

รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์
เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน

ฟาติฮะห์ อุดสำหรับราชการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา

ตุลาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ฟาดิฮะห์ อุดสำหรับราชการ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ สำเภา จงจิตต์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ดร.วิเชียร ศิริพรหม)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สำเภา จงจิตต์)

..... กรรมการ
(ดร.ชนัดดา รัตนะ)

..... กรรมการ
(ดร.รัชนีกร ชลไชยะ)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษาของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ ศรีสุข)

วันที่ 20 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2558

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนการศึกษาระดับปริญญาโท
จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)
และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)
ประจำปีการศึกษา 2556-2557

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ ได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์สาธา จงจิตต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาแนะนำให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาในการดำเนินงาน เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งอย่างยิ่งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์อานันท์ คະແສສາມາ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาเรื่องชุดการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้ อาจารย์สารินา มูซอ ที่ได้กรุณาตรวจบทความคัดย่อภาษาอังกฤษ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู-อาจารย์ โรงเรียนยะหาศิรยานุกูล รวมทั้งขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกเป็นอย่างยิ่ง ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่แต่ บุพการี บวรอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนครบถ้วนทุกวันนี้

ฟาติฮะห์ อุตส่าห์ราชการ

56920170: สาขาวิชา: ฟิสิกส์ศึกษา; วท.ม. (ฟิสิกส์ศึกษา)

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ คลื่นไหวสะเทือน

ฟาดิสะห้ อุตส่าห้ร่าชการ: รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน (A MODEL OF IMPROVING STUDEN'S CONCEPTUAL KNOWLEDGE OF SEISMIC WAVE USING ACTIVE LEARNING) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สำเกา จงจิตต์, วท.ม. 150 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ในหัวข้อโครงสร้างโลก ของรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ใช้ชุดการสอนเรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 15 คน จากทั้งหมด 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ชุดการสอน เรื่องคลื่นไหวสะเทือนโดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก แบบทดสอบเรื่องโครงสร้างโลก แบบปรนัยชนิดสี่ตัวเลือกจำนวน 40 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ชุดที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 75/76 ชุดที่ 2 เรื่องคลื่นกับโครงสร้างของโลก มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76/77 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 75/75 ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และจากการวิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

56920170: MAJOR: PHYSICS EDUCATION; M.Sc. (PHYSICS EDUCATION)

KEYWORDS: ACTIVE LEARNING/ ACHIEVEMENT OF/ SEISMIC WAVE

FATIHAH UTSARATSHAKAN: A MODEL OF IMPROVING STUDEN'S
CONCEPTUAL KNOWLEDGE OF SEISMIC WAVE USING ACTIVE LEARNING.

ADVISORY COMMITTEE: SAMPHAO JONGJITTA, M.Sc. 150 P. 2015.

This research purpose to create a seismic wave instructional package by Active Learning in topic of Earth structure part of earth-astro subject and comparison achievement of education between student groups who use a seismic wave instructional package by Active Learning and traditional teaching. The target group is Matayom 4/1 around 15 persons from 24 persons. The research instrument are a seismic wave instructional package by Active Learning and four-tier multiple choice conceptual test of 40 questions .

The data were analyzed by using means, standard deviation and independent sample t-test, it found that the efficiency of a seismic wave instructional package by Active Learning, the instructional 1 is 75/76 and the instructional 2 is 76/77 which is higher than 75/75 according to the objectives and found that the student group who use a seismic wave instructional package by Active Learning get more achievement than traditional teaching by statistically significantly different at p-value of 0.05.

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | จ |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | ฉ |
| สารบัญ..... | ช |
| สารบัญตาราง..... | ฅ |
| สารบัญภาพ..... | ฉุ |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ | |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 3 |
| ตัวแปรของการวิจัย..... | 3 |
| สมมติฐานการวิจัย..... | 3 |
| ขอบเขตของการวิจัย..... | 4 |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 4 |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 5 |
| กระบวนการทางวิทยาศาสตร์..... | 5 |
| วิธีการทางวิทยาศาสตร์..... | 5 |
| ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์..... | 6 |
| เจตคติทางวิทยาศาสตร์..... | 10 |
| รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก..... | 10 |
| หลักการพื้นฐานในรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก..... | 11 |
| บทบาทของครูกับกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก..... | 12 |
| ชุดการสอนและเกณฑ์ประสิทธิภาพ..... | 13 |
| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์..... | 15 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 15 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า | |
|-------|---|-----|
| 3 | วิธีดำเนินการวิจัย | 17 |
| | ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... | 17 |
| | แบบแผนการทดลอง..... | 17 |
| | เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 18 |
| | การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ..... | 18 |
| | วิธีการดำเนินการทดลอง..... | 21 |
| | สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 22 |
| 4 | ผลการวิจัย | 23 |
| | สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 23 |
| | การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 23 |
| | ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 24 |
| 5 | สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... | 33 |
| | การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 33 |
| | สรุปผลการวิจัย..... | 34 |
| | อภิปรายผลการวิจัย..... | 34 |
| | ข้อเสนอแนะ..... | 36 |
| | บรรณานุกรม..... | 37 |
| | ภาคผนวก..... | |
| | ภาคผนวก ก..... | 40 |
| | ภาคผนวก ข..... | 49 |
| | ภาคผนวก ค..... | 59 |
| | ประวัติย่อของผู้วิจัย..... | 150 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|--|------|
| 1 | แบบแผนการทดลอง..... | 18 |
| 2 | ชุดการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ประกอบด้วย 2 ชุดย่อย..... | 19 |
| 3 | ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละชุดการสอน..... | 19 |
| 4 | การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและ ชนิดของคลื่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1..... | 24 |
| 5 | การหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของ คลื่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1..... | 26 |
| 6 | การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ(E_1) ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง คลื่นกับ โครงสร้างของโลก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1..... | 27 |
| 7 | การหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้าง โลก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1..... | 28 |
| 8 | ประสิทธิภาพของชุดการสอนเรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้ เชิงรุกในกลุ่มทดลอง..... | 29 |
| 9 | เปรียบเทียบคะแนนนักเรียนก่อนและหลังใช้ชุดการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก..... | 30 |
| 10 | เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอนเรื่อง คลื่นไหวสะเทือนโดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก | 30 |
| 11 | เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนจากแบบทดสอบเรื่องโครงสร้างโลกของนักเรียนที่ ใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกกับการสอน แบบปกติ..... | 31 |
| 12 | เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอนกับการสอน แบบปกติ..... | 32 |
| 13 | การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง <i>IOC</i> ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์..... | 50 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|--|------|
| 14 | ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนย่อยที่ 1 เรื่องคลื่นกลและชนิดของคลื่น.... | 55 |
| 15 | ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนย่อยที่ 2 เรื่องคลื่นกับโครงสร้างโลก..... | 56 |
| 16 | การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการทดสอบสมมติฐาน..... | 57 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|---|------|
| 1 | ส่วนประกอบของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์..... | 5 |

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในชีวิตของเรา เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพ ตลอดจน เทคโนโลยี เครื่องมือและผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิต ผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่นๆ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาวิธีการคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

วิทยาการทางด้านวิทยาศาสตร์นั้นมียุคประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นตัวความรู้ และส่วนที่เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ หากผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้ง 2 ส่วน จะทำให้เป็นผู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ และสามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้เป็นอย่างดี ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม (วีระชาติ สวนไพรินทร์, 2531, หน้า 34)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญ ดังนี้คือ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปัจจุบันสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของ โรงเรียนยะหาสิริยานุกูล อำเภอยะหา จังหวัดยะลา ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายยังไม่ประสบผลสัมฤทธิ์ที่คืบหน้า จากการศึกษาคะแนนแบบทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O-net ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) พบว่าในปีการศึกษา 2554 มีคะแนนเฉลี่ย ระดับประเทศ ระดับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

มัธยมศึกษาเขต 15 ระดับจังหวัด และระดับโรงเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.9, 26.29, 27.13 และ 22.53 ตามลำดับ ปีการศึกษา 2555 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.1, 31.22, 32.19 และ 30.11 ตามลำดับ และปีการศึกษา 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.48, 28.51, 29.39 และ 26.63 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ)

โดยเฉพาะสาระการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องเร่งพัฒนาเนื่องจากมีค่าคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่า ระดับประเทศ ระดับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 15 และระดับจังหวัด เป็นดังนี้ ปีการศึกษา 2554 มีคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนเท่ากับ 26.03 (ระดับประเทศ เท่ากับ 29.48, ระดับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 15 เท่ากับ 29.61, ระดับจังหวัดยะลา เท่ากับ 26.74) ปีการศึกษา 2555 มีคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนเท่ากับ 25.47 (ระดับประเทศ เท่ากับ 40.31, ระดับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 15 เท่ากับ 40.81, ระดับจังหวัดยะลา เท่ากับ 32.94) และ ปีการศึกษา 2556 มีคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนเท่ากับ 30.36 (ระดับประเทศ เท่ากับ 36.25, ระดับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 15 เท่ากับ 36.51, ระดับจังหวัดยะลา เท่ากับ 32.41) ตามลำดับ สาเหตุหนึ่งน่าจะมาจากรายวิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศของโรงเรียนยะหาศิรยานุกูล มีการจัดการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งจากการศึกษาหนังสือเรียน ของสสวท. พบว่า มีการจัดการเรียนการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือน หรือคลื่นแผ่นดินไหว ในการแบ่งโครงสร้างของโลก ในขณะที่นักเรียนโรงเรียนยะหาศิรยานุกูลยังไม่มีพื้นฐานเรื่อง คลื่น ครูผู้สอนจึงใช้การอธิบายและให้นักเรียนทำกิจกรรมผ่านหนังสือเรียน โดยนักเรียนไม่ได้ปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ แยกแยะว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ประกอบกับเนื้อหาเรื่อง โครงสร้างโลกยังจะต้องเชื่อมโยงกันทั้งหน่วยการเรียนรู้ของกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ถ้านักเรียนไม่เข้าใจตั้งแต่ต้นก็ไม่สามารถต่อยอดกับเนื้อหาถัดไปได้ จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกได้อย่างแท้จริง ทำให้ไม่มีความคงทนในการเรียนรู้ และเกิดการเรียนรู้อย่างไม่มีความหมาย และอีกสาเหตุหนึ่งจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ ครูผู้สอนเป็นฝ่ายรุก (Active) ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับ (Passive) จนทำให้ผู้เรียนขาดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ขาดการฝึกคิดฝึกแก้ปัญหา และขาดการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์อื่นๆ หรือถ้าเปรียบเทียบอีกอย่างคือ การเรียนการสอนแบบดั้งเดิมเป็นแบบเหยือก ผู้สอนต้องรินน้ำใส่เหยือก

จากสภาพปัญหาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นว่าควรมหาแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนยะหาศรียานุกูลให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อนักเรียนยิ่งขึ้น คือการเพิ่มเติมเนื้อหาเรื่องคลื่นไหวสะเทือนในหัวข้อโครงสร้างของโลก ธรณีวิทยา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ และจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ และสร้างความรู้จากสิ่งที่ได้ปฏิบัติ โดยผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกการสร้างชุดการสอนที่มีเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง คลื่นไหวสะเทือนในเนื้อหาโครงสร้างของโลก ธรณีวิทยา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเป็นชุดการสอนที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากขึ้นด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดการสอนที่มีเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน (Seismic Wave) โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ในหัวข้อโครงสร้างของโลก ของธรณีวิทยา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ของธรณีวิทยา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ กับการสอนแบบปกติ

ตัวแปรของการวิจัย

1. ตัวแปรต้น คือ ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก
2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างของโลก ธรณีวิทยา โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ในหัวข้อโครงสร้างของโลก ของธรณีวิทยา โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนยะหาศรียานุกุล อ.ยะหา จ.ยะลา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 43 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 15 คน จากทั้งหมด 24 คน (กลุ่มทดลอง) และเลือกกลุ่มควบคุมแบบเจาะจง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 15 คน จากทั้งหมด 19 คน
 - 2.1 กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
 - 2.2 กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ โดยดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามที่กำหนดไว้ในคู่มือการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการทดลอง 6 คาบ ๆ ละ 50 นาที โดยผู้วิจัยทำการทดลองเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ได้ชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ของรายวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ที่ดี ซึ่งผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูและผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกไปประยุกต์ในการพัฒนาการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 2

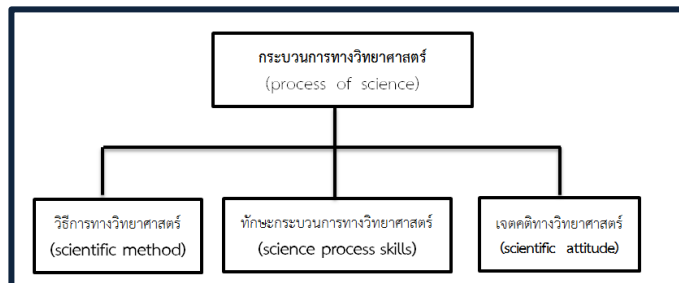
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก
3. ชุดการสอนและเกณฑ์ประสิทธิภาพ
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้สำหรับแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีกระบวนการที่เป็นแบบแผนมีขั้นตอนที่สามารถปฏิบัติตามได้ โดยขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือสำคัญของนักวิทยาศาสตร์มี 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตั้งปัญหา (state problem)
2. ขั้นการสร้างสมมติฐาน (make a hypothesis)
3. ขั้นการรวบรวมข้อมูล (gather evidence)
4. ขั้นการลงข้อสรุป (conclusion)

1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการคิดและการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่วในการใช้เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ

สมาคมเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The America Association for Advancement of Science: AAAS) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ คือ ทักษะที่ 1-8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะที่ 9-13 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง หรือขั้นผสมผสาน หรือขั้นบูรณาการ

1.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ประกอบด้วย 8 ทักษะ

1. การสังเกต
2. การจำแนกประเภท
3. การวัด
4. การใช้ตัวเลข
5. ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
6. การลงความเห็นจากข้อมูล
7. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
8. การพยากรณ์

1.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (Integrated Science Process Skills) ประกอบด้วย 5 ทักษะ

1. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
4. การทดลอง
5. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

1. การสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ได้ความเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่า

เกิดทักษะนี้ ประกอบด้วยการชี้บ่ง และการบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณและบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนหรือความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การแบ่งพวกของสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ นอกจากนั้นสามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตัวเองพร้อมกับบอกได้ว่าผู้อื่นแบ่งของสิ่งนั้น โดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์

3. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วยความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้คือ การอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

4. การวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือนั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด แสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้องพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้

5. การใช้ตัวเลข (Using Numbers) หมายถึงการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง เช่น ใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการนับตัดสินใจว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน เป็นต้น การคำนวณ เช่น บอกวิธีคำนวณ คิดคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณได้อย่างถูกต้อง และประการสุดท้ายคือการหาค่าเฉลี่ย เช่น การบอกและแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง

6. การสื่อความหมาย (Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาค่าความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ การเขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คือ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้น โดยจะต้องรู้จักเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม บอกเหตุผลในการเสนอข้อมูลในการเลือกแบบเสนอข้อมูลนั้น การเสนอข้อมูลอาจกระทำได้หลายแบบดังกล่าวมาแล้ว โดยเฉพาะการเสนอข้อมูลในรูปแบบของตาราง การบรรจุข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของตารางปกติจะใส่ค่า

ของตัวแปรอิสระไว้ทางซ้ายมือของตาราง และค่าของตัวแปรตามไว้ทางขวามือของตารางโดยเขียนค่าของตัวแปรอิสระไว้ให้เรียงลำดับจากค่าน้อยไปหาค่ามาก หรือจากค่ามากไปหาค่าน้อย

7. การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งทำได้สองแบบคือ การพยากรณ์ผลของข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นต้น

8. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา (Using Space/ Time Relationship) สเปซของวัตถุ หมายถึงที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งจะมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความหนา ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา ได้แก่ การบอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุ โดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาดหรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ ในการตั้งสมมติฐานหนึ่ง ๆ สำหรับตัวแปรนั้น หมายถึง สิ่งที่แปรเปลี่ยนค่าได้ เช่น อายุ ความสูง ประเภทของรถ อุณหภูมิ ระดับการศึกษา เป็นต้น

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้เกิดการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

10. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองเป็นคำตอบที่รอการพิสูจน์ สมมติฐานได้มาโดยอาศัยการสังเกตความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังเป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานคือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มีกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้

ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนสมมติฐานหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐาน คือ การบอกชื่อตัวแปรต้นซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตาม และในการตั้งสมมติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้น สมมติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่

11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (Defining Variables Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ข้อคือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด อื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสม พร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่ง ของค่าตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น การสังเกต การใช้ตัวเลขเป็นต้น และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะ การลงข้อสรุปคือบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ เช่น การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ ถ้ากราฟเป็นเส้นตรงก็สามารถอธิบายได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตามขณะที่ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง หรือถ้าลากกราฟเป็นเส้นโค้งให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยนทิศทาง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้วกล่าวโดยสรุปความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual

Skills) ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ

1.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางอื่น ๆ เพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดีนั้น ขึ้นอยู่กับการคิดการกระทำที่อาจเป็นอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้น ซึ่งความรู้สึกลึกซึ้งดังกล่าวเรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง หรือกล่าวได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่ นักวิทยาศาสตร์ได้กระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ นักวิทยาศาสตร์การศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง คุณลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่า ควรมีลักษณะดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น
2. มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ
3. มีเหตุผล
4. มีความเพียรพยายาม
5. มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น
6. มีความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง

2. รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เป็นแนวการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติที่ต้องการให้ผู้สอนจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อสร้างศักยภาพสูงสุดแก่ผู้เรียน ให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเอง ให้การจัดการเรียนรู้มีความหมาย ผู้เรียนเป็นฝ่ายลงมือกระทำอยู่กับเนื้อหาที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้โดยการพูดคุย การเขียน การอ่าน การสะท้อน หรือการตั้งคำถาม หรือ การเรียนการสอนที่มีความเคลื่อนไหว ใช้ได้ทั้งกลุ่มเล็ก และห้องเรียนใหญ่ ๆ ผู้เรียนอาจทำงานคนเดียวหรือทำเป็นกลุ่มก็ได้ และอาจใช้เวลา 2-3 นาที หรือดำเนินการสอนตลอดทั้งหลักสูตรก็ได้ซึ่งจะตรงกันข้ามกับการเรียนแบบปกติหรือการสอนแบบดั้งเดิมที่ผู้สอนเป็นฝ่ายรุก (active) ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับ (passive) หรือถ้าเปรียบเทียบกับอีกอย่างคือ การเรียนการสอนแบบดั้งเดิมเป็นแบบเหยือก ผู้สอนต้องรินน้ำใส่เหยือก แต่กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายสร้างเนื้อหาใหม่ ผู้สอนคอยนำทางเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและใช้ข้อมูลข่าวสารนั้นให้เป็นประโยชน์ กล่าวคือช่วยจุดตะเกียงการ

เรียนรู้ของผู้เรียน จึงจะทำให้ผู้เรียนและการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นไปตามวัตถุประสงค์และเจตนารมณ์ คือต้องเป็นศูนย์กลางของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดีขึ้นและสามารถเก็บกักข้อมูลข่าวสารไว้ในความทรงจำได้นานขึ้น นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพในการพัฒนากระบวนการรับรู้ในลำดับที่สูงขึ้น เช่น การแก้ปัญหา และการคิดวิเคราะห์ ผู้เรียนที่เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประสบความสำเร็จจากการเรียนการสอนแบบนี้ มักจะพอใจและมีผลสะท้อนเชิงบวกมายังผู้สอนมากขึ้นแต่ในบางครั้งผู้สอนที่ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ก็ต้องเกิดปัญหากับนักเรียนที่ไม่สนใจ เวลาที่มีน้อยและการจัดการห้องเรียนให้เหมาะสม ทำให้วิธีการสอนแบบเชิงรุก จึงไม่ได้หมายความว่าผู้สอนต้องเลิกบรรยายแต่วิธีการสอนแบบเชิงรุกใช้กิจกรรมได้หลายรูปแบบ เช่น การอภิปรายแบบกลุ่ม (group discussions) การแก้ปัญหาโจทย์ (problem solving) การศึกษากรณีเฉพาะ (case studies) การแสดงกฏ (role plays) การเขียนวารสาร (journal writing) และการจัดการแบบกลุ่มเรียน (structured learning groups) ซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการจัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมทางการเรียนการสอนด้วยโดยสถานศึกษาและผู้สอนมีกระบวนการจัดการศึกษาดังต่อไปนี้

2.1 หลักการพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก

มีหลักการที่สำคัญ 4 ข้อ คือ การฟังและพูด การอ่าน การเขียน และการสะท้อนหรือโต้ตอบความคิดเห็น

2.1.1 การฟังและการพูด การฟังนับเป็นวิธีที่นักเรียนส่วนใหญ่ปฏิบัติ แต่การฟังในที่นี้ผู้สอนจะต้องให้ผู้เรียนฟังให้เป็น คือจับใจความสำคัญของเรื่องที่ฟังให้ได้ เมื่อฟังได้แล้วผู้เรียนควรจะสื่อสารออกมาเป็นคำพูดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ สามารถพูดสื่อสารข้อคิดเห็นของตนเองได้

2.1.2 การอ่าน การอ่านเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการเรียนรู้เราสามารถเรียนรู้ได้มากมายจากการอ่าน แต่ในการอ่านแต่ละครั้งผู้สอนต้องมั่นใจว่าผู้เรียนสามารถจับประเด็นที่สำคัญจากเรื่องที่อ่านได้

2.1.3 การเขียน การเขียนเป็นวิธีการสื่อสารความรู้ที่สำคัญเพราะในการเขียนถ้าไม่เข้าใจในเนื้อหาอย่างแท้จริง นักเรียนจะไม่สามารถที่จะเขียนด้วยภาษาของตนเองแล้วสื่อสารให้ตนเองหรือผู้อื่นเข้าใจได้ ดังนั้นในการเขียนแต่ละครั้งนักเรียนจะต้องถ่วงถ่วงและเรียบเรียงความคิดของตนเองได้เป็นอย่างดี ก่อนที่จะลงมือเขียน

2.1.4 การสะท้อนหรือการโต้ตอบความคิดเห็น เป็นสิ่งสำคัญมากในการเรียน ดังที่ Vygotsky (อ้างถึงใน Atherton, 2009) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นจะมีข้อจำกัดอยู่

ระดับหนึ่ง แต่เมื่อมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงแนวคิดที่มากขึ้น ดังนั้นการได้โต้ตอบความคิดเห็นของตนเองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้สิ่งที่ตนเองคิดกับผู้อื่นจะช่วยให้ การเรียนรู้ที่มีความหมายมากยิ่งขึ้น

2.2 แนวคิด/ หลักการจัดการเรียนรู้เพื่อการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกที่นำมาใช้

1. การมีส่วนร่วม (participation) อย่างตื่นตัว (active) ของผู้เรียน
2. การมีปฏิสัมพันธ์ (interaction) และร่วมมือร่วมใจ (co-operation) ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (share and learning)
3. การทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาทั้งสมองซีกซ้ายและขวา หรือพัฒนาพหุปัญญา (multiple intelligences)
4. การคิด (thinking) ซึ่งกระตุ้นด้วยการถาม (inquiry)
5. การนำความรู้ไปใช้และประยุกต์ใช้ (application)

2.3 บทบาทของครู กับกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก

บทบาทของครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. จัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน กิจกรรมต้องสะท้อนความต้องการในการพัฒนาผู้เรียนและเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงของผู้เรียน
2. สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดี กับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน
3. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต ส่งเสริมให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมรวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้
4. จัดสภาพการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน
5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทายและให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลาย
6. วางแผนเกี่ยวกับเวลาในการจัดการเรียนการสอนอย่างชัดเจน ทั้งในส่วนเนื้อหาและกิจกรรม
7. ครูผู้สอนต้องใจกว้าง ยอมรับความสามารถในการแสดงออก และความคิดของผู้เรียน

3. ชุดการสอนและเกณฑ์ประสิทธิภาพ

3.1 ความหมายของชุดการสอน ชุดการสอนหรือชุดการเรียนการสอนมาจากคำภาษาอังกฤษที่เรียกชื่อต่างกัน เช่น Learning package, Instructional package หรือ Instructional kits ซึ่งชุดการสอนหรือชุดการเรียนการสอนมีความหมายเหมือนกัน ในที่นี้ผู้วิจัยใช้คำว่าชุดการสอน ซึ่งชุดการสอนมีนักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523, หน้า 118) กล่าวว่า ชุดการสอน หมายถึง ระบบการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาของแต่ละหน่วย มาช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็กให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

ปิยนุช คนฉลาด (2541, หน้า 263) กล่าวว่า ชุดการสอนหมายถึง ระบบการนำสื่อประสมที่มีความสัมพันธ์กัน สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, หน้า 91) กล่าวว่า ชุดการสอน หมายถึง สื่อการสอนชนิดหนึ่งซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อ เนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับ โดยจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ บรรจุอยู่ในซอง กล่อง หรือ กระเป๋า สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจพร้อมที่จะสอน

3.2 องค์ประกอบของชุดการสอน นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอน ดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525, หน้า 186-189) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอน ประกอบด้วย

1. หัวเรื่อง คือ การแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วย แต่ละหน่วยแบ่งออกเป็น ส่วนย่อยเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เพื่อมุ่งเน้นให้เกิดความคิดรวบยอดในการเรียนรู้
2. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ที่ใช้ชุดการสอนที่จะต้องศึกษาจากคู่มือให้เข้าใจเป็นครั้งแรกก่อนที่จะใช้ชุดการสอน จะทำให้การใช้ชุดการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะคู่มือประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอน สิ่งที่ครูจะต้องเตรียมก่อนสอน บทบาทของนักเรียน การจัดชั้นเรียน แผนการสอน
3. วัสดุประกอบการเรียน ได้แก่ พวกสิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนศึกษา ค้นคว้า เช่น เอกสาร ตำรา บทคัดย่อ รูปภาพ แผนภูมิ วัสดุ เป็นต้น

4. บัตรงาน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่มหรือกิจกรรมแบบศูนย์การเรียน ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ชื่อบัตร คำสั่งว่าจะให้ผู้เรียนปฏิบัติอย่างไรบ้าง และกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของการเรียน

5. กิจกรรมสำรอง จำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่มที่ทำเสร็จก่อนคนอื่นให้มีกิจกรรมอย่างอื่นทำ เพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ให้กว้างขวางและลึกซึ้ง ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่าย หรืออาจก่อปัญหาทางวินัยในชั้นเรียน

6. ขนาด/ รูปแบบของชุดการสอน ชุดการสอนไม่ควรใหญ่หรือเล็กเกินไป ควรจัดทำให้มีขนาดพอเหมาะ เพื่อสะดวกในการเก็บรักษาและการนำไปใช้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2539, หน้า 116-117) ได้จำแนกองค์ประกอบของชุดการสอนไว้ 4 ส่วน คือ

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอนหรือผู้เรียนตามชนิดของชุดการสอน ภายในคู่มือจะชี้แจงถึงการใช้ชุดการสอนเอาไว้อย่างละเอียด อาจทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้

2. บัตรคำสั่ง จะเป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บัตรคำสั่งจะมีอยู่ในชุดการสอนแบบกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งประกอบด้วยคำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมและการสรุปบทเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ อาจจะเป็นประกอบด้วยบทเรียน โปสเตอร์ สไลด์ เทปบันทึกเสียง ฟิล์มสตริป แผ่นภาพโปร่งใส วัสดุกราฟิก หุ่นจำลองของตัวอย่าง รูปภาพ ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการสอน ตามบัตรที่กำหนดไว้ให้

4. แบบประเมินผล ผู้เรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียน อาจเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูกต้อง จับคู่ คูณผลจากการทดลองหรือให้ทำกิจกรรม

3.3 เกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอน

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนนั้นพึงพอใจว่าหากชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ชุดการสอนนั้นก็มีความคุ้มค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภทคือพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) ประเมินจากพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรมที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่มหรือกิจกรรมอื่นที่ผู้สอนได้กำหนดไว้ และพฤติกรรมสุดท้าย

(ผลสัมฤทธิ์) ซึ่งประเมินจากการสอบหลังเรียน โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์)

ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของนักเรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการศึกษาของนักเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1 / E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ ซึ่งการกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นผู้สอนเป็นผู้พิจารณาเองซึ่งปกติมักจะตั้งไว้ที่ 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นความจำ แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของนโยบายของโรงเรียนที่ให้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานให้เหมาะสมกับระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนโรงเรียนยะหาศรียานุกูลที่มีผลสัมฤทธิ์อยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นจึงได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพเท่ากับ 75/75

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสิ่งที่ชี้ถึงผลสัมฤทธิ์ของการจัดการศึกษา ซึ่งนอกจากจะเป็นเรื่องการศึกษาความรู้ความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียนแล้ว ยังแสดงถึงคุณค่าของหลักสูตรการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ความรู้ความสามารถของครูผู้สอนและผู้บริหารอีกด้วย

สิ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีอยู่ 3 ตัวแปร

1. พฤติกรรมด้านความรู้ความคิด (Cognitive Entry Behaviors) หมายถึงความรู้ความสามารถ และทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนที่มีมาก่อน
2. คุณลักษณะทางจิตใจ (Affective Entry Characteristics) แรงจูงใจที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้สิ่งใหม่ ได้แก่ ความสนใจในวิชาที่เรียน เจตคติต่อเนื้อหาวิชาที่เรียน
3. คุณภาพในการเรียนการสอน (Quality of Instruction) หมายถึงประสิทธิภาพการเรียนการสอนที่นักเรียนได้รับ ได้แก่ คำแนะนำการปฏิบัติและแรงเสริมของผู้สอนที่มีต่อผู้เรียน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

นิภาวรรณ เจริญวัย (2547) ได้ศึกษา ชุดการสอนเพื่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ผลการศึกษา พบว่า ชุดการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 อำเภอศรีสำชนาลัย จังหวัดสุโขทัย มีประสิทธิภาพ 72.42/74.61 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 อำเภอศรีสำชนาลัย จังหวัดสุโขทัย อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

จิราภรณ์ ตรียาพันธ์ (2540) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวกอยู่ในขั้นรอบรู้ที่ระดับร้อยละ 82.52 และนักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพอยู่ในระดับดี

นพพร วิชาจารย์ (2553, หน้า 84-85) ได้ศึกษา การสร้างชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง กระบวนการในการดำรงชีวิตของพืช สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า 1) ชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง กระบวนการในการดำรงชีวิตของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีประสิทธิภาพ 85.19/88.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้ชุดการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

งานวิจัยในต่างประเทศ

Mirko and Josip (2009) ได้ศึกษาประสบการณ์ของนักเรียนในการเรียนฟิสิกส์ โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และการสอนแบบดั้งเดิม (Traditional teaching) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์กันของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีใหม่คือรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งถูกแบ่งเป็น RPQ และ ED กับการสอนแบบดั้งเดิมของวิชาฟิสิกส์ การสำรวจครั้งนี้ดำเนินการโดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียน 176 คน ซึ่งเป็นผู้เรียนในชั้นปีสุดท้ายของมัธยมปลายใน Split สาธารณรัฐของ Croatia จากการเก็บข้อมูล 1 ภาคการศึกษา แสดงให้เห็นว่า กลุ่ม RPQ เลือก วิธีใหม่ 36% เลือกการสอนแบบดั้งเดิม 41% เลือกทั้ง 2 วิธี 23% ในทางตรงกันข้าม กลุ่ม ED เลือกวิธีใหม่ 91% เลือกการสอนแบบดั้งเดิม 1% เลือกทั้ง 2 วิธี 8% ทั้งหมดเป็นข้อมูลสำคัญให้นักคิดที่เป็นรูปธรรม ของนักเรียนกลุ่ม ED ที่เลือกรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกในการเรียนฟิสิกส์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัย จะได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการทดลอง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
5. วิธีการดำเนินการทดลอง
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนยะหาศรียานุกุล อ.ยะหา จ.ยะลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน ทั้งหมด 43 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 15 คน จากทั้งหมด 24 คน (กลุ่มทดลอง) และเลือกกลุ่มควบคุมแบบเจาะจง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 15 คน จากทั้งหมด 19 คน

โดยมีขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. พิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

2. เลือกนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ที่ใกล้เคียงกัน และมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม ห้องละ 15 คน

2. แบบแผนการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองกลุ่มเดียว วัด ก่อน-หลัง การทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design)

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลอง

| T_1 | x | T_2 |
|-------|---|-------|
|-------|---|-------|

X คือ การสอนโดยใช้ชุดการสอนแบบเชิงรุก

T_1 คือ แบบทดสอบก่อนเรียน ทำการทดสอบก่อนที่จะใช้ชุดการสอนแบบเชิงรุก

T_2 คือ แบบทดสอบหลังเรียน ทำการทดสอบหลังจากที่ใช้ชุดการสอนแบบเชิงรุก

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. ชุดการสอนเรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ของรายวิชา โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างของโลก ของรายวิชา โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

4. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

4.1 การสร้างชุดการสอน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดการสอนเรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู หนังสือแบบเรียน และหนังสืออ่านประกอบเรื่องเกี่ยวกับวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กระทรวงศึกษาธิการ

4.1.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดช่วงชั้นสาระการเรียนรู้ที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

4.1.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างชุดการสอนจากเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือนสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยผู้วิจัยได้แบ่งชุดการสอนออกเป็น 2 ชุด ใช้เวลาในการสอน 6 คาบ ๆ ละ 50 นาที ชุดการสอนแต่ละชุด มีดังนี้

ตารางที่ 2 ชุดการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ประกอบด้วย 2 ชุดย่อย

| ชุดการสอนที่ | เรื่อง | เวลาที่ใช้ |
|--------------|-------------------------|------------|
| 1 | คลื่นกลและชนิดของคลื่น | 3 คาบ |
| 2 | คลื่นกับโครงสร้างของโลก | 3 คาบ |
| | รวม | 6 คาบ |

4.1.4 กำหนดตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาที่จะสอนไว้ดังนี้

ตารางที่ 3 ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละชุดการสอน

| ชุดการสอนที่ | ตัวชี้วัด |
|--------------|--|
| | ว 6.1 ม.4-6/1 สืบค้นและอธิบายหลักการในการแบ่งโครงสร้างโลก |
| | จุดประสงค์การเรียนรู้ |
| 1 | <ol style="list-style-type: none"> อธิบายการเกิดคลื่นกล ลักษณะของคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวได้ ยกตัวอย่างการเกิดคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวได้ อธิบายการเกิดคลื่นไหวสะเทือน และบอกความแตกต่างระหว่างคลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิได้ |
| | ว 6.1 ม.4-6/2 ทดลองเลียนแบบและอธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาคของโลก |
| | จุดประสงค์การเรียนรู้ |
| 2 | <ol style="list-style-type: none"> สรุปหลักการสะท้อนและการหักเหของคลื่นได้ อธิบายความแตกต่างของคลื่นปฐมภูมิ และคลื่นทุติยภูมิได้ |

ตารางที่ 3 (ต่อ)

| ชุดการสอนที่ | ตัวชี้วัด |
|--------------|---|
| | ว 6.1 ม.4-6/2 ทดลองเขียนแบบและอธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาคของโลก |
| 2 | <p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายเกี่ยวกับการศึกษาโครงสร้างโลกจากคลื่นไหวสะเทือนได้ 2. อธิบายหลักการแบ่งโครงสร้างของโลกได้ 3. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาคของโลกได้ 4. นักเรียนสามารถจำลองโครงสร้างโลก และการเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาค |

4.1.5 ดำเนินการสร้างชุดการสอนเรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชา โลกดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยแต่ละชุดการสอนประกอบด้วย คู่มือครู แผนการจัดการเรียนรู้ บัตรคำสั่ง บัตรความรู้ บัตรกิจกรรม บัตรเฉลยกิจกรรม บัตรคำถาม บัตรเฉลยคำถาม สื่อการเรียนรู้ และแบบประเมินผล

4.2 การหาคุณภาพของชุดการสอน

การหาคุณภาพของชุดการสอนเรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชา โลกดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยนำชุดการสอนและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของชุดการสอน และปรับแก้ไขตามคำแนะนำเพื่อนำไปหาประสิทธิภาพต่อไป

4.3 การสร้างแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ เรื่อง โครงสร้างของโลก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

4.3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4.3.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ที่ต้องการวัดในแต่ละชุดการสอน

4.3.3 วิเคราะห์แบบทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O-net ประจำปี

การศึกษา 2552, 2553, 2554 และ 2555

4.3.4 นำผลการวิเคราะห์มาสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก โดยสร้างแบบทดสอบให้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (The Index of Item Objective Congruence, IOC) ที่กำหนดในแต่ละชุดการสอนและเป็นแบบทดสอบเทียบเคียงแบบทดสอบ O-net ได้ข้อสอบจำนวน 80 ข้อ

4.4 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.4.1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดและจากผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยใช้สูตร ดังนี้

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N} \quad (1)$$

เมื่อ IOC คือ ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ

ΣR คือ ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4.4.2 คัดเลือกข้อสอบมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 60 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชูทิศปัตตานี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

4.4.3 ตรวจสอบการทำแบบทดสอบในข้อ 4.4.2 แล้ววิเคราะห์หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

4.4.4 เลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา วิทยาศาสตร์และอวกาศ เรื่อง โครงสร้างของโลกจำนวน 40 ข้อ

5. วิธีการดำเนินการทดลอง

1. ทำการทดสอบก่อนเรียนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างของโลก จำนวน 40 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยทำการสอนด้วยตนเองทั้ง 2 กลุ่ม โดย กลุ่มทดลอง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ได้รับการสอนด้วยชุดการสอน เรื่อง

คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ของรายวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

กลุ่มควบคุม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ดำเนินการสอนตามวิธีการสอนที่เสนอแนะในคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

3. เมื่อเสร็จสิ้นการสอนตามกำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน พร้อมกันด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่อง โครงสร้างของโลก ซึ่งเป็นชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน

4. วิเคราะห์แบบทดสอบหลังเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างของโลก รายวิชา โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test for independent samples

t-test for independent samples ในกรณีที่ assume ว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$$\text{ใช้สูตร } t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (2)$$

$$S_p^2 = \frac{((n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 2)S_2^2)}{n_1 + n_2 - 2} \quad (3)$$

โดยที่ $df = n_1 + n_2 - 2$

เมื่อ \bar{x}_1, \bar{x}_2 แทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

S_p^2 แทนความแปรปรวนร่วม (Pooled variance)

n_1, n_2 แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

df แทนระดับองศาอิสระ (degree of freedom)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนยะหาศรียานุกูล ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

| | | |
|-------------------------|-----|---|
| $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ | แทน | คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 |
| SD | แทน | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| t | แทน | ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ (Independent sample t-test) |
| E_1 | แทน | ประสิทธิภาพของกระบวนการ |
| E_2 | แทน | ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ |
| n_1, n_2 | แทน | ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 |
| df | แทน | ระดับองศาอิสระ |

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือนโดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 (กลุ่มทดลอง) โดยใช้สูตร E_1 / E_2
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โดยใช้ Independent sample t-test
3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก กับการสอนแบบปกติ โดยใช้แบบเรียนของ สสวท. โดยใช้ Independent sample t-test

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ในส่วนต่าง ๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือนโดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 (กลุ่มทดลอง) โดยใช้สูตร E_1/E_2 ได้ผลดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4 แสดงการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1

| นักเรียน (คนที่) | คะแนนระหว่างเรียน | | | | คะแนนรวม ระหว่างเรียน (20) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|---------------|-----------------|----------------------------------|
| | แบบสังเกต พฤติกรรม (5%) | ใบกิจกรรม (5%) | ใบงาน (5%) | ชิ้นงาน (5%) | |
| 1 | 5 | 4 | 4 | 5 | 18 |
| 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 15 |
| 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 16 |
| 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 18 |
| 5 | 2 | 4 | 5 | 2 | 13 |
| 6 | 2 | 4 | 4 | 2 | 12 |
| 7 | 3 | 3 | 4 | 4 | 14 |
| 8 | 4 | 4 | 5 | 5 | 18 |
| 9 | 3 | 3 | 4 | 5 | 15 |
| 10 | 2 | 4 | 4 | 3 | 13 |
| 11 | 2 | 4 | 4 | 4 | 14 |
| 12 | 3 | 4 | 4 | 4 | 15 |
| 13 | 3 | 4 | 5 | 3 | 15 |
| 14 | 3 | 4 | 4 | 4 | 15 |
| 15 | 3 | 4 | 4 | 4 | 15 |

ตารางที่ 4 (ต่อ)

| นักเรียน (คนที่) | คะแนนระหว่างเรียน | | | | คะแนนรวมระหว่าง เรียน (20%) |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------|-----------------|-----------------------------------|
| | แบบสังเกต พฤติกรรม (5%) | ใบกิจกรรม (5%) | ใบงาน (5%) | ชิ้นงาน (5%) | |
| คะแนน รวม | 47 | 58 | 64 | 57 | 226 |
| คะแนน เฉลี่ย | 3.13 | 3.86 | 4.26 | 3.80 | 15.06 |
| ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) | | | | | $(15.06/20) \times 100$ |
| | | | | | 75.30 |

ตารางที่ 5 แสดงการหาประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ (E_2) ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1

| คนที่ | คะแนนหลังเรียน | คนที่ | คะแนนหลังเรียน |
|-------|------------------------------------|-------|-------------------------|
| | (20) | | (20) |
| 1 | 18 | 9 | 14 |
| 2 | 16 | 10 | 16 |
| 3 | 14 | 11 | 16 |
| 4 | 14 | 12 | 17 |
| 5 | 15 | 13 | 16 |
| 6 | 14 | 14 | 15 |
| 7 | 14 | 15 | 16 |
| 8 | 15 | | |
| | คะแนนรวม | | 230 |
| | คะแนนเฉลี่ย | | 15.33 |
| | ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ (E_2) | | $(15.33/20) \times 100$ |
| | | | 75.65 |

ตารางที่ 6 แสดงการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง คลื่นกับ
โครงสร้างของโลก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1

| นักเรียน (คนที่) | คะแนนระหว่างเรียน | | | | คะแนนรวม ระหว่างเรียน (20) |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------|-----------------|---------------------------------------|
| | แบบสังเกต พฤติกรรม (5%) | ใบกิจกรรม (5%) | ใบงาน (5%) | ชิ้นงาน (5%) | |
| 1 | 5 | 4 | 4 | 4 | 17 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 13 |
| 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 17 |
| 5 | 3 | 5 | 4 | 3 | 15 |
| 6 | 3 | 4 | 4 | 4 | 15 |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 8 | 5 | 5 | 4 | 3 | 17 |
| 9 | 4 | 3 | 3 | 3 | 13 |
| 10 | 3 | 4 | 4 | 4 | 15 |
| 11 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 12 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 13 | 4 | 5 | 4 | 3 | 16 |
| 14 | 3 | 4 | 4 | 4 | 15 |
| 15 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| คะแนน รวม | 58 | 61 | 57 | 53 | 229 |
| คะแนน เฉลี่ย | 3.90 | 4.07 | 3.80 | 3.50 | 15.26 |
| ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) | | | | | $\frac{(15.26/20) \times 100}{76.35}$ |

ตารางที่ 7 แสดงการหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างของโลก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1

| คนที่ | คะแนนหลังเรียน | คนที่ | คะแนนหลังเรียน |
|-------|---|-------|-------------------------|
| | (20) | | (20) |
| 1 | 18 | 9 | 14 |
| 2 | 15 | 10 | 15 |
| 3 | 16 | 11 | 16 |
| 4 | 17 | 12 | 15 |
| 5 | 16 | 13 | 15 |
| 6 | 16 | 14 | 15 |
| 7 | 14 | 15 | 16 |
| 8 | 15 | | |
| | คะแนนรวม | | 233 |
| | คะแนนเฉลี่ย | | 15.53 |
| | ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) | | $(15.53/20) \times 100$ |
| | | | 77.65 |

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพของชุดการสอนเรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก
ในกลุ่มทดลอง

| Efficiency | Statistical | ชุดการสอนที่ 1 | ชุดการสอนที่ 2 |
|------------|-------------|------------------------|-------------------------|
| | | คลื่นกลและชนิดของคลื่น | คลื่นกับโครงสร้างของโลก |
| Process | \bar{x} | 15.06 | 15.27 |
| | E_1 | 75.30 | 76.35 |
| Product | \bar{x} | 15.33 | 15.53 |
| | E_2 | 76.65 | 77.65 |
| | E_1 / E_2 | 75/76 | 76/77 |

จากตารางที่ 8 พบว่า จำนวนนักเรียนทั้งหมดได้คะแนนระหว่างเรียนจากชุดการสอนแต่ละชุด โดยมีคะแนนจากพฤติกรรมการเรียน การทำใบกิจกรรม/ ใบงาน ในชุดการสอนที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนรวมจากนักเรียนทั้งหมด เท่ากับ 15.06 ผลคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.30 ของคะแนนเต็ม แสดงว่าประสิทธิภาพของกระบวนการคิดเป็นร้อยละ 75.30 และในชุดการสอนที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนรวมจากนักเรียนทั้งหมด เท่ากับ 15.27 ผลคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.35 ของคะแนนเต็ม แสดงว่าประสิทธิภาพของกระบวนการคิดเป็นร้อยละ 76.35

และพบว่า จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนหลังการใช้ชุดการสอน ได้คะแนนเฉลี่ยในชุดการสอนที่ 1 เท่ากับ 15.27 คิดเป็นร้อยละ 76.35 ของคะแนนเต็ม ดังนั้นมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เท่ากับ 76.35 และได้คะแนนเฉลี่ยในชุดการสอนที่ 2 เท่ากับ 15.53 คิดเป็นร้อยละ 77.65 ของคะแนนเต็ม ดังนั้นมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เท่ากับ 77.65

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบคะแนนนักเรียนก่อนและหลังใช้ชุดการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1

| คนที่ | คะแนนก่อนเรียน (40) | คะแนนหลังเรียน (40) | ค่าพัฒนา |
|-------|------------------------|------------------------|----------|
| 1 | 21 | 29 | 8 |
| 2 | 13 | 26 | 13 |
| 3 | 14 | 31 | 17 |
| 4 | 13 | 31 | 18 |
| 5 | 20 | 29 | 9 |
| 6 | 15 | 26 | 11 |
| 7 | 16 | 27 | 11 |
| 8 | 12 | 25 | 13 |
| 9 | 8 | 27 | 19 |
| 10 | 16 | 31 | 15 |
| 11 | 12 | 23 | 11 |
| 12 | 13 | 28 | 15 |
| 13 | 15 | 24 | 9 |
| 14 | 8 | 26 | 18 |
| 15 | 11 | 23 | 12 |

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือนโดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก

| ทดสอบก่อนเรียน | | | ทดสอบหลังเรียน | | | t | df | $t(\alpha, df)$ |
|----------------|-------|---------|----------------|-------|---------|------|------|-----------------|
| \bar{x} | $S.D$ | $S.D^2$ | \bar{x} | $S.D$ | $S.D^2$ | | | |
| 13.80 | 3.65 | 13.32 | 27.06 | 2.73 | 7.45 | 9.57 | 28 | 2.048 |

จากตารางที่ 10 พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างของโลก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 หลังเรียนโดยใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก กับการสอนแบบปกติ โดยใช้แบบเรียนของ สสวท. ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนจากแบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้างของโลกของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกกับการสอนแบบปกติ

| คนที่ | นักเรียนที่ใช้ชุดการสอนเชิงรุก (40) | นักเรียนที่สอนแบบปกติ (40) |
|-------|--|-------------------------------|
| 1 | 29 | 21 |
| 2 | 26 | 19 |
| 3 | 31 | 15 |
| 4 | 31 | 23 |
| 5 | 29 | 12 |
| 6 | 26 | 19 |
| 7 | 27 | 17 |
| 8 | 25 | 18 |
| 9 | 27 | 16 |
| 10 | 31 | 11 |
| 11 | 23 | 16 |
| 12 | 28 | 13 |
| 13 | 24 | 14 |
| 14 | 26 | 19 |
| 15 | 23 | 16 |

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอนเรื่อง
คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกกับการสอนแบบปกติ

| นักเรียนที่ใช้ชุดการสอนเชิงรุก | | | นักเรียนที่สอนแบบปกติ | | | t | df | $t(\alpha, df)$ |
|--------------------------------|-------|---------|-----------------------|-------|---------|------|------|-----------------|
| \bar{x} | $S.D$ | $S.D^2$ | \bar{x} | $S.D$ | $S.D^2$ | | | |
| 27.06 | 2.73 | 7.45 | 16.60 | 3.33 | 14.13 | 7.31 | 28 | 2.048 |

จากตารางที่ 12 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ที่ใช้ชุดการสอนเรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก มีค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างของโลก หลังเรียน สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนยะหาสิริยานุกูล อำเภอยะหา จังหวัดยะลา ในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองกลุ่มเดียว วัดก่อน-หลัง การทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design) โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อสร้างชุดการสอนที่มีเนื้อหาเพิ่มเติม เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน (Seismic Wave) โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ในหัวข้อโครงสร้างของโลก ของรายวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ของรายวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ กับการสอนแบบปกติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดการเรียนการสอนเอง โดยใช้เวลาในการทดลอง 6 คาบ ๆ ละ 50 นาที วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โดยใช้สูตร E_1/E_2 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ก่อนและหลังใช้ชุดการสอน เรื่องคลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้ Independent sample t-test
3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก กับการสอนแบบปกติ โดยใช้ Independent sample t-test

สรุปผล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรื่อง โครงสร้างของโลก ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67-1.00 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2. ประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 (ก) ชุดที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 75/76 (ข) ชุดที่ 2 เรื่องคลื่นกับโครงสร้างของโลก มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76/77

3. นักเรียนที่ใช้ชุดการสอนเรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ของรายวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างของโลก สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการศึกษา รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนยะหาสิริยานุกูล สรุปผลการวิจัยและมีประเด็นการอภิปรายดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งประกอบด้วยชุดการสอนย่อยจำนวน 2 ชุด (ก) ชุดที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น มีค่าประสิทธิภาพ 75/76 หมายความว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งได้คะแนนจากการพฤติกรรมความร่วมมือกิจกรรม ใบกิจกรรม ใบงานและแบบทดสอบย่อยในชุดการสอน มีค่าเท่ากับ 75 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 76 (ข) ชุดที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างของโลก มีค่าประสิทธิภาพ 76/77 หมายความว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งได้คะแนนจากการพฤติกรรมความร่วมมือกิจกรรม ใบกิจกรรม ใบงานและแบบทดสอบย่อยในชุดการสอน มีค่าเท่ากับ 76 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนมีค่า 77 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75

ผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน มีวิธีการเรียนที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง

และสร้างความรู้จากสิ่งที่ได้ปฏิบัติระหว่างเรียน โดยมีวิธีการเรียนรู้ผ่านทักษะ การสำรวจข้อมูล การทดลอง การแก้ไขปัญหา การอภิปรายร่วมกัน และการทำงานแบบกลุ่มเล็กๆ การทำงานแบบร่วมมือร่วมใจกัน ซึ่งวางอยู่บนปัจจัยพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ประกอบด้วย การพูด และการฟัง การเขียน การอ่าน การโต้ตอบความคิดเห็น ซึ่งเป็นการจัดประสบการณ์ที่ลดกระบวนการสื่อสารและการถ่ายทอดเนื้อหาให้ผู้เรียนเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับ

วัชรวิเศษชัยณรงค์ (2014) ได้กล่าวถึง การเรียนเชิงรุก (Active Learning) เป็นการเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนการสอนส่งผลให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพดีขึ้น และสอดคล้องกับ บุญชิต มณีโชติ (2540, หน้า 2) ได้กล่าว ลักษณะของ Active Learning คือการเปลี่ยนวิธีการสอนแบบเดิม ๆ เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้กระตุ้นให้เกิดความใฝ่รู้ รู้จักคิด วิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ และแก้ไขปัญหาได้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพดีขึ้น

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ที่ใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก พบว่า ก่อนใช้ชุดการสอนเรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้างของโลก เท่ากับ 13.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.65 หลังจากใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบชุด เดียวกัน เท่ากับ 27.06 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.73 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยนี้มาเปรียบเทียบกันด้วยการทดสอบทางสถิติ จะพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่เดียวกันเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบชุดเดียวกัน เท่ากับ 16.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.33 จะพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงสอดคล้องกับ สมมติฐานของการวิจัย รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน ซึ่งนักเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ ในเชิงทักษะต่างๆ เช่นการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ และผู้เรียนต้องหาความหมายและทำความเข้าใจด้วยตนเอง หรือร่วมกับเพื่อน ผู้เรียนร่วมทำงานกับเนื้อหาวิชาโดย การพูดการฟัง การเขียน การอ่าน การอภิปราย หรือโต้ตอบความคิดเห็น และสรุปความคิดรวบยอดด้วยตัวผู้เรียนเอง หรือการเปลี่ยนผู้เรียนจากการเป็นผู้นั่งฟังอย่างเดียว (passive) มาเป็นผู้เรียนที่ร่วมกิจกรรมการแสวงหาความรู้ที่ผู้สอนกำหนด ซึ่งการที่ผู้เรียนปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นส่งผลให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ถ่องแท้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของจอห์น ดิวอี้ (John, 1859 อ้างถึงใน ทิศนา แคมณี,

2548, หน้า 4-5) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดได้ดีต้องเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ควรทำการปฐมนิเทศนักเรียนให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อให้ผู้เรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมได้ถูกต้องและไม่เกิดปัญหา ตลอดจนชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการเรียนเป็นกลุ่มเพื่อสร้างบรรยากาศของการเรียนรู้

2. ควรให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของเวลา เพราะจะช่วยให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด และบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง

3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก ควรมีการปรับความยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสม

4. จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าที่เรียนตามปกติ ดังนั้นครูผู้สอนวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ จึงสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีประสิทธิผลในการเรียนเพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต

1. ควรมีการทดลองสอน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก ในเรื่องอื่น ๆ วิชาอื่น ๆ และในระดับชั้นอื่นที่นักเรียนมีปัญหาในการเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับตัวแปรตามอื่น ๆ ที่จัดการเรียนรู้ โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก เช่น เจตคติ ความพึงพอใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

- เกษม สหายทิพย์. (2531). *การวัดผลการศึกษา*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
กรมวิชาการ. (2544). *การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็น
สำคัญ*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ:
คุรุสภาลาดพร้าว.
- จิราภรณ์ ตรีพันธ์. (2540). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง
ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*.
- ฉลองชัย สุวัฒน์บุรณ. (2528). *การเลือกและการใช้สื่อการสอน*. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยงค์ พรหมวงศ์. (2523). *ระบบสื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยงค์ พรหมวงศ์. (2538). *การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน*. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ชัยงค์ พรหมวงศ์. (2539). *กระบวนการสันนิเวทยาการ และระบบสื่อการสอน*. นนทบุรี:
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ชัยงค์ พรหมวงศ์. (2551). *การสร้างชุดการสอน*. เข้าถึงได้จาก [http://innosawake.blogspot.com/
2008/07/2.html](http://innosawake.blogspot.com/2008/07/2.html).
- เทียน ทองแก้ว. (2546). *การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.
- ทิสนา แยมณี. (2548). *14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แยมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิถาวรณ เจริญวัย. (2547). *ชุดการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยวิธีแบบ
สืบสวนสอบสวน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์
ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- นิตยสาร สสวท. (2552, พฤศจิกายน-ธันวาคม). 15 เทคนิคในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้
เชิงรุก. *นานาสาระ รอบรู้วิทยาศาสตร์*, 38, 72-73.

- นพพร วิชาจารย์. (2553). *การสร้างชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการดำรงชีวิตของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญชิต มณีโชติ. (2540). *ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนการสอนแบบมีส่วนร่วมกับพฤติกรรมการใฝ่รู้ของนักศึกษาพยาบาล*. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารการพยาบาล, คณะพยาบาลศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2543). *นวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ: เจริญวิทย์การพิมพ์.
- ปิยนุช คนฉลาด. (2541). *วิธีสอนทั่วไป*. ชลบุรี: ภาควิชาหลักสูตรและการสอนมหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). *พัฒนาหลักสูตรและการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วีระชาติ สวนไพรินทร์. (2531). *การสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัชรวิ เกษพิชัยณรงค์. (2014). *การเรียนรู้เชิงรุกและเทคนิควิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้เชิงรุก*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ*. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.
- Mirko Marusic & Josip Slisko. (2009). *Students' Experience in Learning Physics: Active Learning Methodes and Traditional Teaching*. Master's thesis, Faculty of Chemistry and Technology, University of Spit.
- Atherton, J.S. (2009). *Learning and Teaching Constructivism in learning*. Retrieved from <http://www.learningandteaching.info/learning/constructivism>.
- Learning and Technology. (2008). *Active Learning Strategies*. Retrieved from <http://www.cat.lltu.edu/additional/active.php#about>.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. ราชานามผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบความเที่ยงตรง
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

- 1 นายอาปีดิน คะแซสาเมาะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
- 2 นายมาหมัด จาราแเว ครูชำนาญการพิเศษสาขาวิชาฟิสิกส์
โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงจังหวัดยะลา
- 3 นางวิไล แก้วทอง ครูชำนาญการพิเศษสาขาวิชาฟิสิกส์
โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา
- 4 นางอัญชลี แคนีหาวา ครูชำนาญการพิเศษสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
โรงเรียนจะนะชนูปถัมภ์ จังหวัดสงขลา

คณะวิทยาศาสตร์

แบบคำร้องขอความอนุเคราะห์เชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมืองานวิจัย

ชื่อนิติกร นางสาวพาดิษฐ์ อุดสาหกรรมานันต์ รหัสประจำตัว 56920170 เริ่มเข้าศึกษาภาคเรียน 1./2556

 ปัญหาโท (หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต) แผนการเรียน ก1 ก2 ปัญหาเอก (หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต) แผนการเรียน 1.1 1.2 2.1 2.2

สาขาวิชา ฟิสิกส์ศึกษา โทรศัพท์ 087-8993324 e-mail : utsaratshakan@gmail.com

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์ รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กลิ่นไหวสะเทือน

มีความประสงค์เชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมืองานวิจัย ดังนี้

| ลำดับที่ | ชื่อ-สกุลพร้อมตำแหน่งวิชาการ | ตำแหน่ง | ที่อยู่ |
|----------|------------------------------|---|--|
| 1 | นายมานนิต จารวณ | ครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาฟิสิกส์ | 37 ถนนสิโรธร 10 ตำบลตะเฆ่ อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000 |
| 2 | นางวิไล แก้วทอง | ครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาฟิสิกส์ | โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ตำบลพลวง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90100 |
| 3 | นางธัญวลี แควยหา | ครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ทั่วไป | โรงเรียนจะนะชูปถัมภ์ 64 ม.3 ตำบลคู อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา 90130 |

โดยจัดส่งหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ ทางไปรษณีย์ (ตามที่อยู่ด้านบน) นิติกรไปดำเนินการส่งเอง

นิติกร น.อ.

(..... น.อ. พาดิษฐ์ อุดสาหกรรมานันต์) (..... น.อ. พาดิษฐ์ อุดสาหกรรมานันต์) (..... น.อ. พาดิษฐ์ อุดสาหกรรมานันต์)

วันที่ 11 ธ.ค. 57

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก น.อ. พาดิษฐ์

(..... น.อ. พาดิษฐ์ อุดสาหกรรมานันต์) (..... น.อ. พาดิษฐ์ อุดสาหกรรมานันต์)

วันที่ 11 ธ.ค. 57

ความเห็นของประธานกรรมการประจำหลักสูตร

 เห็นชอบ ไม่เห็นชอบ

ลงนาม น.อ. พาดิษฐ์

(..... น.อ. พาดิษฐ์ อุดสาหกรรมานันต์) (..... น.อ. พาดิษฐ์ อุดสาหกรรมานันต์)

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร

วันที่ 11 ธ.ค. 57

ความเห็นของหัวหน้าภาควิชา

 เห็นชอบ ไม่เห็นชอบ

ลงนาม น.อ. พาดิษฐ์

(..... น.อ. พาดิษฐ์ อุดสาหกรรมานันต์) (..... น.อ. พาดิษฐ์ อุดสาหกรรมานันต์)

หัวหน้าภาควิชา

วันที่ 11 ธ.ค. 57

ผลการพิจารณาของคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

 อนุมัติ ไม่อนุมัติ

ลงนาม น.อ. พาดิษฐ์

(..... น.อ. พาดิษฐ์ อุดสาหกรรมานันต์) (..... น.อ. พาดิษฐ์ อุดสาหกรรมานันต์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ 12 ธ.ค. 2557



ที่ ศธ ๖๖๓๕.๓/ ๖๖๕๖

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๑๗ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์บุคลากรตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนคณะราษฎรบำรุง

ด้วยนางสาวฟาติฮะห์ อุตสาห์ราชการ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยมี รองศาสตราจารย์สำเนา จงจิตต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ นายมาทนต์ จาราวะ ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริพรรณ บรรหาร)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕



ที่ ศธ ๒๒๑๕.๑/ว ๑๖๕๕

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๖ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบขออนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน นายมาทมัต จารามว

ด้วยนางสาวฟ้าทีละห์ อุดสำราชการ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยมี รองศาสตราจารย์สำเนา จงจิตต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอขอบขออนุเคราะห์ท่านตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริพรรณ บรรเทา)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๔๕

โทรสาร ๐๓๘-๑๐๓๐๔๓



ที่ ศธ ๖๖๑๕.๑/ ๑๖๕๒

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
 ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๗ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบขออนุเคราะห์บุคลากรตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชูทิศ

ด้วยนางสาวฟ้าศิระห์ อุดมสำราชการ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
 หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์
 เรื่อง รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหว
 สะเทือน โดยมี รองศาสตราจารย์สำเนา จงจิตต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำ
 วิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์
 นางวิไล แก้วทอง ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริพรรณ บรรหาร)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๓๐๓๐๔๕

โทรสาร ๐๓๘-๓๐๓๐๕๑



ที่ ศธ ๖๖๕๕.๗/๓๖๖

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๑๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนจระเข้บึง

ด้วยนางสาวพาศิษฐ์ อุดสาห์ราชกร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาศิลปศึกษา หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยมี รองศาสตราจารย์สำเนา จงจิตต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ นางอัญชลี แคนิหาวา ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริพรพร บรรเทา)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๓๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๓๐๓๐๕๓



ที่ ศธ ๖๖๑๕.๓/ ๑๖๕๕

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๗ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตกระทรวงตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน นางวิไล แก้วทอง

ด้วยนางสาวฟ้าดีสะห์ อุดสาห์ราชการ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหว
สะเทือน โดยมี รองศาสตราจารย์สำเนา จงจิตต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำ
วิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขออนุญาตกระทรวง
ท่านตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริพรรณ บรรหาร)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕



ที่ ศธ ๒๒๑๕.๑/ว ๓๖๕๕

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
จ.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๑๘ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบขออนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน นางอัญชลี แคนิหาว

ด้วยนางสาวฟ้าติ่องห์ อุตสาห์ราชการ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยมี รองศาสตราจารย์สำภา จงจิตต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณี เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ท่านตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริพรรณ บรรพการ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๓๐๓๐๔๕

โทรสาร ๐๓๘-๓๐๓๐๕๖

ภาคผนวก ข

1. การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิต่อแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง โครงสร้างของโลก
2. การหาค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือน
โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก
3. การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่
เรียนโดยใช้ชุดการสอนเรื่องคลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกกับ
นักเรียนที่เรียนแบบปกติ

ตารางที่ 13 การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบแต่ละข้อจากการประเมินของ
ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน เรื่อง โครงสร้างของโลก รายวิชา โลก
ดาราศาสตร์ และอวกาศ

| ข้อที่ | ผลการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าดัชนีความ สอดคล้อง IOC | ผลการ ประเมิน |
|--|------------------------------|---------|---------|---------------------------------|------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | |
| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| ข้อที่ 1 อธิบายและสรุปหลักการในการแบ่งโครงสร้างโลกจากคลื่นไหวสะเทือนได้อย่างถูกต้อง | | | | | |
| 1 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3 | 0 | -1 | +1 | 0.00 | ควรปรับปรุง |
| 4 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 5 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 6 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 7 | +1 | -1 | +1 | 0.33 | ควรปรับปรุง |
| 8 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 9 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 10 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 11 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 12 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 13 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| ข้อที่ 2 วิเคราะห์และสรุปปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาในโครงสร้างโลกได้อย่างถูกต้อง | | | | | |
| 14 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 15 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 16 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | | | | | |

ตารางที่ 13 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผลการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าดัชนีความ สอดคล้อง IOC | ผลการ ประเมิน |
|---|------------------------------|---------|---------|---------------------------------|------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | |
| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| ข้อที่ 3 อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาคได้อย่างถูกต้อง | | | | | |
| 17 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 18 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 19 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 20 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 21 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 22 | +1 | 0 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 23 | +1 | 0 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 24 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 25 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 26 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| ข้อที่ 4 สรุปสาเหตุของปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาจากการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกได้อย่างถูกต้อง | | | | | |
| 27 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 28 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 29 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 30 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 31 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| ข้อที่ 5 วิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาต่างๆที่สำคัญบนโลกจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคได้อย่างถูกต้อง | | | | | |
| 32 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 33 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |

ตารางที่ 13 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผลการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าดัชนีความ สอดคล้อง IOC | ผลการ ประเมิน |
|---|------------------------------|---------|---------|---------------------------------|------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | |
| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| ข้อที่ 5 วิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาต่างๆที่สำคัญบนโลกจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคได้อย่างถูกต้อง | | | | | |
| 34 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 35 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| ข้อที่ 6 อธิบายกระบวนการเกิดภูเขา รอยเลื่อน รอยคดโค้ง แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด จากการศึกษาการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค ได้อย่างถูกต้อง | | | | | |
| 36 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 37 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 38 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 39 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 40 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 41 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 42 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 43 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 44 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 45 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 46 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 47 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| ข้อที่ 7 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยากับบริเวณที่เกิดการแปรสัณฐานแผ่นธรณีได้อย่างถูกต้อง | | | | | |

ตารางที่ 13 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผลการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าดัชนีความ สอดคล้อง IOC | ผลการ ประเมิน |
|---|------------------------------|---------|---------|---------------------------------|------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | |
| 48 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 49 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 50 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| ข้อที่ 8 สืบค้นและอธิบายความสำคัญของปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม | | | | | |
| 51 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 52 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 53 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 54 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 55 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 56 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 57 | +1 | 0 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 58 | 0 | -1 | +1 | 0.00 | ควรปรับปรุง |
| 59 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 60 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 61 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 62 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 63 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 64 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 65 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 66 | 0 | +1 | +1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 67 | 0 | -1 | +1 | 0.00 | ควรปรับปรุง |
| 68 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |

ตารางที่ 13 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผลการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ | | | ค่าดัชนีความ สอดคล้อง IOC | ผลการ ประเมิน |
|--|------------------------------|---------|---------|---------------------------------|------------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | |
| 69 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 70 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| ข้อที่ 9 สํารวจ วิเคราะห์ และอธิบายการลำดับชั้นหิน จากการวางตัวของชั้นหิน ซากดึกดำบรรพ์ และโครงสร้างทางธรณีวิทยาเพื่ออธิบายประวัติความเป็นมาของพื้นที่ | | | | | |
| 71 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 72 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 73 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 74 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 75 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 76 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 77 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| ข้อที่ 10 สืบค้น วิเคราะห์และอธิบายประโยชน์ของข้อมูลทางธรณีวิทยา | | | | | |
| 78 | +1 | -1 | +1 | 0.33 | ควรปรับปรุง |
| 79 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 80 | +1 | +1 | +1 | 1.00 | ใช้ได้ |

ตารางที่ 14 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนย่อยที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น

| คนที่ | Process (E_1) | Product (E_2) |
|-----------|-------------------|-------------------|
| 1 | 16 | 18 |
| 2 | 15 | 16 |
| 3 | 16 | 14 |
| 4 | 16 | 14 |
| 5 | 14 | 15 |
| 6 | 14 | 14 |
| 7 | 16 | 14 |
| 8 | 17 | 15 |
| 9 | 13 | 14 |
| 10 | 13 | 16 |
| 11 | 14 | 16 |
| 12 | 15 | 17 |
| 13 | 16 | 16 |
| 14 | 16 | 15 |
| 15 | 15 | 16 |
| $\sum X$ | 226 | 230 |
| \bar{X} | 15.07 | 15.3 |
| E | 75.30 | 76.65 |
| | E_1 / E_2 | 75.30/76.65 |

การคำนวณ

$$E_1 = \frac{\bar{x}}{A} \times 100$$

$$E_1 = \frac{15.06}{20} \times 100 = 75.30$$

$$E_2 = \frac{\bar{x}}{B} \times 100$$

$$E_2 = \frac{15.30}{20} \times 100 = 76.65$$

ตารางที่ 15 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนย่อยที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างโลก

| คนที่ | Process (E_1) | Product (E_2) |
|-------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 17 | 18 |
| 2 | 16 | 15 |
| 3 | 13 | 16 |
| 4 | 13 | 17 |
| 5 | 15 | 16 |
| 6 | 15 | 16 |
| 7 | 17 | 14 |
| 8 | 16 | 15 |
| 9 | 14 | 14 |
| 10 | 14 | 15 |
| 11 | 15 | 16 |
| 12 | 14 | 15 |
| 13 | 17 | 15 |
| 14 | 17 | 15 |
| 15 | 16 | 16 |
| $\sum X$ | 229 | 233 |
| \bar{X} | 15.27 | 15.53 |
| E | 76.35 | 77.65 |
| E_1 / E_2 | | 76.35/77.65 |

การคำนวณ

$$E_1 = \frac{\bar{x}}{A} \times 100$$

$$E_1 = \frac{15.27}{20} \times 100 = 76.35$$

$$E_2 = \frac{\bar{x}}{B} \times 100$$

$$E_2 = \frac{15.53}{20} \times 100 = 77.65$$

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุด
การสอนกับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

| คนที่ | กลุ่มทดลอง | กลุ่มควบคุม |
|-------------------------|------------|-------------|
| 1 | 29 | 21 |
| 2 | 26 | 19 |
| 3 | 31 | 15 |
| 4 | 31 | 16 |
| 5 | 29 | 12 |
| 6 | 26 | 11 |
| 7 | 27 | 17 |
| 8 | 25 | 18 |
| 9 | 27 | 16 |
| 10 | 31 | 19 |
| 11 | 23 | 23 |
| 12 | 28 | 13 |
| 13 | 24 | 14 |
| 14 | 26 | 19 |
| 15 | 23 | 16 |
| \bar{X} | 27.06 | 16.6 |
| <i>S.D</i> | 2.73 | 3.33 |
| <i>S.D</i> ² | 7.45 | 11.09 |

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า t

$$t_{cal} = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - \mu_0}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$t_{cal} = \frac{(27.06 - 16.60) - 0}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right)}} \quad ; \quad S_p^2 = \frac{((n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 2)S_2^2)}{n_1 + n_2 - 2} = 9.27$$

$$t_{cal} = \frac{(27.06 - 16.60)}{\sqrt{9.27 \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{15} \right)}}$$

$$t_{cal} = 9.41$$

การคำนวณหาค่า t จากค่าวิกฤตของการแจกแจงที

เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.05$

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 15 + 15 - 2 = 28$$

ดังนั้น $t_{\alpha;df} = \pm t_{0.025;28} = \pm 2.048$

จะได้ว่า $t_{cal} > t_{\alpha;df} \longrightarrow \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

ภาคผนวก ค

1. ชุดการสอนเรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างของโลก



ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน
โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก

รายวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย

นางสาวฟาติฮะห์ อุตส่าห์ราชการ
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

โรงเรียนยะหาศิรยานุกูล
อำเภอยะหา จังหวัดยะลา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 15
กระทรวงศึกษาธิการ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกล และชนิดของคลื่น

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สามารถตรวจสอบและอภิปรายความแตกต่างของการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางกับการเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือก
2. สามารถตรวจสอบและอภิปรายความแตกต่างของการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางกับการเคลื่อนที่ของคลื่นในสปริง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดของคลื่นกล ลักษณะของคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวได้
2. ยกตัวอย่างการเกิดคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวได้
3. อธิบายการเกิดคลื่นไหวสะเทือน และบอกความแตกต่างระหว่างคลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิได้

ส่วนประกอบของชุดการสอน

ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก

ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น

ประกอบด้วย

1. คู่มือครู
2. คำชี้แจงนักเรียน
3. สิ่งที่ครูและนักเรียนต้องเตรียม
4. บทบาทของครูและนักเรียน
5. แบบทดสอบก่อนเรียนชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
6. เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
7. บัตรที่ 1 บัตรคำสั่งชุดการสอนที่ 1 เรื่องคลื่นกลและชนิดของคลื่น
8. บัตรที่ 2 บัตรความรู้ชุดการสอนที่ 1 เรื่องคลื่นกลและชนิดของคลื่น
9. บัตรที่ 3 บัตรกิจกรรมชุดการสอนที่ 1 เรื่องคลื่นกลและชนิดของคลื่น
10. บัตรที่ 4 บัตรเฉลยกิจกรรมชุดการสอนที่ 1 เรื่องคลื่นกลและชนิดของคลื่น
11. บัตรที่ 5 บัตรคำถามชุดการสอนที่ 1 เรื่องคลื่นกลและชนิดของคลื่น
12. บัตรที่ 6 บัตรเฉลยคำถามชุดการสอนที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น
13. แบบทดสอบหลังเรียนชุดการสอนที่ 1 เรื่องคลื่นกลและชนิดของคลื่น
14. เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนชุดการสอนที่ 1 เรื่องคลื่นกลและชนิดของคลื่น
15. กระดาษคำตอบก่อนเรียนชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
16. กระดาษคำตอบหลังเรียน ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น

คู่มือครู
ประกอบชุดการสอนที่ 1
เรื่อง คลื่นกล และชนิดของคลื่น

คู่มือครูประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. คำชี้แจง
2. แผนการจัดการเรียนรู้
3. แบบประเมินที่เกี่ยวข้อง และแบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบหลังใช้ชุดการสอน

คำชี้แจงสำหรับครู

เมื่อครูผู้สอนได้นำชุดการสอน คลื่นกลและชนิดของคลื่นชุดนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ควรปฏิบัติดังนี้

1. ครูควรศึกษาการใช้ชุดการสอน วิธีสอน และวิธีวัดผลประเมินผลในแต่ละชุดการสอนให้เข้าใจ
2. ครูควรค้นคว้าและอ่านเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม
3. ครูควรมีการเตรียมการสอนล่วงหน้า โดยเตรียมสถานที่ ตลอดจนสื่อสารการสอนต่างๆ ให้พร้อมก่อนที่จะใช้ชุดการสอน
4. ทำการทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนเพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนแต่ละคน
5. ก่อนสอน ถ้าเป็นเรียนครั้งแรก ให้ครูชี้แจงนักเรียนให้รู้เกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการใช้ชุดการสอน
6. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชุดนี้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ การสอนให้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้
 - 6.1 ขั้นทดสอบก่อนเรียน
 - 6.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
 - 6.3 ขั้นกิจกรรมการเรียน
 - 6.4 ขั้นสรุปบทเรียน
 - 6.5 ขั้นประเมินผลการเรียน
7. ขณะปฏิบัติกิจกรรมครูพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือได้ทันที และควรแนะนำนักเรียนอย่างใกล้ชิด
8. เมื่อนักเรียนทำชุดการสอนเสร็จ ให้ช่วยกันตรวจคำตอบจากแบบเฉลย
9. ให้นักเรียนซักถามเนื้อหาที่ไม่เข้าใจแล้วครูอธิบายเพิ่มเติม
10. ทดสอบความรู้ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน
11. ใช้เป็นชุดการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้และซ่อมเสริมความรู้ด้วยตนเอง
12. ควรใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนในแต่ละบัตร์ตามเวลาที่กำหนด
13. เวลาที่ใช้ในการเรียนชุดการสอน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

| | | |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| รายวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ | รหัสวิชา ว 31104 | กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ |
| โรงเรียนยะหริศยานุกูล | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 | ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 | เรื่อง โครงสร้างของโลก | เวลา 3 ชั่วโมง |
| ผู้สอน นางสาวฟาติฮะห์ อุตส่าห์ราชการ | | |

มาตรฐาน ว ๖. ๑ เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยา ศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระการเรียนรู้

1. คลื่นกล
2. คลื่นไหวสะเทือน

สาระสำคัญ

1. คลื่นกลเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการรบกวนตัวกลางเกิดการสะท้อนทำให้มีการแผ่หรือการถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นสะเทือนไปยังจุดอื่นๆ โดยที่ตัวกลางนั้นไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่น
2. คลื่นกล ถ้าจำแนกตามลักษณะการสั่นของอนุภาคตัวกลางที่สัมพันธ์กับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ คลื่นตามขวาง (Transverse Waves) และคลื่นตามยาว (Longitudinal Waves)
3. การเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกทำให้เกิดความเครียดในหิน หินอาจแตกหรือเปลี่ยนรูปร่างทำให้มีการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปคลื่นหรือการสั่น เราเรียกว่า “คลื่นไหวสะเทือน” (seismic wave) หรือ คลื่นแผ่นดินไหว
4. คลื่นไหวสะเทือน ประกอบด้วย คลื่นปฐมภูมิ (P-wave) คลื่นทุติยภูมิ (S-wave) และคลื่นพื้นผิว (surface wave)
5. คลื่นปฐมภูมิ เป็นคลื่นตามยาว จะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าคลื่นแผ่นดินไหวชนิดอื่นๆ เมื่อคลื่นปฐมภูมิเคลื่อนที่ จะทำให้แผ่นดินเกิดส่วนอัดส่วนขยายของหินภายใต้โลก คลื่นทุติยภูมิ เป็นคลื่นตามขวาง จะไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านของเหลวได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดคลื่นกลได้
2. ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างทิศของการเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือกกับทิศการสั่นสะเทือนของอนุภาคในเส้นเชือกได้
3. อธิบายความแตกต่างระหว่างคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางได้
4. อธิบายการเกิดคลื่นไหวสะเทือน และบอกความแตกต่างระหว่างคลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิได้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. กระบวนการทำงานกลุ่ม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ทดสอบก่อนเรียน

1. ครูแจกแบบทดสอบก่อนเรียนให้นักเรียนทุกคนทำ
2. เมื่อครบกำหนดเวลาให้ครูเก็บแบบทดสอบจากนักเรียน

ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยการให้ชมวีดิทัศน์ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในชั้นโครงสร้างของโลก นั่นคือ แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด และคลื่นยักษ์สึนามิ
2. เมื่อนักเรียนชมวีดิทัศน์เสร็จแล้ว ครูตั้งคำถามว่า “ปรากฏการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นเพราะเหตุใด” ให้นักเรียนคิดและตอบ (โลกมีการเคลื่อนที่, เปลือกโลกเคลื่อนตัว, ของเหลวภายในโลกปะทุออกมา)
3. ครูถามนักเรียนต่อว่า “นักเรียนคิดว่าภายในโลกมีโครงสร้างอย่างไร” ให้นักเรียนคิดและตอบ
4. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่า นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อศึกษาโครงสร้างโลกจากชุดการสอน โดยครูจะเป็นผู้คอยแนะนำให้นักเรียน
5. ครูชี้แจงให้นักเรียนรู้เกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการใช้ชุดการสอน

ขั้นที่ 3 กิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนทำกิจกรรมและศึกษาชุดการสอนชุดที่ 1

ขั้นที่ 4 สรุปบทเรียน

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมในโดยใช้สื่อ power point
2. ให้นักเรียนสรุปความรู้ลงในสมุด

ขั้นที่ 5 ประเมินผลการเรียน

1. นักเรียนตอบคำถามในใบงาน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น
2. ใบงาน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน
3. สื่อ Power point เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น
4. Flash เรื่อง โครงสร้างของโลก

การวัดและประเมินผล

| วิธีการวัดและประเมินผล | เครื่องมือ | เกณฑ์การวัดและประเมินผล |
|--|---|---|
| <u>การตรวจผลงาน</u> 1. การทำใบงาน 2. การทำแบบทดสอบ <u>การสังเกต</u> 3. ประเมินการมีคุณธรรม และ จริยธรรมที่นักเรียน แสดงออกขณะเรียน | 1. บัตรกิจกรรม ใบงาน 2. แบบทดสอบ 3. แบบประเมิน คุณธรรมและจริยธรรม | 1. นักเรียนทำใบงาน ถูกต้อง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 2. นักเรียนทำแบบทดสอบ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 3. แสดงพฤติกรรมที่บ่งบอก ถึงการมีคุณธรรมและ จริยธรรมผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 |

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาการสอน

.....

.....

.....

3. วิธีแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวฟาติฮะห์ อุตสาหกรรม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แบบวัดคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม
สังเกตพฤติกรรม/ผลการทำงานตามกิจกรรม/ใบงานประกอบการพิจารณา

คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมินใส่ตัวเลขระดับคุณภาพในช่องของแต่ละกลุ่ม

| ข้อ | รายการประเมิน | กลุ่ม 1 | กลุ่ม 2 | กลุ่ม 3 | กลุ่ม 4 | กลุ่ม 5 | กลุ่ม 6 |
|------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | มีความสนใจใฝ่รู้ | | | | | | |
| 2 | มีความซื่อสัตย์ | | | | | | |
| 3 | มีความอดทนและมุ่งมั่น ปฏิบัติงานด้วยความเต็มใจ | | | | | | |
| 4 | กล้าแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น | | | | | | |
| 5 | มีน้ำใจเอื้อเฟื้อ ช่วยเหลือผู้อื่น | | | | | | |
| 6 | ทำงานอย่างมีระบบ | | | | | | |
| สรุปผลการประเมิน | | | | | | | |

ระดับคุณภาพ 3= ดีมาก 2= พอใจ 1= ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (นางสาวฟาติฮะห์ อุตสาหกรรม)

คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

1. ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีส่วนประกอบดังนี้
 - 1.1 แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น
 - 1.2 บัตรที่ 1 บัตรคำสั่ง (สำหรับประธาน) ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น
 - 1.3 บัตรที่ 2 บัตรความรู้ ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
 - 1.4 บัตรที่ 3 บัตรกิจกรรม การเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือกและลวดสปริง
 - 1.5 บัตรที่ 4 บัตรเฉลยกิจกรรมการเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือกและลวดสปริง
 - 1.6 บัตรที่ 5 บัตรคำถามชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
 - 1.7 บัตรที่ 6 เฉลยบัตรคำถามชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
 - 1.8 กระดาษคำตอบก่อนเรียน ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
 - 1.9 กระดาษคำตอบหลังเรียน ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
2. ชุดการสอนนี้เป็นชุดที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น
3. การทำชุดการสอนแต่ละชุดให้ปฏิบัติดังนี้
 - 3.1 ศึกษาเนื้อหาพร้อมตัวอย่าง ประกอบให้เข้าใจหากไม่เข้าใจไปขอคำแนะนำจากครูก่อนจะทำชุดการสอน
 - 3.2 ทำชุดการสอนที่ละแบบฝึกให้เสร็จ แล้วจึงเปิดดูเฉลยชุดการสอน หากกิจกรรมใดนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ควรกลับไปศึกษา เนื้อหานั้นซ้ำอีกรอบหากยังไม่เข้าใจไปขอคำแนะนำจากครู

สิ่งที่ครูและนักเรียนต้องเตรียม

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. ครูตรวจวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีในชุดการสอนให้เรียบร้อยก่อนใช้ชุดการสอนทุกครั้ง
2. ครูควรเตรียมการสอนล่วงหน้า โดยเตรียมสถานที่ตลอดจนสื่อการสอนอุปกรณ์การทำกิจกรรมต่างๆ ให้พร้อม ก่อนใช้ชุดการสอน

สิ่งที่นักเรียนต้องเตรียม

1. สมุดบันทึกของนักเรียน
2. ปากกา ดินสอ
3. นาฬิกาจับเวลา

แบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
หน่วยที่ 1 โครงสร้างโลก
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง : แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อๆ ละ 1 คะแนน (เวลา 10 นาที)

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท X ทับหน้าข้อ ก, ข, ค หรือ ง ลงในกระดาษคำตอบ

-
1. ข้อใดกล่าวถูกต้องเมื่อเกิดคลื่นกล
 - ก. พลังงานถูกส่งผ่านไปพร้อมกับคลื่น
 - ข. คลื่นกลไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในตัวกลางที่ไม่มีอากาศหรือสุญญากาศ
 - ค. อนุภาคของตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่เลยขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน
 - ง. การสั่นของอนุภาคตัวกลาง ณ ตำแหน่งต่างๆ มีทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสมอ
 2. การเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางขณะคลื่นเคลื่อนที่ผ่านไปแล้วจะมีลักษณะตามข้อใด
 - ก. อนุภาคจะอยู่ตำแหน่งสมดุลเดิม
 - ข. อนุภาคจะสั่นกลับไป กลับมาซ้ำทางเดิม และเคลื่อนที่ตามคลื่นไป
 - ค. อนุภาคจะสั่นกลับไป กลับมาซ้ำทางเดิม แต่ไม่ได้เคลื่อนที่ตามคลื่นไป
 - ง. อนุภาคจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวตั้ง โดยไม่ยอมถ่ายโอนพลังงานให้กับอนุภาคอื่นต่อไป
 3. ตัวอย่างของคลื่นกล คือข้อใด
 - ก. คลื่นวิทยุ และ คลื่นน้ำ
 - ข. คลื่นแสง และคลื่นในเส้นเชือก
 - ค. คลื่นเสียง และคลื่นแผ่นดินไหว
 - ง. คลื่นในสปริง และคลื่นความร้อน
 4. นักเรียนสองคนถือปลายลวดสปริง แล้วยืนห่างกันเท่ากับความยาวของลวดสปริง และลวดสปริงถูกวางบนพื้นราบเกลี้ยง ให้นักเรียนคนหนึ่งอัดปลายลวดสปริง เข้า- ออก ตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้บนลวดสปริงกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นในลวดสปริงจะมีการเคลื่อนที่สัมพันธ์กันอย่างไร
 - ก. ในทิศเดียวกัน
 - ข. ขนานกันไป
 - ค. ในทิศตั้งฉากกัน
 - ง. ในทิศตรงกันข้าม

5. นักเรียนสองคนถือปลายเชือก แล้วยืนห่างกันเท่ากับความยาวของเส้นเชือก เมื่อนักเรียนคนหนึ่งสะบัดปลายเส้นเชือก ขึ้น-ลง ตำแหน่งที่ทำเครื่องหมาย ไว้บนเส้นเชือก กับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือก เกิดการเคลื่อนที่สัมพันธ์กันอย่างไร
 - ก. ในทิศเดียวกัน
 - ข. ในทิศตั้งฉากกัน
 - ค. ในทิศตรงกันข้าม
 - ง. สรุบนั่นเองไม่ได้
6. คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางแตกต่างกันอย่างไร
 - ก. คลื่นตามขวางทำให้อนุภาคตัวกลางเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
 - ข. คลื่นตามยาวทำให้อนุภาคตัวกลางเคลื่อนที่ในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
 - ค. อนุภาคตัวกลางมีการเคลื่อนที่ในทิศทางแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
 - ง. อนุภาคตัวกลางมีการเคลื่อนที่ในแนวเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
7. ข้อใดเป็นคลื่นตามขวางทั้งหมด
 - ก. คลื่นวิทยุ และคลื่นในน้ำลึก
 - ข. คลื่นทุติยภูมิและคลื่นในเส้นเชือก
 - ค. คลื่นเสียงและคลื่นแผ่นดินไหว
 - ง. คลื่นปฐมภูมิ และคลื่นในสปริง
8. คลื่นแผ่นดินไหว หรือ คลื่นไหวสะเทือน ซึ่งถือกำเนิดขึ้นภายใต้โลกของเรา จัดเป็นคลื่นประเภทใด
 - ก. คลื่นตล
 - ข. คลื่นกล
 - ค. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
 - ง. คลื่นตามยาว
9. คลื่นไหวสะเทือนเกิดขึ้นได้อย่างไร
 - ก. การเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลก ทำให้เกิดความเครียดขึ้นในหิน หินอาจแตกและปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปคลื่น
 - ข. การที่ภูเขาไฟระเบิดด้วยความรุนแรง และมีลาวาปะทุออกมา
 - ค. การที่ทะเลมีแผ่นเปลือกโลกเกิดขึ้นใหม่ จะปลดปล่อยพลังงานออกมาเป็นคลื่นแผ่นดินไหว
 - ง. ถูกทุกข้อ
10. คลื่นไหวสะเทือนจะมีการเดินทางในตัวกลางในข้อใดได้เร็วที่สุด
 - ก. ของแข็ง
 - ข. ของเหลว
 - ค. แก๊ส
 - ง. มีความเร็วเท่ากันทั้ง 3 ชนิด
11. คลื่นแผ่นดินไหวแบ่งออกเป็นกี่ชนิด อะไรบ้าง
 - ก. 2 ชนิด คลื่น P และ คลื่น S
 - ข. 2 ชนิด คลื่น P และ คลื่น T
 - ค. 3 ชนิด คลื่น P W และ S
 - ง. 3 ชนิด คลื่น P W และ T

12. ข้อใดกล่าวถึงคลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิได้ถูกต้อง
 - ก. เป็นคลื่นตามยาวและตามขวางตามลำดับ
 - ข. เป็นคลื่นดลและคลื่นต่อเนื่องตามลำดับ
 - ค. เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและคลื่นกลตามลำดับ
 - ง. เคลื่อนที่โดยไม่อาศัยตัวกลางและอาศัยตัวกลางตามลำดับ
13. คลื่นสึนามิ เมื่อ 26 ธันวาคม 2547 เกิดจากคลื่นชนิดใด
 - ก. คลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิ
 - ข. เกิดจากคลื่นน้ำและการขยายตัวของน้ำ
 - ค. คลื่นน้ำที่มีความเร็วมาก ความยาวคลื่นน้อย
 - ง. เกิดจากคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
14. เมื่อคลื่นปฐมภูมิ หรือ P-wave เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นหินจะเกิดเหตุการณ์ใดขึ้น
 - ก. ชั้นหินมีการเอียงเททำมุม
 - ข. เกิดส่วนอัดส่วนขยายของหินภายใต้โลก
 - ค. หินจะพังทลายลง
 - ง. หินไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ
15. คลื่นทุติยภูมิ หรือ S-wave มีคุณสมบัติสำคัญอย่างไร
 - ก. สามารถเคลื่อนที่ผ่านได้ทุกตัวกลางที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
 - ข. สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นหินได้เท่านั้น
 - ค. สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็งได้เท่านั้น
 - ง. ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวได้
16. เมื่อคลื่นทุติยภูมิและคลื่นปฐมภูมิ เดินทางมายังผิวโลก จะเกิดเหตุการณ์ใดขึ้น
 - ก. กลายเป็นคลื่นพื้นผิว
 - ข. กลายเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
 - ค. กลายเป็นคลื่นน้ำ
 - ง. กลายเป็นคลื่นยักษ์สึนามิ
17. แผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นภายใต้ น้ำ จะเกิดเหตุการณ์ใดขึ้น
 - ก. กลายเป็นคลื่นยักษ์ในมหาสมุทร หรือคลื่นสึนามิ
 - ข. ทำให้ทะเลมีน้ำเพิ่มมากขึ้น
 - ค. หมู่มากๆจมลงในมหาสมุทร
 - ง. ถูกทุกข้อ
18. การเคลื่อนที่ของเปลือกโลกตามแนวระหวางรอยต่อของแผ่นธรณีภาคมีการถ่ายโอนพลังงานศักย์ให้กับชั้นหินในรูปคลื่นอะไร
 - ก. คลื่นแสง
 - ข. คลื่นสั้นสะท้อน
 - ค. คลื่นไหวสะท้อน
 - ง. คลื่นแผ่นดินไหว

19. คลื่นไหวสะเทือนแบ่งออกได้กี่ชนิด อะไรบ้าง
- ก. 2 ชนิด คลื่นพื้นผิว และคลื่นใต้ผิว
 - ข. 2 ชนิด คลื่นปฐมภูมิ และ คลื่นทุติยภูมิ
 - ค. 2 ชนิด คลื่นในตัวกลาง และ คลื่นพื้นผิว
 - ง. 2 ชนิด คลื่นพื้นผิว และ คลื่นใต้มหาสมุทร
20. การกระทำของมนุษย์ที่ทำให้เกิดแผ่นดินไหวได้แก่
- ก. การก่อสร้างตึก อาคารจำนวนมาก
 - ข. การระเบิดพื้นที่เพื่อสำรวจหิน
 - ค. การสร้างเขื่อน
 - ง. ถูกทุกข้อ

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น

.....

| ข้อ | เฉลยคำตอบ |
|-----|-----------|
| 1 | ก |
| 2 | ค |
| 3 | ค |
| 4 | ก |
| 5 | ข |
| 6 | ค |
| 7 | ข |
| 8 | ข |
| 9 | ก |
| 10 | ก |
| 11 | ค |
| 12 | ก |
| 13 | ก |
| 14 | ข |
| 15 | ง |
| 16 | ก |
| 17 | ก |
| 18 | ค |
| 19 | ข |
| 20 | ง |



บัตรที่ 1
บัตรคำสั่งสำหรับประธาน
ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(ใช้เวลา 10 นาที)

1. ให้ประธานกลุ่มมอบหมายหน้าที่ให้แก่สมาชิกในกลุ่มดังนี้
 - 1.1 ผู้ควบคุมเวลา ทำหน้าที่ รักษาเวลาในการทำกิจกรรมเพื่อให้เสร็จทันเวลาทุกกิจกรรม
 - 1.2 ผู้อ่าน ทำหน้าที่ อ่านข้อความในบัตรความรู้ บัตรกิจกรรม และบัตรคำถามอ่านคำสั่งให้สมาชิกในกลุ่มฟัง ประธานกลุ่มชี้แจงให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนเป็นผู้ฟังและร่วมอภิปราย
 - 1.3 ผู้จัดบันทึก ทำหน้าที่จัดบันทึกผลการทำกิจกรรมต่างๆ ของกลุ่ม
2. ประธานนำแบบทดสอบก่อนเรียนชุดการสอนที่ 1 เรื่อง คลื่นกลและชนิดของคลื่น ให้สมาชิกในกลุ่มได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเป็นรายบุคคล (ใช้เวลา 10 นาที)
3. ประธานนำบัตรที่ 2 บัตรความรู้ชุดการสอนที่ 1 เรื่องคลื่นกลและชนิดของคลื่น มอบให้สมาชิกที่ทำหน้าที่อ่าน อ่านข้อความในบัตรความรู้ และชี้แจงให้สมาชิกที่เหลือฟัง ผู้จับเวลาทำหน้าที่จับเวลาไปด้วย เพื่อให้การทำกิจกรรมเป็นไปตามเวลาที่กำหนด สมาชิกที่ทำหน้าที่จัดบันทึก จัดเนื้อหา ประเด็นสำคัญ ไว้เพื่ออภิปรายเวลาทำบัตรกิจกรรม (ใช้เวลา 20 นาที)
4. ประธานกลุ่มมอบบัตรที่ 3 บัตรกิจกรรมชุดการสอนที่ 1 เรื่องคลื่นกลและชนิดคลื่น การทดลองเรื่อง การเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือกและลวดสปริง ให้ผู้อ่าน อ่านรายละเอียดของกิจกรรมที่กำหนดให้สมาชิกทุกคน ได้ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมและอภิปรายแล้วจัดบันทึกผู้เขียนสรุปความรู้ลงในบัตรกิจกรรมตามความคิดเห็นและตามมติของกลุ่มในกิจกรรม การทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือกและลวดสปริง (ใช้เวลา 25 นาที) เสร็จแล้วตรวจคำตอบจากบัตรที่ 4 บัตรเฉลยกิจกรรม (ใช้เวลา 5 นาที)
5. ประธานกลุ่มแจกบัตรที่ 5 บัตรคำถามชุดการสอนที่ 1 เรื่องคลื่นกลและชนิดของคลื่น ให้สมาชิกในกลุ่มได้ทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคล (ใช้เวลา 20 นาที) เสร็จแล้วตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยคำถาม (ใช้เวลา 5 นาที)
6. ประธานนำแบบทดสอบหลังเรียนชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น ให้สมาชิกในกลุ่มได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเป็นรายบุคคล (ใช้เวลา 10 นาที) เสร็จแล้วตรวจคำตอบจากเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน (ใช้เวลา 5 นาที)
7. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับคลื่นและชนิดของคลื่น โดยให้นักเรียนดูจากชุดการสอน คลื่นกลและชนิดของคลื่น (ใช้เวลา 15 นาที) นักเรียนสรุปความรู้ลงในสมุด (ใช้เวลา 5 นาที)
8. เมื่อหมดเวลา เก็บอุปกรณ์ใส่คืนของเดิมให้ถูกต้องเรียบร้อยส่งคืนครู (ใช้เวลา 5 นาที)

บัตรที่ 2 บัตรความรู้

ประธานกลุ่มมอบหมายให้ผู้อ่าน อ่านข้อความตามบัตรความรู้ สมาชิกที่เหลือตั้งใจฟัง ผู้จัดบันทึกจดบันทึกใจความสำคัญ โดยสรุปย่อ ไว้สำหรับอภิปรายร่วมกัน ผู้จับเวลาจับเวลาให้ เป็นไปตามที่กำหนด แล้วริเริ่มเรียนบัตรที่ 3 ต่อไป

บัตรความรู้
ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
หน่วยที่ 1 โครงสร้างโลก
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(ใช้เวลา 20 นาที)

คลื่นกลและชนิดของคลื่น

คลื่น (wave) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการรบกวนแหล่งกำเนิดหรือตัวกลางเกิดการสั่นสะเทือน ทำให้มีการแผ่หรือการถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นสะเทือนไปยังจุดอื่นๆ โดยที่ตัวกลางนั้นไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่น ซึ่งลักษณะของคลื่นทำตำแหน่งใดๆ จะขึ้นกับระยะเวลา

จากการพิจารณาการเกิดคลื่น พบว่าคลื่นแต่ละชนิดจะมีสิ่งที่เคลื่อนที่ 2 อย่าง คือ

1. การแผ่หรือการเคลื่อนที่ของคลื่น (Propagation or Traveling Waves) ซึ่งเป็นการถ่ายโอนพลังงาน
2. การเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางที่คลื่นแผ่ไปเป็นการเคลื่อนที่กลับไป-กลับมา ซ้ำทางเดิม เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion)

การจำแนกชนิดของคลื่น

1. จำแนกคลื่นตามลักษณะของตัวกลาง แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ
 - 1.1 คลื่นกล (Mechanical Wave) เป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ได้แก่ คลื่นเสียง คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นในลวดสปริง คลื่นแผ่นดินไหว เป็นต้น คลื่นเหล่านี้สามารถถ่ายโอนพลังงานได้ โดยอาศัยความยืดหยุ่นของตัวกลางและอัตราเร็ว คลื่นในตัวกลางชนิดเดียวกันจะมีค่าเท่ากัน
 - 1.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) เป็นคลื่นที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก โดยคลื่นที่แผ่ออกไปไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ได้แก่ คลื่นแสง คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ คลื่นความร้อน และรังสีต่างๆ

ข้อควรจำ คลื่นกล อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

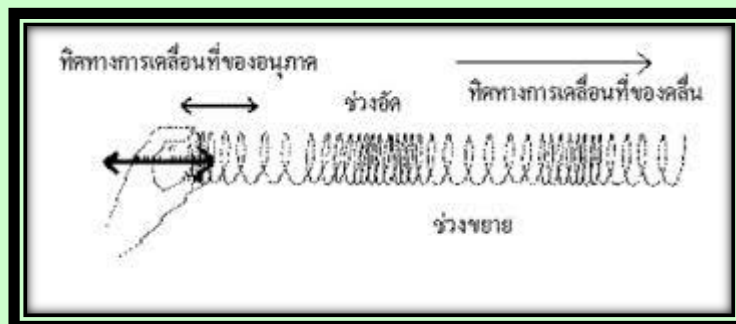
2. จำแนกคลื่นตามลักษณะการสั่นของอนุภาคตัวกลางที่สัมพันธ์กับทิศทางการแผ่ของคลื่น แบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1 คลื่นตามขวาง (Transverse Waves) เป็นคลื่นที่เกิดขึ้น โดยอนุภาคของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน สั่นในแนวตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น ดังรูปที่ 1 ได้แก่ คลื่นพื้นผิว (น้ำและดิน) คลื่นในเส้นเชือก คลื่นในลวดสปริง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด



รูปที่ 1 แสดงคลื่นตามขวาง

2.2 คลื่นตามยาว (Longitudinal Waves) เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นโดยอนุภาคของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านกัน สั่นในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น ดังรูปที่ 2 ได้แก่ คลื่นในน้ำลึก คลื่นในลวดสปริง และคลื่นเสียง จะเห็นว่า คลื่นตามยาวทุกชนิดเป็นคลื่นกล



รูปที่ 2 แสดงคลื่นตามยาว

ข้อควรจำ คลื่นตามขวาง ทิศทางการสั่นตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่
คลื่นตามยาว ทิศทางการสั่นขนานกับทิศการเคลื่อนที่

3. จำแนกตามการรบกวนของตัวกลาง แบ่งได้ 2 ชนิด คือ คลื่นตล และคลื่นต่อเนื่อง

3.1 คลื่นตล (Pulse Waves) คือคลื่นที่เกิดจากการรบกวนตัวกลางเพียงครั้งเดียว เช่น การสั่นของเส้นเชือกเพียงครั้งเดียว เสียงจากการยิงปืน 1 นัด การขว้างก้อนหินหนึ่งก้อนลงน้ำ แสงจากไฟแฟลช เป็นต้น จะเกิดคลื่นเพียง 1-2 ลูก

3.2 คลื่นต่อเนื่อง (Continuous Waves) คือคลื่นที่เกิดจากการรบกวนตัวกลางอย่างต่อเนื่อง เช่นการสั่นของเชือกตลอดเวลา เสียงประทัดจำนวนมาก คลื่นน้ำที่เกิดจากแหล่งกำเนิดคลื่นสั่นตลอดเวลา แสงไฟที่เปิดไว้ทั้งคืน เป็นต้น จะเกิดคลื่นหลายขบวน

ข้อสังเกต คลื่นตล เกิดจากการรบกวนตัวกลางเพียงครั้งเดียว
คลื่นต่อเนื่อง เกิดจากการรบกวนตัวกลางอย่างต่อเนื่อง

คลื่นแผ่นดินไหว

มีคลื่นอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจอย่างมาก กำเนิดขึ้นภายใต้พื้นโลกของเรา ในวันที่ 26 ธันวาคม 2547 หมู่เกาะสุมาตรา ในประเทศอินโดนีเซีย เกิดแผ่นดินไหวขึ้นมาเป็นชุดๆ การสั่นสะเทือนที่เกิดจากแผ่นดินไหวนี้ สามารถตรวจจากเครื่องวัดความไหวสะเทือน (Seismograph) ซึ่งวัดความรุนแรงของการสั่นสะเทือนได้ 8.9 ริคเตอร์ ทำให้คลื่นเดินทางจากตัวเกาะผ่านน้ำที่อยู่รอบๆ ในมหาสมุทรเปิด คลื่นน้ำมีความสูงประมาณ 1 เมตร แต่เมื่อคลื่นนี้เคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณน้ำตื้นใกล้ชายฝั่ง คลื่นจะเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้คลื่นที่มาจากทางด้านหลังมาถึงทันแล้วรวมตัวกัน ทำให้เกิดเป็นคลื่นลูกใหญ่ขึ้น คลื่นลูกแรกก่อตัวเป็นกำแพงมีความสูงถึง 30 เมตร คนที่อยู่บนเรือไกลออกไปในท้องทะเลยังไม่รู้สึกตัวเลยว่าคลื่นน้ำได้เคลื่อนที่ผ่านไปแล้ว แต่ทว่าประชากรหลายหมื่นคนได้สูญเสียชีวิตเนื่องจากคลื่นยักษ์นี้ได้พัดขึ้นมาบนพื้นดิน

ชนิดของคลื่นแผ่นดินไหว

แผ่นดินไหวเกิดขึ้นเมื่อหินใต้พื้นโลกมีการเคลื่อนตัว การเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกทำให้เกิดความเครียดขึ้นในหิน เมื่อความเครียดในหินถูกสะสมมากขึ้น หินอาจแตกหรือเปลี่ยนรูปร่างทำให้มีการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของคลื่นหรือการสั่น คลื่นที่เกิดขึ้นมาจากแผ่นดินไหวนั้นเรียกว่า “คลื่นแผ่นดินไหว หรือ คลื่นไหวสะเทือน” (Seismic Wave)

คลื่นแผ่นดินไหวจะเคลื่อนตัวออกจากจุดกำเนิดแผ่นดินไหวไปในทุกทิศทาง ซึ่งคลื่นจะพาพลังงานไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของคลื่นผ่านใต้โลก และสามารถเดินทางจากซีกโลกหนึ่งไปยังอีกซีกโลกหนึ่งได้ คลื่นแผ่นดินไหวประกอบด้วย

1. คลื่นปฐมภูมิ (Primary wave or P-wave) เป็นคลื่นตามยาว คลื่นนี้จะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าคลื่นแผ่นดินไหวชนิดอื่นๆ ดังนั้น คลื่นนี้จึงเดินทางไปถึงที่ไกลๆ ได้ก่อนคลื่นแผ่นดินไหวชนิดอื่นๆ เมื่อคลื่นปฐมภูมิเคลื่อนที่จะทำให้เกิดส่วนอัดและส่วนขยายของหินภายใต้โลก
2. คลื่นทุติยภูมิ (Secondary wave or S-wave) เป็นคลื่นตามขวาง คลื่นนี้ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านของเหลวได้ (ส่วนหนึ่งของแกนโลกของเหลว) ดังนั้นเราจึงไม่สามารถทำการวัดคลื่นทุติยภูมิ จากอีกซีกหนึ่งของโลกที่ตรงกันข้ามกับตำแหน่งที่เกิดแผ่นดินไหวได้
3. คลื่นพื้นผิว (Surface Wave) เกิดจากการรวมตัวกันของคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง เมื่อคลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิเดินทางมาถึงพื้นผิวโลก บางส่วนจะเปลี่ยนเป็นคลื่นพื้นผิว ถึงแม้ว่าคลื่นนี้จะเคลื่อนที่ช้ากว่าคลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิมาก แต่ทว่าคลื่นพื้นผิวเป็นต้นเหตุให้เกิดการไหวตัวของพื้นดินอย่างรุนแรง

แผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นภายใต้น้ำสามารถทำให้เกิดคลื่นพื้นผิวขนาดยักษ์ในมหาสมุทรได้ หรือ ที่เรียกว่า คลื่นสึนามิ (Tsunami) เมื่อคลื่นสึนามิเดินทางมาถึงชายฝั่งสามารถทำให้เกิดความเสียหายได้อย่างร้ายแรง ดังที่กล่าวในตอนต้น

บัตรที่ 3 บัตรกิจกรรม

ประธานกลุ่มนำสมาชิกปฏิบัติกิจกรรมตามคำชี้แจงในบัตร
กิจกรรม ทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน
สรุปความรู้ตามมติของสมาชิกในกลุ่ม บันทึกลงในบัตร
กิจกรรมทุกกิจกรรม

บัตรกิจกรรม

ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ใช้เวลา 30 นาที)

จุดประสงค์: เพื่อศึกษาทิศทางการสั่นของอนุภาคตัวกลางของคลื่นกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น ในเส้นเชือก และลวดสปริง

วัสดุอุปกรณ์

1. เชือกเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร ยาว 3 เมตร 4 เส้น
2. ลวดสปริง 4 อัน
3. เศษผ้า หรือ ด้ายสีสด ยาวประมาณ 5 เซนติเมตร 4 เส้น

ตอนที่ 1 การทดลองเรื่อง การเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือก

วิธีการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียน 2 คน ถือปลายเส้นเชือกคนละปลาย และยืนห่างกันตามความยาวของเชือกให้เชือกพอดึงเป็นเส้นตรงในแนวระดับ
2. ให้เศษผ้า สีสดผูกติดกับเส้นเชือก ห่างจากปลายข้างหนึ่งของเส้นเชือกประมาณ 1 เมตร
3. ให้นักเรียนที่ห่างจากเศษผ้า 1 เมตร เป็นผู้สับเชือกขึ้นลงในแนวดิ่ง สังเกตการณ์เคลื่อนที่ ของคลื่นในเส้นเชือก และการเคลื่อนที่ของเศษผ้า
4. สบัดเชือกเป็นคลื่นต่อเนื่อง สังเกตการณ์เคลื่อนที่ของคลื่นและการเคลื่อนที่ของเศษผ้า
5. สรุปผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 การเคลื่อนที่ของคลื่นในลวดสปริง

วิธีการทำกิจกรรม 2.1

1. ให้นักเรียน 2 คน ถือปลายลวดสปริงคนละด้าน แล้วดึงปลายอีกด้านให้ลวดสปริงยืดออก ประมาณ 1.5 เมตร
2. ให้ผูกเศษผ้าสีสด ติดกับลวดสปริง ห่างจากปลายข้างหนึ่งเป็นระยะ 50 เซนติเมตร
3. ให้นักเรียนที่ห่างจากเศษผ้า 1 เมตร เป็นผู้สับลวดสปริงขึ้นลงตามแนวดิ่ง แล้ว สังเกตการณ์เคลื่อนที่ของคลื่นในลวดสปริง และการเคลื่อนที่ของเศษผ้า
4. บันทึกและสรุปผลการทำกิจกรรม

วิธีการทำกิจกรรม 2.2

1. ให้นักเรียน 2 คน ถือปลายลวดสปริงคนละด้าน วางลวดสปริงที่นอนราบเกลี้ยงแล้วดึงปลายอีกด้านให้ลวดสปริงยืดออก 1 เมตร
2. ให้ผูกเศษผ้าสีสด ติดกับลวดสปริง ห่างปลายข้างหนึ่งเป็นระยะ 50 เมตร
3. ให้นักเรียนคนหนึ่งอัดลวดสปริงแล้วปล่อยเป็นจังหวะซ้ำๆ และสังเกตการณ์เคลื่อนที่ของคลื่นในลวดสปริง และการเคลื่อนที่ของเศษผ้า
4. บันทึกผล และสรุปผลการทำกิจกรรม

บัตรกิจกรรม

ชุดการสอนที่ 1

กิจกรรมการเคลื่อนที่ ของคลื่นในเส้นเชือก และลวดสปริง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
กลุ่มที่.....

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือกและลวดสปริง และทิศการเคลื่อนที่ของอนุภาค
สมาชิกในกลุ่ม

- 1. เลขที่..... ประธานกลุ่ม
- 2. เลขที่..... ผู้ทำหน้าที่อ่าน
- 3. เลขที่..... ผู้จัดบันทึก
- 4. เลขที่..... ผู้จับเวลา
- 5. เลขที่..... สมาชิก
- 6. เลขที่..... สมาชิก

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 การเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือกและทิศการเคลื่อนที่ของอนุภาค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 การเคลื่อนที่ของคลื่นในลวดสปริงและทิศการเคลื่อนที่ของอนุภาค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1. เมื่อสับตัดปลายเชือก คลื่นในเส้นเชือกเคลื่อนที่อย่างไร และเศษผ้าเคลื่อนที่อย่างไร

.....
.....
.....

2. เมื่อสับตัดปลายเชือกข้างหนึ่งของลวดสปริง จงอธิบายว่า พลังงานจากการสั่นจะถ่ายโอน ไปยังอีกข้างหนึ่งของลวดสปริงได้อย่างไร

.....
.....
.....
.....

3. จงเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของคลื่นในลวดสปริงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคของเส้นเชือก

.....
.....
.....
.....

4. เมื่ออัดปลายลวดสปริง ลวดสปริงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และเศษผ้าที่ผูกมีการเคลื่อนที่อย่างไร

.....
.....
.....
.....

วิเคราะห์และสรุปผลการทำกิจกรรม

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

บัตรที่ 4
บัตรเฉลยกิจกรรม

ประธานกลุ่ม นำบัตรเฉลยกิจกรรมอ่านให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนฟัง
ตรวจสอบผลการบันทึกกิจกรรมในกลุ่มตนเองว่าถูก หรือ ผิด
ให้แต่ละกลุ่มตรวจสอบด้วยความซื่อสัตย์

บัตรเฉลยกิจกรรม
ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
(ใช้เวลา 5 นาที)

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 การเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือกและทิศการเคลื่อนที่ของอนุภาค

การสละบัดเชือกที่ปลายเชือกเป็นการให้พลังงานกลกับปลายเชือก พลังงานกลนี้จะถ่ายโอนผ่านอนุภาคของเส้นเชือก ไปยังปลายเชือกอีกข้างหนึ่ง โดยที่อนุภาคของเส้นเชือกมีการเคลื่อนที่ขึ้นลง ซึ่งตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

ตอนที่ 2 การเคลื่อนที่ของคลื่นในลวดสปริงและทิศการเคลื่อนที่ของอนุภาค

- 2.1 การสละบัดเชือกที่ปลายสปริง เป็นการให้พลังงานกลกับปลายสปริง พลังงานกลนี้จะถ่ายโอนผ่านอนุภาคของลวดสปริงไปยังปลายอีกข้างหนึ่ง โดยที่อนุภาคของลวดสปริง (ผ้าสีสดหรือด้ายสีสด) มีการเคลื่อนที่ขึ้นลง ซึ่งตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
- 2.2 การอัดลวดสปริงเป็นการให้พลังงานกลกับปลายลวดสปริง พลังงานกลนี้จะถ่ายโอนผ่านอนุภาคของลวดสปริงไปยังปลายอีกข้างหนึ่ง โดยอนุภาคของลวดสปริงมีการเคลื่อนที่อยู่ในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น (กลับไป-กลับมา) แต่ไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่น เราเรียกคลื่นที่มีการถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลางว่า “คลื่นกล” เช่น คลื่นในเส้นเชือก คลื่นในลวดสปริง คลื่นผิวน้ำ

บัตรที่ 5
บัตรคำถาม

ประธานกลุ่มแจกบัตรคำถามให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนทำ
แบบฝึกหัดเป็นรายบุคคลตามเวลาที่กำหนดให้เสร็จเรียบร้อย
แล้วตรวจคำตอบกับบัตรเฉลยคำถาม

บัตรคำถาม
ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
หน่วยที่ 1 โครงสร้างโลก
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(ใช้เวลา 20 นาที)

.....
 กลุ่มที่.....

ชื่อ.....ชั้น ม.4/1 เลขที่.....

คำชี้แจง : จงเติมคำตอบลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. คลื่นกลคืออะไร (1.5 คะแนน)

.....

2. คลื่นได้รับพลังงานจากไหน (1.5 คะแนน)

.....

3. การแบ่งคลื่นโดยพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นกับทิศทางการสั่นของอนุภาคตัวกลางอย่างไร (1 คะแนน)

.....

4. คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางมีลักษณะอย่างไร และแตกต่างกันอย่างไร (1 คะแนน)

.....

5. คลื่นสึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 เกิดขึ้นมาได้อย่างไร (ตามแนวคิดของนักเรียน) (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

6. คลื่นแผ่นดินไหว หรือคลื่นไหวสะเทือนเกิดขึ้นมาได้อย่างไร (1.5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

7. คลื่นปฐมภูมิต่างกับคลื่นทุติยภูมิ อย่างไร (1.5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

บัตรที่ 6
เฉลยบัตรคำถาม

ประธานกลุ่มแจกบัตรคำถามให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนทำ
แบบฝึกหัดเป็นรายบุคคลตามเวลาที่กำหนด
ให้เสร็จเรียบร้อยแล้วตรวจคำตอบกับบัตรเฉลยคำถาม

บัตรเฉลยคำถาม
ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น
(ใช้เวลา 5 นาที)

คำชี้แจง : จงเติมคำตอบลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. คลื่นกล คืออะไร
เป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ได้แก่ คลื่นเสียง คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นในหลอดสปริง คลื่นแผ่นดินไหว เป็นต้น คลื่นเหล่านี้สามารถถ่ายโอนพลังงานได้โดยอาศัยความยืดหยุ่นของตัวกลาง
2. คลื่นได้รับพลังงานมาจากไหน
ได้รับพลังงานจากการบวกรวมตัวกลาง อนุภาคที่ได้รับพลังงานจะขยับไป-มา ไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่น
3. การแบ่งคลื่นโดยพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นกับทิศทางการสั่นของอนุภาคตัวกลางอย่างไร
การแบ่งคลื่นโดยพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นกับทิศทางการสั่นของอนุภาคตัวกลางนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือคลื่นตามขวาง กับคลื่นตามยาว
4. คลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวมีลักษณะอย่างไร และแตกต่างกันอย่างไร
คลื่นตามขวาง (Transverse Wave) เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นโดยอนุภาคของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น ส่วนคลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นโดยอนุภาคของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านสั่นในแนวเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
5. คลื่นสึนามิ เมื่อ 26 ธันวาคม 2547 เกิดขึ้นมาได้อย่างไร (ตามแนวความคิดของนักเรียน)
เขียนตามความคิดของนักเรียน
6. คลื่นแผ่นดินไหวเกิดขึ้นมาได้อย่างไร
เกิดขึ้นเมื่อหินใต้พื้นโลกมีการเคลื่อนตัว การเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกทำให้เกิดความเครียดขึ้นในหิน เมื่อความเครียดในหินถูกสะสมมากขึ้น หินอาจแตกหรือเปลี่ยนรูปร่างทำให้มีการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปคลื่นหรือการสั่น
7. คลื่นปฐมภูมิต่างกับคลื่นทุติยภูมิอย่างไร
คลื่นปฐมภูมิเป็นคลื่นตามยาว คลื่นนี้จะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าคลื่นแผ่นดินไหวทุกชนิด คลื่นนี้จะเดินทางไปถึงที่ไกลๆ ได้ก่อนคลื่นแผ่นดินไหวชนิดอื่นๆ เมื่อคลื่นปฐมภูมิเคลื่อนที่ก็จะทำให้เกิดส่วนอัดส่วนขยายของหินภายใต้โลก คลื่นทุติยภูมิเป็นคลื่นตามขวาง คลื่นนี้ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านของเหลวได้

เกณฑ์การประเมิน

| | | |
|-------------|------------|-----------------|
| ช่วงคะแนน | 6-10 คะแนน | ต่ำกว่า 6 คะแนน |
| ระดับคุณภาพ | ผ่าน | ไม่ผ่าน |

เกณฑ์การผ่าน

ถือเกณฑ์ผ่าน สำหรับผู้ตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 60 ขึ้นไป
(ได้คะแนนตั้งแต่ 6 คะแนน ขึ้นไป)

แบบทดสอบหลังเรียน
ชุดการสอนที่ 1 เคลื่อนกลและชนิดของคลื่น
หน่วยที่ 1 โครงสร้างโลก
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง : แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อๆ ละ 1 คะแนน (เวลา 10 นาที)

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท X ทับหน้าข้อ ก, ข, ค หรือ ง ลงในกระดาษคำตอบ

-
1. ข้อใดกล่าวถูกต้องเมื่อเกิดคลื่นกล
 - ก. พลังงานถูกส่งผ่านไปพร้อมกับคลื่น
 - ข. คลื่นกลไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในตัวกลางที่ไม่มีอากาศหรือสุญญากาศ
 - ค. อนุภาคของตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่เลยขณะคลื่นเคลื่อนที่ผ่าน
 - ง. การสั่นของอนุภาคตัวกลาง ณ ตำแหน่งต่างๆ มีทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสมอ
 2. การเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางขณะคลื่นเคลื่อนที่ผ่านไปแล้วจะมีลักษณะตามข้อใด
 - ก. อนุภาคจะอยู่ตำแหน่งสมดุลเดิม
 - ข. อนุภาคจะสั่นกลับไป กลับมาซ้ำทางเดิม และเคลื่อนที่ตามคลื่นไป
 - ค. อนุภาคจะสั่นกลับไป กลับมาซ้ำทางเดิม แต่ไม่ได้เคลื่อนที่ตามคลื่นไป
 - ง. อนุภาคจะเคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวตั้ง โดยไม่ยอมถ่ายโอนพลังงานให้กับอนุภาคอื่นต่อไป
 3. ตัวอย่างของคลื่นกล คือข้อใด
 - จ. คลื่นวิทยุ และ คลื่นน้ำ
 - ก. คลื่นแสง และคลื่นในเส้นเชือก
 - ข. คลื่นเสียง และคลื่นแผ่นดินไหว
 - ค. คลื่นในสปริง และคลื่นความร้อน
 4. นักเรียนสองคนถือปลายลวดสปริง แล้วยืนห่างกันเท่ากับความยาวของลวดสปริง และลวดสปริงถูกวางบนพื้นราบเกลี้ยง ให้นักเรียนคนหนึ่งอัดปลายลวดสปริง เข้า- ออก ตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้บนลวดสปริงกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นในลวดสปริงจะมีการเคลื่อนที่สัมพันธ์กันอย่างไร
 - ก. ในทิศเดียวกัน
 - ข. ขนานกันไป
 - ค. ในทิศตั้งฉากกัน
 - ง. ในทิศตรงกันข้าม
 5. นักเรียนสองคนถือปลายเชือก แล้วยืนห่างกันเท่ากับความยาวของเส้นเชือก เมื่อนักเรียนคนหนึ่งสับปลายเส้นเชือก ขึ้น-ลง ตำแหน่งที่ทำเครื่องหมาย ไว้บนเส้นเชือก กับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือก เกิดการเคลื่อนที่สัมพันธ์กันอย่างไร

- ก. ในทิศเดียวกัน
 ข. ในทิศตั้งฉากกัน
 ค. ในทิศตรงกันข้าม
 ง. สรุบนั่นเองไม่ได้
6. คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางแตกต่างกันอย่างไร
 ก. คลื่นตามขวางทำให้อนุภาคตัวกลางเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
 ข. คลื่นตามยาวทำให้อนุภาคตัวกลางเคลื่อนที่ในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
 ค. อนุภาคตัวกลางมีการเคลื่อนที่ในทิศทางแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
 ง. อนุภาคตัวกลางมีการเคลื่อนที่ในแนวเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น
7. ข้อใดเป็นคลื่นตามขวางทั้งหมด
 ก. คลื่นวิทยุ และคลื่นในน้ำลึก
 ข. คลื่นทุติยภูมิและคลื่นในเส้นเชือก
 ค. คลื่นเสียงและคลื่นแผ่นดินไหว
 ง. คลื่นปฐมภูมิ และคลื่นในสปริง
8. คลื่นแผ่นดินไหว หรือ คลื่นไหวสะเทือน ซึ่งถือกำเนิดขึ้นภายใต้โลกของเรา จัดเป็นคลื่นประเภทใด
 ก. คลื่นตล
 ข. คลื่นกล
 ค. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
 ง. คลื่นตามยาว
9. คลื่นไหวสะเทือนเกิดขึ้นได้อย่างไร
 ก. การเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลก ทำให้เกิดความเครียดขึ้นในหิน หินอาจแตกและปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปคลื่น
 ข. การที่ภูเขาไฟระเบิดด้วยความรุนแรง และมีลาวาปะทุออกมา
 ค. การที่ทะเลมีแผ่นเปลือกโลกเกิดขึ้นใหม่ จะปลดปล่อยพลังงานออกมาเป็นคลื่นแผ่นดินไหว
 ง. ถูกทุกข้อ
10. คลื่นไหวสะเทือนจะมีการเดินทางในตัวกลางในข้อใดได้เร็วที่สุด
 ก. ของแข็ง
 ข. ของเหลว
 ค. แก๊ส
 ง. มีความเร็วเท่ากันทั้ง 3 ชนิด
11. คลื่นแผ่นดินไหวแบ่งออกเป็นกี่ชนิด อะไรบ้าง
 ก. 2 ชนิด คลื่น P และ คลื่น S
 ข. 2 ชนิด คลื่น P และ คลื่น T
 ค. 3 ชนิด คลื่น P W และ S
 ง. 3 ชนิด คลื่น P W และ T

12. ข้อใดกล่าวถึงคลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิได้ถูกต้อง
 - ก. เป็นคลื่นตามยาวและตามขวางตามลำดับ
 - ข. เป็นคลื่นดลและคลื่นต่อเนื่องตามลำดับ
 - ค. เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและคลื่นกลตามลำดับ
 - ง. เคลื่อนที่โดยไม่อาศัยตัวกลางและอาศัยตัวกลางตามลำดับ
13. คลื่นสึนามิ เมื่อ 26 ธันวาคม 2547 เกิดจากคลื่นชนิดใด
 - ก. คลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิ
 - ข. เกิดจากคลื่นน้ำและการขยายตัวของน้ำ
 - ค. คลื่นน้ำที่มีความเร็วมาก ความยาวคลื่นน้อย
 - ง. เกิดจากคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
14. เมื่อคลื่นปฐมภูมิ หรือ P-wave เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นหินจะเกิดเหตุการณ์ใดขึ้น
 - ก. ชั้นหินมีการเอียงเททำมุม
 - ข. เกิดส่วนอัดส่วนขยายของหินภายใต้โลก
 - ค. หินจะพังทลายลง
 - ง. หินไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ
15. คลื่นทุติยภูมิ หรือ S-wave มีคุณสมบัติสำคัญอย่างไร
 - ก. สามารถเคลื่อนที่ผ่านได้ทุกตัวกลางที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
 - ข. สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นหินได้เท่านั้น
 - ค. สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็งได้เท่านั้น
 - ง. ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวได้
16. เมื่อคลื่นทุติยภูมิและคลื่นปฐมภูมิ เดินทางมายังผิวโลก จะเกิดเหตุการณ์ใดขึ้น
 - ก. กลายเป็นคลื่นพื้นผิว
 - ข. กลายเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
 - ค. กลายเป็นคลื่นน้ำ
 - ง. กลายเป็นคลื่นยักษ์สึนามิ
17. แผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นภายใต้ น้ำ จะเกิดเหตุการณ์ใดขึ้น
 - ก. กลายเป็นคลื่นยักษ์ในมหาสมุทร หรือคลื่นสึนามิ
 - ข. ทำให้ทะเลมีน้ำเพิ่มมากขึ้น
 - ค. หมู่มากๆจมลงในมหาสมุทร
 - ง. ถูกทุกข้อ
18. การเคลื่อนที่ของเปลือกโลกตามแนวระหวางรอยต่อของแผ่นธรณีภาคมีการถ่ายโอนพลังงานศักย์ให้กับชั้นหินในรูปคลื่นอะไร
 - ก. คลื่นแสง
 - ข. คลื่นสั้นสะท้อน
 - ค. คลื่นไหวสะท้อน
 - ง. คลื่นแผ่นดินไหว

19. คลื่นไหวสะเทือนแบ่งออกได้กี่ชนิด อะไรบ้าง
- ก. 2 ชนิด คลื่นพื้นผิว และคลื่นใต้ผิว
 - ข. 2 ชนิด คลื่นปฐมภูมิ และ คลื่นทุติยภูมิ
 - ค. 2 ชนิด คลื่นในตัวกลาง และ คลื่นพื้นผิว
 - ง. 2 ชนิด คลื่นพื้นผิว และ คลื่นใต้มหาสมุทร
20. การกระทำของมนุษย์ที่ทำให้เกิดแผ่นดินไหวได้แก่
- ก. การก่อสร้างตึก อาคารจำนวนมาก
 - ข. การระเบิดพื้นที่เพื่อสำรวจหิน
 - ค. การสร้างเขื่อน
 - ง. ถูกทุกข้อ

**แบบบันทึกคะแนนหลังเรียน
ชุดการสอนที่ 1 คลื่นกลและชนิดของคลื่น**

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ถูกต้องตรงกับคำตอบ

| ข้อ | ตัวเลือก | | | | คะแนนที่ได้ | ผลการประเมิน | |
|----------------|----------|---|---|---|-------------|--------------|-------------|
| | ก | ข | ค | ง | | ผ่าน | ไม่ผ่าน |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | |
| 18 | | | | | | ลงชื่อ..... | ผู้ตรวจ |
| 19 | | | | | | (.....) | |
| 20 | | | | | |/..... |/..... |
| รวมคะแนนที่ได้ | | | | | | | |

ผลการทดสอบ

ทดสอบก่อนเรียนได้.....คะแนน

ทดสอบหลังเรียนได้.....คะแนน

ผลต่าง.....คะแนน



ชุดการสอน รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก
เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน

รายวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย

นางสาวฟาตีฮะห์ อุตสาหกรรม
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

โรงเรียนยะหาคีรยานุกูล

อำเภอยะหา จังหวัดยะลา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 15

กระทรวงศึกษาธิการ

ชุดย่อยที่ 2

จุดประสงค์การเรียนรู้

ชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ตรวจสอบสมบัติการสะท้อนและการหักเหของคลื่นแสงผ่านตัวกลางต่างๆ
2. วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับการศึกษาโครงสร้างโลกจากคลื่นไหวสะเทือน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สรุปหลักการสะท้อนและการหักเหของคลื่นได้
2. อธิบายความแตกต่างของคลื่นปฐมภูมิ และคลื่นทุติยภูมิได้
3. อธิบายเกี่ยวกับการศึกษาโครงสร้างโลกจากคลื่นไหวสะเทือนได้
4. อธิบายโครงสร้างของโลกและสร้างแบบจำลองของโลกได้

ส่วนประกอบของชุดการสอน

ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning
ชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก

ประกอบด้วย

1. คู่มือครู
2. คำชี้แจงนักเรียน
3. สิ่งที่ครูและนักเรียนต้องเตรียม
4. บทบาทของครูและนักเรียน
5. แบบทดสอบก่อนเรียนชุดการสอนที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างของโลก
6. เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนชุดการสอนที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างของโลก
7. บัตรที่ 1 บัตรคำสั่งชุดการสอนที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างของโลก
8. บัตรที่ 2 บัตรความรู้ชุดการสอนที่ 2 เรื่องคลื่นกับโครงสร้างของโลก
9. บัตรที่ 3 บัตรกิจกรรมชุดการสอนที่ 2 เรื่องคลื่นกับโครงสร้างของโลก
10. บัตรที่ 4 บัตรเฉลยกิจกรรมชุดการสอนที่ 2 เรื่องคลื่นกับโครงสร้างของโลก
11. บัตรที่ 5 บัตรคำถามชุดการสอนที่ 2 เรื่องคลื่นกับโครงสร้างของโลก
12. บัตรที่ 6 บัตรเฉลยคำถามชุดการสอนที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างของโลก
13. แบบทดสอบหลังเรียนชุดการสอนที่ 2 เรื่องคลื่นกับโครงสร้างของโลก
14. เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนชุดการสอนที่ 2 เรื่องคลื่นกับโครงสร้างของโลก
15. กระดาษคำตอบก่อนเรียนชุดการสอนที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างของโลก
16. กระดาษคำตอบหลังเรียน ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างของโลก

คู่มือครู
ประกอบชุดการสอนที่ 2
เรื่อง คลื่นและโครงสร้างโลก

คู่มือครูประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. คำชี้แจง
2. แผนการจัดการเรียนรู้
3. แบบประเมินที่เกี่ยวข้อง และแบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบหลังใช้ชุดการสอน

คำชี้แจงสำหรับครู

เมื่อครูผู้สอนได้นำชุดการสอน คลื่นกับโครงสร้างของโลก ชุดนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ควรปฏิบัติดังนี้

1. ครูควรศึกษาการใช้ชุดการสอน วิธีสอน และวิธีวัดผลประเมินผลในแต่ละชุดการสอนให้เข้าใจ
2. ครูควรค้นคว้าและอ่านเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม
3. ครูควรมีการเตรียมการสอนล่วงหน้า โดยเตรียมสถานที่ ตลอดจนสื่อสารการสอนต่างๆ ให้พร้อมก่อนที่จะใช้ชุดการสอน
4. ทำการทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนเพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนแต่ละคน
5. ก่อนสอน ถ้าเป็นเรียนครั้งแรก ให้ครูชี้แจงนักเรียนให้รู้เกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการใช้ชุดการสอน
6. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศชุดนี้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ การสอนให้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้
 - 6.1 ขั้นทดสอบก่อนเรียน
 - 6.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
 - 6.3 ขั้นกิจกรรมการเรียน
 - 6.4 ขั้นสรุปบทเรียน
 - 6.5 ขั้นประเมินผลการเรียน
7. ขณะปฏิบัติกิจกรรมครูพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือได้ทันที และควรแนะนำนักเรียนอย่างใกล้ชิด
8. เมื่อนักเรียนทำชุดการสอนเสร็จ ให้ช่วยกันตรวจคำตอบจากแบบเฉลย
9. ให้นักเรียนซักถามเนื้อหาที่ไม่เข้าใจแล้วครูอธิบายเพิ่มเติม
10. ทดสอบความรู้ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน
11. ใช้เป็นชุดการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้และซ่อมเสริมความรู้ด้วยตนเอง
12. ควรใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนในแต่ละบทตามเวลาที่กำหนด
13. เวลาที่ใช้ในการเรียนชุดการสอน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

| | | |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| รายวิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ | รหัสวิชา ว31104 | กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ |
| โรงเรียนยะหาศรียานุกูล | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 | ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 | เรื่อง โครงสร้างโลก | เวลา 3 ชั่วโมง |
| ผู้สอน นางสาวฟาติฮะห์ อุตสาห์ราชการ | | |

มาตรฐาน ว ๖. ๑ เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระการเรียนรู้

1. การสะท้อนและการหักเหของคลื่น
2. คลื่นไหวสะเทือนกับการแบ่งโครงสร้างโลก

สาระสำคัญ

1. การสะท้อนของคลื่นเป็นปรากฏการณ์ที่สำคัญประการหนึ่งของคลื่น จะเกิดขึ้นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวาง โดยคลื่นที่เคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางเรียกว่า คลื่นตกกระทบ และคลื่นที่สะท้อนออกมาเรียกว่าคลื่นสะท้อน
2. การหักเห เป็นสมบัติของคลื่น เกิดขึ้นเมื่อคลื่นเดินทางจากตัวกลางหนึ่ง ไปยังอีกตัวกลางหนึ่งที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ซึ่งเป็นต้นเหตุให้อัตราเร็วคลื่นเกิดการเปลี่ยนแปลงไป
3. การสำรวจโครงสร้างของโลกทำได้โดยการศึกษาจากคลื่นไหวสะเทือน โดยส่งคลื่นไหวสะเทือน P-wave และ S-wave ลงไปแล้วส่งสัญญาณสะท้อนกลับขึ้นมาบนผิวโลก
4. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นไหวสะเทือนนั้นขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของชั้นหินที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน ผลของการเปลี่ยนแปลงความเร็วคลื่นทำให้เกิดการสะท้อนและการหักเหของคลื่นบริเวณรอยต่อของชั้นหินแต่ละชั้น
5. การตรวจวัดคลื่นไหวสะเทือนทำให้นักวิทยาศาสตร์ทราบว่าโครงสร้างภายในของโลกแสดงลักษณะเป็นชั้น แต่ละชั้นมีสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน คือ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มีโซสเฟียร์ แก่นโลกชั้นนอกและแก่นโลกชั้นใน
6. นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งโครงสร้างโลกจากการศึกษาส่วนประกอบทางกายภาพ และทางเคมีของหิน รวมทั้งสารต่างๆ ที่อยู่ภายในโลก โดยแบ่งออกเป็น ชั้นเปลือกโลก ชั้นเนื้อโลก และชั้นแก่นโลก ซึ่งในแต่ละชั้นมีลักษณะและองค์ประกอบต่างกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายหลักการหักเหและสะท้อนของคลื่นได้
2. ทดลองและอธิบายการเคลื่อนที่ของคลื่นในตัวกลางที่แตกต่างกันได้
3. วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับการสำรวจโครงสร้างโลกจากคลื่นไหวสะเทือนได้
4. อธิบายโครงสร้างของโลกได้

คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. ชื่อสัตย์ สุจริต
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. มุ่งมั่นในการทำงาน
5. มีจิตสาธารณะ

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ทดสอบก่อนเรียน

1. ครูแจกแบบทดสอบก่อนเรียนให้นักเรียนทุกคนทำ
2. เมื่อครบกำหนดเวลาให้ครูเก็บแบบทดสอบจากนักเรียน

ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับคลื่นไหวสะเทือน คลื่นปฐมภูมิ คลื่นทุติยภูมิ โดยสุ่มถามนักเรียนให้ตอบเป็นรายบุคคล ให้นักเรียนตอบ
2. ครูตั้งคำถามว่า “นักเรียนคิดว่าโครงสร้างภายในโลกเป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่?” ให้นักเรียนตอบคำถาม (เป็นเนื้อเดียวกัน, ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน)
3. ครูตั้งคำถามอีกครั้งว่า “นักเรียนคิดว่าเราจะสามารถสำรวจโครงสร้างของโลกได้อย่างไร” ให้นักเรียนตอบคำถาม (การขุดเจาะ, การพิจารณาคลื่นไหวสะเทือนที่กลับขึ้นมาบนผิวโลก)
4. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่า นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อการสำรวจโครงสร้างโลกจากชุดการสอน โดยครูจะเป็นผู้คอยแนะนำให้นักเรียนทำกิจกรรม
5. ครูชี้แจงให้นักเรียนรู้เกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการใช้ชุดการสอน

ขั้นที่ 3 กิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนทำกิจกรรมและศึกษาชุดการสอนชุดที่ 2

ขั้นที่ 4 สรุปบทเรียน

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมในโดยใช้สื่อ power point
2. ให้นักเรียนสรุปความรู้ลงในสมุด

ขั้นที่ 5 ประเมินผลการเรียน

1. นักเรียนตอบคำถามในใบงาน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างโลก
2. ใบงาน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือนกับโครงสร้างโลก
3. สื่อ Power point เรื่อง คลื่นไหวสะเทือนกับโครงสร้างโลก
4. Flash เรื่อง โครงสร้างของโลก

การวัดและประเมินผล

| วิธีการวัดและประเมินผล | เครื่องมือ | เกณฑ์การวัดและประเมินผล |
|--|-------------------------------------|--|
| การตรวจผลงาน | | |
| 1. การทำใบงาน | 1. บัตรกิจกรรม ใบงาน | 1. นักเรียนทำใบงาน ถูกต้อง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 |
| 2. การทำแบบทดสอบ | 2. แบบทดสอบ | 2. นักเรียนทำแบบทดสอบ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 |
| การสังเกต | | |
| 3. ประเมินการมีคุณธรรม และ จริยธรรมที่นักเรียน แสดงออกขณะเรียน | 3. แบบประเมิน คุณธรรมและจริยธรรม | 3. แสดงพฤติกรรมที่บ่งบอก ถึงการมีคุณธรรมและ จริยธรรมผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 |

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาการสอน

.....

.....

.....

3. วิธีแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวฟาติฮะห์ อุตสาหกรรม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แบบวัดคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม
สังเกตพฤติกรรม/ผลการทำงานตามกิจกรรม/ใบงานประกอบการพิจารณา

คำชี้แจง: ให้ผู้ประเมินใส่ตัวเลขระดับคุณภาพในช่องของแต่ละกลุ่ม

| ข้อ | รายการประเมิน | กลุ่ม 1 | กลุ่ม 2 | กลุ่ม 3 | กลุ่ม 4 | กลุ่ม 5 | กลุ่ม 6 |
|------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | มีความสนใจใฝ่รู้ | | | | | | |
| 2 | มีความซื่อสัตย์ | | | | | | |
| 3 | มีความอดทนและมุ่งมั่น ปฏิบัติงานด้วยความเต็มใจ | | | | | | |
| 4 | กล้าแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น | | | | | | |
| 5 | มีน้ำใจเอื้อเฟื้อ ช่วยเหลือผู้อื่น | | | | | | |
| 6 | ทำงานอย่างมีระบบ | | | | | | |
| สรุปผลการประเมิน | | | | | | | |

ระดับคุณภาพ 3= ดีมาก 2= พอใจ 1= ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (นางสาวฟาตีฮะห์ อุตสาหกรรม)

คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

1. ชุดการสอน เรื่อง คลื่นไหวสะเทือน โดยรูปแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีส่วนประกอบดังนี้
 - 1.1 แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างของโลก
 - 1.2 บัตรที่ 1 บัตรคำสั่ง (สำหรับประธาน) ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างของโลก
 - 1.3 บัตรที่ 2 บัตรความรู้ ชุดการสอนที่ 2 เรื่องคลื่นกับโครงสร้างของโลก
 - 1.4 บัตรที่ 3 บัตรกิจกรรม คลื่นกับโครงสร้างของโลก
 - 1.5 บัตรที่ 4 บัตรเฉลยกิจกรรมคลื่นกับโครงสร้างของโลก
 - 1.6 บัตรที่ 5 บัตรคำถามชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก
 - 1.7 บัตรที่ 6 เฉลยบัตรคำถามชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก
 - 1.8 กระดาษคำตอบก่อนเรียน ชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก
 - 1.9 กระดาษคำตอบหลังเรียน ชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก
2. ชุดการสอนนี้เป็นชุดที่ 2 เรื่อง คลื่นกับโครงสร้างโลก
3. การทำชุดการสอนแต่ละชุดให้ปฏิบัติดังนี้
 - 3.1 ศึกษาเนื้อหาพร้อมตัวอย่าง ประกอบให้เข้าใจหากไม่เข้าใจไปขอคำแนะนำจากครูก่อนจะทำชุดการสอน
 - 3.2 ทำชุดการสอนที่ละแบบฝึกให้เสร็จ แล้วจึงเปิดดูเฉลยชุดการสอน หากกิจกรรมใดนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ควรกลับไปศึกษา เนื้อหานั้นซ้ำอีกรอบหากยังไม่เข้าใจไปขอคำแนะนำจากครู

สิ่งที่ครูและนักเรียนต้องเตรียม

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. ครูตรวจวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีในชุดการสอนให้เรียบร้อยก่อนใช้ชุดการสอนทุกครั้ง
2. ครูควรเตรียมการสอนล่วงหน้า โดยเตรียมสถานที่ตลอดจนสื่อการสอนอุปกรณ์การทำกิจกรรมต่างๆ ให้พร้อม ก่อนใช้ชุดการสอน

สิ่งที่นักเรียนต้องเตรียม

1. สมุดบันทึกของนักเรียน
2. ปากกา ดินสอ
3. นาฬิกาจับเวลา

บทบาทของครูและนักเรียน

บทบาทของครู

1. แจกแบบทดสอบก่อนเรียนและสั่งให้นักเรียนทำแบบทดสอบลงในกระดาษคำตอบที่ครูแจกให้
2. ทำกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนโดยการการอภิปราย ตั้งคำถามแล้วให้นักเรียนตอบแสดงความคิดเห็น
3. แบ่งนักเรียนเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 6 คน คละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้ คือ เรียนเก่ง 2 คน ปานกลาง 2 คน และเรียนอ่อน 2 คน และเป็นกลุ่มตลอดการใช้ชุดการสอน
4. อธิบายให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มตามที่กำหนด
5. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมสรุปบทเรียน
6. แจกแบบทดสอบหลังเรียนให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
7. ตรวจกระดาษคำตอบก่อนเรียนและหลังเรียน
8. กรอกระดาษในแต่ละกลุ่มชุดการสอนและคะแนนทดสอบหลังเรียนลงในแบบประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอน
9. แจกคะแนนในชุดการสอนให้นักเรียนทราบทุกครั้ง เพื่อจะได้เป็นข้อมูลย้อนกลับในการปรับปรุงและพัฒนาผลการเรียนรู้
10. ครูควรสรุปผลการใช้ชุดการสอนทุกครั้ง ตลอดจนปัญหาและข้อเสนอแนะไว้ ด้วยหลังจากที่ได้ประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอนแล้ว

บทบาทของนักเรียน

ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงบทบาทดังต่อไปนี้

1. เมื่อแต่ละกลุ่มรับของชุดการสอนให้ตรวจสอบว่าสิ่งที่อยู่ในของชุดการสอน ครบถ้วนหรือไม่ โดยดูรายละเอียดจากคู่มือการใช้ชุดการสอน
2. อ่านบัตรคำสั่งให้ละเอียด แล้วลงมือปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนด
3. นักเรียนควรใช้ชุดการสอนอย่างระมัดระวัง ไม่ขีดเขียนสิ่งใดๆ ลงในชุดการสอน
4. การปฏิบัติกิจกรรมแต่ละกลุ่ม นักเรียนควรปฏิบัติตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด
5. ขณะปฏิบัติกิจกรรมหากมีข้อสงสัยให้ขอคำแนะนำจากครู
6. เมื่อหมดเวลา แต่ละกลุ่มเก็บอุปกรณ์ใส่ซองเดิมให้ถูกต้องและอุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรมเรียบร้อย ส่งคืนครู

แบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก
หน่วยที่ 1 โครงสร้างโลก
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

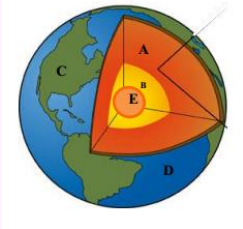
คำชี้แจง : แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อๆละ 1 คะแนน (เวลา 10 นาที)

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท X ทับหน้า ข้อ ก, ข, ค หรือ ง ลงในกระดาษคำตอบ

-
1. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นไหวสะเทือน (Seismic wave)
 - ก. เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นเมื่อชั้นหินในเปลือกโลกกระทบกัน
 - ข. เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนตัวของชั้นหินในเปลือกโลก
 - ค. เป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่
 - ง. เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นได้จากมนุษย์เป็นผู้สร้างเท่านั้น
 2. เมื่อเกิดแผ่นดินไหวจะเกิดคลื่นไหวสะเทือน 2 แบบ คือ
 - ก. คลื่นในตัวกลาง กับ คลื่นพื้นผิว
 - ข. คลื่นปฐมภูมิ กับ คลื่นทุติยภูมิ
 - ค. คลื่น P กับ คลื่น S
 - ง. ถูกทุกข้อ
 3. ข้อใดกล่าวถึงคลื่นปฐมภูมิ หรือ P-wave ได้ถูกต้อง
 - ก. เป็นคลื่นตามขวาง โดยอนุภาคของตัวกลางนั้นเกิดการเคลื่อนไหวแบบอัดขยายในแนวเดียวกับที่คลื่นส่งผ่านไป
 - ข. เป็นคลื่นตามยาว โดยอนุภาคของตัวกลางนั้นเกิดการเคลื่อนไหวแบบอัดขยายในแนวเดียวกับที่คลื่นส่งผ่านไป
 - ค. เป็นคลื่นตามขวาง โดยอนุภาคของตัวกลางเคลื่อนไหวตั้งฉากกับทิศทางที่คลื่นผ่าน มีทั้งแนวตั้งและแนวนอน
 - ง. เป็นคลื่นตามยาว โดยอนุภาคของตัวกลางเคลื่อนไหวตั้งฉากกับทิศทางที่คลื่นผ่าน มีทั้งแนวตั้งและแนวนอน
 4. คลื่นทุติยภูมิ หรือ S-wave สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางอะไรบ้าง
 - ก. ของแข็ง ของเหลว แก๊ส
 - ข. ของแข็ง ของเหลว
 - ค. ของเหลว แก๊ส
 - ง. ของแข็ง

5. คลื่นที่เมื่อเดินทางในตัวกลางแล้วเกิดการเคลื่อนไหวแบบอัดขยายในแนวเดียวกับคลื่นส่งผ่านไปคือ
 - ก. คลื่นปฐมภูมิ
 - ข. คลื่นทุติยภูมิ
 - ค. คลื่นตามขวาง
 - ง. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
6. มนุษย์สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างโลกภายในโลกได้อย่างไร
 - ก. หลุมเจาะ
 - ข. อาศัยคุณสมบัติของคลื่นไหวสะเทือน
 - ค. ภาพถ่ายทางอากาศ
 - ง. ภาพถ่ายดาวเทียม
7. อัตราเร็วและความสามารถในการเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางของคลื่นไหวสะเทือน จะขึ้นอยู่กับปัจจัยใด
 - ก. ความยืดหยุ่น และความหนาแน่นของวัสดุตัวกลางที่คลื่นผ่านระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน
 - ข. ความยืดหยุ่น และความลึกของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน
 - ค. ความลึก และความหนาแน่นของวัสดุตัวกลางที่คลื่นผ่านระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน
 - ง. ถูกทุกข้อ
8. เมื่อคลื่นไหวสะเทือนเดินทางผ่านชั้นหินแต่ละชั้นหินที่มีความหนาแน่นต่างกัน และเมื่อถึงรอยต่อของชั้นหินแต่ละชั้น จะทำให้เกิดเหตุการณ์ใดขึ้น
 - ก. ความเร็วของคลื่นเท่าเดิม ทำให้เกิดการหักเห
 - ข. ความเร็วของคลื่นเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการหักเห
 - ค. ความเร็วของคลื่นเท่าเดิม ทำให้เกิดการสะท้อน
 - ง. ความเร็วของคลื่นเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการหักเห และการสะท้อน
9. เพราะเหตุใดเมื่อคลื่นไหวสะเทือนเคลื่อนที่ออกจากศูนย์กลางแผ่นดินไหว จึงมีความเร็วและทิศทางเปลี่ยนแปลงไป
 - ก. เนื่องจากวัสดุภายในโลกมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน
 - ข. เนื่องจากวัสดุภายในโลกมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน และมีสถานะต่างกัน
 - ค. เนื่องจากวัสดุภายในโลกมีน้ำเป็นส่วนประกอบ
 - ง. เนื่องจากวัสดุภายในโลกมีสถานะต่างกัน
10. หากภายในโลกมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ คลื่นไหวสะเทือนที่เดินทางผ่านตัวกลางภายในโลกจะเป็นอย่างไร
 - ก. คลื่นไหวสะเทือนจะเดินทางกลับมาเป็นเส้นตรง
 - ข. คลื่นไหวสะเทือนจะเดินทางด้วยความเร็วแตกต่างกัน
 - ค. คลื่นไหวสะเทือนจะมีการหักเห
 - ง. ถูกทุกข้อ
11. สิ่งใดต่อไปนี้เป็นหลักฐานยืนยันว่าภายในโลกไม่ได้ประกอบด้วยวัสดุชนิดเดียวกันทั้งหมด
 - ก. คลื่นไหวสะเทือนเดินทางกลับเป็นเส้นตรง
 - ข. ที่ระดับลึกความเร็วของคลื่น P และ S จะเพิ่มขึ้น เพราะหินมีความหนาแน่นมาก
 - ค. คลื่นไหวสะเทือนไม่มีการสะท้อนและการหักเหกลับมา
 - ง. ถูกทุกข้อ

12. นักธรณีวิทยาแบ่งโครงสร้างภายในของโลกออกเป็น 5 ส่วน โดยพิจารณาอะไร
- จากระยะทางบนโลกไปถึงศูนย์กลางโลก
 - จากส่วนประกอบทางเคมีภายในโลก
 - จากความเร็วของคลื่น P-wave และ S-wave
 - จากการสำรวจสนามแม่เหล็กโลก
13. โมโฮโรวิค ศึกษาแผ่นดินไหว ค้นพบว่า คลื่นแรกที่เดินทางมาถึงเครื่องตรวจรับนั้นเดินทางเร็วกว่า 6 km/s สามารถให้ข้อมูลอะไรได้บ้าง
- มีชั้นหินที่มีความหนาแน่นมากกว่าเปลือกโลก
 - มีชั้นหินที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าเปลือกโลก
 - ภายใต้โลกมีโครงสร้างเป็นวัฏขชนิดเดียวกัน
 - ภายใต้โลกมีอุณหภูมิสูง
- จากรูปตอบคำถาม ข้อ 14-16



14. ข้อใดเรียงลำดับโครงสร้างโลกตามความหนาจากน้อยไปมาก
- A-B-C-D-E
 - A-B-E-C-D
 - C-D-E-B-A
 - D-C-E-B-A
15. ข้อใดเรียงลำดับตามอุณหภูมิจากมากไปน้อย
- A-B-C-D-E
 - A-B-E-C-D
 - C-D-E-B-A
 - D-C-E-B-A
16. เปลือกโลกมีส่วนประกอบตามข้อใด
- แผ่นพื้นทวีป และแผ่นมหาสมุทร
 - แผ่นดิน ภูเขา แม่น้ำ ถ้ำ
 - แผ่นดินส่วนที่อยู่ใต้ทะเล
 - เปลือกโลกเป็นพื้นดินที่ประกอบด้วยซิลิกา อะลูมินา และ แมกนีเซียม
17. ชั้นฐานธรณีภาค อยู่ตรงส่วนใดของโลก
- เปลือกโลก
 - เนื้อโลก
 - แก่นโลกชั้นนอก
 - แก่นโลกชั้นใน

18. ชั้นเนื้อโลกที่เป็นชั้นถัดลงมาจากชั้นเปลือกโลกมี ลักษณะสำคัญอย่างไร
- ก. เป็นของเหลวหนืดร้อนหลอมเหลวอยู่ภายใน
 - ข. เป็นของแข็งที่มีความร้อนและความหนาแน่นสูงมาก
 - ค. เป็นของแข็งและของเหลวหนืดประกอบด้วยซิลิเกต ของเหล็ก
 - ง. มีอุณหภูมิสูงกว่าชั้นอื่นๆ ทำให้สสารอยู่ในสภาพ ที่เป็นของเหลวร้อน
19. โครงสร้างโลกแบ่งตามลักษณะมวลสารได้ชั้นใหญ่ๆ 3 ชั้น คือ
- ก. ชั้นเปลือกโลก ใต้เปลือกโลก แก่นโลก
 - ข. ชั้นเปลือกโลก เนื้อโลก แก่นโลก
 - ค. ชั้นเปลือกโลก เนื้อโลก บนโลก
 - ง. ชั้นเปลือกโลก เนื้อโลก หินหนืด
20. ชั้นเนื้อโลกที่เป็นชั้นถัดลงมาจากชั้นเปลือกโลกมี ลักษณะสำคัญอย่างไร
- ก. เป็นของเหลวหนืดร้อนหลอมเหลวอยู่ภายใน
 - ข. เป็นของแข็งที่มีความร้อนและความหนาแน่นสูงมาก
 - ค. เป็นของแข็งและของเหลวหนืดประกอบด้วยซิลิเกต ของเหล็ก
 - ง. มีอุณหภูมิสูงกว่าชั้นอื่นๆ ทำให้สสารอยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวร้อน

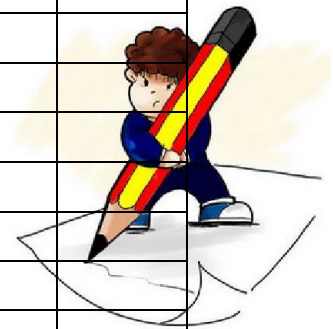
แบบบันทึกคะแนนก่อนเรียน
ชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....
วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ถูกต้องตรงกับคำตอบ

| ข้อ | ตัวเลือก | | | | คะแนนที่ได้ | ผลการประเมิน | |
|----------------|----------|---|---|---|-------------|--------------|---------|
| | ก | ข | ค | ง | | ผ่าน | ไม่ผ่าน |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| รวมคะแนนที่ได้ | | | | | | | |



ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

บัตรที่ 1
บัตรคำสั่งสำหรับประธานกลุ่ม

ให้ประธานกลุ่มอ่านบัตรคำสั่ง แล้วมอบหมายงาน
ให้สมาชิกปฏิบัติตามหน้าที่ที่กำหนดและเริ่มต้นศึกษา
ชุดการสอนจากบัตรที่ 2 ถึงบัตรที่ 6 ให้เป็นไปตามเวลา
ที่กำหนดในแต่ละกิจกรรม

บัตรที่ 1

บัตรคำสั่งสำหรับประธาน

ชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

(ใช้เวลา 10 นาที)

1. ให้ประธานกลุ่มมอบหมายหน้าที่ให้แก่สมาชิกในกลุ่มดังนี้
 - 1.1 ผู้ควบคุมเวลา ทำหน้าที่ รักษาเวลาในการทำกิจกรรมเพื่อให้เสร็จทันเวลาทุกกิจกรรม
 - 1.2 ผู้อ่าน ทำหน้าที่ อ่านข้อความในบัตรความรู้ บัตรกิจกรรม และบัตรคำถามอ่านคำสั่งให้สมาชิกในกลุ่มฟัง ประธานกลุ่มชี้แจงให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนเป็นผู้ฟังและร่วมอภิปราย
 - 1.3 ผู้จัดบันทึก ทำหน้าที่จัดบันทึกผลการทำกิจกรรมต่างๆ ของกลุ่ม
2. ประธานนำแบบทดสอบก่อนเรียนชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก ให้สมาชิกในกลุ่มได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเป็นรายบุคคล (ใช้เวลา 10 นาที)
3. ประธานนำบัตรที่ 2 บัตรความรู้ชุดการสอนที่ 2 เรื่องคลื่นกับโครงสร้างโลก มอบให้สมาชิกที่ทำหน้าที่อ่าน อ่านข้อความในบัตรความรู้ และชี้แจงให้สมาชิกที่เหลือฟัง ผู้จับเวลาทำหน้าที่จับเวลาไปด้วย เพื่อให้การทำกิจกรรมเป็นไปตามเวลาที่กำหนด สมาชิกที่ทำหน้าที่จัดบันทึก จัดเนื้อหา ประเด็นสำคัญ ไว้เพื่ออภิปรายหลังทำบัตรกิจกรรม (ใช้เวลา 20 นาที)
4. ประธานกลุ่มมอบบัตรที่ 3 บัตรกิจกรรมชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างโลก การทดลองเรื่อง การสะท้อนและการหักเหของคลื่นแสง ให้ผู้อ่าน อ่านรายละเอียดของกิจกรรมที่กำหนดให้สมาชิกทุกคน ได้ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมและอภิปรายแล้วจัดบันทึกผู้เขียนสรุปความรู้ลงในบัตรกิจกรรมตามความคิดเห็น และตามมติของกลุ่มในกิจกรรม การทดลองเรื่อง การสะท้อนและการหักเหของคลื่นแสง (ใช้เวลา 25 นาที) เสร็จแล้วตรวจคำตอบจากบัตรที่ 4 บัตรเฉลยกิจกรรม (ใช้เวลา 5 นาที)
5. ประธานกลุ่มแจกบัตรที่ 5 บัตรคำถามชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก ให้สมาชิกในกลุ่มได้ทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคล (ใช้เวลา 20 นาที) เสร็จแล้วตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยคำถาม (ใช้เวลา 5 นาที)
6. ประธานนำแบบทดสอบหลังเรียนชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก ให้สมาชิกในกลุ่มได้ทำเป็นรายบุคคล (ใช้เวลา 10 นาที) เสร็จแล้วตรวจคำตอบจากเฉลยแบบทดสอบ หลังเรียน (ใช้เวลา 5 นาที)
7. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับคลื่นกับโครงสร้างของโลก โดยให้นักเรียนดูจากสื่อ Flash ใช้เวลา (15 นาที) นักเรียนสรุปความรู้ลงในสมุด (ใช้เวลา 5 นาที)
8. เมื่อหมดเวลา เก็บอุปกรณ์ใส่คืนของเดิมให้ถูกต้องเรียบร้อยส่งคืนครู (ใช้เวลา 5 นาที)

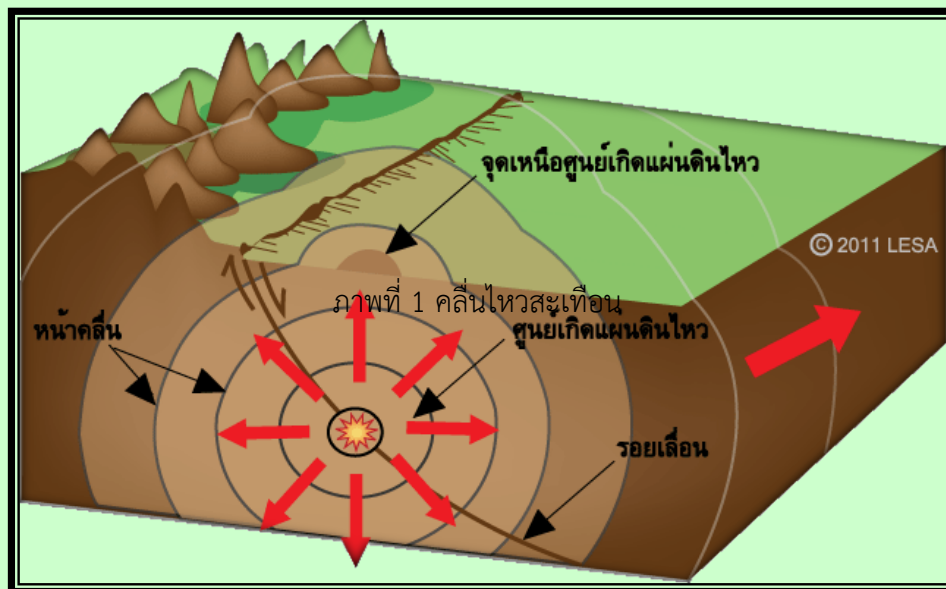
บัตรที่ 2 บัตรความรู้

ประธานกลุ่มมอบหมายให้ผู้อ่าน อ่านข้อความตามบัตรความรู้ สมาชิกที่เหลือตั้งใจฟัง ผู้จัดบันทึกจดบันทึกใจความสำคัญ โดยสรุปย่อ ไว้สำหรับอภิปรายร่วมกัน ผู้จับเวลาจับเวลาให้ เป็นไปตามที่กำหนด แล้วริเริ่มเรียนบัตรที่ 3 ต่อไป

บัตรความรู้
ชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก
หน่วยที่ 1 โครงสร้างโลก
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(ใช้เวลา 20 นาที)

คลื่นไหวสะเทือน (Seismic Waves)

แผ่นดินไหวเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนตัวของชั้นหินในเปลือกโลก เมื่อชั้นหินกระทบกันทำให้เกิดคลื่นไหวสะเทือน (Seismic waves) เราเรียกจุดกำเนิดของคลื่นไหวสะเทือนว่า "ศูนย์เกิดแผ่นดินไหว" (Focus) และเรียกตำแหน่งบนผิวโลกที่อยู่เหนือจุดกำเนิดของคลื่นแผ่นดินไหวว่า "จุดเหนือศูนย์เกิดแผ่นดินไหว" (Epicenter) ซึ่งมักจะใช้อ้างอิงด้วยพิกัดละติจูด/ลองจิจูด เมื่อเกิดแผ่นดินไหวจะเกิดคลื่นไหวสะเทือน 2 แบบ คือ คลื่นในตัวกลาง และคลื่นพื้นผิว

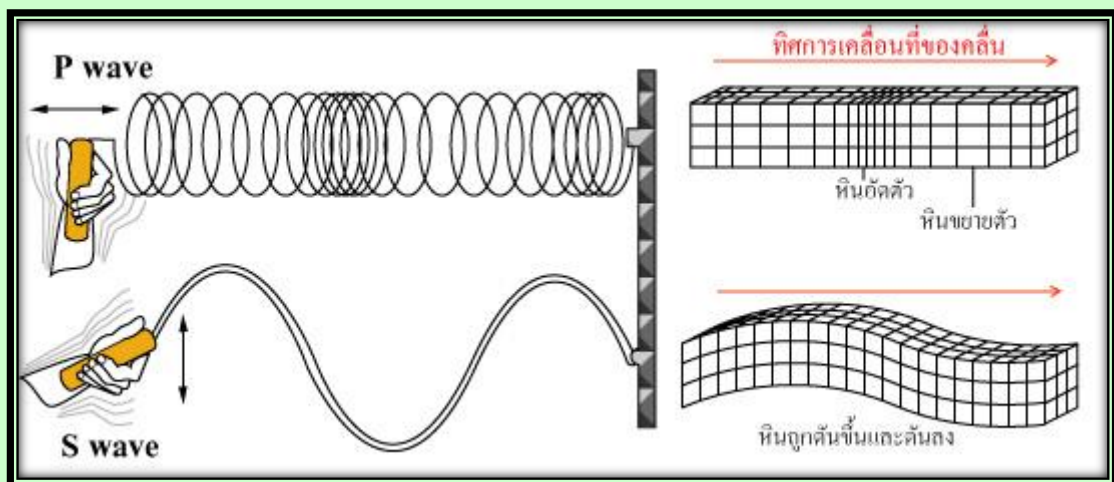


ภาพที่ 1 คลื่นไหวสะเทือน

คลื่นในตัวกลาง (Body wave)

คลื่นในตัวกลาง เดินทางจากศูนย์เกิดแผ่นดินไหว ผ่านเข้าไปในเนื้อโลกในทุกทิศทาง ในลักษณะเช่นเดียวกับคลื่นเสียงซึ่งเดินทางผ่านอากาศในทุกทิศทาง คลื่นในตัวกลางมี 2 ชนิด ได้แก่ คลื่นปฐมภูมิ (P wave) และ คลื่นทุติยภูมิ (S wave) ดังภาพที่ 2

- คลื่นปฐมภูมิ (P wave) เป็นคลื่นตามยาวที่เกิดจากความไหวสะเทือนในตัวกลาง โดยอนุภาคของตัวกลางนั้นเกิดการเคลื่อนไหวแบบอัดขยายในแนวเดียวกับที่คลื่นส่งผ่านไป คลื่นนี้สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เป็นคลื่นที่สถานีวัดแรงสั่นสะเทือนสามารถรับได้ก่อนชนิดอื่น โดยมีความเร็วประมาณ 6 – 7 กิโลเมตร/วินาที
- คลื่นทุติยภูมิ (S wave) เป็นคลื่นตามขวางที่เกิดจากความไหวสะเทือนในตัวกลางโดยอนุภาคของตัวกลางเคลื่อนไหวตั้งฉากกับทิศทางที่คลื่นผ่าน มีทั้งแนวตั้งและแนวนอน คลื่นชนิดนี้ผ่านได้เฉพาะตัวกลางที่เป็นของแข็งเท่านั้น ไม่สามารถเดินทางผ่านของเหลว คลื่นทุติยภูมิมีความเร็วประมาณ 3 – 4 กิโลเมตร/วินาที



ภาพที่ 2 คลื่น P wave และ S wave

คลื่นพื้นผิว (Surface wave) เดินทางจากจุดเหนือศูนย์กลางแผ่นดินไหว (Epicenter) ไปทางบนพื้นผิวโลก ในลักษณะเดียวกับการโยนหินลงไปในน้ำแล้วเกิดระลอกคลื่นบนผิวน้ำ คลื่นพื้นผิวเคลื่อนที่ช้ากว่าคลื่นในตัวกลาง คลื่นพื้นผิวมี 2 ชนิด คือ คลื่นเลิฟ (L wave) และคลื่นเรย์ลี (R wave)

ข้อควรจำ คลื่นในตัวกลาง (Body wave)

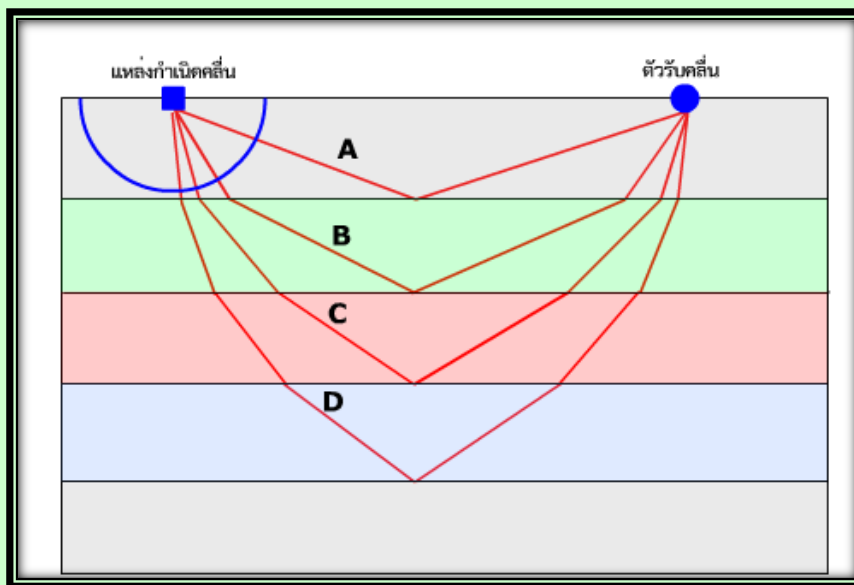
คลื่น P wave เป็นคลื่นตามยาว

คลื่น S wave เป็นคลื่นตามขวาง

การสำรวจโลกด้วยคลื่นไหวสะเทือน

เนื่องจากเราไม่สามารถเดินทางลงไปยังแกนโลกได้ และหินที่เกิดในระดับลึก (100-200 กิโลเมตร) ก็ไม่ค่อยพบเจอบนผิวโลกมากนัก ยิ่งไปกว่านั้นข้อมูลจากหลุมเจาะสำรวจก็ไม่ลึกพอที่จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างโลกภายในโลกได้ ดังนั้น จึงต้องอาศัยคุณสมบัติของ คลื่นไหวสะเทือน ซึ่งสามารถเดินทางลงไปโลก และสะท้อนกลับมายังผิวโลก (ส่งข้อมูลโครงสร้างภายในโลกกลับมาให้เราได้)

ในการศึกษาคลื่นไหวสะเทือนต้องอาศัยแหล่งกำเนิดคลื่น เช่น การระเบิด เพื่อสร้างให้คลื่นไหวสะเทือนเกิดการกระจายตัวออกไปทุกทิศทาง



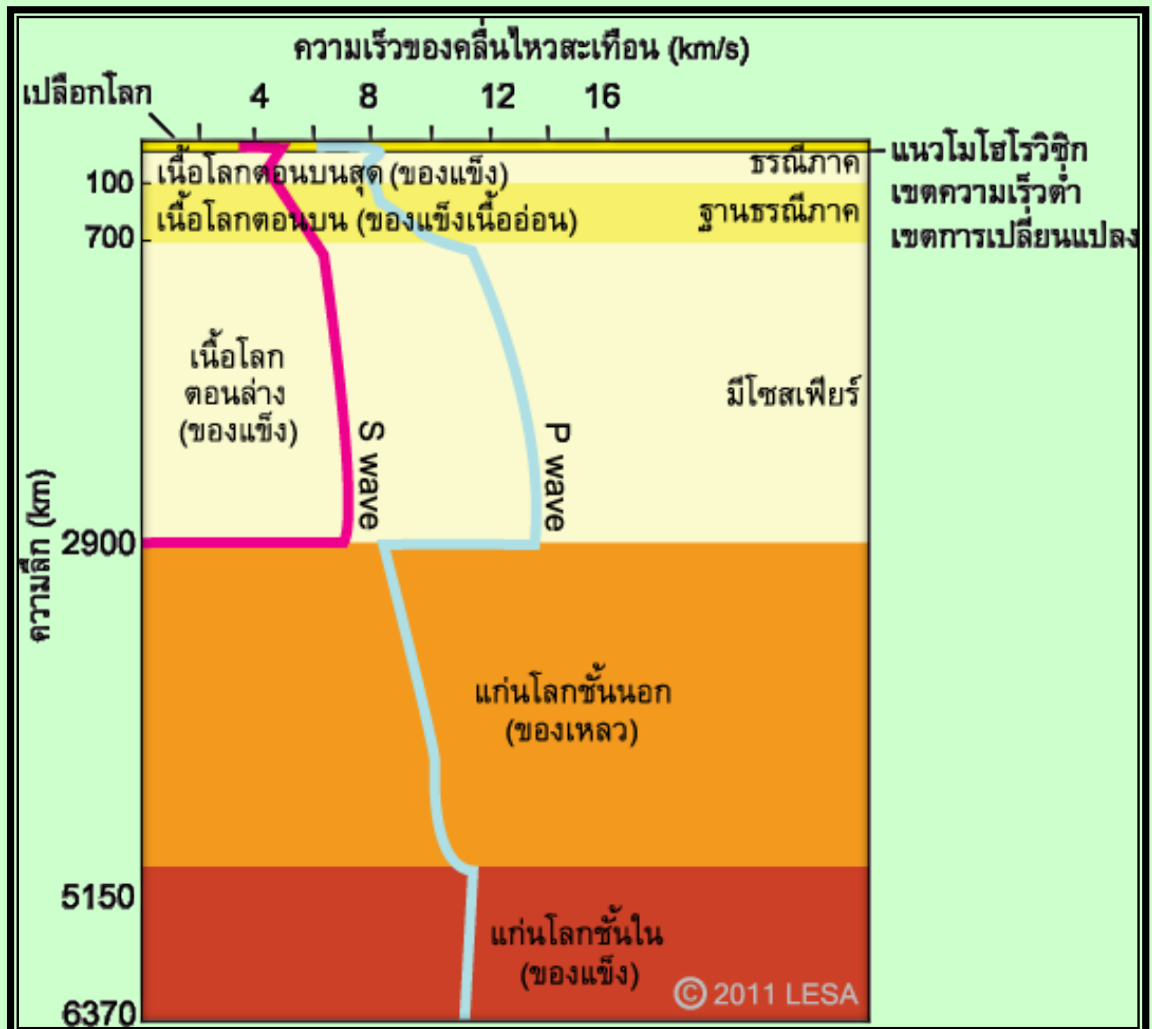
ภาพที่ 3 แสดงคลื่นไหวสะเทือนจากแหล่งกำเนิดเดินทางผ่านชั้นหินต่างๆ ไปยังตัวรับคลื่น

คลื่นที่สะท้อนกลับจะถูกบันทึกโดยตัวรับคลื่น (microphones) หลายๆตัว ความลึกของชั้นหินต่างๆ สามารถคำนวณได้จากเวลาที่คลื่นใช้เดินทางตั้งแต่ออกจากแหล่งกำเนิด ผ่านชั้นหิน แล้วสะท้อนกลับมายังตัวรับสัญญาณ

การสะท้อนและการหักเหของคลื่นไหวสะเทือนในเปลือกโลก

ความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นไหวสะเทือนนั้นขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของชั้นหินที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน ชั้นหินที่แสดงด้านบนนั้นมีความหนาแน่นแตกต่างกัน ดังนั้นความเร็วของคลื่นจึงเปลี่ยนแปลงเมื่อผ่านชั้นหินแต่ละชั้น ผลของการเปลี่ยนแปลงความเร็วคลื่นทำให้เกิดการสะท้อนและการหักเหของคลื่นบริเวณรอยต่อของชั้นหินแต่ละชั้น

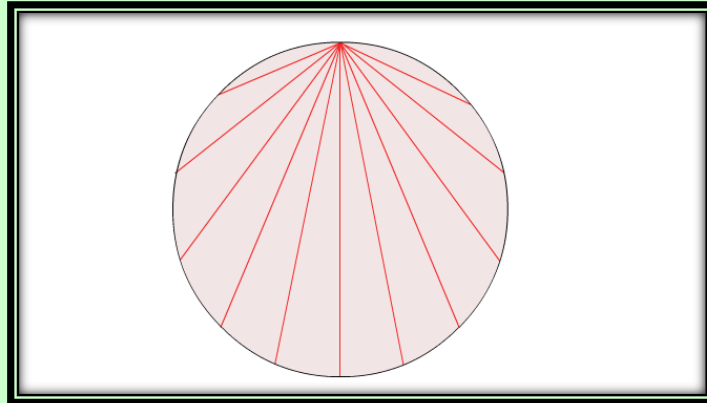
เมื่อคลื่นไหวสะเทือนเคลื่อนที่ออกจากศูนย์กลางการเกิดแผ่นดินไหวโดยรอบทุกทิศทางทุกทางภายในของโลก เนื่องจากวัสดุภายในโลกมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน และมีสถานะต่างกัน คลื่นปฐมภูมิ(P-wave)และคลื่นทุติยภูมิ(S-wave)จึงมีความเร็วและทิศทางที่เปลี่ยนแปลงไปดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โครงสร้างโลกแบ่งตามลักษณะทางกายภาพ

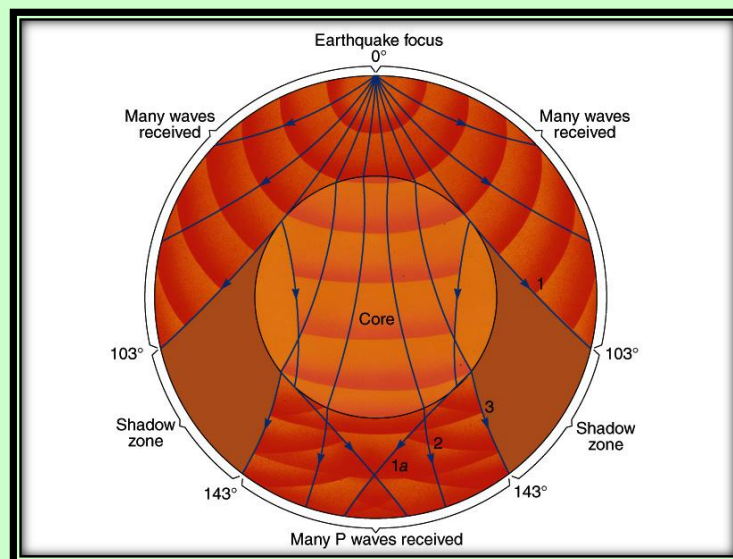
คลื่นไหวสะเทือนกับการค้นพบโครงสร้างโลก

คลื่นไหวสะเทือนพลังงานสูง สามารถเดินทางสู่ชั้นต่างๆ ภายในโลกและสะท้อนกลับขึ้นมาสู่ผิวโลกอีกครั้งได้ ถ้าหากโลกมีสมบัติเหมือนกันทุกส่วน หรืออีกนัยหนึ่งคือประกอบด้วยวัสดุชนิดเดียวกันที่มีความหนาแน่นเท่ากันทั้งหมดจากผิวโลกสู่แกนโลก คลื่นไหวสะเทือนจะเดินทางเป็นเส้นตรงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การเคลื่อนที่ของคลื่น P-wave และ S-wave ผ่านชั้นเนื้อโลกที่ประกอบด้วยวัสดุที่มีความหนาแน่นเท่ากัน

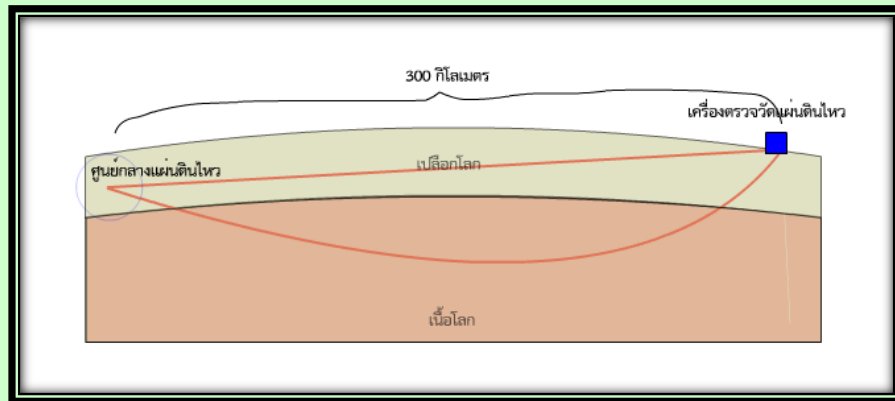
โลกไม่ได้ประกอบด้วยวัสดุชนิดเดียวกันทั้งหมด ความกดดันที่เพิ่มขึ้นตามความลึก ทำให้หินมีความหนาแน่นมากขึ้นในที่สุดส่งผลให้ความเร็วของคลื่นไหวสะเทือนทั้ง P-wave และ S-wave เพิ่มขึ้นด้วยและด้วยเหตุผลนี้คลื่นจึงเกิดการหักเหดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การเคลื่อนที่ของคลื่น P-wave และ S-wave ผ่านชั้นเนื้อโลกที่ประกอบด้วยวัสดุที่มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน

ชั้นเนื้อโลก (mantle)

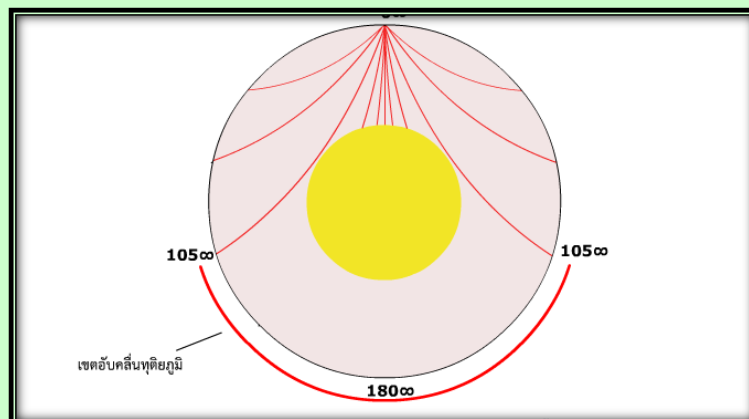
ในปี คศ. 1901 โมโฮโรวิชิก (Mohorovicic) ผู้ศึกษาแผ่นดินไหว ได้ค้นพบว่า คลื่นแรกที่ตรวจวัดได้นั้นไม่ได้เดินทางด้วยระยะทางที่สั้นที่สุด เขาสังเกตว่า คลื่นปฐมภูมิ (P-wave) ซึ่งเป็นคลื่นแรกที่เดินทางมาถึงเครื่องตรวจวัดที่ตั้งห่างจากศูนย์กลางแผ่นดินไหวกว่า 300 กิโลเมตร นั้น เดินทางด้วยความเร็วมากกว่า 6 กิโลเมตร/วินาที ซึ่งเป็นการเดินทางผ่านชั้นที่มีความหนาแน่นมากกว่าเปลือกโลก ซึ่งก็คือ ชั้นเนื้อโลก (mantle) รอยต่อระหว่างเปลือกโลกและเนื้อโลกจึงถูกเรียกว่า แนวแบ่งเขตโมโฮโรวิชิก (Mohorovic Discontinuity)



ภาพที่ 8 การเคลื่อนที่ของ P- wave ผ่านชั้นเนื้อโลก

ชั้นแก่นโลกชั้นนอก (outer core)

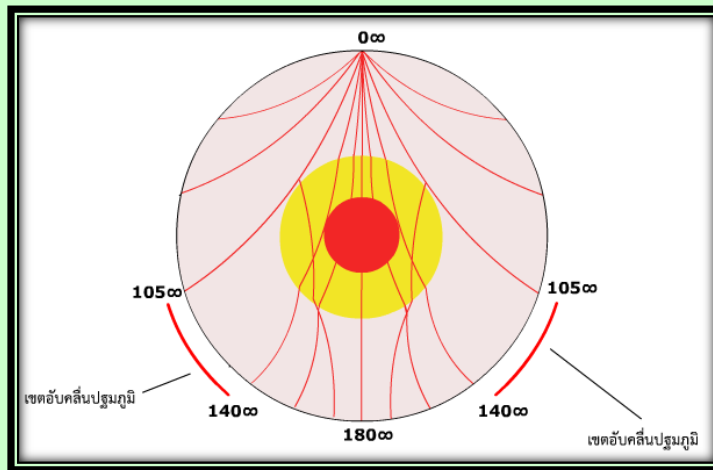
บริเวณอับคลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิ (P-wave และ S-wave shadow zone) เป็นตัวบ่งชี้ว่า แก่นโลกชั้นนอก (outer core) มีสถานะเป็นของเหลว แบบจำลองด้านบนอธิบายบริเวณอับคลื่นทุติยภูมิ (S-wave) ครึ่งวงกลมสีชมพูคือภาพตัดขวางของโลกในภาพที่ 9 จุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ที่ 0° คลื่นทุติยภูมิที่ถูกส่งผ่านออกมาจากแผ่นดินไหวจะถูกตรวจจับได้โดยเครื่องวัดความไหวสะเทือนที่ติดตั้งไว้บริเวณ $0^\circ - 105^\circ$ เท่านั้น ทั้งนี้เพราะคลื่นทุติยภูมิ ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านของเหลวได้ ซึ่งคลื่นทุติยภูมิในแนว $105^\circ - 108^\circ$ จะหยุดเมื่อเดินทางถึงแก่นโลกชั้นนอก ระยะทางจากผิวโลกถึงรอยต่อระหว่างเนื้อโลกและแก่นโลก คือ 2,900 กิโลเมตร ซึ่งได้จากการคำนวณขนาดของบริเวณอับคลื่นทุติยภูมิ



ภาพที่ 9 การเคลื่อนที่ของคลื่นทุติยภูมิ (S- wave) ที่ไม่ผ่านชั้นแก่นโลกชั้นนอก

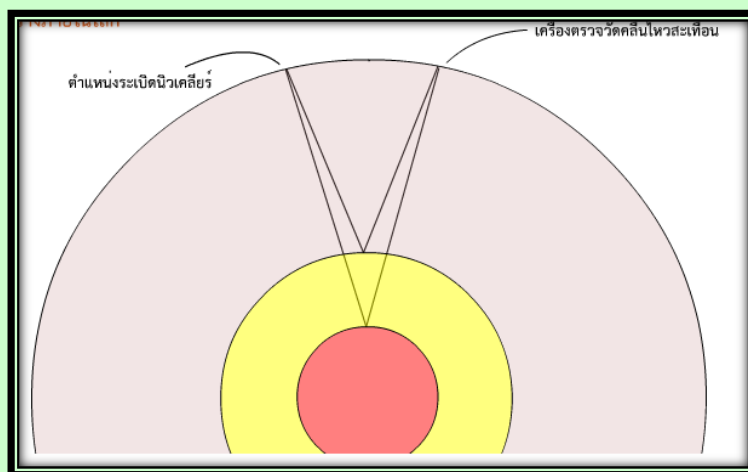
ชั้นแก่นโลกชั้นใน (inner core)

ในขณะที่คลื่นปฐมภูมิ (P-wave) สามารถเคลื่อนที่ผ่านของเหลวได้ แต่จะมีการหักเหที่รอยต่อระหว่างสองบริเวณที่ต่างกัน ทั้งระหว่างชั้นเนื้อโลกกับแก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นนอกกับ แก่นโลกชั้นใน (inner core) เนื่องจากการหักเหของคลื่นปฐมภูมิเมื่อเคลื่อนที่ผ่านแก่นโลกนี้เองที่ทำให้เกิดบริเวณอับคลื่นปฐมภูมิ ระหว่าง $105^{\circ} - 140^{\circ}$ อย่างไรก็ตามสังเกตว่า คลื่นปฐมภูมิสามารถเดินทางมาถึงเครื่องวัดความไหวสะเทือนที่อยู่ระหว่าง $140^{\circ} - 180^{\circ}$ ได้ ในขณะที่คลื่นทุติยภูมิไม่สามารถทำได้



ภาพที่ 10 การเคลื่อนที่ของ p-wave ผ่านชั้นแก่นโลก

ขนาดของแก่นโลกชั้นนอกคำนวณได้จากขนาดของบริเวณอับคลื่นปฐมภูมิ และ คลื่นทุติยภูมิหลักการหาขนาดชั้นโลกส่วนนี้ คือ การวัดระยะเวลาเดินทางของคลื่นปฐมภูมิจากจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว ไปสะท้อนกลับ ณ รอยต่อ ระหว่างแก่นโลกชั้นนอก กับแก่นโลกชั้นใน แล้วเดินทางกลับสู่พื้นผิวโลกอีกครั้ง ซึ่งได้ขนาดรัศมีของแก่นโลกชั้นในคือ 1,216 กิโลเมตร



ภาพที่ 11 การเคลื่อนที่ของคลื่นปฐมภูมิ (P-wave) ที่รอยต่อแก่นโลกชั้นนอกและแก่นโลกชั้นใน

คลื่นไหวสะเทือนกับการแบ่งโครงสร้างโลก

ผลจากการตรวจวัดคลื่นไหวสะเทือนทำให้นักวิทยาศาสตร์ทราบว่าโครงสร้างภายในของโลกแสดงลักษณะเป็นชั้น แต่ละชั้นมีสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน คือ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มีโซสเฟียร์ แก่นโลก ชั้นนอกและแก่นโลกชั้นใน

1. **ธรณีภาค (lithosphere)** เป็นชั้นนอกสุดของโลก พบว่าคลื่น P และคลื่น S จะเคลื่อนที่ผ่านธรณีภาคด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วง 6.4 - 8.4 กิโลเมตรต่อวินาที และ 3.7 - 4.8 กิโลเมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยทั่วไปชั้นนี้มีความลึกประมาณ 100 กิโลเมตร จากผิวโลก ประกอบด้วยหินที่มีสมบัติเป็นของแข็ง

2. **ฐานธรณีภาค (asthenosphere)** เป็นบริเวณที่คลื่นไหวสะเทือนมีความเร็วไม่สม่ำเสมอ แบ่งออกได้เป็น 2 บริเวณ คือ

2.1 เขตที่คลื่นไหวสะเทือนมีความเร็วลดลง (low velocity zone) เป็นบริเวณที่คลื่นไหวสะเทือน P และ S มีความเร็วลดลง เกิดขึ้นในระดับความลึกประมาณ 100 - 400 กิโลเมตร จากผิวโลก และเนื่องจากบริเวณนี้ประกอบด้วยหินที่มีสมบัติเป็นพลาสติก (อุณหภูมิและความดันบริเวณนี้ทำให้แร่ส่วนใหญ่ที่อยู่ในหินเกิดการหลอมตัว มีอุณหภูมิใกล้จุดหลอมเหลวทำให้มีสภาวะอ่อนตัว) และวางตัวอยู่ส่วนล่างของธรณีภาค

2.2 เขตที่มีการเปลี่ยนแปลง (transitional zone) เป็นบริเวณที่คลื่นไหวสะเทือนมีความเร็วเพิ่มขึ้นในอัตราที่ไม่สม่ำเสมอ เกิดขึ้นในระดับความลึกประมาณ 400 - 660 กิโลเมตร จากผิวโลก เนื่องจากหินบริเวณส่วนล่างของฐานธรณีภาคเป็นของแข็งที่แกร่ง และมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแร่

3. **มีโซสเฟียร์ (mesosphere)** เป็นชั้นที่อยู่ใต้ฐานธรณีภาค และเป็นบริเวณที่คลื่นไหวสะเทือนมีความเร็วเพิ่มขึ้นสม่ำเสมอ เนื่องจากหิน หรือสาร บริเวณส่วนล่างของมีโซสเฟียร์มีสถานะเป็นของแข็ง มีความลึกประมาณ 660-2,900 กิโลเมตร จากผิวโลก

4. **แก่นโลกชั้นนอกและแก่นโลกชั้นใน**

4.1 แก่นโลกชั้นนอก (outer core) เป็นชั้นที่อยู่ใต้มีโซสเฟียร์มีความลึกประมาณ 2,900-5,140 กิโลเมตร จากผิวโลก คลื่น P มีความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในขณะที่คลื่น S ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านชั้นดังกล่าวได้

4.2 แก่นโลกชั้นใน (inter core) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 5,140 กิโลเมตร จนถึงจุดศูนย์กลางของโลก คลื่น P และ S มีอัตราเร็วค่อนข้างคงที่ เนื่องจากแก่นโลกชั้นในเป็นของแข็งที่มีเนื้อเดียวกัน

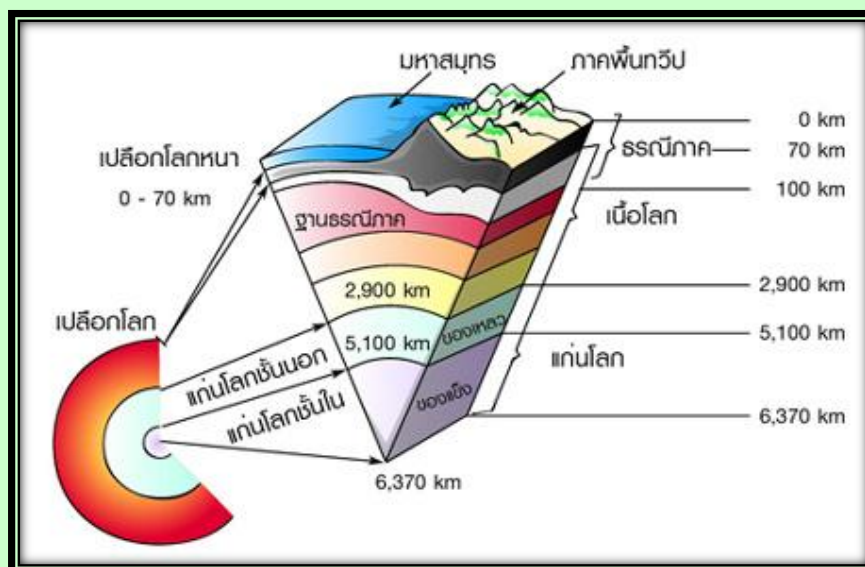
นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นนักวิทยาศาสตร์ยังได้แบ่งโครงสร้างโลกจากการศึกษาส่วนประกอบทางกายภาพและทางเคมีของหิน รวมทั้งสารต่างๆ ที่อยู่ภายในโลก โดยแบ่งออกเป็น ชั้นเปลือกโลก ชั้นเนื้อโลก และชั้นแก่นโลก ซึ่งในแต่ละชั้นมีลักษณะและองค์ประกอบต่างกัน

การแบ่งโครงสร้างโลกจากการศึกษาส่วนประกอบทางกายภาพ และทางเคมีของหิน รวมทั้งสารต่างๆ ที่อยู่ภายในโลก

1. ชั้นเปลือกโลก (Crust) เป็นเสมือนผิวด้านนอกที่ปกคลุมโลก แบ่งออกได้เป็น 2 บริเวณ คือเปลือกโลกภาคพื้นทวีป หมายถึง ส่วนที่เป็นแผ่นดินทั้งหมด ประกอบด้วยธาตุซิลิคอน (Si) และอะลูมิเนียม (Al) เป็นส่วนใหญ่ และเปลือกโลกใต้มหาสมุทร หมายถึงเปลือกโลกส่วนที่ถูกปกคลุมด้วยน้ำ ประกอบด้วยธาตุซิลิคอน (Si) และแมกนีเซียม (Mg) เป็นส่วนใหญ่ มีความลึกตั้งแต่ 5 กิโลเมตร ในส่วนที่อยู่ใต้มหาสมุทรไปจนถึง 70 กิโลเมตร ในบริเวณที่อยู่ใต้เทือกเขาสูงใหญ่

2. ชั้นเนื้อโลก (Mantle) เป็นชั้นที่อยู่ถัดลงไปจากชั้นเปลือกโลก ส่วนมากเป็นของแข็ง มีความลึกประมาณ 2,900 กิโลเมตร นับจากฐานล่างสุดของเปลือกโลกจนถึงตอนบนของแก่นโลก ชั้นเนื้อโลกส่วนบนเป็นหินที่เย็นตัวแล้ว และบางส่วนมีรอยแตกเนื่องจากความเปราะ ชั้นเนื้อโลกส่วนบนกับชั้นเปลือกโลก รวมตัวกันเรียกว่า “ธรณีภาค” (Lithosphere) ซึ่งมาจากรากศัพท์ภาษากรีก แปลว่าชั้นหิน ชั้นธรณีภาคมีความหนาประมาณ 100 กิโลเมตรนับจากผิวโลกลงไปชั้นเนื้อโลกถัดลงไปที่มีความลึก 100 – 350 กิโลเมตร เรียกว่าชั้นฐานธรณีภาค (Asthenosphere) เป็นชั้นของหินหลอมละลายร้อนหรือ หินหนืดที่เรียกว่า แมกมา (magma) ซึ่งหมุนวนอยู่ภายในโลกอย่างช้า ๆ ชั้นเนื้อโลกที่อยู่ถัดลงไปอีกเป็นชั้นล่างสุดอยู่ที่ความลึกตั้งแต่ 350 – 2,900 กิโลเมตร เป็นชั้นที่เป็นของแข็งร้อนแต่แน่นและหนักกว่า ตอนบนมีอุณหภูมิสูง ตั้งแต่ประมาณ 2,250 – 4,500 °C

3. ชั้นแก่นโลก (Core) อยู่ในระดับความลึกจากผิวโลกประมาณ 2,900 กิโลเมตร ลงไป แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ แก่นโลกชั้นนอกมีความหนาตั้งแต่ 2,900 – 5,100 กิโลเมตร เชื่อกันว่าชั้นนี้ประกอบด้วยสารเหลวของโลหะเหล็กและนิกเกิลเป็นส่วนใหญ่และมีความร้อนสูงมาก ต่อเนื่องจากแก่นโลกชั้นนอกลงไปเป็นแก่นโลกชั้นนอกแต่อยู่ในสภาพของแข็งเนื่องจาก มีความดันและอุณหภูมิสูงมาก อาจสูงถึง 6,000 °C จะเห็นได้ว่าชั้นต่างๆ ของโลกมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกันทั้งทางด้านกายภาพและส่วนประกอบทางเคมี โครงสร้างและส่วนประกอบภายในของโลกดังกล่าว เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เรียกว่าแผ่นดินไหว และภูเขาไฟระเบิด



ภาพที่ 12 การแบ่งโครงสร้างโลกตามลักษณะทางกายภาพ

บัตรที่ 3 บัตรกิจกรรม

ประธานกลุ่มนำสมาชิกปฏิบัติกิจกรรมตามคำชี้แจงในบัตร
กิจกรรม ทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน
สรุปความรู้ตามมติของสมาชิกในกลุ่ม บันทึกลงในบัตร
กิจกรรมทุกกิจกรรม

บัตรกิจกรรม

ชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

(ใช้เวลา 30 นาที)

จุดประสงค์ : เพื่อศึกษา การสะท้อนและการหักเหของคลื่นแสง

ตอนที่ 1 การทดลองเรื่อง การสะท้อนของคลื่นแสง

วัสดุอุปกรณ์

1. เลเซอร์ 1 อัน
2. กระจกเงาราบ 1 บาน
3. แท่งพลาสติก 1 อัน
4. ดินสอ 1 แท่ง
5. ไม้บรรทัด 1 อัน
6. ครึ่งวงกลม 1 อัน
7. ดินน้ำมัน 1 ก้อน

วิธีการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียน 1 คน นำกระจกเงาราบ มาตั้งบนครึ่งวงกลม ในช่องรูปการสะท้อนของแสงตามตารางบันทึกผลการทดลอง
2. ลากเส้นตรงแทนแนวขอบของกระจก
3. ลากเส้นตั้งฉากกับแนวขอบของกระจก (เส้นแนวฉาก)
4. จัดให้ลำแสงเลเซอร์ตกกระทบบนกระจก ณ ตำแหน่งจุดตัดของเส้นแนวฉากกับขอบกระจก ทำมุม 30°C กับเส้นแนวฉาก (มุมตกกระทบบน)
5. ลากเส้นตรงตามแนวเลเซอร์ไปยังกระจก (รังสีตกกระทบบน) และลากเส้นตรง ตามแนวสะท้อนของแสงเลเซอร์ออกจากกระจก (รังสีสะท้อน)
6. วัดระหว่างรังสีสะท้อนกับเส้นแนวฉาก (มุมสะท้อน)
7. ทำการทดลองซ้ำข้อ 4-6 แต่เปลี่ยนมุมตกกระทบบนเป็น 45°C และ 60°C ตามลำดับ บันทึกผลลงในตาราง

ตอนที่ 2 การทดลองเรื่อง การหักเหของคลื่นแสง

วิธีการทำกิจกรรม 2.1

1. วางแท่งพลาสติกสี่เหลี่ยมผืนผ้าหน้าลำแสงเลเซอร์โดยให้ด้านขนานทับกับกระดาษขาว จัดลำแสงให้ทำมุมตกกระทบบน 30 องศา ที่ผิวด้านข้างของแท่งพลาสติก
2. ลากเส้นดินสอตามขอบแท่งพลาสติกทั้งสี่ด้านบนกระดาษขาว ลากรังสีตกกระทบบนและรังสีหักเหในแท่งพลาสติกซึ่งเป็นรังสีตกกระทบบนในแท่งพลาสติกที่ผิวอีกด้านหนึ่งของแท่งพลาสติก และรังสีหักเหในอากาศ
3. วัดมุมตกกระทบบน (θ_1) แล้ววัดมุมหักเห (θ_2) ในแท่งพลาสติก มุมตกกระทบบน (θ_3) ในแท่งพลาสติก และ มุมหักเห (θ_4) ในอากาศ บันทึกผลลงในตาราง
4. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนมุมตกกระทบบนเป็น 45°C และ 60°C ตามลำดับ บันทึกผลลงในตารางการทดลอง

บัตรกิจกรรม
ชุดการสอนที่ 2
กิจกรรม การสะท้อนและการหักเหของคลื่นแสง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
 กลุ่มที่.....

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาการสะท้อนและการหักเหของคลื่นแสง

สมาชิกในกลุ่ม

1. เลขที่.....ประธานกลุ่ม
2. เลขที่.....ผู้ทำหน้าที่อ่าน
3. เลขที่.....ผู้จดบันทึก
4. เลขที่.....ผู้จับเวลา
5. เลขที่.....สมาชิก
6. เลขที่.....สมาชิก

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 การสะท้อนของแสง

| ผิวสะท้อน | มุมตกกระทบ | มุมสะท้อน | รูปการสะท้อนของแสง |
|-------------|------------|-----------|--------------------|
| กระจกเงาราบ | 30° | | |
| | 45° | | |
| | 60° | | |

ตอนที่ 2 การหักเหของแสง

| มุมตกกระทบ (θ_1) | มุมหักเห (θ_2) | มุมตกกระทบ (θ_3) | มุมหักเห (θ_4) | รูปการหักเหและสะท้อนของแสงผ่านตัวกลาง ที่เป็นอากาศและแผ่นพลาสติก |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|---|
| 30° | | | | |
| 45° | | | | |
| 60° | | | | |

อภิปรายหลังการทำกิจกรรม

1. เมื่อแนวลำแสงจากเลเซอร์ตกกระทบกับผิวของกระจกเงาราบ นักเรียนสังเกตเห็นอะไร

2. แนวลำแสงที่ออกจากเลเซอร์ไปกระทบกับผิวของกระจกเงาราบ เรียกว่าอะไร และแนวลำแสงที่พุ่งออกจากกระจกเงาราบ ณ จุดที่แสงตกกระทบ เรียกว่าอะไร

3. เพราะเหตุใดเมื่อแสงเลเซอร์เคลื่อนที่ไปตกกระทบผิวกระจกเงาราบ จึงมีการสะท้อนกลับ

4. เมื่อฉายแสงเลเซอร์ไปยังแผ่นพลาสติก แสงเลเซอร์มีการเคลื่อนที่อย่างไร

5. เมื่อแสงเลเซอร์ตกกระทบแผ่นพลาสติก แนวลำแสงเหมือนเดิมหรือไม่อย่างไร

6. ขณะที่แสงเลเซอร์เคลื่อนที่ตกกระทบแผ่นพลาสติก และเดินทางภายในแผ่นพลาสติกออกมายังอากาศ ลำแสงเลเซอร์มีการเคลื่อนที่อย่างไรบ้าง

7. แสงเลเซอร์เดินทางผ่านตัวกลางกี่ชนิด อะไรบ้าง

8. เพราะเหตุใดเมื่อแสงเลเซอร์เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกันจึงเกิดการหักเหของแสงขึ้น

วิเคราะห์และสรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



บัตรที่ 4

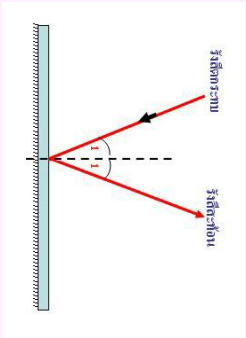
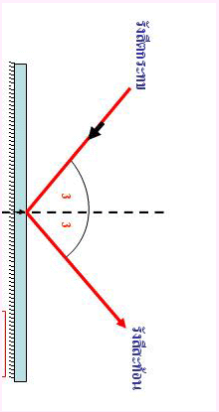
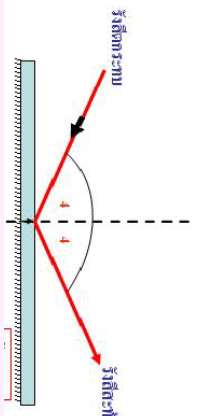
บัตรเฉลยกิจกรรม

ประธานกลุ่ม นำบัตรเฉลยกิจกรรมอ่านให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนฟัง
ตรวจสอบผลการบันทึกกิจกรรมในกลุ่มตนเองว่าถูก หรือ ผิด
ให้แต่ละกลุ่มตรวจสอบด้วยความซื่อสัตย์

บัตรเฉลยกิจกรรม
ชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก
(ใช้เวลา 5 นาที)

บันทึกผลการทำกิจกรรม

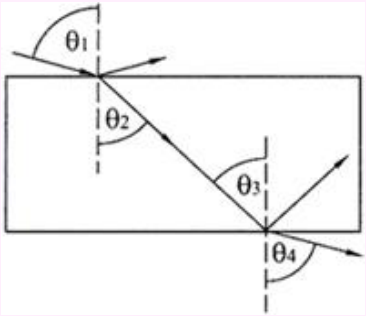
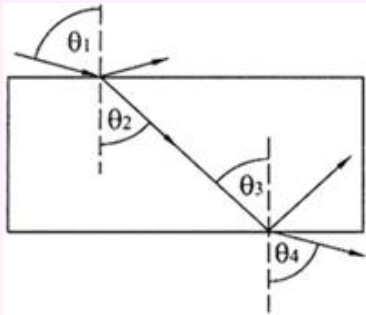
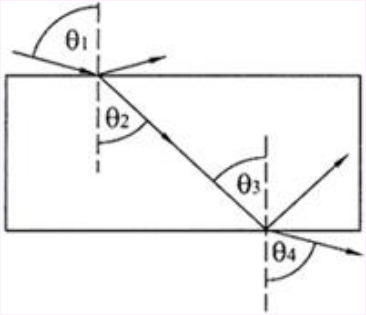
ตอนที่ 1 การสะท้อนของคลื่นแสง

| ผิวสะท้อน | มุมตกกระทบ | มุมสะท้อน | รูปการสะท้อนของแสง |
|-------------|------------|------------|---|
| กระจกเงาราบ | 30° | 30° |  |
| | 45° | 45° |  |
| | 60° | 60° |  |

บัตรเฉลยกิจกรรม
ชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก
(ใช้เวลา 5 นาที)

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 การหักเหของคลื่นแสง

| มุมตกกระทบ (θ_1) | มุมหักเห (θ_2) | มุมตกกระทบ (θ_3) | มุมหักเห (θ_4) | รูปการหักเหและสะท้อนของแสงผ่านตัวกลางที่เป็นอากาศและแผ่นพลาสติก |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|---|
| 30° | 19.26° | 19.26° | 29.7° |  |
| 45° | 28.12° | 28.12° | 44.43° |  |
| 60° | 35.26° | 35.26° | 59.98° |  |

บัตรที่ 5 บัตรคำถาม

ประธานกลุ่มแจกบัตรคำถามให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนทำ
แบบฝึกหัดเป็นรายบุคคลตามเวลาที่กำหนดให้เสร็จเรียบร้อย
แล้วตรวจคำตอบกับบัตรเฉลยคำถาม

บัตรคำถาม
ชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก
หน่วยที่ 1 โครงสร้างโลก
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(ใช้เวลา 20 นาที)

.....
 กลุ่มที่.....

ชื่อ.....ชั้น ม.4/1 เลขที่.....

คำชี้แจง : จงเติมคำตอบลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. การสะท้อนของคลื่นแสงเกิดขึ้นเมื่อใด (1คะแนน)

2. การหักเหของคลื่นแสงเกิดขึ้นเมื่อใด (1 คะแนน)

3. มนุษย์สำรวจโครงสร้างของโลกโดยใช้คลื่นไหวสะเทือนได้อย่างไร (1.5 คะแนน)

4. โครงสร้างภายในของโลกเป็นของแข็งเนื้อเดียวกันหรือไม่อย่างไร (1 คะแนน)

5. ที่ระดับความลึก 2,900 กิโลเมตร ความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น P-wave และคลื่น S-wave เป็นอย่างไร (1 คะแนน)

6. คลื่นทุติยภูมิ (S-wave) ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อชั้นใดของโลก เพราะเหตุใด (1 คะแนน)

.....
.....
.....

7. ชั้นของโลกที่ได้ชื่อว่า Low velocity Zone มีความหมายว่าอย่างไร (1.5 คะแนน)

.....
.....
.....

8. การสำรวจโครงสร้างโลกจากคลื่นไหวสะเทือนสามารถแบ่งโครงสร้างโลกตามส่วนประกอบทางกายภาพ และทางเคมีของหิน ได้กี่ชั้น อะไรบ้าง (2 คะแนน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



บัตรที่ 6 เฉลยบัตรคำถาม

ประธานกลุ่มแจกบัตรคำถามให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนทำ
แบบฝึกหัดเป็นรายบุคคลทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคลตามเวลา
ที่กำหนดให้เสร็จเรียบร้อยแล้ว
ตรวจคำตอบกับบัตรเฉลยคำถาม

บัตรเฉลยคำถาม
ชุดการสอนที่ 2 คลื่นกับโครงสร้างของโลก
(ใช้เวลา 5 นาที)

คำชี้แจง : จงเติมคำตอบลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. การสะท้อนของคลื่นแสงเกิดขึ้นเมื่อใด
 เมื่อแสงเดินทางมากระทบกระเทือนวัตถุแสงจะสะท้อนกลับไปยังตัวกลางเดิม
2. การหักเหของคลื่นแสงเกิดขึ้นเมื่อใด
 เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่แตกต่างกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เช่นเคลื่อนที่จากอากาศไปสู่แก้ว เคลื่อนที่จากอากาศไปยังแผ่นพลาสติก เคลื่อนที่จากพลาสติกไปยังอากาศ หรือเคลื่อนที่จากอากาศไปสู่ น้ำ โดยที่ตัวกลางแต่ละชนิดมีความหนาแน่นแตกต่างกัน ก็จะเกิดการหักเหของแสงระหว่างรอยต่อของตัวกลางทั้งสองชนิด
3. มนุษย์สำรวจโครงสร้างของโลกโดยใช้คลื่นไหวสะเทือนได้อย่างไร (2 คะแนน)
 มนุษย์ส่งคลื่นไหวสะเทือนผ่านชั้นหินต่างๆ ภายในโลก คลื่นไหวสะเทือนเดินทางผ่านชั้นหินต่างๆ ด้วยความเร็วแตกต่างกัน แล้วสะท้อนกลับมายังตัวรับคลื่นที่อยู่บนผิวโลก แล้วนำไปคำนวณหาความลึกของรอยต่อชั้นหิน ที่คลื่นนั้นสะท้อนกลับมาได้
4. โครงสร้างภายในของโลกเป็นของแข็งเนื้อเดียวกันหรือไม่อย่างไร
 ถ้าหากโลกมีสมบัติเหมือนกันทุกส่วน หรืออีกนัยหนึ่งคือประกอบด้วยวัสดุชนิดเดียวกันที่มีความหนาแน่นเท่ากันทั้งหมดจากผิวโลกสู่แกนโลก คลื่นไหวสะเทือนทั้งคลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิจะเดินทางเป็นเส้นตรง ไม่มีการสะท้อนและการหักเห
5. ที่ระดับความลึก 2,900 กิโลเมตร ความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น P-wave และ S-wave เป็นอย่างไร
 ที่ระดับความลึก 2,900 กิโลเมตร จากระดับผิวโลก ความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น P และ S ลดลงอย่างมาก
6. คลื่นทุติยภูมิ (S-wave) ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อชั้นใดของโลก เพราะเหตุใด
 คลื่น S-wave ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างชั้นเนื้อโลกซึ่งมีสถานะเป็นของแข็ง และ แกนโลกชั้นนอกซึ่งมีสถานะเป็นของเหลว
7. ชั้นฐานธรณีภาคที่ได้ชื่อว่า Low velocity Zone มีความหมายว่าอย่างไร
 เป็นบริเวณที่คลื่นไหวสะเทือนทั้ง P-wave และ S-wave มีความเร็วลดลง เกิดขึ้นในระดับความลึกประมาณ 100 – 400 กิโลเมตร จากผิวโลก และเนื่องจากบริเวณนี้ประกอบด้วยหินที่มีสมบัติเป็นพลาสติก (อุณหภูมิและความดันบริเวณนี้ทำให้แร่บางชนิดที่อยู่ในหินเกิดการหลอมตัว เล็กน้อย) และวางตัวอยู่ส่วนล่างของธรณีภาค
8. การสำรวจโครงสร้างโลกจากคลื่นไหวสะเทือนสามารถแบ่งโครงสร้างโลกตามส่วนประกอบทางกายภาพ และทางเคมีของหิน ได้กี่ชั้น อะไรบ้าง
1. ชั้นเปลือกโลก (Crust) เป็นเสมือนผิวด้านนอกที่ปกคลุมโลก แบ่งออกได้เป็น 2 บริเวณ คือเปลือกโลกภาคพื้นทวีป หมายถึง ส่วนที่เป็นแผ่นดินทั้งหมด ประกอบด้วยธาตุซิลิคอน (Si) และอะลูมิเนียม (Al) เป็นส่วนใหญ่ และเปลือกโลกใต้มหาสมุทร หมายถึงเปลือกโลกส่วนที่ถูกปกคลุมด้วยน้ำ ประกอบด้วย ธาตุซิลิคอน

(Si) และแมกนีเซียม (Mg) เป็นส่วนใหญ่ มีความลึกตั้งแต่ 5 กิโลเมตร ในส่วนที่อยู่ใต้มหาสมุทรไปจนถึง 70 กิโลเมตร ในบริเวณที่อยู่ใต้เทือกเขาสูงใหญ่

2. ชั้นเนื้อโลก (Mantle) เป็นชั้นที่อยู่ถัดลงไปจากชั้นเปลือกโลก ส่วนมากเป็นของแข็ง มีความลึกประมาณ 2,900 กิโลเมตร นับจากฐานล่างสุดของเปลือกโลกจนถึงตอนบนของแก่นโลก ชั้นเนื้อโลกส่วนบนเป็นหินที่เย็นตัวแล้วและบางส่วนมีรอยแตกเนื่องจากความเปราะ ชั้นเนื้อโลกส่วน กับชั้นเปลือกโลก รวมตัวกันเรียกว่า “ธรณีภาค” (Lithosphere) ซึ่งมาจากรากศัพท์ภาษากรีก แปลว่าชั้นหิน ชั้นธรณีภาคมีความหนาประมาณ 100 กิโลเมตรนับจากผิวโลกลงไปชั้นเนื้อโลกถัดลงไปที่มีความลึก 100 – 350 กิโลเมตร เรียกว่าชั้น “ฐานธรณีภาค” (Asthenosphere) เป็นชั้นของหินหลอมละลายร้อนหรือ หินหนืดที่เรียกว่า แมกมา (magma) ซึ่งหมุนวนอยู่ภายในโลกอย่างช้า ๆ ชั้นเนื้อโลกที่อยู่ถัดลงไปอีกเป็นชั้นล่างสุดอยู่ที่ความลึกตั้งแต่ 350 – 2,900 กิโลเมตร เป็นชั้นที่เป็นของแข็งร้อนแต่แน่นและหนืดกว่า ตอนบนมีอุณหภูมิสูง ตั้งแต่ประมาณ 2,250 – 4,500 °C

3. ชั้นแก่นโลก (Core) อยู่ในระดับความลึกจากผิวโลกประมาณ 2,900 กิโลเมตร ลงไป แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ แก่นโลกชั้นนอกมีความหนาตั้งแต่ 2,900 – 5,100 กิโลเมตร เชื่อกันว่าชั้นนี้ประกอบด้วยสารเหลวของโลหะเหล็กและนิกเกิลเป็นส่วนใหญ่และมีความร้อนสูงมาก ต่อเนื่องจากแก่นโลกชั้นนอกลงไปเป็นแก่นโลกชั้นนอกแต่อยู่ในสภาพของแข็งเนื่องจาก มีความดันและอุณหภูมิสูงมาก อาจสูงถึง 6,000 °C

เกณฑ์การประเมิน

| | | |
|-------------|------------|-----------------|
| ช่วงคะแนน | 6-10 คะแนน | ต่ำกว่า 6 คะแนน |
| ระดับคุณภาพ | ผ่าน | ไม่ผ่าน |

เกณฑ์การผ่าน

ถือเกณฑ์ผ่าน สำหรับผู้ตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 60 ขึ้นไป
(ได้คะแนนตั้งแต่ 6 คะแนน ขึ้นไป)



โรงเรียนยะหาศิรยานุกูล

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างของโลก

รหัสวิชา ว 31104 รายวิชา โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

ครูผู้สอน : นางสาวฟาติฮะห์ อุตสำหรับราชการ

คำชี้แจง : 1. ทำข้อสอบทั้งหมดลงในกระดาษคำตอบ

2. ข้อสอบทั้งหมดเป็นข้อสอบแบบปรนัยแบบเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ

1. ในการแบ่งชั้นของโลกตามลักษณะมวลสาร ชั้นเนื้อโลกส่วนใหญ่มีสถานะในข้อใด
 - ก. ของแข็ง
 - ข. ของเหลว
 - ค. ของไหล
 - ง. แก๊ส
2. คลื่นไหวสะเทือนจะมีการเดินทางในตัวกลางในข้อใดได้เร็วที่สุด
 - ก. ของแข็ง
 - ข. ของเหลว
 - ค. แก๊ส
 - ง. มีความเร็วเท่ากันทั้ง 3 ชนิด
3. เปลือกโลกแบ่งได้ออกเป็น 2 บริเวณ คือ
 - ก. เปลือกโลกภาคพื้นทวีป เปลือกโลกภาคพื้นน้ำ
 - ข. เปลือกโลกภาคพื้นดิน เปลือกโลกภาคพื้นน้ำ
 - ค. เปลือกโลกชั้นนอก เปลือกโลกชั้นใน
 - ง. เปลือกโลกภาคพื้นทวีป เปลือกโลกใต้มหาสมุทร
4. ส่วนที่เป็นผืนดินและผืนน้ำอยู่ในโครงสร้างใดของโลก
 - ก. เนื้อโลก
 - ข. เปลือกโลก
 - ค. ฐานธรณีภาค
 - ง. แก่นโลกชั้นนอก
5. ธรณีภาคมีความหมายตรงตามข้อใด
 - ก. ชั้นเนื้อโลกส่วนบนกับชั้นเปลือกโลก
 - ข. ชั้นเนื้อโลกส่วนล่างกับชั้นแก่นโลก
 - ค. ชั้นในเนื้อโลกทั้งหมดกับชั้นเปลือกโลก
 - ง. ชั้นเปลือกโลกเพียงอย่างเดียว
6. คลื่นไหวสะเทือนแบ่งออกได้กี่ชนิด อะไรบ้าง
 - ก. 2 ชนิด คลื่นพื้นผิว และคลื่นใต้ผิว
 - ข. 2 ชนิด คลื่นปฐมภูมิ และ คลื่นทุติยภูมิ
 - ค. 2 ชนิด คลื่นในตัวกลาง และ คลื่นพื้นผิว
 - ง. 2 ชนิด คลื่นพื้นผิว และ คลื่นใต้มหาสมุทร
7. อัตราเร็วและความสามารถในการเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางของคลื่นไหวสะเทือน จะขึ้นอยู่กับปัจจัยใด
 - ก. ความยืดหยุ่น และความหนาแน่นของวัสดุตัวกลางที่คลื่นผ่านระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน
 - ข. ความยืดหยุ่น และความลึกของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน
 - ค. ความลึก และความหนาแน่นของวัสดุตัวกลางที่คลื่นผ่านระหว่างตัวกลางที่ต่างกัน
 - ง. ถูกทุกข้อ

8. แก่นโลกหมายถึงส่วนใด
 - ก. ส่วนของโลกที่มีความแข็งที่สุด
 - ข. ส่วนที่อยู่ชั้นในสุดของโลก
 - ค. ส่วนที่อยู่ระหว่างชั้นเปลือกโลกกับชั้นแมนเทิล
 - ง. ส่วนของโลกที่เกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
9. การเกิดแผ่นดินไหวเกิดขึ้นที่ส่วนใดของโครงสร้างโลก
 - ก. ฐานธรณีภาค
 - ข. ธรณีภาค
 - ค. แก่นโลก
 - ง. ชั้นของโครงสร้างโลกที่มีหินหลอมละลาย
10. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงของแผ่นเปลือกโลกแบบฉับพลัน
 - ก. การกร่อน
 - ข. การขุดเจาะ
 - ค. แผ่นดินไหว
 - ง. ข้อ ก และ ค ถูก
11. สาเหตุที่ทำให้แผ่นเปลือกโลกเคลื่อนที่คือข้อใด
 - ก. การปะทุของหินแข็งในชั้นเปลือกโลก
 - ข. การไหลวนของหินหนืดในชั้นเนื้อโลก
 - ค. การเคลื่อนที่ของแร่ธาตุในแก่นโลกชั้นนอก
 - ง. การแทรกตัวขึ้นมาของแร่ธาตุจากแก่นโลกชั้นนอก
12. การที่แผ่นธรณีภาคใต้มหาสมุทรเคลื่อนตัวแยกออกไปทั้งสองข้าง เนื่องจากแมกมาแทรกตัวขึ้นมาตามรอยแตก พื้นทะเลจะขยายกว้างออกไปทั้งสองด้าน เรียกกระบวนการเกิดนี้ว่าอะไร
 - ก. การขยายตัวของพื้นทะเล
 - ข. การขยายตัวของมหาสมุทร
 - ค. การขยายตัวของพื้นทวีป
 - ง. การขยายตัวของแผ่นธรณีภาค
13. การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคอย่างช้าๆ ทำให้เกิดอะไรขึ้น
 - ก. แผ่นดินไหว
 - ข. การแทรกตัวของแมกมา
 - ค. คลื่นน้ำใต้มหาสมุทร
 - ง. การเคลื่อนตัวของทวีป
14. การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกลักษณะใดที่ต้องใช้เวลานานที่สุด
 - ก. การเกิดภูเขาไฟ
 - ข. การเกิดแผ่นดินไหว
 - ค. การกร่อนโดยกระแสน้ำ
 - ง. การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค

15. การเกิดร่องลึกก้นสมุทรมาเรียน่า เป็นการเคลื่อนที่สัมพันธ์ของแผ่นธรณีภาคในลักษณะใด
- การเคลื่อนที่แบบแยกจากกัน
 - การเคลื่อนที่แบบชนกัน**
 - การเคลื่อนที่แบบผ่านกัน
 - ถูกทุกข้อ
16. หลักฐานที่นักธรณีและนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าโลกของเรามีกระบวนการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
- การปรากฏรอยแตกแผ่นเปลือกโลก
 - การเกิดแผ่นดินไหว
 - การเกิดภูเขาและภูเขาไฟ
 - ถูกทุกข้อ**
17. ประเทศไทยส่วนใหญ่จะได้รับผลจากแผ่นดินไหว อันเนื่องมาจากการกระทบกันของแผ่นธรณีภาคคู่ใดมากที่สุด
- แผ่นยูเรเชียกับแผ่นแปซิฟิก
 - แผ่นยูเรเชียกับแผ่นอินเดีย**
 - แผ่นแปซิฟิกกับแผ่นนาสกา
 - แผ่นแอนตาร์กติกกับออสเตรเลีย-อินเดีย
18. การเกิดเทือกเขาสูงในบริเวณเทือกเขาหิมาลัยเป็นการเคลื่อนที่สัมพันธ์ของแผ่นธรณีภาคในลักษณะใด
- การแยกออกจากกันของแผ่นธรณีภาคภาคพื้นทวีป
 - การแยกออกจากกันของแผ่นธรณีภาคใต้มหาสมุทร
 - การชนกันระหว่างแผ่นธรณีภาคภาคพื้นทวีป**
 - การชนกันระหว่างแผ่นธรณีภาคใต้มหาสมุทร
19. ขอบทวีปใดมีรูปร่างต่อกันได้พอดี
- ตะวันตกของแอฟริกา กับ ตะวันออกของอเมริกาใต้
 - ตะวันตกของเอเชีย กับ ตะวันออกของอเมริกาเหนือ
 - ตะวันตกของยุโรป กับ ตะวันออกของเอเชีย**
 - เหนือของออสเตรเลีย กับ ใต้ของอเมริกาใต้
20. จากข้อมูลในอดีตที่ผ่านมา ข้อใดคือบริเวณที่เกิดแผ่นดินไหวที่ค่อนข้างรุนแรงและมากที่สุดในโลก
- แนวรอยต่อของแผ่นธรณีภาคบริเวณเทือกเขาแอลป์และหิมาลัย**
 - แนวรอยต่อของแผ่นธรณีภาคบริเวณของมหาสมุทรแปซิฟิก
 - แนวรอยต่อของแผ่นธรณีภาคบริเวณแนวสันกลางมหาสมุทรแอตแลนติก
 - ไม่มีข้อใดถูก

21. ข้อใดต่อไปนี้อีกกล่าวถึงคลื่นสึนามิ ไม่ถูกต้อง
- ก. ความเร็วของคลื่นขึ้นอยู่กับความลึก
 - ข. เป็นคลื่นน้ำที่มีความยาวคลื่น 80-200 กิโลเมตร
 - ค. ปรากฏการณ์นี้มักเกิดบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก
 - ง. จะเกิดขึ้นทุกครั้งที่เกิดแผ่นดินไหวขนาด 6.5 ริกเตอร์ขึ้นไปในมหาสมุทร
22. ภูเขาไฟระเบิดมีสาเหตุมาจากข้อใด
- ก. แมกมา แก๊ส และไอน้ำ มีการเคลื่อนไหวเกิดเสียงดัง เมื่อปริมาณเพิ่มมากขึ้นจะระเบิดพุ่งขึ้นส่วนออกทางปล่องภูเขาไฟ
 - ข. แมกมาเคลื่อนที่ขึ้นมาใกล้ผิวโลก แก๊สที่ปนอยู่แยกตัวออกแล้วลอยขึ้นเหนือแมกมา เพิ่มจำนวนและขยายตัวอย่างรวดเร็วจนระเบิดรุนแรง
 - ค. ชั้นส่วนภูเขาไฟที่มีแก๊สและไอน้ำประกอบอยู่ เมื่ออยู่ใกล้ผิวโลกจะมีอุณหภูมิและความดันสูงมาก จึงขยายตัวและพุ่งขึ้นจากช่องเปิดอย่างรวดเร็วเป็นการระเบิดที่รุนแรง
 - ง. แมกมาเคลื่อนที่มาถึงใต้เปลือกโลก แล้วดันออกทางช่องด้านข้าง และรอยแตกแยกของภูเขาไฟอย่างแรงเกิดความเสียหายเป็นบริเวณ
23. ข้อใดไม่ใช่ผลที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคใต้มหาสมุทรที่มุดเข้าไปใต้แผ่นธรณีภาคใต้มหาสมุทรอีกแผ่นหนึ่งในระดับลึก
- ก. ภูเขาไฟที่มีพลัง
 - ข. แนวเทือกเขากลางมหาสมุทร
 - ค. แนวเกิดแผ่นดินไหวตามขอบแผ่นธรณีภาคลึกลงไป
 - ง. ปลายส่วนหนึ่งที่มุดเข้าไปกลายเป็นแมกมา ประทุขึ้นมาบนแผ่นธรณีภาคใต้มหาสมุทร
24. การเกิดสึนามิ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 เกิดจากการชนของแผ่นทวีปใด
- ก. ออสเตรเลีย-อินเดีย กับแผ่นยูเรเชีย
 - ข. แผ่นอินโดนีเซีย กับ แผ่นแปซิฟิก
 - ค. แผ่นยูเรเชีย กับ แผ่นแปซิฟิก
 - ง. แผ่นอินโดนีเซีย กับ แผ่นฟิลิปปินส์
25. พื้นที่ในข้อใดที่อยู่ในบริเวณที่เรียกว่า “วงแหวนแห่งไฟ”
- ก. แนวรอยต่อภูเขาหิมาลัยในทวีปเอเชีย
 - ข. บริเวณเทือกเขากลางสมุทรแอตแลนติก
 - ค. บริเวณของมหาสมุทรแปซิฟิกทั้งหมด
 - ง. บริเวณรอยต่อภูเขาแอลป์ในทวีปยุโรป
26. เพราะเหตุใดบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นเปลือกโลกจึงมีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวมากกว่าบริเวณอื่น
- ก. การเคลื่อนที่ของหินหนืด
 - ข. แรงสั่นสะเทือนของภูเขาไฟระเบิด
 - ค. เปลือกโลกมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา
 - ง. โครงสร้างของหินมีความแตกต่างกันมาก

27. การเคลื่อนที่ของเปลือกโลกตามแนวระหว่างรอยต่อของแผ่นธรณีภาคมีการถ่ายโอนพลังงานศักย์ให้กับชั้นหินในรูปคลื่นอะไร
- ก. คลื่นแสง
 - ข. คลื่นสั้นสะเทือน
 - ค. คลื่นไหวสะเทือน
 - ง. คลื่นแผ่นดินไหว
28. ข้อใดถือว่าสำคัญเป็นอันดับแรกในการบอกว่าบริเวณใดเป็นบริเวณที่เรียกว่า วงแหวนแห่งไฟ
- ก. มีแนวรอยต่อของแผ่นธรณีภาค
 - ข. มีการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคตลอดเวลา
 - ค. มีภูเขาไฟระเบิดมากที่สุดในโลก ทั้งในแผ่นดินและใต้มหาสมุทร
 - ง. มีแผ่นดินไหวรุนแรงและมากที่สุดในโลกถึงร้อยละ 80 ของการเกิดแผ่นดินไหวในโลก
29. การที่ลาวาไหลแผ่เป็นบริเวณกว้างและทับถมกันหลายชั้นเมื่อแข็งตัวจะมีลักษณะของภูเขาไฟเป็นอย่างไร
- ก. ที่ราบและเนินเขา
 - ข. ตะกอนรูปพัด
 - ค. ภูเขาสูงชัน
 - ง. ภูเขาไฟรูปกรวยกรวด
30. การวัดขนาดของแผ่นดินไหวตาม Mercalli scale ใช้หลักเกณฑ์อะไร
- ก. เปรียบเทียบพลังงานกับระเบิดปรมาณู
 - ข. จากพลังงานที่ปลดปล่อยออกมา
 - ค. จากผลกระทบหรือความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อมนุษย์
 - ง. จากความรู้สึกของคนที่ได้รับ ความเสียหาย
31. ในเหตุการณ์สึนามิ บุคคลใดต่อไปนี้มีโอกาสรอดชีวิตมากที่สุด
- ก. นาย A อยู่บนยอดต้นมะพร้าวริมทะเล
 - ข. นาย B ตกปลาอยู่บนเกาะกลางทะเล
 - ค. นาย C ทำกับข้าวอยู่ที่ครัวโรงแรมริมทะเล
 - ง. นาย D กำลังว่ายน้ำอยู่กลางทะเล
32. การกระทำของมนุษย์ที่ทำให้เกิดแผ่นดินไหวได้แก่
- ก. การก่อสร้างตึก อาคารจำนวนมาก
 - ข. การระเบิดพื้นที่เพื่อสำรวจหิน
 - ค. การสร้างเขื่อน
 - ง. ถูกทุกข้อ

33. ข้อความใดถูกต้อง
- ก. การศึกษารอยเลื่อนมีพลังทำให้ทราบถึงศูนย์กลางการเกิดแผ่นดินไหว
 - ข. ประเทศไทยมีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวมาก เนื่องจากอยู่ในแนวรอยต่อของแผ่นธรณีภาค
 - ค. เราสามารถตรวจสอบการเกิดแผ่นดินไหวล่วงหน้าได้
 - ง. มาตรฐานวัดความรุนแรงของแผ่นดินไหวจะมีหน่วยเป็นริคเตอร์แบ่งเป็น 12 ระดับ
34. รอยเลื่อนในข้อใดมีผลทำให้จังหวัดลำปางเกิดแผ่นดินไหว
- ก. รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์
 - ข. รอยเลื่อนคลองมะลู๋
 - ค. รอยเลื่อนท่าแยก
 - ง. รอยเลื่อนเถิน
35. นอกจากหินตะกอนแล้ว เราสามารถพบซากดึกดำบรรพ์ในหินชนิดใดได้อีก
- ก. หินหนืด
 - ข. หินแปร
 - ค. หินภูเขาไฟ
 - ง. หินปูน
36. “ภูเวียงโกซอร์ส สิรินครเน” เป็นซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตในข้อใด
- ก. ช้างโบราณ
 - ข. เฟิร์นโบราณ
 - ค. พืชลิวินิต
 - ง. ไดโนเสาร์
37. ข้อใดเป็นสาเหตุให้ชั้นหินที่อยู่ในแนวราบเกิดเอียงเทในปัจจุบัน
- ก. ภูเขาไฟระเบิด
 - ข. เกิดแผ่นดินไหว
 - ค. การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค
 - ง. ถูกทุกข้อ
38. การที่หินที่อยู่ด้านล่างถูกยกตัวให้สูงขึ้นและมีการกร่อนโดยกระแสน้ำเกิดขึ้น ทำให้เกิดสิ่งใด
- ก. รอยคดโค้ง
 - ข. รอยชั้นไม่ต่อเนื่อง
 - ค. รอยแยก
 - ง. รอยเลื่อนระนาบเอียง
39. สนามแม่เหล็กโลกโบราณใช้เป็นหลักฐานเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีอะไร
- ก. การแปรสัณฐานแผ่นธรณีภาค
 - ข. การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค
 - ค. แม่เหล็กโลกในปัจจุบัน
 - ง. ข้อ ก และ ข ถูก

40. ข้อใดคือประโยชน์ของการศึกษากระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก
- ก. ทำให้รู้ส่วนประกอบต่างๆ ภายในโลก
 - ข. เตรียมหาวิธีป้องกันการเกิดแผ่นดินไหว
 - ค. เตรียมหาวิธีป้องกันการเกิดภูเขาไฟระเบิด
 - ง. เตรียมที่จะป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงนั้นๆ