



การพัฒนาผลลัมภ์ทางการเรียนวิชาพิสิกส์ด้วยชุดทดลอง
เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็งร่วมกับเทคนิคการสอน
แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

ทองคูณ จันทสิงห์

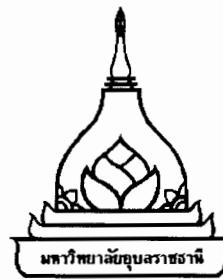
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



DEVELOPING LEARNING ACHIEVEMENT ON ELASTICITY BY USING
EXPERIMENTAL SETS IN CONJUNCTION WITH PREDICT-OBSERVE-
EXPLAIN METHOD

TONGKOON CHANTASING

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2015
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพิสิกส์ด้วยชุดทดลอง เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง
ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบท่านนาย-สังเกต-อธิบาย

ผู้วิจัย นายทองคุณ จันทสิงห์

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรศักดิ์ สุขบท

กรรมการ

ดร.รุ่งทิวา จันทน์วัฒนาวงศ์

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรศักดิ์ สุขบท)

.....
.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)
คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2558

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำ และ ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนพิจารณาตรวจสอบ ซึ่งแน่นสำเร็จสมบูรณ์เป็นอย่างดี ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรศักดิ์ สุขบท ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุดม ทิพราษ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุระ วนิพรหม ซึ่งเป็นกรรมการ วิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรัญญา พิมพ์มงคล ประธานกรรมการบริหาร หลักสูตร ที่กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนอาจารย์ในคณะวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความรู้และข้อคิดเห็น ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการ คณะครุ นักเรียนโรงเรียน เสลกภูมิพิทยาคม ทุกท่านที่ให้ความสนใจและให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมืออย่างดีเยี่ยม ในการเก็บข้อมูลวิจัยจนสำเร็จด้วยดี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จากสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวท.) ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

คุณค่าและคุณประโยชน์ของงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศเพื่อบุชาพระคุณบิดา มารดา และ บุพพาราจารย์ที่ให้การศึกษา อบรมสั่งสอน ให้สติปัญญาและคุณธรรมอันเป็นเครื่องชั้นนำมาสู่ความสำเร็จ ในชีวิต ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุดม ทิพราษ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุระ วนิพรหม ทุกท่าน

๗๐๙ คุณ จันทร์สิน
ทองคุณ จันทร์สิงห์
วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง	: การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพิสิกส์ด้วยชุดทดลอง เรื่อง สภาพيเดียบยุ่นของของแข็งร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย- สังเกต-อธิบาย
ผู้วิจัย	: ทองคูณ จันทสิงห์
ชื่อปริญญา	: วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	: วิทยาศาสตรศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรศักดิ์ สุขบท
คำสำคัญ	: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพิสิกส์, ชุดทดลอง, สภาพيเดียบยุ่นของของแข็ง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างชุดทดลองการทดลอง เรื่อง สภาพיเดียบยุ่นของของแข็ง ให้มีประสิทธิภาพ 80/80 2) เพื่อพัฒนาสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สภาพيเดียบยุ่นของของแข็ง และ 3) เพื่อเสริมสร้างความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดทดลอง สภาพิเดียบยุ่นของของแข็ง ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 38 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ได้มາโดยการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยชุดทดลอง เรื่อง สภาพิเดียบยุ่นของของแข็งที่สร้างขึ้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่า t-test และประสิทธิภาพชุดทดลอง (E_1/E_2) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าชุดทดลองมีประสิทธิภาพ 81.97/81.18 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก การศึกษาแสดงให้เห็นว่าชุดทดลอง เรื่อง สภาพิเดียบยุ่นของของแข็งสามารถใช้ในการสอนเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPING LEARNING ACHIEVEMENT ON ELASTICITY BY USING EXPERIMENTAL SETS IN CONJUNCTION WITH PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN METHOD
AUTHOR : TONGKOON CHANTASING
DEGREE : MASTER OF SCIENCE
MAJOR : SCIENCE EDUCATION
ADVISOR : ASST. PROF. WORASAK SUKKABOT, Ph.D.
KEYWORDS : ACHIEVEMENT PHYSICS, EXPERIMENT SET, ELASTICITY OF SOLIDS

The purposes of this research were to 1) construct elasticity experiment sets with efficiency of 80/80, 2) enhance the students' achievement scores on elasticity and 3) build the satisfaction of learning on elasticity by using experiment sets in conjunction with Predict – Observe – Explain (POE). The participants in this work were 38 students who were studying in the first semester of the academic year 2014 in Mattayomsuksa VI Selaphumpittayakom school, Roi-Et province. The instruments were elasticity experiment sets that we had developed, pretest, the achievement test and a measure of students' satisfaction. Data were analyzed using the average percentage, standard deviation, t-test, and efficiency experiment sets (E_1/E_2). After the treatment with the experiment sets, we found that the efficiency of the elasticity experiment sets was 81.97/81.18, the average achievement score of the students was increased with statistical significance at the level of .05 and also the students' satisfaction was in a good level.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาพิสิกส์	5
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบทดลอง	13
2.3 แนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างสื่อการสอนแบบทดลอง	15
2.4 เจตคติ	17
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	22
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	23
3.3 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	23
3.4 การดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล	26
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	27
3.6 สอดคล้องในการวิเคราะห์ข้อมูล	27
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	29
4.2 ลำดับขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล	29
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	30
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	33
5.2 อภิปรายผล	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3 ข้อเสนอแนะ	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	
ก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามวัดเจตคติ แบบประเมินคุณภาพ ของชุดทดลอง และชุดกิจกรรม	39
ข ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	51
ค การประเมินคุณภาพชุดทดลอง ชุดกิจกรรมการทดลอง คู่มือการใช้ชุดทดลอง	55
ง ประสิทธิภาพของชุดทดลองและคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน	59
จ ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สgapยืดหยุ่นของของแข็ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 6	64
ฉ แผนการจัดการเรียนการสอน	75
ช คู่มือการใช้ชุดทดลอง	93
ซ ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	110
ประวัติผู้วิจัย	113

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 มอดูลัสสภาพปัจจัยด้วยตัวบทภาษาชนิด	12
2.2 การประเมินด้านเจตคติด้วยพฤติกรรมการแสดงออก	17
3.1 แบบแผนการวิจัย	22
4.1 ประสิทธิภาพของชุดทดลองสภาพปัจจัยด้วยตัวบทของแข็ง เรื่อง สภาพปัจจัยด้วยตัวบทของแข็งใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 จำนวน 38 คน	30
4.2 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนทดสอบก่อนเรียน (pre-test) และหลังเรียน (post-test) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7	30
4.3 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 38 คน	31
ข.1 ตัวนิความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามและพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบสอบถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สภาพปัจจัยด้วยตัวบทของแข็ง ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	52
ข.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สภาพปัจจัยด้วยตัวบทของแข็ง	53
ข.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สภาพปัจจัยด้วยตัวบทของแข็ง	54
ค.1 การประเมินคุณภาพของชุดทดลอง เรื่อง สภาพปัจจัยด้วยตัวบทของแข็ง จากผู้เชี่ยวชาญ	56
ค.2 การประเมินชุดกิจกรรมการทดลองและคุณมีการทำการทำทดลอง เรื่อง สภาพปัจจัยด้วยตัวบทของแข็ง โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาฟิสิกส์	57
ค.3 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 จำนวน 38 คน	58
ง.1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง สภาพปัจจัยด้วยตัวบทของแข็งสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	60
ง.2 คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง สภาพปัจจัยด้วยตัวบทของแข็งร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	62

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การเปลี่ยนรูปร่างของยางรัดของและดินน้ำมัน	8
2.2 รูปร่างของสปริงเมื่อถูกแรงกระทำ	8
2.3 กราฟระหว่างขนาดของแรงดึงกับความยาวที่สปริงยืดออก	9
2.4 แรงในเส้นลวดเมื่อพิจารณาภาคตัดขวาง	10
2.5 การออกแบบที่ให้เกิดความเค้นแบบต่าง ๆ	11
3.1 ฐานตั้ง ถุงทราย ลวดสำหรับแขวน ไม้บรรทัด ยางรัดของ และถุงพลาสติก	23

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

วิชาพิสิกส์เป็นวิชาที่ใช้หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ มาอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้ผลดีนั้นจะต้องใช้สื่อการสอนที่เป็นรูปธรรม และเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์จริงด้วยตนเองและครุเป็นผู้ค่อยช่วยซึ่งแนะนำแนวทางและส่งเสริม และกระตุ้นให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้สำเร็จตามความมุ่งหมาย (อาทิตย์ จันทร์ส่องแสง, 2550: 2) การเรียนรู้แบบผู้เรียน เป็นศูนย์กลาง (student – center) โดยมีเป้าหมายสำคัญคือ การทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุด ทั้งด้านการคิดและการปฏิบัติ ส่วนผู้สอนเป็นบุคลลสำคัญที่จะคอยแนะนำ แนะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด ดังนั้นผู้สอนต้องทุ่มเทอย่างมากในการออกแบบแนวทางในการดำเนิน กิจกรรมการสอนที่สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะการคิดการเรียนรู้ ได้ด้วยตัวเอง (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2552: 8) การสอนปฏิบัติการพิสิกส์เป็นการช่วยให้ ผู้เรียนเข้มต่อระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติซึ่งพวกรเข้าจะพัฒนาสมมติฐานและการวางแผนการทดลอง ของพวกรเข้า ทำให้พัฒนาแนวความคิดเหตุการณ์ที่คล้ายกันมากกว่าแนวคิดที่เกิดจากทฤษฎี ซึ่งหมายถึงได้ผลจากการปฏิบัติการโดยผู้เรียนสามารถใช้สื่อที่มีอยู่นั้นทำการทดลอง เพื่อหา ผลเปรียบเทียบกับข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการเรียนภาคทฤษฎี ซึ่งในบางครั้งก็จำที่ผู้สอนต้องสร้างขึ้นมา ใช้เอง โดยเฉพาะสื่อในการจัดการเรียนรู้วิชาทดลองปฏิบัติการ เช่น ชุดทดลอง การมีสื่อการสอนที่ดี หมายความว่า สามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกวิธีนั้น ซึ่งจะเป็นผลทำให้การพัฒนา กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น (ชัยสิทธิ์ ลัตดาหوم, 2548: 9)

วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดตรรกติวิสัย สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินใจ เกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่และอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะ ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนการ นำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียน ทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว โดยนักเรียนจะต้องลงมือทดลอง สังเกต หรือหาวิธี พิสูจน์เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ครุสร้างขึ้น หลังจากนั้นก็ให้นักเรียนบอกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเอง และขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนจะต้องอธิบายถึงความแตกต่าง ระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตหรือผลการทดลองที่ได้ ซึ่งจากวิธีการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนโดยทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ดังกล่าว เป็นการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ว่านักเรียนได้ฝึกการทำงานอย่าง นักวิทยาศาสตร์ ได้มีการวางแผนการทดลอง ออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ที่ครุ

สร้างขึ้น โดยนักเรียนจะต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ทั้งการสังเกต การสร้างสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การลงมือทดลอง เมื่อได้ผลการทดลองนักเรียนต้องทำการอธิบายผลการทดลองที่ได้ว่าผลการทดลองเป็นอย่างนั้นเพราะอะไร ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นเป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง โดยอาศัยความรู้พื้นฐานจากประสบการณ์ของตนเองในการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นไปตามความมุ่งหวังของการเรียนการสอน

จากรูปแบบการสอนที่เป็นรูปธรรม และเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง โดยอาศัยความรู้พื้นฐานจากประสบการณ์ของตนเองในการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นไปตามความมุ่งหวังของการเรียน การสอน ผู้จัดการเรียนฯ จึงสนใจสร้างชุดทดลองเรื่องสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็งโดยจัดกิจกรรมการ เพื่อพัฒนาและเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างชุดทดลองจากวัสดุที่สามารถประดิษฐ์และหาได้ง่าย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อสร้างชุดทดลอง เรื่องสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง โดยใช้ชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย
- 1.2.3 เพื่อเสริมสร้างความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็ง โดยใช้ชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

- 1.3.1 ชุดทดลอง เรื่องสภาพยึดหยุ่นของของแข็งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
- 1.3.2 นักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็ง โดยใช้ชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
- 1.3.3 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็ง ที่สร้างขึ้น ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย อยู่ในระดับมาก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษา

ประชากร เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนสे�ลภูมิพิทยาคม อำเภอสे�ลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์ รหัส ว 33204 จำนวน 275 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 โรงเรียนสे�ลภูมิพิทยาคม อำเภอสे�ลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 38 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ได้มาแบบเจาะจง

เนื่องจากผู้วิจัยได้รับหน้าที่สอนและเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับกลางเหมาะสมสำหรับเป็นตัวแทนของประเทศ

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของแข็ง ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของแข็ง

1.4.3 เนื้อหา เป็นเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม พิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สภาพยึดหยุ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย สภาพยึดหยุ่น ความเค้น ความเครียด มอดูลัสของยัง

1.4.4 ระยะเวลาในการทดลอง การทดลองครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 รวมทั้งสิ้น 2 วัน วันละ 2 คาบ จำนวน 4 ชั่วโมง

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ชุดทดลอง เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของแข็ง หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองที่ประกอบด้วยพร้อมกับคู่มือการทดลอง

1.5.2 แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของแข็ง เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว

1.5.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการสอบโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของแข็ง

1.5.4 ประสิทธิภาพของชุดทดลอง หมายถึง คะแนนที่ได้จากการสอบของนักเรียนทุกคนที่ทำท้ายกิจกรรมหลังเรียนเทียบกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดทดลอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้เกณฑ์ 80/80

1.5.5 ความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง ความเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาพิสิกส์ เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของแข็ง โดยวัดจากแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบ 5 ระดับ โดยมีลักษณะการวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale)

1.5.6 เทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายผลของเหตุการณ์หรือขั้นการทำนาย (predict) หลังจากนั้นให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าวจากการทดลอง และให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้หรือผลจากการทดลองหรือขั้นการสังเกต (observe) และขั้นอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกต การทดลอง หรือการหาหลักฐานมาพิสูจน์ยืนยันหรือขั้นการอธิบาย (Explain)

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

- 1.6.1 ชุดทดลองที่สร้างขึ้นเอง สามารถนำไปใช้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 1.6.2 นักเรียนมีความเข้าใจ เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง ที่ได้จากการลงมือทดลองจริงโดย การใช้ชุดทดลองเรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง
- 1.6.3 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนมากขึ้นด้วยกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาพิสิกส์ เรื่อง สภาพบูดหุ่นของของแข็ง โดยการสร้างชุดทดลองสภาพบูดหุ่นของของแข็ง ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสาร และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาพิสิกส์

- 2.1.1 ความหมายและธรรมชาติของพิสิกส์
 - 2.1.2 หลักสูตรและโครงสร้างวิชาพิสิกส์
 - 2.1.3 การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย
 - 2.1.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
 - 2.1.5 เกณฑ์การประเมิน
- 2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบทดลอง
 - 2.3 แนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างสื่อการสอนแบบทดลอง
 - 2.4 เจตคติ
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาพิสิกส์

2.1.1 ความหมายและธรรมชาติของวิชาพิสิกส์

พิสิกส์ มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก แปลว่า ธรรมชาติ เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาธรรมชาติของสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวเรา ศึกษาองค์ประกอบความสัมพันธ์ของสารกับพลังงานที่เกี่ยวข้องกับสิ่งไม่มีชีวิตจะต้องเกี่ยวข้อง กับวิชาอื่น รวมทั้งเป็นความรู้พื้นฐานที่นำไปใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับการผลิต และการใช้สิ่งต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ (มนต์ชัย สิงห์จันทร์ 2547: 9)

ศิลปชัย บูรณพานิช (2544: 17) ได้ให้ความหมายของพิสิกส์ไว้ว่า พิสิกส์ หมายถึง ธรรมชาติ ซึ่งพิสิกส์เป็นวิชาแขนงหนึ่งที่ศึกษาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของสารกับพลังงาน ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ความรู้ทางพิสิกส์ได้มาจากการ 2 แนวทาง คือ 1) ความรู้ทางพิสิกส์ได้จากการสังเกต ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นทฤษฎีและกฎ 2) ความรู้ทางพิสิกส์ได้มาจากการสร้างแบบจำลองทางความคิดโดยหลักการทางพิสิกส์นำไปสู่การสร้างทฤษฎี ขอบเขตของวิชาพิสิกส์ขึ้นกับข้อจำกัดของการสังเกตและประสิทธิภาพของเครื่องมือนั้น ถ้าเทคโนโลยีของเครื่องมือวัดพัฒนามากขึ้น ข้อมูลที่ได้จะมีความละเอียดมากและถูกต้องมากขึ้นทำให้ขอบเขตของวิชาพิสิกส์ยิ่งขยายออกไปข้อมูลที่ได้ใหม่อาจเปลี่ยนแปลงทฤษฎีและกฎที่มีอยู่เดิม

จากความหมายและธรรมชาติของวิชาพิสิกส์ดังกล่าว สรุปได้ว่า วิชาพิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งศึกษาธรรมชาติของสิ่งไม่มีชีวิตได้แก่ ปริมาณทางกายภาพและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวเรา การค้นคว้าหาความรู้ทางพิสิกส์ทำได้โดยการสังเกต การทดลองตลอดจนการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นทฤษฎีหลักการ หรือ กฎ ความรู้เหล่านี้นั้นสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต และความรู้นี้เองนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาและพัฒนาวิทยาศาสตร์ประยุกต์สาขาอื่น ๆ ต่อไป

2.1.2 หลักการและโครงสร้างวิชาพิสิกส์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กำหนดโครงสร้างหลักสูตรของการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็น 4 ช่วงชั้น ตามระดับพัฒนาการของนักเรียนคือ ช่วงชั้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3 ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 6 ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3 และช่วงชั้นที่ 4 คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 จัดสาระการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้งหมด 8 กลุ่มโดยวิชาพิสิกส์นั้น จัดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาพิสิกส์ ดังนี้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ไว้ดังนี้

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและ มีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน ซึ่งกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ไว้ดังนี้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการทำางาน ชีวิต การเปลี่ยนรูป พลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.3 การสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

การสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เป็นรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นโดย White, R.T. and Gunstone, R.T. (1992) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์ และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตการณ์ดังกล่าว จากนั้นก็ให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายผลกระทบจากการสังเกต ซึ่งวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการทำนาย (Predict) คือ การทำนายว่าผลที่จะเกิดจากการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้าง โดยที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับการทำนายของนักเรียน

ขั้นตอนของการสังเกต (Observe) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลอง พิสูจน์หาคำตอบเกี่ยวกับการทำทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา

ขั้นตอนของการอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความชัดแจ้งขึ้นระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรม และสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบที่ได้จากการทำการทดลอง กิจกรรม หรือสถานการณ์ปัญหาไม่เป็นไปตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรก เพราะอะไร และในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเอง นักเรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนในการหาคำตอบ วิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict–Observe–Explain: POE) สามารถช่วยให้นักเรียนสำรวจและค้นหาแล้วกาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตนให้ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการทำนาย และการให้เหตุผลในกรณีที่ผลการทดลองได้มีความชัดแจ้ง

ดังนั้นสรุปได้ว่า วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict–Observe–Explain: POE) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เกี่ยวกับการนำความรู้เดิมมาเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ด้วยตัวผู้เรียนเอง และจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาแนวคิดที่มีมาก่อนให้ตรงตามแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับของสังคมวิทยาศาสตร์ในขณะนั้น ซึ่งวิธีการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict–Observe–Explain: POE) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นการทำนาย (Predict, P) เป็นขั้นตอนการทำนายผลจากสถานการณ์ปัญหา 2) ขั้นการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา (Observe, O) เป็นขั้นตอนการหาคำตอบโดยทำการทดลอง การสังเกต การทำกิจกรรม การสืบค้นข้อมูลและวิธีต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหา 3) ขั้นการอธิบาย (Explain, E) เป็นขั้นตอนการอธิบายผลจากขั้นตอนการทำนาย และการหาคำตอบ ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

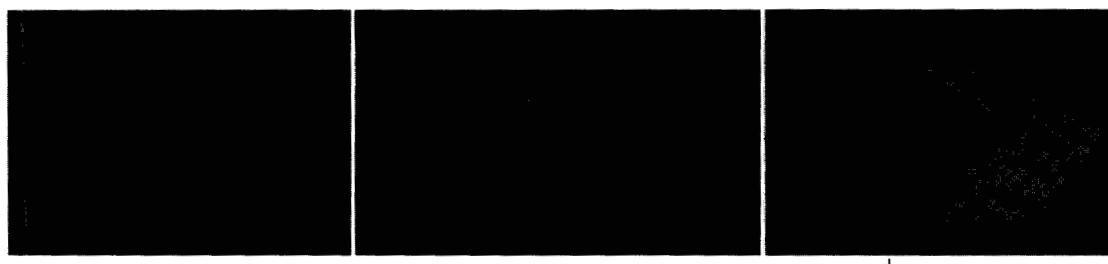
2.1.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.4.1 สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง

เราได้ศึกษาสมดุลของวัตถุและแรงที่เกี่ยวข้อง โดยไม่คำนึงถึงส่วนที่แรงเหล่านี้มีผลต่อรูปร่างของวัตถุ ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่ามากพอ ก็จะทำให้วัตถุเกิด การผิดรูป (deformation) หรือการแตกหักได้ ในทั้งข้อนี้ จะศึกษาผลของแรงที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปร่างซึ่งอาจคืนสภาพเดิมหรืออาจไม่คืนสภาพเดิมหลังหยุดออกแรงกระทำ และการนำความรู้ที่เกี่ยวข้องไปใช้ประโยชน์

เมื่อออกแรงดึงย่างรัดของหรือออกแรงกดดันน้ำมัน จะพบว่าบางรัดของจะยืดออกและกลับสู่สภาพเดิมเมื่อหยุดออกแรง ส่วนดินน้ำมันยุบตัวลงโดยไม่กลับสู่สภาพเดิม ดังภาพที่ 2.1 สมบัติของวัสดุที่มีการเปลี่ยนรูปร่าง เมื่อมีแรงกระทำ และสามารถคืนตัวกลับสู่รูปว่างเดิมเมื่อหยุดออกแรงกระทำ เรียกว่า สภาพยืดหยุ่น (elasticity)

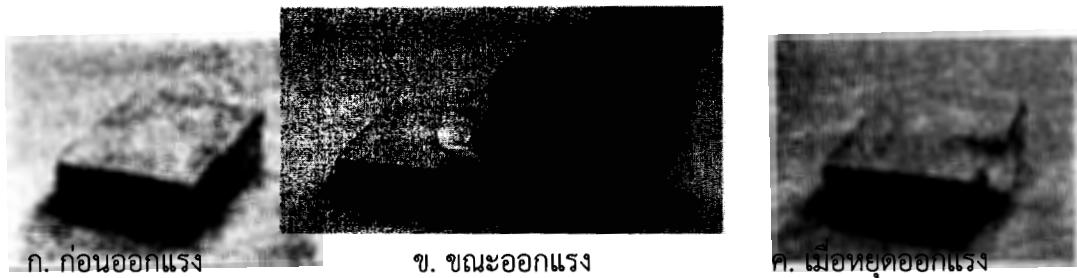
ส่วนกรณีวัสดุที่เปลี่ยนรูปว่างไปอย่างถาวร โดยผิวสัมผ้าไม่มีการซึักขาดหรือแตกหัก เรียกสมบัตินี้ว่า สภาพพลาสติก (plasticity) วัสดุหลายชนิดมีทั้งสภาพยืดหยุ่นและสภาพพลาสติกในตัวเองโดยมีสภาพยืดหยุ่นเมื่อแรงกระทำมีค่าน้อย และมีสภาพพลาสติกเมื่อแรงกระทำมีค่ามากยางรัดของ



ก. ก่อนออกแรง

ข. ขณะออกแรง

ค. เมื่อหยุดออกแรง

ดินน้ำมัน

ก. ก่อนออกแรง

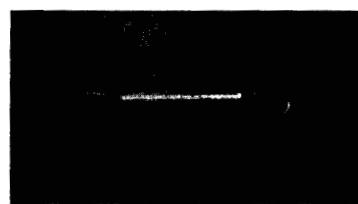
ข. ขณะออกแรง

ค. เมื่อหยุดออกแรง

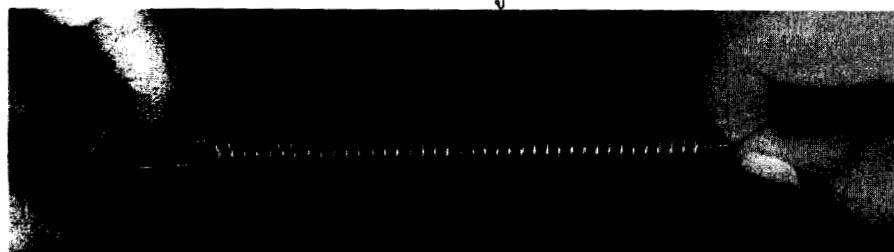
ภาพที่ 2.1 การเปลี่ยนรูปร่างของยางรัดของและดินน้ำมัน

เมื่อนำวัสดุบางชนิด เช่น เหล็ก ทองแดง หรือแก้วมาทำให้เป็นแท่งหรือเป็นเส้น ยาวหรือเป็นชุดแล้วยืดปลายข้างหนึ่งไว้ จากนั้นออกแรงดึงปลายข้างหนึ่งไปตามแนวยาว วัสดุจะเปลี่ยนแปลงอย่าง ໄร

จากการดึงวัสดุชนิดต่าง ๆ เช่น สปริงให้ยืดออกจะ พบร่วมความยาวที่สปริงยืดออกแต่ผันตรงกับขนาดของแรงดึง แต่ถ้าเพิ่มแรงตึงสปริงให้ยื้นออกไปเรื่อย ๆ อีก เมื่อถึงระยะหนึ่ง จะพบร่วมความยาวที่สปริงยืดออกไม่ผันตรงกับขนาดของแรงดึง

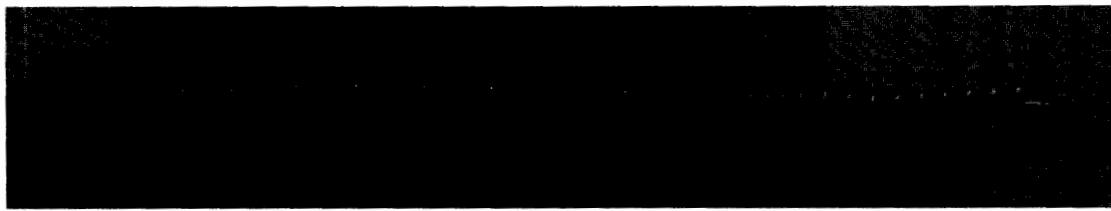


ก. สปริงก่อนถูกดึง



ข. สปริงถูกยืดจนใกล้เข้ากับสภาพยืดหยุ่น

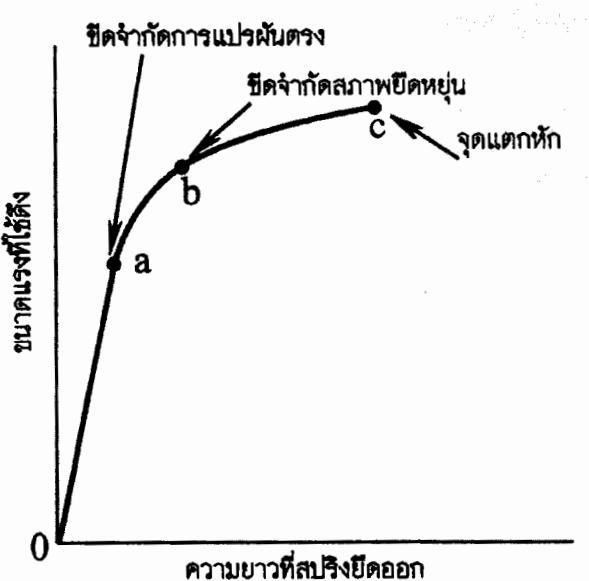
ภาพที่ 2.2 รูปร่างของสปริงเมื่อถูกแรงกระทำ



ค. สปริงถูกยืดจนเกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น

ภาพที่ 2.2 รูปร่างของสปริงเมื่อถูกแรงกระทำ (ต่อ)

กราฟระหว่างขนาดของแรงดึงกับความยาวที่สปริงยืดออก



ภาพที่ 2.3 กราฟระหว่างขนาดของแรงดึงกับความยาวที่สปริงยืดออก

จากราฟจะเห็นได้ว่า ความยาวที่สปริงยืดออกแปรผันตรงกับขนาดของแรงดึงอยู่ในช่วงแรกเท่านั้น คือ ในช่วง Oa ของเส้นกราฟ เป็นไปตามกฎของฮุก จุด a ซึ่งเป็นตำแหน่งสุดท้ายที่ความยาวเส้นโลหะยืดออกแปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง จุดนี้ เรียกว่า ขีดจำกัดการแปรผันตรง (proportional limit) ถ้าออกแรงดึงเส้นโลหะให้ยืดอีกเล็กน้อยจนถึงจุด b เมื่อหยุดออกแรงดึงเส้นโลหะจะกลับไปอยู่สภาพเดิมและความยาวสุดท้ายเท่ากับความยาวเริ่มต้น จุดนี้เรียกว่า ขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น (elastic limit)

ส่วนช่วงของกราฟตั้งแต่จุด b เป็นต้นไปเส้นโลหะเริ่มเปลี่ยนรูปไปอย่างถาวร เมื่อออกแรงดึงต่อไป จะเลี้ยวจุด c เส้นโลหะจะขาดจุดนี้เรียกว่า จุดแตกหัก (breaking point)

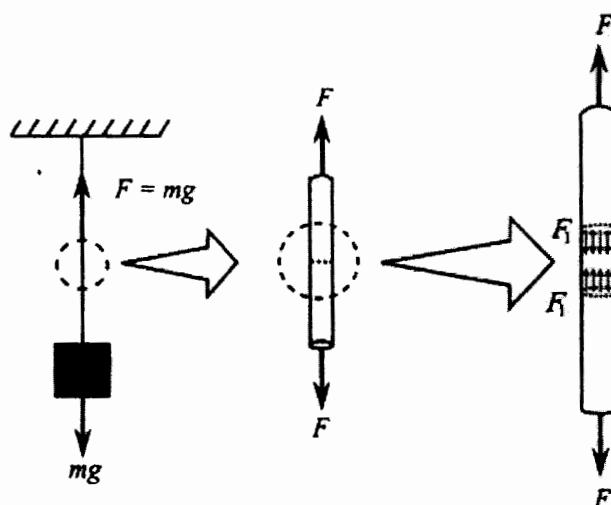
ช่วง ob เรียกว่า การผิดรูปแบบยืดหยุ่น (elastic deformation) และสภาพของวัตถุในช่วง เรียกว่า สภาพยืดหยุ่น (elasticity) ซึ่งเป็นสมบัติของวัตถุที่มีการเปลี่ยนรูปร่างเมื่อมีแรงมากกระทำ และสามารถกลับสู่รูปเดิมเมื่อหยุดออกแรงกระทำ

ช่วง OC เรียกว่า การผิดรูปแบบพลาสติก (plastic deformation) ซึ่งเป็นสมบัติของวัตถุที่เปลี่ยนรูปร่างไปอย่างถาวร โดยวัตถุยังไม่ฉีกขาดหรือแตกหัก

วัตถุส่วนใหญ่มีทั้งสภาพยืดหยุ่นและสภาพพลาสติกในตัวเอง โดยมีสภาพยืดหยุ่นเมื่อแรงกระทำมีค่าน้อย และมีสภาพพลาสติกเมื่อแรงกระทำมีค่ามาก วัตถุบางชนิดมีแต่สภาพพลาสติก เช่น ดินน้ำมัน ขنمปัง เป็นต้น

2.1.4.2 ความเค้นและความเครียด

เมื่อนำวัตถุมาแขวนไว้กับเส้นลวด (เส้นลวดเบา) เส้นลวดจะถูกดึงจากน้ำหนักของวัตถุนั้นดังภาพที่ 2.4 ขณะเส้นลวดอยู่ในสมดุล แรงดึงทั้งสองปลายของเส้นลวดจะมีขนาดเท่ากัน และทุก ๆ ส่วนของภาคตัดขวางของเส้นลวดจะได้รับแรงกระทำอย่างสม่ำเสมอตัวโดยเชื่อมกัน ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แรงในเส้นลวดเมื่อพิจารณาภาคตัดขวาง

ให้ \bar{F} เป็นแรงดึงซึ่งกระทำในแนวตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด A ของเส้นลวด อัตราส่วนระหว่างแรงดึงและพื้นที่หน้าตัด เรียกว่า ความเค้นดึง (tensile stress) แทนด้วยลักษณ์ σ และเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

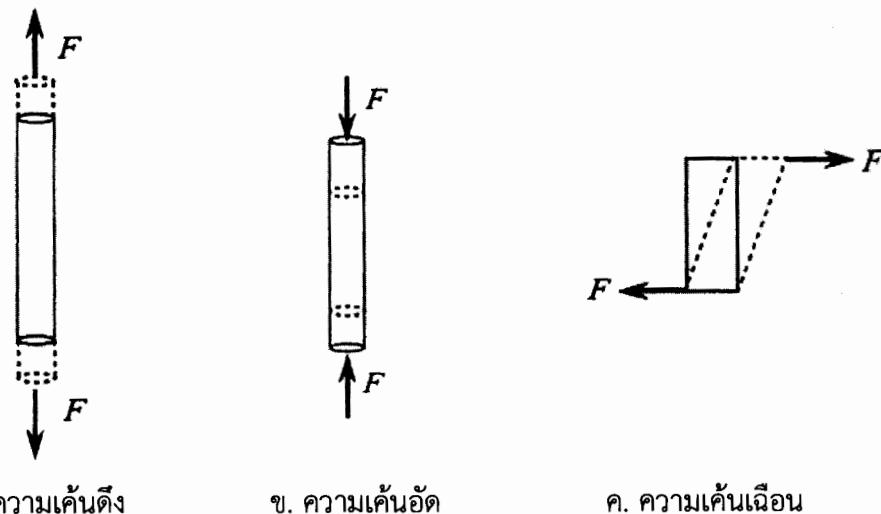
$$\text{ความเค้น} = \frac{\text{แรงดึง}}{\text{พื้นที่หน้าตัด}}$$

$$\text{หรือ } \sigma = \frac{F_{\perp}}{A} \quad (1)$$

σ เป็นความเค้นดึง มีหน่วย นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) หรือ พาสคัล (Pa)
โดยความเค้นเป็นปริมาณสเกลาร์

โดยที่ว่าไปความเค้น มี 2 ชนิด คือ ความเค้นตามยาว และความเค้นเฉือน

ความเค้นตามยาว (longitudinal stress) แบ่งได้ 2 ชนิด คือ ความเค้นดึง (tensile stress) ซึ่งแรง \bar{F} กระทำต่อวัตถุในลักษณะดึงให้ยืดออกดังภาพที่ 2.5 ก กับความเค้นอัด (compressive stress) ซึ่งแรง \bar{F} กระทำต่อวัตถุในลักษณะอัดให้หดสั้นลง ดังภาพที่ 2.5 ข ส่วนความเค้นเฉือน (shear stress) นั้น แรง \bar{F} ที่กระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุบิดเบือนรูปร่างไปจากเดิม ดังภาพที่ 2.5 ค



ภาพที่ 2.5 การออกแบบที่ให้เกิดความเค้นแบบต่าง ๆ

พิจารณาเส้นลวดซึ่งมีความยาวเดิม L_0 เมื่อมีแรงขนาดเท่ากันสองแรงมาดึงที่ปลายแต่ละข้างของเส้นลวดในทิศทางตรงข้ามกัน เส้นลวดจะยืดออก ถ้าให้ ΔL เป็นความยาวของเส้นลวดส่วนที่ยืด และ L_0 เป็นความยาวเดิมของเส้นลวด อัตราส่วนระหว่างความยาวส่วนที่ยืดกับความยาวเดิม เรียกว่า ความเครียดตามยาว (longitudinal strain) แทนด้วยสัญลักษณ์ ϵ และเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

เนื่องจากความเครียดเป็นอัตราส่วนระหว่างความยาวที่เปลี่ยนไปกับความยาวเดิม ซึ่งมีหน่วยเดียวกัน ความเครียดจึงไม่มีหน่วย

2.1.4.3 modulus of elasticity

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า สำหรับวัสดุที่มีสมบัติยืดหยุ่น เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำจะทำให้เกิดความเค้นและความเครียด ความเค้นและความเครียดที่ เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรและวัสดุแต่ละชนิดมีอัตราส่วนความเค้นและความเครียดแตกต่างกันหรือไม่

จากการทดลอง เมื่อออกรังดึงเส้นวัสดุโดยไม่ให้ข้าดของแรงดึงเกินขีดจำกัด การแปรผันตรงของวัสดุ ความเค้นดึงจะแปรผันตรงกับความเครียดดึง นั่นคือ อัตราส่วนระหว่างความเค้นดึงและความเครียดดึงของวัสดุชนิดหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงตัว เรียกว่า ค่าคงตัวนี้ว่า มอดูลัสของยัง (Young's modulus) แทนด้วยสัญลักษณ์ Y และเขียนได้ว่า

$$Y = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F/A}{\Delta L/L_0} \quad (3)$$

มอดูลัสของยัง มีหน่วย นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) วัสดุที่มีมอดูลัสของยังสูง แสดงว่าวัสดุนั้นเปลี่ยนความยาวได้น้อย ขณะที่มีความเค้นมาก

นอกจากมอดูลัสของยังแล้ว ยังมีมอดูลัสประเทอื่น ได้แก่ มอดูลัสเฉือน (shear modulus) และมอดูลัสเชิงปริมาตร (bulk modulus) โดยทั้งมอดูลัสของยัง มอดูลัสเฉือนและมอดูลัสเชิงปริมาตร รวมเรียกว่า มอดูลัสสภาพยืดหยุ่น (modulus of elasticity) โดยมอดูลัสสภาพยืดหยุ่นของวัสดุต่างแบบกันจะมีค่าต่างกัน ถึงแม้ว่าจะเป็นวัสดุชนิดเดียวกันก็ตาม

เนื่องจากมอดูลัสสภาพยืดหยุ่น และขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่นเป็นสมบัติเฉพาะตัว ของวัสดุชนิดหนึ่ง ๆ ดังนั้นความรู้เกี่ยวกับสมบัติสภาพยืดหยุ่นของวัสดุจึงมีประโยชน์ในด้านวิศวกรรม เป็นอย่างมาก เช่น การเลือกวัสดุเพื่อใช้เป็นโครงสร้างอาคาร สะพาน หรือชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล วิศวกรผู้ออกแบบจะต้องเลือกวัสดุที่มีสมบัติสภาพยืดหยุ่นเหมาะสมกับงาน

วัสดุที่มีมอดูลัสสภาพยืดหยุ่นสูง เป็นวัสดุที่สามารถทนต่อแรงภายนอกได้มาก หรือทำให้เปลี่ยนรูปร่างได้ยาก ส่วนความเค้นที่ขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่นจะบอกให้ทราบว่า วัสดุนั้น สามารถทนต่อแรงภายนอกมากที่สุดเพียงใด เพื่อให้สามารถลับสู่สภาพเดิมได้ ดังนั้นในการออกแบบ ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ จำเป็นต้องเลือกใช้วัสดุที่สามารถทนต่อแรงที่มากกระทำได้มาก ซึ่งหมายถึงว่า วัสดุนั้นจะต้องมีมอดูลัสสภาพยืดหยุ่นสูง และความเค้นที่ขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่นสูงด้วย วัสดุที่ว่านี้ ได้แก่ เหล็กกล้าและโลหะผสม เป็นต้นตัวอย่างมอดูลัสสภาพยืดหยุ่นของวัสดุบางชนิดแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มอดูลัสสภาพยืดหยุ่นของวัสดุบางชนิด

ชนิดวัสดุ	มอดูลัสของยัง ($\times 10^{11} N/m^2$)	มอดูลัสเฉือน ($\times 10^{11} N/m^2$)	มอดูลัสเชิงปริมาตร ($\times 10^{11} N/m^2$)
ตะกั่ว	0.16	0.26	0.27
แก้ว	0.55	0.26-0.32	0.50-0.55
อะลูมิเนียม	0.70	0.25	0.70
ทองเหลือง	0.91	0.35	0.61
ทองแดง	1.10	0.42	1.40
เหล็กกล้า	2.00	0.84	1.60
ทั้งสเตน	3.50	1.40	2.00

2.1.5 เกณฑ์การประเมิน

การประเมินตามสภาพจริงนั้นให้ความสำคัญต่อการแสดงออกที่แท้จริงของนักเรียนขณะทำกิจกรรม งาน หรือกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนทำ จะมีแนวทางไปสู่ความสำเร็จของงาน และมีวิธีการหาคำตอบได้หลายแนวทาง คำตอบที่ได้อาจมีใช่แนวทางที่กำหนดไว้เสมอไปจึงทำให้การตรวจให้คะแนนไม่ชัดเจนเหมือนการใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ ดังนั้น การประเมินจากสภาพจริงจึงต้องมีการกำหนดแนวทางการให้คะแนนอย่างชัดเจน แนวทางการประเมินนั้น จะต้องมีมาตรฐานตรวจสอบ ทำอย่างไรได้สำเร็จ และความสำเร็จอยู่ในระดับใด ซึ่งเรียกว่า รูบrik (Rubric) (บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์, 2545: 106) กล่าวถึง คะแนนแบบรูบrik หรือภูมิเกณฑ์การให้คะแนน เป็นชุดของแนวทางให้คะแนนผลการปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งสำหรับประเมินคุณภาพของการปฏิบัติของนักเรียน (กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ, 2546: 16) ให้ความหมาย Kubric หมายถึง กฎ หรือ กติกาตั้งนั้น Rubric Assessment หมายถึง แนวทางการให้คะแนนที่สามารถจำแนกระดับต่าง ๆ ของความสำเร็จในการเรียน หรือการปฏิบัติของนักเรียนได้อย่างชัดเจน จากระดับดีมากจนกระทั่งถึงระดับที่ต้องปรับปรุง แก้ไข ชนิดของรูบrik (กิติกัญจน์ สิรสุคนธ์, 2550: 9-10) กำหนด รูบrik มี 2 ประเภท

2.1.5.1 รูบrikแบบภาพรวนนั้นคือต้องให้คะแนนโดยภาพรวนกระบวนการหรือผลงานไม่แยกพิจารณาเป็นส่วน ๆ ในทางตรงกันข้าม สำหรับรูบrikแบบแยกส่วนนั้น คือจะให้คะแนนแยกทีละส่วนหรือทีละองค์ประกอบแล้วรวมคะแนนแต่ละส่วนนั้นด้วยกันเป็นคะแนนรวมรูบrikแบบภาพรวนจะใช้เมื่อต้องการดูคุณภาพโดยรวมมากกว่าจะดูข้อพิร่องส่วนย่อย ๆ กล่าวว่ารูบrikแบบภาพรวนจะเหมาะสมกับการปฏิบัติที่ต้องการให้นักเรียนสร้างสรรค์การตอบสนอง และไม่มีกำหนดที่ถูกต้องชัดเจน จุดเน้นของการรายงานคะแนนที่ใช้รูบrikแบบภาพรวนนั้นคือคุณภาพโดยรวมความคล่องแคล่ว หรือความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระเฉพาะและทักษะซึ่งเป็นการประเมินระดับมิติเดียว การใช้รูบrikแบบภาพรวนทำให้กระบวนการให้คะแนนเร็วกว่าการใช้รูบrikแบบแยกส่วน ดังนั้นควรจึงต้องอ่านพิจารณาและตรวจสอบการปฏิบัติของนักเรียนโดยตลอด เพื่อให้รู้สึกปรับรู้ถึงภาพรวนว่า นักเรียนทำอะไรได้และยังใช้เป็นการประเมินสรุป (summative) ได้ด้วยแต่นักเรียนจะได้รับทราบผลสะท้อนกลับน้อยมาก

2.1.5.2 รูบrikแบบแยกส่วน นิยมใช้เมื่อต้องการเน้นชนิดหรือลักษณะเฉพาะของการตอบสนอง นั้นคือใช้สำหรับการปฏิบัติงานที่ยอมรับการตอบสนอง 1 หรือ 2 ลักษณะและความคิดสร้างสรรค์ ไม่ได้เป็นประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการตอบสนองของนักเรียนนอกจากนี้ผลลัพธ์ขั้นต้นจะมีคะแนนหลายตัวตามด้วยคะแนนรวม ซึ่งใช้เป็นตัวแทนการประเมินหลายมิติ การใช้รูบrikแบบแยกส่วนทำให้กระบวนการให้คะแนนช้า เนื่องจากเป็นการประเมินคะแนนหลายส่วน

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบทดลอง

วิธีการสอนแบบทดลองนั้น เป็นการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียน เรียนโดยการกระทำหรือปฏิบัติจริง เป็นการนำรูปธรรมมาอธิบายเป็นนามธรรม ค้นหาข้อสรุปจากการทดลองนั้นด้วยตนเอง การเรียนการสอนแบบทดลอง จะยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง อาจจะทดลองเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ ขึ้นกับเนื้อหาและความเหมาะสม การทดลองเป็นวิธีการสอนที่ดีเยี่ยม ทำให้เรียนรู้ เข้าใจในเนื้อหาให้โอกาสแก่นักเรียนได้พิสูจน์หลักการด้วยตนเอง

วิธีการสอนแบบทดลอง (Laboratory Method) คือ การสอนที่ทำให้เกิดประสบการณ์ตรง กียงกับสิ่งที่ต้องนำไปปฏิบัติ หรือข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่มีผู้ค้นพบมาแล้วนักเรียนก็ทำการทดลอง ตามเนื้อหา ทฤษฎีที่ได้เรียนมาเพื่อนำผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ การทดลองปฏิบัติทดลองในแต่ละเนื้อ หาทำการสรุปผลการวิเคราะห์ถึงข้อเท็จจริงตามทฤษฎีโดยวิธีการสืบสาน ค้นคว้า และปฏิบัติการ ทดลอง วิธีการสอนแบบทดลองนี้ผู้สอนต้องเตรียมพร้อมในเรื่องของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ พร้อมทั้งคู่มือในการฝึกทดลองแต่ละขั้นตอน โดยระบุขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นลำดับชัดเจน จนกระทั่งนักเรียนสามารถปฏิบัติตัวอย่างได้ การสอนแบบนี้จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสทำการ ทดลองโดยทั่วถึงกัน เพื่อที่จะได้ศึกษาข้อเท็จจริงด้วยตนเอง

2.2.1 ความมุ่งหมายของการสอนแบบทดลอง สามารถสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

2.2.1.1 เพื่อพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ

2.2.1.2 เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง

2.2.1.3 เพื่อประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองกับงานจริงในภาคสนามได้

2.2.1.4 เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียน ในการรวบรวมความสัมพันธ์ของความคิด หลักการและความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อทำให้นักเรียนมองภาพรวมของเนื้อหา

2.2.2 วิธีดำเนินการ

โดยทั่วไปของการทดลองหรือการปฏิบัติการทดลอง ประกอบด้วย

2.2.2.1 ผู้สอนกำหนดการทดลอง เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหา และหลักการที่บรรยายใน ขั้นเรียนโดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน ๆ หรือเป็นเรื่อง ๆ แล้วแต่เนื้อหา

2.2.2.2 จัดทำคู่มือการทดลอง (Laboratory Manual) ให้นักเรียนประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย เครื่องมือและอุปกรณ์ แนวทางปฏิบัติ รวมทั้งคำเตือน ปัญหาหรือสิ่งอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในการ ทดลองแล้วแจกนักเรียนให้อ่านล่วงหน้า

2.2.2.3 ผู้สอนและผู้ควบคุมห้องทดลอง จัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมืออย่างเป็นระเบียบเป็น ขั้นตอนและมีมากพอ กับจำนวนนักเรียน

2.2.2.4 นักเรียนดำเนินการทดลองตามคำแนะนำของผู้สอนตามลำดับขั้นตอนที่วางไว้โดย ชัดเจน เป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล แล้วแต่ความเหมาะสม

2.2.2.5 นักเรียนเขียนรายงานและข้อคิดเห็นตามแนวทางครูผู้สอนแนะนำ หรือแจ้งไว้ใน รายงาน

2.2.2.6 อภิปรายร่วมกันถึงผลการทดลอง และวิธีการทดลองที่ได้ทำเสร็จสิ้นรวมทั้ง ข้อคิดเห็นที่สัมพันธ์กับการทดลองที่ผ่านไปแล้ว และเตรียมการเพื่อการทดลองครั้งใหม่จะเห็นได้ว่า ก่อนที่นักเรียนจะทำการทดลองและเขียนรายงาน รวมทั้งการอภิปรายผลลัพธ์นั่นที่สำคัญก็คือ การจัดทำคู่มือการทดลองให้กับนักเรียนซึ่งประกอบไปด้วย ในเนื้อหา (Information sheet) และ ใบทดลอง (Experiment sheet)

ใบเนื้อหา คือ เอกสารที่บอกรายละเอียดที่เกี่ยวกับหัวเรื่องที่จะทำการ ทดลองประกอบไปด้วยเนื้อหาที่จำเป็น โดยเพียงแค่บทสรุปสั้น ๆ เท่านั้น และใบเนื้อหาที่ดีนั้นต้อง อธิบายถึงเนื้อหาต่าง ๆ ที่เป็นจุดสำคัญของเรื่องนั้นอย่างเด่นชัด



ในทดลอง คือ เอกสารที่บอกรายละเอียด เกี่ยวกับการทดลองปฏิบัติการในหัวข้อนั้น ๆ มีตั้งแต่ชื่อเรื่องที่จะทดลอง วัตถุประสงค์ของการทดลอง อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง รูปแบบต่าง ๆ ลำดับขั้นในการปฏิบัติการ และคำอธิบายเกี่ยวกับความปลอดภัย ในระหว่างการทดลองตามที่จำเป็นอาจมีตารางบันทึก หรือตารางกราฟ เพื่อบันทึกผลการวัดต่าง ๆ ใน การทดลอง คำถາมท้ายบทการทดลอง และสรุปผลการทดลอง เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนเขียนรายงาน และอภิปรายสรุปผลหลังการเรียน ในทดลองใช้มากในงานทดลองทางด้านวิทยาศาสตร์

2.3 แนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างสื่อการสอนแบบทดลอง

การพัฒนาชุดทดลองซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วย ใบงาน (Lab sheet) และชุดทดลอง (Experimental set) โดยในส่วนของผู้วิจัยได้ดัดแปลง ปรับปรุง และแทรกใบงานเข้าไว้ในชุดกิจกรรมการทดลองซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ในชุดกิจกรรมการทดลอง คือ ชื่อกิจกรรมการทดลอง ทฤษฎี และหลักการ วัตถุประสงค์ เวลาที่ใช้ในการทดลอง วัสดุอุปกรณ์การทดลองวิธีการทดลอง ผลการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลองคำถາมท้ายการทดลอง ใช้ร่วมกับชุดทดลองที่สร้างขึ้นในการสร้างชุดทดลอง (Experimental set) จะมีการออกแบบและพัฒนาชุดทดลองโดยอาศัยหลักการคือ กิจกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ซึ่งผ่านการตรวจสอบแล้วจะเป็นแนวทางในการออกแบบชุดกิจกรรมการทดลอง และชุดอุปกรณ์การทดลอง

การสร้างชุดทดลอง เรื่องสภาพดินที่อยู่ของของแข็ง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลอง เพื่อทำการสร้างชุดทดลอง ให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติการทดลองโดยศึกษาขั้นตอนการสร้างสื่อประกอบการเรียนรู้ประเภทการทดลองซึ่ง วัลลภ จันทร์ตะรุกุล ได้อธิบายไว้ว่าให้กำหนดวัตถุประสงค์ในการนำชุดทดลองไปใช้ในการสอน กำหนดหน้าที่ (Function) ของชุดทดลอง การศึกษาปัจจัยที่จะทำให้ชุดทดลองทำงานได้ตามรายการหน้าที่การวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนของอุปกรณ์ การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ การเขียนแบบ การเตรียมเอกสารประกอบอุปกรณ์ที่ออกแบบสร้าง ชุดทดลองที่สร้างขึ้นจะนำไปใช้โดยผู้วิจัยเอง เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน และความสะดวกในการลองเลียนหรือปรับปรุงขึ้นมาใหม่ จากการพัฒนาชุดทดลองข้อมูลประสบการณ์ที่ได้จากข้างต้น จะถูกนำไปใช้ในการปรับปรุงชุดทดลองให้มีประสิทธิภาพ เป็นที่ยอมรับได้ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมทดลองและชุดทดลอง และหลังจากนั้น จำเป็นอย่างมากที่จะต้องนำไปทำประสิทธิภาพของชุดทดลอง ต่อไป

ขั้นตอนและการทำประสิทธิภาพชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพหมายถึง ชุดทดลองที่สามารถช่วยในการปฏิบัติการทดลองของผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายตามที่ผู้สอนได้ตั้งไว้ การทดสอบประสิทธิภาพของชุดทดลองจะทำให้ผู้สอนวัดถึงประสิทธิภาพของชุดทดลองในขณะเดียวกัน จะรู้ถึงจุดบกพร่องหรือจุดอ่อนของชุดทดลองซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับการปรับปรุงชุดทดลองให้ดี ยิ่งขึ้น ดังนั้น การทดสอบทำประสิทธิภาพของชุดทดลองจะช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจว่า ชุดทดลองนั้น ๆ มีประสิทธิภาพหรือไม่ เพราะถ้าชุดทดลองมีประสิทธิภาพต่ำทำให้ผลการเรียนของผู้เรียนต่ำไปด้วย แนวทางการทำประสิทธิภาพชุดทดลองการทำประสิทธิภาพชุดทดลองสามารถทำได้ 3 แนวทาง คือประสิทธิภาพด้านโครงสร้างชุดทดลอง ได้แก่ การวิเคราะห์โดยดูจากโครงสร้าง

ชุดทดลองในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองมีความแข็งแรงทนทานเพียงใด ความสวยงาม ความปลอดภัยในการใช้งาน ขนาดของชุดทดลองมีขนาดพอเหมาะสมกับจำนวนผู้เรียนในขณะทดลอง หรือไม่ ความยากง่ายในการสร้าง ประสิทธิภาพด้านเนื้อหา ได้แก่ การทดสอบเพื่อหาว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายหรือไม่ ครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ โดยที่ชุดทดลองนั้นจะต้องมีความสมบูรณ์และแม่นยำในแง่ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะสามารถกำหนดเงื่อนไขและกฎเกณฑ์ได้แน่นอน และประสิทธิภาพในการใช้งาน ได้แก่ การทดสอบด้านความสะดวกในการทดลอง ความเหมาะสมสมกับวัยของผู้เรียน มีความคล่องตัวในการติดตั้งเข้ากับระบบ อีน ๆ สำหรับการสร้างใบงาน ซึ่งในการศึกษาของผู้วิจัยได้รวมใบงานเข้าในชุดกิจกรรมการทดลอง ซึ่งในชุดกิจกรรมการทดลองเอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้ปฏิบัติงานหรือเป็นคำแนะนำผู้เรียนให้สามารถดำเนินการทดลองให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ หรือเป็นคำแนะนำผู้เรียนให้สามารถดำเนินการทดลองให้เป็นตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ใบงานหรือกิจกรรมที่สร้างขึ้นในชุดกิจกรรมการทดลองต้องพิจารณาดังนี้

ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมสมกับการเรียนการสอนทดลอง (Laboratory concept) เนื้อเรื่องที่พัฒนาทักษะทางสมอง เช่น การวิเคราะห์ การสอบสวน การแก้ปัญหา เป็นเรื่องที่พัฒนาทักษะทางสมอง เช่น การวิเคราะห์ การสอบสวน การแก้ปัญหา เป็นเรื่องที่ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมภายในที่สำคัญ ของอุปกรณ์ เครื่องมือ เป็นเรื่องที่สามารถฝึกหัดการทำงานเป็นขั้นตอน ให้รู้จักและคุ้นเคยกับกลไกของเครื่องมือและอุปกรณ์ พัฒนาความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุ พัฒนาความรอบคอบในการทำงานสร้างเสริมจิตสำนึกในการรักษาความปลอดภัย หลักในการตั้งข้อเรื่อง ลักษณะที่ดีของข้อการทดลองควรอาศัยหลักการดังนี้ ใช้ภาษาที่ง่าย รัดกุม มีลักษณะที่ท้าทาย ชวนให้ศึกษา มีความหมายแสดงให้เห็นภาพพจน์ของงานที่แท้จริง

คุณสมบัติของใบงานทดลองที่ดีต้องครอบคลุมเนื้อหามากที่สุดในหนึ่งใบงานทดลองพัฒนาความสามารถได้มากที่สุด มีปัญหาในการปฏิบัติน้อย คือ ข้อมูลชัดเจนตรงประเด็น กะทัดรัดและเหมาะสม ผู้เรียนช่วยตนเองได้มากที่สุด สามารถจัดเป็นระบบได้มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ มีจำนวนใบงานทดลองน้อย ลงทุนน้อยและได้ผลมากที่สุด

หลักการที่ใช้ในการสร้างใบงานทดลอง (Laboratory sheet) การสร้างใบงานทดลอง (Lab sheet) ที่ดีนั้น ต้องอาศัยหลักการและองค์ประกอบหลายประการ เพื่อให้งานการศึกษาทดลองปฏิบัตินั้นมีความหมายต่อผู้เรียน โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ท้าทายความคิดอันจะนำไปสู่การค้นคว้า ที่ซับซ้อนได้ ในด้านหลักการสร้างใบงานทดลองปฏิบัติการนั้น อาศัยหลักการสอนทดลองปฏิบัติการซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญคือ กำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนของการดำเนินการและการให้ข้อมูลที่เหมาะสม การร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ที่พัฒนาความรู้และทักษะให้มากที่สุด

สำหรับองค์ประกอบของใบงานในชุดกิจกรรมการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและอธิบาย คือ ใบงานทดลอง (Lab sheet) ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทดลอง (Background information) ข้อมูลสำหรับดำเนินการ (procedural information) ข้อมูลเกี่ยวกับการสรุปผลลัพธ์และรายงาน ข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment Information)

จากข้อมูลที่ได้กล่าวว่า นี้จะสรุปได้ว่า การเขียนข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบของใบงานทดลองโดยใบงานทดลองและชุดทดลองที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ จะได้มาจากการรายละเอียดของการวิเคราะห์คัดเลือกเนื้อหาความสามารถขณะปฏิบัติการทดลอง โดยใบงานทดลองการกำหนดวัตถุประสงค์

การสอนและความต้องการเพื่อขยายความรู้ในเนื้อหาทฤษฎี เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง รายละเอียดข้อมูลเหล่านี้ จึงทำให้สามารถเขียนใบงานทดลองได้ดังแสดงไว้ในภาคผนวก จ

2.4 เจตคติ

2.4.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติ (Attitude) เป็นคำมาจากการศัพท์ภาษาลาตินว่า Aptus แปลว่า ในมีอุปนิสัย หมายความ นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ว่า เจตคติ คือ การเรียนรู้ แนวโน้มในการที่จะตอบสนองต่อบุคคล วัตถุ หรือสถานการณ์ ซึ่งอาจเป็นการตอบสนองทางบวก หรือทางลบ (Hothersall and other, 1985: 52) เจตคติ คือท่าทางความรู้สึก หรือ ความคิด ที่บุคคลมีต่อวัตถุ เหตุการณ์ หรือ บุคคลอื่น ๆ ซึ่งอยู่ล้อมรอบตัวเรา เป็นสิ่งที่ได้มาจากการเรียนรู้ ผูกพันอยู่กับเป้าหมาย มีทิศทางและความเห็นที่แปรไปได้ เมื่อเกิดแล้วจะอยู่คู่กันแต่ก็เปลี่ยนแปลงได้ และสามารถแสดงออกมาให้เห็นได้ (กุญชรี คำข่าย, 2540: 159) เจตคติ คือ ท่าที่ หรือแนวโน้มที่แสดงออกในลักษณะของความรู้สึก อารมณ์ที่มีต่อวัตถุ สถานการณ์ หรือ ค่านิยม เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Good, 1973: 49) นอกจากนั้น เจตคติ คือ อารมณ์ความรู้สึกเชือครัทธาต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จนเกิดความพร้อมที่จะแสดงการกระทำ ออกมานั้น ซึ่งอาจจะนำไปในทางดีหรือไม่ดีก็ได้ (ล้วน สายยศ, 2543: 54)

จากความหมายดังกล่าวมา สรุปได้ว่า เจตคติ คือ ท่าที่ ความคิดเห็น ความรู้สึกทางจิตใจ ของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ภายนอกที่ได้รับประสบการณ์นั้น พฤติกรรมที่แสดงออกนั้นเป็นได้ทั้งทางบวก คือ ความพึงพอใจ เห็นด้วย ชอบ สนับสนุน สนองตอบด้วยความเต็มใจหรือทางลบ คือ ความไม่พอใจ ไม่เห็นด้วย ไม่ร่วมมือ ไม่ทำตาม และมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิชา วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อน้ำหน่วยวิทยาศาสตร์ แต่จะมีการศึกษาในภาพรวมของ วิทยาศาสตร์ทั้งหมด จึงเรียกว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Haladyna and shaughnessy, 1982: 547-563)

เป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัย หรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วนคือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติ ต่อวิทยาศาสตร์ด้วยการแสดงพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลาพัฒนาและ มีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ โดยทั่วไปพฤติกรรมแสดงออกของผู้เรียนด้านเจตคติมีการพัฒนาอย่าง เป็นขั้นเป็นตอนดังนี้

ตารางที่ 2.2 การประเมินด้านเจตคติด้วยพฤติกรรมการแสดงออก

เจตคติ	พฤติกรรมการแสดงออก
1. การรับรู้	สนใจและรับรู้ข้อสอนเทศหรือสิ่งเร้าด้วยความตั้งใจ
2. ตอบสนอง	ตอบสนองต่อข้อสอนเทศหรือสิ่งเร้าอย่างกระตือรือร้น
3. เห็นคุณค่า	แสดงความรู้สึกชื่นชอบและมีความเชื่อเกี่ยวกับคุณค่าของเรียนที่เรียนรู้
4. จัดระบบ	จัดระบบ จัดลำดับ เปรียบเทียบและบูรณาการเจตคติกับคุณค่าเพื่อนำไปใช้ปฏิบัติได้
5. สร้างคุณลักษณะ	เลือกปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติในสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะ หรือลักษณะนิสัยของผู้เรียน ที่เกิดจากการศึกษา ทำความรู้ หรือการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยความพึงใจ ศรัทธาและ ชาบชี้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่อไปนี้

2.4.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (scientific attitude) เป็นลักษณะนิสัยของผู้เรียน ที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความสนใจเฝ้าระวังหรือความมzagรู้อย่างเห็น ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประยัต ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

2.4.3 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude towards science) เป็นความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ประกอบด้วย พ้อใจในประสบการณ์ การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ศรัทธาและชาบชี้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาชีววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน เลือกใช้วิธีการทำงานวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ ตั้งใจเรียนวิชาชีววิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยคร่ำคราม ไตร่ตรองถึงผลดีผลเสีย

เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 ประการจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในลักษณะของความรู้ และความเชื่อในหลักการของวิทยาศาสตร์ ส่วนเจตคติต่อวิชาชีววิทยาศาสตร์ อยู่ในความรู้สึกความชอบ ไม่ชอบ ความนิยมของบุคคลที่มีผลต่อวิชาชีววิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติที่นำมาใช้ในงานวิจัยมาจากการ (พรุง สิงคิริจันทร์, 2554)

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาชีววิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกในด้านความชอบหรือไม่ชอบของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาวิชาชีววิทยาศาสตร์ ซึ่งถ้าเป็นทางบวกก็จะเป็นแรงจูงใจในการเรียน แต่ถ้าเป็นทางลบก็จะทำให้หมดกำลังใจในการเรียน

2.4.4 ลักษณะของเจตคติ เจตคติเป็นความรู้สึกของคนที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ถ้ามีความรู้สึก เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้นก็จะเกิดความสนใจ ชาบชี้ง พ้อใจ และมีเจตคติติดตามมา สำหรับในการเรียนการสอนหากว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชา ผู้เรียนก็ย่อมมีความสนใจ และอยากรู้จักเรียนรู้วิชาดังนั้น ๆ คงจะทำให้ผลการเรียนดีขึ้น เจตคติเป็นสิ่งที่สามารถสร้างและส่งเสริมให้เกิดด้วยวิธีการที่เหมาะสม มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติไว้ดังนี้

ลักษณะที่สำคัญของเจตคติ คือ ความรู้สึกของนักเรียนที่เกิดจากแนวคิดของนักเรียน ความรู้สึกเกี่ยวกับการประเมินในภาพของเจตคติ แล้วเกิดเป็นพฤติกรรม แรงจูงใจเป็นเพียงความรู้สึกจากการประเมิน ไม่ใช่พฤติกรรม ไม่ใช่แรงจูงใจ แต่เป็นตัวทำให้เกิดแรงจูงใจให้แสดงพฤติกรรม เจตคตินี้การเปลี่ยนแปลงตามแนวทางตั้งแต่บวกจนถึงลบ เจตคติมีได้เกิดขึ้นเอง แต่เกิดจากการเรียนรู้เจตคติเกิดจากเป้าหมาย หรือ สิ่งเร้าเฉพาะอย่าง เจตคติมีค่าสหสัมพันธ์ภายในเปลี่ยนแปลงไปตามกลุ่มและเจตคติมีลักษณะมั่นคง เปลี่ยนแปลงได้ยาก (Shaw and Wright, 1976: 13-14) นอกจากนี้เจตคติ มีพิเศษทาง เพราะเป็นความรู้สึกของคนที่มีต่อเจตคติ เป็นบวกหรือลบ หรือชอบ ไม่ชอบ มีความเข้มข้น

เป็นความรู้สึกที่มีต่อเนื่อง ความรู้สึกนึงคือความเข้มข้นนั่นเอง มีการแผ่ซ่านเป็นการแพร่กระจายจากกลุ่มหนึ่งไปอีกกลุ่มหนึ่งได้ มีความคงเส้นคงวา เป็นความรู้สึกที่ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ๆ ค่อนข้างคงที่ มีความพร้อมที่จะแสดงออกอย่างเด่นชัด ระดับขั้นของความเต็มใจหรือความพร้อมที่จะแสดงออกของความคิดเห็น (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 58-59; อ้างอิงจาก Sax, 1980)

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของเจตคติเป็นเพียงความรู้สึกไม่ใช่พฤติกรรม เกิดจากการเรียนรู้แพร่กระจายจากกลุ่มหนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่ง ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงและมีความเต็มใจในการแสดงออก

2.4.5 องค์ประกอบของเจตคติ

ผู้วิจัยได้ศึกษาองค์ประกอบของเจตคติ โดยมีการแบ่งองค์ประกอบไว้ 3 ด้าน ด้านสติปัญญา (cognitive component) ประกอบด้วยความรู้ ความคิด และความเชื่อที่ผู้คนมีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ด้านความรู้สึก (Affective component) หมายถึงความรู้สึก หรือ อารมณ์ของคนใดคนหนึ่งที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด และด้านพฤติกรรม (Behavioral component) เป็นแนวโน้มของการกระทำ หรือการแสดงพฤติกรรมที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดสรุปได้ว่าองค์ประกอบของเจตคติมี 3 ด้าน คือ ด้านสติปัญญา ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 59-60; Rosenberg and Hovland, 1960)

2.4.6 การวัดเจตคติ

จากการศึกษาของผู้วิจัยมีการวัดเจตคติเป็นวิธีการรวมพฤติกรรมของแต่ละบุคคล ทางด้านความรู้สึกด้านอารมณ์ การวัดเจตคติมีการวัดได้หลายวิธีดังนี้ โดยใช้แบบทดสอบวัดเจตคติโดยตรง เรียกว่า มาตราส่วนวัดเจตคติ (Attitudescale) ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือแบบทดสอบวัดเจตคติด้วยเทคนิคไลเคริท (The Likert Techique) เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ คือ เห็นด้วยมากที่สุดได้ 5 คะแนน เห็นด้วยได้ 4 คะแนน ปานกลางได้ 3 คะแนน ไม่เห็นด้วยได้ 2 คะแนนและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งได้ 1 คะแนน และแบบทดสอบวัดเจตคติด้วยวิธีของ瑟อร์สโตน (the Thurstone Method) เป็นมาตราส่วน 11 ระดับ คือ ตั้งแต่ความรู้สึกพึงพอใจ (ชอบ) มากที่สุดไปจนถึงไม่พึงพอใจ (ไม่เห็นด้วย) มากที่สุด แต่ละระดับจะมีค่าเป็นตัวเลขเรียงกันไป เป็นวิธีที่ให้บุคคลที่จะวัดเจตคติตอบคำตามของผู้สัมภาษณ์ตามคำตามที่เตรียมไว้และการสังเกต เป็นวิธีการที่ใช้การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงพฤติกรรมประจำวัน แล้วมีการจดบันทึกไว้อย่างเป็นระบบ (กฤษณา ศักดิ์ศรี, 2530: 208-211) และนอกจากนั้น การวัดเจตคติเป็นวิธีการรวมพฤติกรรมของบุคคลในด้านความรู้สึก อารมณ์ การวัดเจตคติของบุคคลมีหลายวิธี ทั้ง การใช้แบบสอบถาม ซึ่งมีอยู่ 2 แบบที่นิยมใช้กัน คือ วิธีการมาตราส่วนประมาณค่าของไลเคริทและวิธีการใช้ค่าประจำป้ายของ瑟อร์สโตน โดยการสังเกต เป็นวิธีการผ้าติดตามพฤติกรรมของบุคคลและจดบันทึกการสังเกตอย่างเป็นระบบและการสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดเจตคติด้วยการสอบถามด้วยคำพูด จดบันทึกหรือ อัดเสียง (เพราพรรณ เปลี่ยนภู, 2542: 110-111)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดเจตคติมีวิธีวัดเจตคติอยู่หลายวิธี คือ ใช้แบบทดสอบการสัมภาษณ์ และการสังเกต

2.4.7 ประโยชน์ของการวัดเจตคติ

การวัดเจตคตินั้นมีประโยชน์ ทำให้ทราบความรู้สึกนึกคิดแนวโน้มที่อยู่ภายในตัวของนักเรียน หลังจากได้เรียนรู้วิชานั้นแล้ว ทำให้ครูได้รับทราบและนำไปสู่การพัฒนาการเรียนการสอน ต่อไปได้ มีนักการศึกษาล่าวถึงประโยชน์ของการวัดเจตคติ ดังนี้ ให้เข้าใจสิ่งแวดล้อมใกล้ ๆ ตัว มีมุ่งมองและแบ่งคิดที่หลากหลายที่อยู่รอบ ๆ ตัว ทำให้รู้จักตัวเอง รู้จักแยกแยะพฤติกรรมที่ดีและไม่ดี ของตัวเองได้ มีความสามารถหัดเลี้ยงพฤติกรรมที่จะแสดงออกถึงความไม่พอใจ ทำให้สามารถปรับตัวไปตามสภาพแวดล้อมที่หลากหลายได้ดี ทำให้บุคคลสามารถแสดงออกถึงค่านิยมพื้นฐานของตนเองได้ ไทรแอนดิส (Triandis, 1971: 4) นอกจากนี้ยังเป็นการวัดเพื่อทำนายพฤติกรรม วัดเพื่อหาทางป้องกัน วัดเพื่อหาทางแก้ไข วัดเพื่อให้เข้าใจสาเหตุและผล ผู้ถูกวัดจะเข้าใจสิ่งแวดล้อม รู้จักตัวเอง สามารถปรับตัวไปตามสิ่งแวดล้อม ทั้งยังสามารถทำนายพฤติกรรม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกัน หรือแก้ไขพฤติกรรมที่อันไม่พึงประสงค์ อันจะนำไปสู่การพัฒนาตนเองเพื่อไปสู่จุดมุ่งหวังอันพึงประสงค์ (ดวงเดือน พันธุ์มนавิน, 2548: 62-81)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวกับงานวิจัยจากแหล่งต่าง ๆ มีสิ่งหนึ่งที่ผู้ทำวิจัยเกิดความสนใจคือ การสร้างชุดทดลองและการพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอนด้วยเทคนิคการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพิสิกส์ ซึ่งเนื้อหาในวิชาพิสิกส์จะเน้นประภากลาง ทางธรรมชาติ แต่ละเรื่องจะมีที่มาของทฤษฎีจากการทำการทดลองเป็นส่วนใหญ่ และนักเรียนจะต้องเรียนรู้จากกิจกรรม ดังนั้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ผู้วิจัยคือ การสร้างเครื่องมือ อุปกรณ์การสอนต่าง ๆ การใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย และการศึกษาเจตคติต่อการเรียน การสอนนั้น อาทิ ปิยะ เกียนประโคน (2554: บทคัดย่อ) สร้างชุดทดลองแก้ความอmissive อย่างง่ายให้มีประสิทธิภาพ 80/80 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โมเมนต์แม่เหล็กคู่คิว และศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดทดลอง แก้ความอmissive อย่างง่าย ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนไพรพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2553 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าชุดทดลองมีประสิทธิภาพ 80.04/80.83 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ลำดับ บุญธรรม (2554: บทคัดย่อ) สร้างชุดทดลองคุณสมบัติของแสงให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หากค่าดัชนีประสิทธิภาพของชุดทดลอง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารบุรีวิทยาคม จังหวัดสารบุรี ชุดทดลองมีประสิทธิภาพ 82.20/82.46 ดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.74 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับมาก สุรังค์ นรโกค (2556: บทคัดย่อ) พัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน ด้วยการทดลองร่วมกับการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องแรงและกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน สำหรับนักเรียนเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รูปแบบการสอนแบบ POE สามารถทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้

ด้วยตนเองจากการสังเกตประสบการณ์ที่ได้รับ และการคิดวิเคราะห์โดยใช้แบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มาตรฐานใน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (FMCE) พบร่วมกันแล้วความก้าวหน้าทางการเรียนเป็น 0.58 อยู่ในระดับปานกลาง คะแนนเฉลี่ยทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับมาก wolff-Michael Roth (1994: 197) ศึกษาการใช้กิจกรรมการทดลอง (physics laboratory) ในโรงเรียนมัธยม งานวิจัยของ wolff แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีส่วนร่วมในการเรียนโดยการทำกิจกรรมการทดลองจะมีประสิทธิภาพในการเรียนเพิ่มมากขึ้น เพราะการทดลองเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักการทางฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น เนื่องจากได้เห็นและลงมือปฏิบัติการด้วยตนเองปัจจุบันการเรียนการสอนเชิงบรรยายภายในห้องเรียนอย่างเดียวไม่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์รอบตัว และแก้โจทย์ปัญหาประยุกต์ ดังนั้นถ้าหากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองก็จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะศึกษาปรากฏการณ์นั้นด้วยตนเองและนักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้มากขึ้น Anne J cox and william F Junkin III (2002: 37) พบร่วมกันเรียนที่ปฏิบัติการทดลองเกิดการเรียนรู้ในปริมาณเนื้อหาที่เพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยของอัตราการเรียนรู้ของนักเรียนจากการทดสอบ ก่อน และหลังทดสอบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 50 - 100 ดูเหมือนว่านักเรียนมีความพร้อมในการเรียนเพิ่มมากขึ้น และมีความสามารถในการส่งถ่ายความรู้ ประยุกต์หลักการสูตรสถานการณ์ใหม่ ๆ จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบการทดลอง พบร่วมกันเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ช่วยให้นักเรียนมีผลลัพธ์ทางการเรียนและมีความพึงพอใจต่อการเรียนสูงขึ้น

จากผลงานวิจัยจะเห็นว่าการสอนช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนมีหลักวิธีเช่น การใช้ชุดทดลอง การใช้ชุดกิจกรรม ชุดฝึกทักษะจะทำให้นักเรียนมีผลลัพธ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้วิจัยเห็นว่าชุดทดลอง สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดี และความสามารถของนักเรียนจะเกิดผลสูงสุดเมื่อครุ่นคิดกิจกรรมเรียนรู้ให้กับนักเรียน เพื่อทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ ผ่อนคลาย นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีความสุขนักเรียน มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน และยังมีเจตคติต่อการเรียนอันเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้นักเรียนรักการเรียน ให้เรียนรู้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่า การสร้างชุดทดลองสภาพยืดหยุ่นของแข็งเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย สามารถทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนและสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนกับความรู้ใหม่หรือหาเหตุผลเพื่ออธิบายความรู้ที่ขัดแย้งจากความรู้เดิมได้อย่างถูกต้องและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดีเมื่อครู่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดทดลอง เรื่อง สภาพปัจจุบันของของแข็งเป็นชุดทดลอง วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสเลกูมิพิทยาคม อำเภอสเลกูมิ จังหวัดร้อยเอ็ดในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมรายวิชาฟิสิกส์สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สภาพปัจจุบันของของแข็งผู้วิจัยได้ทำการวิจัยโดยมีรายละเอียดที่จะนำเสนอต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนสเลกูมิพิทยาคม อำเภอสเลกูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์รหัส ว 33204 จำนวน 275 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 โรงเรียนสเลกูมิพิทยาคม อำเภอสเลกูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว 33204 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 38 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจงเนื่องจากผู้วิจัยได้รับหน้าที่สอนและเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับกลางเหมาะสมสำหรับเป็นตัวแทนของประชากร

3.1.3 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (one Group pretest – posttest Design) มีแบบแผนการทดลองดังนี้

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่มทดลอง	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลอง เรื่องสภาพปัจจุบันของของแข็งร่วมกับเทคนิคการสอนแบบท่านาย-สังเกต-อธิบาย ที่สร้างขึ้น

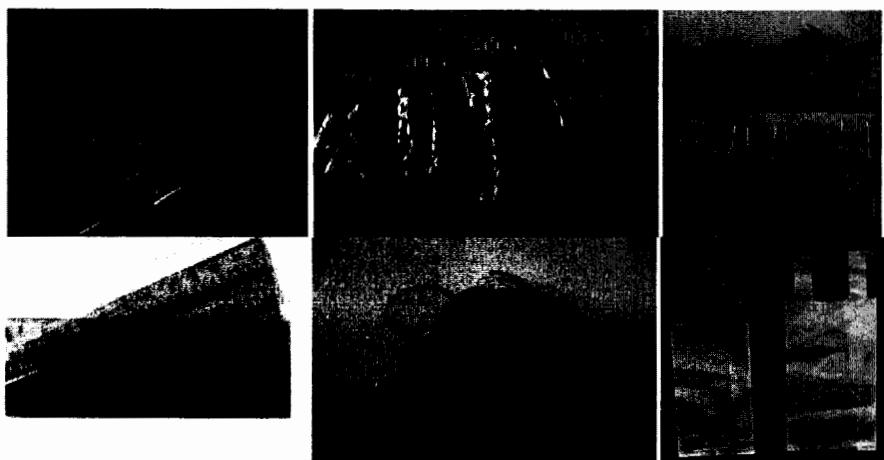
T₁ แทน การสอบก่อนการทดลอง (pre-test)

T₂ แทน การสอบหลังการทดลอง (pos-test)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้มีอยู่ 4 ชนิดคือ

3.2.1 ชุดทดลอง เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็ง สร้างจากวัสดุที่หาได้ง่าย เหมาะสำหรับศึกษาสภาพยึดหยุ่นของวัสดุที่ทนแรงดึงได้น้อย เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็ง รายวิชาพิสิกส์ รหัสวิชา ว 33204 เวลาเรียน 4 คาบคาบละ 1 ชั่วโมงประกอบด้วยเนื้อหา การทดลองดังนี้การทดลองที่ 1 ศึกษา เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็งการทดลองที่ 2 ศึกษา เรื่อง มอดุลสของยังมีส่วนประกอบ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ฐานตั้ง ถุงทราย ลาดสำหรับแขวน ไม้บรรทัด ยางรัดของ และถุงพลาสติก

3.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 ชั่วโมงประกอบด้วยชั่วโมงที่ 1 - 2 เรื่อง ทดสอบก่อนเรียนทำการทดลองที่ 1 เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็ง ร่วมกับเทคนิคการแบบทำนาย-สังเกต-อธิบายชั่วโมงที่ 3 - 4 ทำการทดลองที่ 1 เรื่อง มอดุลสของยัง ร่วมกับเทคนิคการแบบทำนาย-สังเกต-อธิบายและทดสอบหลังเรียน

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน จำนวน 20 ข้อชนิดปรนัย 4 ตัวเลือกประกอบด้วยหัวข้อเรื่องสภาพยึดหยุ่นความเค้นความเครียด และมอดุลสของยัง

3.2.4 แบบวัดความพึงพอใจ จำนวน 20 ข้อแบบประเมินค่า 5 ระดับ

3.3 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์รายวิชาพิสิกส์รหัสวิชา ว 33204 เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็งได้ศึกษาหลักสูตรและเอกสารที่เกี่ยวข้องตลอดจนวิธีการสร้างชุดทดลอง จากเอกสารต่าง ๆ นำไปประมวลความรู้และเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาและรูปแบบการจัดการเรียนรู้รวมทั้งลำดับเรื่องราวที่จะสอนในชุดทดลองเพื่อให้ชุดทดลอง มีประสิทธิภาพและมีความถูกต้องสมบูรณ์มีความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยและเนื้อหาที่จัดระบบไว้ในชุดทดลองและได้ดำเนินการสร้างดังนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์หลักสูตรโดยศึกษาหลักสูตร มารยุบศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2544 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2551 และคุ้มครองในด้านเนื้อหา

จุดประสงค์การเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ เวลาสื่อการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผลศึกษา รายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างชุดทดลองเรื่องสภาพยีดหยุ่นของของแข็งทดลองโดยออกแบบ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดทดลอง 1) ศึกษาเอกสารตัวรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิชาพิสิกส์ เรื่อง สภาพยีดหยุ่นของของแข็ง 2) ศึกษาหลักสูตรและเนื้อหาบทเรียน เรื่อง สภาพยีดหยุ่นของของแข็ง รายวิชาพิสิกส์เพิ่มเติม 4 3) วิเคราะห์เนื้อหาเป็นหน่วยย่อยและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้โดย ศึกษานี้อหาและขอบเขตการเรียนรู้ เรื่อง สภาพยีดหยุ่นของของแข็ง มีหัวข้อย่อยดังนี้ สภาพยีดหยุ่น ความเค้นความเครียดและมอดลัลสของยัง กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นข้อ ๆ ดังนี้ 1) อธิบาย สภาพยีดหยุ่นและสภาพพลาสติกได้ 2) บอกความหมายของขีดจำกัดการแปรผันตรง ขีดจำกัดสภาพ ยีดหยุ่นและจุดแตกหักได้ 3) อธิบายความเค้น ความเครียด ความเค้นตามยาว และความเครียด ตามยาว 4) สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นตามยาว และความเครียดตามยาวของวัสดุได้จากการ ทดลอง และบอกความหมายของมอดลัลสของยังได้ 5) คำนวนหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน เช่น ความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาว และมอดลัลสของยัง เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

3.3.1 การสร้างชุดทดลองเรื่องสภาพยีดหยุ่นของของแข็ง

ออกแบบสร้างชุดทดลองและแบบบันทึกผลการทำกิจกรรมการทดลองปฏิบัติการ เรื่อง สภาพยีดหยุ่นของของแข็ง จำนวน 2 เรื่อง เพื่อศึกษาสภาพยีดหยุ่นของของแข็งและมอดลัลสของยังโดย มีขั้นตอนการสร้างชุดทดลองโดยกำหนดวัสดุและอุปกรณ์ในการสร้างและได้กำหนดอุปกรณ์ไว้ 2 ส่วนคือ 1) ชุดฐานตั้งและอุปกรณ์วัดความยาว 2) วัสดุที่ต้องการศึกษาสภาพยีดหยุ่นของของแข็ง และตุ้มน้ำหนัก ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 จากนั้นทดสอบประสิทธิภาพทางวิทยาศาสตร์ ของชุดทดลอง เรื่อง สภาพยีดหยุ่นของของแข็ง โดยทำการทดลองต้องเป็นไปตามหลักการและทฤษฎี และได้ผลการทดลองถูกต้องจึงจะเชื่อถือได้ว่าชุดทดลองมีประสิทธิภาพทางวิทยาศาสตร์โดยชุด กิจกรรมการทดลองเรื่องสภาพยีดหยุ่นของของแข็งประกอบด้วยข้อกิจกรรมการทดลองทฤษฎีและ หลักการวัดถูกต้องที่ใช้ในการทดลองวัสดุอุปกรณ์การทดลองวิธีการทดลองผลการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลองคำตามห้ายการทดลองมีการสร้างคู่มือการใช้ ชุดทดลองเรื่องสภาพยีดหยุ่นของของแข็ง ดังภาคผนวก สำหรับนักเรียนและครุภัณฑ์สอนเพื่อช่วย แนะนำรายละเอียดต่าง ๆ ของชุดทดลองและความสะดวกในการฝึกปฏิบัติการทดลองซึ่ง ประกอบด้วยส่วนประกอบของชุดทดลอง เรื่อง สภาพยีดหยุ่นของของแข็ง รายละเอียดของเครื่องมือ ของชุดทดลอง เรื่อง สภาพยีดหยุ่นของของแข็ง รายละเอียดการใช้งานของชุดทดลองเรื่องสภาพ ยีดหยุ่นของของแข็งหลังจากสร้างชุดทดลองชุดกิจกรรมการทดลองและคู่มือการใช้ชุดทดลองเสร็จแล้ว ผู้วิจัยนำชุดทดลองเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาพิจารณาเพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง แก้ไขหลังจากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการทางด้านการสอนวิชาพิสิกส์ประเมินคุณภาพของ ชุดทดลอง ดังภาคผนวก ค

การประเมินคุณภาพชุดทดลอง เรื่อง สภาพยีดหยุ่นของของแข็งการประเมินคุณภาพ ชุดทดลอง เรื่อง สภาพยีดหยุ่นของของแข็ง ได้สร้างแบบประเมินจำนวน 2 ชุดคือแบบประเมิน คุณภาพของชุดทดลองเรื่องสภาพยีดหยุ่นของของแข็ง และแบบประเมินคุณภาพของคู่มือชุดทดลอง เรื่อง สภาพยีดหยุ่นของของแข็ง แบบประเมินคุณภาพเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตาม แบบวิธีของลิเคริทโดยกำหนดให้มีระดับการประมาณค่าดังนี้ดีมากดี ปานกลางพอใช้และต้องปรับปรุง

มีคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับในการประเมินกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินคุณภาพของชุดทดลอง 4 ด้านคือลักษณะทางกายภาพทั่วไปลักษณะการใช้งานการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมและความเหมาะสมด้านการนำเสนอใช้ประกอบการเรียนการสอนผลการประเมินกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง เรื่อง สภาพภูมิที่อยู่ในของแข็ง ของผู้เชี่ยวชาญโดยกำหนดค่าเฉลี่ยคือถ้าค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 - 5.00 หมายถึงการประเมินผลอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 - 4.50 หมายถึงการประเมินผลอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 - 3.50 หมายถึงการประเมินผลอยู่ในระดับปานกลางค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 - 2.50 หมายถึงการประเมินผลอยู่ในระดับพอใช้ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 - 1.50 หมายถึงการประเมินผลอยู่ในระดับควรปรับปรุง

การสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองและคู่มือการใช้ชุดทดลองสำหรับผู้เรียนและผู้สอนในการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองและคู่มือการใช้ชุดทดลองสำหรับผู้เรียนและผู้สอนเริ่มจากการศึกษาแนวทางวิธีการสร้างแบบประเมินจากเอกสารที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ได้แก่หนังสือหรือเอกสารการสอนวิทยาศาสตร์ห้องสืบเทคนิคการวิจัยและงานวิจัยต่าง ๆ สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองและคู่มือการใช้ชุดทดลองสำหรับผู้เรียนและผู้สอนจากนั้นนำแบบประเมินที่สร้างขึ้นเสนอต่อกรรมการที่ปรึกษาปริญญาพินิพัฒน์ตรวจสอบและแก้ไขเพื่อปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริงจากนั้นนำชุดกิจกรรมการทดลองและคู่มือการใช้ชุดทดลอง เรื่อง สภาพภูมิที่อยู่ในของแข็ง ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินซึ่งเป็นชุดเดียวกันการประเมินคุณภาพของชุดทดลองเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องก่อนนำไปใช้จริงหลังจากนั้นนำชุดกิจกรรมการทดลองและคู่มือการใช้ชุดทดลองที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้ประกอบกับชุดทดลอง เรื่อง สภาพภูมิที่อยู่ในของแข็ง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคมจังหวัดร้อยเอ็ด ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 38 คนจำนวน 6 กลุ่ม ๆ ละ 6 - 7 คนแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถเก่งปานกลางและอ่อนโดยผู้วิจัยได้สังเกตชักถามและให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดทดลองและคู่มือการใช้ชุดทดลองสำหรับนักเรียนหลังจากนั้นนำข้อบกพร่องต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำชุดทดลองและคู่มือการใช้ชุดทดลองไปหาประสิทธิภาพทางการศึกษาในการเรียนการสอนต่อไป

3.3.2 ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนและวิธีการดังนี้ 1) วิเคราะห์หลักสูตร 2) จัดทำหน่วยการเรียนรู้ 3) เลือกวิธีการสอนออกแบบขั้นตอนการสอนโดยใช้การทดลองร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทํานาย-สังเกต-อธิบาย ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสอนดังนี้ชั่วโมงที่ 1 - 2 นักเรียนทําแบบทดสอบก่อนเรียนทํากิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง สภาพภูมิที่อยู่ในของแข็ง ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทํานาย-สังเกต-อธิบายชั่วโมงที่ 3 - 4 นักเรียนทําแบบทดสอบก่อนเรียน ทํากิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง מודูลัสของยาง ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทํานาย-สังเกต-อธิบาย ทําแบบทดสอบหลังเรียนและแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อชุดทดลอง เรื่อง สภาพภูมิที่อยู่ในของแข็ง ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทํานาย-สังเกต-อธิบายเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สภาพภูมิที่อยู่ในของแข็งครอบคลุมกิจกรรมการทดลองและรูปแบบการสอนที่เกี่ยวข้อง

3.3.3 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนวิชาพิสิกส์ใน เรื่อง สภาพภูมิที่อยู่ในของแข็งมีขั้นตอนและวิธีสร้างดังนี้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 20 ข้อเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกที่วัดพฤติกรรมต่าง ๆ คือความรู้ความจำความเข้าใจการ

นำไปใช้การวิเคราะห์การสังเคราะห์และการประเมินค่ามีเกณฑ์การให้คะแนนคือถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนนถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกได้ 0 คะแนนแล้วนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องตามหลักการวัดผลและประเมินผลเพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบปรับปรุงแก้ไขแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพิสิกส์ เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็งตามค่าน้ำหนักของผู้เชี่ยวชาญดังภาคผนวก ก

จัดพิมพ์ฉบับจริงเพื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนตรวจสอบความถูกต้องตามหลักการวัดผลและประเมินผลเพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาปรับปรุงแก้ไขตามค่าน้ำหนักนำไปทดสอบกับผู้เรียนกลุ่มย่อย โดยคำนวณในแบบทดสอบได้สร้างตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้และหาค่าตัดชันนีความสอดคล้องของเนื้อหาของแบบทดสอบแล้วนำผลคณนาวิเคราะห์หาความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยได้สูตรอย่างง่ายของเบรนแนน (Brennan) มีความยากอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.47 ดังภาคผนวก ข

3.3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีต่อการกิจกรรมการเรียน เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย โดยใช้ Liken จำนวน 5 ระดับดังนี้ เห็นด้วยมากที่สุดมีค่าระดับคะแนน 5 เห็นด้วยมากมีค่าระดับคะแนน 4 เห็นด้วยปานกลางมีค่าระดับคะแนน 3 เห็นด้วยน้อยมีค่าระดับคะแนน 2 เห็นด้วยน้อยที่สุดมีค่าระดับคะแนน 1 เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาตรวจสอบความชัดเจนของเนื้อหาด้านภาษาและความถูกต้องตามเนื้อหาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจัดพิมพ์แบบสอบถามเพื่อนำไปสำรวจวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนวิชาพิสิกส์ เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็งโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง ที่สร้างขึ้นเป็นอุปกรณ์ในชุดการทดลองแล้วนำแบบสอบถามเพื่อนำไปสำรวจวัดความพึงพอใจของผู้เรียนกลุ่มย่อยหลังจากนั้นเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างดังภาคผนวกก

แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่สร้างขึ้นเป็นอุปกรณ์ในการทดลอง แบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ของ Liken จำนวน 15 ข้อ นำคะแนนนักเรียนรวมกันและหาค่าเฉลี่ยโดยมีความพึงพอใจของนักเรียนกำหนดระดับ เป็น 5 ระดับดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2543: 103) ค่าเฉลี่ย 4.51 ขึ้นไป หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง พึงพอใจที่สุด

3.4 การดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการดำเนินการและการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลที่โรงเรียน เสลงามิพิทยาคม อำเภอเสลงามิ จังหวัดร้อยเอ็ดดังนี้

3.4.1 ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบถึงวัตถุประสงค์ของการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย พร้อมทั้งแนะนำวิธีการเรียนแบบทดลองร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

3.4.2 ก่อนถึงช่วงโมงเรียนครูมอบหมายให้นักเรียนไปสืบค้นและศึกษาเรื่องสภาพยืดหยุ่นของของแข็งด้วยตนเอง

3.6.1.2 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

การหาประสิทธิภาพชุดทดลองโดยวิเคราะห์ค่าคะแนนใช้สูตรคำนวนหาค่า E_1/E_2

3.6.2 สถิติพื้นฐาน

3.6.2.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)

3.6.2.2 ร้อยละ (Percentage)

3.6.2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้สอนด้วยชุดการทดลอง เรื่อง สภาพปีดหยุ่นของแข็ง ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบายโดยใช้ t-test แบบ Dependent sample

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็งโดยใช้ชุดทดลองสภาพยืดหยุ่นของของแข็ง กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสे�ลกูม พิทยาคม อำเภอสे�ลกูม จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 38 คนผู้วิจัยได้ดำเนินการการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- 4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 4.2 ลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์และอักษรย่อแทนค่าสถิติต่าง ๆ ดังนี้

\bar{x}	แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
S	แทน ค่าเฉลี่ย (Mean)
SD	แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard Deviation)
E_1	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการของชุดทดลอง
E_2	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของนวัตกรรมการทำชุดทดลอง
t	แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบที่
$*p < .05$	แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ลำดับขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองสภาพยืดหยุ่นของของแข็งที่ได้สร้างขึ้นเอง โดยการหาค่า E_1 / E_2

4.2.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลังจากการใช้ชุดทดลองสภาพยืดหยุ่นของของแข็งโดยใช้สถิติ คือค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: SD) และ t-test (Dependent sample)

4.2.3 วิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนหลังจากการใช้ชุดทดลองสภาพยืดหยุ่นของของแข็งสถิติ คือค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: SD)

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็งที่ได้สร้างขึ้นเอง โดย การหาค่า E_1 / E_2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง ที่สร้างขึ้นกำหนด เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพของชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของ ของแข็งใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 จำนวน 38 คน

รายการ	คะแนนการทดสอบท้ายชุดกิจกรรม			คะแนนทดสอบ หลังเรียน (20)
	การทดลองที่ 1 (10)	การทดลองที่ 2 (10)	คะแนนรวม (20)	
ค่าเฉลี่ย	7.92	8.47	16.39	16.24
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.88	1.01	1.33	2.04
ร้อยละค่าเฉลี่ย	79.21	84.74	81.97	81.18
ประสิทธิภาพของ กระบวนการ (E_1)	79.21	84.74	81.97	
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)				81.18
ประสิทธิภาพของชุดทดลอง สภาพยึดหยุ่นของของแข็ง				$E_1/E_2 = 81.97/81.18$

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ชุดทดลอง เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็งที่ผ่านการทดลองหา ประสิทธิภาพ พบร่วมกัน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทำกิจกรรมการสอนระหว่างเรียน มีค่าเท่ากับ 81.97 และ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 81.18 พบร่วมกัน 81.97/81.18 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

4.3.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบก่อนเรียนและ หลังเรียน หลังจากการใช้ชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็งโดยใช้สถิติ t-test (Dependent sample) ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลังจากการใช้ชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง ปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนทดสอบก่อนเรียน (pre-test) และหลังเรียน (post-test) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7

ทดสอบ	n	\bar{X}	SD	t	sig
ก่อนเรียน	38	10.13	1.28		
หลังเรียน	38	16.24	2.07	15.043	.00*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.2 พบร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สภาพปัจจัยด้วยุ่นของของแข็ง ที่สอนโดยใช้ชุดทดลอง มีคะแนนทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการสอน

4.3.3 วิเคราะห์ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ กิจกรรมการเรียนการสอนหลังจากการใช้ชุดทดลองสภาพปัจจัยด้วยุ่นของของแข็ง ผลการวิเคราะห์เจตคติของนักเรียนที่มีต่อ กิจกรรมการเรียน การสอน หลังจากการใช้ชุดทดลองสภาพปัจจัยด้วยุ่นของของแข็งร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย- ลังเกต-อธิบาย ปรากฏผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของความพึงพอใจต่อการ
จัดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 38 คน

ข้อที่	ความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1	เนื้อหาที่เรียนมีแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนค้นหาคำตอบ	4.08	0.60	มาก
2	มีลำดับขั้นตอนชัดเจนเข้าใจง่าย	4.18	0.58	มาก
3	ชุดทดลองทำให้เข้าใจทฤษฎีได้	4.16	0.64	มาก
4	ชุดทดลองสอดคล้องกับเนื้อหาและทฤษฎี	4.11	0.55	มาก
5	ชุดทดลองช่วยเพิ่มทักษะกระบวนการเรียนรู้	4.18	0.57	มาก
6	นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาจากการใช้ชุดทดลอง	4.08	0.59	มาก
7	ชุดทดลองช่วยเพิ่มทักษะในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ	4.08	0.52	มาก
8	นักเรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ดีขึ้น	4.13	0.51	มาก
9	นักเรียนสามารถทำการทดลองและเรียนรู้ด้วยตัวเอง	4.13	0.55	มาก
10	นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจในการทำกิจกรรม การทดลอง	4.11	0.61	มาก
11	นักเรียนได้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มและช่วยเหลือกัน ในการทำกิจกรรม	4.21	0.64	มาก
12	ชุดทดลองทำให้การเรียนน่าสนใจมากยิ่งขึ้น	4.13	0.63	มาก
13	นักเรียนมีส่วนร่วมและได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	4.11	0.61	มาก
14	จากการทดลองนักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้ เพิ่มเติม ในเรื่อง สภาพปัจจัยด้วยุ่นของของแข็ง	4.00	0.64	มาก
15	นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดใน เรื่อง สภาพปัจจัยด้วยุ่น ของของแข็ง	4.08	0.62	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.11	0.44	มาก

จากตารางที่ 4.3 พบว่าผลการประเมินระดับความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง สภาพยีดหยุ่นของของแข็งร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทํานาย-สังเกต-อธิบาย ระดับพึงพอใจ สูงสุด คือนักเรียนได้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มและช่วยเหลือกันในการทำกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.21 และท้ายสุดระดับความพึงพอใจน้อยสุด คือจากการทดลองนักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้เพิ่มเติมใน เรื่อง สภาพยีดหยุ่นของของแข็ง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.44 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง สภาพยีดหยุ่นของของแข็งร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทํานาย-สังเกต-อธิบาย ระดับมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างชุดทดลองสภาพยืดหยุ่นของของแข็ง สำหรับใช้เป็นสื่อการสอนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพตามเกณฑ์ แล้วนำไปศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง สรุปผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่า

5.1.1 ชุดทดลองสภาพยืดหยุ่นของของแข็ง มีประสิทธิภาพเท่ากับ $81.97/81.18$

5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองสภาพยืดหยุ่นของของแข็ง สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.3 ความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองสภาพยืดหยุ่นของของแข็ง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยครั้งนี้มีปัจจัยที่สนับสนุนคือการสร้างชุดทดลอง เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ได้นำนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนจึงเป็นผู้ปฏิบัติกรรมการทดลองเป็นกลุ่ม จุดมุ่งหมายที่ชัดเจน บรรลุเป้าหมายได้เหมาะสมกับระดับความรู้ ของนักเรียน

จากการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างชุดทดลอง เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง เพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่องสภาพยืดหยุ่นของของแข็ง ใน การเรียนการสอนฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 โรงเรียนสे�ลภูมิพิทยาคม อำเภอสे�ลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2557 มีประเด็นที่นำมาอภิปรายดังนี้

5.2.1 ชุดทดลองคุณสมบัติของแสงมีประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ $81.97/81.18$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ $80/80$ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง ซึ่งชุดทดลองที่สร้างขึ้นนี้ นักเรียนสามารถสร้างขึ้นเองได้ ราคาถูกเมื่อเทียบกับชุดทดลองที่มีจำหน่ายตามห้องตลาด นักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรม การทดลองและยังมีคุณมีกิจกรรมการทดลองสำหรับนักเรียนประกอบการทดลอง ที่แสดงรายละเอียด ส่วนประกอบของชุดทดลอง ขั้นตอนการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลอง และคำถามท้าย

การทดลอง ซึ่งทำให้นักเรียนนักเรียน มีโอกาสทบทวนความเข้าใจและสร้างความคิดรวบยอดของเนื้อหา และสามารถส่งผลให้เรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักการทางพิสิกスマากขึ้น เนื่องจากได้เห็นและลงมือปฏิบัติตัวอย่างของซึ่งสอดคล้องตามทฤษฎีการสอนแบบการทดลอง

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็ง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง ที่พัฒนาขึ้นเป็นชุดทดลองที่สามารถใช้เป็นสื่อประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์และ สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน เปลี่ยนไปจากครูเป็นผู้นำกิจกรรม เป็นนักเรียนดำเนินกิจกรรม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและตัดสินใจเองโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ แจ้งผลการเรียนหรือข้อบกพร่องให้ทราบ ทราบผลการตัดสินใจหรือการทำงานของตนว่าผิดหรือถูกได้ทันที มีการเสริมแรงทางบวกควบคู่ไปด้วย

5.2.3 จากการวิเคราะห์ผลความพึงพอใจในการเรียน วิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่ได้ใช้ชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง ประกอบการสอน เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็ง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง พบร่วมกับความพึงพอใจอยู่ในระดับใจมาก แสดงว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในการใช้ชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง ทั้งนี้เนื่องจากเป็นสื่อประกอบการเรียนที่เร้าความสนใจ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี และช่วยให้นักเรียนเข้าใจในทฤษฎีได้ดียิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง นั้นเป็นการเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เพราะจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำและทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้ต่อไป

5.3.2 ในช่วงเวลาที่ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองนั้นผู้สอนควรควบคุมเวลาให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ทั้งนี้เพื่อที่จะสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอนที่กำหนด

5.3.3 ในการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง ขณะนักเรียน ทำกิจกรรม ผู้สอนควรมีบทบาทในการให้คำแนะนำและช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียน และควบคุมดูแลเมื่อให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่เป็นการรบกวนผู้เรียนคนอื่น ๆ

5.3.4 ถ้ามีเวลานักเรียนควรได้ทำการทดลองหากความยึดหยุ่นและเม็ดลักษณะยัง สำหรับวัตถุต่าง ๆ ชนิดกัน เช่น เส้นลวดทองแดง ลวดเหล็กไร์สนิม หรือเส้นเอ็น เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กุญชรี คำข่าย. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว
คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา, 2540.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. การประเมินผลการศึกษาในชั้นเรียน ตามหลักสูตรการศึกษา
การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภากาดพร้าว, 2546.
- กิ่งกาญจน์ สิรสุคนธ์. รูปบริหรือรูปบริการให้คะแนน. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐาน
การศึกษา, 2550.
- กฤษณา ศักดิ์ศรี. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: นิยามวิทยา, 2530.
- ชัยสิทธิ์ ลัดดาหอม. การสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดทดลอง เรื่อง สวิตซิ่งเพาร์เวอร์ชัพพลาย.
วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, 2548.
- ดวงเดือน พันธุ์มนนาวน. การวิจัยและการพัฒนาระบบทดậtกรรมไทย. กรุงเทพฯ: สำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2548.
- มนต์ชัย สิทธิจันทร์. ผลของการฝึกจินตนาการในการเรียนการสอนวิชาพิสิกส์ที่มีต่อสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความสามารถในการจินตนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.
วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- บุญชม ศิรละเออด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สุวิรยาสาสน์, 2543.
- บุญเชิด ภิญโญขอนนับพงษ์. การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดและวิธีการ.
กรุงเทพฯ: พัฒนาพานิช, 2545.
- ปิยะ เกียนประโคน. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพิสิกส์ เรื่อง โนเมนต์แม่เหล็กคู่คบ
โดยใช้ชุดทดลองแก๊ส omnidirectional อย่างง่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- พรรุ่ง สิทธิศรีจันทร์. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนโดยใช้การเรียนรู้
ที่เน้นการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เรื่อง ตัวเก็บประจุไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- เพราพรรณ เปเลี่ยนภู. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,
2542.
- ลำภู บุญธรรม. การใช้ชุดทดลองเพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่องคุณสมบัติของแสงในการเรียนการสอน
พิสิกส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- ล้วน สายยศ. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวิรยาสาสน์, 2543.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. การวัดด้วยจิตพิสัย. กรุงเทพฯ: สุวิรยาสาสน์, 2543.
- ศิลปชัย บูรณพานิช. ประสบการณ์งานวิจัยในชั้นเรียนใน รายงานการประชุมสร้างความรู้
ความเข้าใจ: การปฏิรูปการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนทั้งโรงเรียน. กรุงเทพฯ:
พิมพ์ดี, 2544.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สุรังค์ นรโภค. การเสริมสร้างความเข้าใจเรื่อง แรงและกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน โดยใช้การทดลองร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 8 กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์, 2552.
- อาทิตย์ จันทร์ส่งแสง. การพัฒนาชุดทดลองเรื่องการวัดอัตราการไหล วิชากลศาสตร์ของไหลสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 สาขางานอุตสาหกรรมการผลิตและสาขาวิชาเทคโนโลยี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี, 2550.
- Anne J. Cox and William F. Junkin III. "Enhanced Student Learning in the Introductory Physics Laboratory", *J. Phys Ed.* 31(1): 37, 2002.
- Good, Carter. **Dictionary of Education**. New York: McGraw-Hill book Company, 1973.
- Hothersall, D and Others. **Psychology**. New York: Bell & Howell, 1985.
- Haladyna, I. and Shaughnessy, J. "Attitude Toward Science: A Quantitative Synthesis", *Science Education*. 66(4): 547–563, 1982.
- Rosenberg, R.J. and Hovland, C.I. **Attitude Organization and Change: And Analysis of Consistency Among Attitude Components**. Wesport: Greenwood Press, 1960.
- Shaw, M.E. And Wright, J.N. **Scale for the Measurement of Attitudes**. New York: McGraw-Hill, 1976.
- Triandis, Harry C. **Attitude and attitude Chang**. New York: John Wiley and sons, 1971.
- White, R.T. and Gunstone, R.T. **Probing understanding**. London: Falmer Press, 1992.
- Wolff-Michael Roth and Roychoudhury Anita. "The Development of Science Process Skills in Authentic Contexts", *Journal of Research in science Teaching*. 30(2): 715-726, 1994.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามวัดเจตคติ แบบประเมินคุณภาพ
ของชุดทดลอง และชุดกิจกรรม

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน

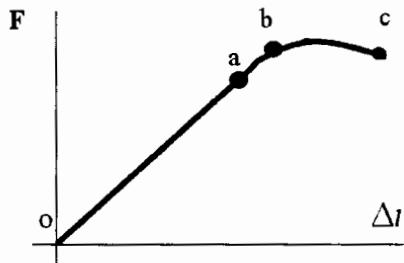
เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง รายวิชา พลิกส์ ว 33204 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1 สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และคำนวณเกี่ยวกับสภาพยืดหยุ่น

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมายกากราฟ (x) ลงในกระดาษคำตอบ

1. **วัตถุที่มีความยืดหยุ่นสูงมีคุณสมบัติอย่างไร**
 - ก. ไม่สามารถเปลี่ยนรูปร่างไปจากเดิมได้
 - ข. สามารถเปลี่ยนรูปร่างไปจากเดิมได้น้อยและไม่กลับคืนสู่สภาพเดิม
 - ค. สามารถเปลี่ยนรูปร่างจากเดิมได้มากและยังกลับคืนสู่สภาพเดิมได้
 - ง. สามารถเปลี่ยนรูปร่างไปจากเดิมได้มากและไม่กลับคืนสู่สภาพเดิมได้
2. **นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้**
 - 1) ระยะวัตถุที่ยืดออกจากการแปรผันตรงกับขนาดของแรงที่ใช้ดึง
 - 2) ตำแหน่งสุดท้ายที่ระยะยืดของวัตถุแปรผันตรงกับขนาดของแรงที่ใช้ดึง
 - 3) ตำแหน่งสุดท้ายที่วัตถุยืดออกแล้วสามารถคืนกลับสู่สภาพเดิมได้ข้อความใดเป็นข้อจำกัดของ
ความยืดหยุ่น

ก. ข้อ 1, 2	ข. ข้อ 2, 3
ค. ข้อ 2 เท่านั้น	ง. ข้อ 3 เท่านั้น
3. **คำกล่าวใดในข้อต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง**
 - ก. ขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น หมายถึง ตำแหน่งสุดท้ายที่วัตถุที่วัตถุยืดออกแล้วสามารถคืนตัว
สู่สภาพเดิมได้ภายหลังจากการที่วัตถุถูกกระทำด้วยแรงขนาดหนึ่ง
 - ข. วัตถุแต่ละชนิดจะยืดตัวออกได้เท่ากัน เมื่อมีแรงดึงซึ่งมีขนาดเท่ากัน กระทำต่อวัตถุแต่ละชนิด
นั้น
 - ค. การที่วัตถุเปลี่ยนรูปร่างไปอย่างถาวร โดยผิววัตถุไม่มีการฉีกขาดหรือแตกหัก เมื่อมีแรงมา
กระทำต่อวัตถุนั้น เรียกสมบัติดังกล่าวของวัตถุนี้ว่า สภาพพลาสติก
 - ง. ขีดจำกัดการแปรผันตรง หมายถึง ตำแหน่งสุดท้ายที่ระยะยืดของวัตถุ มีค่าผันตรงกับขนาดของ
แรงที่ใช้ดึงวัตถุนั้น

จงพิจารณากราฟระหว่างแรงดึงกับความยาวของเส้นโลหะที่เพิ่มขึ้น ใช้ตอบคำถามข้อ 4 - 5



4. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) จุดที่ความยาวของเส้นโลหะเพิ่มแบบไม่แปรผันตรงกับแรงดึง คือจุด 0 ถึง b
- 2) จุดที่เมื่อออกแรงดึงต่อไป จนเลยจุดนี้ เส้นโลหะจะขาด คือจุด c
- 3) ช่วงผิดรูปแบบพลาสติก ช่วง bc

ข้อความที่ถูกต้องคือ

- | | |
|----------------|-------------------|
| ก. ข้อ 1 และ 2 | ข. ข้อ 1 และ 3 |
| ค. ข้อ 2 และ 3 | ง. ข้อ 1, 2 และ 3 |

5. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) ตำแหน่งที่เป็นขีดจำกัดความยืดหยุ่น คือจุด b
- 2) ช่วงที่เป็นไปตามกฎของยก คือ ช่วง 0a
- 3) ช่วงที่มีการผิดรูปแบบยืดหยุ่น คือ ช่วง 0b

ข้อที่ถูกต้องคือ

- | | |
|----------------|-------------------|
| ก. ข้อ 1 และ 2 | ข. ข้อ 1 และ 3 |
| ค. ข้อ 2 และ 3 | ง. ข้อ 1, 2 และ 3 |

6. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) ทุกวัตถุ จะมีค่ามอดูลัสของยังเท่ากัน
- 2) ค่ามอดูลัสของยังของวัตถุมีค่า สูง เมื่อเกิดความเค้นมาก แล้วมีความเครียดน้อย
- 3) ค่าความเค้นสูงที่สุด ณ ตำแหน่งที่ขีดจำกัดความยืดหยุ่น

ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

- | | |
|----------------|-------------------|
| ก. ข้อ 1 และ 2 | ข. ข้อ 1 และ 3 |
| ค. ข้อ 2 และ 3 | ง. ข้อ 1, 2 และ 3 |

7. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) เมื่อออกแรงดึงลดชนิดเดียวกันด้วยแรงเท่ากัน ลดเส้นใหญ่กว่าจะมีความเค้นน้อยกว่าลดเส้นเล็ก
- 2) ความเครียดดึงจะมีค่ามาก ถ้าส่วนที่ยืดออกจากเดิมมีค่าน้อย

3) ความเค้นจะขึ้นอยู่กับพื้นหน้าตัดของวัตถุ ส่วนความเครียดจะขึ้นอยู่กับความยาวของวัตถุที่เปลี่ยนไป

ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

- | | |
|----------------|-------------------|
| ก. ข้อ 1 และ 2 | ข. ข้อ 1 และ 3 |
| ค. ข้อ 2 และ 3 | ง. ข้อ 1, 2 และ 3 |

8. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ เกี่ยวกับสมบัติของโลหะแต่ละชนิด จำนวน 5 เส้นต่างชนิดกันขนาดสมำเสมอโดยที่ดูน้ำหนัก มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน เมื่อออกรแรงดึงที่ปลายของแต่ละเส้นเท่า ๆ กัน

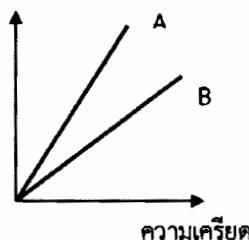
- 1) ความเค้นเท่ากันทั้ง 5 เส้น
- 2) ความเครียดเท่ากันทั้ง 5 เส้น
- 3) ค่ามอดุลลักษณะยังเท่ากันทั้ง 5 เส้น

ข้อที่ถูกต้องคือ

- | | |
|-------------------|-------------------|
| ก. ข้อ 1 เท่านั้น | ข. ข้อ 1 และ 2 |
| ค. ข้อ 3 เท่านั้น | ง. ข้อ 1, 2 และ 3 |

9. จากกราฟ ถ้าลวด A และ B มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวเริ่มต้นเท่ากัน พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ความเค้น



- 1) ถ้าต้องการให้ลวด A และ B ยึดออกเท่ากันจะต้องอกรแรงกระทำต่อลวด A มากกว่าลวด B
- 2) ค่ามอดุลลักษณะยังของลวด A มากกว่าค่ามอดุลลักษณะยังของลวด B
- 3) ค่ามอดุลลักษณะยังของลวดทั้งสอง เท่ากัน

ข้อใดถูกต้อง

- | | |
|---------|---------------|
| ก. 1, 2 | ข. 1, 3 |
| ค. 2, 3 | ง. 1, 2 และ 3 |

10. ออกรแรง F กระทำต่อลวดทองแดง และลวดเหล็ก ที่มีพื้นที่หน้าตัด A เท่ากันจะเกิดความเค้นกับลวดทั้งสองอย่างไร

- ก. มีค่าเท่ากัน เพราะแรงกระทำเท่ากัน
- ข. มีค่าเท่ากัน เพราะมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน
- ค. มีค่าเท่ากัน เพราะแรงและพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน
- ง. ไม่เท่ากัน เพราะเป็นลวดต่างชนิดกัน

11. ลวดโลหะมีพื้นที่หน้าตัด 0.25×10^{-4} ตารางเมตร ถูกแขวนด้วยมวล 50 กิโลกรัม จงหาความเค้นดึงที่เกิดกับลวดโลหะเส้นนี้

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| ก. $5 \times 10^{-4} \text{ N/m}^2$ | ข. $5 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ |
| ค. $2 \times 10^{-4} \text{ N/m}^2$ | ง. $2 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ |

12. ลวดโลหะเกิดความเค้น 7×10^{10} นิวตัน/เมตร² เมื่อถูกดึงด้วยแรง 22×10^4 นิวตันเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเส้นนี้มีค่ากี่เซนติเมตร

- | | |
|--------|--------|
| ก. 0.1 | ข. 0.2 |
| ค. 1 | ง. 2 |

13. แท่งเหล็กยาว 5 เมตร รีงกับเพดานแขวน ที่ปลายล่างของแท่งเหล็กเกิดความเครียด 5×10^{-8} แท่งเหล็กจะยืดออกเท่าใด

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| ก. 1.0×10^{-8} เมตร | ข. 1.0×10^8 เมตร |
| ค. 2.5×10^8 เมตร | ง. 2.5×10^{-7} เมตร |

14. ลวดโลหะยาว 5 เมตร นำเป็นไปใช้ลักษณะยกน้ำหนัก และในขณะนั้นวัดความยาวของลวดโลหะได้ 5.02 เมตร จงหาความเครียดดึงที่เกิดกับลวดเส้นนี้

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| ก. 2.5×10^2 | ข. 1.0×10^4 |
| ค. 4×10^{-3} | ง. 2.5×10^{-4} |

15. ในการเลือกวัสดุเพื่อใช้เป็นโครงสร้างอาคาร สะพาน หรือชั้นส่วนเครื่องจักรกล วิศวกรผู้ออกแบบจะต้องเลือกใช้วัสดุที่มีสมบัติเป็นอย่างไร

- ก. มีค่ามอดูลัสของยังสูง
- ข. มีค่ามอดูลัสของยังสูง และมีค่าความเค้นที่ขึ้นกับความยืดหยุ่นสูง
- ค. มีค่ามอดูลัสของยังสูง และมีค่าความเค้นที่ขึ้นกับความยืดหยุ่นต่ำ
- ง. มีค่ามอดูลัสของยังต่ำ และมีค่าความเค้นที่ขึ้นกับความยืดหยุ่นสูง

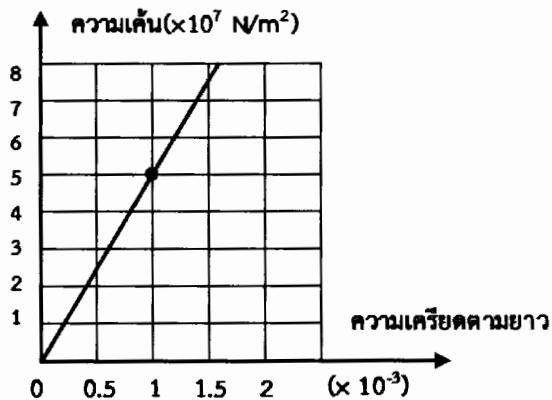
16. มอดูลัสของยังของเหล็กมีค่า 2×10^{11} นิวตัน/เมตร² ถ้าแขวนมวล 100 กิโลกรัม ที่ปลายล่างของแท่งเหล็กพื้นที่หน้าตัด 0.1 ตารางเมตร ยาว 2 เมตร โดยให้ปลายบนตึงกับเพดาน แท่งเหล็กจะยืดออกเท่าใด

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| ก. 1.0×10^{-7} เมตร | ข. 1.0×10^{-8} เมตร |
| ค. 4.0×10^{-10} เมตร | ง. 1.0×10^{-13} เมตร |

17. ลวดเหล็กกล้าเส้นหนึ้งยาว 5 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 0.5×10^{-4} ตารางเมตร ผูกวัตถุมวล 6,000 กิโลกรัม เขวนห้อยไว้ในแนวตั้ง พบร่องรอยเดียวกันที่ยึดออก 1.25×10^{-2} เมตร ลวดเหล็กกล้าเส้นนี้ มีค่ามอดูลัสของยังก์นิวตันต่อตารางเมตร (ให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| ก. 1.2×10^{10} | ข. 2.4×10^{10} |
| ค. 3.6×10^{10} | ง. 4.8×10^{10} |

18. ถ้าลวด สร้างจากโลหะที่มีคุณสมบัติความยืดหยุ่น ดังกราฟ ค่ามอดูลัสของยังก์มีค่ากี่นิวตัน/เมตร²



- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| ก. 0.2×10^{-10} | ข. 5×10^{10} |
| ค. 0.2×10^{-4} | ง. 5×10^4 |

19. กำหนดให้วัตถุ A มีมอดูลัสของยัง เท่ากับ Y_A และวัตถุ B มีมอดูลัสของยังเท่ากับ Y_B โดยที่ Y_A มากกว่า Y_B ถ้าต้องการให้วัตถุทั้งสองรับแรงได้เท่ากัน โดยออกแรงดึงให้มีความยาวเพิ่มขึ้นเท่ากัน วัตถุทั้งสองความมีลักษณะเริ่มต้นก่อนที่จะถูกดึงเป็นอย่างไร

- ก. วัตถุ A มีพื้นที่หน้าตัดน้อยกว่าวัตถุ B
- ข. วัตถุ A มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับวัตถุ B
- ค. วัตถุ A มีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าวัตถุ B
- ง. วัตถุ A มีความยาวเท่ากับวัตถุ B

20. ลวดเหล็กและลวดทองเหลืองยาวเท่ากัน มีพื้นที่หน้าตัดเป็น 0.10 และ 0.15 ตารางเซนติเมตร เมื่อดึงลวดทั้งสองด้วยแรงเท่ากัน ลวดจะยึดออก 0.25 และ 0.20 เซนติเมตร ตามลำดับ จงหา อัตราส่วนยังมอดูลัสของลวดเหล็กและลวดทองเหลือง

- | | |
|----------|----------|
| ก. 3 : 4 | ข. 4 : 3 |
| ค. 5 : 6 | ง. 6 : 5 |

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง สภาพปัจจุบันของของแข็งรายวิชา พลิกส์ ว 33204 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

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

แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง
 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์ เกี่ยวกับคุณภาพของชุดทดลอง
 เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง

คำชี้แจง แบบประเมินนี้แบ่งเป็น 4 ตอน

ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์ ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์ เกี่ยวกับชุดทดลอง เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง จำนวน 19 ข้อ

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์

ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

แบบประเมินชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์ เกี่ยวกับคุณภาพของชุดทดลอง เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์

กรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในกรอบ □ หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริงและเติม ข้อความลงในช่องว่าง

1. ชื่อ..... นามสกุล.....

2. ระดับการศึกษา

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> ปริญญาตรี
<input type="checkbox"/> ปริญญาเอก | <input type="checkbox"/> ปริญญาโท
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ (โปรดระบุ)..... |
|--|--|

3. ประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับวิชาพิสิกส์

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> น้อยกว่า 5 ปี
<input type="checkbox"/> มากกว่า 10 ปี | <input type="checkbox"/> 5 ถึง 10 ปี
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ (โปรดระบุ)..... |
|--|---|

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาพิสิกส์ เกี่ยวกับชุดทดลอง เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง

กรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ซึ่งเป็นแบบมาตรฐานค่า 5 ระดับ มีการตรวจให้คะแนนดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง/จริงที่สุด
- 4 คะแนน หมายถึง เห็นด้วย/จริง
- 3 คะแนน หมายถึง ไม่แนใจ/ค่อนข้างจริง
- 2 คะแนน หมายถึง ไม่เห็นด้วย/ไม่จริง
- 1 คะแนน หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง/ไม่จริงที่สุด

การประเมินคุณภาพชุดทดลอง เรื่อง สภาพปัจจัยด้านความสุขของแข้ง โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	มีความแข็งแรงทนทาน					
2	ชินส่วนสามารถประกอบได้ง่าย					
3	ออกแบบให้มีความดึงดูดเร้าความสนใจ					
4	รูปทรงและขนาดมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน					
5	การแสดงผลของชินส่วนมีความชัดเจน					
6	การติดตั้งอุปกรณ์และการทดลองทำได้สะดวก					
7	มีความคล่องตัวในการใช้และปฏิบัติการทดลอง					
8	สามารถทำการทดลองได้หลายการทดลอง					
9	มีประสิทธิภาพในการทดลองและผลการทดลองถูกต้อง					
10	มีความสะอาดปลอดภัยขณะทำการทดลอง					
11	วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาเป็นชุดทดลองสามารถจัดหาได้ง่าย					
12	พัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้และกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์					
13	ใช้เวลาในการทดลองน้อยและมีผลการทดลองถูกต้อง					
14	ผู้เรียนมีโอกาสปฏิบัติหรือมีส่วนร่วมในการทดลอง					
15	ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย					

ตอนที่ 4 ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินชุดกิจกรรมการทดลองและคุณมือการทำการทำทดลอง เรื่อง สภาพบีดหยุ่นของของแข็ง
 แบบประเมินนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์
 เกี่ยวกับคุณมือการทำการทำทดลอง เรื่อง สภาพบีดหยุ่นของของแข็ง

คำชี้แจง แบบประเมินนี้แบ่งเป็น 4 ตอน

ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์ ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์ เกี่ยวกับชุดกิจกรรมการทดลอง และคุณมือการทำการทำทดลอง เรื่อง สภาพบีดหยุ่นของของแข็ง

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์

ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

แบบประเมินชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์ เกี่ยวกับคุณภาพของชุดกิจกรรมการทดลองและคุณมือการทำการทำทดลอง เรื่อง สภาพบีดหยุ่นของของแข็ง

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์

กรุณาเขียนเครื่องหมาย V ลงในกรอบ □ หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริงและเติม ข้อความลงในช่องว่าง

1. ชื่อ..... นามสกุล.....

2. ระดับการศึกษา

ปริญญาตรี ปริญญาโท

ปริญญาเอก อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

3. ประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับวิชาพิสิกส์

น้อยกว่า 5 ปี 5 ถึง 10 ปี

มากกว่า 10 ปี อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาพิสิกส์ เกี่ยวกับชุดทดลอง เรื่อง สภาพบีดหยุ่นของของแข็ง

กรุณาเขียนเครื่องหมาย V ลงในช่อง ซึ่งเป็นแบบมาตราประเมินค่า 5 ระดับ มีการตรวจให้คะแนนดังนี้

5 คะแนน หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง/จริงที่สุด

4 คะแนน หมายถึง เห็นด้วย/จริง

3 คะแนน หมายถึง ไม่แนใจ/ค่อนข้างจริง

2 คะแนน หมายถึง ไม่เห็นด้วย/ไม่จริง

1 คะแนน หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง/ไม่จริงที่สุด

การประเมินชุดกิจกรรมการทดลองและคุณมีการทำการทดลอง เรื่อง สภาพปัจจัยที่อยู่ของของแข็ง โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	ส่วนประกอบของชุดทดลองมีความเหมาะสมและหารได้ง่าย					
2	รายละเอียดของเครื่องมือในชุดทดลองชัดเจน					
3	รายละเอียดการใช้งานของชุดทดลองชัดเจน					
4	เนื้อหาในชุดกิจกรรมการทดลองสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้					
5	เนื้อหาในชุดกิจกรรมการทดลองสอดคล้องกับชุดทดลอง ที่สร้างขึ้น					
6	กิจกรรมการทดลองเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
7	กิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
8	กิจกรรมการทดลองทำให้เกิดทักษะการคำนวณ					
9	เอกสารรายงานการทดลองสอดคล้องกับกิจกรรม การทดลอง					
10	นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทดลอง					
11	คำถามท้ายการทดลองสอดคล้องกับกิจกรรมการทดลอง					
12	คำถามท้ายการทดลองช่วยเพิ่มความเข้าใจของนักเรียน					

ตอนที่ 4 ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

แบบวัดความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมทดลอง เรื่อง สภาพดีดหยุ่นของของแข็ง ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ ท่านาย-สังเกต-อธิบาย

ให้นักเรียนอ่านข้อความในแบบสอบถามแล้วพิจารณาแต่ละข้อความว่าตรงกับสภาพความเป็นจริงหรือความรู้สึกของนักเรียนเพียงใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างซึ่งแบ่งระดับ ความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 = มากที่สุด, 4 = มาก, 3 = ปานกลาง, 2 = น้อย, 1 = น้อยที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	เนื้อหาที่เรียนมีแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนค้นหาคำตอบ					
2	มีลำดับขั้นตอนชัดเจนเข้าใจง่าย					
3	ชุดทดลองทำให้เข้าใจทฤษฎีได้ดี					
4	ชุดทดลองสอดคล้องกับเนื้อหาและทฤษฎี					
5	ชุดทดลองช่วยเพิ่มทักษะกระบวนการเรียนรู้					
6	นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาจากการใช้ชุดทดลอง					
7	ชุดทดลองช่วยเพิ่มทักษะในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ					
8	นักเรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น					
9	นักเรียนสามารถทำการทดลองและเรียนรู้ด้วยตัวเอง					
10	นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจในการทำกิจกรรมการทดลอง					
11	นักเรียนได้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มและช่วยเหลือกันในการทำกิจกรรม					
12	ชุดทดลองทำให้การเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น					
13	นักเรียนมีส่วนร่วมและได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน					
14	จากการทดลองนักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้เพิ่มเติมในเรื่อง สภาพดีดหยุ่นของของแข็ง					
15	นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดในเรื่อง สภาพดีดหยุ่นของของแข็ง					

ภาคผนวก ข

ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความยากง่ายและอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ข.1 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบสอบถามวัดผลลัมภุธีทางการเรียน เรื่อง สภาพปัจจัยดහุ่นของของแข็งตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ ข.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่อง สภาพปัจจัยบุนของของแข็ง

ข้อที่	ความยากง่าย (p) $0.2 < p < 0.8$	คุณภาพ
1	0.24	ใช้ได้
2	0.34	ใช้ได้
3	0.39	ใช้ได้
4	0.21	ใช้ได้
5	0.24	ใช้ได้
6	0.21	ใช้ได้
7	0.39	ใช้ได้
8	0.24	ใช้ได้
9	0.26	ใช้ได้
10	0.29	ใช้ได้
11	0.29	ใช้ได้
12	0.47	ใช้ได้
13	0.21	ใช้ได้
14	0.42	ใช้ได้
15	0.24	ใช้ได้
16	0.26	ใช้ได้
17	0.34	ใช้ได้
18	0.42	ใช้ได้
19	0.34	ใช้ได้
20	0.37	ใช้ได้

ตารางที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สภาพปัจจัยบุนของของแข็ง

ข้อที่	อำนาจจำแนก (r) $r \geq 0.2$	คุณภาพ
1	0.30	ใช้ได้
2	0.50	ใช้ได้
3	0.30	ใช้ได้
4	0.20	ใช้ได้
5	0.30	ใช้ได้
6	0.20	ใช้ได้
7	0.30	ใช้ได้
8	0.70	ใช้ได้
9	0.60	ใช้ได้
10	0.30	ใช้ได้
11	0.50	ใช้ได้
12	0.20	ใช้ได้
13	0.40	ใช้ได้
14	0.20	ใช้ได้
15	0.30	ใช้ได้
16	0.40	ใช้ได้
17	0.30	ใช้ได้
18	0.40	ใช้ได้
19	0.30	ใช้ได้
20	0.20	ใช้ได้

ภาคผนวก ค

การประเมินคุณภาพชุดทดลอง ชุดกิจกรรมการทดลอง คู่มือการใช้ชุดทดลอง

ตารางที่ ค.1 การประเมินคุณภาพของชุดทดลอง เรื่อง สภาพบีดหยุ่นของของแข็ง จากผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
1	มีความแข็งแรงทนทาน	5	5	5	4	4	4.6
2	ชิ้นส่วนสามารถประกอบได้ง่าย	5	5	5	4	4	4.6
3	ออกแบบให้มีความดึงดูดเร้าความสนใจ	5	5	5	4	4	4.6
4	รูปทรงและขนาดมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	5	4	5	5	5	4.8
5	การแสดงผลของชิ้นส่วนมีความชัดเจน	5	5	4	5	5	4.8
6	การติดตั้งอุปกรณ์และการทดลองทำได้สะดวก	5	5	4	5	5	4.8
7	มีความคล่องตัวในการใช้และปฏิบัติการทดลอง	5	5	5	5	5	5
8	สามารถทำการทดลองได้หลายการทดลอง	5	4	4	5	5	4.6
9	มีประสิทธิภาพในการทดลองและผลการทดลองถูกต้อง	5	5	5	5	5	5
10	มีความสะดวกปลอดภัยขณะทำการทดลอง	5	5	5	5	5	5
11	วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาเป็นชุดทดลองสามารถจัดหาได้ง่าย	5	5	5	5	5	5
12	พัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้และกระบวนการทางความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5
13	ใช้เวลาในการทดลองน้อยและมีผลการทดลองถูกต้อง	5	5	4	4	4	4.4
14	ผู้เรียนมีโอกาสปฏิบัติหรือมีส่วนร่วมในการทดลอง	5	5	5	5	5	5
15	ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย	5	5	5	5	5	5
	รวม						4.84

ตารางที่ ค.2 การประเมินชุดกิจกรรมการทดลองและคุณภาพของการทำการทดลอง เรื่อง สภาพภูมิภาคที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินการของนักเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาพิสิกส์

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
1	ส่วนประกอบของชุดทดลองมีความเหมาะสมและหารได้ง่าย	5	5	4	4	4	4.8
2	รายละเอียดของเครื่องมือในชุดทดลองชัดเจน	5	5	5	4	4	5
3	รายละเอียดการใช้งานของชุดทดลองชัดเจน	5	5	5	4	4	5
4	เนื้อหาในชุดกิจกรรมการทดลองสอดคล้องกับวัสดุประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6
5	เนื้อหาในชุดกิจกรรมการทดลองสอดคล้องกับชุดทดลองที่สร้างขึ้น	5	4	5	5	5	4.8
6	กิจกรรมการทดลองเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	4	5	5	4.6
7	กิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	5	5	5
8	กิจกรรมการทดลองทำให้เกิดทักษะการคำนวณ	5	5	5	5	5	5
9	เอกสารรายงานการทดลองสอดคล้องกับกิจกรรมการทดลอง	5	4	4	5	5	4.8
10	นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทดลอง	5	5	5	5	5	5
11	คำถามท้ายการทดลองสอดคล้องกับกิจกรรมการทดลอง	5	5	5	5	5	4.6
12	คำถามท้ายการทดลองช่วยเพิ่มความเข้าใจของนักเรียน	5	5	5	5	5	4.8
	ภาพรวม						4.83

ตารางที่ ค.3 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7
จำนวน 38 คน

ข้อที่	ความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1	เนื้อหาที่เรียนมีแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนค้นหาตามต้อง	4.08	0.60	มาก
2	มีลำดับขั้นตอนชัดเจนเข้าใจง่าย	4.18	0.58	มาก
3	ชุดทดลองทำให้เข้าใจทฤษฎีได้ดี	4.16	0.64	มาก
4	ชุดทดลองสอดคล้องกับเนื้อหาและทฤษฎี	4.11	0.55	มาก
5	ชุดทดลองช่วยเพิ่มทักษะกระบวนการเรียนรู้	4.18	0.57	มาก
6	นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาจากการใช้ชุดทดลอง	4.08	0.59	มาก
7	ชุดทดลองช่วยเพิ่มทักษะในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ	4.08	0.52	มาก
8	นักเรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น	4.13	0.51	มาก
9	นักเรียนสามารถทำการทดลองและเรียนรู้ด้วยตัวเอง	4.13	0.55	มาก
10	นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจในการทำกิจกรรมการทดลอง	4.11	0.61	มาก
11	นักเรียนได้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มและช่วยเหลือกันในการทำกิจกรรม	4.21	0.64	มาก
12	ชุดทดลองทำให้การเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น	4.13	0.63	มาก
13	นักเรียนมีส่วนร่วมและได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	4.11	0.61	มาก
14	จากการทดลองนักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้เพิ่มเติม ในเรื่อง สภาพปัจจัยด้านภูมิประเทศของแขวง	4.00	0.64	มาก
15	นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดใน เรื่อง สภาพปัจจัยด้านภูมิประเทศของแขวง	4.08	0.62	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.11	0.44	มาก

ภาคผนวก ง

ประสิทธิภาพของชุดทดลองและคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ง.1 ผลการทดสอบสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง สภาพบีดหยุ่นของของแข็ง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

นักเรียนคนที่	คะแนนการทดสอบห้ายชุดกิจกรรม			คะแนนทดสอบ หลังเรียน (20)
	การทดลองที่ 1 (10)	การทดลองที่ 2 (10)	คะแนนรวม (20)	
1	8	9	17	16
2	8	9	17	19
3	9	9	18	16
4	7	9	16	18
5	7	9	16	17
6	9	8	17	14
7	9	7	16	13
8	8	9	17	19
9	8	9	17	20
10	9	9	18	18
11	9	7	16	14
12	8	6	14	13
13	6	9	15	17
14	6	7	13	13
15	9	7	16	18
16	7	9	16	18
17	8	9	17	15
18	8	9	17	17
19	8	9	17	15
20	7	9	16	18
21	7	9	16	17
22	7	9	16	17
23	8	8	16	14
24	9	9	18	17
25	9	9	18	18
26	8	9	17	15
27	9	8	17	17
28	8	9	17	17
29	7	9	16	18
30	9	9	18	15

ตารางที่ ง.1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง สภาพบีดหยุ่นของของแข็ง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนการทดสอบท้ายชุดกิจกรรม			คะแนนทดสอบ หลังเรียน (20)
	การทดลองที่ 1 (10)	การทดลองที่ 2 (10)	คะแนนรวม (20)	
31	7	8	15	14
32	8	9	17	17
33	9	9	18	17
34	7	7	14	13
35	9	9	18	18
36	8	7	15	14
37	9	9	18	19
38	8	5	13	12
รวม	301	322	623	617
ค่าเฉลี่ย	7.92	8.47	16.39	16.24
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.88	1.01	1.33	2.04
ร้อยละค่าเฉลี่ย	79.21	84.74	81.97	81.18
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	79.21	84.74	81.97	
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)				81.18
ประสิทธิภาพของชุดทดลอง สภาพบีดหยุ่นของของแข็ง			$E_1/E_2 = 81.97/81.18$	

ตารางที่ ง.2 คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดทดลอง
เรื่อง สภาพปัจจัยบุนของของแข็งร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (Pretest) (20 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (Posttest) (20 คะแนน)
1	10	16
2	10	19
3	11	16
4	9	18
5	9	17
6	14	14
7	12	13
8	10	19
9	10	20
10	12	18
11	11	14
12	10	13
13	8	17
14	8	13
15	9	18
16	9	18
17	10	15
18	10	17
19	10	15
20	9	18
21	9	17
22	9	17
23	10	14
24	11	17
25	11	18
26	10	15
27	10	17
28	10	17
29	9	18
30	12	15

ตารางที่ ง.2 คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดทดลองเรื่อง สภาพปัจจัยบุนของของแข็งร่วมกับเทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบายสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (Pretest) (20 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (Posttest) (20 คะแนน)
31	9	14
32	10	17
33	11	17
34	9	13
35	13	18
36	10	14
37	11	19
38	10	12
รวม	385	617
เฉลี่ย	10.13	16.24
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.26	2.04
ร้อยละ	50.66	81.18

ภาคผนวก จ
ชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สภาพภูมิประเทศของแม่น้ำเจ้าพระยา สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 1

เรื่อง

กลุ่มที่

- | | | |
|--------------|-----------|-------------|
| 1. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 2. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 3. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 4. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 5. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 6. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 7. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |

คำชี้แจง : ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในตารางและแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ทำการทดลอง โดยการเขียนกราฟให้ถูกต้องขัดเจน พร้อมทั้งอภิปรายและสรุปผลการทดลอง

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 1

วัตถุประสงค์

1.
2.

อุปกรณ์การทดลอง

1. ฐานตั้ง
2. ไม้บรรทัด
3. ชุดแขวนของแข็งที่นำมาทดลอง
4. ตะขอแขวนลูกตุ้มน้ำหนัก
5. มวล 50 กรัม 100 กรัม 200 กรัม และ 400 กรัม
6. ยางรัดของ

วิธีการทดลอง

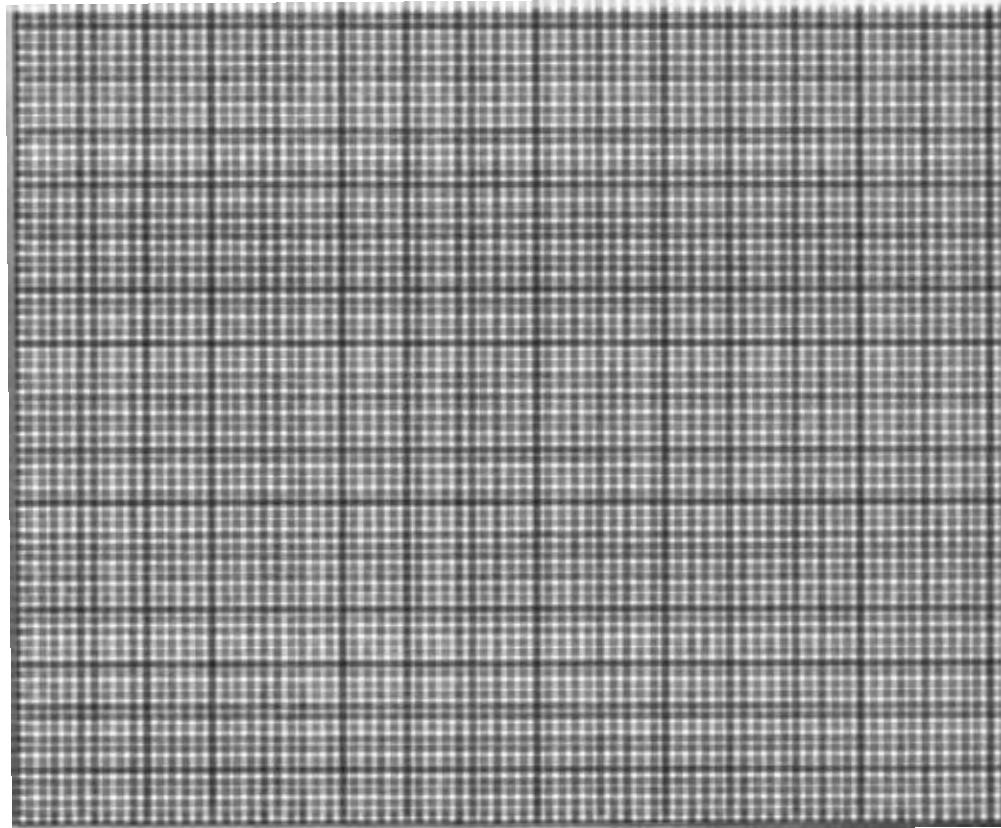
1. นำชุดแขวนประกอบกับฐานตั้งในตำแหน่งที่ต้องการทำการทดลอง
2. นำวัตถุที่ต้องการศึกษาสภาพยืดหยุ่น ยึดกับห่วงของชุดแขวนของแข็งและแขวนที่แขวนของฐานตั้ง
3. นำตะขอชุดแขวนสำหรับตุ้มน้ำหนักมาแขวนที่ปลายด้านล่าง วัดความยาวเริ่มต้น (L_0) ของวัสดุ

4. ใช้ถุงทราย 50 กรัม แขวนที่ปลายด้านล่างของชุดแขวน บันทึกมวล (m) และระยะที่ยึดออก (Δl) ในตารางบันทึกผล
 5. นำถุงทรายออก วัดความยาวของวัสดุ บันทึกข้อมูล ตรวจสอบสภาพยึดหยุ่น
 6. ทำการทดลองตามข้อ 4 และ 5 โดยแต่ละครั้งเพิ่มมวลครั้งละ 50 กรัม (เช่น 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550)
 7. วิเคราะห์ข้อมูล
 8. เขียนกราฟระหว่างแรงและความยาวที่ยึดออก
 9. นำเสนอข้อมูล

ผลการทดสอบ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

กราฟแสดงผลการทดสอบ



วิเคราะห์ผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

คำถ้ามท้ายการทดสอบ

1. เมื่ออุกแรงดึงวัตถุ เช่น สปริงเมื่อเพิ่มแรงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงขีดจำกัดแห่งผันต์ แล้วหยุดอุกแรงรูปร่างของวัตถุหลังหยุดอุกแรง (ความยาว) จะมีลักษณะอย่างไร

.....

2. จากข้อ 1 ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น เลี้ยวหยุดออกแรง รูปร่างของวัตถุหลังหยุดออกแรง (ความยาว) จะมีลักษณะอย่างไร

.....
.....

3. จากข้อ 2.1 ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จะถึงเมื่อใดจากสภาพเดิมที่มุ่งไปแล้วหยุดออกแรง
ร่างกายคงวัตถุหลังหายดีคือแรง (ความยาว) จะมีลักษณะอย่างไร

.....
.....

4. วัสดุชนิดหนึ่งจะมีทั้งสภาพก่อเกิดอย่าง และสภาพพลาสติก ได้หรือไม่ อย่างไร

5. วัตถุที่ถูกแรงกระทำแล้วสามารถกลับสภาพเดิมได้แสดงว่า

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

6. วัตถุที่ถูกแรงกระทำแล้วไม่สามารถกลับสภาพเดิมได้แสดงว่า

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

7. วัตถุที่มีสภาพยืดหยุ่น จะทำให้มีสภาพพลาสติกได้อย่างไร

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

8. ถ้าต้องดัดเหล็กเส้นเป็นรูปร่างที่ต้องการจะต้องออกแรงอย่างไร

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

9. พองน้ำใหม่ใช้ล้างจานเสร็จแต่รูปร่างของพองน้ำยังเท่าตอนก่อนล้างจานแสดงว่าพองน้ำนี้มีสภาพแบบใด เพราะ

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

10. พองน้ำใช้ล้างจานรูปร่างเริ่มบิดเบี้ยวแสดงว่าพองน้ำนี้มีสภาพแบบใด เพราะ

.....
.....

แบบบันทึกผลการทดลองที่ 2

เรื่อง

กลุ่มที่

- | | | |
|--------------|-----------|-------------|
| 1. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 2. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 3. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 4. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 5. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 6. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 7. ชื่อ..... | ชั้น..... | เลขที่..... |

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองในตารางและแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ทำการทดลอง โดยการเขียนกราฟให้ถูกต้องชัดเจน พร้อมทั้งอภิรายและสรุปผลการทดลอง

วัตถุประสงค์

1.
-
2.
-
3.
-
4.
-

วิธีการทดลอง

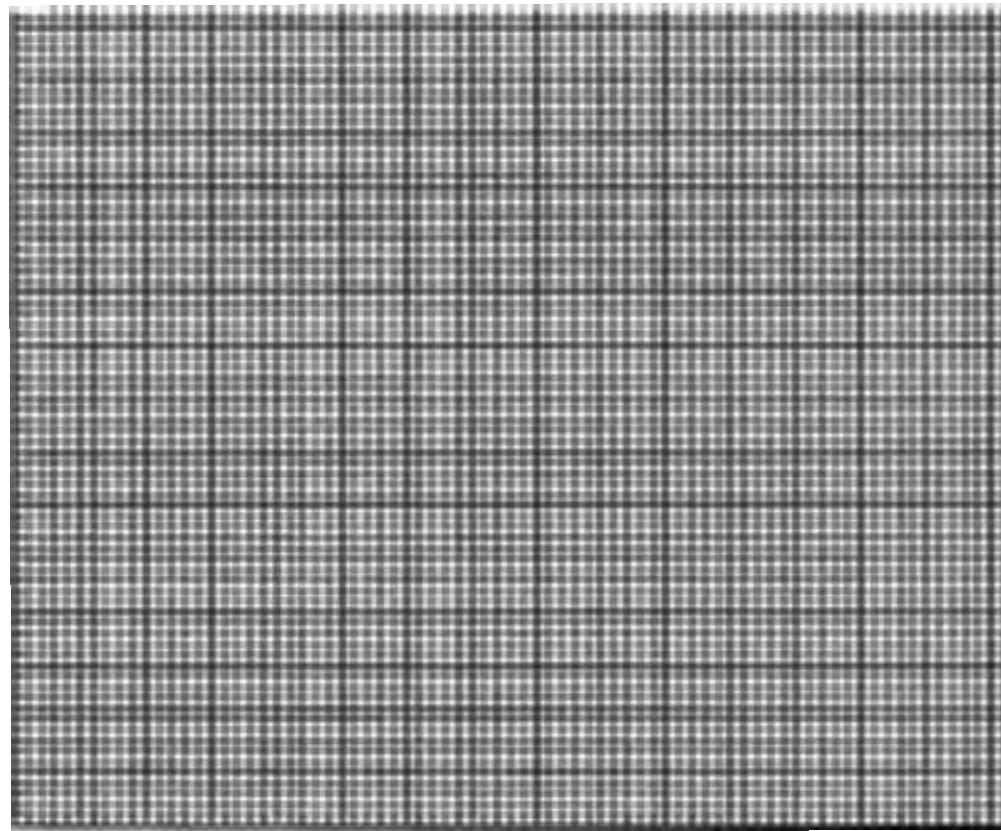
วิธีการทดลอง

1. นำชุดแขวนประกลับกับฐานตั้งในตำแหน่งที่ต้องการทำการทดลอง
2. วัดพื้นที่หน้าตัดของหนังยาง
3. นำวัตถุที่ต้องการศึกษาสภาพยืดหยุ่น ยึดกับห่วงของชุดแขวนของแข็งและแขวนที่แขนของฐานตั้ง
4. นำตะขอชุดแขวนสำลับตุ่มน้ำหนักมาแขวนที่ปลายด้านล่าง วัดความยาวเริ่มต้น (L_0) ของหนังยาง
5. ใช้ถุงทราย 50 กรัม แขวนที่ปลายด้านล่างของชุดแขวน บันทึกมวล (m) คำนวณหาแรงดึงที่เกิดจากมวลถุงทราย คำนวณหาความเค้น บันทึกผลในตารางบันทึกผล

6. วัดความยาวที่ยืดออก (Δl) บันทึกผล คำนวณหาความเครียด บันทึกผลในตารางบันทึกผล
 7. ทำการทดลองตามข้อ 5 และข้อ 6 โดยแต่ละครั้งเพิ่มมวลครั้งละ 50 กรัม (เช่น 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550)
 8. เขียนกราฟระหว่างความเค้นและความเครียด
 9. คำนวณหาค่ามอตุลส์ของยัง

ผลการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลอง

กราฟแสดงผลการทดสอบ



วิเคราะห์ผลการทดลอง

สรุปผลการทดสอบ

คำถามท้ายการทดลอง

1. กราฟที่ได้ทั้งสองเส้น มีลักษณะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

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

- ## 2. ความเด็นดึงและความเครียดดึงมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

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

3. วัสดุที่มีมอดุลัสสภาพยืดหยุ่นต่างกัน สามารถทนต่อแรงภายนอกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

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

4. 乩อดโลหะยาว 3 เมตร และมีพื้นที่หน้าตัด 0.25 ตารางเซนติเมตร จะยึดออก 0.05 เซนติเมตร เมื่อใช้แรงดึง 10000 นิวตัน จงหาความค่านดึงและความเครียดดึง
5. 乩อดโลหะยาว 10 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 0.05 ตารางเซนติเมตร เมื่อถ่วงด้วยน้ำหนัก 10,000 นิวตัน จะยึดออกไป 10 เซนติเมตร โลหะนี้มีค่ามอคูลัสของยังเท่าไร
6. แขวนมวล 400 กิโลกรัมกับเส้น乩อดโลหะชนิดหนึ่งยาว 10 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 2×10^{-4} ตาราง เมตร ถ้าค่ามอคูลัสของยังของเส้น乩อดเป็น 2×10^{11} นิวตัน/เมตร² 乩อดจะยึดออกเป็นระยะ กี่เซนติเมตร
7. เมื่อแขวนมวล M ไว้ที่ปลายเส้น乩อด จะทำให้เส้น乩อดยึดออก 0.12% ของความยาวเดิม ถ้า乩อดมี พื้นที่หน้าตัด 0.2 ตารางมิลลิเมตร และมีค่ามอคูลัสของยังเท่ากับ เป็น 2.0×10^{11} นิวตัน / เมตร² มวล M มีค่าเท่าใด
8. 乩อดทองแดงและ乩อดเหล็กกล้ามีความยาวเท่ากัน แต่ละเส้นผูกวัตถุมวล m แขวน ห้อยในแนวตั้ง ถ้า乩อดทั้งสองยึดเท่ากัน 乩อดทองแดงจะต้องมีรัศมีเป็นกีเท่าของ乩อด เหล็กกล้า กำหนดให้ค่ามอคูลัส ของยังของทองแดงและเหล็กกล้ามีค่า 1.0×10^{11} และ $2.0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ ตามลำดับ

ภาคผนวก ฉ
แผนการจัดการเรียนการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

โรงเรียนสเลกภูมิพิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557
 รายวิชา พิสิกส์ รหัสวิชา ว 33204 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
 เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง จำนวนเวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและ มีคุณธรรม

มาตรฐานช่วงชั้น ม. 4-6 : สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้ารวมทั้งการนำไปใช้ ประโยชน์

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายสภาพยืดหยุ่นและสภาพพลาสติกได้
2. บอกความหมายของขีดจำกัดการแปรผันตรง ขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่นและจุดแตกหักได้

สาระสำคัญ

สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง เป็นสมบัติของของแข็งที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงมากระทำ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. สภาพยืดหยุ่น (elasticity) คือ สมบัติของวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลง รูปร่าง เมื่อมีแรงมากระทำและสามารถคืนตัวกลับสู่รูปร่างเดิม เมื่อหยุดออกแรงกระทำ 2. สภาพ พลาสติก (plasticity) คือ กรณีวัสดุเปลี่ยนรูปร่างไปอย่างถาวร โดยผิววัสดุไม่มีการฉีกขาดหรือแตกหัก

สาระการเรียนรู้

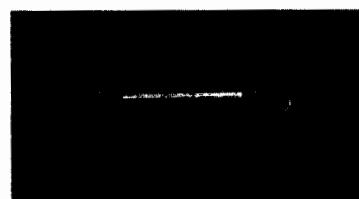
เราได้ศึกษาสมดุลของวัตถุและแรงที่เกี่ยวข้อง โดยไม่คำนึงถึงส่วนที่แรงเหล่านั้นมีผลต่อรูปร่าง ของวัตถุ ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่ามากพอก็จะทำให้วัตถุเกิด การผิดรูป (deformation) หรือการ แตกหักได้ ในหัวข้อนี้ จะศึกษาผลของแรงที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปร่างซึ่งอาจคืนสภาพเดิมหรืออาจไม่คืน สภาพเดิมหลังหยุดออกแรงกระทำและการนำความรู้ที่เกี่ยวข้องไปใช้ประโยชน์

เมื่อออกแรงดึงยางวัดของหรือออกแรงกดดินน้ำมัน จะพบว่าบางรัดของจะยืดออกและกลับสู่ สภาพเดิมเมื่อหยุดออกแรง ส่วนดินน้ำมันยุบตัวลงโดยไม่กลับสู่สภาพเดิม ดังรูป 8.22 สมบัติของวัสดุ ที่มีการเปลี่ยนรูปร่าง เมื่อมีแรงมากระทำและสามารถคืนตัวกลับสู่รูปร่างเดิมเมื่อหยุดออกแรงกระทำ เรียกว่า **สภาพยืดหยุ่น (elasticity)**

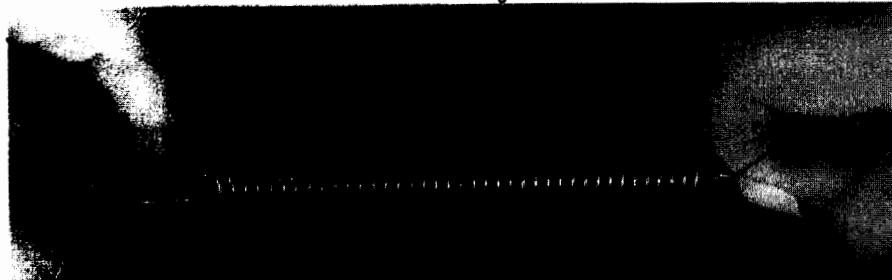
ส่วนกรณีวัสดุที่เปลี่ยนรูปว่างไปอย่างถาวร โดยผิววัสดุไม่มีการฉีกขาดหรือแตกหัก เรียกสมบัตินี้ว่า สภาพพลาสติก (plasticity) วัสดุหลายชนิดมีทั้งสภาพยืดหยุ่นและสภาพพลาสติกในตัวเองโดยมีสภาพยืดหยุ่นเมื่อแรงกระทำมีค่าน้อย และมีสภาพพลาสติกเมื่อแรงกระทำมีค่ามาก

เมื่อนำวัสดุบางชนิด เช่น เหล็ก ทองแดง หรือแก้วมาทำให้เป็นแท่งหรือเป็นเส้นยาวหรือเป็นชุดแล้วยึดปลายข้างหนึ่งไว้ จากนั้นออกแรงดึงปลายข้างหนึ่งไปตามแนวยาว วัสดุจะ เปลี่ยนแปลงอย่าง ไร

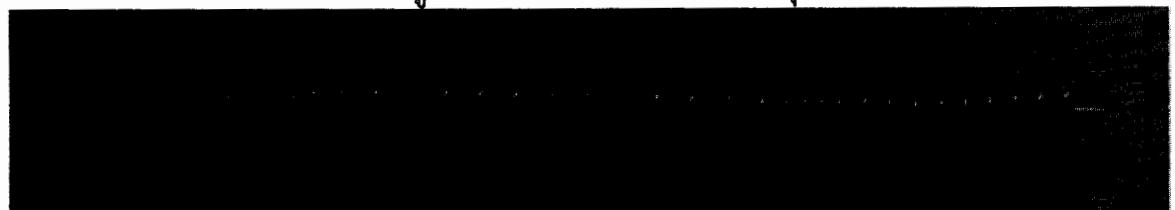
จากการดึงวัสดุชนิดต่าง ๆ เช่น สปริงให้ยึดออกจะ พบร่วมความยาวที่สปริงยึดออกแพรผันตรงกับขนาดของแรงดึง แต่ถ้าเพิ่มแรงดึงสปริงให้ยื่นออกไปเรื่อย ๆ วิถี เมื่อถึงระยะหนึ่ง จะพบว่าความยาวที่สปริงยึดออกไม่แพรผันตรงกับขนาดของแรงดึง



ก. สปริงก่อนถูกดึง



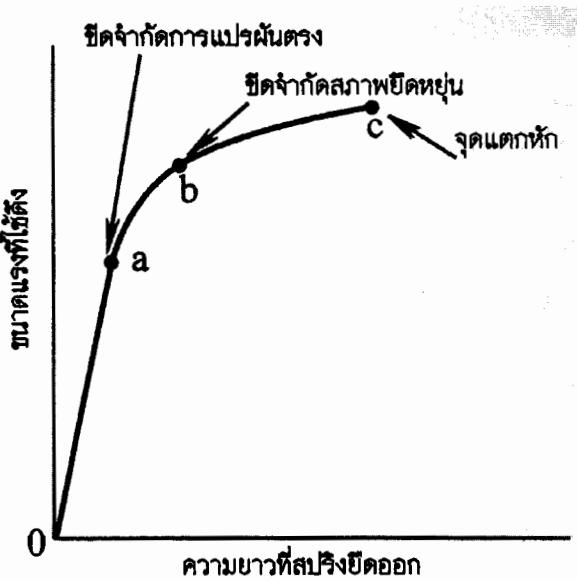
ข. สปริงถูกยึดจนใกล้ขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น



ค. สปริงถูกยึดจนเกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น

รูป 8.23 รูปร่างของสปริงเมื่อถูกแรงกระทำ

กราฟระหว่างขนาดของแรงดึงกับความยาวที่สปริงยึดออก



รูป 8.24 กราฟระหว่างขนาดของแรงดึงกับความยาวที่สปริงยืดออก

จากราฟจะเห็นได้ว่า ความยาวที่สปริงยืดออกแปรผันตรงกับขนาดของแรงดึงอยู่ในช่วงแรกเท่านั้น คือ ในช่วง 0a ของเส้นกราฟ เป็นไปตามกฎของยก จุด a ซึ่งเป็นตำแหน่งสุดท้ายที่ความยาวเส้นโลหะยืดออกแปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง จุดนี้ เรียกว่า จุดจำกัดการแปรผันตรง (proportional limit) ถ้าอกแรงดึงเส้นโลหะให้ยืดอีกเล็กน้อยจนถึงจุด b เมื่อหยุดออกแรงดึงเส้นโลหะจะกลับไปอยู่สภาพเดิมและความยาวสุดท้ายเท่ากับความยาวเริ่มต้น จุดนี้เรียกว่า จุดจำกัดสภาพยืดหยุ่น (elastic limit)

ส่วนช่วงของกราฟตั้งแต่จุด b เป็นต้นไปเส้นโลหะเริ่มเปลี่ยนรูปไปอย่างถาวร เมื่อออกแรงดึงต่อไป จะเหลือจุด c เส้นโลหะจะขาดจุดนี้เรียกว่า จุดแตกหัก (breaking point)

ช่วง ob เรียกว่า การผิดรูปแบบยืดหยุ่น (elastic deformation) และสภาพของวัตถุในช่วงนี้เรียกว่า สภาพยืดหยุ่น (elasticity) ซึ่งเป็นสมบัติของวัตถุที่มีการเปลี่ยนรูปร่างเมื่อมีแรงกระทำ และสามารถกลับสู่รูปเดิมเมื่อยุดออกแรงกระทำ

ช่วง oc เรียกว่า การผิดรูปแบบพลาสติก (plastic deformation) ซึ่งเป็นสมบัติของวัตถุที่เปลี่ยนรูปร่างไปอย่างถาวร โดยวัตถุยังไม่ฉีกขาดหรือแตกหัก

วัตถุส่วนใหญ่มีทั้งสภาพยืดหยุ่นและสภาพพลาสติกในตัวเอง โดยมีสภาพยืดหยุ่นเมื่อแรงกระทำมีค่าน้อย และมีสภาพพลาสติกเมื่อแรงกระทำมีค่ามาก วัตถุบางชนิดมีแต่สภาพพลาสติก เช่น ดินน้ำมัน ขنمปัง เป็นต้น

กฎของยก (Hooke's law)

เมื่อออกแรงดึงหรือกดสปริง หรือ เล่นลูกพบร่วมกับความยาวที่เปลี่ยนไป x ดังนี้

$$F \propto x$$

$$\text{หรือ } F = kx$$

เมื่อ k คือ ค่าคงตัวสปริง (spring constant) หรือค่าคงตัวแรง (force constant)

กระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นการทำนาย (Predict)

1.1 ครูนำเสนอ วัสดุต่าง ๆ เมื่อถูกแรงกระทำจะมีการเปลี่ยนสภาพมีลักษณะ 2 แบบคือ สภาพยึดหยุ่น และสภาพพลาสติก จากสถานการณ์ที่กำหนดให้แต่ละข้อวัสดุมีเปลี่ยนสภาพแบบใด

1.2 ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็ง และให้นักเรียนเขียนคำทำนายจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้แต่ละข้อวัสดุมีเปลี่ยนสภาพแบบใด ให้เวลา 10 นาที

2. ขั้นการสังเกต/ทดลอง/สืบค้นข้อมูล (Observe)

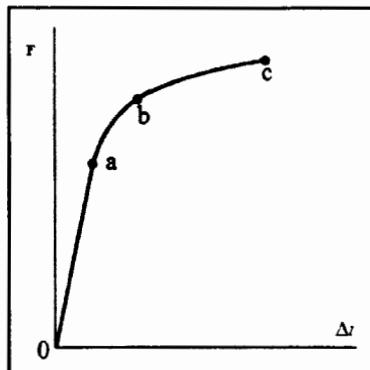
2.1 ครูให้นักเรียนทำการทดลองเรื่องสภาพยึดหยุ่นของของแข็ง โดยแบ่งกลุ่มนักเรียน ออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 6 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์การทดลอง

2.2 ครูสุมกกลุ่มตัวแทนประมาณ 1 – 2 กลุ่ม นำเสนอผลการทดลอง

2.3 ครูสุมกกลุ่มตัวแทนประมาณ 1 – 2 กลุ่ม วิพากษ์ผลการนำเสนอผลการทดลองของกลุ่มที่ เป็นตัวแทน ที่ครูได้สุ่มนำเสนอแล้ว

2.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข้อสรุปจากการทดลองโดยครูให้คำตามกระตุ้น ให้นักเรียนคิด

2.5 นักเรียนควรได้ข้อสังเกตจากการเมื่อกำหนดจุดต่าง ดังนี้



ลักษณะของเส้นกราฟ	ลักษณะการยึดของวัตถุ
1. ช่วงกราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรงให้เป็น oa	1. ยึดออกเมื่อไส้แรง และเมื่อเพิ่มแรงระยะยึด ออกก็เพิ่มขึ้นตาม เป็นอัตราส่วนคงที่ เมื่อยุดไส้ แรงจะหดกลับสภาพเดิมความยาวเท่าเดิม
2. ช่วงกราฟเริ่มไม่เป็นเส้นตรง ให้เป็น ab	2. ระยะที่ยึดออกกับแรงที่กระทำไม่เป็น อัตราส่วนคงที่ แต่เมื่อยุดไส้แรงจะหดกลับ สภาพเดิมความยาวเท่าเดิมได้
3. ช่วงกราฟไม่เป็นเส้นตรง ให้เป็น bc	3. ระยะที่ยึดออกกับแรงที่กระทำไม่เป็น อัตราส่วนคงที่ และเมื่อยุดไส้แรงจะไม่หดกลับ สภาพเดิม ทำให้ความยาวมากกว่าเดิม

3. ขั้นอธิบาย (Explain)

3.1 ครูตั้งคำถาม แต่ละช่วงของภาพมีความหมายอย่างไรและจุดที่อยู่บนภาพมีชื่อเรียกว่าอะไร

3.2 ครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า

ช่วง 0a เป็นช่วงที่แรงและระยะที่ยืดออกแพร่ผ่านตรงเป็นไปตามกฎของชูก และเรียกจุด a ว่าชี้ดีจำกัดแพร่ผ่านตรง

ช่วง ab แรงและระยะที่ยืดออกไม่แพร่ผ่านตรง แต่วัสดุยังยึดหดได้เหมือน 0a และเรียกจุด b ว่าชี้ดีจำกัดสภาพยึดหยุ่น บวกถึงแรงมากที่สุดที่สามารถหดได้ หรือระยะยืดมากที่สุดที่สามารถหดได้

ดังนั้น ช่วง 0b วัตถุมีการผิดรูปแบบยึดหยุ่นหรือมีสภาพยึดหยุ่น คือ มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงกระทำ และกลับสภาพเดิมได้มีอยู่ไม่มีแรงกระทำ

ช่วง bc แรงและระยะที่ยืดออกไม่แพร่ผ่านตรง และวัสดุไม่สามารถหดกลับสภาพเดิมได้ และเรียกจุด c ว่าจุดแตกหักเมื่อออกรแรงจนวัตถุยึดเลยจุด c วัตถุนั้นจะขาด

3.3 ครูให้นักเรียน นำผลที่ได้จากการทดลอง มาอธิบายและตอบคำถาม ในงานที่ 1 จะได้ข้อสรุปที่เป็นคำตอบของคำถามและเปรียบเทียบจากที่ทำนายไว้ และสามารถนำผลที่ได้อธิบายวัสดุที่มีสภาพยึดหยุ่นได้อย่างไร วัสดุที่มีสภาพยึดหยุ่นสามารถมีสภาพพลาสติกได้ถ้าออกรแรงเกินขีดจำกัด สภาพยึดหยุ่น

สื่อการสอน

1. ชุดทดลองเรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็ง
2. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม พลิกสาร เล่ม 2 ขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

การวัดผลประเมินผล

1. วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยการสังเกต ความสนใจ ความตั้งใจ การแสดงออก ความคิดเห็น การตอบคำถามและการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการทดลอง
2. แบบบันทึกผลการทดลอง
3. คำถามท้ายบทและแบบฝึกทักษะการคำนวณ
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สภาพยึดหยุ่นของของแข็ง

เกณฑ์การประเมิน

รายการ	ระดับคะแนน				
	4	3	2	1	
ความถูกต้องของข้อมูล	บันทึกข้อมูลครบถ้วนและถูกต้อง	บันทึกข้อมูลครบถ้วนและผิดพลาดเล็กน้อย	บันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วนและมีความผิดพลาด	บันทึกข้อมูลผิดพลาดต้องคoyerบอกแก้ไข	
นำเสนอข้อมูล	การนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางกราฟที่เหมาะสม มีขั้นตอนที่เข้าใจง่ายและถูกต้อง	การนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางกราฟที่เหมาะสม มีขั้นตอนไม่ชัดเจน	การนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางกราฟที่ไม่เป็นระบบเข้าใจยาก	การนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางกราฟไม่ครบถ้วน	
สรุปผลการทดลอง	สรุปผลทดลองสอดคล้องกับจุดประสงค์แปลความหมายถูกต้อง	สรุปผลทดลองสอดคล้องกับจุดประสงค์แปลความหมายผิด	สรุปผลทดลองสอดคล้องกับจุดประสงค์ไม่ครบถ้วนหรือแปลความหมายผิด	สรุปผลทดลองไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์	
ชุดทดลอง	ชุดทดลองที่สร้างขึ้นถูกต้องตรงทฤษฎีและใช้งานได้สมบูรณ์	ชุดทดลองที่สร้างขึ้นถูกต้องตรงทฤษฎีและใช้งานได้ไม่สมบูรณ์	ชุดทดลองที่สร้างขึ้นถูกต้องตรงบางส่วนใช้งานได้เล็กน้อย	ชุดทดลองที่สร้างขึ้นถูกต้องตรงเล็กน้อยยังใช้ไม่ได้	

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

รายการ	ระดับคะแนน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง						
1.2 สาระการเรียนรู้						
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้						
1.4 สื่อการเรียนรู้						
1.5 การวัดผลประเมินผล						
1.6 ความสอดคล้อง (ข้อ 1-5)						
รวม	สรุป.....	

2. ปัญหาและอุปสรรค

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

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ ผู้สอน
 (นายทองคุณ จันทสิงห์)
 ตำแหน่งครู ค.ศ.1
/...../.....

ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

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

ลงชื่อ
 (นายพรชัย กำஹอม)
/...../.....

ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

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

ลงชื่อ
 (นายอุภพงษ์ ร่มแก้ว)
/...../.....

ข้อเสนอแนะของผู้อำนวยการ โรงเรียนสละภูมิพิทยาคม

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

ลงชื่อ
 (นายเสถียร เปรินทร์)
/...../.....

ใบงานที่ 1 เรื่อง สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

1. ให้นักเรียนนำคำตอบตามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1) ถ้านำวัสดุบางชนิด เช่น ลวดทองแดง มายืดปลายข้างหนึ่งไว้ จากนั้นออกแรงดึงปลายข้างหนึ่งไปตามแนวยาว (1) วัสดุจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร (2) เมื่อยุดออกแรงดึงวัสดุจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

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

2) ถ้าลวดทองแดง ถูกแรงดึงแล้วยืดออก จะสามารถกลับรูปร่างเดิมได้เองหรือไม่ อย่างไร

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

2. ให้นักเรียนตอบคำตอบตามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้หลังจากการทดลองแล้ว

1) ถ้านำวัสดุบางชนิด เช่น ลวดทองแดง มายืดปลายข้างหนึ่งไว้ จากนั้นออกแรงดึงปลายข้างหนึ่งไปตามแนวยาว (1) วัสดุจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร (2) เมื่อยุดออกแรงดึงวัสดุจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

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

2) ถ้าลวดทองแดง ถูกแรงดึงแล้วยืดออก จะสามารถกลับรูปร่างเดิมได้เองหรือไม่ อย่างไร

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

3. คำตอบจากข้อ 1. และข้อ 2. เมื่อนำรีดต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

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

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

โรงเรียนสे�ลกูมพิทยาคม กสุมสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557
รายวิชา พิสิกส์ รหัสวิชา ว 33204 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง มอดูลัสของยัง จำนวนเวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและ มีคุณธรรม

มาตรฐานช่วงชั้น ม. 4-6 : สำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง การเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้ารวมทั้งการนำไปใช้ ประโยชน์

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความเค้น ความเครียด ความเค้นตามยาว และความเครียดตามยาว
2. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นตามยาว และความเครียดตามยาวของวัตถุได้จากการทดลอง และบอกความหมายของมอดูลัสของยังได้
3. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน เช่น ความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาว และ มอดูลัสของยัง เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้
4. บอกความหมายของมอดูลัสสภาพยืดหยุ่น

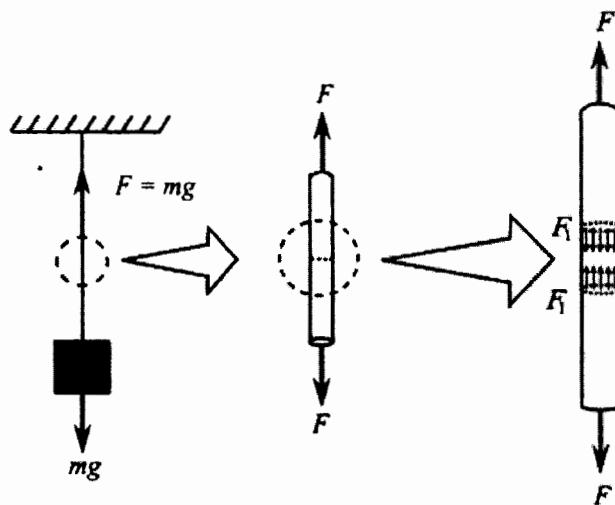
สาระสำคัญ

เมื่อวัตถุใด ๆ ถูกแรงภายนอกกระทำผลที่เกิดกับวัตถุนั้น อาจจะไม่เปลี่ยนตำแหน่ง แต่ออาจจะเปลี่ยนรูปร่าง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะตัวของวัตถุนั้น ๆ โดยที่วัตถุใด ๆ ทนต่อแรงกระทำต่อพื้นที่ (ความเค้นมาก) ได้มาก ๆ การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้น้อย (ความเครียดน้อย) เราเรียกว่าวัตถุนั้น มีสภาพยืดหยุ่นได้ดี (ค่ามอดูลัสของยังสูง)

สาระการเรียนรู้

ความเค้นและความเครียด

เมื่อนำวัตถุมาแขวนไว้กับเส้นลวด (เส้นลวดเบา) เส้นลวดจะถูกดึงจากน้ำหนักของวัตถุนั้น ดังรูป 8.25 ขณะเส้นลวดอยู่ในสมดุล แรงดึงทั้งสองปลายของเส้นลวดจะมีขนาดเท่ากัน และทุก ๆ ส่วนของภาคตัดขวางของเส้นลวดจะได้รับแรงกระทำอย่างสม่ำเสมอโดยเด่นชัด ดังรูป 8.25 ค



รูป 8.25 แรงในเส้นลวดเมื่อพิจารณาภาคตัดขวาง

ให้ F เป็นแรงดึงซึ่งกระทำในแนวตั้งจากกับพื้นที่หน้าตัด A ของเส้นลวด อัตราส่วนระหว่าง แรงดึงและพื้นที่หน้าตัด เรียกว่า ความเค้นดึง (tensile stress) แทนด้วยสัญลักษณ์ σ และเขียน เป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

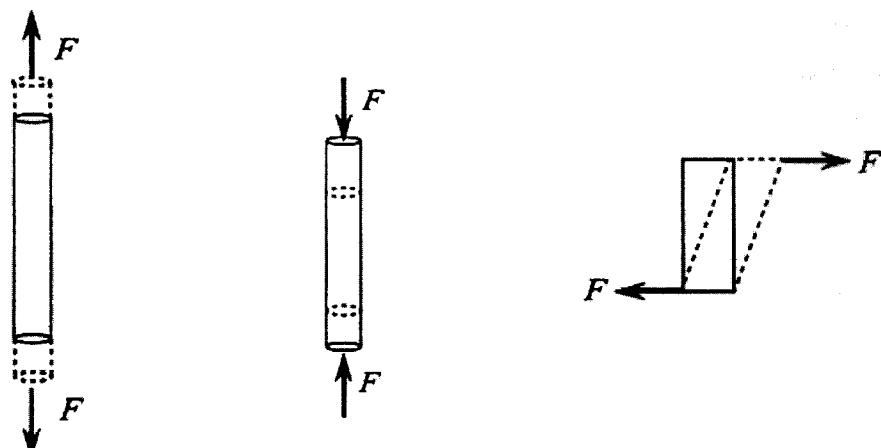
$$\text{ความเค้น} = \frac{\text{แรงดึง}}{\text{พื้นที่หน้าตัด}}$$

หรือ $\sigma = \frac{F}{A}$ (8.8)

σ เป็นความเค้นดึง มีหน่วย นิวตันต่อตารางเมตร (N/m) หรือ พาลศัล (Pa) โดยความเค้นเป็น ปริมาณสเกลาร์

โดยทั่วไปความเค้น มี 2 ชนิด คือ ความเค้นตามยาว และความเค้นเฉือน

ความเค้นตามยาว (longitudinal stress) แบ่งได้ 2 ชนิด คือ ความเค้นดึง (tensile stress) ซึ่งแรง F กระทำต่อวัตถุในลักษณะดึงให้ยืดออกดังรูป 8.26 ก กับความเค้นอัด (compressive stress) ซึ่งแรง F กระทำต่อวัตถุในลักษณะอัดให้หดสั้นลง ดังรูป 8.26 ข ส่วนความเค้นเฉือน (shear stress) นั้น แรง F ที่กระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุบิดเบือนรูปร่างไปจากเดิม ดังรูป 8.26 ค



ก. ความคื้นดึง

ข. ความคื้นอัด

ค. ความคื้นเฉือน

รูป 8.26 การออกแรงที่ให้เกิดความคื้นแบบต่าง ๆ

พิจารณาเส้นลวดซึ่งมีความยาวเดิม L_0 เมื่อมีแรงขนาดเท่ากันสองแรงมาดึงที่ปลายแต่ละข้างของเส้นลวดในทิศทางตรงข้ามกัน เส้นลวดจะยืดออก ถ้าให้ ΔL เป็นความยาวของเส้นลวดส่วนที่ยืด และ L_0 เป็นความยาวเดิมของเส้นลวด อัตราส่วนระหว่างความยาวส่วนที่ยืดกับความยาวเดิม เรียกว่า ความเครียดตามยาว (longitudinal strain) แทนด้วยสัญลักษณ์ ε และเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (8.9)$$

เนื่องจากความเครียดเป็นอัตราส่วนระหว่างความยาวที่เปลี่ยนไปกับความยาวเดิม ซึ่งมีหน่วยเดียวกัน ความเครียดจึงไม่มีหน่วย

8.8.2 modulus ของยัง

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า สำหรับวัสดุที่มีสมบัติยืดหยุ่น เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำให้เกิดความคื้นและความเครียด ความคื้นและความเครียดที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรและวัสดุแต่ละชนิดมีอัตราส่วนความคื้นและความเครียดแตกต่างกันหรือไม่

จากการทดลอง เมื่อออกแรงดึงเส้นวัสดุโดยไม่ให้ขนาดของแรงดึงเกินขีดจำกัดการแปรผันตรงของวัสดุ ความคื้นดึงจะแปรผันตรงกับความเครียดดึง นั่นคือ อัตราส่วนระหว่างความคื้นดึงและความเครียดดึงของวัสดุชนิดหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงตัว เรียกค่าคงตัวนี้ว่า modulus ของยัง (Young's modulus) แทนด้วยสัญลักษณ์ Y และเขียนได้ว่า

$$Y = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F/A}{\Delta L/L_0} \quad (8.10)$$

มอดูลัสของยัง มีหน่วย นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) วัสดุที่มีมอดูลัสของยังสูง แสดงว่าวัสดุนั้นเปลี่ยนความยาวได้น้อย ขณะที่มีความเค้นมาก

นอกจากมอดูลัสของยังแล้ว ยังมีมอดูลัสประเทอื่น ได้แก่ มอดูลัสเฉือน (shear modulus) และมอดูลัสเชิงปริมาตร (bulk modulus) โดยทั้งมอดูลัสของยัง มอดูลัสเฉือนและมอดูลัสเชิงปริมาตร รวมเรียกว่า มอดูลัสสภาพยืดหยุ่น (modulus of elasticity) โดยมอดูลัสสภาพยืดหยุ่นของวัสดุต่างแบบกันจะมีค่าต่างกัน ถึงแม้ว่าจะเป็นวัสดุชนิดเดียวกันก็ตาม

เนื่องจากมอดูลัสสภาพยืดหยุ่น และขึ้นจำกัดสภาพยืดหยุ่นเป็นสมบัติเฉพาะตัวของวัสดุชนิดหนึ่ง ๆ ดังนั้นความรู้เกี่ยวกับสมบัติสภาพยืดหยุ่นของวัสดุจึงมีประโยชน์ในด้านวิศวกรรมเป็นอย่างมาก เช่น การเลือกวัสดุเพื่อใช้เป็นโครงสร้างอาคาร สะพาน หรือชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล วิศวกรผู้ออกแบบจะต้องเลือกวัสดุที่มีสมบัติสภาพยืดหยุ่นเหมาะสมกับงาน

วัสดุที่มีมอดูลัสสภาพยืดหยุ่นสูง เป็นวัสดุที่สามารถทนต่อแรงภายนอกได้มาก หรือทำให้เปลี่ยนรูปร่างได้ยาก ส่วนความเค้นที่ขึ้นจำกัดสภาพยืดหยุ่นจะบอกให้ทราบว่า วัสดุนั้นสามารถทนต่อแรงภายนอกมากที่สุดเพียงใด เพื่อให้สามารถลับสู่สภาพเดิมได้ ดังนั้นในการออกแบบชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ จำเป็นต้องเลือกใช้วัสดุที่สามารถทนต่อแรงที่มากระทำได้มาก ซึ่งหมายถึงว่า วัสดุนั้นจะต้องมีมอดูลัสสภาพยืดหยุ่นสูง และความเค้นที่ขึ้นจำกัดสภาพยืดหยุ่นสูงด้วย วัสดุที่ว่านี้ได้แก่ เหล็กกล้าและโลหะผสม เป็นต้นตัวอย่างมอดูลัสสภาพยืดหยุ่นของวัสดุบางชนิดแสดงในตาราง 8.1

ตาราง 8.1 มอดูลัสสภาพยืดหยุ่นของวัสดุบางชนิด

ชนิดวัสดุ	มอดูลัสของยัง ($\times 10^1 N/m^2$)	มอดูลัสเฉือน ($\times 10^1 N/m^2$)	มอดูลัสเชิงปริมาตร ($\times 10^1 N/m^2$)
อะกั่ว	0.16	0.26	0.27
แก้ว	0.55	0.26-0.32	0.50-0.55
อะลูมิเนียม	0.70	0.25	0.70
ทองเหลือง	0.91	0.35	0.61
ทองแดง	1.10	0.42	1.40
เหล็กกล้า	2.00	0.84	1.60
ทังสเตน	3.50	1.40	2.00

กระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นการทำนาย (Predict)

1.1 ครุณนำหนังยางมาสองเส้น ถ้าออกแรงดึงขนาดเท่ากัน ยางแต่ละเส้นนั้นจะยืดออกเท่ากันหรือไม่อย่างไร

1.2 จากการทดลองเรื่องสภาพยืดหยุ่น ในช่วงที่กราฟเป็นเส้นตรง วัสดุแต่ละชนิดจะได้กราฟที่มีความชันเท่ากันหรือไม่ และความชันของกราฟมีความสำคัญอย่างไร

1.3 ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง มอดูลัสของยัง และให้นักเรียนเขียนคำทำนายคำตอบจากสถานการณ์นั้น ให้เวลา 10 นาที และอธิบายด้วยหลักการอย่างไร

2. ขั้นการสังเกต/ทดลอง/สืบค้นข้อมูล (Observe)

2.1 ครูให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง มอดูลัสของยัง โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 6 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์การทดลอง

2.2 ครูสุมกลุ่มตัวแทนประมาณ 1 – 2 กลุ่ม นำเสนอผลการทดลอง

2.3 ครูสุมกลุ่มตัวแทนประมาณ 1 – 2 กลุ่ม วิพากษผลการนำเสนอผลการทดลองของกลุ่มที่เป็นตัวแทน ที่ครูได้สุ่มนำเสนอแล้ว

2.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข้อสรุปจากการทดลองโดยครูให้คำตามกระตุ้น ให้นักเรียนคิด เช่น การหาความเค้น ความเครียด และความชันของกราฟนักเรียนควรตอบคำถามได้ดังนี้

$$\text{- สามารถคำนวณหาความเค้นได้จาก } \sigma = \frac{F}{A}$$

$$\text{- สามารถคำนวณหาความเครียดได้จาก } \varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$-$ จากสมการเส้นตรง $y = mx + c$ ถ้าค่า c เป็นศูนย์ ความชันของกราฟหาได้จาก

$$m = \frac{y}{x} \text{ หรือ } Y = \frac{\sigma}{\varepsilon} \text{ เรียกว่า modulus (Young's Modulus)}$$

3. ข้ออธิบาย (Explain)

3.1 ความเค้น σ คือแรง F ที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัด A ถ้าพื้นที่ A มีค่าคงที่ ดังนั้น

$$\sigma \propto F$$

3.2 ความเครียด ε คือ ความยาวที่เปลี่ยนไป ΔL ต่อความยาวเริ่มต้น L_0 ถ้า L_0 คงที่ ดังนั้น $\varepsilon \propto L_0$

$$3.3 \text{ จาก } Y = \frac{\sigma}{\varepsilon} \text{ ถ้าความเครียดคงที่ } Y \propto \sigma \text{ ถ้าความเค้นคงที่ } Y \propto \frac{1}{\varepsilon}$$

3.4 ค่ามอดูลัสของยังเป็นค่าเฉลี่ยของวัสดุแต่ละชนิด

3.5 ค่าความชันของกราฟมีค่ามากจะสามารถทดสอบแรงดึงได้มากกว่าความชันของกราฟที่มีค่าน้อย หรือ มอดูลัสของยังมีค่ามากจะสามารถทดสอบแรงดึงได้มากกว่ามอดูลัสของยังที่มีค่าน้อย

3.6 มอดูลัสของยังเป็นมอดูลัสตามยาว ที่เป็นหนึ่งในสามแบบ คือ มอดูลัสของยัง มอดูลัสเฉือน และมอดูลัสเชิงปริมาตร เรียกว่า มอดูลัสสภาพยืดหยุ่น คือ อัตราส่วนระหว่างความเค้นต่อความเครียดที่เป็นประเภทเดียวกัน

3.7 ครูให้นักเรียน นำผลที่ได้จากการทดลอง มาอธิบายและตอบคำถาม ในงานที่ 1 จนได้ข้อสรุปที่เป็นคำตอบของคำถามและเบรี่ยบเทียบจากที่ทำนายไว้

สื่อการสอน

1. ชุดทดลอง เรื่อง มอดูลัสของยัง
2. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม พิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

การวัดผลประเมินผล

1. วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยการสังเกต ความสนใจ ความตั้งใจ การแสดงออก ความคิดเห็น การตอบคำถามและการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการทดลอง
2. แบบบันทึกผลการทดลอง
3. คำตามท้ายบทและแบบฝึกทักษะการคำนวณ
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สภาพภูมิทั่วของของแข็ง

เกณฑ์การประเมิน

รายการ	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
ความถูกต้อง ของข้อมูล	บันทึกข้อมูล ครบถ้วนและ ถูกต้อง	บันทึกข้อมูลครบ ถ้วนและผิดพลาด เล็กน้อย	บันทึกข้อมูลไม่ ครบถ้วนและมี ความผิดพลาด	บันทึกข้อมูล ผิดพลาดต้อง พยายามแก้ไข
นำเสนอข้อมูล	การนำเสนอข้อมูล โดยใช้ตาราง กราฟที่เหมาะสม มีขั้นตอนที่เข้าใจ ง่ายและถูกต้อง	การนำเสนอข้อมูล โดยใช้ตาราง กราฟที่เหมาะสม มีขั้นตอนไม่ ชัดเจน	การนำเสนอข้อมูล โดยใช้ตาราง กราฟที่ไม่เป็น ^{ระบบเข้าใจยาก}	การนำเสนอ ข้อมูลโดยใช้ ตารางกราฟ ไม่ครบถ้วน
สรุปผลการ ทดลอง	สรุปผลทดลอง สอดคล้องกับ จุดประสงค์แปล ความหมาย ถูกต้อง	สรุปผลทดลอง สอดคล้องกับ จุดประสงค์แปล ความหมายผิด บ้างเล็กน้อย	สรุปผลทดลอง สอดคล้องกับ จุดประสงค์ไม่ ครบถ้วนหรือแปล ความหมายผิด	สรุปผลทดลอง ไม่สอดคล้องกับ จุดประสงค์
ชุดทดลอง	ชุดทดลองที่สร้าง ขึ้นถูกต้องตรง ทฤษฎีและใช้งาน ได้สมบูรณ์	ชุดทดลองที่สร้าง ขึ้นถูกต้องตรง ทฤษฎีและใช้งาน ได้ไม่สมบูรณ์	ชุดทดลองที่สร้าง ขึ้นถูกต้องตรง บางส่วนใช้งานได้ เล็กน้อย	ชุดทดลองที่ สร้างขึ้นถูกต้อง ตรงเล็กน้อยยัง ใช้ไม่ได้

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

รายการ	ระดับคะแนน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง						
1.2 สาระการเรียนรู้						
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้						
1.4 สื่อการเรียนรู้						
1.5 การวัดผลประเมินผล						
1.6 ความสอดคล้อง (ข้อ 1- 5)						
รวม	สรุป.....					

2. ปัญหาและอุปสรรค

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

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ ผู้สอน

(นายทองคูณ จันทสิงห์)

ตำแหน่งครู ค.ศ.1

...../...../.....

ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

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

ลงชื่อ

(นายพรชัย กำทอม)

...../...../.....

ข้อเสนอแนะของผู้อำนวยการ กลุ่มบริหารงานวิชาการ

ลงชื่อ

(นายอุภพงษ์ รัมแก้ว)

...../...../.....

ข้อเสนอแนะของผู้อำนวยการ โรงเรียนสละภูมิพิทยาคม

ลงชื่อ

(นายเสถียร เพรินทร์)

...../...../.....

ใบงานที่ 2 เรื่อง มอเตอร์ล้อของยัง

1. ให้นักเรียนทำนายคำตอบตามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1) ถ้ามีวัสดุขนาดต่างกันอยู่ 2 เส้น ถ้าออกแรงกระทำขนาดเท่ากันจะทำให้รูปร่างเปลี่ยนแปลงได้เท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) ถ้ามีวัสดุขนาดเท่ากันอยู่ 2 เส้น ถ้าออกแรงกระทำขนาดเท่ากันจะทำให้รูปร่างเปลี่ยนแปลงได้เท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนตอบคำตอบตามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้หลังจากการทดลองแล้ว

1) ถ้ามีวัสดุขนาดต่างกันอยู่ 2 เส้น ถ้าออกแรงกระทำขนาดเท่ากันจะทำให้รูปร่างเปลี่ยนแปลงได้เท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) ถ้ามีวัสดุขนาดเท่ากันอยู่ 2 เส้น ถ้าออกแรงกระทำขนาดเท่ากันจะทำให้รูปร่างเปลี่ยนแปลงได้เท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. คำตอบจากข้อ 1. และข้อ 2. เมื่อนหือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ช
คู่มือการใช้ชุดทดลอง

คู่มือปฏิบัติการ

การทดลองที่ 1 เรื่อง สภาพยืดหยุ่น (Elasticity)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาพยืดหยุ่นของของแข็ง
2. เพื่อศึกษาสภาพยืดหยุ่นของสารซึ่งที่เป็นไปตามกฎของฮูค (Hooke's Law)

ทฤษฎี

สภาพยืดหยุ่น (Elasticity)

เราได้ศึกษาสมดุลของวัตถุและแรงที่เกี่ยวข้อง โดยไม่คำนึงถึงส่วนที่แรงเหล่านั้นมีผลต่อรูปร่าง ของวัตถุ ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่ามากพอ ก็จะทำให้วัตถุเกิด การผิดรูป (deformation) หรือการแตกหักได้ ในหัวข้อนี้ จะศึกษาผลของแรงที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปร่างซึ่งอาจคืนสภาพเดิมหรืออาจไม่คืนสภาพเดิมหลังหยุดออกแรงกระทำและการนำความรู้ที่เกี่ยวข้องไปใช้ประโยชน์

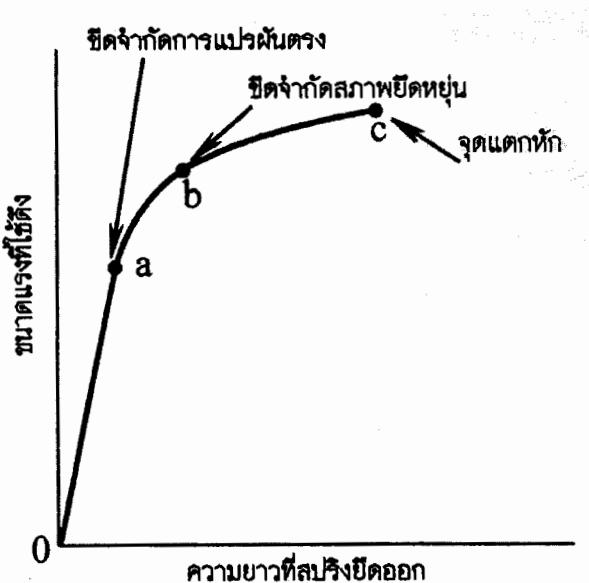
เมื่อออกแรงดึงยางรัดของหรือออกแรงกดดินน้ำมัน จะพบว่าบางรัดของจะยืดออกและกลับสู่สภาพเดิมเมื่อยุดออกแรง ส่วนดินน้ำมันยุบตัวลงโดยไม่กลับสู่สภาพเดิม ดังรูป 8.22 สมบัติของวัสดุ ที่มีการเปลี่ยนรูปร่าง เมื่อมีแรงกระทำและสามารถคืนตัวกลับสู่รูปว่างเดิมเมื่อยุดออกแรงกระทำเรียกว่า **สภาพยืดหยุ่น (elasticity)**

ส่วนกรณีวัสดุที่เปลี่ยนรูปว่างไปอย่างถาวร โดยผิวสัมผัสมีการฉีกขาดหรือแตกหัก เรียกสมบัติ นี้ว่า **สภาพพลาสติก (plasticity)** วัสดุหลายชนิดมีทั้งสภาพยืดหยุ่นและสภาพพลาสติกในตัวเองโดย มีสภาพยืดหยุ่นเมื่อแรงกระทำมีค่าน้อย และมีสภาพพลาสติกเมื่อแรงกระทำมีค่ามาก

เมื่อนำวัสดุบางชนิด เช่น เหล็ก ทองแดง หรือแก้วมาทำให้เป็นแท่งหรือเป็นเส้นยาวหรือเป็นชุด แล้วยืดปลายข้างหนึ่งไว้ จากนั้นออกแรงดึงดึงปลายข้างหนึ่งไปตามแนวยาว วัสดุจะ เปลี่ยนแปลงอย่าง ไร

จากการดึงวัสดุชนิดต่าง ๆ เช่น สปริงให้ยืดออกจะ พบร่วมกับความยาวที่สปริงยืดออกแปรผันตรงกับ ขนาดของแรงดึง แต่ถ้าเพิ่มแรงดึงสปริงให้ยืนออกไปเรื่อย ๆ อีก เมื่อถึงระยะหนึ่ง จะพบว่าความยาวที่สปริงยืดออกไม่แปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง

กราฟระหว่างขนาดของแรงดึงกับความยาวที่สปริงยืดออก



รูป 8.24 กราฟระหว่างขนาดของแรงดึงกับความยาวที่สปริงยืดออก

จากการฟจะเห็นได้ว่า ความยาวที่สปริงยืดออกแปรผันตรงกับขนาดของแรงดึงอยู่ในช่วงแรกเท่านั้น คือ ในช่วง $0a$ ของเส้นกราฟ เป็นไปตามกฎของยก จุด a ซึ่งเป็นตำแหน่งสุดท้ายที่ความยาวเส้นโลหะยืดออกแปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง จุดนี้ เรียกว่า จุดจำกัดการแปรผันตรง (proportional limit) ถ้าอกแรงดึงเส้นโลหะให้ยืดอีกเล็กน้อยจนถึงจุด b เมื่อยืดออกแรงดึงเส้นโลหะจะกลับไปอยู่สภาพเดิมและความยาวสุดท้ายเท่ากับความยาวเริ่มต้น จุดนี้เรียกว่า จุดจำกัดสภาพยืดหยุ่น (elastic limit)

ส่วนช่วงของกราฟตั้งแต่จุด b เป็นต้นไปเส้นโลหะเริ่มเปลี่ยนรูปไปอย่างถาวร เมื่อออกแรงดึงต่อไป จะถูกจุด c เส้นโลหะจะขาดจุดนี้เรียกว่า จุดแตกหัก (breaking point)

ช่วง ob เรียกว่า การผิดรูปแบบยืดหยุ่น (elastic deformation) และสภาพของวัตถุในช่วง เรียกว่า สภาพยืดหยุ่น (elasticity) ซึ่งเป็นสมบัติของวัตถุที่มีการเปลี่ยนรูปร่างเมื่อมีแรงมากระทำ และสามารถกลับสู่รูปเดิมเมื่อยืดออกแรงกระทำ

ช่วง oc เรียกว่า การผิดรูปแบบพลาสติก (plastic deformation) ซึ่งเป็นสมบัติของวัตถุที่เปลี่ยนรูปร่างไปอย่างถาวร โดยวัตถุยังไม่ฉีกขาดหรือแตกหัก

วัตถุส่วนใหญ่มีทั้งสภาพยืดหยุ่นและสภาพพลาสติกในตัวเอง โดยมีสภาพยืดหยุ่นเมื่อแรงกระทำมีค่าน้อย และมีสภาพพลาสติกเมื่อแรงกระทำมีค่ามาก วัตถุบางชนิดมีแต่สภาพพลาสติก เช่น ดินน้ำมัน ขnmปัง เป็นต้น

กฎของชุก (Hooke's law)

เมื่อออกรแรงดึงหรือกดสปริง หรือ เล้น漉ดพบว่าในขอบเขตหนึ่ง แรงที่กระทำต่อสปริง F มีความล้มพันธ์กับความยาวที่เปลี่ยนไป x ดังนี้

$$F \propto x$$

$$\text{หรือ } F = kx$$

เมื่อ k คือ ค่าคงตัวสปริง (spring constant) หรือค่าคงตัวแรง (force constant) ความสัมพันธ์ตามสมการข้างต้น เรียกว่ากฎของชุก

อุปกรณ์การทดลอง

1. ฐานตั้ง
2. ถุงทราย
3. ลวดสำหรับแขวน
4. ไม้บรรทัด
5. ยางรัดของ
6. ถุงพลาสติก

วิธีการทดลอง

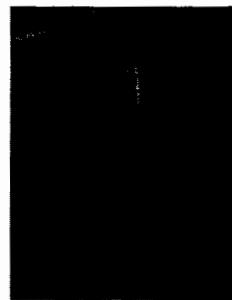
1. นำชุดแขวนประกอบกับฐานตั้งในตำแหน่งที่ต้องการทำการทดลอง



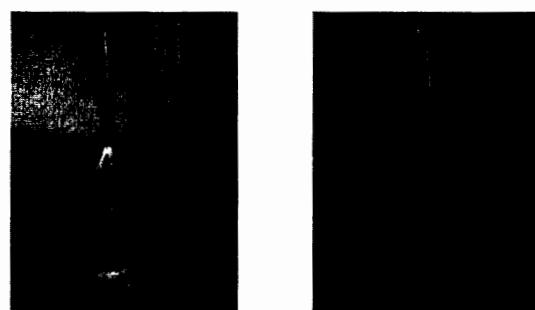
2. นำวัตถุที่ต้องการศึกษาสภาพยืดหยุ่น ยึดกับห่วงของชุดแขวนของแข็งและแขวนที่แขวนของฐานตั้ง



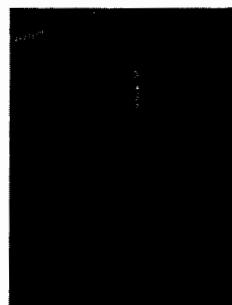
3. นำตะขอชุดแขวนสำหรับตุ้มน้ำหนักมาแขวนที่ปลายด้านล่าง วัดความยาวเริ่มต้น (L_0) ของวัสดุ



4. ใช้ถุงทราย 50 กรัม แขวนที่ปลายด้านล่างของชุดแขวน บันทึกมวล (m) และระยะที่ยึดออก (Δl) ในตารางบันทึกผล



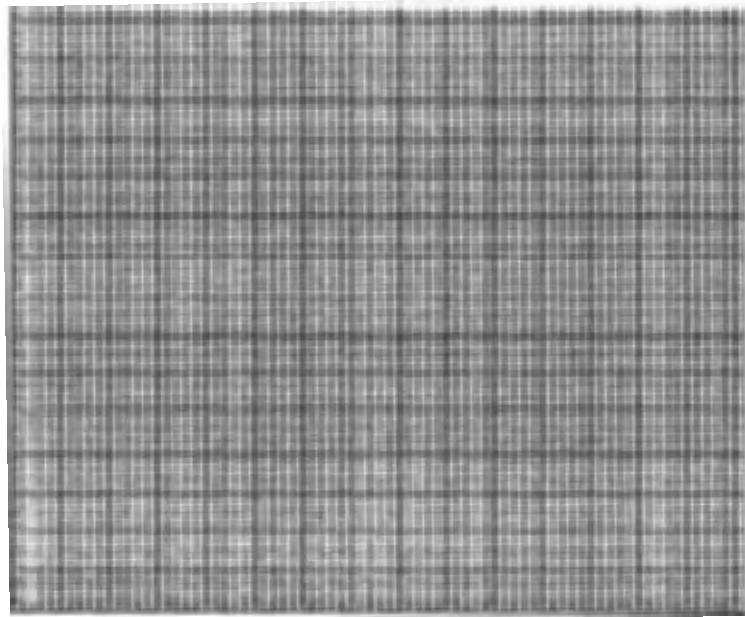
5. นำถุงทรายออก วัดความยาวของวัสดุ บันทึกข้อมูล ตรวจสอบสภาพยึดหย่น



6. ทำการทดลองตามข้อ 4 และ 5 โดยแต่ละครั้งเพิ่มมวลครั้งละ 50 กรัม (เช่น 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550)
7. วิเคราะห์ข้อมูล
8. เขียนกราฟระหว่างแรงและความยาวที่ยึดออก
9. นำเสนอข้อมูล

ผลการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลอง

กราฟแสดงผลการทดสอบ



วิเคราะห์ผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อออกแรงดึงวัตถุ เช่น สปริงเมื่อเพิ่มแรงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงขีดจำกัดแปรผันตรง แล้วหยุดออกแรง รูปร่างของวัตถุหลังหยุดออกแรง (ความยาว) จะมีลักษณะอย่างไร

 2. จากข้อ 1 ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น แล้วหยุดออกแรง รูปร่างของวัตถุหลังหยุดออกแรง (ความยาว) จะมีลักษณะอย่างไร

 3. จากข้อ 2.1 ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงเลยขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่นไป แล้วหยุดออกแรง รูปร่างของวัตถุหลังหยุดออกแรง (ความยาว) จะมีลักษณะอย่างไร

 4. วัสดุชนิดหนึ่งจะมีทั้งสภาพยืดหยุ่น และสภาพพลาสติก ได้หรือไม่ อย่างไร

 5. วัตถุที่ถูกแรงกระทำแล้วสามารถกลับสภาพเดิมได้แสดงว่า
-
-
-

6. วัตถุที่ถูกแรงกระทำแล้วไม่สามารถกลับสภาพเดิมได้แสดงว่า

.....

7. วัตถุที่มีสภาพยืดหยุ่น จะทำให้มีสภาพพลาสติกได้อย่างไร

.....

8. ถ้าต้องตัดเหล็กเส้นเป็นรูปร่างที่ต้องการจะต้องออกแรงอย่างไร

.....

9. พองน้ำใหม่ใช้ล้างจานเสร็จแต่รูปร่างของพองน้ำยังเท่าตอนก่อนล้างจานแสดงว่าพองน้ำมีสภาพแบบใด เพราะ

.....

10. พองน้ำใช้ล้างจานรูปร่างเริ่มบิดเบี้ยวแสดงว่าพองน้ำมีสภาพแบบใด เพราะ

.....

การทดลองที่ 2 เรื่อง มอดูลัสของยัง

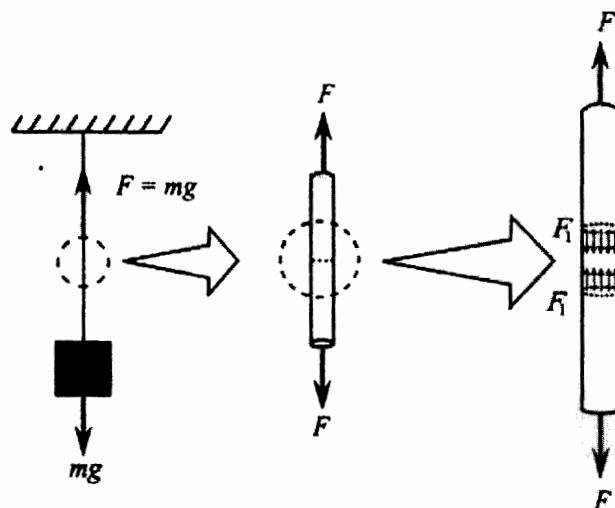
วัตถุประสงค์

- อธิบายความคื้น ความเครียด ความเค้นตามยาว และความเครียดตามยาว
- สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความคื้นตามยาว และความเครียดตามยาวของวัตถุได้จากการทดลอง และบอกความหมายของมอดูลัสของยังได้
- คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน เช่น ความคื้นตามยาว ความเครียดตามยาว และมอดูลัสของยัง เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้
- บอกความหมายของมอดูลัสสภาพยืดหยุ่น

ทฤษฎี

ความคื้น (Stress)

เมื่อนำวัตถุมาแขวนไว้กับเส้นลวด (เส้นลวดเบา) เส้นลวดจะถูกดึงจากน้ำหนักของวัตถุนั้นดังรูป 8.25 ขณะเส้นลวดอยู่ในสมดุล แรงดึงทั้งสองปลายของเส้นลวดจะมีขนาดเท่ากัน และทุก ๆ ส่วนของภาคตัดขวางของเส้นลวดจะได้รับแรงกระทำอย่างสม่ำเสมอโดยเดียวที่น้ำหนัก ดังรูป 8.25 ค



รูป 8.25 แรงในเส้นลวดเมื่อพิจารณาภาคตัดขวาง

ให้ F เป็นแรงดึงซึ่งกระทำในแนวตั้งจากกับพื้นที่หน้าตัด A ของเส้นลวด อัตราส่วนระหว่างแรงดึงและพื้นที่หน้าตัด เเรียกว่า ความคื้นดึง (tensile stress) แทนด้วยลักษณ์ σ และเขียนเป็น ความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\text{ความคื้น} = \frac{\text{แรงดึง}}{\text{พื้นที่หน้าตัด}}$$

หรือ



(1)

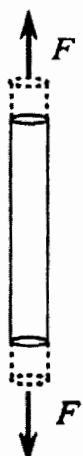
σ เป็นความเค้นดึง มีหน่วย นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) หรือ พาสคัล (Pa)

F แรง ที่กระทำในทิศตั้งฉากกับพื้นที่ มีหน่วย นิวตัน (N)

A พื้นที่ ที่แรงกระทำ มีหน่วย ตารางเมตร (m^2)

ความเค้นเป็นปริมาณสเกลาร์ โดยทั่วไปความเค้น มี 2 ชนิด ได้แก่ ความเค้นตามยาว และความเค้นเฉือน

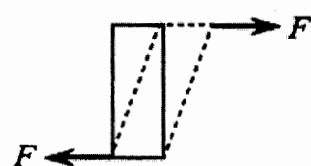
ความเค้นตามยาว (longitudinal stress) แบ่งได้ 2 ชนิด คือ ความเค้นดึง (tensile stress) ซึ่งแรง F กระทำต่อวัตถุในลักษณะดึงให้ยืดออกตั้งรูป 8.26 ก กับความเค้นอัด (compressive stress) ซึ่งแรง F กระทำต่อวัตถุในลักษณะอัดให้หดสั้นลง ดังรูป 8.26 ข ส่วนความเค้นเฉือน (shear stress) นั้น แรง F ที่กระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุบิดเบือนรูปร่างไปจากเดิม ดังรูป 8.26 ค



ก. ความเค้นดึง



ข. ความเค้นอัด

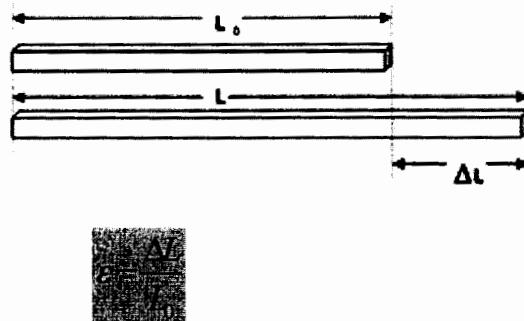


ค. ความเค้นเฉือน

รูป 8.26 การอوكแรงที่ให้เกิดความเค้นแบบต่าง ๆ

ความเครียด (Strain)

พิจารณาเส้นลวดซึ่งมีความยาวเดิม L_0 เมื่อมีแรงขนาดเท่ากันสองแรงมาดึงที่ปลายแต่ละข้างของเส้นลวดในทิศทางตรงข้ามกัน เส้นลวดจะยืดออก ถ้าให้ ΔL เป็นความยาวของเส้นลวดส่วนที่ยืด และ L_0 เป็นความยาวเดิมของเส้นลวด อัตราส่วนระหว่างความยาวส่วนที่ยืดกับความยาวเดิม เรียกว่า ความเครียดตามยาว (longitudinal strain) แทนด้วยสัญลักษณ์ ϵ และเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า



(2)

ε ความเครียด มีหน่วยเป็นเท่า หรือไม่มีหน่วย

L_0 ความยาวเริ่มต้น มีหน่วยเป็น เมตร (m)

ΔL ความยาวเริ่มต้น มีหน่วยเป็น เมตร (m)

มอดูลัสของยัง

เมื่อออกแรงดึงเส้นวัสดุโดยไม่ให้ขนาดของแรงดึงเกินขีดจำกัดการแปรผันตรงของวัสดุ ความเค้นดึงจะแปรผันตรงกับความเครียดดึง นั่นคือ อัตราส่วนระหว่างความเค้นดึงและความเครียดดึงของวัสดุ ชนิดหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงตัว เรียกว่าค่าคงตัวนี้ว่า มอดูลัสของยัง (Young's modulus) แทนด้วย สัญลักษณ์ Y และเขียนได้ว่า

มอดูลัสของยัง (Young's Modulus) เป็นอัตราส่วนระหว่างความเค้นและความเครียดตามกฎของฮooke (Hooke's Law)

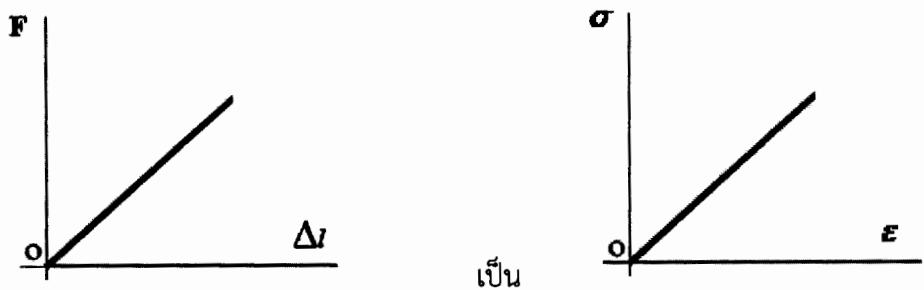
หรือ

(3)

มอดูลัสของยัง มีหน่วย นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) วัสดุที่มีมอดูลัสของยังสูง แสดงว่าวัสดุนั้นเปลี่ยนความยาวได้น้อย ขณะที่มีความเค้นมาก

จากการทดลองเรื่องสภาพยืดหยุ่นของของแข็ง ในช่วงที่กราฟมีการเปลี่ยนแปลงแปรผันตรงของแรงกับระยะที่ยืดออกเป็นไปตามกฎของฮooke (Hooke's Law) จะมีกราฟเป็นเส้นตรง

ถ้าเส้นลวดมีพื้นที่หน้าตัด A คงที่ และความยาวเริ่มต้น L_0 คงที่ จะสามารถเปลี่ยนกราฟระหว่างแรง F กับระยะที่ยืดออก ΔL เป็นกราฟระหว่างความเค้น σ กับความเครียด ϵ ได้



กราฟระหว่างแรง F กับระยะที่ยืดออก Δl กราฟระหว่างความเค้น σ กับความเครียด ϵ

จากนิยาม มอตูลัสของยัง (Young's Modulus) และสมการที่ 3

$$Y = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

หรือ

$$\sigma = Y\epsilon \quad (4)$$

และจากสมการเส้นตรง

$$y = mx + c \quad (5)$$

จะเห็นว่าความชันของกราฟระหว่าง ความเค้น กับความเครียด คือ ค่ามอตูลัสของยัง

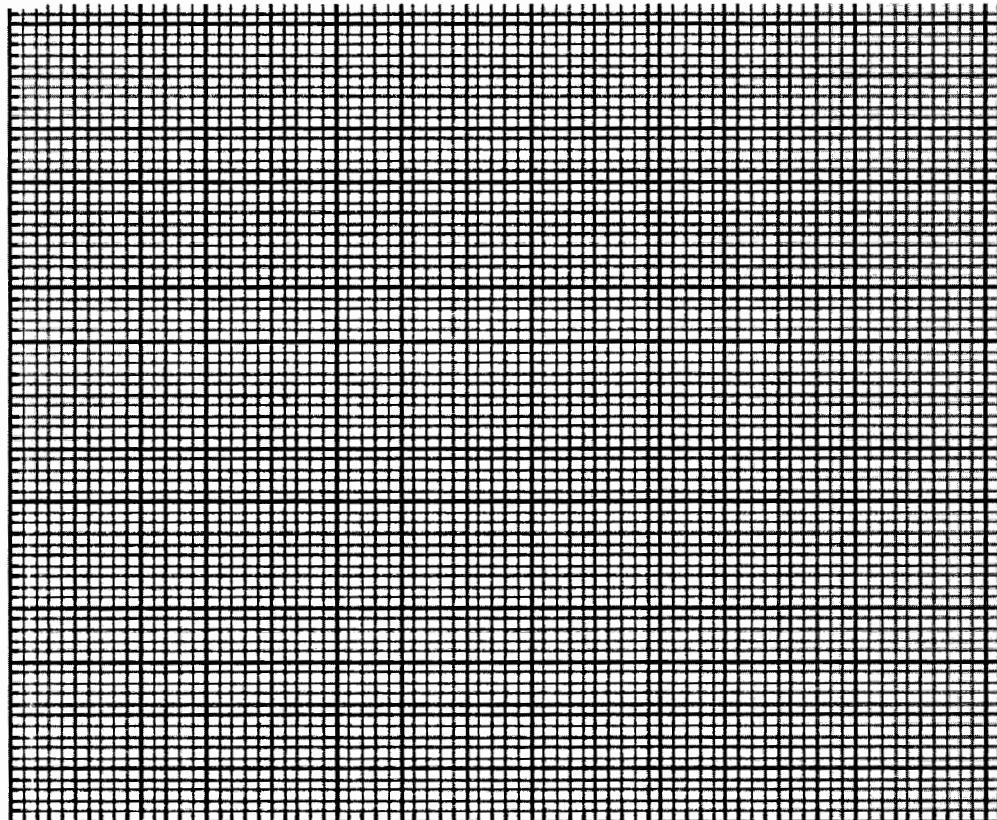
วิธีการทดลอง

1. นำชุดแขวนประกอบกับฐานตั้งในตำแหน่งที่ต้องการทำการทดลอง
2. วัดพื้นที่หน้าตัดของหัวน้ำยา
3. นำวัตถุที่ต้องการศึกษาสภาพยืดหยุ่น ยึดกับหัวห่วงของชุดแขวนแข็งและแขวนที่แขนของฐานตั้ง
4. นำตาข่ายชุดแขวนสำหรับตั้งน้ำหนักมาแขวนที่ปลายด้านล่าง วัดความยาวเริ่มต้น (L_0) ของหัวน้ำยา
5. ใช้ถุงทราย 50 กรัม แขวนที่ปลายด้านล่างของชุดแขวน บันทึกมวล (m) คำนวนหาแรงดึงที่เกิดจากมวลถุงทราย คำนวนหาความเค้น บันทึกผลในตารางบันทึกผล
6. วัดความยาวที่ยืดออก (Δl) บันทึกผล คำนวนหาความเครียด บันทึกผลในตารางบันทึกผล
7. ทำการทดลองตามข้อ 5 และข้อ 6 โดยแต่ละครั้งเพิ่มมวลครั้งละ 50 กรัม (เช่น 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550)
8. เขียนกราฟระหว่างความเค้นและความเครียด
9. คำนวนหาค่ามอตูลัสของยัง

ผลการทดสอบ

ตารางบันทึกผลการทดสอบ

กราฟแสดงผลการทดสอบ



วิเคราะห์ผลการทดลอง

ស្រួលការណែនាំ

คำถามท้ายการทดลอง

1. กราฟที่ได้ทั้งสองเส้น มีลักษณะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

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

2. ความคื้นดึงและความเครียดดึงมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

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

3. วัสดุที่มีมอดูลัสสูงยึดหยุ่นต่างกัน สามารถทนต่อแรงภายนอกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

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

4. ลวดโลหะยาว 3 เมตร และมีพื้นที่หน้าตัด 0.25 ตารางเซนติเมตร จะยึดออก 0.05 เซนติเมตร เมื่อใช้แรงดึง 10000 นิวตัน จงหาความค่าน้ำหนักและความเครียดดึง

5. ลวดโลหะยาว 10 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 0.05 ตารางเซนติเมตร เมื่อถ่วงด้วยน้ำหนัก 10,000 นิวตัน จะยึดออกไป 10 เซนติเมตร โลหะนี้มีค่ามอดูลัสของยังเท่าไร

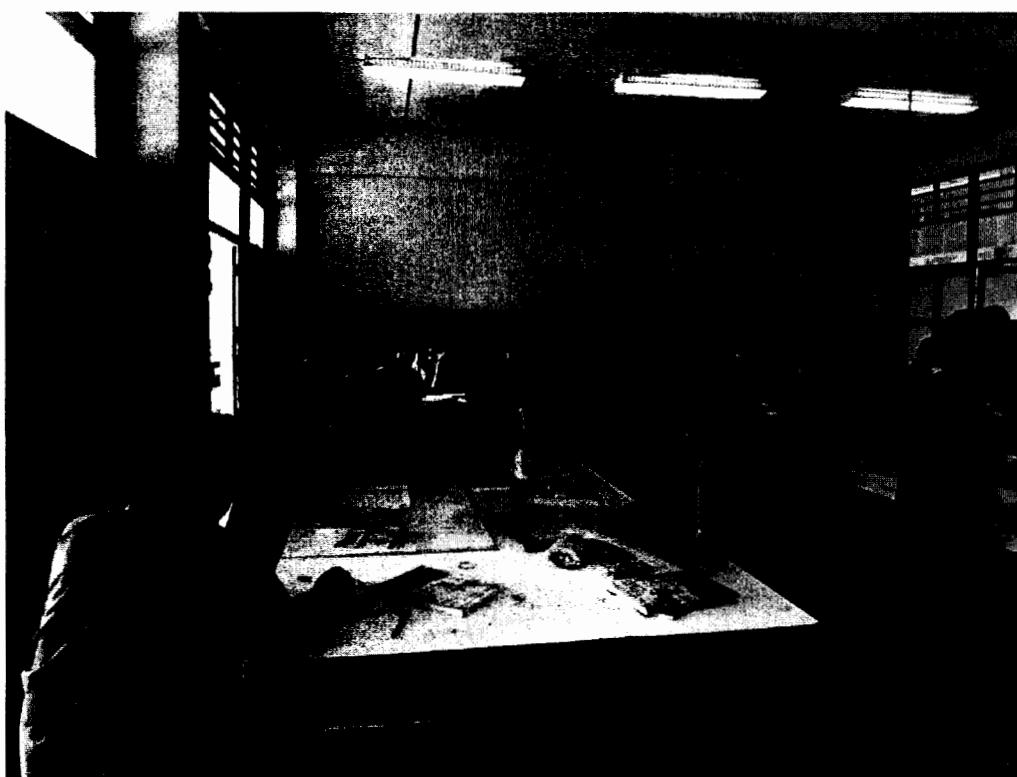
6. แขวนมวล 400 กิโลกรัมกับเส้นลวดโลหะชนิดหนึ่งยาว 10 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 2×10^{-4} ตารางเมตร ถ้าค่ามอดูลัสของยังของเส้นลวดเป็น 2×10^{11} นิวตัน/เมตร² ลวดจะยึดออกเป็นระยะกี่เซนติเมตร

7. เมื่อแขวนมวล M ไว้ที่ปลายเส้นลวด จะทำให้เส้นลวดยึดออก 0.12% ของความยาวเดิม ถ้าลวด มีพื้นที่หน้าตัด 0.2 ตารางมิลลิเมตร และมีค่ามอดูลัสของยังเท่ากับ เป็น 2.0×10^{11} นิวตัน / เมตร² มวล M มีค่าเท่าใด

8. ลวดทองแดงและลวดเหล็กกล้ามีความยาวเท่ากัน แต่ละเส้นผูกวัตถุมวล m แขวน ห้อยในแนวตั้ง ถ้าลวดทั้งสองยึดเท่ากัน ลวดทองแดงจะต้องมีรัศมีเป็นกีเท่าของลวด เหล็กกล้า กำหนดให้ค่ามอดูลัสของยังของทองแดงและเหล็กกล้ามีค่า 1.0×10^{11} และ $2.0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ ตามลำดับ

ภาคผนวก ๗
ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖





ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายทองคุณ จันทสิงห์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2548 - 2551 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาพิสิกส์ พ.ศ. 2552 - 2553 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู พ.ศ. 2555 - 2557 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พิสิกส์)
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2554 - 2558 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม อําเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27
ตำแหน่ง	ครู ค.ศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม อําเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27

