกษาอื่นๆ ที่จำเป็น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ไปใช้

1.1 การสำรวจเนื้อหาสาระของฐานข้อมูลฯ ครูผู้สอนควรจัดเตรียมหลักสูตรไว้ก่อนที่จะนำฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ไปใช้ ซึ่งจะทำให้ครูได้ทบทวนจุดประสงค์ของหลักสูตร รู้จักมาตรฐานการเรียนรู้ที่รับผิดชอบ มีโครงสร้างหลักสูตรที่ชัดเจน ครูสามารถใช้ฐานข้อมูลฯ ในการพัฒนาหลักสูตร ด้วยการสำรวจเนื้อหาสาระของฐานข้อมูลฯ ว่ามีผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้ และ ตัวอย่างหน่วยและแผนการเรียนรู้ ที่มีลักษณะแตกต่างจากที่ครูเคยใช้สอนอย่างไรบ้าง ฐานข้อมูลฯ จะมีความหลากหลายในด้านข้อมูลประกอบการจัดทำหลักสูตร (curriculum alignment) ที่ครูสามารถศึกษาและเลือกใช้ตามความเหมาะสม และ ตรงตามความต้องการของหลักสูตรที่วางไว้

1.2 การสำรวจความพร้อมด้านเทคโนโลยี ก่อนที่ครูจะนำฐานข้อมูลฯ นี้ไปใช้ ครูควรสำรวจความพร้อมด้านเทคโนโลยี ทั้งของตัวครูเอง และ ความพร้อมด้านอุปกรณ์ของสถานศึกษา เพราะปัญหาประการหนึ่งที่ครูแสดงความคิดเห็น คือ ความไม่พร้อมด้านเทคโนโลยี ซึ่งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ไม่ถือเป็นข้อบกพร่องของฐานข้อมูลฯ แต่ครูต้องวางแผนป้องกัน หรือร้องขอการสนับสนุนจากสถานศึกษาไว้ล่วงหน้า

2. ข้อเสนอแนะการปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นนี้ ควรได้มีการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ โดยหน่วยงานการศึกษาระดับสูง เช่น สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน หรือ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น และ ควรเพิ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 1 ถึง 3 เพื่อให้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยการเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ครบสมบูรณ์

3. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ ต่อการจัดทำหลักสูตรของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในแต่ละระดับชั้น

2. ควรศึกษารูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ของครูที่นำฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้มาใช้ประกอบการทำแผน

3. หน่วยงานการศึกษา เช่น สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ควรพิจารณาดำเนินงานวิจัยและพัฒนาฐานข้อมูลฯ ประเภทนี้ขึ้น เพื่อใช้ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ของครูในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ และ ทุกช่วงชั้น อันเป็นบทบาทหน้าที่ที่สำคัญต่อการปฏิรูปการศึกษาของหน่วยงานการศึกษาระดับสูง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2545. **สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

กระทรวงศึกษาธิการ. 2544. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

ชุติมา รัศมี. 2545. **สภาพ ปัญหา และความต้องการใช้สื่อการสอนของอาจารย์โรงเรียนสาธิตในจังหวัดนครปฐม**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธัญญานัฏ บุญพิละ. 2545**. ภาพ ปัญหา และความต้องการการใช้สื่อการสอนของครูในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดลพบุรี.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธุวนนท์ บาลโพธิ์. 2549. **การพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ผ่านเว็บสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ)ช่วงชั้นที่ 3**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนภาษาอังกฤษ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

น้องนุช บุญชื่น. 2546. **สภาพ ปัญหา และความต้องการใช้สื่อการเรียนรู้ของครูในโรงเรียนนำร่องการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดกรมสามัญศึกษา ในระยะเริ่มปฏิรูปการศึกษา.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นาตยา ปิลันธนานนท์, มธุรส จงชัยกิจ, และ ศิริรัตน์ นีละคุปต์. 2542. **การศึกษาตามมาตรฐานแนวคิดสู่การปฏิบัติ.** กรุงเทพมหานคร: แม็ค.

_____. 2546. **เทคโนโลยีสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพลินพิศ ธรรมรัตน์. 2550. **การพัฒนาเครือข่ายเสมือนด้านการวัดผลและประเมินผลการศึกษาและการวิจัยทางการศึกษา**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณภา เนื่องชุมพล. 2550**. การพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ผ่านเว็บสำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) ช่วงชั้นที่ 1**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2535. **หนังสือเรียนวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้าคุรุสภา.

ยืน ภู่วรวรรณ. 2544. **ไอทีกับแนวโน้มโลก** (Online). www.thaidet.com/computer/tech_it.html, 12 ตุลาคม 2548.

_____. และ สมชาย นำประเสริฐชัย. 2546. **ไอซีทีเพื่อการศึกษาไทย.** กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

อัชรี เอกโทชุน. 2546. **การพัฒนาระบบสารสนเทศแบบเครื่อข่ายเสมือนช่วยการเรียนการสอนด้านพยาบาลอนามัยชุมชน.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Al-Shehri, A. M . 2004. **The Development of Reusable Online Learning Resources for Instructional Design Students Based on the Principles of Learning Objects.** Doctor of Philosophy Thesis in Department of Secondary Education, Kansas State University.

Alonso, M. and E. J. Finn. 1972. **Physics.** California, USA: Addison-Wesley Publishing Company.

Branch, R. M., K. Dohun, and K. Lynne. 1999. "Evaluation Online Educational Materials for Use in Instruction." **ERIC Digest** June 1999 EDO-IR-1999.

BT Education Program. 2004. **Resource Bank** (Online). www.btplc.com/ict/resource_bank/index.cfm, October 21, 2005.

Dick, R. 2007. **Helping Your Child with Maths** (Online). www.naace.co.uk/mathematics/118, April 13, 2007.

Education Index. 2007. EDUCATION INDEX (Online). www.educationindex.com/education_resources.html, April 13, 2007

Educational Resources. 2007. **Educational Resources** (Online). www.edresources.com/, April 13, 2007.

Educationalresources.co.uk. 2006. **EducationalResources.co.uk** (Online). www.educationalresources.co.uk/, March 31, 2007.

Education Resources Information Center. 2007. ERIC (Online). www.eric.ed.gov/, April 14, 2007.

Federal Resources for Educational Excellence. 2007. **FREE** (Online). free.ed.gov/, April 13, 2007.

Finn, D. 2002. **10 Things Every Nonprofit Executive Needs to Know about IT** (Online). www.techsoup.org/learningcenter/techplan/page7377.cfm, April 15, 2007.

Elby, A. 2001. "Helping physics students learn how to learn." **American Journal of Physics, Physics Education Research Supplement** 69 (7): S54-S64.

Forcheri, P., M. T. Molfino, and A. Quarati. 2000. **ICT Driven Individual learning: New Opportunities and Perspectives** (Online)**.** ifets.fit.fraunhofer.de/periodical/vol_1_2000/forcheri.html**,** April 10, 2007.

Mandel, S. 1995. **Cool Stuff** (Online). www.pacificnet.net/~mandel/EducationalResources.html, March 31, 2007.

Matthews, R. J. 2004. **Technology Planning: Preparing and Updating a Library Technology Plane**. Westport, Connecticut, USA: Libraries Unlimited Publisher.

Mardis, M. 2001. **Uncovering the Hidden Web, Part II: Resources for Your Classroom. ERIC Digest** (Online). www.ericdigests.org/2002-2/web.htm**,** October 22, 2005.

Nasa. 2007. **NASA EDUCATION** (Online). education.nasa.gov/home/index.html, March 31, 2007.

National Human Genome Research Institute. 2007. **Educational Resources** (Online). www.genome.gov/Education/, March 31, 2007.

National Radio Astronomy Observatory. 2007. Educational resources (Online). www.cv.nrao.edu/fits/www/yp_education.html, March 31, 2007.

NOAA Office of Public and Constituent Affairs. 2007. **NOAA Education Resources** (Online). www.education.noaa.gov/, March 31, 2007.

Padolsky, M. and H. Myron. 1998. **What is Physics** (Online). collections.ic.gc.ca/science/english/phys/intro.html, October 21, 2005.

Reed, P. 2004. **Enhancing System Change and Academic Success Through Assistive Technologies for K–12 Students With Special Needs** (Online). www.ncrel.org/sdrs/areas/issues/methods/technlgy/te700.htm, October 21, 2005.

Sciamanda, B. 1999. **Study Tips Learning Physics** (Online). www.udel.edu/mvb/study1.html, October 21, 2005.

Stoicheva, M. 2002. **Online Resource for Teaching Shakespeare** (Online). eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/1a/81/d5.pdf, April 14, 2007.

The Franklin Institute's Center for Innovation in Science Learning. 2007. **Resource for Science Learning** (Online). www.fi.edu/learn/hotlists/education.php, April 13, 2007.

The Metropolitan Museum of Art. 2007. **The Metropolitan Museum of Art** (Online). www.metmuseum.org/home.asp, April 13, 2007.

USGS. 2007. **U.S. Geological Survey** (Online). www.usgs.gov/, April 13, 2007.

U.S. Environmental Protection Agency. 2007. **Educational Resources** (Online). www.epa.gov/epahome/educational.htm, April 13, 2007.

Valdez, G. 2004. **Technology Leadership: Enhancing Positive Educational Change** (Online). www.ncrel.org/areas/issues/eductrs/leadrshp/le700.htm, October 21, 2005.

Webster's 1913 Dictionary. 2000. **Physics** (Online). searchbox.hyperdictionary.com/dictionary/physics, October 9, 2004.

Williams, B. 1995. **The internet for teacher.** Foster City, California, USA. n.p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อกลุ่มตัวอย่าง

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. อาจารย์ ดร. จันทร์เพ็ญ โทมัส

   อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

   ปริญญาเอก Ph.D. สาขา ฟิสิกส์, Northingham University, ประเทศอังกฤษ

   ความเชี่ยวชาญ: Magnetic Resonance Imaging and In-Vivo Spectroscopy, Image Processing

2. รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา อมรกิจบำรุง

   รองหัวหน้าภาควิชาฝ่ายบริหารภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

   ปริญญาเอก วท.ด. สาขา ฟิสิกส์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

   ความเชี่ยวชาญ: 1.Nanocrystalline diamond;Chemical Vapour Deposition of Diamond Thin Films, 2.Sputtering Deposition of Diamond Like Carbon(DLC)Thin Films; X-Ray, 3.Diffraction of Stress Thin Films

3. อาจารย์ ดร. อรรุจี เหมือนวงศ์

   อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

   ปริญญาเอก Ph.D.Phil ดาราศาสตร์, University of Sussex, United Kingdom

   ความเชี่ยวชาญ: Cosmological simulations, X-ray properties of galaxy clusters, Theoretical astrophysics

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล สุวรรณน้อย
   คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
   ปริญญาเอก EdD. (Information Technology) Deakin University , Australia
   ความเชี่ยวชาญ: Research Techniques in Chemistry, การวัดและประเมินผลทางการศึกษา, Information Technology

2. รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ วิจักขณาลัญฉ์
   คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
   ปริญญาเอก ศษ. ด. (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
   ความเชี่ยวชาญ: Computer Programming, Information Based Learning Mode, การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสต์และคณิตศาสตร์

3. ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว
   ที่ปรึกษาสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   ปริญญาเอก Ph.D. (Science Education)
   ความเชี่ยวชาญ: Learning Model, การจัดกิจกรรมโดยใช้แหล่งเรียนรู้, โครงงานวิทยาศาสตร์, การพัฒนาหลักสูตรสาระวิทยาศาสตร์

รายชื่อครู

1. นางสาววยุพร แสนโคตร ครู โรงเรียนขามแก่นนคร
สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสาระ 4, 5 และ 8

2. นายสิทธา กล้าหาญ ครู คศ.2 โรงเรียนขามแก่นนคร
สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสาระ 4, 5 และ 8

3. นางดารณี เถื่อนนาดี ครู คศ.3 โรงเรียนขามแก่นนคร
สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในสาระ 4, 5 และ 8

4. นายประยงค์ สิงหาด ครู คศ.3 โรงเรียนขามแก่นนคร
สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในสระ 4, 5 และ 8

5. นางจิตนิภา กล้าหาญ ครู คศ.2 โรงเรียนขามแก่นนคร
สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ในสาระ 6, 7 และ 8

6. นายสนอง พรมที ครู คศ.2 โรงเรียนนครขอนแก่น
สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสาระ 4, 5 และ 8

7. นายบุญเชิด บุญมา ครู คศ.3 โรงเรียนนครขอนแก่น
สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในสาระ 4, 5 และ 8

8. นายสุชาติ ชัยทอง ครู คศ.3 โรงเรียนนครขอนแก่น
สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ในสาระ 6, 7 และ 8

9. นางสาวชูจิต บุตรดี ครู คศ.3 โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย
สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสาระ 6, 7 และ 8

10. นายชุมพร อินทรจักรพงษ์ ครู คศ.2 โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย
สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในสาระ 4, 5 และ 8

ภาคผนวก ข

แบบสอบถาม

แบบสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

การวิจัยเรื่อง

การพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลังสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

****

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้เป็นแบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒินักวิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ ว่าถูกต้องตามเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

- ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเพื่อระบุมาตรฐานข้อที่ควรปรับปรุงในฐานข้อมูลแต่ละส่วน
- ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นข้อเสนอแนะโดยรวม ต่อฐานข้อมูลแต่ละส่วน

ชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์.....

ตอนที่ 1

- *โปรดระบุเลขมาตรฐาน เลขข้อของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากร ฯ ที่ควรปรับปรุงแก้ไข และคำอธิบายการปรับปรุงแก้ไข*

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ที่ควรปรับปรุงแก้ไข		
มาตรฐาน	ข้อ	คำอธิบาย

กิจกรรมการเรียนรู้ ที่ควรปรับปรุงแก้ไข		
มาตรฐาน	ข้อ	คำอธิบาย

การประเมินผลการเรียนรู้ ที่ควรปรับปรุงแก้ไข		
มาตรฐาน	ข้อ	คำอธิบาย

หน่วยและแผนการเรียนรู้ ที่ควรปรับปรุงแก้ไข		
มาตรฐาน	ข้อ	คำอธิบาย

ตอนที่ 2

- *โปรดแสดงความเห็น ข้อเสนอแนะโดยภาพรวมของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ ในแต่ละส่วน คือ*

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

การประเมินผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

หน่วยและแผนการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

****

แบบสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

การวิจัยเรื่อง

การพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

****

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้เป็นแบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อประเมินฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ ที่จัดสร้างเป็นเว็บไซต์ว่าเหมาะสมมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ได้ดีเพียงไร โดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

- ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเพื่อระบุองค์ประกอบของเว็บไซต์ที่ควรปรับปรุงแก้ไข
- ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นข้อเสนอแนะโดยรวมของเว็บไซต์

ชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ .....

ตอนที่ 1

- *โปรดระบุ ส่วนต่าง ๆ ของเว็บไซต์ที่ควรปรับปรุงแก้ไข และคำอธิบายการปรับปรุงแก้ไข*

ส่วนโฮมเพจ ที่ควรปรับปรุงแก้ไข	
รายละเอียด	คำอธิบาย

ส่วนเมนู ที่ควรปรับปรุงแก้ไข	
รายละเอียด	คำอธิบาย

ส่วนแสดงฐานข้อมูล ที่ควรปรับปรุงแก้ไข	
รายละเอียด	คำอธิบาย

ส่วนติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ที่ควรปรับปรุงแก้ไข	
รายละเอียด	คำอธิบาย

ส่วนอธิบายวิธีใช้ ที่ควรปรับปรุงแก้ไข	
รายละเอียด	คำอธิบาย

ส่วนประวัติการใช้ ที่ควรปรับปรุงแก้ไข	
รายละเอียด	คำอธิบาย

ตอนที่ 2

- *โปรดแสดงความเห็น ข้อเสนอแนะโดยภาพรวมของเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ ในแต่ละประเด็นต่อไปนี้*

ลักษณะเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ

……

……

……

ความสะดวกในการใช้

……

……

……

ความปลอดภัยต่อฐานข้อมูล

……

……

……

ศักยภาพในการพัฒนา

……

……

……

ประเด็นอื่นๆ

……

……

……

****

แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ครู

การวิจัยเรื่อง

การพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

****

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์นี้เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นในการสืบค้นข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระที่ 4 – 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

2. กรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อตามความเป็นจริง และร่วมแสดงความคิดเห็นในประเด็นการสัมภาษณ์ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์สรุปผล ในลักษณะส่วนรวมมิใช่เป็นรายบุคคล จึงไม่มีผลกระทบต่อท่านแต่ประการใด

3. แบบสอบถามชุดนี้มี 3 ตอน และตอนที่ 4 เป็นแบบสัมภาษณ์ ดังนี้

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นในการสืบค้นข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูล เป็นการแสดงข้อเสนอแนะ หรือความคิดเห็นต่าง ๆ ที่มีต่อการสืบค้นข้อมูล

4. การตอบแบบสอบถาม

4.1 ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน ( ) หน้าข้อความที่เป็นความจริงเกี่ยวกับตัวท่าน

4.2 ตอนที่ 2 ความคิดเห็นในการสืบค้นข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ

คำชี้แจง โปรดพิจารณารายการในแบบสอบถามแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดความคิดเห็นเป็น 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง มากที่สุด

4 หมายถึง มาก

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง น้อย

1 หมายถึง น้อยที่สุด

4.3 ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูล

คำชี้แจง โปรดแสดงข้อเสนอแนะ หรือความคิดเห็นต่าง ๆ ที่มีต่อการสืบค้นข้อมูล

4.4 ตอนที่ 4 แบบสัมภาษณ์

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นในประเด็นการสัมภาษณ์ต่าง ๆ ที่มีต่อการสืบค้นข้อมูล

(นายศักดิ์ สุวรรณฉาย)
นิสิตปริญญาเอก สาขาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 1

สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน ( ) หน้าข้อความที่เป็นความจริงเกี่ยวกับตัวท่าน

1. เพศ ( ) หญิง

   ( ) ชาย

2. วุฒิการศึกษา ( ) ปริญญาโท

   ( ) ปริญญาตรี

3. ประสบการณ์ในการสอน

   ( ) 1 – 5 ปี ( ) 6 – 10 ปี

   ( ) 11 – 15 ปี ( ) มากกว่า 15 ปี

4. ท่านมีประสบการณ์ในการสืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายสารสนเทศ ระบบ Internet

   ( ) มี ( ) ไม่มี

5. ท่านเคยใช้บริการเครือข่ายสารสนเทศในการเตรียมสอน บ้างหรือไม่

   ( ) มี ( ) ไม่มี

6. ท่านเคยใช้บริการเครือข่ายสารสนเทศในการสอน บ้างหรือไม่

   ( ) มี ( ) ไม่มี

7. ท่านคิดว่าเครือข่ายสารสนเทศมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด

   ( ) มาก ( ) ปานกลาง ( ) น้อย

.....

ตอนที่ 2

ความคิดเห็นในการสืบค้นข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

.....

คำชี้แจง โปรดพิจารณารายการในแบบสอบถามแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

1. ด้านขอบเขตเนื้อหาและข้อมูลในการสืบค้น

ข้อที่	รายการ	ความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	รูปแบบของการนำเสนอเนื้อหาในเมนูหลัก					
2	ขอบเขตของเนื้อหาในเมนูหลัก					
3	ความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอ					
4	แหล่งที่มาของข้อมูล					
5	จำนวนและความหลากหลายของข้อมูล					
6	ภาษาที่ใช้					
7	ความครอบคลุมประเด็นสำคัญ					

2. ด้านรูปแบบการสืบค้นข้อมูล

ข้อที่	รายการ	ความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
8	สามารถเข้าใจการใช้ได้อย่างรวดเร็ว					
9	จำนวนเมนูหลักที่ใช้ในการสืบค้น					
10	รูปแบบการสืบค้นในเมนูหลัก					
11	ขั้นตอนในการสืบค้น					
12	ระบบการสืบค้นดึงดูดความสนใจ					
13	รูปแบบการนำเสนอ					

3. ด้านเทคนิค

ข้อที่	รายการ	ความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
14	ความถูกต้องแม่นยำตามเงื่อนไขที่ต้องการ					
15	เวลาที่ใช้ในการแสดงผลลัพธ์					
16	ความสมบูรณ์ขององค์ประกอบ					
17	ความคงที่ในการแสดงผลลัพธ์					
18	ระบบของฐานข้อมูลโดยรวม					

4. ด้านประโยชน์ของการสืบค้นข้อมูล

ข้อที่	รายการ	ความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
19	การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง					
20	การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้					
21	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน					
22	การจัดทำเนื้อหาการเรียนรู้					
23	การวัดผลการเรียนการสอน					
24	การสร้างเครื่องมือวัดประเมินผล					

ตอนที่ 3

ข้อเสนอแนะของครูในการปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

……

คำชี้แจง ครูเสนอแนะข้อมูลเพิ่มเติมในการปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ ในประเด็นต่อไปนี้ คือ

1. รูปแบบการนำเสนอผ่านเว็บไซต์ของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ

   .....

   .....

   .....

   .....

2. เนื้อหาของฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ

   .....

   .....

   .....

   .....

3. วิธีใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ เพื่อจัดการเรียนรู้

   .....

   .....

   .....

   .....

4. ประเด็นเสนอแนะ อื่นๆ

   .....

   .....

   .....

ตอนที่ 4

แบบสัมภาษณ์ครูต่อฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

……

วันที่สัมภาษณ์...../...../.....

ครูผู้ให้สัมภาษณ์ ชื่อ.....

สอนวิชา.....หน่วยกิต.....ระดับชั้น.....

สาระการเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้อง

☐สาระ 4 ☐สาระ 5 ☐สาระ 6 ☐สาระ 7 ☐สาระ 8

คำอธิบายรายวิชา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1. ฐานข้อมูลฯ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

คำถาม	คำตอบ
1.1 ครูเข้าใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ด้วยวิธีการใดบ้าง ?	.....
1.2 ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ ใช้ได้สะดวกชัดเจนหรือไม่?	.....
1.3 ครูมีปัญหาในการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ อะไรบ้าง ?	.....
1.4 ครูนำข้อมูลจากฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ในส่วนใดไปใช้บ้าง และใช้ในรูปแบบใด ?	.....
1.5 ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้อย่างไร ?	.....
1.6 ครูพบว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ส่วนใดที่ดีและส่วนใดที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อครู ?	.....

2. ฐานข้อมูลฯ กิจกรรมการเรียนรู้

คำถาม	คำตอบ
2.1 ครูเข้าใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ด้วยวิธีการใดบ้าง ?	…… …… …… …… ……
2.2 ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ ใช้ได้สะดวกชัดเจนหรือไม่?	…… …… …… …… ……
2.3 ครูมีปัญหาในการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ อะไรบ้าง ?	…… …… …… …… ……
2.4 ครูนำข้อมูลจากฐาน ข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ในส่วนใดไปใช้บ้าง และใช้ในรูปแบบใด ?	…… …… …… …… ……
2.5 ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้อย่างไร ?	…… …… …… …… ……
2.6 ครูพบว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ส่วนใดที่ดีและส่วนใดที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อครู ?	…… …… …… …… ……

3. ฐานข้อมูลฯ การประเมินผลการเรียนรู้

คำถาม	คำตอบ
3.1 ครูเข้าใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ด้วยวิธีการใดบ้าง ?	.....
3.2 ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ ใช้ได้สะดวกชัดเจนหรือไม่?	.....
3.3 ครูมีปัญหาในการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ อะไรบ้าง ?	.....
3.4 ครูนำข้อมูลจากฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ในส่วนใดไปใช้บ้าง และใช้ในรูปแบบใด ?	.....
3.5 ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้อย่างไร ?	.....
3.6 ครูพบว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ส่วนใดที่ดีและส่วนใดที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อครู ?	.....

4. ฐานข้อมูลฯ หน่วยหรือแผนการเรียนรู้

คำถาม	คำตอบ
ครูเข้าใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ด้วยวิธีการใดบ้าง ?	.....
ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ ใช้ได้สะดวก ชัดเจนหรือไม่?	.....
ครูมีปัญหาในการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ อะไรบ้าง ?	.....
ครูนำข้อมูลจากฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ในส่วนใดไปใช้บ้าง และใช้ในรูปแบบใด ?	.....
ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้อย่างไร ?	.....
ครูพบว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรฯ นี้ส่วนใดที่ดีและส่วนใดที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อครู ?	.....

****

ภาคผนวก ค

คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู

ตารางผนวกที่ ค1 คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู คำถามที่ 1 ครูเข้าใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ ด้วยวิธีใดบ้าง

ผู้ตอบการสัมภาษณ์	รายการคำตอบ
1	- ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่โรงเรียน และ ที่บ้าน
2	- ส่วนใหญ่เข้าเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่โรงเรียน
3	- ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่โรงเรียน
4	- ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่โรงเรียน และ ที่บ้าน
5	- ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตทั่วไป
6	- ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ต - ใช้จากแผ่นซึ่งดาวน์โหลดฐานข้อมูลฯไว้
7	- ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่โรงเรียน - ใช้จากแผ่นดาวน์โหลดฐานข้อมูลนำไปใช้ที่บ้าน
8	- ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ต - ใช้จากการดาวน์โหลดฐานข้อมูลฯไว้เครื่องคอมพิวเตอร์
9	- ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ต - ใช้จากการดาวน์โหลดฐานข้อมูลฯไว้เครื่องคอมพิวเตอร์
10	- ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่โรงเรียน - ใช้จากแผ่นดาวน์โหลดฐานข้อมูลนำไปใช้ที่บ้าน

ตารางผนวกที่ ค2 คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู คำถามที่ 2 ครูเห็นว่าฐานข้อมูล แหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ ใช้ได้สะดวกชัดเจน หรือไม่

ผู้ตอบการสัมภาษณ์	รายการคำตอบ
1	- ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ใช้ได้ชัดเจนประมาณ 70 %
	- กิจกรรมการเรียนรู้ และ การประเมินผลการเรียนรู้ ใช้ได้ชัดเจน
2	- ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ใช้ได้สะดวกดีมาก
	- กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ ใช้ได้สะดวก
	- หน่วยและแผนการเรียนรู้ ช้ได้ค่อนข้างสะดวก
3	- ข้อมูลชัดเจนและใช้ได้สะดวก
4	- ใช้ได้สะดวกถ้าเป็นอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง
5	- มีความสะดวกชัดเจนดี
6	- สะดวกชัดเจนดี
7	- ต้องการให้รวมมาตรฐานในสาระเดียวกันไว้ในเมนูเดียวกัน
8	- ชัดเจน สะดวก เข้าถึงได้ง่าย
9	- ใช้ได้สะดวกชัดเจน
	- ยกเว้นหน่วยและแผนการเรียนรู้ จะขึ้นกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
10	- ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังควรรวมกันไว้ในเมนูเดียวกัน
	- หน่วยและแผนการเรียนรู้ ช้าเพราะเครือข่ายอินเตอร์เน็ตช้า

ตารางผนวกที่ ค3 คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู คำถามที่ 3 ครูมีปัญหาในการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อเรียนรู้ฯ นี้อย่างไรบ้าง

ผู้ตอบการสัมภาษณ์	รายการคำตอบ
1	- การเข้าใช้หัวข้อหน่วยและแผนการเรียน เข้าใจว่าจะพบแผนการเรียนรู้ที่ชัดเจนมีรายละเอียดครบนำไปใช้ได้เลย - มีความเข้าใจเมนูกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ตรงกับฐานข้อมูลที่มีอยู่
2	- ไม่พบปัญหาการใช้
3	- ไม่มี
4	- ปัญหาเกิดจากเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ไม่ใช่ปัญหาของฐานข้อมูล
5	- ปัญหาจากเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบางครั้งทำให้เข้าถึงฐานข้อมูลไม่ได้ - หน่วยและแผนการเรียนรู้ มีปัญหาเรื่องภาษาอังกฤษที่อ่านได้ไม่ครบ
6	- การเข้าฐานข้อมูลต้องเข้าหลายครั้ง ซ้ำซ้อน น่าจะจัดให้อยู่หน้าเดียวกัน - กิจกรรมบางตัวอย่างใช้เวลามากไม่สามารถนำมาใช้ได้ในบางโรงเรียน
7	- มีปัญหาติดตั้งโปรแกรมประกอบการใช้ฐานข้อมูลฯ
8	- หน้าต่างเล็กเกินไป - เมนูซ้ำซ้อน เข้าใช้ได้หลายทางทำให้สับสนเล็กน้อย - มีปัญหาเกี่ยวกับภาษาอังกฤษที่มีอยู่ในแผนการเรียนรู้
9	- หน่วยและแผนการเรียนรู้ซึ่งต้องใช้กับเครื่องที่เชื่อมต่อเครือข่ายอินเตอร์เน็ตจึงสามารถใช้ได้
10	- ปัญหาการติดตั้งโปรแกรมประกอบ - ปัญหาเรื่องภาษาอังกฤษ

ตารางผนวกที่ ค4 คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู คำถามที่ 4 ครูนำข้อมูลจากฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อเรียนรู้ฯ นี้ในส่วนใดไปใช้บ้างและใช้ในรูปแบบใด

ผู้ตอบการสัมภาษณ์	รายการคำตอบ
1	- ปรับใช้กับกิจกรรมการสอนที่มีอยู่แล้ว - นำไปเตรียมแผนการสอน - เตรียมงานให้นักเรียน - เตรียมการประเมินผล - เตรียมการสอนในปีต่อไป
2	- นำกิจกรรมไปประยุกต์กับสภาพการจัดการเรียนรู้ในวิชาที่รับผิดชอบ - ใช้ประกอบการสร้างเครื่องมือประเมินผล - หน่วยและแผนนำไปเป็นแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
3	- นำมาตรฐาน และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังไปใช้
4	- เพิ่มเติมผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเรื่องโลกและดาราศาสตร์สาระพื้นฐาน - กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเรื่องโลกและดาราศาสตร์สาระเพิ่มเติม - กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้นำทาง - เพิ่มกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผล และหน่วยการเรียนรู้ เรื่องโลกและดาราศาสตร์ สาระพื้นฐานและสาระเพิ่มเติม - ใช้เป็นหลักในการทบทวน วิเคราะห์การวัดประเมินผลและหน่วยการเรียนรู้ ว่าสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้หรือไม่ - นำไปจัดทำสื่อการเรียนรู้
5	- ศึกษาและดูรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ - ปรับใช้วิธีการประเมินกับวิธีที่มีอยู่เพื่อให้เหมาะกับสภาพโรงเรียน - นำกิจกรรมในหน่วยและแผนเป็นตัวอย่าง
6	- นำผลการเรียนรู้ข้อ 1 – 3 สาระ 7 ไปปรับใช้กับเนื้อหาเรื่องเอกภพ - นำไปใช้คือ สาระที่ 7 มาตรฐาน ว 7.1.1 ข้อ 1 , 2 และ 3 - ตัวอย่างการประเมิน มาตรฐาน ว 7.1.1 ข้อ 1-6 ตรงความต้องการ - ตัวอย่างกิจกรรมนำไปปรับใช้กับแผนการเรียนรู้ได้ - ทำให้ทราบแหล่งเรียนรู้ที่สามารถค้นคว้าจากตัวอย่างแหล่งเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสืบค้นมาไว้

ตารางผนวกที่ ค4 (ต่อ)

ผู้ตอบการสัมภาษณ์	รายการคำตอบ
7	- ใช้ มาตรฐาน ว 4.1 และ มาตรฐานช่วงชั้น ว 4.1.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มาตรฐานช่วงชั้น ว 4.1.2 ข้อ 1-6 ประกอบการเขียนแผนการสอน และ กำหนดเนื้อหา - ในส่วนอื่นใช้เสริมแผนการสอนที่มีอยู่แล้ว - กิจกรรมในสาระ 4 และ 5 นำไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในแผนการสอน - บางกิจกรรมที่เหมาะสม ได้นำไปแทรกลงในกิจกรรมที่มีอยู่แล้ว - นำข้อแนะนำในการประเมินผลในส่วนที่ตรงกับเนื้อหาที่สอนโดยดัดแปลงเป็นข้อทดสอบ คำถาม โดยแทรกในแผนการสอนที่มีอยู่แล้ว - ได้ศึกษารูปแบบและวิธีการเขียนแผนการสอน ใบงาน เนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ในแผนการสอน - ดัดแปลงให้เหมาะสมกับสภาพนักเรียน และครู อุปกรณ์ของโรงเรียน ใช้สืบค้นข้อมูลได้เนื้อหาเพิ่มเติมมากขึ้น
8	- ใช้ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในการเขียนแผนการสอน การจัดการเรียนรู้ - นำกิจกรรมการเรียนรู้จากแผนตัวอย่างไปใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน - นำรูปและกิจกรรมในตัวอย่างหน่วยและแผนไปใช้ในการสอน
9	- ให้ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้และตัวอย่างหน่วยและแผนฯ ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้
10	- ใช้มาตรฐานช่วงชั้น ว 4.1.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ข้อ 1-6 - การใช้ทั่วไป ใช้ประกอบการเขียนแผนการสอน และกำหนดเนื้อหา และใช้เสริมแผนการสอนที่มีอยู่แล้ว ทั้งด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และกิจกรรมการประเมินผลการเรียนรู้

ตารางผนวกที่ ค5 คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู คำถามที่ 5 ครูเห็นว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้อย่างไร

ผู้ตอบการสัมภาษณ์	รายการคำตอบ
1	- เป็นประโยชน์มากในเรื่องการสืบค้นเนื้อหาข้อมูลเพิ่มเติมในการเรียนการสอน - มีประโยชน์เพื่อเตรียมการประเมิน เลือกหัวข้อประเมินได้เหมาะสม
2	- เป็นแนวทางที่ดีในการนำไปสอดแทรกร่วมกับกิจกรรมตามแนวทางของครูได้ เพื่อให้กิจกรรมครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้ หรือผลการเรียนที่คาดหวังมากขึ้น - เป็นประโยชน์ต่อการนำมาประกอบการคิดจัดทำเครื่องมือประเมินผล - หน่วยและแผนช่วยนำทางในการคิดหาแนวทางจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องตามมาตรฐานการศึกษา
3	- มีประโยชน์ใช้อ้างอิงและศึกษากรณีที่หาข้อมูลจากแหล่งอื่นไม่เจอ
4	- มีประโยชน์ในการเตรียมแผน เตรียมกิจกรรมการสอน - เป็นผลการเรียนรู้ที่ละเอียดเหมาะต่อการกำหนดกิจกรรมและสามารถประเมินได้เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน
5	- มีประโยชน์ต่อการเตรียมตัวสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอน - ช่วยครูได้ศึกษารูปแบบกิจกรรมที่หลากหลายนำไปปรับใช้กับตนเอง - การประเมินผลมีหลากหลาย ด้านเทคนิควิธี ทำให้สามารถศึกษาเป็นตัวอย่างและปรับใช้ได้ - สามารถศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่ตรงกับเรื่องที่สอน เพื่อดูเทคนิค หรือรูปแบบการนำเสนอการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้
6	- มีประโยชน์มากในการนำไปประยุกต์เขียนแผนการสอน ออกแบบกิจกรรม มีตัวอย่างสื่อที่นำไปสอนได้จริงและทันสมัย - มีตัวอย่างกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เช่นการค้นคว้า การออกแบบ การนำเสนอ - มีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการทำแผนการเรียนรู้

ตารางผนวกที่ ค5 (ต่อ)

ผู้ตอบการสัมภาษณ์	รายการคำตอบ
7	- สะดวกในการจัดกิจกรรม โดยนำไปเสริมกิจกรรมที่มีอยู่แล้ว บางกิจกรรมยกไปใช้โดยตรงทั้งหมด - ค้นหาแหล่งข้อมูลได้ง่าย - ได้แนวคิดในการตั้งคำถาม การทำแบบทดสอบ - ได้แนวคิดในการมอบหมายงานให้นักเรียนเป็นรายบุคคล เป็นรายกลุ่ม การทำกิจกรรมร่วมกัน - ทำให้สามารถแทรกการประเมินผลลงในแผนการสอน - มีประโยชน์ต่อการสืบค้นข้อมูล เนื้อหา รูปแบบการสอน วิธีการสอน รูปแบบกิจกรรม รูปแบบการวัดผลประเมินผล
8	- ใช้ประกอบการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และ กำหนดว่าต้องสอนให้นักเรียนได้ความรู้ไม่ต่ำกว่าผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง - นำข้อมูลจากฐานข้อมูลมาปรับใช้ในการเรียนการสอนบางเรื่อง - นำไปเป็นตัวอย่างแนวทางการประเมินผลว่าควรเป็นในลักษณะใด - นำกิจกรรม รูปภาพ ไปปรับใช้ในการสอนในชั่วโมง ทำให้นักเรียนสนใจมากขึ้น
9	- มีประโยชน์มาก
10	- ใช้ประกอบการเขียนแผนการสอน และกำหนดเนื้อหาไม่ให้ต่ำกว่ามาตรฐานช่วงชั้น ว 4.1.2 - มีประโยชน์ต่อการกำหนดกิจกรรม การประเมิน และการทำแผนการสอน

ตารางผนวกที่ ค6 คำตอบจากการสัมภาษณ์ครู คำถามที่ 6 ครูพบว่าฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ฯ นี้ ส่วนใดที่ดี และส่วนใดที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อครู

ผู้ตอบการสัมภาษณ์	รายการคำตอบ
1	- ดีเป็นประโยชน์ทุกส่วน
2	- ดีที่สะดวกต่อการค้นหา เนื้อหาประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ - ไม่ดีที่มีแหล่งเรียนรู้ภายในประเทศน้อยมาก - ดีที่มีกิจกรรมที่สามารถเลือกเป็นแนวทางอย่างหลากหลาย - ไม่ดีที่ขาดการวัดผลด้านจิตวิทยาศาสตร์ การวัดความร่วมมือ - ไม่ดีที่ขาดการวัดผลแบบ KAP หรือรูปแบบการวัดผลแบบต่างๆ
3	- ดีที่สะดวกในการศึกษาแหล่งข้อมูล
4	- ดีที่เชื่อมโยงได้รวดเร็ว - ไม่ดีที่ครูต้องทำความเข้าใจภาษาต่างประเทศ
5	- ดีในทุกส่วน มีความสะดวกในการใช้ มีข้อมูลที่ต้องการดีกว่าเอกสาร - ดีในแง่การเป็นตัวอย่างของกิจกรรม การประเมินผล และแผนการจัดการเรียนรู้
6	- ดีเป็นตัวอย่างได้ทุกหัวข้อ - ไม่ดีที่บางกิจกรรมไม่สามารถใช้ได้กับบางโรงเรียน
7	- ไม่ดีที่ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังน้อยเกินไป - ไม่ดีที่กิจกรรมบางกิจกรรมไม่สามารถนำไปใช้ได้เพราะขาดอุปกรณ์ - ดีที่แบ่งหน่วยและแผนตามมาตรฐาน - ไม่ดีที่แหล่งเรียนรู้เป็นภาษาอังกฤษ
8	- ดีเป็นส่วนใหญ่
9	- ดีที่ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสอดคล้องกับกิจกรรม - ดีที่กิจกรรมครอบคลุมตามสระการเรียนรู้ และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ส่งเสริมการจัดกิจกรรม การประเมินผลการเรียน และการทำแผนการสอนของครู
10	- ดีที่เป็นอย่างในการจัดทำแผนการเรียนรู้

ภาคผนวก ง

คลัง ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การเประเมินผลการเรียนรู้
หน่วยและแผนการเรียนรู้

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.1.1 สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	**1.** ตรวจสอบเวลาตกของวัตถุใดๆ จากที่สูงเท่ากัน **2.** สังเกตและอธิบายลักษณะและ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงโน้มถ่วงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง **3.** ตรวจสอบหาความเร่งของวัตถุใดๆ เมื่อตกลงในสนามโน้มถ่วงของโลก **4.** ระบุว่าแรงโน้มถ่วงเป็นแรงพื้นฐานในธรรมชาติแรงหนึ่ง **5.** วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินแรงโน้มถ่วงที่บริเวณใกล้ๆ ผิวโลก **6.** สรุปค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกด้วยข้อมูลจากการทดลอง **7.** บรรยายกฎสนามโน้มถ่วงสากลของนิวตัน **8.** อธิบายหลักการที่คาเวนดิส(Cavendish) ใช้ทดลองเพื่อหาค่าคงตัวสนามโน้มถ่วงสากล G **9.** ให้คำจำกัดความ สนาม(field) จากบริเวณที่มีการกระทำเกิดขึ้น และ นำคำจำกัดความนี้ไปปรับใช้บรรยายผลของสนามโน้มถ่วง **10.** เชื่อมโยงลักษณะและปริมาณของค่าคงตัวสนามโน้มถ่วงกับค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก โดยใช้กฎความโน้มถ่วงสากล **11.** ทำนายค่าน้ำหนักที่ต่างกันของวัตถุอันหนึ่งเมื่ออยู่บนดาวเคราะห์คนละดวง **12.** เปรียบเทียบสภาพเสมือนไร้น้ำหนักและสภาพสนามโน้มถ่วงมีค่าเป็นศูนย์ **13.** สืบค้นการก่อตัวและรูปร่างของกระจุกดาวทรงกลม (globular star clusters) **14.** อธิบายแรงที่ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลงบนโลกได้ **15.** บรรยายแรงที่ต้องใช้เร่งยานสำรวจเมื่ออยู่บนโลกและเมื่ออยู่บนดาวอังคาร **16.** อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และค่าสนามโน้มถ่วง **17.** แสดงวิธีหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกและค่าสนามโน้มถ่วง **18.** นำความรู้เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วงไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.1.1 สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	**19.** สังเกตการเกิดประจุไฟฟ้าและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำต่ออนุภาคในสนามไฟฟ้า **20.** นำความรู้เรื่องแรงกระทำต่ออนุภาคในสนามไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ **21.** ตรวจสอบหาองค์ประกอบที่มีผลต่อแรงกระทำต่อประจุไฟฟ้าในสนามไฟฟ้า **22.** ตรวจสอบสมบัติของประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุไฟฟ้าจนสรุป เป็นกฎแรงระหว่างประจุ **23.** คำนวณความสัมพันธ์ระหว่าง แรงระหว่างประจุไฟฟ้า ค่าประจุไฟฟ้า ระยะห่างระหว่างประจุไฟฟ้า **24.** วิเคราะห์และอภิปรายจนสรุปความหมายของสนามไฟฟ้า **25.** วิเคราะห์และอภิปรายจนสรุปความหมายของพลังงานศักย์ไฟฟ้า **26.** วิเคราะห์และอภิปรายจนสรุป ความหมายของศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้า **27.** สำรวจ และสรุปความหมายของ ความจุ **28.** สำรวจ และสรุปสมบัติของตัวเก็บประจุไฟฟ้า **29.** คำนวณความจุของตัวเก็บประจุ และตัวเก็บประจุที่ต่อกันมากกว่า 1 ตัว **30.** ค้นคว้าหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้สมบัติสนามไฟฟ้า และ การเหนี่ยวนำไฟฟ้า จนนำมาแสดงสถานการณ์จำลอง **31.** อธิบายการมีปฏิกิริยากันทางไฟฟ้าในแง่ของกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า **32.** อธิบายการมีปฏิกิริยากันทางไฟฟ้าในแง่ของการผลักกันและการดึงดูดกันของประจุไฟฟ้า **33.** เปรียบเทียบการถ่ายทอดประจุไฟฟ้าระหว่างวิธีนำไฟฟ้าและเหนี่ยวนำไฟฟ้า **34.** อธิบายลักษณะการกระจายประจุไฟฟ้าบนผิวหน้าของตัวนำและฉนวน **35.** อธิบายหลักการที่ใช้ในการทดลองแรงระหว่างประจุของคูลอมบ์ **36.** ออกแบบการทดลองเพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าประจุ แรงไฟฟ้า และระยะห่างระหว่างจุดประจุ **37.** คำนวณโดยใช้กฎของคูลอมบ์เพื่อหาขนาดของแรงไฟฟ้าที่กระทำบน จุดประจุไฟฟ้าอันหนึ่งซึ่งเกิดโดยจุดประจุไฟฟ้าอีกอันหนึ่ง **38.** สรุปเชิงปริมาณเกี่ยวกับขนาดและทิศของแรงไฟฟ้าบนจุดประจุอันหนึ่งซึ่งเกิดโดยจุดประจุอีกอันหนึ่งหรืออีกหลายอันที่อยู่บนระนาบเดียวกัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.1.1 สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	**39.** เปรียบเทียบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในเรื่องความสัมพันธ์กำลังสอง ผกผันระหว่างกฎของคูลอมบ์และกฎความโน้มถ่วงสากลของนิวตัน **40.** อธิบายว่าแบบจำลองไฟฟ้าของวัตถุเป็นพื้นฐานในการแปรความหมายปรากฏการณ์ทางไฟฟ้า **41.** อธิบายว่าการกระจายตัวของประจุและการถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งสู่อีกวัตถุหนึ่งเป็นพื้นฐานกระบวนการทางไฟฟ้า **42.** เปรียบเทียบและบอกความแตกต่างการออกแบบการทดลองซึ่งใช้ความรู้ จากคูลอมบ์และใช้ความรู้จากคาเวนดิสช์ในแง่ที่เทคโนโลยีมีบทบาททำให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้า **43.** เปรียบเทียบลักษณะพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานศักย์ไฟฟ้า **44.** ทำนายผลของกิจกรรมสาธิตการถ่ายโอนและการกระจ่ายประจุไฟฟ้า **45.** ประเมินและคัดเลือกเทคนิควิธีและอุปกรณ์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและสารสนเทศในการแก้ปัญหาทางไฟฟ้า **46.** ดำเนินการทดลองเพื่อแสดงวิธีการถ่ายโอนและการกระจ่ายประจุไฟฟ้า **47.** ดำเนินการทดลองเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประจุไฟฟ้า แรงไฟฟ้า และ ระยะห่างระหว่างจุดประจุ **48.** อนุมานความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ระหว่างค่าประจุ แรง และระยะห่างระหว่างประจุจากการทดลองที่ชัดเจน **49.** วาดสนามไฟฟ้าด้วยเส้นสนามสำหรับสนามไฟฟ้าเกิดจากจุดประจุไฟฟ้า สนามไฟฟ้ารวมจากจุดประจุที่เหมือนหรือต่างกัน และ สนามไฟฟ้า จากแผ่นประจุขนาน **50.** ยอมรับการกำหนดพลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง **51.** บรรยายแรงที่กระทำต่อประจุไฟฟ้าใดๆ ที่อยู่ในสนามไฟฟ้าโดยใช้แผนภูมิวัตถุตกอิสระประกอบ **52.** ให้คำจำกัดความความต่างศักย์ไฟฟ้าว่าเป็นพลังงานศักย์ไฟฟ้าของหนึ่ง หน่วยประจุในประจุไฟฟ้าใดๆ **53.** คำนวณความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ **54.** อธิบายปริมาณสนามไฟฟ้าในแง่ของค่าความหนาแน่นและทิศทาง

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.1.1 สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	**55.** ให้คำจำกัดความกระแสไฟฟ้าว่าเป็นผลรวมของค่าประจุที่ผ่านจุดๆ หนึ่ง ในหนึ่งหน่วยเวลา **56.** บรรยายค่าการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ **57.** อธิบายปฏิกิริยาทางไฟฟ้าในเชิงปริมาณโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน **58.** อธิบายการทดลองหยดน้ำมันของมิลิแกนและความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญกับค่าประจุของอิเล็กตรอน **59.** ประเมินว่าหลักการทางไฟฟ้าสถิตใช้แก้ปัญหาทางอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี รวมถึงยกระดับคุณภาพชีวิตอย่างไร เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องกรองอากาศไฟฟ้า เครื่องตกตะกอน เสื้อผ้าที่ต้านไฟฟ้าสถิต ไฟกระพริบเตือนการขับขี่ **60.** อธิบายว่าอุปกรณ์ซึ่งการทำงานไวต่อไฟฟ้าเป็นปัญหาในคอมพิวเตอร์ การป้องกันอุปกรณ์นั้นจากสนามไฟฟ้าทำได้อย่างไร **61.** สืบค้นความหมายและปัจจัยที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า **62.** สำรวจความหมายของกระแสไฟฟ้าในตัวนำ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า และแรงเคลื่อนไฟฟ้า **63.** คำนวณกระแสไฟฟ้ารวมจากเซลไฟฟ้าที่เหมือนกัน **64.** สืบค้นหาสภาพนำไฟฟ้าของสารที่เป็นตัวนำ **65.** ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า และ กระแสไฟฟ้าของตัวนำโลหะเมื่ออุณหภูมิคงตัว **66.** คำนวณหาปริมาณต่างๆ โดยใช้ กฎของโอห์ม กฎของเคอร์ชอฟฟ์ และวงจรวีตสโตนบริดจ์ **67.** บรรยายว่าการพัฒนาทางเทคโนโลยีได้รับอิทธิพลจากการค้นพบ สภาพนำยิ่งยวดได้อย่างไร **68.** สืบค้นว่า นาโนทูบส์ (nanotubes) สามารถนำมาทำเป็นตัวนำที่มีความต้านทานต่ำได้อย่างไร **69.** บรรยายว่าการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเป็นต้นกำเนิดสนามแม่เหล็กและทำนายทิศทางสนามแม่เหล็กได้จากทิศการเคลื่อนที่ **70.** อธิบายเชิงปริมาณและคุณภาพว่าสนามแม่เหล็กคงตัวมีผลต่อการเคลื่อนที่

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.1.1 สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	**71.** บรรยายและอธิบายลักษณะปฏิกิริยาระหว่างสนามแม่เหล็กและประจุที่เคลื่อนที่ และระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้าในตัวนำ **72.** อธิบายปริมาณผลของสนามแม่เหล็กภายนอกต่อกระแสไฟฟ้าในตัวนำ **73.** บรรยายผลจากตัวนำซึ่งเคลื่อนที่อยู่ในสนามแม่เหล็กในแง่ของ ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก **74.** อภิปรายลักษณะกฎของเลนซ์ในแง่การอนุรักษ์พลังงาน ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ประยุกต์ใช้กฎของเลนซ์ **75.** สืบค้นการกำเนิดและกลไกการเกิดแสงเหนือแสงใต้ **76.** ประเมินเทคโนโลยีแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น การถ่ายภาพด้วยการกำทอนแม่เหล็ก (MRI) เครื่องแปลงPET มอร์เตอร์กระแสตรงและกระแสสลับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ลำโพง โทรศัพท์ **77.** สืบค้นผลกระทบของไฟฟ้าและแม่เหล็กต่ออวัยวะสิ่งมีชีวิตตามข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และในแง่คุณภาพของชีวิต **78.** ออกแบบการทดลองเพื่อแสดงผลของสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้า **79.** ออกแบบการทดลองเพื่อแสดงผลของสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอต่อตัวนำไฟฟ้าที่เคลื่อนในสนามแม่เหล็ก **80.** ออกแบบการทดลองเพื่อแสดงผลของสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอต่อประจุ ไฟฟ้าที่กำลังเคลื่อนที่ **81.** ทำการทดลองเพื่อแสดงผลของสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอต่อตัวนำ ที่มีกระแสไฟฟ้า โดยใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมและปลอดภัย **82.** ทำการทดลองเพื่อแสดงผลของสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอต่อตัวนำที่เคลื่อนที่โดยใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมและปลอดภัย **83.** ทำนายความสัมพันธ์ของทิศการเคลื่อนที่ แรง และสนาม ในปฏิกิริยาแม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้กฎมือขวา **84.** แสดงความเห็นอย่างละเอียดจากการทดลองที่ชัดเจนซึ่งบรรยายถึงปฏิกิริยาของสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอต่อตัวนำที่เคลื่อนที่ หรือตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้า

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.1.1 สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	**85.** วิเคราะห์ปริมาณการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในแนวเส้นตรงหรือแนวโค้งในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอโดยใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อสองของนิวตัน และการรวมเวกเตอร์ **86.** วิเคราะห์ปริมาณการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในแนวเส้นตรงในสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอและตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า โดยใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อสองของนิวตันและการรวมเวกเตอร์ **87.** บรรยายแรงที่กระทำบนประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า และ สนามแม่เหล็กโดยใช้แผนภูมิวัตถุตกอย่างอิสระประกอบ **88.** นำความรู้เรื่องแรงกระทำต่ออนุภาคไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก ไปใช้ประโยชน์ **89.** สังเกตและค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำต่ออนุภาคไฟฟ้า ที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก **90.** บรรยายว่าการค้นพบทฤษฎีพื้นฐานของเออสเต็ดและฟาราเดย์นั้นเชื่อมโยงความรู้เรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็กได้อย่างไร **91.** ตรวจสอบและคำนวณแรงที่กระทำต่อประจุไฟฟ้าที่กำลังเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก **92.** ตรวจสอบและคำนวณแรงที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก **93.** นำความรู้เรื่องแรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าวางอยู่ในสนามแม่เหล็กไปสร้างมอร์เตอร์กระแสตรงอย่างง่าย **94.** ตรวจสอบการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ **95.** สรุปกฎการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ **96.** นำความรู้เรื่องแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำไปใช้เป็นหลักการของการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ **97.** คำนวณการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าตามต้องการ **98.** ค้นคว้าหลักการทำงานของ เครื่องวัดปริมาณทางไฟฟ้าที่ใช้ทั่วไปในบ้าน **99.** ตรวจสอบการทำงานของไดโอด ทรานซิสเตอร์ และ อุปกรณ์ IC- 555 **100.** สร้างวงจรกรองกระแส และขยายสัญญาณอย่างง่าย **101.** ค้นคว้าไฟฟ้าในระบบอวัยวะของมนุษย์และสัตว์บางชนิด

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.1.2 วิเคราะห์และอธิบาย แรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียสและแรงระหว่างอนุภาค	**1.** สรุปเหตุผลที่เชื่อว่ามีแรงยึดเกาะระหว่างอนุภาคในนิวเคลียสอยู่จริง **2.** ค้นคว้าและรายงานสมบัติของแรงนิวเคลียร์ **3.** ระบุมวลที่หายไปของอนุภาคในนิวเคลียสคือแรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียสที่เกิดขึ้น **4.** เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียส และแรงพื้นฐานอื่น คือแรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก แรงไฟฟ้า **5.** สรุปสมบัติเฉพาะของแรงนิวเคลียร์ **6.** เชื่อมโยงแรงนิวเคลียร์และพลังงานนิวเคลียร์ที่นำมาใช้ประโยชน์ **7.** ตรวจสอบความแตกต่างของแรงระหว่างอนุภาคทรายเปียก และ ทรายแห้ง **8.** สรุปความแตกต่างระหว่างแรงยึดติด (adhesion) และ แรงเชื่อมแน่น (cohesion) **9.** อธิบายการเปียกและไม่เปียกระหว่างสารสองชนิดด้วยความแตกต่างระหว่างแรงยึดติด(adhesion) และแรงเชื่อมแน่น (cohesion) ของสารทั้งสอง **10.** อธิบายสมบัติการเปียกน้ำและไม่เปียกน้ำของใบไม้ และวัสดุต่างๆ **11.** อธิบายการนำความรู้เรื่องแรงระหว่างอนุภาคไปใช้ประยุกต์ใช้ ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตจริง **12.** ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างแรงเชื่อมแน่น (cohesion) ของน้ำและ ความเข้มข้นของสารละลายในน้ำ **13.** ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างแรงเชื่อมแน่น (cohesion) ของน้ำและอุณหภูมิของน้ำ **14.** ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติซึมตามรูเล็ก (Capillarity) ของของเหลว และ ความแตกต่างต่างของ แรงยึดติด (adhesion) และ แรงเชื่อมแน่น (cohesion) ของของเหลวนั้น **15.** อธิบายความตึงผิวของของเหลวจากแรงเชื่อมแน่นของของเหลวนั้น

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.1.2 วิเคราะห์และอธิบาย แรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียสและแรงระหว่างอนุภาค	**16.** ระบุเหตุผลที่สัตว์บางชนิดสามารถเคลื่อนไหวบนผิวน้ำได้ **17.** เชื่อมโยงสมบัติสารที่เป็นกาว กับแรงยึดติดระหว่างสารต่างชนิดกัน **18.** ค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานระหว่างผิววัตถุและ แรงระหว่างอนุภาค

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.2.1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง	**1.** ระบุความหมายและปริมาณของการกระจัด ความเร็ว และ ความเร่ง **2.** เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณเวกเตอร์ และ สเกลาร์ **3.** อธิบายลักษณะและปริมาณการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัวและไม่คงตัวเมื่อกำหนดคำบรรยาย ปริมาณต่างๆ และภาพให้ **4.** แปลความหมายการเคลื่อนที่สัมพัทธ์กันระหว่างวัตถุโดยใช้การกระจัดและเวกเตอร์ของความเร็ว **5.** อธิบายปริมาณการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ บนระนาบแนวนอนหรือระนาบแนวดิ่งโดยใช้องค์ประกอบเวกเตอร์ย่อย **6.** นำความรู้มาประยุกต์ขั้นพื้นฐานกับจลศาสตร์เช่น หาค่าเฉลี่ยของอัตราเร็วในการวิ่ง การถีบจักรยานหรือขับรถยนต์ การหาความเร่งที่เพียงพอต่อการบินขึ้นของเครื่องบินเป็นต้น **7.** ตรวจสอบอัตราเร็วการเคลื่อนที่ของสัตว์รอบตัว **8.** ตรวจสอบความเร่งของวัตถุตกอย่างอิสระในห้องปฏิบัติการ **9.** วิเคราะห์การตกอย่างอิสระบนดวงจันทร์จากภาพถ่ายวิดีโอ **10.** สืบเสาะหลักการประยุกต์จลศาสตร์ เช่นการหาความยาวที่เหมาะสมของทางวิ่งสนามบิน การออกแบบช่องทางต่อเชื่อม จังหวะสัญญาณไฟจราจร **11.** ทำการทดลองจนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร่ง การกระจัด ความเร็ว และ เวลา โดยใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลา **12.** สร้างกราฟการเคลื่อนที่ความเร่งคงตัวแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร่ง การกระจัด ความเร็ว และเวลา **13.** วิเคราะห์กราฟข้อมูลจากการทดลองวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว เพื่อพิสูจน์สมการการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว **14.** แก้ปัญหาโจทย์การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่บริเวณผิวโลกและไม่มีแรงเสียดทานของอากาศ

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.2.1 ทดลองและอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง	**15.** หาค่าความเร่งจากค่าความชัน และ หาค่าการกระจัดจากพื้นที่ใต้กราฟ ของกราฟความเร็ว-เวลา **16.** วิเคราะห์ตัวอย่างการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งไม่คงตัวด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง **17.** ใช้ระบบหน่วยระหว่างประเทศ หน่วยฐาน หน่วยอนุพันธ์ และค่าความคลาดเคลื่อน ในการทำงานร่วมกับสมาชิกกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาเพื่อการสื่อสาร และ แสดงความคิดในการประเมินผล **18.** ใช้สัญลักษณ์ เดลตา (delta notation) กับปริมาณที่เปลี่ยนไปได้ถูกต้อง **19.** อธิบายว่าความเร็วที่เปลี่ยนไปเกิดจากแรงลัพธ์ที่ไม่เท่ากับศูนย์ **20.** อธิบายลักษณะวัตถุที่มีสภาพหยุดนิ่ง หรือสภาพการเคลื่อนที่คงตัวด้วยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน **21.** อธิบายลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวล และ ความเร่งด้วยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน **22.** ยอมรับว่าการมีปฏิกิริยากันระหว่างวัตถุสองก้อน แรงทั้งสองที่เกิดขึ้นมีขนาดเท่ากัน และทิศตรงข้ามกัน กระทำต่อวัตถุคนละอัน เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน **23.** อธิบายลักษณะและขนาดของแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ที่กระทำบนวัตถุ **24.** คำนวณค่าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ด้วยวิธีวาดรูปผลรวมเวกเตอร์ และวิธีพีชคณิตที่ใช้องค์ประกอบเวกเตอร์ย่อย **25.** ประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันแก้ปัญหาเชิงพีชคณิตของการเคลื่อนที่เส้นตรงในแนวระดับ แนวดิ่ง และบนระนาบ บริเวณใกล้ผิวโลกโดยไม่คิดแรงต้านอากาศ **26.** ประเมินการออกแบบและอุปกรณ์ป้องกันอันตรายในรถยนต์ด้วยกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน **27.** วิเคราะห์กราฟข้อมูลจากการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร่ง แรง และ มวล **28.** อธิบายการกระทำของแรงต่อวัตถุโดยใช้แผนภูมิวัตถุตกอย่างเสรี (free-body diagrams)

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.2.1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง	**29.** ตรวจสอบกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ หนึ่งในห้องปฏิบัติการ **30.** ตรวจสอบกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่สองในห้องปฏิบัติการ **31.** ตรวจสอบกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่สามในห้องปฏิบัติการ **32.** นำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปคำนวณการเคลื่อนที่ของสิ่งต่างๆ รอบตัว **33.** สืบค้นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเริ่มต้น อัตราเร็วปลาย ระยะทาง และเวลา ของวัตถุเคลื่อนที่แบบมีความเร่งคงตัว **34.** คำนวณการเคลื่อนที่ รอบตัวด้วยความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเริ่มต้น อัตราเร็วปลาย ระยะทาง และ เวลา ของวัตถุเคลื่อนที่แบบมีความเร่งคงตัว **35.** สืบค้นองค์ประกอบของปริมาณในวัตถุที่เคลื่อนที่ที่เรียกว่าโมเมนตัม ตรวจสอบกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม นำกฎอนุรักษ์โมเมนตัมไปคำนวณการชนระหว่างวัตถุสองก้อน **36.** สืบค้นองค์ประกอบของการหมุนของวัตถุเกรง โมเมนตัมเชิงมุม และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุมในวัตถุเกรงที่กำลังหมุน

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.2.2 สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์	**1.** บรรยายการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัวว่าเป็นการเคลื่อนที่ในสองมิติกรณีพิเศษ **2.** อธิบายลักษณะและปริมาณของความเร่งของการเคลื่อนที่แบบวงกลมอัตราเร็วคงตัวมีทิศเข้าสู่จุดศูนย์กลางของแนววงกลม **3.** อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอัตราเร็ว ความถี่ คาบ และ รัศมีของการเคลื่อนที่แนววงกลม **4.** อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แนววงกลมอัตราเร็วคงตัวด้วยกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน **5.** อธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ดาวเทียม และวัตถุโคจรในธรรมชาติโดยใช้การเคลื่อนที่แบบวงกลมประมาณค่าแทนการเคลื่อนที่แบบวงรี **6.** ทำนายค่ามวลของวัตถุฟากฟ้า(celestial body)จากข้อมูลการโคจรเป็นวงกลมของบริวานรอบวัตถุฟากฟ้านั้น **7.** อธิบายว่ากฎของเคพเลอร์ใช้พัฒนากฎความโน้มถ่วงสากลของนิวตันอย่างไร **8.** ตรวจสอบว่าวงโคจรของดาวเคราะห์ที่ผิดปกติเป็นสิ่งที่ทำให้ค้นพบดาวเคราะห์วงนอกๆ **9.** สืบค้นการพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ (extra-solar planets) **10.** อธิบายการใช้ประโยชน์จากแรงสู่ศูนย์กลางในอุตสาหกรรมหรือในงานวิจัย **11.** อธิบายการเคลื่อนที่ของรถที่วิ่งบนถนนโค้งด้วยอัตราเร็วคงตัว **12.** อธิบายการทำงานของล้อหมุนของช่างปั้นหม้อ **13.** บรรยายการเคลื่อนที่เป็นคาบในรูปของความถี่และเวลาครบ 1 รอบ **14.** ให้คำจำกัดความการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่ายว่าเป็นการเคลื่อนที่ที่มีขนาดของแรงกระทำแปรผันตรง และมีทิศตรงข้ามกับการขจัดจากตำแหน่งสมดุล **15.** อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าการกระจัด ความเร่ง ความเร็ว และ เวลาของการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่ายชนิดมวลติดสปริงที่ไม่มีแรงเสียดทานระหว่างมวลกับพื้น หรือลูกตุ้มที่แกว่งด้วยมุมแคบๆ

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.2.2 สำรวจ ตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์	**16.** ให้คำจำกัดความของคำว่าการกำทอนเชิงกล(mechanical resonance) **17.** วิเคราะห์ลักษณะแรงที่กระทำของการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่ายในชีวิตจริง เช่น อาการของสปริงช่วงล่างรถยนต์ การกำทอนเชิงกล (mechanical resonance) ในรถยนต์ สะพาน อาคาร หรือ คลื่นแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นบริเวณเปลือกโลก เป็นต้น **18.** ทำนายสภาวะที่ทำให้เกิดการกำทอนเชิงกล **19.** ทำการทดลองเพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลูกตุ้มกับเวลาครบรอบการแกว่ง **20.** ทำการทดลองเพื่อให้เห็นปรากฏการณ์กำทอนเชิงกล **21.** ทำการทดลองเพื่อหาค่าคงตัวสปริงของสปริงอันหนึ่ง **22.** สำรวจตรวจสอบ องค์ประกอบที่ทำห้วัตถุเคลื่อนที่ แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย **23.** สังเกตวัตถุรอบตัวและบอกว่าวัตถุใดบ้างที่มีการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย **24.** ออกแบบการทดลองเพื่อสืบค้นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว รัศมีโคจร ความเร่ง และ แรงในวัตถุที่เคลื่อนที่แนววงกลมอัตราเร็วคงตัว **25.** ออกแบบความกว้างของทางวิ่งโค้งให้เหมาะสมที่จะใช้แข็งขันอัตราเร็วสูงได้อย่างปลอดภัย **26.** ออกแบบการทดลองเพื่อแสดงว่าความถี่และเวลาครบรอบของการเคลื่อนที่แบบสั่นอย่างง่ายมีความสัมพันธ์กันและมีค่าเฉพาะในแต่ละการสั่น เช่น ในมวลติดสปริงที่ไม่มีแรงเสียดทาน หรือ ในลูกตุ้มที่กำลังแกว่ง **27.** สร้างกราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ มวล อัตราเร็วรัศมี **28.** จัดกระทำและแปรความหมายข้อมูลจากการทดลองโดยใช้กราฟหรือแผนภูมิ **29.** สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ความถี่ มวล อัตราเร็ว และรัศมีการแทรกสอด **30.** แก้ปัญหาโจทย์การเคลื่อนที่แนววงกลมบนระนาบนอนและระนาบดิ่งโดยใช้พีชคณิต และ/หรือการวิเคราะห์ด้วยการเขียนเวกเตอร์ **31.** วิเคราะห์ข้อมูลและใช้คณิตศาสตร์เชื่อมโยงความยาวของลูกตุ้มกับคาบการแกว่ง

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 4.2.2 สำรวจ ตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์	**32.** วิเคราะห์ข้อมูลและใช้คณิตศาสตร์ตั้งคำถาม ถ้ามวลของลูกตุ้มเพิ่มๆ ลดๆ จะเป็นผลต่อคาบการแกว่ง **33.** สำรวจประโยชน์ของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายในชีวิตประจำวัน **34.** สำรวจตรวจสอบองค์ประกอบที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ แบบวงกลม **35.** สังเกตวัตถุรอบตัวและบอกว่าวัตถุใดบ้างที่มีการเคลื่อนที่แบบวงกล **36.** บอกประโยชน์ของการเคลื่อนที่แบบวงกลมในชีวิตประจำวัน **37.** สำรวจตรวจสอบองค์ประกอบที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ แบบโพรเจกไทล์ **38.** สังเกตวัตถุรอบตัวและยกตัวอย่างวัตถุที่มีการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ **39.** บอกประโยชน์ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในชีวิตประจำวัน **40.** ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆที่เป็นองค์ประกอบที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย **41.** คำนวณความเร็ว ความเร่ง เฟสการกระจัด ความถี่ของการเคลื่อนที่แบบฮามอร์นิกส์อย่างง่าย **42.** ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆที่เป็นองค์ประกอบที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ แบบวงกลม **43.** คำนวณปริมาณต่างๆ จากความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ แบบวงกลม **44.** คำนวณแรงที่กระทำต่อยานพาหนะที่เคลื่อนที่บนถนนโค้ง การเลี้ยวของเครื่องบินการแกว่งของเพนดูลัมกรวย **45.** ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ แบบโพรเจกไทล์ **46.** คำนวณมุมยิง ระยะตก ระยะสูงสุด และเวลาในอากาศของวัตถุเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ **47.** สำรวจตรวจสอบ องค์ประกอบที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 5.1.1 สำรวจตรวจสอบและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็ว	**1.** นิยามพลังงานกลว่าคือผลรวมของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ **2.** ลงข้อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง และ ผลรวมพลังงานกล ของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบการสั่นอย่างง่าย **3.** วิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางจลน์ศาสตร์และพลศาสตร์โดยใช้การอนุรักษ์พลังงานกลของระบบปิดใดๆ **4.** เชื่อมโยงว่างานเป็นค่าการถ่ายโอนของพลังงานกล และกำลังงาน คืออัตราของการทำงานได้ **5.** นิยามกำลังงานว่าคือลักษณะและปริมาณที่บอกถึงอัตราการทำงาน **6.** บรรยายลักษณะการเปลี่ยนแปลงพลังงานกลในระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบอื่น **7.** ประมาณพลังงานที่ปล่อยออกมาจากอุกาบาศก์พุ่งชนพื้นผิวโลก **8.** วิเคราะห์การเปลี่นรูปพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ของวัตถุที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ณ จุดที่ใกล้ที่สุด และจุดที่ไกลที่สุด **9.** ประเมินการออกแบบและประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ถ่ายโอนพลังงานในด้านความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงานกล งาน และ กำลังงาน **10.** สืบค้นและ รายงานเกี่ยวกับพัฒนาการเทคโนโลยีที่มีการถ่ายโอนพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งหมายถึงความปรองดองกันในความต้องการใช้พลังงานของสังคมกับความรับผิดชอบปกป้องสิ่งแวดล้อมและใช้พลังงานอย่างสมเหตุผล **11.** ออกแบบการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นการอนุรักษ์พลังงานในการชนกันของรถทดลอง **12.** ทำการทดลองเพื่อแสดงกฎอนุรักษ์พลังงาน **13.** วิจัยพัฒนาการของกฎการอนุรักษ์พลังงานโดยค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ห้องสมุดและอินเตอร์เน็ต

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 5.1.1 สำรวจตรวจสอบและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็ว	**14.** แสดงที่มาของทฤษฎีงาน-พลังงานโดยใช้แผนภูมิวัตถุตกแบบเสรี ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **15.** แก้ปัญหาโจทย์กลศาสตร์และพลศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีงาน-พลังงาน **16.** วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปผลจากกลยุทธการอนุรักษ์พลังงานเช่นการประหยัดพลังงานมากขึ้นในยานพาหนะด้วยการจำกัดอัตราเร็วให้ลดลง หรือการปรับปรุงเครื่องยนต์สันดาปภายใน **17.** ให้คำจำกัดความ โมเมนตัม ว่าคือปริมาณเวกเตอร์ที่เกิดจากมวลและความเร็วของวัตถุ **18.** อธิบายความเข้าใจปริมาณการดลและโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปโดยใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน **19.** อธิบายว่าโมเมนตัมมีลักษณะไม่เปลี่ยนแปลงในระบบที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ **20.** อธิบายว่าโมเมนตัมหนึ่งมิติ และ สองมิติมีค่าคงตัวในระบบที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ **21.** นิยาม เปรียบเทียบความแตกต่างของการชนแบบยืดหยุ่นและ ไม่ยืดหยุ่นโดยใช้ตัวอย่างของปริมาณการอนุรักษ์พลังงานจลน์ **22.** สืบค้นบทบาทของการดล และ โมเมนตัมในการออกแบบและการทำงานของจรวดและระบบขับดัน **23.** ประเมินบทบาทกฎอนุรักษ์ซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับการดลและความเฉื่อย และ บทบาทกฎของนิวตันต่อการออกแบบและใช้กับอุปกรณ์ป้องกันการบาดเจ็บในยานพาหนะ และ การกีฬา **24.** ออกแบบการทดลองและระบุ การควบคุมตัวแปรหลักเพื่อแสดงให้เห็นการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงเส้น **25.** ยกตัวอย่างแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการดลและโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป **26.** ทำการทดลองเพื่อแสดงการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงเส้นด้วยอุปกรณ์ที่มีอยู่ **27.** รวบรวมข้อมูลจากสิ่งพิมพ์ แหล่งอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้โมเมนตัมและ การดล อธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับจรวดและระบบขับดัน ปฏิกิริยาระหว่างหัวไม้กอล์ฟและลูกกอล์ฟ **28.** วิเคราะห์กราฟเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างแรงและเวลาขณะชนกัน **29.** วิเคราะห์ปริมาณปฏิกิริยาหนึ่งมิติและ สองมิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 5.1.1 สำรวจตรวจสอบและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็ว	**30.** บรรยายคลื่นกลว่าเป็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางแบบการสั่นอย่างง่าย **31.** เปรียบเทียบและให้ของแตกต่างของการส่งผ่านพลังงานไปกับวัตถุที่เคลื่อนที่กับการส่งผ่านแบบคลื่น **32.** ให้คำจำกัดความคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวโดยใช้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางเทียบกับทิศทางการแผ่กระจายของคลื่น **33.** นิยามความยาวคลื่น ความเร็วคลื่น คาบ ความถี่ อัมพลิจูด หน้าคลื่น และ รังสี ปรับใช้บรรยายทั้งในคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง **34.** บรรยายว่าอัตราเร็วคลื่นเป็นไปตามลักษณะของตัวกลาง **35.** ทำนายและสอบสวนผลของการเปลี่ยนค่าตัวแปรตัวหนึ่งหรือสองตัวในสมการคลื่นสากล $v = f\lambda$ **36.** อธิบายปรากฏการณ์การสะท้อนซึ่งแสดงถึงสมบัติหนึ่งของคลื่นกล **37.** วาดหน้าคลื่น และ แผนผังรังสี **38.** วาดแผนผังหน้าคลื่น การแทรกสอดของต้นกำเนิดคลื่นสองต้นกำเนิด **39.** ลงข้อสรุปเกี่ยวกับอัตราเร็วของคลื่นน้ำและคลื่นเสียง **40.** เชื่อมโยงความยาวคลื่นและความถี่ที่เปลี่ยนแปลง กับอัตราเร็วของต้นกำเนิดหรืออัตราเร็วของผู้สังเกต **41.** สำรวจความหมายของปรากฏการณ์คลื่นจากคลื่นกลและจำแนกชนิดของคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง **42.** ตรวจสอบ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และ การเลี้ยวเบนของคลื่นน้ำ **43.** ตรวจสอบองค์ประกอบที่ทำให้เกิดคลื่นนิ่ง **44.** คำนวณความเร็วคลื่น โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง ความถี่ ความยาวคลื่น และอัตราเร็วของคลื่น

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 5.1.2 สำรวจ ตรวจสอบ และอธิบายการเกิดคลื่นเสียง การได้ยิน คุณภาพของเสียง มลภาวะของเสียงที่มีผลต่อสุขภาพ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	**1.** อธิบายเงื่อนไขที่ทำให้การแทรกสอดของคลื่นและการกำทอนของเสียงเกิดขึ้นและหายไป **2.** อธิบายลักษณะและปริมาณปรากฏการณ์ดอปเปอร์บนผู้สังเกตที่อยู่กับที่ขณะที่ต้นกำเนิดเคลื่อนที่ **3.** สืบค้นการประยุกต์ปรากฏการณ์เสียงในเรื่องสันทนาการ การแพทย์ อุตสาหกรรม และเทคโนโลยี เช่น มาตรวัดเสียง เครื่องอัลตราซาวด์ เครื่องโซนาร์ เครื่องออแกน เครื่องดนตรีประเภทลมและทองเหลือง อุปกรณ์ลดเสียงรบกวน อุปกรณ์วัดเสียงรบกวน **4.** ทำนายเงื่อนไขที่ต้องการก่อให้เกิดการแทรกสอดหรือทำให้การแทรกสอดหายไป **5.** ทำการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นปรากฏการณ์การกำทอนของเสียง **6.** แสดงอวัยวะส่วนต่างๆ ของหูและการทำงานของอวัยวะการรับฟังเสียง **7.** อธิบายหลักการกำหนดหน่วยวัดความเข้มของเสียง **8.** ศึกษาการเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลางต่างๆ **9.** อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระยะทางจากต้นกำหนด **10.** อธิบายการออกแบบสถานที่ต่างๆ โดยนำความรู้สมบัติของเสียงไปใช้ **11.** ตรวจสอบองค์ประกอบการเกิดปรากฏการณ์การกำทอนของเสียง **12.** ศึกษาองค์ประกอบที่ทำให้เกิดเสียงของเส้นเสียง **13.** สำรวจปัจจัยที่ทำให้ได้ยินเสียงดังมากน้อยต่างกัน **14.** ค้นคว้าหลักการวัดปริมาณความเข้มของเสียง **15.** แสดงหลักการทำงานของไมโครโฟน **16.** อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ของเสียง **17.** ตรวจสอบสมบัติความเป็นคลื่นของเสียง

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 5.1.2 สำรวจ ตรวจสอบ และอธิบายการเกิดคลื่นเสียง การได้ยิน คุณภาพของเสียง มลภาวะของเสียงที่มีผลต่อสุขภาพ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	**18.** คำนวณปริมาณต่างๆที่เป็นองค์ประกอบการเกิดปรากฏการณ์การกำทอนของเสียงโดยใช้หลักคลื่นนิ่งของเสียง **19.** ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่าง ของโพลงอากาศกับความดังของเสียง **20.** จำแนกเสียงต่างๆ ด้วยการใช้คุณภาพของเสียงเป็นเกณฑ์

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาร และพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 5.1.3 สืบค้นข้อมูล และอธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	**1.** บรรยายว่าประจุไฟฟ้าทั้งหลายที่มีความเร่งจะทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาได้อย่างไร **2.** เปรียบเทียบและบอกความแตกต่างสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงต่างๆ ในเรื่องความถี่ ความยาวคลื่น และ พลังงาน **3.** อธิบายการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในแง่สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่ตั้งฉากกันด้วยอัตราเร็วเท่ากับแสงเสมอไม่ว่าจะนานและไกลจากแหล่งกำเนิดเท่าไร **4.** อธิบายวิธีการหลากหลายของการวัดอัตราเร็วรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า **5.** คำนวณอัตราเร็วรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยข้อมูลที่ได้จากการทดลองแบบของไมเคิลสัน **6.** บรรยายเชิงปริมาณจากปรากฏการณ์การสะท้อนและการหักเหรวมทั้งการสะท้อนกลับหมดภายในตัวกลางด้วย **7.** บรรยายเชิงปริมาณจากระบบทัศนศาสตร์ตัวอย่างซึ่งประกอบด้วยเลนส์หรือกระจกผิวโค้งอย่างใดอย่างหนึ่ง **8.** บรรยายลักษณะของการเลี้ยวเบน การแทรกสอด และ โพลาไรเซชัน **9.** บรรยายผลการทดลอง สลิตคู่ของยัง ซึ่งสนับสนุนแบบจำลองคลื่นแสง **10.** แก้ปัญหาโจทย์ สลิตคู่และการเลี้ยวเบนผ่านเกรตติงโดยใช้สมการ $\lambda = \frac{xd}{nl}, \lambda = \frac{d\sin\vartheta}{n}$ **11.** บรรยายว่า การหักเหสนับสนุนแบบจำลองคลื่นของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างไร ด้วยการใช้สมการ $\frac{\sin\vartheta_1}{\sin\vartheta_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ **12.** เปลี่ยบเทียบและบอกความแตกต่างของสเปกตรัมแสงสว่างที่ได้จากการเลี้ยวเบนผ่านเกรตติง และที่ได้จากปริซึมสามเหลี่ยม **13.** อธิบายว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นจากการใช้ตัวอย่างเช่น จุดของเพียสสัน อัตราเร็วแสงในน้ำ แว่นกันแดด ภาพถ่าย ไดโอดผลึกเหลว

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 5.1.3 สืบค้นข้อมูล และอธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	**14.** บรรยายการวัดอัตราเร็วของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า **15.** สืบค้นการออกแบบเรือนกระจก กล้องถ่ายรูป กล้องโทรทรรศน์ ตัวเก็บพลังงาน แสงอาทิตย์ เส้นใยนำแสง ผลกระทบจากความถี่และความยาวคลื่นต่อการเจริญเติบโตของพืช **16.** สืบค้นการใช้เทคนิก อิเตอร์เฟอโรมิเตอร์ค้นหาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ **17.** ออกแบบการทดลองเพื่อวัดอัตราเร็วแสง **18.** ออกแบบการทดลองเพื่อวัดค่าคงตัวของพลังค์ โดยใช้ทั้งเซลไฟฟ้าจากแสง (photovoltaic cell) หรือไดโอดเปล่งแสง (light-emitting diode) **19.** ทำนายเงื่อนไขที่ให้เกิดการเลี้ยวเบนจนสังเกตเห็นได้ **20.** ทำนายเงื่อนไขที่ให้เกิดการสะท้อนกลับหมดภายในตัวกลาง **21.** ทำการทดลองเพื่อแสดงการหักเหที่ผิวระนาบและผิวโค้งทรงกลม **22.** ทำการทดลองเพื่อสรุปดรรชนีหักเหของวัตถุชนิดต่างๆ **23.** หาค่าและสืบค้นเพื่อสรุปความยาวโฟกัสของเลนส์บางและกระจกโค้ง **24.** สังเกตโครงสร้างสเปกตรัมแสงขาวโดยใช้การเลี้ยวเบนผ่านเกรตติงและปริซึมสามเหลี่ยม **25.** ทำการทดลองเพื่อสรุปความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสงในอากาศหรือในของเหลวโดยใช้ สลิตคู่ หรือการเลี้ยวเบนผ่านเกรตติง **26.** ทำการทดลองเพื่อยืนยันผลกระทบต่อรูปแบบการแทรกสอดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรหนึ่งหรือมากกว่าต่อไปนี้ ความยาวคลื่น ความห่างสลิต ระยะห่างของจอรับภาพ **27.** ทำการทดลองเพื่อแสดงปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก **28.** วัดค่าคงตัวของพลังค์โดยใช้ทั้งเซลไฟฟ้าจากแสงหรือไดโอดเปล่งแสง **29.** พัฒนาคณิตศาสตร์เพื่อแสดงถึงกฎการสะท้อนจากข้อมูลการทดลอง **30.** บรรยายการเกิดภาพจากเลนส์บางและกระจกโค้งโดยใช้การเขียนเส้นรังสีแสง **31.** แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น ความห่างสลิต และ ระยะห่างของจอรับภาพ โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองและวิธีการทางคณิตศาสตร์ **32.** สรุปความยาวคลื่นของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ช่วงไมโครเวฟ จากการสาธิตรูปแบบการแทรกสอดสัญญาณโทรทัศน์หรือในเตาไมโครเวฟ

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 5.1.3 สืบค้นข้อมูล และอธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	**33.** วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล จากการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก โดยใช้กราฟที่เขียนด้วยมือ หรือ สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **34.** ตรวจสอบองค์ประกอบที่ทำให้แสงหักเห **35.** ตรวจสอบผลจากการหักเหของแสงผ่านเลนส์ชนิดต่างๆ **36.** อธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ทางทัศนศาสตร์ **37.** แสดงหลักการเห็นภาพต่างๆ ของดวงตา **38.** ตรวจสอบกฎการสะท้อนของแสง **39.** ตรวจสอบผลจากการสะท้อนแสงของกระจกชนิดต่างๆ **40.** ค้นคว้าหลักการทำงานของใยแก้วนำแสง **41.** เปรียบเทียบสมบัติการดูดกลืนแสงของวัตถุต่างๆ กับสมบัติการสะท้อนแสง **42.** ตรวจสอบองค์ประกอบที่ทำให้แสงแทรกสอดกัน **43.** คำนวณตำแหน่งมืด ตำแหน่งสว่างในการแทรกสอดของแสง **44.** แสดงการแทรกสอดของแสงผ่านฟิล์มบาง **45.** ตรวจสอบองค์ประกอบที่ทำให้แสงเลี้ยวเบน **46.** คำนวณตำแหน่งมืดในการเลี้ยวเบนของแสง **47.** แสดงการเลี้ยวเบนของแสงผ่านช่องเดียว **48.** สังเกตลักษณะทั่วไปและสีของสเปกตรัมแสงขาวจากการหักเห **49.** อธิบายองค์ประกอบที่ทำให้เห็นสิ่งต่างๆ เป็นสี **50.** อธิบายความหมายของความเข้มแสง **51.** ค้นคว้าหลักการทำงานของโฟโตมิเตอร์ **52.** จำลองการเกิดปรากฏการณ์แสงเหนือแสงใต้ **53.** ตรวจสอบสมบัติของแผ่นโพลารอยด์ **54.** สำรวจแสงโพลาไรซ์ในธรรมชาติ **55.** แสดงการเกิดการกระเจิงของแสง **56.** จำลองการเกิดแสงเลเซอร์ **57.** ค้นคว้าหลักการของภาพฮอโลแกรม **58.** สำรวจสเปกตรัมคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าอื่นนอกเหนือจากแสงที่ตามองเห็น **59.** สืบค้นและเปรียบเทียบสมบัติ ประโยชน์และโทษของสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ช่วงต่างๆ

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 5.1.3 สืบค้นข้อมูล และอธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	**60.** สืบค้นและบรรยายทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์ **61.** ตรวจสอบการทดลองของเฮิรตซ์พิสูจน์ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์ **62.** ให้คำจำกัดความว่าโฟตอนเป็นก้อนรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าและสามารถคำนวณพลังงานของโฟตอน **63.** จำแนกย่านของสเปกตรัมรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยค่าพลังงานของโฟตอน **64.** บรรยายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกในแง่ของความเข้ม ความยาวคลื่นหรือความถี่ ของแสงที่ตกกระทบ และ ผิวโลหะ **65.** บรรยายปริมาณโฟโตอิเล็กตรอนที่ปล่อยออกมาโดยใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน **66.** บรรยายว่าปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกสนับสนุนความเข้าใจทวิภาพคลื่น-อนุภาคของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า **67.** อธิบายปรากฏการณ์คอมพ์ตันเชิงปริมาณและคุณภาพว่าประยุกต์ใช้กฎทางกลศาสตร์และการอนุรักษ์โมเมนตัมและพลังงานของโฟตอนเป็นตัวอย่างหนึ่งของทวิภาพคลื่น-อนุภาค **68.** บรรยายการค้นพบปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ของเฮร์ตซ์ ขณะสืบค้นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า **69.** บรรยายการใช้ควอนตัมพลังงานอธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ ของพลังค์ **70.** สืบค้นและรายงานพัฒนาการของทฤษฎีควอนตัมในช่วงแรกๆ **71.** วิเคราะห์หน้าที่ทั่วไปของการประยุกต์เทคโนโลยีอันหลากหลายเกี่ยวกับโฟตอนเพื่อแก้ปัญหาการปฏิบัติ เช่น เครื่องเปิดประตูอัตโนมัติ เครื่องเตือนการขโมย เครื่องวัดแสง เครื่องตรวจจับควัน การตรวจสอบการเชื่อมด้วยรังสีเอกซ์ การวิเคราะห์โครงสร้างผลึก

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาร และพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 5.1.4 สืบค้นข้อมูลและอธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์(ฟิวชันและฟิชชัน) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์ และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	**1.** บรรยายได้ว่าสสารประกอบด้วยประจุบวกและลบ **2.** อธิบายการค้นพบรังสีแคโทดนำไปสู่การพัฒนาแบบจำลองอะตอม **3.** อธิบายการทดลองของ เจ.เจ.ทอมสัน และ ผลทั้งของวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีนัยสำคัญ **4.** อธิบายลักษณะผลการทดลองการกระเจิงของรัธเธอร์ฟอร์ดในแง่ความเข้าใจของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับขนาดและมวลของนิวเคลียสและอะตอม **5.** บรรยายการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าจากอนุภาคไฟฟ้าที่มีความเร่งใช้ไม่ได้กับแบบจำลองอะตอมในช่วงต้น **6.** บรรยายว่าธาตุแต่ละชนิดมีเส้นสเปกตรัมที่เป็นเอกลักษณะเฉพาะตัว **7.** อธิบายลักษณะเฉพาะ และ เงื่อนไขจำเป็นในการทำให้เกิดสเปกตรัมต่อเนื่อง สเปกตรัมเส้นสว่าง และสเปกตรัมเส้นมืด **8.** อธิบายความเข้าใจสถานะพื้นฐานเมื่อสังเกตสเปกตรัมของอะตอม,โมเลกุล **9.** คำนวณพลังงานที่ต่างกันระหว่างสถานะโดยใช้การอนุรักษ์พลังงานและการสังเกตลักษณะเฉพาะของโฟตอนที่เปล่งออกมา **10.** อธิบายว่าการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนเป็นการทดลองที่สนับสนุนสมมติฐานของ เดอ บรอยล์ได้อย่างไร **11.** บรรยายการทดลองการแทรกสอดของอิเล็กตรอนผ่านสลิตคู่แสดงความไม่ต่อเนื่องเช่นเดียวกับโฟตอน และบรรยายสมบัติอิเล็กตรอนที่ไม่จำกัดจากสมบัติที่รู้แล้วอย่างแน่นอนไปจนสมบัติที่ตรงข้ามกัน **12.** สืบค้นและรายงานการใช้เส้นสเปกตรัมศึกษาเอกภพและเอกลักษณ์ของสสาร **13.** สืบค้นความรู้จากการทดลองที่ชัดเจนทำให้เกิดวิวัฒนาการแบบจำลองอะตอม **14.** สืบค้นและรายงานการประยุกต์ความเข้าาใจสเปกตรัมหรือควอนตัมสู่การออกแบบ การทำงานของอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ เช่น ไฟถนน ป้ายโฆษณา กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แสงเลเซอร์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
	15. อธิบายการวิเคราะห์เส้นทางเดินของอนุภาคนำไปสู่การค้นพบและการระบุลักษณะของอนุภาคองค์ประกอบของอะตอม **16.** อธิบายเหตุผลที่ต้องใช้เครื่องเร่งอนุภาคพลังงานสูง ศึกษาอนุภาคองค์ประกอบอะตอม **17.** บรรยายแบบจำลองยุคใหม่ ซึ่งโปรตอนและนิวตรอนประกอบขึ้นด้วยควาคส์ **18.** เปรียบเทียบและบอกความแตกต่างของควาคส์ขึ้น และควาคส์ลง อิเล็กตรอนและอิเล็กตรอนนิวตริโน รวมถึง ปฏิอนุภาคของอนุภาคเหล่านี้ เปรียบเทียบในแง่ของประจุและพลังงาน (มวล-พลังงาน) **19.** บรรยายการสลายตัว เบตาบวก และ เบตาลบโดยใช้ ธาตุรุ่นแรก และ หลักการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า **20.** ค้นคว้าและรายงานพัฒนาการของแบบจำลองของสสาร **21.** สังเกตพบว่าการละเมิดกฎอนุรักษ์พลังงานนำไปสู่การปรับปรุงแบบจำลองของอะตอมอย่างมากได้อย่างไร เช่นพบว่าไม่สามารถอนุรักษ์ โมเมนตัมกับการมีอยู่ของนิวตริโน **22.** ค้นคว้าว่าการใช้เครื่องเร่งอนุภาคพลังงานสูงนำไปสู่พัฒนาการของแบบจำลองสสารที่มาตรฐานได้อย่างไร **23.** ระบุ นิยาม และกำหนดขอบเขตคำถามเพื่อการสืบค้นว่าอะไรเป็นสิ่งสำคัญของรังสีแคโทดในการพัฒนาแบบจำลองอะตอม **24.** สรุปอัตราส่วนประจุต่อมวลของอิเล็กตรอนโดยใช้กระบวนการทดลองของทอมสัน **25.** ทำนายเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการทำให้เกิดสเปกตรัมเส้นสว่างและสเปกตรัมเส้นมืด **26.** ทำนายการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่เป็นไปได้ในอะตอมไฮโดรเจน โดยใช้แผนภูมิแสดงระดับพลังงาน **27.** ทำนายลักษณะอนุภาคธาตุจากภาพทางเดินของมันในห้องฟองอากาศ (bubble chamber) ที่มีสนามแม่เหล็ก **28.** ทำการทดลอง หรือใช้สถานการณ์ จำลองเพื่อลงข้อสรุปอัตราส่วนประจุต่อมวลของอิเล็กตรอน **29.** สังเกตสเปกตรัมเส้นสว่างและสเปกตรัมเส้นมืดของแก๊สไฮโดรเจน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
	30. ใช้ห้องสมุดและเครื่องมือค้นคว้าทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเปรียบเทียบและบอกความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมแบบคลาสิกและแบบควอนตัม **31.** สืบค้นและรายงานเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ผู้ที่นำไปสู่ความเข้าใจโครงสร้างของนิวเคลียร์ **32.** สืบค้นโดยใช้ห้องสมุดและ แหล่งเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ หาความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคพื้นฐานกับปฏิกิริยาของอนุภาค **33.** วิเคราะห์หลักฐานเกี่ยวกับอิเล็กตรอนและลักษณะประจำตัวของมันซึ่งเป็นตัวอย่างปฏิกิริยาของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **34.** วิเคราะห์การทำงานของหลอดรังสีแคโทดและ แมสสเปกโตรกราฟ **35.** สรุปว่ามวลของอิเล็กตรอนและหรือ อิออนได้จากการวัดข้อมูลที่ละเอียดชัดเจน **36.** สร้างสูตรสำหรับอัตราส่วนประจุต่อมวลโดยมีตัวแปรที่สามารถวัดได้ในการทดลองด้วยสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก **37.** ระบุธาตุได้จากตัวอย่างเส้นสเปกตรัมที่ธาตุให้ออกมาเปรียบเทียบกับเส้นสเปกตรัมประจำตัวของธาตุนั้น **38.** วิเคราะห์ทางเดินของอนุภาคองค์ประกอบอะตอมนอกเหนือจาก โปรตอน อิเล็กตรอน นิวตรอน **39.** เขียนสมการสลายตัว เบตา และ เบตาบวก โดยระบุธาตุกลุ่มเฟอร์มิ **40.** ใช้กฎมือขวาสรุปธรรมชาติของประจุบนอนุภาคไฟฟ้า **41.** บรรยายธรรมชาติและคุณสมบัติ รวมถึงผลกระทบทางชีวภาพ ของรังสี อัลฟา เบตา และแกมมา **42.** เขียนสมการนิวเคลียร์โดยใช้สัญลักษณ์ไอโซโทป สำหรับการสลายอัลฟา เบตาลบ เบตาบวก รวมถึงนิวตริโน และ แอนตินิวตริโนที่เหมาะสม **43.** ทำตัวอย่างการคำนวณครึ่งชีวิตโดยไม่ต้องใช้ค่า log **44.** ใช้กฎอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า และ เลขมวล เพื่อทำนายชนิดของอนุภาคซึ่งนิวเคลียสจะปลดปล่อยออกมา **45.** เปรียบเทียบและบอกความแตกต่างลักษณะเฉพาะของปฏิกิริยาฟิชชัน และปฏิกิริยาฟิวชัน **46.** เชื่อมโยงมวลพร่องของนิวเคลียสกับพลังงานที่ปฏิกิริยานิวเคลียร์ปลดปล่อยออกมาโดยใช้ความเข้าใจเรื่องสมมูล มวล-พลังงานของไอน์สไตน์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 5.1.4 สืบค้นข้อมูลและอธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์(ฟิวชันและฟิชชัน) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์ และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	**47.** สืบค้นบทบาทของปฏิกิริยานิวเคลียร์ในการพัฒนาการสังเคราะห์นิวเคลียสของเอกภพ การเพิ่มขนาดและโครงสร้างของดาว **48.** ค้นคว้าและรายงานการสลายไปของอนุภาคและการเกิดอนุภาคจากโฟตอน (pair production) **49.** ประเมินคุณและโทษของผู้เดินทางด้วยเครื่องบินซึ่งได้รับรังสีคอสมิก การเอกซเรย์ฟัน การใช้ไอโซโทปกัมมันตรังสีเป็นตัวแสดงร่องรอย การฉายรังสีอาหาร การชิฟชชันหรือฟิวชันเป็นแหล่งพลังงานเชิงพานิช การวิจัยด้านนิวเคลียร์และอนุภาค **50.** ทำนายลักษณะเฉพาะที่เข้าใจได้ของผลิตผลจากการสลายตัว **51.** เขียนกราฟจากข้อมูลการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี และ ประมาณค่าครึ่งชีวิต **52.** แปลความหมายการสลายตัวลูกโซ่เป็นปรกติของนิวเคลียส **53.** เขียนกราฟจากข้อมูลการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี และ อนุมานความสัมพันธ์แบบเอซโพแนนเทียล ระหว่างค่ากัมมันตภาพที่วัดได้และช่วงเวลา **54.** เปรียบเทียบพลังงานที่ปลดปล่อยจากปฏิกิริยานิวเคลียร์กับพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาเคมี โดยดูจากพลังงานต่อหนึ่งหน่วยมวลที่เกิดปฏิกิริยา **55.** อธิบายความหมายของปฏิกิริยานิวเคลียร์ **56.** จำลองระบบผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ **57.** ค้นคว้าประโยชน์และโทษของพลังงานนิวเคลียร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม **58.** จำแนกนิวเคลียสด้วยหลักไอโซโธป **59.** แสดงการหาค่าขนาดของนิวเคลียส **60.** จำแนกประเภทของปฏิกิริยานิวเคลียร์ **61.** แสดงเหตุผลที่ทำให้เชื่อว่ามีพลังงานยึดเหนี่ยวในนิวเคลียส **62.** แสดงกระบวนการเกิดปฏิกิริยาฟิชชันและฟิวชัน **63.** ค้นคว้าแบบจำลองของนิวเคลียส **64.** อธิบายความรู้เกี่ยวกับนิวเคลียสด้วยผลการทดลองของรัธเทอร์ฟอร์ด **65.** ใช้หน่วยวัดทางนิวเคลียร์ถูกต้อง

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาร และพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 5.1.5 สำรวจตรวจสอบสืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสี การนำมาใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	**1.** สังเกตกัมมันตรังสีจากสารตัวอย่างในหัววัดรังสีแบบคลาวด์แชมเบอร์ ที่ทำขึ้นเองได้จากวัสดุอย่างง่าย **2.** ตรวจสอบการแผ่รังสีของสารกัมมันตภาพรังสีพร้อมทั้งคำนวณปริมาณกัมมันตรังสี เมื่อเวลาผ่านไป ในหน่วย เบคเคอเรล(Bq) **3.** จำแนกรังสีออกเป็นชนิดต่างๆ **4.** จำลองการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีจนบอกค่าครึ่งชีวิตได้ **5.** คำนวณปริมาณสารกัมมันตรังสีเมื่อเวลาผ่านไป ในหน่วย เบคเคอเรล(Bq) **6.** ค้นคว้าการนำกัมมันตภาพรังสีมาใช้เพื่อการรักษาโรค **7.** อธิบายการนำรังสีไปใช้เพื่อการเกษตรในด้านต่างๆ

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 6.1.1 สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญผลต่อสิ่งมีชีวิตสิ่งแวดล้อม และการนำมาใช้ประโยชน์	**1.** บอกทฤษฎีการเลื่อนของทวีป และผู้ค้นพบเป็นคนแรกคือนายอัลเฟรด เวกเนอร์ (Alfred Wegener) **2.** แสดงภาพการเลื่อนของทวีปจากอดีตเป็นภาพต่อเนื่องให้เห็นการชนกันของแผ่นเปลือกโลกตามแนวการสืบสวนของนักวิทยาศาสตร์ **3.** เปิดเผยหลักฐานต่างๆ ที่เวกเนอร์รวบรวมเพื่อที่จะสนับสนุนทฤษฎีของเขา และเข้าใจว่าทำไมไม่ได้รับการยอมรับเท่าไรนักจากนักวิทยาศาสตร์ต่อๆ มา **4.** บอกได้ว่า แพนเจีย หมายถึง แผ่นดินทั้งหมด และแสดงได้ว่ามหาทวีปนั้นประกอบด้วยแผ่นดินทั้งหมดบนโลกซึ่งเคยรวมกันอยู่ในอดีต **5.** บรรยายประวัติของทฤษฎีการแยกออกของพื้นดินใต้ทะเลและผู้ที่ค้นพบคือ ศ.แฮรรี เฮสส์ (Professor Harry Hess) ความสัมพันธ์กับเรื่องแนวสันเขาใต้มหาสมุทร และหลักฐานทั้งหมดที่สนับสนุนทฤษฎีนี้ **6.** ค้นคว้าและรายงานเรื่องแนวสันเขาใต้มหาสมุทร และ การค้นพบ **7.** อธิบายการเกิดขึ้นของแนวสันเขาใต้มหาสมุทร และเข้าใจว่าการเกิดนี้สนับสนุนการแยกออกของพื้นดินใต้ทะเล **8.** รวบรวมข้อมูลว่าสนามแม่เหล็กโลกกลับขั้วได้เองหลายครั้งมาแล้วตลอดอายุของโลก **9.** ค้นคว้าหลักฐานซึ่งสนับสนุนการกลับขั้วแม่เหล็กและการค้นพบหลักฐานนี้ **10.** นำแบบแผนการกลับขั้วม่เหล็กที่พบบนพื้นมหาสมุทรสนับสนุนการแยกออกของพื้นดินใต้ทะเล **11.** บอกความหมายของสนามแม่เหล็กโลก และความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต **12.** บรรยายประวัติเบื้องหลังทฤษฎีแผ่นเปลือก **13.** เชื่อมโยงการเสนอทฤษฎีการเคลื่อนที่อย่างช้าๆ ของทวีป โดยเวนอร์ ซึ่งพัฒนาไปสู่ทฤษฎีแผ่นเปลือกโลก

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 6.1.1 สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญผลต่อสิ่งมีชีวิตสิ่งแวดล้อม และการนำมาใช้ประโยชน์	**14.** อธิบายทฤษฎีแผ่นเปลือกโลกและการคาดหมายทั้งหมดของทฤษฎี **15.** ระบุความเชื่อเชิงกลศาสตร์ที่เป็นเหตุทำให้แผ่นเปลือกโลกเคลื่อนที่ **16.** ยอมรับความแตกต่างของรูปแบบรอยต่อระหว่างแผ่นและเข้าใจปฏิกิริยาทางภูมิศาสตร์ซึ่งก่อเกิดรอยต่อเหล่านี้ **17.** เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งแผ่นดินไหวและรอยต่อแผ่นเปลือกโลก **18.** เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างภูเขาไฟ และ รอยต่อแผ่นเปลือกโลก **19.** เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างภูเขาและ รอยต่อแผ่นเปลือกโลก **20.** อธิบายการเกิดหุบเขารอยแยกขนาดใหญ่ (the great rift valley) ในทวีปแอฟริกา และปฏิกิริยาทางภูมิศาสตร์ซึ่งเกิดขึ้น **21.** เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหุบเขารอยแยกขนาดใหญ่ และ แผ่นเปลือกโลก **22.** อธิบายลักษณะเป็นชั้นๆ เฉพาะตัว ซึ่งเกิดขึ้นภายในโลก **23.** เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่าง เปลือกแข็ง (lithosphere) และ ส่วนอ่อน (asthenosphere) ต่อทฤษฎีแผ่นเปลือกโลก **24.** บรรยาย และ เข้าใจปฏิกิริยาทางภูมิศาสตร์ที่เกิดขึ้นตามแนวรอยต่อแผ่นเปลือกโลก **25.** บรรยายพื้นมหาสมุทร และ ความสัมพันธ์กับการเคลื่อนของแผ่นเปลือกโลก **26.** สร้างแบบจำลองของตำแหน่งบนโลก และ บอกชื่อแผ่นเปลือกโลกหลัก และบรรยายแบบแผนของแผ่นดินไหว และปฏิกิยาภูเขาไฟ สัมพันธ์กับรอยต่อแผ่นเปลือกโลก **27.** อธิบายคำที่เกี่ยวกับกายวิภาคของภูเขาไฟ เช่น แอ่งของหินเหลว ช่องระบายอากาศ ปากปล่อง การระเบิดด้านข้าง **28.** ยอมรับและระบุส่วนที่แตกต่างกันของภูเขาไฟเท่าๆ กับสารที่ถูกพ่นออกจากภูเขาไฟ **29.** อธิบายว่า คาลเดอรา (caldera) คืออะไร และกระบวนการที่ทำให้เกิดขึ้น **30.** ระบุความแตกต่างของภูเขาไฟรูปกรวยสามชนิด และบรรยายลักษณะการระเบิดเฉพาะตัวของแต่ละชนิด (shield composite cinder) **31.** จำแนกชนิดของหินหลอมเหลวซึ่งได้จากภูเขาไฟแต่ละชนิดในสามชนิด

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 6.1.1 สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญผลต่อสิ่งมีชีวิตสิ่งแวดล้อม และการนำมาใช้ประโยชน์	**32.** บอกลักษณะเฉพาะตัวและชนิดของการระเบิดที่ให้หินแกรนิตหลอมเหลวออกมา **33.** บอกลักษณะเฉพาะตัวและชนิดของการระเบิดที่ให้หินบะซอลท์หลอมเหลว **34.** ค้นคว้าและรายงานปฏิกิริยาภูเขาไฟทุกชนิด และ ชนิดของลาวาที่ได้จากภูเขาไฟแต่ละชนิด **35.** บอกความหมายของจุดร้อนประทุ (hot spot eruptions) และกระบวนการเกิด **36.** ใช้ข้อมูลจากหมู่เกาะฮาวายเป็นตัวอย่างที่ดีที่สุดของจุดร้อนประทุ (hot spot eruptions) **37.** รวบรวมเรื่องราวของภูเขาไฟที่มีชื่อเสียงและที่เคยระเบิดมาเมื่อไม่นานนี้ **38.** ชี้ตำแหน่งภูเขาไฟที่มีปฏิกิริยามากที่สุด และ/หรือ มีชื่อเสียงที่สุด ในปัจจุบัน **39.** ประมวลเหตุการณ์ที่อาจเป็นสัญญาณบอกการระเบิดของภูเขาไฟ **40.** ค้นคว้าและแสดงเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับแผ่นดินไหว รอยแตกของหินที่ผิวโลก(fault) จุดกำเนิดแผ่นดินไหว(focus) จุดแผ่นดินไหวมาถึงผิวโลก (epicenter) คลื่นแผ่นดินไหว(seismic wave) เครื่องตรวจจับแผ่นดินไหว (seismographs) คลื่นกระแทกตามมา(aftershocks) **41.** ระบุความแตกต่างระหว่าง จุดกำเนิดแผ่นดินไหว และ จุดแผ่นดินไหวมาถึงผิวโลก **42.** อภิปรายทฤษฎียืดหยุ่นกระดอน และ เข้าใจถึงความสำคัญของทฤษฎีที่มีต่อการอธิบายแผ่นดินไหวส่วนมาก **43.** อธิบายได้ว่าทำไมแผ่นดินไหวมักจะเกิดบริเวณรอยต่อเปลือกโลก หรือบริเวณใกล้ๆ **44.** ระบุสามบริเวณหลักที่เกิดแผ่นดินไหว (Pacific Ring Of Fire , Mid-Ocean Ridges, Eurasian-Melanesian Mountain Belt) **45.** แสดงรูปแบบการเคลื่อนที่แผ่นเปลือกโลกที่ก่อให้เกิดแผ่นดินไหว 4 แบบ (divergent , convergent, subduction, transform) **46.** อธิบายสาเหตุการเกิดคลื่นกระแทกที่เรียกว่าคลื่นแผ่นดินไหว **47.** จำแนกรูปแบบของคลื่นแผ่นดินไหวสามแบบโดยใช้การเกิดและอัตราเร็ว **48.** อธิบายหลักการของเครื่องวัดแผ่นดินไหวที่ใช้ตรวจจับและบันทึกคลื่นแผ่นดินไหว

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 6.1.1 สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญผลต่อสิ่งมีชีวิตสิ่งแวดล้อม และการนำมาใช้ประโยชน์	**49.** เชื่อมโยงความสัมพันธ์ ของการเคลื่อนที่คลื่นแผ่นดินไหวในแต่ละรูปแบบทั้งสามรูปแบบ และ ผลต่อการทำลาย **50.** เปรียบเทียบลักษณะเฉพาะและสมบัติของคลื่นแผ่นดินไหวทั้งสาม **51.** กำหนดตำแหน่งจุดแผ่นดินไหวมาถึงผิวโลก จากการนำช่วงเวลาระหว่างคลื่นแผ่นดินไหวแรกและคลื่นที่สอง **52.** หาค่าเวลาระหว่างคลื่นแผ่นดินไหวแรกและคลื่นที่สอง และค่าระยะห่างจากจุดแผ่นดินไหวมาถึงผิวโลก กับ สถานีตรวจจับแผ่นดินไหว และหาค่าการทิ้งระยะ เวลาคลื่นแผ่นดินไหวตามๆมา จากกราฟเวลาเดินทาง(travel time graph) **53.** อธิบายการกำหนดตำแหน่งจุดแผ่นดินไหวมาถึงผิวโลกโดยใช้สถานีตรวจจับไม่น้อยกว่า 3 สถานีร่วมกันบันทึกคลื่นแผ่นดินไหว **54.** รู้ว่าสเกลริคเตอร์ (Richter scale) เป็นสเกลที่ใช้วัดความแรงหรือพลังงานทั้งหมดที่แผ่นดินไหวปลดปล่อยออกมา **55.** บอกได้ว่าตัวเลขที่มากกว่ากันหนึ่งหน่วยสเกลริคเตอร์ จะมากกว่าเป็น 31.7 เท่า **56.** อธิบาย สเกลเมอคัล (Mercalli scale) บอกถึงความหนาแน่นของแผ่นดินไหวหรือผลการทำลายทั้งมวลที่เกิดจากแผ่นดินไหว **57.** ค้นคว้าแผ่นดินไหวครั้งสำคัญๆ ในอดีต **58.** บรรยายศักยภาพการทำลายของแผ่นดินไหวบริเวณภาคใต้ชายฝั่งตะวันตกทะเลอันดามัน อันเนื่องมาจากรอยเลื่อนเปลือกโลก ซันดา เทรนช์ (Sunda trench) **59.** บรรยายผลกระทบที่เป็นไปได้ต่ออาคารอันเนื่องจากแผ่นดินไหวใหญ่ๆ **60.** ระบุองค์ประกอบหลักทั้งสามที่ทำให้เกิดการทำลายจากแผ่นดินไหว **61.** อภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างสึนามิและแผ่นดินไหว **62.** เขียนกฎความปลอดภัยเมื่อเกิดแผ่นดินไหว **63.** เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างบรรยากาศและสภาพอากาศ **64.** ระบุตัวควบคุมบรรยากาศหลักทั้ง 5 คือ ค่าแวง (latitude) ค่ารุ้ง (altitude) อิทธิพลของทะเล กระแสน้ำในมหาสมุทร อิทธิพลของภูเขา **65.** อธิบายได้ว่า ตัวควบคุมบรรยากาศหลักทั้ง 5 มีผลต่ออุณหภูมิและ ความชื้นสัมพัทธ์เป็นแบบแผนอย่างไร

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 6.1.1 สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญผลต่อสิ่งมีชีวิตสิ่งแวดล้อม และการนำมาใช้ประโยชน์	**66.** แสดงความหลากหลายของบรรยากาศทั่วโลกได **67.** บอกได้ว่าแถบวงแหวนรอบโลกระหว่าง 30 ถึง 90 องศา ทั้งซีกโลกเหนือและ ใต้ เป็นวงแหวนความกดอากาศสูง **68.** บอกได้ว่าแถบวงแหวนรอบโลกระหว่าง เส้นศูนย์สูตร ถึง 60 องศา ทั้งซีกโลกเหนือ และ ใต้ เป็นวงแหวนความกดอากาศต่ำ **69.** เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความกดอากาศสูงและความกดอากาศต่ำ **70.** เชื่อมโยงวงแหวนความกดอากาศสูงและวงแหวนความกดอากาศต่ำกับความแตกต่างกันของบรรยากาศโลก **71.** อธิบายการกระจายของป่าฝนทั่วโลกโดยใช้วงแหวนความกดอากาศต่ำบริเวณเส้นศูนย์สูตร **72.** อธิบายการกระจ่ายของทะเลทรายทั่วโลกเกิดขึ้นจากวงแหวนความกดอากาศสูงบริเวณ 30 องศา เหนือและใต้ **73.** ค้นคว้าและแสดงเรื่องวงแหวนความกดอากาศโลก **74.** อธิบายแบบแผนของลมทั่วโลกคือการไหลของอากาศจากวงแหวนความกดอากาศสูงสู่วงแหวนความกดอากาศต่ำ และ การหมุนเวียนของอากาศเกิดจากอากาศร้อนชื้นบริเวณศูนย์สูตรลอยขึ้น และอากาศเย็นแห้งจมลงบริเวณขั้วโลก **75.** จำแนกแบบแผนและตำแหน่งรุ้งที่แตกต่างของลมทั่วโลก **76.** รู้จักแบบแผนลมทั่วโลกที่เราดำรงชีวิตอยู่ และอธิบายผลกระทบโดยตรงต่อแบบแผนสภาพอากาศประจำวันของเรา **77.** บรรยายปรากฏการณ์คอริออลิส (coriolis effect) **78.** ยอมรับว่าการเบนไปทางขวาของลมซีกโลกเหนือ และเบนไปทางซ้ายของลมซีกโลกใต้เป็นผลจากปรากฏการณ์คอริออลิส

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 6.1.2 สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ การเปรียบเทียบลำดับชั้นหิน และอายุของหิน สำหรับศึกษาความเป็นมาของโลก	**1.** ค้นคว้าและรายงานประวัติภูมิศาสตร์ของโลกจากยุคพลีแคมเบียม (Precambrian) จนปัจจุบัน **2.** ระบุเหตุการณ์สำคัญทางภูมิศาสตร์ที่เกิดขึ้นตั้งแต่โลกเกิดขึ้นมา **3.** บอกได้ว่ายุคพลีแคมเบียม นานถึง 90% ของอายุโลก และเรามีความรู้เกี่ยวกับยุคนี้น้อยมาก **4.** อธิบายเหตุผลว่าทำไมจึงรู้จักยุค พลีแคมเบียมน้อยมาก **5.** เชื่อมโยงข้อมูลจากอดีตที่ผ่านมาของโลกและหินตะกอนที่เก็บข้อมูลไว้มาก **6.** ระบุการสูญพันธ์ครั้งใหญ่ของสิ่งมีชีวิตระหว่าง 65 ล้านปี ถึง 230 ล้านปี **7.** ค้นคว้าและรายงานการเกิดยุคน้ำแข็งถึง 4 ครั้งในช่วงสองล้านปีมาแล้ว **8.** ระบุยุคที่เรียกว่า พลีอิสโตซีน (Pleistocene) อยู่ในช่วงเวลา สองล้านปีมากแล้ว **9.** บอกได้ว่าอุณหภูมิบนโลกระหว่างคาบยุคน้ำแข็ง ต่ำกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในปัจจุบันประมาณ 10 ถึง 15 องศาเซลเซียส **10.** นำทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแกนหมุนและรูปร่างวงโคจรของโลกอธิบายสาเหตุของการลดลงของอุณหภูมิโลก **11.** บอกได้ว่าไดโนเสาร์เป็นสัตว์กลุ่มเดียวที่มีความสำเร็จมากที่สุดที่พบบนโลก มีอำนาจเหนือสิ่งแวดล้อมในระหว่างที่มีชีวิตอยู่ **12.** เข้าใจว่าไดโนเสาร์ถูกแบ่งได้เป็นสองกลุ่มตามโครงสร้างของกระดูกต้นขา **13.** อธิบายการสูญพันธุ์ไปเมื่อ 65 ล้านปีมาแล้ว จากทฤษฎีที่การสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ **14.** จำแนกกลุ่มไดโนเสาร์กลุ่ม ซอริสเชียนส์ (Saurischians)ได้เป็นสองกลุ่มตามช่วงยุคสมัยการเกิด คือ เทอรอพอดส์ (กินเนื้อ) เซอโรพอดส์ (กินพืช) **15.** บรรยายลักษณะของ เซอโรพอดส์ เป็นไดโนเสาร์ที่มีขนาดใหญ่มาก คอยาว หางยาว และแสดงพันธุ์ต่างๆ มากมายของซอริสเชียนส์ที่รู้จักกันทั่วไป

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 6.1.2 สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ การเปรียบเทียบลำดับชั้นหิน และอายุของหิน สำหรับศึกษาความเป็นมาของโลก	**16.** บรรยายลักษณะของ เทอรอพอดส์ในฐานะนักล่า ที่ฉลาดมาก เร็วและ ว่องไว **17.** จำแนกลักษณะเฉพาะของไดโนเสาร์กลุ่ม ออนิธิสเชียนส์ (Ornithischians) ออกเป็นพันธุ์ ต่างๆที่รู้จักกันดี เช่น armored, ornithopods (bird feet), ceratopsians (horned)

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการ

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 7.1.1 สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ พลังงานของดาวฤกษ์เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน	**1.** บรรยายปรากฏการณ์ที่นักดาราศาสตร์สังเกตได้ในแง่ของการเชื่อมโยงไปสู่ การเกิดของเอกภพและระบบสุริยะเช่น การขยายตัวของเอกภพ รังสีพื้นหลัง และความมากมายของไฮโดรเจนและฮีเลียม **2.** สืบค้นและรายงานทฤษฎีกำเนิดของเอกภพ เช่นทฤษฎีการระเบิดครั้งใหญ่ (big bang) และอื่นๆ **3.** อธิบายวิวัฒนาการของดาวฤกษ์โดยใช้แผนภูมิของเฮอท์ซปลัง-รัสเซลประกอบ **4.** สืบค้นและรายงานกระบวนการที่ดาวฤกษ์ปลดปล่อยพลังงาน เช่นการยุบตัวของสนามโน้มถ่วง ปฏิกิริยานิวเคลียร์ **5.** สืบค้นการใช้เทคนิกอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ค้นหาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ **6.** สืบค้นบทบาทของปฏิกิริยานิวเคลียร์ในการพัฒนาการสังเคราะห์นิวเคลียสของเอกภพ การเพิ่มขนาดและโครงสร้างของดาว **7.** บรรยายแรงที่ต้องใช้เร่งยานสำรวจดาวอังคารเมื่ออยู่บนโลกและเมื่ออยู่บนดาวอังคาร

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 7.1.2 สืบค้นข้อมูล สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะ และในกาแล็กซี ความกว้างใหญ่ของเอกภพ	**1.** สืบค้นและทำแบบจำลองระบบสุริยะเน้นที่องค์ประกอบ ขนาดและตำแหน่งเปรียบเทียบกัน **2.** บรรยายลักษณะและจำนวนกาแล็กซีในเอกภพ **3.** ให้คำจำกัดความของหน่วยปีแสง **4.** บรรยายขนาดของเอกภพโดยใช้ข้อมูลทางดาราศาสตร์ประกอบ **5.** สืบค้นและรายงานการค้นพบดาวเคราะห์อื่น **6.** ทำนายค่ามวลของวัตถุท้องฟ้า (celestial body) จากข้อมูลการโคจรเป็นวงกลมของบริวานรอบวัตถุท้องฟ้านั้น

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ ไปใช้ ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 7.2.1 สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก และ ในอวกาศ	**1.** บรรยายบทบาทของสถานีอวกาศนานาชาติที่มีผลต่อการพัฒนาความรู้ปรากฏการณ์บนโลกและอวกาศ **2.** ค้นคว้าจากอินเตอร์เน็ตข้อมูลเกี่ยวกับกล้องดูดาวอวกาศฮับเบิลในแง่ความรู้ทางดาราศาสตร์ล่าสุด **3.** เปรียบเทียบและบอกความแตกต่างระหว่างการศึกษาอวกาศจากบนพื้นโลก และ การศึกษาจากตำแหน่งนอกโลก **4.** สืบค้นและรายงานเกี่ยวกับดาวเทียมที่ทำหน้าที่ศึกษาปรากฏการณ์บนโลก และ อวกาศ **5.** อธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ ดาวเทียม และวัตถุโคจรในธรรมชาติ โดยใช้การเคลื่อนที่แบบวงกลมประมาณค่าแทนการเคลื่อนที่แบบวงรี

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของ ความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจาก ประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษา ค้นคว้าได้อย่าง ครอบคลุมและ เชื่อถือได้	**1.** ตั้งคำถามก่อนการสำรวจตรวจสอบหรือก่อนการศึกษาค้นคว้าทุกครั้ง **2.** ตั้งคำถามที่ใช้ความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน **3.** ตั้งคำถามซึ่งใช้ประเด็นที่สนใจในขณะนั้นมาเป็นพื้นฐานเพื่อให้สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ **4.** ตั้งคำถามที่ใช้ความรู้พื้นฐาน ความสนใจในประเด็นเกี่ยวข้องเป็นพื้นฐานก่อนการแสวงหาคำตอบในชีวิตประจำวันเสมอ

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.2 สร้างสมมติฐาน ที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์ สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	**1.** คาดการณ์สิ่งที่จะเรียนรู้ได้ล่วงหน้าโดยใช้ความรู้เดิมเป็นเหตุผล **2.** เขียนสมมติฐานที่มีทฤษฎีอื่นที่พิสูจน์ไว้แล้วรองรับก่อนการสำรวจตรวจสอบ เป็นแนวทางให้ดำเนินการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง **3.** สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนรู้ได้ล่วงหน้าเป็นแนวทางการศึกษาค้นคว้า **4.** คาดการณ์สิ่งที่จะพบในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้ความเข้าใจจาก การเรียนรู้หลายๆด้านที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นมาเป็นพื้นฐานก่อนเสมอ

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.3 ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลที่ต้อง พิจารณาปัจจัยหรือ ตัวแปรสำคัญ ปัจจัย ที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของ การสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ	**1.** สำรวจตรวจสอบเพื่อการเรียนรู้โดยพิจารณาปัจจัย หรือตัวแปรสำคัญ ตัวแปรที่มีผลต่อปัจจัยอื่น และปัจจัยอื่นที่ควบคุมไม่ได้ ตามแนวทางที่กำหนดให้ **2.** ดำเนินการสำรวจตรวจสอบซ้ำจนได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างพอเพียง **3.** รวบรวมข้อมูลและพิจารณาปัจจัย ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และทำซ้ำ เพื่อสำรวจตรวจสอบค้นคว้าในชีวิตจริงอย่างเหมาะสมกับสถานการณ์

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.4 เลือกวัสดุ เทคนิควิธีอุปกรณ์ที่ ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจ ตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ	**1.** ระบุวัสดุอุปกรณ์ เทคนิควิธี ใช้ทำการสำรวจตรวจสอบได้ถูกต้อง เหมาะสม **2.** สังเกต และวัด ด้วยวัสดุอุปกรณ์ เทคนิควิธี จนได้ข้อมูลในการสำรวจตรวจสอบ ที่ถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ **3.** สังเกต และวัดปริมาณต่างๆในชีวิตจริง ด้วยอุปกรณ์ เครื่องมือที่เหมาะสม

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.5 เก็บรวบรวม ข้อมูล และบันทึกผล การสำรวจตรวจ สอบอย่างเป็นระบบ ถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล	**1.** เก็บรวบรวมข้อมูล และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ **2.** ตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล **3.** บันทึกสิ่งที่สังเกตในชีวิตจริงอย่างเป็นระบบที่เหมาะสม ทั้งเชิงปริมาณและ คุณภาพ โดยมีการตรวจสอบความถูกต้อง

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึง การรายงานผลเชิง ตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม	**1.** จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและเทคนิควิธีที่เหมาะสม **2.** นำเสนอข้อมูลการสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เรียนรู้ด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม **3.** นำเสนอข้อมูลการสำรวจตรวจสอบในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม **4.** นำเสนอข้อมูลการสำรวจตรวจสอบในชีวิตจริงด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.7 วิเคราะห์ ข้อมูล แปลความหมาย ข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้	**1.** วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และ ประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการสำรวจตรวจสอบเรื่องที่เรียนรู้ **2.** วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และ ประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทำกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ปลายภาคเรียน **3.** วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และ ประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.8 สร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ หรือระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบ	**1.** สร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์จากความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบเรื่องที่เรียนรู้ **2.** สร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์จากความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบในกิจกรรมโครงงาน วิทยาศาสตร์ปลายภาคเรียน **3.** สร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์จากความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบในชีวิตจริง **4.** ระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบ

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.9 พิจารณาความน่าเชื่อถือของ วิธีการและผลการ สำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและ การสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการ สำรวจตรวจสอบ	**1.** นำหลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต พิจารณา ความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบเรื่องที่กำลังเรียนรู้ **2.** นำหลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต พิจารณา ความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ปลายภาคเรียน **3.** นำหลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต พิจารณา ความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบในชีวิตจริง **4.** เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.10 นำผลของ การสำรวจตรวจสอบ ที่ได้ทั้ง วิธีการและองค์ความ รู้ที่ได้ไปสร้าง คำถามใหม่ นำไปใช้ แก้ปัญหาในสถาน การณ์ใหม่และใน ชีวิตจริง	**1.** สร้างคำถามใหม่โดยใช้ผลของการสำรวจตรวจสอบในห้องเรียนที่ได้ทั้งวิธีการ และองค์ความรู้ที่เรียนรู้แล้ว **2.** นำผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริงโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ **3.** สร้างคำถามใหม่นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ โดยใช้ผลของการสำรวจตรวจสอบในชีวิตจริง ที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่เรียนรู้แล้ว

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.11 ตระหนักถึง ความสำคัญในการ ที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็นและการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง	**1.** อธิบาย ลงความเห็น สรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อย่างมีส่วนร่วมรับผิดชอบในความถูกต้อง **2.** อธิบาย ลงความเห็น สรุปผลการเรียนรู้ในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ปลายภาคเรียน อย่างมีส่วนร่วมรับผิดชอบในความถูกต้อง **3.** อธิบาย ลงความเห็น สรุปผลการเรียนรู้ในชีวิตจริง อย่างมีส่วนร่วมรับผิดชอบ ในความถูกต้อง

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.12 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐาน อ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยน แปลงได้ เมื่อ มีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้ มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับ เป็นความรู้ใหม่	**1.** บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่กำลังเรียนรู้ อย่างมี เหตุผล โดยใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐาน อ้างอิงที่เชื่อถือได้ **2.** บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ปลายภาคเรียน อย่างมีเหตุผลโดยใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้า เพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิง ที่เชื่อถือได้ **3.** บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบในชีวิตจริงอย่างมีเหตุผลโดยใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐาน อ้างอิงที่เชื่อถือได้ **4.** เปลี่ยนแปลงความรู้เดิม เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งเกิดขึ้น **5.** ตรวจสอบความรู้เดิมซึ่งอาจนำไปสู่ความรู้ใหม่อย่างระมัดระวัง **6.** ยอมรับความรู้ใหม่ที่เป็นผลจากการตรวจสอบข้อมูลประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติม หรือ โต้แย้งจากเดิม

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ว 8.1.13 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงาน หรือชิ้นงานให้ผู้อื่น เข้าใจ	**1.** จัดแสดงผลงานเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงงาน หรือ ชิ้นงาน ให้ผู้อื่นเข้าใจ **2.** เขียนรายงานเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงงาน หรือ ชิ้นงาน ให้ผู้อื่นเข้าใจ **3.** อธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงงาน หรือ ชิ้นงาน ให้ผู้อื่นเข้าใจ

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 4.1.1 สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	**1.** นักเรียนตรวจสอบการตกของวัตถุศึกษาการตกแบบเสรี โดยทำร่วมกันเป็น กลุ่มย่อย 2-3 คนต่อกลุ่ม ดังนี้ — นำลูกปิงปองสองลูกปล่อยให้ตกจากที่สูงเท่ากันสังเกตเวลาในการตก แต่ละลูก — นำลูกปิงปองหุ้มด้วยสำลี 1 ลูก และ ที่ไม่ได้หุ้มสำลี 1 ลูก ปล่อยให้ตก จากที่สูงเท่ากันสังเกตเวลาในการตกแต่ละลูก — เปรียบเทียบการตกของการปล่อยระหว่างการปล่อยสองแบบ — ปล่อยถุงทราย 1 และ 2 ถุง เปรียบเทียบกับการปล่อยถุงทราย 1 และ 3 ถุง — วิเคราะห์ผลของแรงต้านทานอากาศต่อการตกของวัตถุ **2.** นักเรียนทดลองเปรียบเทียบเวลาการตกของลูกเหล็กมวลต่างกันด้วยชุดอุปกรณ์ทดลองทางกลศาสตร์ free fall **3.** นักเรียนสาธิตและสังเกตการตกของถุงทรายมวลต่างกัน เช่น 1 ถุง และ 3 ถุง เมื่อปล่อยให้ตกพร้อมกันจากที่สูงมากๆ เช่นจากชั้นที่สามของอาคารเรียน **4.** นักเรียนสำรวจการตกของวัตถุเบาและหนักในหลอดสุญญากาศ **5.** นักเรียนค้นคว้าและเสนอรายงานการทดลองของกาลิเลโอที่เกี่ยวกับการตกของวัตถุ **6.** นักเรียนตรวจสอบขั้วแม่เหล็กด้วยการสังเกตการวางตัวของแท่งแม่เหล็กอิสระในสนามแม่เหล็กโลก และด้วยการใช้ผงตะไบเหล็ก ดังนี้ — นำเข็มทิศวางลงบนกระดาษเปล่าลากแนวเหนือใต้ลงบนกระดาษ — นำด้ายผูกแท่งแม่เหล็กตรงกึ่งกลางแท่งถือห้อยแม่เหล็กเหนือแนวเหนือ-ใต้ — สังเกตการวางตัวของแท่งแม่เหล็ก และทำเครื่องหมายปลายที่ชี้ทิศเหนือ และปลายที่ชี้ทิศใต้ — นำแม่เหล็กมาวางใต้กล่องพลาสติกใสภายในบรรจุผงตะไบเหล็กเล็กน้อยเคาะกล่องเบาๆ สังเกตการวางตัวของผงตะไบเหล็ก และขั้วแม่เหล็ก — วิเคราะห์ตำแหน่งและความหมายของขั้วแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็ก

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 4.1.1 สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	**7.** นักเรียนตรวจสอบสนามแม่เหล็ก ทิศของสนาม และเส้นแรงแม่เหล็กของ แท่งแม่เหล็ก ด้วยผงตะไบเหล็กและเข็มทิศขนาดเล็ก ดังนี้ – วางแท่งแม่เหล็กระหว่างสมุดสองเล่มที่หนาเท่ากับแท่งแม่เหล็ก – วางกระดาษขาวทับบนแท่งแม่เหล็กและสมุด – โรยผงตะไบเหล็กที่ละน้อยๆ ให้ทั่วกระดาษขาว จนปรากฏสนามแม่เหล็ก – ใช้ดินสอลอกรูปสนามแม่เหล็กที่เห็นลงบนกระดาษขาว – วางแท่งแม่เหล็กลงบนกระดาษแผ่นที่สองที่วางบนโต๊ะ – นำเข็มทิศขนาดเล็กวางบริเวณขั้วเหนือของแม่เหล็ก – ทำเครื่องหมายลงบนกระดาษ ณ ตำแหน่งที่ปลายเข็มทิศเหนือ และใต้ – เลื่อนเข็มทิศให้ปลายเข็มทิศใต้มาอยู่ที่ตำแหน่งปลายเข็มทิศเหนือที่ทำเครื่องหมายไว้ – ทำเครื่องหมายที่ปลายเหนือ และเลื่อนเข็มทิศไปเลื่อยๆ และทำเครื่องหมายเข็มทิศเหนือทุกครั้งจนได้แนวเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ – เปลี่ยนตำแหน่งเริ่มต้นที่ขั้วเหนือของแม่เหล็ก และดำเนินการ ทำให้เกิดแนวเส้นแรงแม่เหล็กอีก 2-3 เส้น – วิเคราะห์เปรียบเทียบรูปร่างสนามแม่เหล็กจากเส้นแรงแม่เหล็กและ จากผงตะไบเหล็ก – วางแท่งแม่เหล็กระหว่างสมุดสองเล่มที่หนาเท่ากับแท่งแม่เหล็ก – วางกระดาษขาวแผ่นที่สามทับบนแท่งแม่เหล็กและสมุด – โรยผงตะไบเหล็กที่ละน้อยๆ บริเวณขั้วแม่เหล็กทั้งสองจนเกิดเป็นเส้นพุ่งขึ้นจากกระดาษต่อกัน – วิเคราะห์รูปสนามแม่เหล็กแบบสามมิติ และวาดรูปจากข้อสรุปนั้น **8.** นักเรียนตรวจสอบชนิดของประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการขัดสีระหว่างวัสดุสองชนิดด้วย อิเล็กโตรสโคป แบบแผ่นโลหะคู่ซึ่งมีประจุที่ทราบชนิดใส่ไว้ **9.** นักเรียนตรวจสอบการเกิดประจุไฟฟ้าด้วยการขัดสี ตรวจสอบแรงระหว่างประจุไฟฟ้า และสมบัติการทำให้เกิดประจุไฟฟ้าของวัสดุต่างๆ 3 ชนิด เพื่อสรุปตาราง Triboelectricity – ใส่ประจุไฟฟ้าที่ทราบชนิดลงใน อิเล็กโตรสโคป แบบแผ่นโลหะคู่ – จับคู่วัสดุนำมาขัดสีกัน แล้วตรวจสอบชนิดของประจุที่เกิดขึ้นกับอิเล็กโตรสโคป ที่มีประจุที่ทราบชนิด

ว 4.1.1 สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง แรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์	– วางตำแหน่งวัสดุที่เกิดประจุบวกไว้ตำแหน่งบน วางตำแหน่งวัสดุที่เกิดประจุลบไว้ตำแหน่งล่างของตาราง – นำวัสดุที่สามมาขัดสีกับวัสดุตำแหน่งบน แล้วตรวจสอบชนิดประจุที่เกิดขึ้น – ถ้าวัสดุที่สามเกิดประจุบวก ให้วางวัสดุที่สามที่ตำแหน่งบนสุด พิจารณาตาราง Triboelectricity – ถ้าวัสดุที่สามเกิดประจุลบ ให้นำมาขัดสีกับวัสดุในตำแหน่งล่างที่เกิดประจุลบเหมือนกันเมื่อขัดสีกับวัสดุแรก – ถ้าวัสดุที่สามเกิดประจุบวก ให้วางวัสดุที่สามไว้ตำแหน่งระหว่างกลาง ถ้าวัสดุที่สามเกิดประจุลบ ให้วางวัสดุที่สามไว้ตำแหน่งล่างสุด แล้วพิจารณาตาราง Triboelectricity – เปรียบเทียบปริมาณประจุที่เกิดจากการขัดสีวัสดุตำแหน่งบนสุดกับ วัสดุล่างสุด และ ประจุที่เกิดจากการขัดสีวัสดุตำแหน่งบนสุดกับวัสดุตำแหน่งตรงกลาง – สมาชิกกลุ่มอภิปรายสรุปการสร้างตาราง Triboelectricity **10.** นักเรียนสังเกตลักษณะของสนามไฟฟ้าโดยใช้โปรตัสเซียมอิออน และเปอร์มังกะเนตอิออน จากการโรยด่างทับทิม(โปรตัสเซียมเปอร์มักกะเนต) ลงบนกระดาษชื้น **11.** นักเรียนสังเกตแรงที่เกิดขึ้นบนประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก ด้วยหลอดรังสีแคโทดและแม่เหล็กแท่งสั้น **12.** นักเรียนวิเคราะห์การทำงานของหลอดภาพโทรทัศน์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง เช่นโปรแกรมในเว็บไซต์ Physics2000 **13.** นักเรียนทดลองความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่เกิดขึ้นบนตัวนำ ทิศของกระแสไฟฟ้าในตัวนำและทิศสนามแม่เหล็กซึ่งตัวนำวางตั้งฉาก **14.** นักเรียนศึกษาโมเมนต์แรงคู่ควบของขดลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าวางอยู่ในสนาม แม่เหล็ก จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง เช่นในชุด Physics Cyber Lab **15.** นักเรียนตรวจสอบหลักการทำงานของมอร์เตอร์กระแสตรงจากอุปกรณ์มอร์เตอร์กระแสตรงอย่างง่าย **16.** นักเรียนสำรวจสวนประกอบและหน้าที่การทำงานของมอร์เตอร์กระแสตรงขนาดเล็กที่ใช้กับของเด็กเล่น

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว4.1.2 วิเคราะห์และอธิบายแรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียส และแรง ระหว่างอนุภาค	**1.** นักเรียนตรวจสอบแรงระหว่างอนุภาคจากตัวอย่างการเปรียบเทียบรูปร่างทรายเปียก และทรายแห้งภายหลังจากถูกมือกำแล้วคลายออก **2.** นักเรียนวิเคราะห์และอภิปรายแรงระหว่างอนุภาคชนิดเดียวกันและต่างชนิดกันจนทำให้เกิดลักษณะที่เรียกว่าเปียกและไม่เปียก **3.** นักเรียนค้นคว้าและวิเคราะห์เหตุผลที่ทำให้เชื่อว่ามีแรงระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส และนำความรู้มาอภิปรายลักษณะของแรงนิวเคลียร์ **4.** นักเรียนศึกษาแรงนิวเคลียร์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง เช่นในเว็บไซต์ Physics2000

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 4.2.1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดเวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรงและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง	**1.** นักเรียนวัดระยะทางหรือการกระจัด และ วัดเวลาของอาสาสมัครสองคนที่วิ่งแข่งกันในแนวตรงด้วยระยะทางประมาณ 50 เมตร นำมาเปรียบเทียบ และ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและการกระจัด ความเร็วและเวลา **2.** นักเรียนอภิปรายสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว การกระจัด และ เวลาของการเคลื่อนที่แนวตรง และนำไปคำนวณตัวอย่างสถานการณ์อื่นๆ **3.** นักเรียนศึกษาเครื่องวัดระยะทาง ณ เวลาต่างๆ ตลอดการเคลื่อนที่ เช่น เครื่องเคาะสัญญาณเวลา (Ticker timer) หรือ Photo gate ในชุดทดลอง Air track **4.** นักเรียนสาธิต และอภิปรายสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเร่ง ความเร็วที่เปลี่ยนไป ณ เวลาต่างๆ ของการเคลื่อนที่แนวตรง เช่นการเคลื่อนที่จนหยุดของรถทดลองบนโต๊ะ การตกของถุงทรายแบบเสรี **5.** นักเรียนจัดกลุ่มๆ ละประมาณ 3 คนออกแบบการทดลองหาค่าความเร่งของวัตถุตกแบบเสรี ดำเนินการทดลอง นำเสนอวิธีการและผลที่ได้หน้าชั้นเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 4.2.2 สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายแบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์	**1.** นักเรียนจับเวลาครบ 1 รอบการแกว่งของลูกตุ้ม และเปรียบเทียบเวลาครบ 1 รอบระหว่างลูกตุ้มมวลต่างกัน ลูกตุ้มมีช่วงการแกว่งต่างกัน ลูกตุ้มยาวต่างกัน **2.** นักเรียนสาธิต และ อภิปรายสรุปลักษณะเฉพาะของการแกว่งของลูกตุ้ม เรื่อง ตำแหน่งสมดุล ช่วงการแกว่งไกลสุด ความยาวลูกตุ้ม และเวลาครบรอบ **3.** นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบเวลาครบรอบการสั่นของมวลติดสปริง ระหว่าง สปริงแข็งติดมวลมาก สปริงแข็งติดมวลน้อย สปริงอ่อนติดมวลมาก สปริงอ่อนติดมวลน้อย นำผลที่ได้มาอภิปรายสรุปความสัมพันธ์ระหว่างมวล ค่าคงตัวของสปริง และ เวลาครบรอบ **4.** นักเรียนสาธิต และ อภิปรายสรุปลักษณะเฉพาะการสั่นของมวลติดสปริงในเรื่อง ตำแหน่งสมดุล ช่วงการแกว่งไกลสุด ค่าคงตัวสปริง ค่ามวล และเวลาครบรอบ **5.** นักเรียนสังเกตการสั่นของสายกีตาร์ การแกว่งของลูกตุ้มที่มีมวลและความยาวมากๆ อภิปรายระยะไกลสุดของรอบการสั่นหรือแกว่ง สรุปลักษณะเฉพาะของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย **6.** นักเรียนตรวจสอบหลักการของการเคลื่อนที่แนววงกลม ดังนี้ - สังเกตการเคลื่อนที่ของจุกยางผูกเชือกถูกแกว่งให้เคลื่อนที่เป็นวงกลม และ เมื่อปล่อยมือ เปรียบเทียบแรงบนเส้นเชือกทั้งสองกรณี - สังเกตแนวการเคลื่อนที่ของลูกเหล็กที่เคลื่อนที่ไปตามรางวงกลมและเมื่อหลุดออกจากราง อภิปรายจนสรุปได้ว่าการเคลื่อนที่แนววงกลมมีแรงกระทำ - วาดลูกศรตั้งฉากกับราง ณ ตำแหน่งลูกเหล็กสัมผัส แทนแรงกระทำ ต่อแนวแรงไปตัดกันจนได้ข้อสรุปแรงสู่ศูนย์กลาง **7.** นักเรียนจัดกลุ่มออกแบบการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว รัศมี และแรงสู่ศูนย์กลางของการเคลื่อนที่เป็นวงกลมดำเนินการทดลอง นำเสนอวิธีการและผลที่ได้หน้าชั้นเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 4.2.2 สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์	**8.** นักเรียนจัดกลุ่มวิเคราะห์แรงที่กระทำของตัวอย่างการเคลื่อนที่เป็นวงกลม เช่น รถไฟเหาะตีลังกา รถแข่งขณะวิ่งทางโค้ง การแกว่งแก้วใส่น้ำวางบนกระเช่าเป็นวงกลมในแนวดิ่ง นำเสนอหน้าชั้นเรียนเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ **9.** นักเรียนสำรวจการเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบตัว จำนวน 4 ตัวอย่าง วาดรูปการเคลื่อนที่นั้นและระบุแรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำต่อวัตถุ **10.** นักเรียนสังเกตและอภิปรายแนวการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ดังนี้ – โยนวัตถุขึ้นจนตกกลับลงมา ผู้โยนอยู่กับที่ หรือใช้รถที่มีอุปกรณ์ดีด ลูกบอลขึ้นแนวดิ่ง – โยนวัตถุขึ้นขณะที่ผู้โยนเคลื่อนที่ หรือใช้รถที่มีอุปกรณ์ดีดลูกบอลขึ้นขณะเคลื่อนที่ – เปรียบเทียบแนวการเคลื่อนที่ของลูกบอลระหว่างรถหยุดนิ่งและรถเคลื่อนที่ – อภิปรายสรุปแนวทางการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ **11.** นักเรียนสำรวจตรวจสอบแนวทางพาราโบลาของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ **12.** นักเรียนสำรวจแนวทางการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สถานการจำลอง เช่น Physics cyber lab หรือ เว็บไซต์ Physics2000 **13.** นักเรียนตรวจสอบเปรียบเทียบเวลาในการตกถึงพื้นระหว่างวัตถุที่ตกแบบเสรีและวัตถุที่ตกแนวโพรเจกไทล์ด้วยวิธีต่อไปนี้ – เคาะไม้บรรทัดที่มีเหรียญอยู่บนไม้บรรทัดและอยู่ข้างไม้บรรทัดทำให้เหรียญเริ่มตกลงพร้อมกันทั้งแนวดิ่ง และแนวโพรเจกไทล์ – ฟังเสียงเหรียญกระทบพื้น หรือการถ่ายรูป หรือการถ่ายภาพวิดีโอ – วิเคราะห์ เวลาในการตกแบบแนวดิ่งและแนวโพรเจกไทล์ – สรุปลักษณะเฉพาะของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์คือมีแนวทางการเคลื่อนที่แนวดิ่งและแนวระดับที่เป็นอิสระต่อกัน **14.** นักเรียนอภิปรายการเคลื่อนที่จากสถานการณ์ตัวอย่าง เช่นการขว้างลูกบอลให้ตรงเป้า การทิ้งสัมภาระจากเครื่องบินให้ตกตรงตำแหน่งที่ต้องการ **15.** นักเรียนยกตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์อื่นๆ รอบตัวอีกอย่างน้อย 4 ตัวอย่าง โดยใช้หลักแนวทางการเคลื่อนที่สองแนวที่เป็นอิสระกัน

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 5.1.1 สำรวจตรวจสอบและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็ว	**1.** นักเรียนจำลองสถานการณ์ปรากฏการณ์คลื่น ดังนี้ — โดยนักเรียนจับมือยืนต่อกันเป็นแถววงกลมรอบห้องเรียน — ขยับตัวขึ้นลง ต่อเนื่องกันเป็นปรากฏการณ์คลื่นตามขวาง — ขยับตัวซ้ายขวา ต่อเนื่องกันเป็นปรากฏการณ์คลื่นตามยาว — อภิปรายสรุปความหมายของปรากฏการณ์คลื่น — อภิปรายสรุปการเคลื่อนที่ของตัวกลางในคลื่นตามยาวคลื่นตามขวาง **2.** นักเรียนตรวจสอบคลื่นกลด้วยสปริงดังนี้ — ทำให้เกิดคลื่นตามยาวคลื่นตามขวางในสปริงสังเกตแนวการสั่นของสปริง — ทำคลื่นสะท้อนปลายสปริงที่ยึดตรึงและอิสระ สังเกตเปรียบเทียบลักษณะคลื่นสะท้อนทั้งสองกรณี — ทำคลื่นสองขบวนเคลื่อนที่สวนกันในสปริง สังเกตการณ์รวมกันได้ของ คลื่นสองคลื่นที่สวนทางกัน — ทำให้เกิดคลื่นนิ่งด้วยการทำคลื่นต่อเนื่องสองขบวนสวนกันตลอดเวลา — วาดรูปการเกิดคลื่นนิ่งโดยใช้กระดาษที่ตัดเป็นรูปคลื่นเป็นแบบเขียนคลื่นสองคลื่นเคลื่อนที่สวนกัน **3.** นักเรียนสำรวจสมบัติของคลื่นโดยใช้อุปกรณ์ทดลองถาดคลื่น **4.** นักเรียนค้นคว้าและทำรายงานสมบัติของคลื่นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง เช่นชุด Physics cyber lab หรือ เว็บไซต์ Physics2000

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 5.1.1 สำรวจตรวจสอบและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็ว	**5.** นักเรียนตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็วด้วยการเล่นเกมครอบครัวคลื่นของฉัน – นักเรียนสุ่มจับบัตรคลื่นคนละ 1 ใบ – นักเรียนจับกลุ่มตามภาพคลื่นที่เหมือนกัน – ต่อบัตรคลื่นให้เป็นภาพคลื่นที่สมบูรณ์ – นับจำนวนคลื่น วัดความยาวคลื่น คำนวณความเร็ว – สรุปความสัมพันธ์ $v=f\lambda$ **6.** นักเรียนจัดกลุ่มสำรวจปรากฏการณ์คลื่นรอบตัวดังนี้ – จำแนกว่าปรากฏการณ์ใดแสดงสมบัติสะท้อน แสดงสมบัติเลี้ยวเบน แสดงสมบัติหักเห และแสดงสมบัติแทรกสอด – นำเสนอหน้าชั้นเรียน

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 5.1.2 สำรวจ ตรวจสอบ และอธิบายการเกิดคลื่นเสียง การได้ยิน คุณภาพของเสียง มลภาวะของเสียงที่มีผลต่อสุขภาพ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	**1.** นักเรียนสำรวจต้นกำเนิดเสียงและคลื่นเสียง ดังนี้ — ใช้มือสัมผัสที่คอขณะพูด — การฟังเสียงจากสส้อมเสียงที่ถูกเคาะ — อภิปรายสรุปการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง — ยกตัวอย่างแหล่งกำเนิดเสียงอื่นๆ โดยระบุการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงเหล่านั้น — วิเคราะห์และอภิปรายสรุปการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง **2.** นักเรียนตรวจสอบสมบัติของคลื่นเสียงดังต่อไปนี้ — ด้านการสะท้อนด้วยการฟังเสียงสะท้อนวัสดุผิวแข็งและอ่อน หรือการฟังเสียงสะท้อนที่จุดโฟกัสของแผ่นสะท้อนพาราโบลา — ด้านการเลี้ยวเบนด้วยการฟังเสียงตะโกนจากนอกห้องเรียนโดยไม่เห็นผู้ออกเสียง — ด้านการหักเหด้วยการฟังเสียงที่จุดรวมเสียงหลังจากการผ่านลูกโป่งบรรจุ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว — ด้านการแทรกสอดด้วยการฟังเสียงตำแหน่งเสียงเบาลงเมื่อรวมเสียงความถี่เดียวกันจากลำโพงสองตัว หรือลำโพงตัวเดียวหันเข้าหาผนังห้อง **3.** นักเรียนทดลองสมบัติการกำทอนของเสียง **4.** นักเรียนแบ่งกลุ่มเลือกเครื่องดนตรีกลุ่มละ 1 ชนิด วิเคราะห์ส่วนต่างๆ ของเครื่องดนตรีนำเสนออธิบายการเกิดเสียงโดยใช้ความรู้และหลักการต่างๆ ของเสียง

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 5.1.2 สำรวจ ตรวจสอบ และอธิบายการเกิดคลื่นเสียง การได้ยิน คุณภาพของเสียง มลภาวะของเสียงที่มีผลต่อสุขภาพ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	**5.** นักเรียนแบ่งกลุ่มค้นคว้าและนำเสนอเรื่อต่อไปนี้กลุ่มละ 1 เรื่อง – ส่วนประกอบของอวัยวะการรับเสียงของมนุษย์ – องค์ประกอบการได้ยิน – คุณภาพเสียง และ เครื่องดนตรีบางชนิด – การทำเสียงและการรับเสียงของมนุษย์และสัตว์บางชนิด – มลภาวะของเสียงและผลต่อสุขภาพ – การประยุกต์ความรูเรื่องเสียงกับการออกแบบ – การใช้เสียงในด้านการแพทย์ – การใช้เสียงในด้านอุตสาหกรรม – การใช้เสียงในด้านการประมง – การใช้เสียงในด้านการสำรวจ

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาร และพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 5.1.3 สืบค้นข้อมูล และอธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	**1.** นักเรียนวิเคราะห์ความหมายและขอบเขตของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าดังนี้ — สังเกตแสงแดดที่ผ่านปริซึมสามเหลี่ยม — ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิบริเวณใต้แดงเปรียบเทียบกับบริเวณอื่น — นำกระดาษเรืองแสงรับแสงบริเวณเหนือม่วงเปรียบเทียบกับบริเวณอื่น — อภิปรายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตามองไม่เห็น **2.** นักเรียนค้นคว้าสมบัติคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสเปกตรัมต่างๆ และนำเสนอดังนี้ — ยืนเป็นแถววงกลมรอบห้อง — ส่งต่อแผ่นภาพจิกซอสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปจนครบทุกคน — เปลี่ยนตำแหน่งยืนตามลำดับหมายเลขภาพที่ได้ — ทั้งหมดชูภาพต่อกันเป็นสเปกตรัมทั้งหมด — อภิปรายภาพรวมของสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า — แต่ละคนนำเสนอสมบัติคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงสเปกตรัมที่ตนได้รับแผ่นภาพนั้น **3.** นักเรียนสำรวจสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองในเว็บไซต์ Physics2000 **4.** นักเรียนแบ่งกลุ่มค้นคว้าอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านำเสนอโดยการจัดป้ายนิเทศ

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาร และพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 5.1.4 สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ (ฟิวชันและฟิชชัน) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์	**1.** นักเรียนสำรวจปฏิกิริยานิวเคลียร์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองในเว็บไซต์ Physics2000 **2.** นักเรียนแบ่งกลุ่มค้นคว้าและทำแบบจำลองการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ กลุ่มละ 1 เรื่องจากเรื่องต่อไปนี้ – ปฏิกิริยาฟิวชันของไฮโดรเจน – ปฏิกิริยาฟิชชันของยูเรเนียม – ปฏิกิริยาลูกโซ่ – กระบวนการในเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ – ปฏิกิริยานิวเคลียร์ในดวงอาทิตย์ – นักเรียนทุกกลุ่มจัดแสดงแบบจำลองให้กับนักเรียนทั่วไปโดยต้องนำเสนอประกอบแบบจำลองด้วยตนเองด้วย **3.** นักเรียนค้นคว้าและรายงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและสสาร **4.** นักเรียนวิเคราะห์ประโยชน์และโทษของการใช้พลังงานนิวเคลียร์ด้วยการเล่นเกมวงแหวนชาวประมง ดังนี้ – เขียนความคิดเกี่ยวกับประโยชน์และโทษของการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในแบบบันทึกก่อนทำกิจกรรม – แบ่งเป็นสองกลุ่มจำนวนเท่ากัน – นั่งเป็นวงกลมสองวงซ้อนกันจับคู่หันหน้าเข้าหากัน – ผู้ที่อยู่วงในเริ่มพูดบอกนักเรียนวงนอกคู่ของตนเฉพาะประโยชน์ของการใช้พลังงานนิวเคลียร์เป็นเวลา 1 นาที พร้อมกันด้วยเสียงที่ดังที่สุด – ผู้ที่อยู่วงนอกทั้งหมดเลื่อนเปลี่ยนคู่ไป 1 คน – ผู้ที่อยู่วงนอกเริ่มพูดบอกนักเรียนวงในคู่ใหม่ของตนเฉพาะโทษของการใช้พลังงานนิวเคลียร์เป็นเวลา 1 นาที พร้อมกันด้วยเสียงที่ดังที่สุด – ผู้ที่อยู่วงนอกทั้งหมดเลื่อนเปลี่ยนคู่ไป 1 คน

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 5.1.4 สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ (ฟิวชันและฟิชชัน) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์	– ผู้ที่อยู่วงในเริ่มพูดบอกนักเรียนวงนอกคู่ของตนเฉพาะโทษของการใช้พลังงานนิวเคลียร์เป็นเวลา 1 นาที พร้อมกันด้วยเสียงที่ดังที่สุด – ผู้ที่อยู่วงนอกทั้งหมดเลื่อนเปลี่ยนคู่ไป 1 คน – ผู้ที่อยู่วงนอกเริ่มพูดบอกนักเรียนวงในคู่ใหม่ของตนเฉพาะประโยชน์ของ การใช้พลังงานนิวเคลียร์เป็นเวลา 1 นาที พร้อมกันด้วยเสียงที่ดังที่สุด – เขียนความคิดเกี่ยวกับประโยชน์และโทษของการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในแบบบันทึกหลังทำกิจกรรม **5.** นักเรียนเขียนบทความเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์จัดแสดงเป็นวารสารป้ายประกาศดังนี้ – เลือกแนวการเขียนตามที่ตนถนัด เช่น บทวิจารณ์ รวมข่าว บทความวิชาการ บทความทั่วไป – เขียนบทความลงในแบบเฉพาะของประเภทบทความนั้นด้วยรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่กำหนด – แต่งตั้งกองบรรณาธิการคัดเลือกบทความติดแสดงรวมเป็นวารสารป้ายประกาศทั่วบริเวณโรงเรียน – แต่ละคนอ่านวารสารป้ายประกาศเป็นเวลา 1 สัปดาห์สรุปความรู้ที่ได้จากวารสาร

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาร และพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 5.1.5 สำรวจตรวจสอบสืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสี การนำมาใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	**1.** นักเรียนสังเกตกัมมันตภาพรังสีจากสารกัมมันตรังสีตัวอย่างที่ใช้ฝึกหัดด้วยเครื่องวัดรังสีคือ – อ่านค่ารังสีจากต้นกำเนิดต่างชนิดที่ระยะห่างเท่ากัน – อ่านค่ารังสีที่ระยะห่างต่างกันจากต้นกำเนิดรังสีชนิดเดียวกัน – อ่านค่ารังสีบริเวณด้านหลังแผ่นกั้นรังสีชนิดต่างๆ และขนาดหนาต่างๆ ที่ระยะห่างเท่าเดิมและต้นกำเนิดรังสีชนิดเดิม – อภิปรายสมบัติของรังสีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมและการป้องกัน **2.** นักเรียนค้นคว้าและแสดงสถานการณ์จำลองในเรื่องต่อไปนี้ – บริเวณเก็บสารกัมมันตรังสี – อุปกรณ์ป้องกันและเตือนภัยจากกัมมันตภาพรังสีส่วนบุคคล – การปฏิบัติตัวของผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับรังสี – โรคอันเนื่องจากกัมมันตภาพรังสี – อาการของผู้ที่ได้รับรังสีเกินขนาดรุนแรง – ระดับการทำลายเนื้อเยื่อร่างกายโดยรังสี – การใช้รังสีถนอมอาหาร – การใช้รังสีปรับปรุงพันธุ์พืช – การใช้รังสีกำจัดแมลงสัตรูพืช – การใช้รังสีเพื่อประโยชน์อื่นๆ – การหาอายุของวัตถุโบราณ **3.** นักเรียนสำรวจรังสีรอบตัวด้วยหัววัดรังสีแบบคลาวด์แชมเบอร์อย่างง่าย

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 5.1.5 สำรวจตรวจสอบสืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสี การนำมาใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	**4.** นักเรียนสำรวจรังสีรอบตัวด้วยวิธีวัดรังสีแบบแผ่นฟิล์ม ดังนี้ — สังเกตแผ่นฟิล์มอาซิเตด ด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อบันทึกร่องรอยในเนื้อฟิล์มก่อนทดลอง — นำแผ่นฟิล์มอาซิเตดบรรจุในภาชนะที่มีต้นกำเนิดรังสีอย่างอ่อนในห้องทดลองเป็นเวลา 10 นาที — นำแผ่นฟิล์มอาซิเตดที่ได้รับรังสีมาสังเกตด้วยกล้องจุลทรรศน์อีกครั้ง เปรียบเทียบร่องรอยในเนื้อฟิล์มกับเมื่อก่อนทดลอง — อภิปรายการประยุกต์วิธีนี้เพื่อสำรวจรังสีในธรรมชาติ

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 6.1.1 สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญผลต่อสิ่งมีชีวิตสิ่งแวดล้อม และการนำมาใช้ประโยชน์	**1.** นักเรียนวาดแนวแผ่นเปลือกโลกลงบนแผนที่โลก พร้อมทั้งระบุข้อมูล ทิศทาง การเคลื่อนที่ และ บริเวณที่มีความเครียดทางธรณีวิทยา **2.** นักเรียนเขียนบทความเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรณีของโลกในเรื่องต่อไปนี้ หรือเรื่องที่นักเรียนสนใจ คนละ 1 เรื่อง —แผ่นดินไหว —คลื่นสึนามิ —ภูเขาไฟ —แผ่นเปลือกโลก —พื้นผิวใต้มหาสมุทร —วิวัฒนาการของเปลือกโลก —การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก **3.** นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 3 คน ค้นคว้าและนำเสนอด้วยรูปแบบต่าง ๆ หน้าห้องในเรื่องต่อไปนี้ —การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกมีผลต่อพัฒนาการของพืชและสัตว์ —ความสัมพันธ์ของสัตว์ชนิดต่างๆ ระหว่างทวีปที่แยกจากกัน —สิ่งมีชีวิตต่างๆ บริเวณภูเขาไฟ —มีสิ่งมีชีวิตรูปแบบใดบริเวณภูเขาไฟใต้น้ำ **4.** นักเรียนจัดนิทรรศการการเกิดคลื่นสึนามิ ตามขั้นตอนต่อไปนี้ —ค้นคว้าข้อมูลการเกิด —สร้างหุ่นจำลองรอยต่อชิ้นเปลือกโลกซึ่งเลื่อนเข้าหากัน แสดงสาเหตุของคลื่นสึนามี —จัดนิทรรศการด้วย ภาพ บทความ และหุ่นจำลอง —ผลัดเปลี่ยนนำเสนอนิทรรศการเป็นกลุ่มๆ ในที่ต่างๆ ของโรงเรียน —สรุปข้อมูลผู้สนใจนิทรรศการของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 6.1.1 สืบค้นข้อมูล สำรวจ ตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญผลต่อสิ่งมีชีวิตสิ่งแวดล้อม และการนำมาใช้ประโยชน์	**5.** นักเรียนจัดนิทรรศการการเกิดแผ่นดินไหว ตามขั้นตอนต่อไปนี้ —ค้นคว้าข้อมูลการเกิด —สร้างหุ่นจำลองชั้นเปลือกโลกซึ่งเป็นต้นกำเนิดแผ่นดินไหวแสดง —การเคลื่อนตัวของคลื่นแผ่นดินไหว —จัดนิทรรศการด้วย ภาพ บทความ และหุ่นจำลอง —ผลัดเปลี่ยนนำเสนอนิทรรศการเป็นกลุ่มๆ ในสถานที่ต่างๆ ของโรงเรียน —สรุปข้อมูลผู้สนใจนิทรรศการของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม **6.** นักเรียนจัดนิทรรศการการเกิดภูเขาไฟ ตามขั้นตอนต่อไปนี้ —ค้นคว้าข้อมูลการเกิด —สร้างหุ่นจำลองแกนกลางภูเขาไฟและต้นกำเนิดลาวาจากใต้พิภพ —จัดนิทรรศการด้วย ภาพ บทความ และหุ่นจำลอง —ผลัดเปลี่ยนนำเสนอนิทรรศการเป็นกลุ่มๆ ในสถานที่ต่างของโรงเรียน —สรุปข้อมูลผู้สนใจนิทรรศการของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม **7.** นักเรียนจัดนิทรรศการพื้นผิวโลกใต้มหาสมุทร ตามขั้นตอนต่อไปนี้ —ค้นคว้าข้อมูลพื้นผิวโลกใต้มหาสมุทร —สร้างหุ่นจำลองพื้นผิวโลกใต้มหาสมุทรแสดงส่วนที่ลึกเป็นเหว และภูเขาไฟใต้น้ำ —จัดนิทรรศการด้วย ภาพ บทความ และหุ่นจำลอง —ผลัดเปลี่ยนนำเสนอนิทรรศการเป็นกลุ่มๆ ในสถานที่ต่างๆ ของโรงเรียน —สรุปข้อมูลผู้สนใจนิทรรศการของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 6.1.2 สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ การเปรียบเทียบลำดับชั้นหิน และอายุของหิน สำหรับศึกษาความเป็นมาของโลก	**1.** นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 3 คน ค้นคว้า ซากดึกดำบรรพ์ที่พบในประเทศไทย กลุ่มละเรื่อง นำมาจัดบอร์ด **2.** นักเรียนทำสถานการณ์จำลองการสลายตัวของ C-14 ซึ่งใช้หาอายุของซากดึกดำบรรพ์ ดังนี้ — วางบีกเกอร์ขนาด 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในจานพลาสติก — ใส่ลูกปัดในบีเกอร์และในจานให้มีความหนาแน่นเท่ากัน — กำหนดให้ลูกปัดที่อยู่ในบีเกอร์เป็น C-14 ในสิ่งมีชีวิตตายแล้ว ลูกปัดในจานพลาสติกเป็น C-14 ในสิ่งแวดล้อม — หมุนเข็มเวลาไป 5730 ปีหยิบลูกปัดในบีเกอร์ออก ครึ่งหนึ่ง — หมุนเข็มเวลาไปอีก 3 รอบ รวมเป็นเวลา 22,920 ปี แต่ละรอบหยิบลูกปัดออกจากบีกเกอร์ครั้งละครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่ — สังเกตจำนวนลูกปัดที่เหลือในบีกเกอร์สิ่งมีชีวิตที่ตายมาแล้ว 22,920 ปี — นำบีกเกอร์ใบที่ 2 ซึ่งมีลูกปัด 100 เม็ด สุ่มเทลูกปัดออกเหลือไว้จำนวนหนึ่ง กำหนดให้เป็นซากดึกดำบรรพ์ อภิปรายและคำนวณอายุของซากดึกดำบรรพ์นี้ — ทุกกลุ่มร่วมกันอภิปราย สรุปวิธีหาอายุของซากดึกดำบรรพ์ด้วยวิธีสลายตัว C-14 **3.** นักเรียนรวบรวมข้อมูลเรื่องลำดับชั้นหิน อายุของหินจากวีดิโอสารคดีเรื่องกำเนิดโลก สรุปหลักการศึกษาความเป็นมาของโลก **4.** นักเรียนสำรวจภาคสนามบริเวณภูเขาที่สังเกตชั้นหินได้ **5.** นักเรียนวิเคราะห์แผนที่ธรณีวิทยาในประเทศไทย

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 7.1.1 สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ พลังงานของดาวฤกษ์เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน	**1.** นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5 คน ค้นคว้ากำเนิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ และแข่งขันนำเสนอหน้าห้องด้วยการแสดงบทบาทสมมติที่สามารถสื่อได้ตรงกับความรู้ที่ค้นคว้ามา **2.** นักเรียนศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันที่ให้พลังงานออกมาจากดาวฤกษ์ **3.** นักเรียนทั้งห้องร่วมสร้างแบบจำลองดาวฤกษ์ขนาดใหญ่ แสดงบรรยากาศที่ห่อหุ่ม ตัวดาวและชั้นต่างๆ ของดาว โดยให้รายละเอียดของโครงสร้าง และปฏิกิริยาภายในตัวดาว

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 7.1.2 สืบค้นข้อมูล สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะ และในกาแล็กซี ความกว้างใหญ่ของเอกภพ	**1.** นักเรียนค้นคว้าขนาดของระบบสุริยะ และร่วมกันจำลองระบบสุริยะจากลูกบอล และลูกปัดขนาดต่างๆ ห้อยบนเพดานห้องให้ตรงตามขนาดและระยะห่าง **2.** นักเรียนค้นคว้าและอภิปรายเปรียบเทียบขนาดของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ **3.** นักเรียนใช้ข้อมูล เวลาครบรอบ รัศมีโคจร คำนวณมวลของดาวเคราะห์ **4.** นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากเว็บไซต์การค้นพบดาวเคราะห์ และรายงานข้อมูลปัจจุบัน

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ ไปใช้ ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 7.2.1 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก และในอวกาศ	**1.** นักเรียนรวบรวมข้อมูลสำรวจอวกาศ ที่ได้จากกล้องดูดาวอวกาศฮับเบิล กล้อง โทรทรรศน์รังสีเอกซ์ รังสีอินฟราเรด และ กล้องโทรทรรศน์วิทยุ นำมารายงาน หน้าห้อง **2.** นักเรียนเข้าสำรวจเว็บไซต์นาซา และค้นหาเรื่องราวเกี่ยวกับสถานีอวกาศนานาชาติเขียนรายงานคนละเรื่อง **3.** นักเรียนทั้งห้องร่วมกันจัดบอร์ดนิทรรศการแสดงข้อมูลปัจจุบันที่เกี่ยวกับโลก และอวกาศซึ่งค้นพบโดยโครงการอวกาศต่างๆ เป็นเวลา 1 เดือน

ตารางวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 8.1.1 ตั้งคำถาม ที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจาก ประเด็นที่เกิดขึ้นใน ขณะนั้น ที่สามารถ ทำการสำรวจ ตรวจสอบ หรือศึกษา ค้นคว้าได้อย่าง ครอบคลุม และ เชื่อถือได้	**1.** นักเรียนแบ่งกลุ่มย่อย 3-4 คนตั้งคำถามสำหรับกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ — นักเรียนแต่ละคนเลือกแหล่งข้อมูลที่เป็นพื้นฐานของการตั้งคำถามคนละแหล่ง เช่นจากเนื้อหาวิชาที่เรียนรู้ข่าวหนังสือพิมพ์บทความจาก วารสาร ภูมิปัญญาท้องถิ่น โครงงานวิทยาศาสตร์ที่ได้รับรางวัล — นักเรียนแต่ละคนวิเคราะห์เรื่องที่สนใจ นำมาเสนอในการประชุมกลุ่มเพื่อภิปรายถึงปัญหาที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบ หรือค้นคว้าได้ นักเรียนสมาชิกกลุ่มมีมติเลือกประเด็นปัญหาที่เหมาะสมในการสำรวจตรวจสอบ — นักเรียนทุกคนศึกษาค้นคว้าประเด็นปัญหาที่เลือกให้มีความเข้าใจ ละเอียดลึกซึ้งอย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามสำหรับกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์จาก ประเด็นปัญหาที่เลือก
ว 8.1.2 สร้างสมมติฐาน ที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์ สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	**1.** นักเรียนกลุ่มย่อย 3-4 คน สร้างสมมติฐานสำหรับกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์นักเรียนแต่ละคนค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่ตั้งขึ้นจากประเด็นปัญหาที่สนใจ — นักเรียนอภิปรายในการประชุมกลุ่มในประเด็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ — นักเรียนร่วมกันสร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับสำหรับกิจกรรมโครงงาน วิทยาศาสตร์ของกลุ่ม

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 8.1.3 ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลที่ต้อง พิจารณาปัจจัย หรือ ตัวแปรสำคัญ ปัจจัย ที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของ การสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ	**1.** นักเรียนกลุ่มย่อย 3-4 คน ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลในการกำหนดปัจจัยและ ตัวแปรต่างๆ ดังนี้ — นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเรื่องปัจจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับสมมติฐานที่ตั้งขึ้น — นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดปัจจัยหรือตัวแปรที่สำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้และจำนวนครั้งในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์จากข้อสรุปที่ได้จากการอภิปราย — นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานเหตุผลที่กำหนดตัวแปร และปัจจัยต่างๆ รวมถึงจำนวนครั้งที่ควรใช้สำรวจตรวจสอบในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยเอกสาร และ การบรรยายหน้าห้องเรียน — นักเรียนทั้งห้อง และครูร่วมกันอภิปรายและวิจารณ์การกำหนดตัวแปรและปัจจัยต่างๆ ของโครงงานวิทยาศาสตร์แต่ละโครงงาน — นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการอภิปรายและข้อวิจารณ์ไปปรับปรุงการกำหนดปัจจัยและตัวแปรต่างๆ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ
ว 8.1.4 เลือกวัสดุ เทคนิควิธีอุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึก ในเชิงปริมาณและคุณภาพ	**1.** นักเรียนเลือกวัสดุเทคนิควิธีอุปกรณ์เพื่อใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบ กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ดังนี้ — นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าชนิดของวัสดุเทคนิควิธีอุปกรณ์ที่อยู่ในขอบเขตของปัจจัย และ ตัวแปรต่างๆ ที่กำหนดขึ้นในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ — นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ร่วมกันในกลุ่มว่าวัสดุใด เทคนิควิธีใด และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกตการณ์วัดใด เหมาะสมที่จะนำมาใช้สำรวจตรวจสอบปัจจัย และ ตัวแปรต่างๆ ที่กำหนดขึ้น — นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจกำหนด วัสดุเทคนิควิธีและ อุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม — นักเรียนแต่ละกลุ่มทำรายงานร่วมกันเป็นเอกสาร เรื่อง วัสดุเทคนิควิธีและ อุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์โดยระบุเหตุผลและแหล่งอ้างอิง

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
	— นักเรียนแต่ละกลุ่มเข้าชี้แจง และรับฟังข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับ วัสดุเทคนิค วิธีและอุปกรณ์ที่กำหนด จากครูที่ปรึกษา ในประเด็นที่จะ ตรวจสอบได้ถูกต้องทั้งทางกว้างและลึก ในประเด็นข้อมูลเชิงปริมาณและ คุณภาพ — นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อเสนอแนะจากครูที่ปรึกษามาปรับปรุง วัสดุ เทคนิควิธีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกตการณ์วัดการสำรวจตรวจสอบ ให้ถูกต้องทั้งทางกว้าง และลึก ในเชิงปริมาณและคุณภาพ
8.1.5 เก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ อย่างเป็นระบบ ถูกต้องครอบคลุม ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล	**1.** นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูล และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบโครงงานวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ มีความเป็นไปได้เหมาะสม และถูกต้องดังนี้ — นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันในกลุ่มออกแบบขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ — นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันในกลุ่มกำหนดตารางการเก็บรวบรวมข้อมูล และ บันทึกผลการสำรวจตรวจสอบโครงงานวิทยาศาสตร์ — นักเรียนแบ่งหน้าที่การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผล การตรวจสอบตามตารางที่กำหนด โดยคำนึงถึงความถูกต้อง ครอบคลุม ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ — นักเรียนประชุมอภิปรายกลุ่มเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้หรือ ความเหมาะสม ของข้อมูลโดยการเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง — นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์เพื่อระบุความคลาดเคลื่อนของข้อมูลโดยมีพื้นฐานจากสภาพของ วิธีการ เครื่องมือ ผู้ปฏิบัติและสิ่งแวดล้อม
ว **8.1.6** จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม	**1.** นักเรียนจัดกระทำข้อมูลการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และนำเสนอข้อมูลดังนี้ — นักเรียนอภิปรายในกุ่มย่อยเพื่อจัดกระทำข้อมูลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อสามารถรายงานผลด้วยตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง — นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดกระทำแล้วว่าจะนำเสนอด้วยเทคนิควิธีใดจึงจะเหมาะสม — นักเรียนทั้งกลุ่มร่วมกันเตรียมการ และ ดำเนินการนำเสนอข้อมูลตามเทคนิควิธีที่เลือก

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 8.1.7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมาย ข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้	**1.** นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการสำรวจตรวจสอบโครงงานวิทยาศาสตร์ดังนี้ — นักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่มย่อยวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และ ประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ — นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทำกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ — นักเรียนทำรายงานกระบวนการวิเคราะห์จนได้ข้อสรุป นำมาปรึกษาครูที่ปรึกษา — นักเรียนปรับปรุงกระบวนการวิเคราะห์และผลสรุปตามคำแนะนำจากครูที่ปรึกษา
ว 8.1.8 สร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ หรือระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบ	**1.** นักเรียนสร้างแบบจำลอง หรือระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ดังนี้ — นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบ เลือกการสร้างแบบจำลอง ชนิดใด หรือระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูล — นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ หรือสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์จากความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ — นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำแบบจำลอง หรือการระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูล ไปอภิปรายร่วมกันกับครูที่ปรึกษา — นักเรียนนำผลการอภิปรายและข้อแนะนำจากครูที่ปรึกษามาปรับปรุงแบบจำลองหรือแนวโน้มความสัมพันธ์ของข้อมูล

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 8.1.9 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและ การสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ	**1.** นักเรียนพิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ ดังนี้ — นักเรียนกลุ่มย่อยนำค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกตผลการสำรวจตรวจสอบโครงงานวิทยาศาสตร์ — นักเรียนร่วมกันพิจารณา อภิปรายประเด็นความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบจากค่าความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้ — นักเรียนร่วมกันเสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบโดยใช้ความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ
ว 8.1.10 นำผลของการสำรวจตรวจสอบ ที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความ รู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และใน ชีวิตจริง	**1.** นักเรียนสร้างคำถามใหม่นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง ดังนี้ — นักเรียนร่วมกันเสนอปัญหาในสถานการณ์อื่น หรือในชีวิตจริง ที่มีองค์ประกอบของปัญหาที่สอดคล้องเกี่ยวโยงกับผลของการสำรวจตรวจสอบจากโครงงานวิทยาศาสตร์ — นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบสร้างคำถามใหม่ในประเด็นใดได้บ้าง — นักเรียนพิจารณาคำถามใหม่น่าจะสามารถใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่หรือในชีวิตจริง ข้อใด
ว 8.1.11 ตระหนักถึง ความสำคัญในการ ที่จะต้องมีส่วนร่วม รับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็นและการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง	**1.** นักเรียนกลุ่มย่อยร่วมกันอภิปราย เพื่ออธิบาย ลงความเห็น สรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์รับผิดชอบการนำเสนอหน้าห้องเรียน ด้วยความถูกต้องเป็นสำคัญ **2.** นักเรียนกลุ่มย่อยร่วมกันอภิปราย เพื่ออธิบาย ลงความเห็น สรุปผลการเรียนรู้ในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ปลายภาคเรียน รับผิดชอบการนำเสนอในที่ประชุมนิทรรศการวิชาการโรงเรียน ด้วยความถูกต้องเป็นสำคัญ **3.** นักเรียนเขียนบทความเพื่ออธิบาย ลงความเห็น สรุปผลการเรียนรู้ในชีวิตประจำวัน รับผิดชอบการนำเสนอ ด้วยความถูกต้องเป็นสำคัญ

มาตรฐานช่วงชั้น	กิจกรรมการเรียนรู้
ว 8.1.12 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐาน อ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยน แปลงได้เมื่อ มีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้ มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับ เป็นความรู้ใหม่	**1.** นักเรียนกลุ่มย่อยร่วมกันเขียนบันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่กำลังเรียนรู้อย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐาน อ้างอิงที่เชื่อถือได้ **2.** นักเรียนกลุ่มย่อยร่วมกันเขียนบันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบในกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ปลายภาคเรียน อย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิง ที่เชื่อถือได้ **3.** นักเรียนเขียนบันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบในชีวิตประจำวันอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ **4.** นักเรียนเขียนรายงานการเปลี่ยนแปลงความรู้เดิม เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งเกิดขึ้น **5.** นักเรียนทำการตรวจสอบความรู้เดิมซึ่งอาจนำไปสู่ความรู้ใหม่อย่างระมัดระวัง ซึ่งอาจนำไปสู่การยอมรับความรู้ใหม่ **6.** นักเรียนแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผลต่อความรู้ใหม่ที่เป็นผลจากการตรวจสอบข้อมูลประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติม หรือ โต้แย้งจากเดิม
ว 8.1.13 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและผลของโครงงาน หรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	**1.** นักเรียนจัดงานนิทรรศการวิชาการแสดงผลงานเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้นักเรียนทั่วไปเข้าใจ **2.** นักเรียนเขียนบทความเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานลงในวารสารโรงเรียนให้ผู้อ่านเข้าใจ **3.** นักเรียนนำเสนอเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานในที่ประชุมให้นักเรียนทั่วไปเข้าใจ

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 4.1.1 สำรวจ ตรวจสอบ วิเคราะห์ และอธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่าง แรง การเคลื่อนที่ของ อนุภาคหรือวัตถุ ใน สนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และ สนามไฟฟ้า รวมทั้ง การนำไปใช้ ประโยชน์	**1.** การวาดภาพจินตนาการของสนามโน้มถ่วงของระบบสุริยะจักรวาลด้วยการใช้ดินสอ หรือดินสอสี ที่แสดงถึงลักษณะสนามโน้มถ่วงที่นักเรียนเรียนรู้ คือ — วัตถุทุกอันมีสนามโน้มถ่วงอยู่โดยรอบ — ค่าสนามโน้มถ่วงแปรผกผันกับระยะห่างกำลังสอง **2.** การวาดภาพจินตนาการสนามโน้มถ่วงระหว่างวัตถุรอบตัวที่แสดงว่านักเรียนเรียนรู้เรื่องสนามโน้มถ่วงของมวลทุกก้อน — วัตถุทุกอันมีสนามโน้มถ่วงรอบ — ค่าสนามโน้มถ่วงแปรผกผันกับระยะห่างกำลังสอง **3.** การแสดงละครวิทยาศาสตร์ซึ่งเขียนบทละครจากการค้นคว้า — ชีวประวัติจริงของกาลิเลโอและแสดงถึงการเริ่มต้นการทดลองปล่อยวัตถุให้ตกจากหอเอนพิซ่า — การสื่อความเข้าใจในเรื่องวัตถุตกเสรี **4.** การแก่สถานการณ์หลงทิศในป่าด้วยการทำเข็มทิศอย่างง่าย — กำหนดแม่เหล็กและเชือกให้ — นักเรียนทำเข็มทิศอย่างง่ายจากแม่เหล็กและเชือก **5.** การประกอบส่วนประกอบมอร์เตอร์กระแสตรงอย่างง่ายจนสามารถหมุนได้ **6.** การรวบรวมวัสดุรอบตัวคู่ที่เกิดประจุไฟฟ้าได้มากที่สุดจากการนำมาถูกันและตรวจสอบด้วยอิเล็กโตรสโคป **7.** การเลือกวัสดุในการทำเครื่องนุ่งห่มและเครื่องใช้โดยใช้หลักการเกิดประจุไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ **8.** การสร้างตาราง Triboelectric จากการตรวจสอบประจุที่ได้จากการขัดสีระหว่างวัสดุที่กำหนด

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 4.1.1 สำรวจ ตรวจสอบ วิเคราะห์ และอธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่าง แรง การเคลื่อนที่ของ อนุภาคหรือวัตถุ ใน สนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และ สนามไฟฟ้า รวมทั้ง การนำไปใช้ ประโยชน์	**9.** การวาดภาพจินตนาการประจุ และ สนามไฟฟ้ารอบตัวด้วยการใช้ดินสอ หรือดินสอสี ที่แสดงถึงลักษณะสนามไฟฟ้าที่นักเรียนเรียนรู้ **10.** การทำแบบจำลองหลอดภาพโทรทัศน์ซึ่งทำจากวัสดุอย่างง่าย **11.** การนำเสนอหลักการทำงานของหลอดภาพโทรทัศน์หน้าห้องเรียนด้วย แบบจำลองที่สร้างขึ้นอย่างง่าย **12.** การรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในชีวิตจริงซึ่งมีหลักการของสนามโน้มถ่วง สนามไฟฟ้า หรือสนามแม่เหล็ก อย่างละไม่ต่ำกว่าสามชนิด **13.** การยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ใช้ประโยชน์จากสนามโน้มถ่วง สนามไฟฟ้า หรือ สนามแม่เหล็ก อย่างละไม่ต่ำกว่าสามตัวอย่าง

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มี กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 4.1.2 วิเคราะห์และ อธิบายแรงยึดเหนี่ยว ในนิวเคลียสและแรงระหว่างอนุภาค	**1**. การวาดภาพจินตนาการแรงนิวเคลียร์ในนิวเคลียสจากที่เรียนรู้ว่า — แรงนิวเคลียร์มีอยู่ในนิวเคลียสเท่านั้น — เป็นแรงที่มีอันตรกิริยาสั้นมากระหว่างอนุภาคพื้นฐานในนิวเคลียส **2.** การบรรยายสมบัติของแรงนิวเคลียร์ในเรื่องต่อไปนี้ — ข้อแตกต่างระหว่างสมบัติแรงนิวเคลียร์และแรงพื้นฐานอื่น — เหตุผลที่ยืนยันว่ามีแรงนิวเคลียร์อยู่จริง **3.** การอธิบายความรู้เรื่องแรงระหว่างอนุภาคชนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน อธิบายเรื่องต่อไปนี้ — สารเปียกแก้ว หรือ สารไม่เปียกแก้ว — น้ำกลิ้งบนใบบัว — เสื้อนาโนเทคโนโลยีไม่เปื้อนสิ่งสกปรกง่าย — ปรอทเหมาะสมใช้ทำเทอร์มอมิเตอร์หลอดแก้ว **4.** การแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสารที่เหมาะสมเป็นกาวต้องมีคุณสมบัติด้านแรงระหว่างอนุภาคได้ถูกต้อง คือ — สารที่เหมาะสมเป็นกาวมีแรงยึดติดกับสารอื่นสูง — เลือกสารที่เหมาะสมเป็นกาวจากตารางแรงเชื่อมแน่นและแรงยึดติดของสารที่กำหนด

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 4.2.1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง	**1.** การรายงานการทดลองวัดอัตราเร็วของรถทดลองด้วยเครื่องเคราะห์สัญญาณเวลาได้ถูกต้องในเรื่องต่อไปนี้ – อ่านเวลาในการเคลื่อนที่จากจำนวนช่วงจุดได้ถูกต้อง – วัดระยะทางการเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง – นำค่าระยะทางและเวลาการเคลื่อนที่คำนวณอัตราเร็วได้ถูกต้อง ทั้งด้านปริมาณ และหน่วย **2.** การเลือกวัตถุที่มีอัตราเร็วมากที่สุดจากรายการวัตถุต่างๆ ซึ่งกำหนดระยะทางและเวลาให้ **3.** การวัดอัตราเร็วการเคลื่อนที่ของสัตว์ คือ – เลือกสัตว์สามชนิด ที่มีอัตราเร็วน้อย ปานกลาง และ มาก ที่ไม่เป็นอันตราย – ออกแบบการวัดอัตราเร็วสัตว์โดยให้สัตว์เคลื่อนที่เป็นธรรมชาติ – ดำเนินการวัดและคำนวณได้ถูกต้อง **4.** การหาอัตราเร็ว ณ เวลาหนึ่งเวลาใด คือ – หาจุดบนแถบกระดาษเครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่เป็นตำแหน่ง ณ เวลาที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง – คำนวณอัตราเร็วเฉลี่ยสองช่วงจุดเมื่อจุดที่กำหนดอยู่ตรงกลางได้ถูกต้อง **5.** การคำนวณอัตราเร็ว คือ – คำนวณอัตราเร็ว ณ เวลาหนึ่งเวลาใด สองตำแหน่งบนแถบกระดาษเครื่องเคาะสัญญาณเวลา – คำนวณอัตราเร่งจากอัตราเร็ว ณ เวลา สองตำแหน่งถูกต้อง **6.** การอธิบายเกี่ยวกับอัตราเร่งได้ชัดเจน คือ – ให้ความหมายของอัตราเร่งได้ชัดเจน – ระบุวัตถุที่มีอัตราเร็งบวก อัตราเร็งลบได้ถูกต้อง – แสดงตัวอย่างวัตถุที่มีอัตราเร่งในชีวิตจริงได้

	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 4.2.1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง	**7.** การคำนวณระยะทางของการเคลื่อนที่ของวัตถุ จากอัตราเร็ว และเวลาตามที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง **8.** การคำนวณเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ จากอัตราเร็ว และระยะทาง ตามที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 4.2.2 สำรวจ ตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์	**1.** การยกตัวอย่างวัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย รอบตัว คือ — มีการเคลื่อนที่กลับไปมาผ่านตำแหน่งสมดุล — มีแอมพลิจูดคงตัว **2.** การทำเครื่องจับเวลาอย่างง่ายจากวัสดุที่กำหนดได้ คือ — ใช้ก้อนหินและเชือกที่กำหนดให้ — ใช้เชือกผูกก้อนหินทำเป็นลูกตุ้ม — ห้อยลูกตุ้มกับตำแหน่งที่มั่นคง — มีการทำเครื่องหมายความยาวเชือกเพื่อเปลี่ยนแปลงเวลาครบหนึ่งรอบ **3.** การยกตัวอย่างวัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมรอบตัว คือ — เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งมีแรงสู่ศูนย์กลาง — วาดรูปการเคลื่อนที่ของวัตถุ และระบุแรงสู่ศูนย์กลางได้ — ไม่ใช่วัตถุซึ่งหมุนอยู่กับที่ **4.** การวาดภาพหาแรงสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่เคลื่อนที่แนววงกลมได้ถูกต้อง คือ — เขียนเส้นสัมผัสเส้นรอบวง — เขียนแนวแรงให้ตั้งฉากกับเส้นสัมผัส — แนวแรงที่ต่อออกไปพบกันที่จุดๆ หนึ่ง **5.** การยกตัวอย่างวัตถุเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์รอบตัวได้ถูกต้อง คือ — วัตถุเคลื่อนที่อิสระภายใต้แรงคงตัวหรือแรงโน้มถ่วงของโลกแรงเดียว — มีอัตราเร็วคงตัวตั้งฉากกับแรงนั้น — มีแนวการเคลื่อนที่โค้งพาราโบลา — วาดภาพโดยแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุ และทิศของอัตราเร็ว **6.** การยกตัวอย่างสถานการณ์ซึ่งใช้การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ให้เป็นประโยชน์ได้ 3 ตัวอย่างขึ้นไป **7.** การจำแนกวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ แบบฮาร์มอนิก แนววงกลม และแบบโพรเจกไทล์ จากวัตถุที่กำหนด และบอกเกณฑ์การจำแนกได้

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 5.1.1 สำรวจ ตรวจสอบและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็ว	**1.** การวาดภาพการแทรกสอดซึ่งเกิดจากคลื่นวงกลม 2 คลื่น วาดโดยใช้วงเวียนเขียนวงกลมซ้อนและตัดกัน กำหนดจุดเสริมทางสันคลื่น จุดเสริมทางท้องคลื่น จุดหักล้าง ด้วยสัญลักษณ์ต่างกันหรือสีต่างกัน จนได้รูป การแทรกสอดที่ชัดเจน **2.** การยกตัวอย่างปรากฏการณ์เลี้ยวเบนของคลื่นในชีวิตจริงได้ถูกต้อง **3.** การคำนวณอัตราเร็วคลื่นได้เมื่อกำหนดความถี่และความยาวคลื่นให้ **4.** การจำแนกการเคลื่อนที่แบบคลื่นออกจากการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ซึ่งกำหนดให้ได้ถูกต้อง **5.** การคำนวณความยาวคลื่นได้ถูกต้องเมื่อกำหนดอัตราเร็วและความถี่ให้ **6.** การคำนวณความถี่ของคลื่นได้ถูกต้องเมื่อกำหนดอัตราเร็วและความยาวคลื่นให้

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 5.1.2 สำรวจ ตรวจสอบ และอธิบายการเกิดคลื่นเสียง การได้ยิน คุณภาพของเสียง มลภาวะของเสียงที่มีผลต่อสุขภาพ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	**1.** การยกตัวอย่างปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนของเสียงในชีวิตจริงได้ **2.** การยกตัวอย่างปรากฏการณ์การสะท้อนของเสียงในชีวิตจริงได้ **3.** การบอกได้ว่าความเข้มของเสียง ณ ตำแหน่งต่างๆ บริเวณรวมกันของเสียงที่มีความถี่เดียวกัน เฟสตรงกัน (คลื่นเสียงอาพันธ์) มีค่าดังสลับค่อยนั้น คือปรากฏการณ์แทรกสอดของคลื่นเสียง **4.** การบอกเหตุผลที่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง ทั้งๆ ที่เห็นฟ้าแลบเหนือศีรษะว่าเกิดจากการเลี้ยวเบนของเสียงในอากาศที่มีอุณหภูมิต่างกัน ได้ถูกต้อง **5.** การบอกเหตุผลที่ยอมรับว่าเสียงเป็นคลื่นได้ว่าเสียงมีสมบัติของคลื่น คือเสียงมีการสะท้อน เลี้ยวเบน แทรกสอด หักเห **6.** การแสดงตัวอย่างการทำให้เกิดเสียงแปลกๆ จากวัสดุหรือวิธีการต่างๆ และอธิบายการเกิดเสียงของต้นกำเนิดเสียงนั้นๆ ได้ โดยใช้ความรู้เรื่องการเกิดเสียงได้ **7.** การเลือกวัสดุตกแต่งโรงละคร โรงภาพยนตร์ หรือห้องประชุมขนาดใหญ่เพื่อป้องกันเสียงก้องได้ถูกต้อง **8.** การเขียนรายงานภูมิปัญญาไทยในการสร้างอุโบสถหลังใหญ่โดยที่ไม่เกิดเสียงก้องได้ **9.** การอธิบายสาเหตุของการปวดแก้วหู หรือหูอื้อ เมื่อได้ยินเสียงดังมากได้ถูกต้อง **10.** การเลือกสถานการณ์มลภาวะของเสียงจากสถานการณ์หลายสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง **11.** การรายงานวิธีการแก้ไขปัญหามลภาวะของเสียง ดังนี้ — เป็นสภาพมลภาวะของเสียงจริง ณ บ้านพัก หรือชุมชนที่นักเรียนอาศัย — ใช้ความรู้เรื่องเสียงที่ถูกต้องในการแก้ไขปัญหา

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 5.1.3 สืบค้นข้อมูล และอธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	**1.** การรายงานสมบัติ ประโยชน์และอันตรายของสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงต่างๆ ได้ถูกต้อง และเป็นตัวของตัวเอง **2.** การยกตัวอย่างแห่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารอบตัวได้ถูกต้องมากกว่า 5 แหล่ง **3.** การวาดภาพจิตนาการ รูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในเตาไมโครเวฟ และบริเวณใกล้ๆ ขณะอุ่นอาหารได้ดีสอดคล้องกับความเป็นจริง **4.** การวาดภาพจิตนาการคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในห้องนอนเมื่อเปิดโทรทัศน์ ฟังวิทยุ และเปิดหน้าต่าง โดยใช้ความรู้เรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบ ได้ดี **5.** การระบายสีในภาพสิ่งต่างๆ ในกรณีที่สามารถมองเห็นรังสีอินฟราเรดเป็นสีแดง โดยใช้ความรู้สมบัติของรังสีอินฟราเรดประกอบได้ถูกต้อง **6.** การยกตัวอย่างชื่อ และสถานที่ที่พบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นอันตรายในชีวิตจริงได้มากกว่า 5 รายการ

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 5.1.4 สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ (ฟิวชันและฟิชชัน) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์	**1.** การยกตัวอย่างแหล่งพลังงานธรรมชาติซึ่งได้พลังงานจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้ถูกต้อง **2.** การยกตัวอย่างแหล่งพลังงานที่มนุษย์สร้างขึ้นซึ่งได้พลังงานจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้ถูกต้อง **3.** การเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน และปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันได้ **4.** การเลือกที่จะใช้หรือไม่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยได้อย่างมีเหตุผลที่ดีประกอบ **5.** การเขียนผังการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ได้ครบทั้งกระบวนการ **6.** การบอกข้อเปรียบเทียบพลังงานนิวเคลียร์และพลังงานรูปอื่น ในประเด็นแหล่งที่มาของพลังงานได้ถูกต้องชัดเจน

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาร และพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 5.1.5 สำรวจตรวจสอบสืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสี การนำมาใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	**1.** การค้นคว้าและเขียนรายงานการค้นพบและการเกิดกัมมันตภาพรังสีได้สมบูรณ์มีแหล่งอ้างอิง **2.** การแสดงละครเรื่องการค้นพบและการศึกษากัมมันตภาพรังสีของนักวิทยาศาสตร์โดยเขียนบทจากประวัตินักวิทยาศาสตร์และสอดแทรกความรู้เรื่องกัมมันตภาพรังสี **3.** การสร้างหุ่นจำลองการเกิดกัมมันตภาพรังสีจากภายในนิวเคลียสได้ถูกต้องชัดเจน **4.** การเรียงลำดับสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากความถี่มากไปสู้ความถี่น้อยโดยใช้สมบัติของรังสีที่กำหนดได้ถูกต้อง **5.** การยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากกัมมันตภาพรังสีในชีวิตจริงได้มากกว่า 5 ตัวอย่าง **6.** การบรรยายสถานการณ์ที่รังสีต่างๆ มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ดีมีรายละเอียดของสิ่งที่เรียนรู้ครบสมบูรณ์

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 6.1.1 สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญผลต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และการนำมาใช้ประโยชน์	**1.** การวาดแผนที่แสดงทิศการเลื่อนของแผ่นเปลือกโลกลงบนแผนที่ภูมิศาสตร์โดยใช้ข้อมูลจากการค้นคว้าได้ชัดเจน **2.** การเขียนบทความที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางธรณีในภูมิภาคใดภูมิภาคหนึ่งของประเทศไทย โดยมีข้อมูลของลักษณะการเปลี่ยนแปลง สาเหตุที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลง ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และข้อเสนอแนะในการป้องกันอันตราย **3.** การจัดนิทรรศการเรื่องที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางธรณีของโลก แสดงให้เห็นถึงภาพรวมของธรณีโลก ตำแหน่งและลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม **4.** การแสดงบทบาทสมมติในการป้องกันอันตรายให้พ้นภัยในเหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรณี เช่น แผ่นดินไหว น้ำป่าไหลหลาก โคลนถล่ม คลื่นสึนามิ ฯลฯ **5.** การยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่เคยประสบซึ่งเกี่ยวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางธรณีได้อย่างน้อยคนละ 1 เรื่อง **6.** การยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางธรณีไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างน้อย 1 อย่าง **7.** การยกตัวอย่างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งมีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงทางธรณีได้อย่างน้อย 1 กรณี

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 6.1.2 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ การเปรียบเทียบลำดับชั้นหิน และอายุของหิน สำหรับศึกษาความเป็นมาของโลก	**1.** การจัดบอร์ดนิทรรศการแสดงเรื่องซากดึกดำบรรพในประเทศโดยมีข้อมูลที่ค้นคว้าและอ้างอิงแหล่งเรียนรู้ได้น่าสนใจ และสามารถสื่อให้ผู้อื่นเรียนรู้ได้ **2.** การจัดทำบัญชีซากดึกดำบรรพ์ซึ่งเรียงลำดับอายุจากรายการซากดึกดำบรรพ์ที่กำหนดข้อมูลปริมาณ C-14 ให้ได้ถูกต้อง **3.** การเขียนรายงานสรุปเรื่องชั้นหินที่สัมพันธ์กับวิวัฒนาการของโลกได้ถูกต้อง **4.** การเขียนบทความสิ่งที่เรียนรู้จากการสำรวจภูเขาขณะเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดคือ ประเภทของภูเขา องค์ประกอบ และ วิวัฒนาการจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกอยู่ในบทความด้วย **5.** การทำแผนที่ธรณีวิทยาท้องถิ่น ณ ตำบลที่บ้านนักเรียนตั้งอยู่ได้ชัดเจนตามสภาพจริง **6.** การทำแผนภูมิความเป็นมาของโลก แสดงลำดับชั้นหิน และอายุของหินจากเริ่มกำเนิดจนปัจจุบันตามข้อมูลที่ได้ค้นคว้าและสามารถอ้างอิงได้

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 7.1.1 สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และ เอกภพ พลังงานของดาวฤกษ์เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน	1. การแสดงบทบาทสมมติที่นำเสนอวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ได้ถูกต้อง 2. การวาดภาพจินตนาการโครงสร้างภายในของดวงอาทิตย์ซึ่งแสดงปฏิกิริยาฟิวชัน ได้เป็นรูปธรรม 3. การสร้างแบบจำลองดาวฤกษ์ขนาดใหญ่แสดงโครงสร้างภายในที่เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานได้ชัดเจนสมจริง 4. การวาดภาพ และบรรยายข้อแตกต่างระหว่างปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชัน ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ 5. การสร้างแผนภูมิวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และ เอกภพ ได้ถูกต้องครบถ้วน 6. การวาดภาพดาวฤกษ์ประเภทต่างๆ เรียงลำดับตามวิวัฒนาการของดาว ได้ถูกต้องชัดเจน

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 7.1.2 สืบค้นข้อมูล สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะ และในกาแล็กซี ความกว้างใหญ่ของเอกภพ	**1.** การสร้างแบบจำลองตำแหน่งและขนาดของโลก ระบบสุริยะ แกแลกซีซึ่งประกอบขึ้นจากวัสดุหาง่ายในสัดส่วนย่อได้ถูกต้องสมจริง **2.** การรวบรวมวัตถุขนาดต่างๆ นำมาแทนขนาดเปรียบเทียบกับระบบสุริยะ กาแล็กซี และ เอกภาพได้อัตราส่วนที่ตรงกับอัตราส่วนจริง **3.** การคำนวณมวลของดาวฤกษ์ จากเวลาครบหนึ่งรอบ และรัศมีโคจร ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง **4.** การค้นคว้าและทำรายงานเรื่องการค้นพบดาวเคราะห์ อื่นนอกระบบสุริยะจากแหล่งเรียนรู้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เป็นปัจจุบัน **5.** การวาดภาพจินตนาการความกว้างใหญ่ของเอกภพได้สมจริง

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ ไปใช้ ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 7.2.1 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก และในอวกาศ	**1.** การทำรายงานความรู้ใหม่ๆ จากกล้องดูดาวอวกาศฮับเบิล กล้องโทรทรรศน์รังสี เอกซ์ รังสีอินฟราเรด และกล้องโทรทรรศน์วิทยุ ด้วยข้อมูลที่ค้นคว้าจากเทคโนโลยีสารสนเทศคนละ 1 เรื่อง ได้ครอบคลุมถูกต้องเป็นตัวของตัวเอง **2.** การเขียนรายงานเรื่องสถานีอวกาศนานาชาติให้อะไรกับโลกเรา คนละ 1 ประเด็น โดยใช้ข้อมูลที่ค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ได้ในทางลึก และน่าสนใจ **3.** การเขียนบทความเกี่ยวกับโลกและอวกาศที่เป็นปัจจุบันด้วยสำนวนของตนเอง ปริมาณไม่น้อยกว่าหนึ่งหน้ากระดาษ เขียนด้วยลายมือ มีแหล่งค้นคว้าอ้างอิงที่ น่าเชื่อถือ **4.** การยกตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีอวกาศศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก และ อวกาศ ทั้งอดีต และ ปัจจุบัน จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ตัวอย่าง **5.** การให้เหตุผลที่ใช้การสังเกตจากอวกาศศึกษาปรากฏการณ์ทั้งบนโลกและอวกาศได้อย่างเหมาะสม มีพื้นฐานจากความรู้ที่ค้นคว้า

ตารางวิเคราะห์การประเมินผลการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในวงเวลานั้น ๆ เข้าใจวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานช่วงชั้น	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 8.1.1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของ ความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจาก ประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษา ค้นคว้าได้อย่าง ครอบคลุม และ เชื่อถือได้	**1.** การตั้งคำถามโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ความสนใจ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันเป็นพื้นฐาน เป็นคำถามที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ในเรื่องที่ต้องการศึกษา
ว 8.1.2 สร้างสมมติฐาน ที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์ สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	**1.** การเขียนสมมติฐานที่ระบุทฤษฎีหรือระบุการคาดการณ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษา หรือระบุแบบจำลอง รูปแบบไว้ชัดเจนสอดคล้องตรงกันจนนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบได้

	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 8.1.3 ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลที่ต้อง พิจารณา ปัจจัยหรือ ตัวแปรสำคัญ ปัจจัย ที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของ การสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ	**1.** การค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต้องเป็นดังนี้มุ่งเน้นพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรที่สำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรอื่นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้อย่างครอบคลุมในเรื่องที่ศึกษากำหนดจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบซ้ำได้เหมาะสม ที่จะทำ ให้ผลการศึกษามีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ
ว 8.1.4 เลือกวัสดุ เทคนิควิธีอุปกรณ์ที่ ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึก ในเชิงปริมาณและคุณภาพ	**1.** การเลือกวัสดุเทคนิควิธีอุปกรณ์เพื่อใช้ในการสังเกตการณ์หรือการวัด การสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับเรื่องที่ศึกษา และสภาพของนักเรียน โดยคำนึงถึงคำตอบซึ่งต้องมีทั้งเชิงกว้างและเชิงลึก มีทั้งปริมาณและคุณภาพ

	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 8.1.5 เก็บรวบรวม ข้อมูล และบันทึกผล การสำรวจตรวจ สอบอย่างเป็นระบบ ถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความ ผิดพลาดของข้อมูล	**1.** การเก็บรวบรวมขอมูลและบันทึกผลการสำรวจสอบ โดยมีขั้นตอนดังนี้ — ดำเนินการอย่างเป็นระบบ และถูกต้องตามที่วางแผนไว้บนพื้นฐานของหลักปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ — บันทึกผลการสำรวจครอบคลุมทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ทุกผลการสำรวจ — ตรวจสอบความเป็นไปได้ความเหมาะสม ความผิดพลาดของข้อมูลสม่ำเสมอตลอดการดำเนินงาน
ว 8.1.6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึง การรายงานผลเชิง ตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม	**1**. การจัดกระทำข้อมูลที่แสดงให้เห็นคือ — การคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง — การนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่หมาะสมกับเรื่องที่ศึกษา

	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 8.1.7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมาย ข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้	**1**. การนำข้อมูลที่ได้ตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยมีองค์ประกอบดังนี้ – การวิเคราะห์ข้อมูลที่ละเอียดรอบคอบ ใช้หลักการทางสถิติที่เหมาะสม – การแปรความหมายข้อมูลต้องอยู่บนพื้นฐานของความไม่ลำเอียง คือ ตรงตามข้อมูลที่สำรวจตรวจสอบได้เท่านั้น – การสรุปต้องประเมินความสอดคล้องในสาระสำคัญที่มีอยู่ในสมมติฐาน ที่ตั้งไว้
ว 8.1.8 สร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ หรือระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบ	**1**. การเลือกวิธีการพัฒนาข้อสรุปที่ได้ให้มีความชัดเจนเป็นรูปธรรม ดังนี้ – การสร้างแบบจำลองหรือรูปแบบจากข้อสรุปที่ได้ – การสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ หรือ สมการที่มีความสัมพันธ์ตามข้อสรุป – การระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ไม่ซับซ้อนทำให้เข้าใจข้อสรุปโดยง่าย

	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 8.1.9 พิจารณาความน่าเชื่อถือของ วิธีการและผลการ สำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและ การสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการ สำรวจตรวจสอบ	**1.** การพิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ ด้วยหลักการดังนี้ — การพิจารณาความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกตโดยแยกสาเหตุเป็น เทคนิควิธีเครื่องมืออุปกรณ์ผู้สังเกตการณ์และสิ่งแวดล้อม — การเสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบได้ดีและเหมาะสม
ว 8.1.10 นำผลของ การสำรวจตรวจสอบ ที่ได้ทั้ง วิธีการและองค์ความ รู้ที่ได้ไปสร้าง คำถามใหม่ นำไปใช้ แก้ปัญหาในสถาน การณ์ใหม่และใน ชีวิตจริง	**1.** การสร้างคำถามใหม่เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง ด้วยการใช้ผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้โดย พิจารณาทั้งวิธีการและองค์ความรู้พื้นฐาน ที่สอดคล้องกัน สามารถยอมรับความเป็นไปได้

	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 8.1.11 ตระหนักถึง ความสำคัญในการ ที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็นและการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง	**1.** การตระหนักถึงความสำคัญในการมีส่วนร่วมรับผิดชอบการเผยแพร่ผลการสำรวจตรวจสอบ พิจารณาจาก – การร่วมรับผิดชอบอธิบาย ร่วมลงความเห็น จนนำไปสู่การสรุปผลการเรียนรู้การสำรวจตรวจสอบ – การร่วมนำเสนอผลการเรียนรู้ที่ได้ต่อเพื่อนนักเรียนและนักเรียนทั่วไปอย่างตรงตามผลที่ได้โดยไม่ลำเอียงให้ผลงานเป็นตามใจหวัง

	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 8.1.12 บันทึกและ อธิบายผลการ สำรวจตรวจสอบ อย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้า เพิ่มเติมเพื่อหา หลักฐานอ้างอิงที่ เชื่อถือได้ และ ยอมรับว่าความรู้ เดิมอาจมีการ เปลี่ยนแปลงได้ เมื่อ มีข้อมูลและ ประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้ง จากเดิม ซึ่งท้าทาย ให้ มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อัน จะนำมาสู่การยอมรับ เป็นความรู้ใหม่	**1**. การบันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ ด้วยขั้นตอนดังนี้ — มีเหตุผลใช้พยานหลักฐานอ้างอิงไม่โน้มเอียงไปตามความคาดหวัง — ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ยืนยันผลที่สำรวจตรวจสอบได้ — อภิปรายสนับสนุนการสำรวจตรวจสอบที่มีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่ซึ่งอาจโต้แย้งความรู้เดิม — แสดงความสนใจที่จะทำการสำรวจตรวจสอบอย่างระมัดระวังเพื่อการยอมรับผลการสำรวจตรวจสอบความรู้ใหม่

	การประเมินผลการเรียนรู้
ว 8.1.13 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงาน หรือชิ้นงานให้ผู้อื่น เข้าใจ	**1.** การแสดงผลงาน ด้วยการจัดแสดงนิทรรศการ เขียนรายงาน หรือนำเสนอผลงาน เกี่ยวกับ แนวคิด กระบวนการ และผลการทำโครงงาน หรือชิ้นงาน ให้ครู เพื่อนนักเรียน และนักเรียนทั่วไปเข้าใจได้ดีและเหมาะสม

ตารางวิเคราะห์หน่วยและแผนการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4
สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

ชื่อหน่วย	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
1. แรง	http://www.bced.gov.bc.ca/irp/apph1112/11folms.htm	**ว 4.1.1** สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
2. ความเฉื่อย	http://www.teachervision.fen.com/science/lesson-plan/665.html?detoured=1	
3. สนามโน้มถ่วงคืออะไร	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Physics/PHS0069.html	
4. กาล-อวกาศเกิดจาก สนามโน้มถ่วง	http://www.pbs.org/deepspace/classroom/activity5.html	
5. จุดศูนย์ถ่วงอยู่ที่ไหน	http://wings.avkids.com/Curriculums/Forces_Motion/center_summary.html	
6. วัตถุตกกับแรงต้านอากาศ	http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/newtlaws/u2l3e.html	
7. แม่เหล็ก	http://www.mcps.k12.md.us/curriculum/science/forms/hsbpphysicsmagnetism.pdf	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
8. สภาพแม่เหล็ก	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/understanding-magnetism/	ว **4.1.1** สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
9. แม่เหล็ก และสนามแม่เหล็ก	http://kanchanapisek.or.th/kp9/physics/lessonplan/lesson005.pdf	
10. สำรวจสนามแม่เหล็กโลก	http://www-spof.gsfc.nasa.gov/Education/Intro.html	
11. สนามแม่เหล็กและสามเหลี่ยมเบอร์มิวดา	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Earth_Science/EAR0022.html	
12. ประจุไฟฟ้า	http://kanchanapisek.or.th/kp9/physics/lessonplan/lesson06.pdf	
13. ไฟฟ้าสถิต	http://www.mcps.k12.md.us/curriculum/science/forms/hsbpphysicselectrostatics.pdf	
14. ไฟฟ้า	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/understanding-electricity/	
15. แม่เหล็กไฟฟ้า	http://www.seed.slb.com/en/scictr/lab/relax/relax.htm	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
16. ไฟฟ้าจากผลไม้	http://www.seed.slb.com/en/scictr/lab/fruit/index.htm	ว **4.1.1** สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
17. มอร์เตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	http://www.walter-fendt.de/ph14th/electricmotor_th.htm	
18. สนามแม่เหล็กกับการงอกของเมล็ดพืช	http://science.nasa.gov/headlines/y2002/15may_maggrav.htm	
19. น้ำไหลโดยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า	http://www.teachnet.com/lesson/science/physics/magdrives.html	
20. ความหนืด	http://www.seed.slb.com/en/scictr/lab/visco_exp/index.htm	ว **4.1.2** วิเคราะห์และอธิบายแรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียสและแรง ระหว่างอนุภาค
21. ความหนืดของของเหลว	http://www.seed.slb.com/en/scictr/lab/viscosity4/index.htm	
22. อุณหภูมิกับความหนืด	http://www.seed.slb.com/en/scictr/lab/viscosity3/index.htm	
23. แรงระหว่างอนุภาคพื้นฐาน	http://www.cpepweb.org/particles.html	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
24. การเคลื่อนที่แนวเส้นตรง	http://gbs.glenbrook.k12.il.us/academics/gbssci/phys/Class/1DKin/1DKinTOC.html	**ว 4.1.1** สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ **ว 4.2.1** ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดเวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรงและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง
25. วัตถุตกเสรี	http://www.physicsclassroom.com/Class/1DKin/U1L5a.html	
26. ดิ่งนรก	http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/mythphysics/picture/1-freefall/index1.htm	
27. ความเร็ว ความเร่ง	http://www.mcps.k12.md.us/curriculum/science/forms/hsbpphysicskinematics.pdf	**ว 4.2.1** ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดเวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรงและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง
28. ความเร่งคงตัว	http://www.walter-fendt.de/ph14th/acceleration_th.htm	
29. ค้นคว้าเรื่องของนิวตัน	http://www.lessonplanspage.com/ScienceCILookingForNewton7HS.htm	
30. กฎของความเฉื่อย	http://www.physicsclassroom.com/Class/newtlaws/U2L1a.html	
31. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันทั้งสามข้อ	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Physics/PHS0033.html	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
32. กฎข้อ 2 ของนิวตัน	http://kanchanapisek.or.th/kp9/physics/lessonplan/lesson11.pdf	ว **4.2.1** ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดเวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรงและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง
33. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	http://gbs.glenbrook.k12.il.us/academics/gbssci/phys/Class/newtlaws/newtltoc.html	
34. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	http://www.mcps.k12.md.us/curriculum/science/forms/hsbpphysicsnewtonslaws.pdf	
35. อัตราเร่งของทรงกลม	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Physics/PHS0019.html	
36. แกว่งลูกตุ้มบนดวงจันทร์	http://school.discovery.com/lessonplans/activities/pendulums/	ว **4.1.1** สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ ว **4.2.2** สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์
37. แกว่างลูกตุ้มหาค่า g	http://wings.avkids.com/Curriculums/Forces_Motion/pendulum_howto.html	
38. นกกระดกกินน้ำ	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Physical_Sciences/PHY0015.html	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
39. แรงไฟฟ้า	http://www.colorado.edu/physics/2000/waves_particles/wavpart2.html	**ว 4.1.1** สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ **ว 4.2.2** สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์
40. จำลองระบบสุริยะจักรวาล	http://school.discovery.com/lessonplans/activities/animatingmotion/	
41. ลูกบอลกลิ้ง	http://www.col-ed.org/cur/sci/sci148.txt	**ว 4.2.1** ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดเวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรงและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง **ว 4.2.2** สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์
42. กลศาสตร์ของสัตว์ประหลาด	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/jyw_mechanicalmonsters/	
43. โพรเจกไทล์จำลอง	http://www.walter-fendt.de/ph14th/projectile_th.htmctile_th.htm	**ว 4.2.2** สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์
44. โพรเจกไทล์คืออะไร	http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/vectors/u3l2a.html	
45. ลักษณะ เฉพาะของโพรเจกไทล์	http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/vectors/u3l2b.html	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
46. การทดลองแกว่งลูกตุ้ม	http://www.col-ed.org/cur/sci/sci89.txt	ว **4.2.2** สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์
47. วัดคาบการแกว่งลูกตุ้ม	http://lessonplans.fundingfactory.com/plan_details.aspx?id=175	
48. ลูกตุ้มฟาวคัลท์1 (Faucault Pendulum)	http://muweb.millersville.edu/~physics/exp.of.the.month/43/	
49. ลูกตุ้มฟาวคัลท์2	http://www.sciencenetlinks.com/lessons.cfm?Grade=9-12&BenchmarkID=4&DocID=0	
50. การแกว่งของลูกตุ้ม1	http://www.walter-fendt.de/ph14th/pendulum_th.htm	
51. การแกว่งของลูกตุ้ม2	http://www.learnnc.org/lessons/BillSowell5232002311	
52. การเคลื่อนที่วงกลม	http://www-spof.gsfc.nasa.gov/stargaze/Lcircul.htm	
53. การเคลื่อนที่แนววงกลม	http://www.mathsrevision.net/alevel/pages.php?page=84	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
54. ลักษณะ เฉพาะของการเคลื่อนที่แนววงกลม	http://www.glenbrook.k12.il.us/GBSSCI/PHYS/CLASS/circles/u6l1a.html	**ว 4.2.2** สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่าย แบบวงกลม แบบโพรเจกไทล์ รวมทั้งการนำมาใช้ประโยชน์
55. ความสัมพันธ์ระหว่างวงกลมกับการสั่นอย่างง่าย	http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/viewtopic.php?t=236	
56. รถไฟเหาะตีลังกา	http://www.physicsclassroom.com/mmedia/circmot/rcd.html	
57. รถไฟเหาะตีลังกาในห้องเรียน	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Physics/PHS0041.html	

ตารางวิเคราะห์หน่วยและแผนการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4
สาระที่ 5 พลังงาน

ชื่อหน่วย	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
1. สมบัติของคลื่น	http://trackstar.4teachers.org/trackstar/ts/viewTrack.do?number=3831	**ว 5.1.1** สำรวจตรวจสอบและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และ ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็ว
2. คลื่นตามยาว	http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/mmedia/waves/lw.html	
3. อัตราเร็วเสียง	http://www.teachnet.com/lesson/science/physics/speedofsound.html	**ว 5.1.2** สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเกิดคลื่นเสียง การได้ยิน คุณภาพของเสียง มลภาวะของเสียงที่มีผลต่อสุขภาพ และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์
4. เสียงผ่านวัตถุได้อย่างไร	http://www.teachervision.fen.com/science/lesson-plan/342.html?detoured=1	
5. ธรรมชาติของคลื่นเสียง	http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/sound/u11l1a.html	
6. พิตช์และความถี่	http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/sound/u11l2a.html	
7. การแทรกสอดและบีตส์	http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/sound/u11l3a.html	
8. เครื่องดนตรี	http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/sound/u11l5a.html	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
9. แถบสี	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/colorspectrum/	**ว 5.1.3** สืบค้นข้อมูล และอธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งประโยชน์ และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
10. ภาพจากการสะท้อนแสง	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Physics/PHS0034.html	
11. ปรับสภาพอากาศในห้องเรียน	http://www.teachnet.com/lesson/science/physics/climateintheclass.html	
12. สมบัติของแสง	http://trackstar.4teachers.org/trackstar/ts/viewTrack.do?number=6067	
13. พลังงานดวงอาทิตย์สู่โลก	http://www.phy6.org/stargaze/Lsun1lit.htm	
14. แสงไปได้ไกลสักเท่าไร	http://kie.berkeley.edu/KIE/web/hf-description.html	
15. ดวงอาทิตย์เดือด	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/savagesun/	**ว 5.1.4** สืบค้นข้อมูล และ อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ (ฟิวชัน และ ฟิชชัน) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
16. พลังงานฟิวชัน	http://ippex.pppl.gov/interactive/fusion/	
17. ฟิวชัน แหล่งพลังงานกายภาพพื้นฐาน	http://fusedweb.pppl.gov/CPEP/chart.html	
18. เกี่ยวกับฟิวชัน	http://ippex.pppl.gov/fusion/	
19. เรียนรู้พลาสมาฟิสิกส์ขั้นต้น	http://ippex.pppl.gov/	
20. พลังงานของดวงอาทิตย์	http://www.phy6.org/stargaze/Lsun7erg.htm	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
21. กัมมัตภาพรังสีและครึ่งชีวิต	http://www.iit.edu/~smile/ph9004.html	**ว 5.1.5** สำรวจตรวจสอบสืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสี การนำมาใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
22. กัมมันตภาพรังสี	http://www.curriculum.edu.au/maths300/download/m300bits/007pradi.htm	
23. กากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์	http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/lessons/18/g912/nuclearwaste.html	
24. การสลายกัมมันตภาพรังสี	http://www.sciencenetlinks.com/lessons.cfm?DocID=178	
25. คลื่นเสียงมองเห็นได้	http://www.teachervision.fen.com/science/lesson-plan/380.html?detoured=1	**ว 5.1.1** สำรวจตรวจสอบและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และ ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็ว **ว 5.1.2** สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเกิดคลื่นเสียง การได้ยิน คุณภาพของเสียง มลภาวะของเสียงที่มีผลต่อสุขภาพ และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์
26. คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง	http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/sound/u11l4a.html	
27. พลังงานแสงอาทิตย์	http://www.spotsylvania.k12.va.us/nspt/teach/lenrgy01.htm	**ว 5.1.3** สืบค้นข้อมูล และอธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งประโยชน์ และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า **ว 5.1.4** สืบค้นข้อมูล และ อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ (ฟิวชัน และ ฟิชชัน) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์ และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
28. พลังงาน	http://pages.framingham.k12.ma.us/k8resources/Science/PS%20Unit/Intro%20Lesson.pdf	**ว 5.1.1** สำรวจตรวจสอบและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และ ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ ความยาวคลื่น อัตราเร็ว **ว 5.1.2** สำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเกิดคลื่นเสียง การได้ยิน คุณภาพของเสียง มลภาวะของเสียงที่มีผลต่อสุขภาพ และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ **ว 5.1.3** สืบค้นข้อมูล และอธิบายสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งประโยชน์ และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
29. นิวเคลียร์ฟิสิกส์ขั้น ก ไก่	http://www.lbl.gov/abc/	**ว 5.1.4** สืบค้นข้อมูล และ อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ (ฟิวชัน และ ฟิชชัน) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การนำไปใช้ประโยชน์และโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม **ว 5.1.5** สำรวจตรวจสอบสืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสี การนำมาใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

ตารางวิเคราะห์หน่วยและแผนการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ชื่อหน่วย	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
1. สำรวจตรวจสอบดิน	http://www.kidzonline.org/LessonPlans/lesson.asp?mode=0&UnitQry1=soil	**ว 6.1.1** สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญ ผลต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และ การนำมาใช้ประโยชน์
2. โลก กับสิ่งแวดล้อม	http://www.sd5.k12.mt.us/glaciereft/envir3-1.htm	
3. ภูเขาไฟ	http://octopus.gma.org/surfing/weather/volindex.html	
4. โลกภูเขาไฟ	http://volcano.und.nodak.edu/	
5. ผู้ที่อาศัยในทะเลทราย	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/desertdwellers/	
6. เรียนรู้แผ่นดินไหวเพื่อเตรียมตัวในอนาคต	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/earthquakes/	
7. สำรวจแม่น้ำสำคัญๆ	http://www.urbanext.uiuc.edu/rivers/index2.html	
8. คำถามเกี่ยวกับภูเขาไฟ	http://www.soest.hawaii.edu/GG/ASK/volcanoes.html	
9. คำถามเดี่ยวกับแผ่นดินไหว	http://www.soest.hawaii.edu/GG/ASK/hazards.html	
10. การตรวจสอบภูเขาไฟ	http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/Online/mon.html	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
11. ภูเขาไฟระเบิด	http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/Online/vaca.html	
12. พิษจากภูเขาไฟ	http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/Online/haz.html	
13. ทีมข่าวโทรทัศน์ภูเขาไฟ	http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/Online/news.html	
14. จะระเบิดหรือไม่ระเบิด	http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/Online/erupt.html	
15. จำลองการระเบิดของภูเขาไฟ	http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/msh/llc/hr/hrl/es.html	
16. ศัพท์เกี่ยวกับภูเขาไฟ	http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/msh/llc/hr/hrl/vv.html	**ว 6.1.1** สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญ ผลต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และ การนำมาใช้ประโยชน์
17. การเคลื่อนย้ายจากภูเขาไฟ	http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/msh/llc/hr/hrl/ev.html	
18. มีชีวิตอยู่บนดาวเคราะห์ไฟ	http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/msh/llc/hr/hrl/lfp.html	
19. ถ้ำภูเขาไฟ	http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/msh/llc/ew/ewl/acb.html http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/msh/llc/ew/ewl/ace.html	
20. สัตว์ป่าหลังภูเขาไฟระเบิด	http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/msh/llc/de/del/wha.html	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
21. เอล นิโย	http://www.educationworld.com/a_lesson/lesson047.shtml	**ว 6.1.1** สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญ ผลต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และ การนำมาใช้ประโยชน์
22. น้ำตกไนแอการา	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/niagarafalls	
23. ติดตามแผ่นดินไหวทั่วโลก	http://school.discovery.com/lessonplans/activities/trackingearthquakes	
24. จุดกำเนิดแผ่นดินไหว	http://www.educationworld.com/a_tsl/archives/02-1/lesson001.shtml	
25. อ่างเก็บน้ำ	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Geology/GLG0052.html	
26. ยุคน้ำแข็ง	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/iceage/	**ว 6.1.1** สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค ปรากฏการณ์ทางธรณี ความสำคัญ ผลต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และ การนำมาใช้ประโยชน์ **ว 6.1.2** สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ การเปรียบเทียบลำดับชั้นหิน และอายุของหิน สำหรับศึกษาความเป็นมาของโลก
27. ปลาดึกดำบรรพ์	http://www.pbs.org/wgbh/nova/fish/	**ว 6.1.2** สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ การเปรียบเทียบลำดับชั้นหิน และอายุของหิน สำหรับศึกษาความเป็นมาของโลก
28. โลกไดโนเสาร์	http://www.childrensmuseum.org/dinosphere/index.html	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
29. จำแนกแร่	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Geology/GLG0201.html	
30. หินฟอสซิล	http://www.fossils-facts-and-finds.com/	
31. เป็นฟอสซิลได้อย่างไร	http://www.science-teachers.com/fossil_worksheets.htm	
32. ไดโนเสาร์	http://www.educationworld.com/a_lesson/lesson/lesson182.shtml	**ว 6.1.2** สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ การเปรียบเทียบลำดับชั้นหิน และอายุของหิน สำหรับศึกษาความเป็นมาของโลก
33. ภูเขาไฟภาพการระเบิดที่น่าดูของธรรมชาติ	http://www.educationworld.com/a_lesson/lesson189.shtml	
34. Paleontology ดึกดำบรรพ์วิทยา	http://teacherpathfinder.org/School/Subjects/Science/paleon.html	
35. หาอายุทางธรณีวิทยา	http://interactive2.usgs.gov/learningweb/teachers/geoage_activity.htm	
36. ปริศนาความตาย	http://www.pbs.org/wnet/secrets/lessons/lp_shroud.html	
37. วิทยาศาสตร์ของมัมมี	http://www.sciencenetlinks.com/lessons.cfm?DocID=244	
38. รถกับน้ำมันในอนาคต	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/energyandcars/	

ตารางวิเคราะห์หน่วยและแผนการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4
สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

ชื่อหน่วย	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
1. สร้างดาวของเราขึ้นเอง	http://www.seed.slb.com/en/scictr/lab/byo_star/index.htm	**ว 7.1.1** สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการเกิดวิวัฒนาการของระบบสุริยะกาแล็กซี และเอกภพ พลังงานของดาวฤกษ์ จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน
2. หลุ่มดำ	http://amazing-space.stsci.edu/resources/explorations/blackholes/lesson/index.html	
3. คำถามเกียวกับต้นกำเนิดรังสีคอสมิก	http://chandra.harvard.edu/resources/faq/	
4. ดวงอาทิตย์เดือด	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/savagesun/	
5. อนาคตของกาแล็กซีทางช้างเผือก	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/milkyway/	
6. กำเนิดดวงดาว	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/astarisborn/	
7. วงจรชีวิตของดาว	http://btc.montana.edu/ceres/html/LifeCycle/stars1.html	
8. อุณหภูมิบนโลกเป็นผลกระทบจากดวงอาทิตย์	http://btc.montana.edu/ceres/html/Suns/suns1.html	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
9. จำลองระบบสุริยะจักรวาล	http://school.discovery.com/lessonplans/activities/animatingmotion/	ว 7.1.2 สืบค้นข้อมูล สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะ และในกาแล็กซี ความกว้างใหญ่ของเอกภพ
10. ทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์	http://www.seed.slb.com/en/scictr/lab/analemma/index.htm	
11. วัดขนาดทางดาราศาสตร์	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/scale/	
12. ระบบสุริยะ	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/solarsystem/	
13. กาแล็กซีทางช้างเผือก	http://chandra.harvard.edu/resources/faq/sources/milky_way/milky_way-main.html	
14. การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ และโลก	http://www.eyeonthesky.org/lessonplans/07sun_motionclass.html	
15. ตำแหน่งของโลกจากคำพูดของกาลิเลโอ	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/greatbooks-galileosdialogue/	
16. ขนาดและมาตรวัด	http://school.discoveryeducation.com/lessonplans/programs/sizeandscale/	
17. เอกภพวิทยา	http://www.cpepweb.org/main_universe/universe.html	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
	http://chandra.harvard.edu/field_guide.html	
19. สำรวจตรวจสอบชีวิตบนดาวเคราะห์	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/planetaryLife/	
20. การเดินทางในอวกาศ	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/understanding-spacetravel/	
21. สงครามล้างโลก	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/warofworlds/	
22. เราเห็นอะไรทั้งที่ไปไม่ถึง	http://btc.montana.edu/ceres/html/Remote/remotesensing.htm http://www.sciencenetlinks.com/Lessons.cfm?DocID=151	**ว 7.2.1** สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ ข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก และ ในอวกาศ
23. ดาวเทียมทำงานอย่างไร	http://octopus.gma.org/surfing/satellites/index.html	
24. ทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์	http://www.seed.slb.com/en/scictr/lab/analemma/index.htm	
25. การตรวจสอบจากระยะไกล	http://octopus.gma.org/surfing/sensing/index.html	
26. ภาพลักษณ์โลก	http://octopus.gma.org/surfing/imaging/index.html	
27. ผลกระทบจากมนุษย์	http://octopus.gma.org/surfing/human/index.html	
28. การเปรียบเทียบมหาสมุทร	http://octopus.gma.org/surfing/ocean/index.html	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
29. ดาวเทียมติดตามสัตว์	http://www.alaskasealife.org/master/	**ว 7.2.1** สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ ข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก และ ในอวกาศ
30. อวกาศด่านสุดท้ายของมนุษย์	http://www.educationworld.com/a_lesson/lesson/lesson212.shtml	
31. ปฏิบัติการไปดาวอังคาร	http://www.educationworld.com/a_lesson/lesson/lesson003.shtml	
32. ยานอวกาศ	http://www-spof.gsfc.nasa.gov/stargaze/Sintro.htm	
33. ค่าคงตัวของฮับเบิล	http://www.seed.slb.com/en/scictr/lab/hubble/index.htm	**ว 7.1.1** สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการเกิดวิวัฒนาการของระบบสุริยะกาแล็กซี และเอกภพ พลังงานของดาวฤกษ์ จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน **ว 7.1.2** สืบค้นข้อมูล สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะ และในกาแล็กซี ความกว้างใหญ่ของเอกภพ
34. สำรวจระบบสุริยะ	http://solarsystem.nasa.gov/index.cfm	**ว7.1.1** สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะกาแล็กซี และเอกภพ พลังงานของดาวฤกษ์ เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน **ว7.1.2** สืบค้นข้อมูล สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะ และในกาแล็กซี ความกว้างใหญ่ของเอกภพ **ว7.2.1** สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ ข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก และ ในอวกาศ

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
35. ทดลองการขยายตัวของเอกภพ	http://www.seed.slb.com/en/scictr/lab/balloon/index.htm	**ว 7.1.1** สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการเกิดวิวัฒนาการของระบบสุริยะกาแล็กซี และเอกภพ พลังงานของดาวฤกษ์ จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน **ว 7.1.2** สืบค้นข้อมูล สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะและในกาแล็กซี ความกว้างใหญ่ของเอกภพ
36. การระเบิดครั้งใหญ่	http://www.seed.slb.com/en/scictr/watch/cosmos/index.htm	
37. การสำรวจออกไปจากโลก	http://school.discovery.com/lessonplans/activities/earthandbeyond/	**ว 7.1.2** สืบค้นข้อมูล สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะและในกาแล็กซี ความกว้างใหญ่ของเอกภพ **ว 7.2.1** สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ ข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก และ ในอวกาศ
38. การสำรวจดาวอังคาร	http://school.discovery.com/lessonplans/programs/lifeonmars/	**ว 7.1.2** สืบค้นข้อมูล สังเกต อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะ และในกาแล็กซี ความกว้างใหญ่ของเอกภพ **ว 7.2.1** สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ ข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก และ ในอวกาศ

ตารางวิเคราะห์หน่วยและแผนการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชื่อหน่วย	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
1. แบบฝึกการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์	http://www.biologycorner.com/worksheets/scientificmethodstories.html	**ว 8.1.1** ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. หาตำแหน่งแหวนในกล่อง	http://www.indiana.edu/%7eensiweb/lessons/washer.html	**ว 8.1.1** ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ **ว 8.1.2** สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์ สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ
3. วัดระยะน้ำไหล	http://www.teachnet.com/lesson/science/physics/waterdisplacement.html	**ว 8.1.2** สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์ สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ
4. ความปลอดภัยในการทดลอง	http://www.biologycorner.com/worksheets/safety.html	**ว 8.1.5** เก็บรวบรวม ข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ อย่างเป็นระบบถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็น ไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล
5. แบบฝึกหัดวิเคราะห์มิติ	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Process_Skills/SPS0037.html	**ว 8.1.7** วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูลและประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
6. รูปแบบรายงานการทดลอง	http://www.biologycorner.com/worksheets/labreport.html	**ว 8.1.12** บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ อย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้ง จากเดิมซึ่งท้าทายให้ มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่
7. การแสดงทางวิทยาศาสตร์	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Process_Skills/SPS0007.html	**ว 8.1.13** จัดแสดง ผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ
8. หลักเบอร์นูลลีเบื้องต้น	http://www.lessonplanspage.com/SciencePhysics-IntroToBernoullisPrinciple1012.htm	**ว 8.1.1** ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ **ว 8.1.2** สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์ สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวตรวจสอบ **ว 8.1.3** ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่าง เพียงพอ **ว 8.1.4** เลือกวัสดุ เทคนิควิธีอุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึก ในเชิงปริมาณและคุณภาพ
9. ผจญภัยในทะเล	http://www.k12science.org/curriculum/shipproj	
10. การคำนวณเนยถั่วและแซนวิชเวลลี	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Process_Skills/SPS0013.html	
11. สาเหตุของมลภาวะทางอากาศ	http://www.k12science.org/curriculum/airproj	

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
12. กิจกรรมสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Process_Skills/SPS0001.html	**ว 8.1.5** เก็บรวบรวม ข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจ สอบ อย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็น ไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล
13. เดินทางไปกับกัล์ฟสติม	http://www.k12science.org/curriculum/gulfstream/index.shtml	**8.1.6** จัดกระทำข้องตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม **ว 8.1.7** วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูลและประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
14. การทดลองหยดน้ำบนเหรียญ	http://www.biologycorner.com/worksheets/pennylab.html	**ว 8.1.8** สร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ หรือระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจตรวจสอบ
15. ดนตรีจากแผ่นเปลือกโลก	http://www.k12science.org/curriculum/musicalplates3/en	
16. โครงการเก็บตัวอย่างทั่วโลก	www.k12science.org/curriculum/waterproj/index.shtml	**ว 8.1.9** พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ **ว 8.1.10** นำผลของการสำรวจตรวจ สอบ ที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง **ว 8.1.11** ตระหนักถึงความสำคัญในการ ที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็นและการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อ สาธารณชนด้วยความถูกต้อง
17. ข้อมูลจริงจากห้องทดลองพรินสตัน	http://ippex.pppl.gov/	
18. อีโคเทค คืออะไร	http://www.eduref.org/cgi-bin/printlessons.cgi/Virtual/Lessons/Science/Process_Skills/SPS0010.html	
19. โครงงาน "ไทโคบราห์"	http://www.k12science.org/curriculum/tycho	**ว 8.1.12** บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ อย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมี

	เว็บไซต์	มาตรฐานช่วงชั้น
20. โครงการแกว่งลูกตุ้ม	http://www.biologycorner.com/worksheets/pendulum.html	**ว 8.1.13** จัดแสดง ผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ
21. สำรวจตรวจสอบเศษวัสดุในสนาม	http://web.stclair.k12.il.us/splashd/littrexp.htm	
22. จุดเดือดของน้ำนานาชาติ	http://www.k12science.org/curriculum/boilproj	
23. วิทยาศาสตร์ในข้าวโพดคั่ว	http://www.jollytime.com/kids_corner/science6.asp	
24. อาทิตย์เที่ยงวัน	http://www.k12science.org/noonday	
25. โครงงานภูมิศาสตร์วิทยาศาสตร์โลก	http://www.stemnet.nf.ca/sciencefairs/easc.html	
26. โครงการค้นหาเวกเตอร์	http://www.k12science.org/curriculum/vectors	
27. โครงงานวิทยาศาสตร์กายภาพ	http://www.stemnet.nf.ca/sciencefairs/physsi.html	

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายศักดิ์ สุวรรณฉาย
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 3 เดือนมกราคม พ.ศ. 2497
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	การศึกษาบัณฑิต (ฟิสิกส์-คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ปทุมวัน) ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	ครู คศ.2
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น