

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓
จากการเรียนแบบศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ
กับศูนย์การเรียนที่ไม่ใช่การวิเคราะห์ระบบ

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ถนนวิภาวดี ๒๓ พระโขนง

ปริญญาานิพนธ์

ของ

สุเทพ นุ่มสวัสดิ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม ๒๕๒๐

62842

การศึกษา เปรียบ เทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
จากการ เรียนแบบศูนย์การ เรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ
กับศูนย์การ เรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

บทคัดย่อ

ของ

สุเทพ หุ่นสวัสดิ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการ ศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม 2520

การศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากการ เรียนแบบศูนย์การ เรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

กับศูนย์การ เรียนที่ไม่ใช่การวิเคราะห์ระบบ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการ เรียนแบบศูนย์การ เรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ กับ การ เรียนแบบศูนย์การ เรียนที่ไม่ใช่การวิเคราะห์ระบบและความชอบของนักเรียนที่มีต่อศูนย์ การ เรียน กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านโป่ง " มนุญวิทยา- การ " อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดลพบุรีจำนวน 60 คนซึ่งได้มาโดยใช้การวางสุ่ม แยกเป็นกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คนโดยการจับฉลาก กลุ่มทดลอง เรียนจากศูนย์การ เรียน ที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ กลุ่มควบคุมเรียนจากศูนย์การ เรียนที่ไม่ ใช้การวิเคราะห์ระบบ หลังการ เรียนได้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน และ เปรียบ เทียบความชอบวิธีการเรียนแบบ ศูนย์การ เรียนก่อนและหลังการ เรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การ เรียนที่ใช้การ วิเคราะห์ระบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การ เรียนที่ไม่ใช่การ วิเคราะห์ระบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 และนักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีความชอบวิธีการ เรียนแบบศูนย์การ เรียนมากกว่าก่อนเรียนจากศูนย์การ เรียน อย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

A COMPARISON OF LEARNING ACHIEVEMENT IN MATHAYOMSUKSA 3
SCIENCE GAINED THROUGH SYSTEMS ANALYSIS AND
NON-SYSTEMS ANALYSIS LEARNING CENTERS

ABSTRACT

BY

SUTHEP HOONSAWADI

Presented in partial fulfillment of the requirement
for the Master of Education Degree
Srinakharinwirot University
March , 1977

A COMPARISON OF LEARNING ACHIEVEMENT IN MATHAYOMSAUKSA 3
SCIENCE GAINED THROUGH SYSTEMS ANALYSIS AND
NON-SYSTEMS ANALYSIS LEARNING CENTERS

The main purposes of this study were to compare learning achievement in Mathayomsuksa 3 Science gained from Systems analysis and Non - Systems analysis Learning Centers between two sampled groups and their preference before and after learning through this method.

Sixty students in Mathayomsuksa 3 of Banbungmanunwittayakan school, Chonburi province were randomly selected for the study using the random table. They were again divided and assigned into an experimental group and a control group, 30 in each by means of slots drawing. The experimental group learned through the Learning Center developed by means of Systems analysis and the control group learned through that which didnot use such a means.

The result showed that learning achievement of the students who learned through the Systems analysis Learning Center was significantly higher than that of the ones who learned through the Non - Systems analysis Learning Center at $\alpha = .01$. It also showed that both groups preferred this method to the one before they experienced it at $\alpha = .01$.

คณะกรรมการประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทร-
วิโรฒได้

.....	ประธาน
.....	กรรมการ
.....	กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เปรี๊ยะ ภูมิท ท่านอาจารย์
สุนันท์ ศลโกสุม และท่านอาจารย์เริงลักษณ์ ไรจนพันธ์ ที่กรุณาเป็นประธานและกรรมการ
ที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ห่มเจษฎ์ ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา อาจารย์ใหญ่
โรงเรียนบ้านบึง " มนุญวิทยาการ " และอาจารย์ในโรงเรียนนี้อีกหลายท่าน ที่ให้ความ
ร่วมมือในค่านกลุ่มตัวอย่างและอุปการณ์ในการทดลอง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เป็นกำลังใจอยู่ตลอดเวลาจนปริญญาบัตร
ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบคุณผู้ให้ความช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งไม่สามารถกล่าวไว้ในที่นี้ได้ทั้งหมด
ผู้เขียนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สุเทพ หุ่นสวัสดิ์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	2
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	2
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	3
2	เอกสารและผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
	สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	20
3	วิธีดำเนินการและการวิเคราะห์ข้อมูล	21
	กลุ่มตัวอย่าง	21
	การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง	21
	แบบของการทดลอง	23
	วิธีดำเนินการ	23
	ระยะเวลาในการทดลอง	24
	เครื่องมือในการทดลอง	24
	การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการทดลอง	25
	การสร้างแบบทดสอบ	27
	การวิเคราะห์ข้อมูล	30
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	33
5	สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	37
	ความมุ่งหมายของการศึกษา	37
	สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	37

บทที่		หน้า
5	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	38
	สรุปผลการทดลอง	38
	อภิปรายผล	39
	ข้อเสนอแนะ	40
	บรรณานุกรม	42
	ภาคผนวก	45

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ	21
2	ค่าสถิติพื้นฐานจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน	22
3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากคะแนนการทดสอบ ก่อนเรียน	22
4	ค่าสถิติของแบบทดสอบ	28
5	ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทางค่านเนื้อหาและโครงสร้าง ..	28
6	ค่าสถิติพื้นฐานของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	34
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากคะแนนการทดสอบ หลังเรียน	34
8	การเปรียบเทียบความก้าวหน้าของคะแนนความชอบวิธีการเรียน แบบศูนย์การเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนจากศูนย์ การเรียน	35

เป็นที่ประจักษ์กันอยู่ในปัจจุบันนี้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาได้ผลยังไม่สมบูรณ์ เพราะในขณะนี้ประเทศยังขาดนักวิทยาศาสตร์อยู่เป็นอันมาก การผลิตคนให้เป็นนักวิทยาศาสตร์ และมีทัศนคติที่ดีต่อวิธีการวิทยาศาสตร์และคิดแก้ปัญหาต่างๆ อย่างมีเหตุผล นับว่าเป็นเรื่องยาก การที่จะให้ปัญหานี้หมดไป สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับต่างๆ โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษา เท่าที่ปรากฏเป็นส่วนมากยังใช้วิธีป้อนเนื้อหาให้แก่ผู้เรียนมากกว่าการให้ผู้เรียนค้นพบหลักการ ทฤษฎี สูตร กฎ ด้วยตัวเอง การสอนวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยวิธีการทดลอง การสังเกต วิเคราะห์ สังเคราะห์ แก้ปัญหา สรุป และวัดผลงานด้วยตนเอง หรืออีกนัยหนึ่ง นักเรียนต้องประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และร่วมกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน ตลอดจนอาศัยสื่อการเรียนรู้นานาหลายอย่างมาประกอบอย่างเพียงพอ มิฉะนั้นการเรียนการสอนจะกลับเข้าสู่สภาพเดิม คือคอยรับความรู้จากครูตลอดเวลา

หากยังคงปล่อยให้เหตุการณ์หรือสภาพการสอนดำเนินต่อไปแล้ว ก็จะทำให้คนไทยที่มีลักษณะจำเป็นต่อความเจริญ และความเป็นปึกแผ่นของบ้านเมือง นั่นคือ ขาดบุคคลที่กล้าแสดงความคิดเห็น กล้าตัดสินใจด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล รู้จักทำงานเป็นหมู่คณะ ใฝ่หาความรู้ รู้จักรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ , 2518 : 137 - 138) และคนที่สามารถเป็นผู้บริโภคและผู้ผลิตที่ฉลาดในสังคมที่เต็มไปด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ (นีดา สะเพียรชัย , 2518 : 51)

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ส่งเสริมให้เรียนด้วยการกระทำกิจกรรมเพื่อการค้นพบอยู่แล้ว การเรียนการสอนจึงควรเน้นในด้านวิธีการเรียนมากกว่าเนื้อหา การประกอบกิจกรรมการเรียนรู้จึงตกอยู่ที่ผู้เรียนมากกว่าครู ลักษณะการเรียนเช่นนี้เป็นที่ยอมรับกันอยู่ทั่วไปแล้วว่า นักเรียนจะเรียนรู้ได้ด้วยการกระทำ และการจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการกระทำได้นั้น จำต้องให้สื่อการเรียนรู้นานาหลายอย่างประกอบกิจกรรม และยิ่งในการ

ประกอบกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ หากให้นักเรียนมีโอกาสช่วยเหลือซึ่งกันและกัน หรือร่วมมือกัน ย่อมเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักรับผิดชอบ รู้จักทำงานเป็นหมู่คณะ และใช้เหตุผลในการตัดสินใจร่วมกัน

ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ในบรรดาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่จะสนองต่อความต้องการในแนวกังกล่าวแล้ว เช่นการใช้การทดลอง การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น วิธีจัดการเรียนแบบศูนย์การเรียนน่าจะเหมาะสมกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และสนองต่อการเรียนที่ผู้เรียนจะได้มีโอกาสประกอบกิจกรรมด้วยตนเอง และร่วมกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน เพราะวิธีนี้เป็นวิธีที่จะจัดให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน คือ เน้นในเรื่องกระบวนการกลุ่ม (Group Process) ไปพร้อมๆ กับความต้องการสื่อการสอนที่ใช้สำหรับเอื้อต่อการประกอบกิจกรรมการเรียนของนักเรียนหลายอย่าง (Multi Media)

ถึงแม้ศูนย์การเรียนจะเอื้ออำนวยให้การสอนวิทยาศาสตร์บรรลุเป้าหมายได้ตามความประสงค์ดังกล่าวแล้วก็ตาม เมื่อตกลงใจจะใช้วิธีการนี้แล้ว หากจะวางขั้นตอนการดำเนินการตามวิธีการศูนย์การเรียน และนำไปใช้เลยก็ย่อมทำได้ แต่อาจประสบกับความล้มเหลวที่หมายถึง ผลที่ได้ไม่คุ้มกับการลงทุน แรงงานและเวลา หากจะนำไปทดลองหาข้อบกพร่องและแก้ไขก่อนให้แน่ใจแล้วน่าจะดีกว่า จึงต้องศึกษาดูให้แน่นอนด้วยการวิจัยว่า วิธีวิเคราะห์ระบบจะช่วยให้ความพยายามในการจัดศูนย์การเรียนได้ผลดีเพียงใดหรือไม่

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ และไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ
2. เพื่อเปรียบเทียบความชอบวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยวิธีศูนย์การเรียน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. การศึกษาครั้งนี้เป็นวิธีหนึ่ง ที่จะหาแนวทางการปฏิบัติทางด้านการเรียนการสอน สำหรับสนับสนุนการปฏิรูปการศึกษาและในเรื่องที่เกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพของผู้เรียน เพื่อ

สนองความต้องการของสังคมอย่างแท้จริง

2. เป็นแนวทางในการเสนอแนะให้มีการนำเอาวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนไปใช้สอนวิชาอื่นๆ ในระดับชั้นต่างๆ ให้แพร่หลายยิ่งขึ้น

3. เป็นการเสริมสร้างแนวความคิดในอันที่จะปรับปรุงวิธีการสอนของครู โดยการนำเอาวิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ๆ ไปใช้

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองการเรียนแบบศูนย์การเรียน ในวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2519 เรื่อง โมเมนต์ เครื่องผ่อนแรง อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนบ้านมิ่ง "มนูญวิทยาการ" อำเภอบ้านมิ่ง จังหวัดชลบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องละ 30 คน รวมเป็น 60 คน โดยวิธีสุ่มกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็นกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

3. ตัวแปร

3.1 ตัวแปรอิสระ มี

3.1.1 การเรียนจากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

3.1.2 การเรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

3.2 ตัวแปรตาม มี

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

3.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์

ระบบ

3.2.3 ความชอบวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการศึกษาทดลองครั้งนี้ ซึ่งได้จากคะแนนของข้อทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเท่านั้น

ศูนย์การเรียนรู้ หมายถึง วิธีการเรียนโดยแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นส่วนๆ ให้ นักเรียนในชั้นแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆ เท่าจำนวนส่วนของเนื้อหาวิชาซึ่งเรียกว่า กลุ่มกิจกรรม ในกลุ่มกิจกรรมแต่ละกลุ่ม จะมีกิจกรรมและอุปกรณ์ประกอบที่แตกต่างกัน ผู้เรียนจะหาประสบการณ์การเรียนรู้ ด้วยการประกอบกิจกรรมไปที่ละกลุ่มจนครบทุกกลุ่ม

วิธีวิเคราะห์ระบบ หมายถึง กระบวนการทำงานที่มีระบบขั้นตอน มีการทดลองและแก้ไขข้อบกพร่องเป็นระยะๆ ภายหลังจากการทดลองแต่ละครั้ง จนไม่มีข้อบกพร่องในส่วนประกอบต่างๆ แล้ว จึงนำไปใช้กับสถานการณ์จริง

ชุดการสอน หมายถึง ชุดของบทเรียนซึ่งเขียนขึ้นเพื่อให้ นักเรียนใช้ในศูนย์กิจกรรม ของศูนย์การเรียนรู้ ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม คำสั่ง เนื้อหา แบบทดสอบ และ อุปกรณ์ต่างๆ ที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหาแล้ว

ความชอบในวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกในทางพึงพอใจ หรือความรู้สึกในทางบวกที่มีต่อศูนย์การเรียนรู้ในด้านต่างๆ ต่อไปนี้คือ ด้านวิธีการสอน ด้านการจัดอุปกรณ์การสอน และในด้านการแบ่งเนื้อเรื่องในแต่ละศูนย์กิจกรรม ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบสอบถามซึ่งประกอบด้วยลักษณะสำคัญของกระบวนการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยถือว่า ถ้าได้คะแนนจากแบบสอบถามสูงแล้วถือว่าความชอบในวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้สูงด้วย

เอกสารและผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้ ผู้วิจัยขอแยกเป็นตอนๆ เพื่อสะดวกในการศึกษา พิจารณาทำความเข้าใจในทฤษฎี และผลการวิจัยต่างๆ ดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับศูนย์การเรียนรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับการวิเคราะห์ระบบ
3. เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับศูนย์การเรียนรู้

การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ คือ การสอนที่แบ่งห้องเรียนออกเป็น 4 - 6 กลุ่มเรียกว่า กลุ่มกิจกรรม แต่ละกลุ่มจะมีกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์และเนื้อหาแตกต่างกัน ผู้เรียนจะหาประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยการประกอบกิจกรรมให้ครบทุกกลุ่ม รวมทั้งรายงาน ผลกิจกรรมต่างๆ ตามที่ครูกำหนดให้ การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้อาศัยพื้นฐานจาก ทฤษฎีการใช้สื่อประสม (Multi-Media Instruction) และกระบวนการกลุ่ม (Group Process) เป็นการทำนุบำรุงและการใช้สื่อการสอนชนิดต่างๆ และกลุ่มกิจกรรมเพื่อส่งเสริม การเรียนรู้ที่ดี และฝึกฝนพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนให้มากที่สุด (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, เอกสารโรเนียว : 2518)

1.1 พัฒนาการของศูนย์การเรียนรู้

แนวความคิดของการจัดศูนย์การเรียนรู้เป็นของนักการศึกษากลุ่มประสบการณ์ก้าวหน้า ซึ่งมีความเชื่อว่า ประสบการณ์จะนำนักเรียนไปสู่การเรียนรู้ และการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ ด้วยการลงมือกระทำหรือประสบการณ์ด้วยตนเอง โรงเรียนจึงควรจัดบรรยากาศและสร้าง สถานการณ์ที่จะให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำเนื้อหาประสบการณ์ด้วยตนเอง สถานการณ์ที่สร้างขึ้นนั้นก็ต้องใกล้เคียงความจริงกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้การเรียนรู้มีความหมายต่อนักเรียน อย่างแท้จริง

หัวใจสำคัญของการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ก็คือ กิจกรรมซึ่งต้องมีวัสดุอุปกรณ์ และวิธีการใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญ ครูส่วนมากยังต้องผลิตวัสดุและใช้อุปกรณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง การจัดการการสอนเริ่มจัดเป็นหน่วยเวลา (Modules) โดยแบ่งเป็นหน่วยๆ ละ 21 นาที การสอนวิชาต่างๆ ซึ่งเดิมกำหนดไว้ตายตัวเป็น 1 ชั่วโมงก็ให้มีการยืดหยุ่นขึ้น เวลาที่ทำการสอนแทนที่จะแบ่งวันละ 8 ช่วงก็อาจแบ่งเป็น 17 หน่วย พร้อมทั้งกำหนดไว้ว่า ในหนึ่งสัปดาห์มีประมาณ 85 หน่วย นักเรียนจะเรียนเนื้อหาวิชา 50 หน่วย ประกอบกิจกรรม 13 หน่วย รับประทานอาหาร 10 หน่วย การเตรียมตัว 12 หน่วย เป็นต้น การจัดการการสอนที่มีการยืดหยุ่นและแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยเช่นนี้ เรียกว่า การจัดการการสอนแบบหน่วยเวลา (Modular Scheduling)

ความคิดที่จะนำศูนย์การเรียนรู้มาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนนั้น ได้ทดลองปฏิบัติพร้อมๆ กันหลายแห่งทั่วอเมริกา ในปี 1967 มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียตอนใต้ (Southern California) ได้รับความช่วยเหลือจากองค์การการศึกษาแห่งชาติ ให้ทำการปรับปรุงศูนย์การเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพขึ้น โครงการนี้สิ้นสุดลงเมื่อปี 1972

1.2 การใช้ศูนย์การเรียนรู้

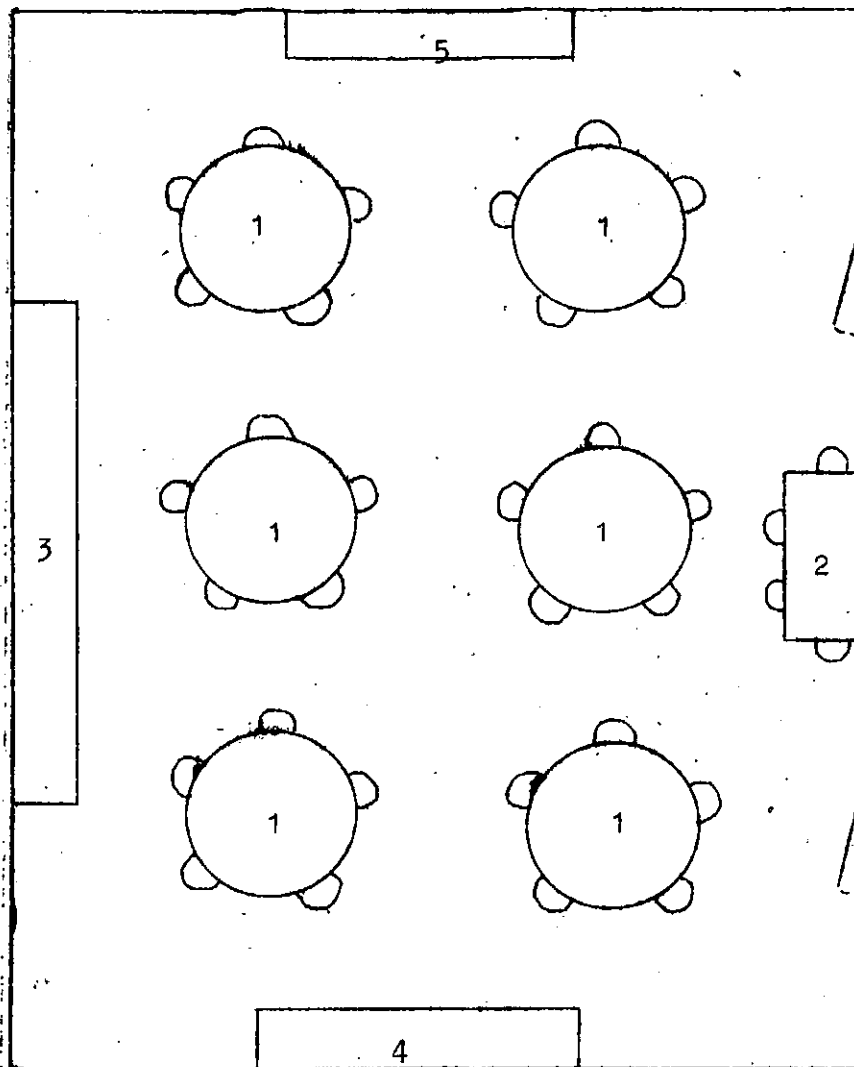
การใช้ศูนย์การเรียนรู้ทำได้ 2 ประการคือ

1.2.1 ใช้เป็นห้องปฏิบัติการวิธีสอน

การใช้ห้องศูนย์การเรียนรู้แบบนี้เหมาะสำหรับสถาบันการฝึกหัดครู ซึ่งอาจจะจัดในสถาบันเอง หรือในโรงเรียนที่มีนักเรียนฝึกสอนประจำอยู่ ควรเป็นห้องเอกเทศมีวัสดุอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกพร้อม เรียกว่า ศูนย์กิจกรรมสำหรับครู (Teacher's Learning Centers)

1.2.2 ใช้เป็นห้องเรียนปกติ

การใช้ศูนย์การเรียนรู้เป็นห้องเรียนปกตินั้น คือการสอนโดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกิจกรรมย่อยๆ โดยครูเป็นผู้เตรียมกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้นักเรียนได้มีบทบาทในการเรียนมากที่สุด เมื่อจัดแล้วห้องเรียนจะมีลักษณะดังภาพ



- 1 ศูนย์การเรียนรู้
- 2 ศูนย์สำรอง
- 3 ชั้นเก็บอุปกรณ์
- 4 ชั้นหนังสือ
- 5 กระจานค่า

1.3 การใช้สื่อประสมในศูนย์การเรียนรู้

เนื่องจากการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ อาศัยพื้นฐานจากทฤษฎีการใช้สื่อประสมเป็นหลักสำคัญอย่างหนึ่ง เพราะมีผู้วิจัยจำนวนมากได้ค้นพบว่า การเรียนโดยใช้สื่อการสอนที่เป็นในรูปของสื่อประสม (Multi-Media) ได้ผลดีกว่าการใช้สื่อเพียงอย่างเดียว

วิธีการใช้สื่อประสมก็คือ การที่อาศัยหลักการนำเอาสื่อการสอนหลายๆ อย่างมาสัมพันธ์กัน และมีคุณค่าที่ส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อเร้าความสนใจ

ในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และอีกชนิดหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและป้องกันการเข้าใจความหมายที่ผิดๆ

การใช้สื่อประสมจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสที่ผสมผสานกัน (Multisensory Experiences) ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องกรวดได้ด้วยตนเองอย่างมาก ซึ่งก่อให้เกิดการเรียนรู้ด้านต่างๆ ได้ครบทุกด้าน เช่น ด้านเนื้อหาวิชา ทักษะ ทักษะ ทักษะ คุณค่า รวมทั้งการแก้ปัญหาด้วย

1.4 สาเหตุของการนำขบวนการกลุ่มมาใช้ในศูนย์การเรียนรู้

แต่เดิมความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนยังมีน้อยมาก ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างครูกับนักเรียนขึ้น ในปัจจุบันความเปลี่ยนแปลงอย่างมากมาเกิดขึ้นในชีวิตและความเป็นอยู่ นักเรียนจำต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพสังคมที่เป็นอยู่ ซึ่งต้องเผชิญกับปัญหาต่างๆ ครูควรเป็นสื่อกลางในการแก้ปัญหาต่างๆ ของนักเรียน การสื่อสารในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ควรเป็นสื่อสองทางระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน เพื่อลดช่องว่างระหว่างครูกับนักเรียนให้น้อยลงไปด้วย

การสอนแบบกระบวนการกลุ่ม (Group Process) หมายถึง การเรียนการสอนที่มีสภาพการเรียนรู้ บทบาทของครู บทบาทของนักเรียน และกิจกรรมการสอนดังนี้ (บัณฑิต เทพอักษรพงศ์, 2517 : 16 - 17)

ประการแรก สภาพการเรียนรู้

1. นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม
2. กิจกรรมที่ทำนั้น เป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความรู้สึกลึกซึ้งและอารมณ์ ซึ่งทำให้กิจกรรมนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน เพราะผู้เรียนค้นหาสิ่งที่เรียนด้วยตนเอง
3. มีการวิเคราะห์พฤติกรรมร่วมกันในกลุ่ม เพื่อให้เกิดปัญหา
4. สามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ในภายหลัง

ประการที่สอง บทบาทของครู

1. มีความเป็นกันเอง และมีความเห็นอกเห็นใจนักเรียน

2. คำพูดของครูลดลง ครูจะให้คำแนะนำช่วยเหลือเมื่อนักเรียนต้องการ
3. เข้าใจปัญหาความต้องการ จุดมุ่งหมาย แรงจูงใจ และทัศนคติของนักเรียน
4. ให้กำลังใจและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการแสดงออกซึ่งความ

คิดอิสระ และความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

5. ครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่ประสานงานให้กระบวนการในกลุ่ม เป็นไปด้วยดีเท่านั้น และไม่ถือเอาการตัดสินใจของครูเป็นใหญ่

ประการที่สาม บทบาทของนักเรียน

1. พยายามค้นพบในสิ่งที่ตนเองต้องเรียนด้วยตนเอง
2. ให้ความช่วยเหลือกันและกันในกลุ่มนักเรียน เรียน ทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล
3. แสดงความรู้สึกและความคิดอย่างมีอิสระ
4. สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมของตนเองและผู้อื่น
5. มีความรับผิดชอบมากขึ้น

การเปลี่ยนกลุ่มกิจกรรม

ในแต่ละศูนย์กิจกรรม นักเรียนจะใช้เวลาศึกษาประมาณ 15 - 20 นาที นักเรียนจะเลือกเรียนเนื้อหาในศูนย์กิจกรรมใดก่อนก็ได้ เมื่อทำกิจกรรมในศูนย์นั้นเสร็จแล้วก็เปลี่ยนศูนย์กิจกรรมไปโดยเปลี่ยนไปพร้อมๆ กันทั้งกลุ่ม สำหรับคนที่เสร็จก่อนก็ไปที่ศูนย์สำรองที่จัดไว้ ไม่จำเป็นว่าต้องเรียนจนเสร็จ เมื่อเปลี่ยนกลุ่มกิจกรรมก็เข้าร่วมกับเพื่อน การเรียนไม่ต้องเรียงตามลำดับตั้งแต่ศูนย์ที่ 1 เพราะการเรียนแต่ละศูนย์อยู่ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เมื่อเรียนครบทุกศูนย์นักเรียนจะสามารถรวบรวมความคิดประติดประต่อกันได้

ชุดการสอน (Learning Package)

ชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน เป็นการนำเอาบูรณาการการใช้สื่อการสอนชนิดต่างๆ โดยอาศัยพื้นฐานจากทฤษฎีการใช้สื่อประสม (Multi - Media Instruction) และกระบวนการกลุ่มมาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และฝึกฝนพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนให้มากที่สุด ชุดการสอนแต่ละชุดจะประกอบด้วย

1. คู่มือครู
2. คำสั่งให้นักเรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่าง
3. เนื้อหาหรือประสบการณ์ในรูปของสื่อการสอนต่างๆ
4. งานที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติเพื่อช่วยพิจารณาในการวัดผลพฤติกรรมที่เปลี่ยนได้

การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน นอกจากจะเป็นวิธีหนึ่งของวิธีการสอนทั้งหลายที่ทำให้ให้นักเรียนมีโอกาสดลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองแล้ว การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนยังมีข้อแตกต่างจากวิธีสอนแบบอื่นๆ อีก (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ , เอกสารโรเนียว 2518)

1. การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน สามารถสร้างบรรยากาศการเรียนตามความสนใจของนักเรียน
2. ส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
3. เปิดการทำงานเป็นหมู่ เคารพในสิทธิและฟังความคิดเห็นของคนอื่น
4. ส่งเสริมเสรีภาพของนักเรียนในการแสดงความคิดเห็น
5. เปิดโอกาสให้ครูใกล้ชิดกับนักเรียนทุกๆ กลุ่ม ครูสามารถสังเกตพัฒนาการของนักเรียนได้ดีขึ้น
6. ช่วยให้การถ่ายทอดความรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น มีใช้ครูบังคับให้นักเรียนจดและท่องจำเพียงอย่างเดียว
7. ให้ครูตื่นตัวอยู่ตลอดเวลาในการค้นหาความรู้ในวิชาที่สอนเพิ่มเติม สำรวจแหล่งวัสดุอุปกรณ์ และคิดค้นประดิษฐ์อุปกรณ์ต่างๆ ขึ้นเอง

การเรียนแบบศูนย์การเรียน นอกจากจะเป็นวิธีการที่ทำให้ให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองแล้ว ยังปรากฏว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนจะมีความคงทนในการจำสูงกว่าการสอนแบบบรรยายและแบบครูเป็นศูนย์กลาง (แสงอรุณ โปร่งจรัส , 2517 : 70)

ในเรื่องความคงทนในการจำนี้ สเปียร์ (Spear , 1974 : 4680 - A) ก็ได้เปรียบเทียบผลระหว่างการเรียนระหว่างการสอนแบบปกติกับศูนย์การเรียนไว้เช่นกัน สรุป

ผลได้ว่า ผลสัมฤทธิ์จากการ เรียนแบบศูนย์การ เรียน และการ เรียนปกติในวิชาคณิตศาสตร์ ภาษาและทักษะในการอ่าน โดยให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาผู้ใหญ่ในลุยเซียนา (Louisiana) ผลปรากฏว่า การ เรียนรู้จากศูนย์การ เรียน ให้ความก้าวหน้าสูงกว่าการ เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคงทนในการ เรียนรู้ จากการ เรียนแบบศูนย์การ เรียน สูงกว่าการ เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ระบบ

ปัญหาการศึกษาใหม่ ๆ ซึ่งครูจะต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับวิชาชีพ และ เทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาช่วยแผนการแก้ปัญหาแบบเดิมที่เคยปฏิบัติมา วิธีทางหนึ่งที่จะนำเข้ามาแก้ไข ปัญหาที่หนักหน่วงทางการศึกษาในปัจจุบันก็คือ การนำวิธีระบบมาใช้ (Kenedy and Humphrey, 1971 : 365)

เบนathi (Bela H. Banathy, 1968) ให้คำนิยามว่า ระบบ คือ การรวบรวมสิ่งต่าง ๆ ทั้งหลายที่มีมนุษย์ได้ออกแบบและสร้างสรรค์ขึ้นมา เพื่อจัดดำเนินการ งานทั้งหลายให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ จุดมุ่งหมายของระบบแต่ละระบบนั้น ถูกกระทำให้เป็นอิสระไ้กับความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเพื่อให้ได้ผลออกมา ดังที่ได้อ้างจุดมุ่งหมายไว้แต่ต้น จุดมุ่งหมายจะเป็นตัวกำหนดกระบวนการ และกระบวนการจะเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นระบบ เพื่อให้ได้ออกมาดังที่ตั้งจุดมุ่งหมายไว้แต่ต้น จุดมุ่งหมายจะเป็นตัวกำหนดกระบวนการ และกระบวนการจะเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบต่าง ๆ รวมกันขึ้นเป็นระบบ ระบบหนึ่ง ๆ ย่อมมีจุดมุ่งหมาย มีสิ่งที่ปะปนเข้าไป (Input) มีทรัพยากร (Resource) และภายใต้การควบคุมของระบบที่ใหญ่กว่า และระบบจะอยู่รอดได้นั้น จะต้องผลิต ผลผลิต (To on Out put) ให้สอดคล้องกับความต้องการของระบบใหญ่ ระบบการสอนต้องประกอบด้วยขั้นตอนการ 7 ประการคือ

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและเนื้อหา
2. จัดสถานการณ์และประสบการณ์เพื่อการ เรียนรู้ที่เหมาะสม

3. จัดวางรูปแบบการสอนเพื่อการเรียนรู้ไว้หลายทาง
4. จัดสิ่งอำนวยความสะดวกทางกายภาพให้สอดคล้องกับรูปแบบการสอน
5. กำหนดบุคคลและกำหนดบทบาทของเขา
6. เลือกสื่อการสอนและเครื่องมือที่เหมาะสม
7. วัดผลและเสนอแนะแล้วปรับปรุงแก้ไข

ระบบที่สมบูรณ์นั้น ซีเซลี (Hesle, 1973 : 9) ได้กล่าวว่าต้องประกอบด้วยคุณลักษณะทั้งนี้คือ

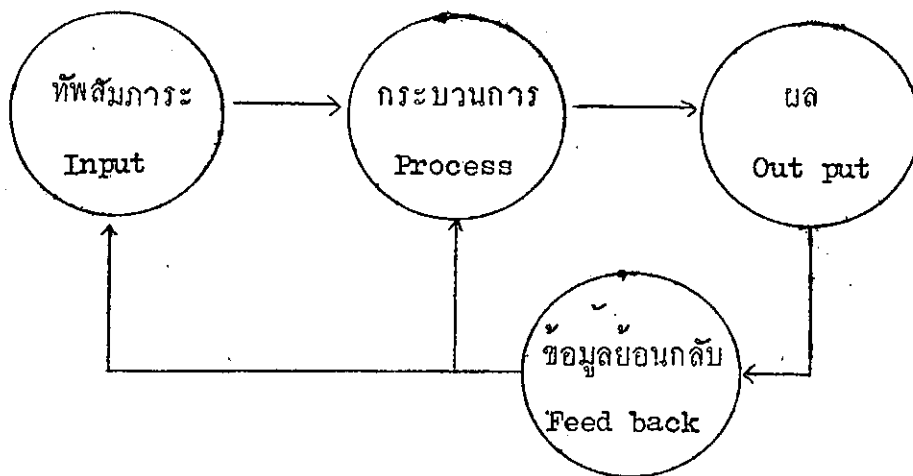
1. กิจกรรมทุกอย่างที่อยู่ในระบบ ต้องมีบูรณาการ
2. ส่วนประกอบต่างๆ ภายในระบบต้องมีความสัมพันธ์กัน
3. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในส่วนหนึ่งส่วนใดของระบบย่อมส่งผลกระทบต่อส่วนอื่น
4. ทักษะการ (Input) ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ จะต้องมีการตรวจสอบ และประเมินผลก่อน มิฉะนั้น อาจส่งผลกระทบต่อหรือเกิดผลเสียต่อการดำเนินงานของระบบ
5. ผลผลิตของระบบ (Output) ต้องมีการประเมินเพื่อเป็นหลักประกันว่า การดำเนินงานของระบบ บรรลุเป้าหมายหรือไม่
6. ข้อมูลย้อนกลับ (Feed back) ของระบบเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพของระบบ ให้สามารถดำเนินงานไปอย่างมีประสิทธิภาพ

นักการศึกษาเชื่อว่า วิธีระบบเป็นวิธีหนึ่งที่จะนำไปสู่การเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพราะระบบเป็นการสังเคราะห์แล้วและสัมพันธ์กับส่วนประกอบต่างๆ ภายในโครงสร้างของแนวความคิด ซึ่งจะนำกระบวนการไปสู่จุดหมายอย่างมีประสิทธิภาพ (สนั่น อินทรประเสริฐ , 2515 : 141)

ระบบที่นำมาใช้กับกิจกรรมใดๆ ก็ตาม ถ้าจะให้ได้ผลดีควรมีการวิเคราะห์ระบบเพื่อให้แน่ใจว่าจะบรรลุเป้าหมายตามที่ตั้งใจไว้ โดยเฉพาะในการเรียนการสอน นับว่ามีความสำคัญมาก วิธีการวิเคราะห์ระบบ (Systems Analysis) คือการนำเอาวิธีการวิทยาศาสตร์เข้ามาใช้ คือ พยายามศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ภายใน

ระบบ ความประสงค์ของการใช้วิธีการระบบก็เพื่อจะเลือกทางปฏิบัติที่ดีที่สุด คือได้ผลมากที่สุดและเป็นการประหยัดมากที่สุด (จรูญ วงศ์ยัณห์ , 2515 : 33 - 34)

นอกจากนี้ เปรื่อง กุมุท (เปรื่อง กุมุท, เอกสารโรเนียว : 2518) ยังได้กล่าวถึงวิธีวิเคราะห์ระบบไว้ว่า ในการทำงานมักจะเริ่มต้นด้วยการวางวัตถุประสงค์และเตรียมเครื่องมือ แล้วจึงลงมือทำงานเสร็จแล้วก็พิจารณาจุดผลงานที่เกิดขึ้นว่า เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่เพียงพอ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลก็จะถูกนำมาพิจารณาหาข้อบกพร่องของส่วนต่างๆ ที่บกพร่องในระบบ (Feedback) และมีโอกาสปรับปรุงแก้ไขจนดีขึ้น ซึ่งเขียนเป็นแผนผังได้ดังนี้

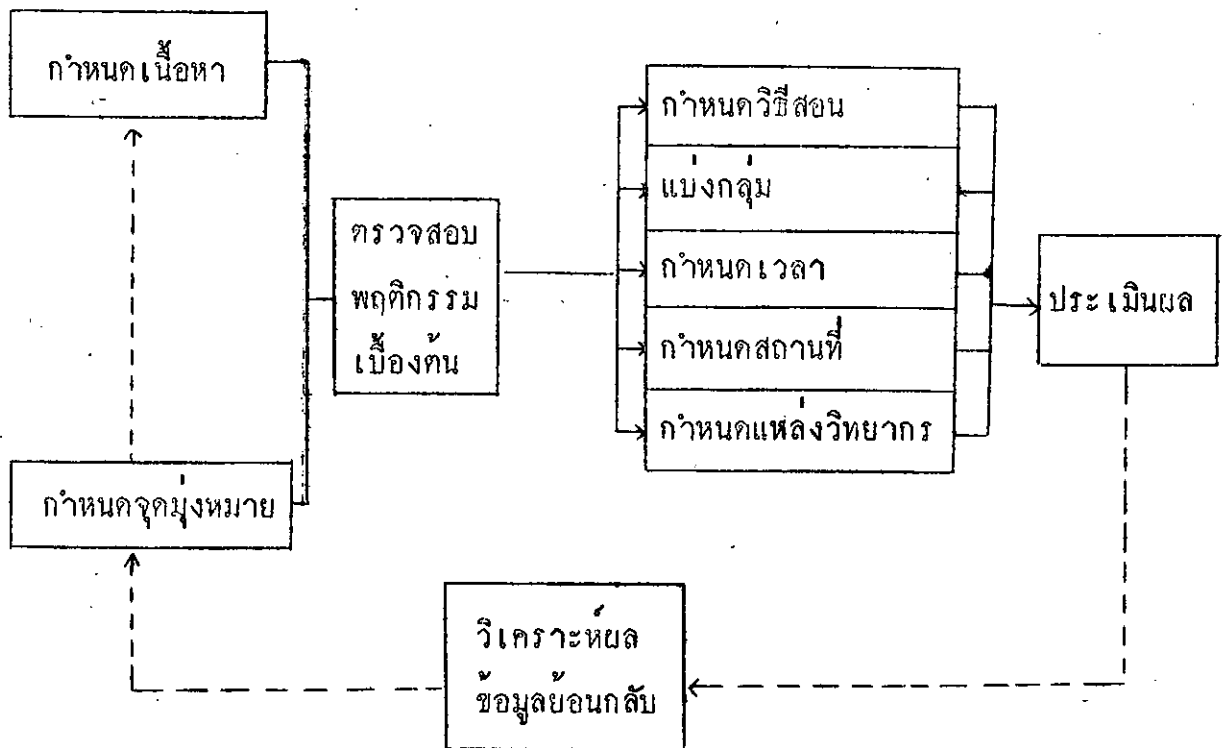


เกอร์ลาชและอีลี (Gerlach S. and Ely Donald P. , 1971 : 13) ได้จัดระบบการสอนซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. การกำหนดเนื้อหาที่จะสอน (Specification of Content)
2. กำหนดจุดมุ่งหมาย (Specification of Objectives)
3. การตรวจสอบพฤติกรรมและความรู้พื้นฐานของผู้เรียน (Assessment of Entering Behavior)
4. กำหนดยุทธศาสตร์การสอน (Determination of Strategy)

5. จัดกลุ่มผู้เรียน (Organization of group)
6. จัดเวลาเรียน (Allocation of Time)
7. กำหนดสถานที่เรียน (Allocation of Space)
8. การเลือกแหล่งวิทยากร (Selection of Resources)
9. การประเมินผลการสอน (Evaluation of Performances)
10. การวิเคราะห์ผลจากข้อมูลย้อนกลับ (Analysis of Feed back)

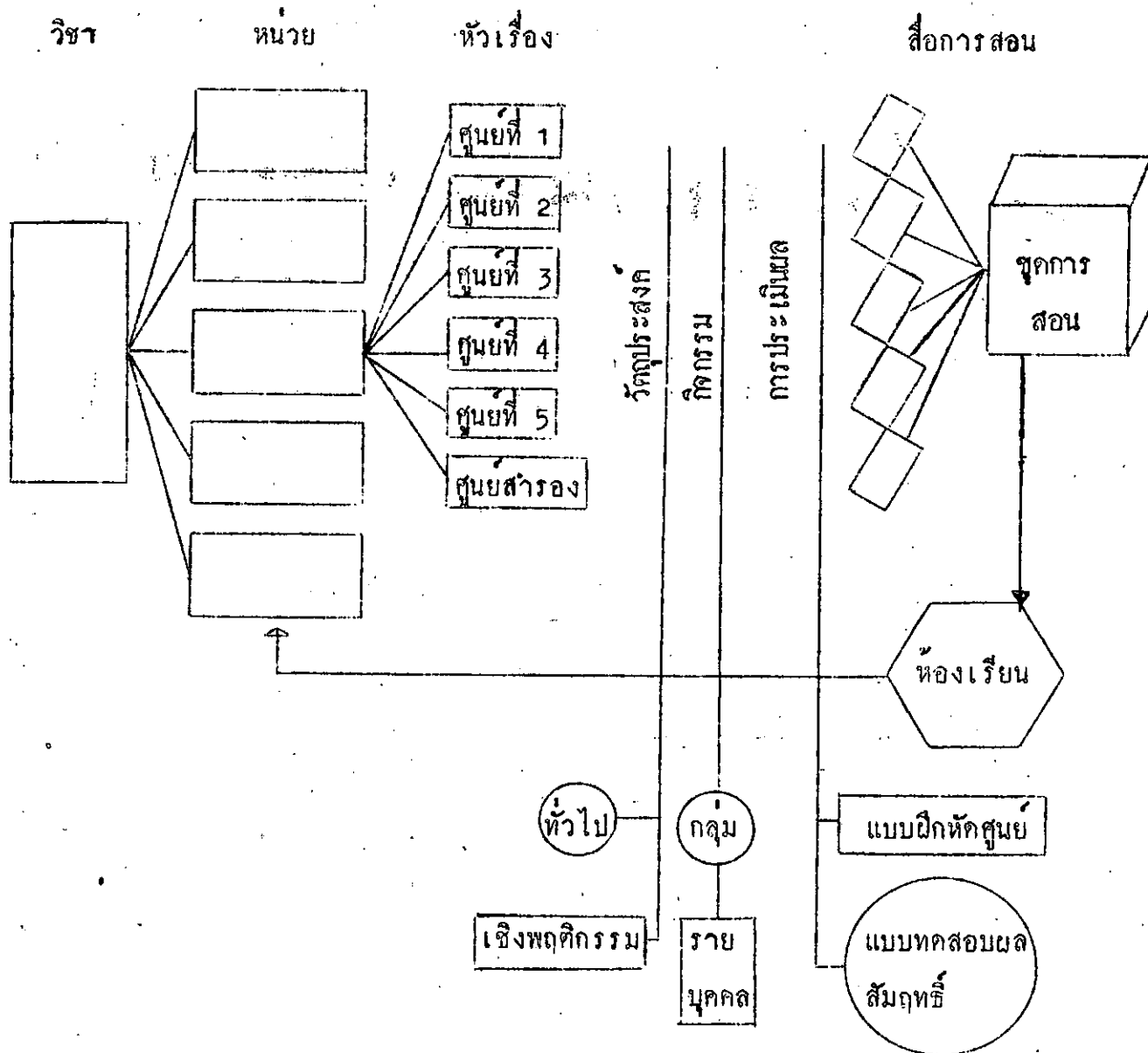
เมื่อนำองค์ประกอบทั้ง 10 ประการนี้มาแสดงความสัมพันธ์กันในรูประบบ จะมีโครงสร้างของระบบการสอนดังนี้



จากโครงสร้างนี้จะเห็นได้ว่า การสอนที่มีระบบนั้น จะทำให้ผู้สอนสามารถทราบผลของการสอนเป็นขั้นตอน และแก้ไขข้อบกพร่องได้เหมาะสมถูกต้อง อันจะมีผลต่อการเรียนการสอนอย่างมาก และจะเป็นข้อยืนยันได้ว่า มีผลดีต่อการสอนกว่าไม่ได้วิเคราะห์ระบบ จากผลการวิจัยของ ประหยัค จิระวรพงศ์ (ประหยัค จิระวรพงศ์ , 2519 : 34) ได้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดกาฬสินธุ์ ปีการศึกษา 2518 สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบและสัมพันธ์กับปัญหาท้องถิ่น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ซึ่งชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ จะมีแบบแผนดังนี้

ชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ



3. เอกสารและผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุและผล ผู้เรียนไม่ควรรับเอาแต่ความจริง (Fact) หรือหลักการ (Principle) แต่เพียงอย่างเดียว แต่ควรรู้ถึงขอบข่ายการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ด้วย ทักษะสำหรับขอบข่ายนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท (American Association for the Advancement)

1. ทักษะขั้นต้น (Basic Skills)

1.1 การสังเกต (Observation)

1.2 การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่และเวลา (Using Space Time Relation - ships)

1.3 การจัดพวก (Classifying)

1.4 การใช้จำนวนเลข (Using Numbers)

1.5 การวัด (Measuring)

1.6 การสื่อความหมาย (Communication)

1.7 การทำนาย (Predicting)

1.8 การสรุปอ้างอิง (Infering)

2. ทักษะขั้นสูง (Integrated Skills)

2.1 การจำแนกและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

2.2 การตีความหมายจากข้อมูล (Interpreting Data)

2.3 การสร้างสมมุติฐานเพื่อทำการทดลอง (Constructing Hypothesis)

2.4 การให้นิยามปฏิบัติการ (Defying Operationally)

2.5 การวางแผนและปฏิบัติการทดลอง (Experimenting)

เมื่อปี ค.ศ. 1970 คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ แห่งสมาคมอเมริกัน เพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (สุวัฒน์ นิยมคำ , 2517 : 72) ได้ระบุความ

มุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนไว้ 6 ประการคือ

1. ต้องปลูกฝังทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน
2. ให้นักเรียนรู้จักวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
3. ให้นักเรียนได้รับความรู้วิทยาศาสตร์ โดยการผ่านกระบวนการ
4. ต้องให้นักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์
5. ครูควรจะสอนวิทยาศาสตร์ให้สัมพันธ์กับวิชาอื่นๆ
6. ครูควรมีบทบาทเพียงผู้แนะแนวทางมากกว่าอธิบาย

สำหรับการสอนให้นักเรียนมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต่อนั้น เป็นเรื่องยากแต่เป็นสิ่งจำเป็น และเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดที่ครูควรปลูกฝังให้เกิดแก่นักเรียนอย่างยิ่ง ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์คือ การมีจิตใจกว้าง มีความสามารถที่จะเสาะแสวงหาความรู้และพร้อมเสมอที่จะพิสูจน์ หรือทดสอบความรู้ที่ได้มา (Henry , 1960 : 36) ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สามารถที่จะวัดได้โดยแบบสอบถามทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึงทัศนคติที่เป็นผลรวมของทัศนคติใน 2 กรณี (อุทัย ชีวะชนรักษ์ , 2517 : 8)

1. ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทัศนคติที่ต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาพิจารณาตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างมีหลักเกณฑ์ มีเหตุผล และถูกต้องตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2. ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ต่อกฎเกณฑ์ เหตุผล วิธีการ และการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

ผู้ที่จะมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์หรือไม่นั้น มีข้อสังเกตหลายประการ แอสเซพ (Asep , 1970 : 4) ซึ่งเป็นโครงการศึกษาวิทยาศาสตร์ของออสเตรเลีย (Australian Science Education Project) ได้รวบรวมไว้ว่า บุคคลที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์นั้น ควรประกอบด้วยลักษณะต่างๆ ต่อไปนี้

1. มีหลักฐานมาสนับสนุนคำพูด
2. ไม่ตัดสินลงไปจนกว่าจะมีหลักฐานมาสนับสนุนเพียงพอ
3. ยอมเปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลที่ดีกว่า

4. มีความเชื่อมั่นในการพบคิปัญหาใหม่ๆ
5. พยายามหาคำอธิบายที่มีเหตุผล
6. ชอบที่จะแสดงผลในรูปปริมาณ
7. ยอมเปลี่ยนหรือคล้อยตามเมื่อมีการพิสูจน์ให้เห็น
8. อดทน
9. ให้ความสนับสนุนต่อการศึกษาคำถาม
10. ให้ความร่วมมือ
11. มีความอดทนต่อการแสดงความคิดเห็น หรือการวิพากษ์วิจารณ์ของคนอื่น
12. สังเกตสิ่งต่างๆ ด้วยความซื่อสัตย์
13. ยอมรับข้อบกพร่องถ้ามี
14. มีความรับผิดชอบในการงานและผลที่เกิดขึ้น

สำหรับผลการวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีต่างๆ นั้น จอห์น (John , 1966 : 994 - 995 A) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับนักเรียนเกรด 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 58 คน ชายและหญิงจำนวนเท่าๆ กัน กลุ่มควบคุมสอนแบบบรรยายให้นักเรียนสังเกตการสาธิต และร่วมกิจกรรมบ้าง ให้การบ้านบ้าง ส่วนกลุ่มทดลองสอนแบบไม่ใช้ตำราไม่กำหนดงานให้อ่าน ไม่ใช้วิธีการบรรยายแต่ใช้คู่มือแทน ซึ่งแนะนำกิจกรรมหลายอย่างให้นักเรียนเข้าใจข้อเท็จจริง และเกิดความคิดรวบยอด (Concept) ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองได้ผลดีกว่าในด้านการคิดหาเหตุผล วิธีการแก้ปัญหาและมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มควบคุมก็ว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหาวิชา

เชฟเวลสันและมุนเกอร์ (Shavelson and Mungen , 1971 : 134) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยเปรียบเทียบการสอน 4 วิธี ใช้นักเรียนกลุ่มละ 24 คนดังนี้

กลุ่ม 1 สอนโดยครูมีวัสดุอุปกรณ์

กลุ่ม 2 สอนโดยครูมีวัสดุอุปกรณ์เหมือนกลุ่ม 1 แต่แบ่งเนื้อหาเป็นกลุ่มย่อย

กลุ่ม 3 สอนโดยครูมีวัสดุอุปกรณ์ตามแบบกลุ่ม 2 แต่อุปกรณ์เหล่านั้นมีการจัดระบบ (Systems Analysis) ให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง

กลุ่ม 4 เป็นกลุ่มควบคุม ไม่ใช่อะไร สอนตามแบบธรรมดา

ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ 3 ดีที่สุดและใช้เวลาน้อยที่สุด อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่ม 4 เลวที่สุด

จากผลการวิจัยและเอกสารที่กล่าวมาแล้วแสดงให้เห็นว่า การสอนวิทยาศาสตร์ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นคนที่รู้จักแก้ปัญหาและมีเหตุผลนั้น จะต้องเป็นการสอนที่เปิดโอกาสกระทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง พบปัญหาด้วยตนเอง โดยครูจำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้อย่างมีระบบ นักเรียนสามารถทราบผลจากการกระทำทุกครั้ง การสอนโดยวิธีศูนย์การเรียนรู้ที่มีการวิเคราะห์ระบบ จึงมีส่วนในการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมดังกล่าวมาแล้วอย่างยิ่ง

สมมุติฐานในการศึกษาครั้งนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากศูนย์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นโดยไม่ใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากศูนย์การเรียนรู้แล้ว จะมีความชอบวิธีการเรียนวิทยาศาสตร์แบบศูนย์การเรียนรู้มากกว่าก่อนเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการและวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนบ้านบึง "มัญญูวิทยาการ" อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ประจำปีการศึกษา 2519 จำนวน 60 คน จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางสุ่มจากจำนวน 149 คน

การแบ่งกลุ่มตัวอย่างเพื่อการทดลอง

จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คนนั้น ผู้วิจัยนำมาแบ่งเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มและกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ในการแบ่งกลุ่มใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน		รวม
	ชาย	หญิง	
กลุ่มทดลอง	24	6	30
กลุ่มควบคุม	21	9	30
รวม	45	15	60

เพื่อต้องการทราบให้แน่นอนว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีพื้นฐานความรู้เดิมในเรื่องที่จะทำการทดลองในระดับเดียวกันหรือไม่ จึงได้หาคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้ง 2 กลุ่ม จากคะแนนทดสอบพื้นฐานความรู้เดิม โดยใช้ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน

ค่าสถิติ \ กลุ่ม	ทดลอง	ควบคุม	รวม
N	30	30	60
$\bar{X}$	9.4	9.2	18.6
S^2	7.42	10.12	17.54
S	2.72	3.18	5.90

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 2 ปรากฏว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีพื้นฐานความรู้ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 9.4 และ 9.2 ซึ่งมีแนวโน้มว่าหักเหียวกัน และเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าทั้ง 2 กลุ่มนี้ มีพื้นฐานความรู้หักเหียวกันจริง จึงได้วิเคราะห์ความแปรปรวน ดังปรากฏใน ตาราง 3

ตาราง 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน

แหล่งความแปรปรวน	df	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	1	0.4167	0.4167	0.0475
ภายในกลุ่ม	58	508.5667	8.7683	
รวม	59	508.9834		

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 3 ปรากฏว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพื้นฐานความรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีพื้นฐานความรู้พอๆ กัน

แบบของการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบการทดลอง โดยใช้แผนแบบการทดลอง
Randomized Control Group Pretest - Posttest ซึ่งมีแผนแบบดังต่อไปนี้

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
R E	T_{E1}	X	T_{E2}
R C	T_{C1}	$\sim X$	T_{C2}

วิธีดำเนินการ

มีวิธีดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างจากมวลประชากร 149 คน โดยอาศัยตารางสุ่มได้จำนวน 60 คน
2. จัดกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม กำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการสุ่ม
3. ทดสอบตัวแปรโดยใช้เกณฑ์เดียวกันทั้งสองกลุ่ม แล้วหาค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม
4. ควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน โดยการจัดสภาพการทุกอย่างให้เหมือนกันทั้งสองกลุ่ม ยกเว้นตัวแปรในการทดลอง ให้จัดกระทำกับกลุ่มทดลองเท่านั้น แต่ไม่ให้เกิดกับกลุ่มควบคุม
5. สังเกตผลเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ แล้วทดสอบอีกครั้งโดยใช้เครื่องมือเดียวกันกับที่ใช้ครั้งแรกทั้ง 2 กลุ่ม แล้วคำนวณค่ารายเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม
6. เปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนของผลต่างระหว่าง คะแนนการสอบครั้งหลัง กับครั้งแรก ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และทดสอบนัยสำคัญดังนี้
ให้ $\bar{X}_{ET2} - \bar{X}_{ET1} = D_E$, $\bar{X}_{CT2} - \bar{X}_{CT1} = D_C$
ถ้า D_E ต่างกับ D_C อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าเป็นผลจากการกระทำ (X) ที่ทำการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง โมเมนต์ เครื่องผ่อนแรง และ อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน เป็นเนื้อหาที่นักเรียนยังไม่ได้เรียนมาก่อน

ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาในการทดลองทั้ง 3 เรื่องใช้เวลาสอนและทดสอบทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน คือ ใช้เวลาในการสอนและทดสอบกลุ่มละ 3 ครั้งๆ ละ 2 ชั่วโมง ซึ่งมีการกำหนดระยะเวลาทำการทดลองดังนี้

เรื่อง	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
โมเมนต์	วันที่ 5 พฤศจิกายน 2519	วันที่ 5 พฤศจิกายน 2519
เครื่องผ่อนแรง	วันที่ 12 พฤศจิกายน 2519	วันที่ 12 พฤศจิกายน 2519
อุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน	วันที่ 19 พฤศจิกายน 2519	วันที่ 19 พฤศจิกายน 2519

เครื่องมือในการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ดังนี้

1. ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ 2 ชุด

ชุดที่ 1 เป็นชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ

ชุดที่ 2 เป็นชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยไม่ได้ผ่านการวิเคราะห์

ระบบ

ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ทั้ง 2 ชุดนี้ ได้แบ่งออกเป็น 3 หน่วย คือ

หน่วยที่ 1 เรื่อง โมเมนต์ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยที่ 2 เรื่อง เครื่องผ่อนแรง ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยที่ 3 เรื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

อุปกรณ์การเรียนที่ใช้ในศูนย์การเรียนรู้ร่วมกับชุดการสอนได้แก่ ของจริง ของจำลอง
รูปภาพ อุปกรณ์ประกอบการทดลอง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีจำนวน 50 ข้อ

3. แบบสอบถามความชอบวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ มีจำนวนทั้งหมด 40 ข้อ
แบ่งออกเป็น 3 ตอน ตอนแรกสอบถามเกี่ยวกับความชอบด้านวิธีการเรียนการสอน จำนวน
20 ข้อ ตอนที่สองสอบถามเกี่ยวกับความชอบด้านการจัดอุปกรณ์การเรียน จำนวน 10 ข้อ ตอนที่สามสอบถามเกี่ยวกับความชอบด้านการแบ่งเนื้อเรื่องในแต่ละศูนย์กิจกรรม จำนวน 10 ข้อ

การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. การสร้างชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ ในการสร้างชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้
มีลำดับขั้นดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรและขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ทั้งหมด

1.2 จำแนกเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยใหญ่จากเรื่องที่น่ามาใช้ทดลอง ซึ่งในแต่ละ
หน่วยได้กำหนดให้ศึกษาภายใน 1 ช่วงเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง

1.3 จำแนกแต่ละหน่วยของเนื้อหาวิชาออกเป็นหัวเรื่อง ซึ่งแต่ละหัวเรื่องนำไปทำ
เป็นศูนย์กิจกรรม ซึ่งมีหัวเรื่องหน่วยละ 5 หัวเรื่อง ทั้งนี้ไม่นับรวมหัวเรื่องสำรวจ

1.4 นำแต่ละหน่วยที่ได้กำหนดเป็นหัวเรื่องหรือศูนย์กิจกรรมแล้วมาศึกษา เพื่อ
กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.5 จัดทำบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหาวิชา แบบทดสอบขณะเรียน กิจกรรมที่จะให้ทำ
แต่ละ ศูนย์

1.5 จัดทำบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหาวิชา แบบทดสอบขณะ เรียน กิจกรรมที่จะให้
ทำแต่ละ ศูนย์

1.6 จัดทำและจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยยึดหลักของสื่อประสม

1.7 เขียนข้อสอบถามเนื้อหาวิชา และกิจกรรมของทุกศูนย์ ศูนย์กิจกรรมละ
5 ข้อรวมทั้งสิ้น 75 ข้อ

1.8 จัดทำคู่มือครู

1.8.1 คำนำ

1.8.2 คำชี้แจงสำหรับครู

1.8.3 สิ่งที่คุณต้องเตรียม

1.8.4 บทบาทของนักเรียน

1.8.5 การจัดชั้นเรียน

1.8.6 หลักสูตรของวิชา

1.8.7 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

1.8.8 แบบทดสอบและกระดาษคำตอบขณะ เรียนของแต่ละ ศูนย์กิจกรรม

1.8.9 กระดาษคำตอบ

1.9 จัดชุดการเรียนเป็นชุด ๆ ตามศูนย์กิจกรรม

การทดลองศูนย์การเรียนครั้งนี้ ได้ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ของโรงเรียนบ้านบึงอุตสาหกรรมนุเคราะห์ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี เพื่อหา
ข้อบกพร่องและนำมาแก้ไขปรับปรุงตามวิธีวิเคราะห์ระบบ ซึ่งมีการทดลองดังนี้คือ

ครั้งที่ 1 ทดลองกับกลุ่มนักเรียน 1 กลุ่มกิจกรรม ซึ่งมีจำนวน 6 คน
ตามลำดับชั้นดังนี้

1. ทดสอบความรู้พื้นฐาน

2. ให้เรียนไปตามกลุ่มกิจกรรมจนครบทุกศูนย์

3. ทดสอบผลการเรียน

4. ทำการแก้ไขปรับปรุงศูนย์การเรียนที่มีข้อบกพร่อง

ครั้งที่ 2 ทดสอบกลุ่มใหญ่จากสภาพที่เป็นจริง หลังจากทำการปรับปรุงครั้งที่ 1 แล้ว ซึ่งมีการดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้คือ

1. ทดสอบพื้นฐานความรู้เดิม

2. ให้นักเรียนเข้าเรียนตามศูนย์กิจกรรมต่างๆ ศูนย์ละ 1 กลุ่มกิจกรรม หมุนเวียนกันไปจนครบทุกศูนย์การเรียน

3. ทดสอบผลการเรียนเพื่อวิเคราะห์ผล

4. ทำการปรับปรุงศูนย์การเรียน

การสร้างแบบทดสอบ

แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความชอบในวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียน

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบปรนัยแบบ 5 ตัวเลือก โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาที่สอน จำนวน 50 ข้อ โดยมีวิธีการสร้างแบบทดสอบดังนี้ คือ

1.1 สร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ (ขวาล แพร์คกุล , 2516 : 110 - 283) แล้วนำแบบทดสอบไปทดสอบนักเรียนโรงเรียนบ้านบึงอุตสาหกรรมนุเคราะห์ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

1.2 นำแบบทดสอบที่ทดลองใช้มาวิเคราะห์ โดยใช้หลักการเทคนิค 27% และตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Fan Chang - teh , 1952 : 6 - 32) เพื่อหาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r)

1.3 จากนั้นคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ คูเคอร์ ริชาร์ดสัน (Ferguson , 1954 : 379) ค่าคุณภาพของแบบทดสอบปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 คาสติคิของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ	ความยากเฉลี่ย	อำนาจจำแนกเฉลี่ย	ความเชื่อมั่น	SE _{meas}
	.51	.39	.65	± 1.8429

1.4 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทางค่านี้อาหาและโครงสร้าง ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 แสดงความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทางค่านี้อาหาและโครงสร้าง

โครงสร้าง เนื้อหา							รวม
	ความ กล้า	ความ เข้าใจ	การนำไป ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินผล	
งาน	2	3	—	—	—	1	6
กำลัง	1	3	1	1	—	—	6
โมเมนต์	—	3	1	3	1	1	9
เครื่องผ่อนแรง	1	5	4	4	1	3	18
อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน	—	4	5	2	—	—	11

2. แบบสอบถามความชอบในวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียน

2.1 พิจารณาจากลักษณะของศูนย์การเรียน แล้วนำมาแยกออกเป็นแบบสอบ

ถามในด้านต่างๆ 3 ด้าน จำนวน 40 ข้อดังนี้คือ

- ด้านที่ 1 สอบถามด้านความชอบวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียน จำนวน 20 ข้อ
- ด้านที่ 2 สอบถามด้านความชอบในการจัดอุปกรณ์การเรียนการสอนจำนวน 10 ข้อ
- ด้านที่ 3 สอบถามด้านความชอบในการแบ่งเนื้อเรื่องเป็นตอนๆ จำนวน 10 ข้อ

แบบสอบถามแต่ละข้อ มุ่งวัดความรู้สึกที่มีต่อศูนย์การเรียน โดยประมาณค่า 11

ระดับ (พจน์ สะเพียรชัย, 2519 : 53 - 63)

2.2 การตรวจให้คะแนน แบบสอบถามนี้มีข้อความอยู่ 2 ประเภท คือข้อความที่เป็นบวก และข้อความที่เป็น ลบ คละกันไป

ข้อความทางด้านบวกให้คะแนนดังนี้

ชอบมากที่สุด ให้ 11 คะแนน และลดลงมาตามความชอบ จนกระทั่งถึงชอบน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

ข้อความทางด้านลบให้คะแนนดังนี้

ชอบน้อยที่สุด ให้ 11 คะแนน และลดลงจนกระทั่งถึง ชอบมากที่สุด ให้ 1

คะแนน

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการดำเนินการทดลอง มีลำดับขั้นดังนี้ คือ

1. ทดสอบความรู้ก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง
2. ให้นักเรียนเรียนทุกๆ ศูนย์กิจกรรมของทุกๆ หน่วยวิชา ในชุดการเรียน เรียนตามศูนย์การเรียน และมีการทดสอบขณะเรียนทุกๆ ศูนย์กิจกรรม
3. หลังจากเรียนจนครบทุกหน่วยแล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม

ควรทดสอบวัดความชอบในวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียน ดำเนินการดังนี้

1. ทดสอบวัดความชอบในวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียน ก่อนจะเริ่มทำการทดลองเรียนแบบศูนย์การเรียน โดยผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามขึ้นเองจำนวน 40 ข้อ

2. ทดสอบวัดความชอบในวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนอีกครั้ง หลังจากการทดลองเรียนแบบศูนย์การเรียนจนครบเนื้อหาแล้ว

3. นำคะแนนที่ได้มาตรวจคำนวณหาค่าความชอบที่แตกต่างกันตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้คำนวณค่าสถิติพื้นฐานและเทคนิคสถิติต่างๆ ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของคะแนน คำนวณจากสูตร (Garrette , 1966 : 27)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ = คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณได้จากสูตร (Ferguson , 1966 : 67)

$$S = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S = ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

$\sum X^2$ = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) คำนวณจากสูตร กูเคอร์ - ริชาร์ดสัน (Ferguson , 1954 : 379)

$$r_{tt} = \left\{ \frac{N}{N-1} \right\} \frac{S_x^2 - \sum_i^n p_i q_i}{S_x^2}$$

เมื่อ N = จำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบ
 S_x^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
 p = สัดส่วนของคนที่ตอบถูกต้องจำนวนคนทั้งหมด
 q = $(1 - p)$

4. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard Error of Measurement) คำนวณโดยใช้สูตร (Gullikson , 1967 : 63)

$$SE_{meas} = S_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ SE_{meas} = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
 S_x = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

5. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Garrette , 1966 : 279 - 295)

Source of Variation	df	Sum of Squares	Mean Squares	F
Between groups	K-1	$\frac{(\sum X_1)^2}{N_1} + \frac{(\sum X_2)^2}{N_2} + \dots + \frac{(\sum X_n)^2}{N_n} - C$	$SSb / K - 1$	$\frac{MSb}{MSw}$
Within groups	N-K	$SSt - SSb$	$SSw / N - K$	
Total	N-1	$\sum X^2 - C$		

$$\text{Correction Term (C)} = \frac{(\sum X)^2}{N}$$

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

n = จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

K = จำนวนกลุ่ม

$(\sum X)^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$\sum X^2$ = ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum X_n)^2$ = ผลรวมของคะแนนในแต่ละกลุ่มยกกำลังสอง

6. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนในกลุ่มเดียวกัน โดยใช้อัตราส่วน
วิกฤต แบบกลุ่มตัวอย่างมีคุณลักษณะเกี่ยวข้องกัน (Related Samples)

$$t = \frac{\bar{D}}{s_{\bar{D}}}$$

$\bar{D}$ = เป็นคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความแตกต่าง

$s_{\bar{D}}$ = เป็นความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ $\bar{D}$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นที่เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

$\bar{X}$	แทน รายเฉลี่ยของคะแนน
S^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนน
N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
t	แทน ค่าอัตราส่วนวิกฤตที่ใช้ในการพิจารณา t- distribution
$\bar{D}$	แทน คะแนนเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนความชอบวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง
MS	แทน รายเฉลี่ยกำลังสอง
SS	แทน ผลบวกกำลังสอง
F	แทน F - distribution

การเสนอผลการวิเคราะห์ครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอตามลำดับขั้นดังนี้คือ

1. ค่าสถิติพื้นฐานของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
3. การเปรียบเทียบความชอบวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนก่อนและหลังเรียน

การแสดงค่าสถิติพื้นฐานของทั้งสองกลุ่มได้แสดงไว้ในตาราง 6 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากคะแนนการสอบหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง มีผลดังแสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ค่าสถิติ	ทดลอง		ควบคุม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
N	30	30	30	30
$\bar{X}$	9.4	32.6	9.2	27.23
S^2	7.42	19.28	10.12	21.56
S	2.72	4.39	3.18	4.64

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการเรียนจากศูนย์การเรียนทั้งสองกลุ่ม จากการทดสอบนัยสำคัญพบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการเรียนจากศูนย์การเรียนทั้งสองกลุ่มนั้น ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองมีแนวโน้มว่าจะสูงกว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม เพื่อให้ทราบว่า มีค่าสูงกว่ากันอย่างไร มีนัยสำคัญหรือไม่ ได้ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตาราง 7

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากคะแนนการสอบหลังเรียน

แหล่งความแปรปรวน	df	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	1	432.017	432.017	21.15**
ภายในกลุ่ม	58	1184.57	20.42	
รวม	59	1616.584		

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01**

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 7 แสดงว่า ผลการสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นโดยไม่ได้ใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ

การเปรียบเทียบความก้าวหน้าของคะแนนความชอบวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนจากศูนย์การเรียนรู้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ

- ก. ความชอบด้านวิธีการเรียนการสอน
- ข. ความชอบด้านการจัดอุปกรณ์การเรียน
- ค. ความชอบด้านการแบ่งเนื้อเรื่อง

ทั้ง 3 ด้านนี้ ผู้วิจัยใช้เปรียบเทียบโดย $t - test$ ซึ่งผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 การเปรียบเทียบความก้าวหน้าของคะแนนความชอบวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนจากศูนย์การเรียนรู้

ขบวนการ	N	$\bar{D}$	S^2_D	t
วิธีการเรียนการสอน	60	0.7033	.1091	16.509**
การจัดอุปกรณ์การเรียน	60	0.4318	.0588	13.839**
การแบ่งเนื้อเรื่อง	60	0.3088	.0333	13.140**

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 **

จากตาราง 8 แสดงว่า คะแนนหลังเรียนจากการวัดความชอบทั้ง 3 ด้านคือ วิธีการเรียนการสอน การจัดอุปกรณ์การเรียนและการแบ่งเนื้อเรื่อง ของนักเรียนแต่ละด้าน ต่างก็สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งทั้ง 3 ด้านนี้ นับว่าเป็น ขบวนการที่สำคัญของศูนย์การเรียนนั่นเอง จึงสรุปได้ว่า หลังจากที่นักเรียนเรียนจากศูนย์ การเรียนแล้ว มีความชอบวิธีการเรียนวิทยาศาสตร์แบบศูนย์การเรียนมากกว่าก่อนเรียน

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากศูนย์การ เรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ และไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ
2. เพื่อเปรียบเทียบความชอบวิธีการ เรียนแบบศูนย์การ เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนการ เรียนและหลัง เรียนด้วยวิธีศูนย์การ เรียน

สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากศูนย์การ เรียนที่จัดขึ้นโดยวิธีการวิเคราะห์ระบบ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การ เรียนที่จัดขึ้นโดยไม่ใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากศูนย์การ เรียนแล้ว จะมีความชอบวิธีการ เรียนวิทยาศาสตร์แบบศูนย์การ เรียนมากกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2519 ของโรงเรียนบ้านบึง " มนุญวิทยาการ " อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 60 คน เลือกมาโดยการสุ่มจากการวางสุ่มกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มใดเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุมเลือกโดยวิธีจับฉลาก

2. เครื่องมือในการ เก็บรวบรวมข้อมูล

- 2.1. ชุดการสอนสำหรับห้อง เรียนแบบศูนย์การ เรียนที่สร้างขึ้นตามวิธีวิเคราะห์ระบบรวม 3 หน่วย และไม่วิเคราะห์ระบบ 3 หน่วยเช่นกัน
- 2.2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนต์

เครื่องนอนแรง และอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน เป็นแบบปรนัยมี 5 ตัว เลือก จำนวน 50 ข้อ

2.3 แบบสอบถามความชอบวิธีการ เรียนแบบศูนย์การ เรียน จำนวน 40 ข้อแบ่ง
ออกเป็น

1. ชอบค่านวิธีการ เรียนการสอน 20 ข้อ
2. ชอบค่านการจัดอุปกรณ์การเรียน 10 ข้อ
3. ชอบค่านการแบ่งเนื้อเรื่อง 10 ข้อ

3. การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นดังนี้

3.1. ก่อนทำการสอน ได้ทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม เพื่อวัดพื้นฐานความรู้
ในเนื้อหาวิชาที่จะทำการทดลอง และวัดความชอบวิธีการ เรียนวิทยาศาสตร์ แบบศูนย์การ เรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ ด้วย

3.2. ดำเนินการสอนแต่ละกลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยให้ครูวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนนั้นเป็นผู้
ช่วยโดยมีคู่มือครูใหญ่ ใ้ระยะเวลาเท่าๆ กัน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ละ 2 ชั่วโมงในเนื้อหา
เดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม

3.3. เมื่อสอนจบเนื้อหาแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ และทดสอบวัดความชอบวิธีการ เรียนวิทยาศาสตร์ แบบศูนย์การ เรียนกับนักเรียนทั้ง
2 กลุ่ม

สรุปผลการทดลอง

1. ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมเมนต์ เครื่องนอนแรง อุปกรณ์
ไฟฟ้าภายในบ้าน ของนักเรียนที่เรียนจากศูนย์การ เรียนที่ใช้วิธีการวิเคราะห์ระบบ สูงกว่า
นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การ เรียนที่ไม่ใช้วิธีการวิ เเคราะห์ระบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

.01

2. ความชอบวิธีการ เรียนวิทยาศาสตร์แบบศูนย์การ เรียน ในค่านวิธีการ เรียนการสอน
การจัดอุปกรณ์การเรียนและในค่านการแบ่ง เนื้อเรื่อง หลังการ เรียนจากศูนย์การ เรียนของกลุ่ม
ตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม สูงกว่าก่อนการ เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

1. จากผลการทดลองที่ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การ เรียนที่ใช้วิธีการวิเคราะห์ระบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การ เรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 นับว่าเป็นไปตามสมมุติฐาน.

ผลที่ปรากฏออกมาเป็นเช่นนี้ กล่าวได้ว่า การใช้วิธีวิเคราะห์ระบบเป็นตัวอย่างแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของการใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ ในกิจกรรมทางการศึกษา ในทำนองเดียวกันนี้ ได้แก่ การวิจัยของ เชฟเวลสันและมุนเกอร์ (Shavelson and Munger , 1971 : 134) ซึ่งได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษา ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนจากครูที่ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีการจัดระบบ (Systems Analysis) และให้เรียนด้วยตนเอง ได้ผลสัมฤทธิ์สูงกว่าวิธีใช้อุปกรณ์แบบอื่นๆ อีก 3 วิธีคือ สอนโดยครูมีวัสดุอุปกรณ์ สอนโดยครูมีวัสดุอุปกรณ์และแบ่งกลุ่ม กับสอนตามแบบธรรมชาติ นอกจากนี้ ประหยัค จิระวรพงศ์ (ประหยัค จิระวรพงศ์ , 2519 : 34) ได้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 80 คน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของอำเภอนาทม จังหวัดกาฬสินธุ์ ปีการศึกษา 2518 สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ และสัมพันธ์กับปัญหาท้องถิ่น มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงกว่านักเรียนจากการ เรียนของครูตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิธีวิเคราะห์ระบบ นอกจากจะช่วยให้ผลทางการ เรียนสูงกว่า ไม่ได้ใช้วิธีวิเคราะห์ระบบแล้ว ยังปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนจากศูนย์การ เรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบยังไม่ค่อยมีปัญหา ระหว่างเรียนอีกด้วย คือทำให้การ เรียนเป็นไปอย่างราบรื่นและน่าสนใจ มีความกระตือรือร้นที่จะเรียนอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้เพราะการทดลองใช้วิธีการ เรียนแบบนี้ ทำให้ผู้วิจัยทราบปัญหาในขณะที่เรียนด้วย และได้นำมาแก้ไขปรับปรุงวิธีการบางอย่างเสียใหม่ เมื่อถึงเวลาจึงไม่มีปัญหาอย่างนั้นเกิดขึ้นอีก

2. จากการทดสอบความชอบวิธีการ เรียนวิทยาศาสตร์แบบศูนย์การ เรียน ปรากฏว่า หลังจากการ เรียนด้วยศูนย์การ เรียนแล้ว นักเรียนชอบวิธีการ เรียนแบบนี้มากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

สาเหตุที่นักเรียนมีความชอบวิธีการ เรียนแบบศูนย์การ เรียน ไม่ว่าจะใช้วิธีการวิเคราะห์

ระบบในการสร้างหรือไม่ นักเรียนชอบในคันวิธีการ เรียนชนิดที่มีการแบ่งกลุ่มกันทำงาน มีการอภิปรายกัน ได้ตลอดเวลาขณะที่สงสัย นอกจากนั้นคันอุปกรณ์การเรียนประกอบมีเพียงพอที่จะทำการทดลองให้เห็นจริงได้โดยทันที ที่นักเรียนแต่ละคนสามารถจะทดลองด้วยตนเอง หรือทดลองกับเพื่อนๆ ในกลุ่มได้อย่างอิสระ สำหรับคันเนื้อเรื่องที่จัดให้เรียนก็แบ่งไว้เป็นตอนๆ ซึ่งไม่ยาวเกินไป ทำให้สามารถทำความเข้าใจได้ในระยะสั้นๆ และยังมีการวัดผลตลอดเวลาโดยทำแบบฝึกหัดแต่ละตอน นับว่าเป็นการจูงใจและเสริมแรงในการเรียนได้อย่างดี ทำให้หลังจากการเรียนจากศูนย์การเรียนแล้ว นักเรียนมีความชอบมากกว่าก่อนการเรียนจริงๆ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ นักเรียนมีประสบการณ์การเรียนที่แตกต่างไปจากวิธีการเรียนเดิมซึ่งไม่ค่อยมีกิจกรรมมากนัก พอมาเปรียบกับวิธีการเรียนที่กระฉับกระเฉง และสนองตอบต่อวัยหรือพัฒนาการทางร่างกายและจิตใจที่ไม่ชอบอยู่นิ่ง และอยากรู้ อยากเห็น เข้าอีก จึงชอบวิธีใหม่มากกว่าวิธีเดิม

ข้อเสนอแนะ

ก. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การสร้างชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน จำเป็นต้องมีการศึกษาหลักสูตรและเนื้อหาอย่างรอบคอบ ทั้งยังต้องมีการวางแผนการสร้างชุดการสอนให้ครอบคลุมเนื้อหา ตรวจสอบมุ่งหมายที่ตั้งไว้ การสร้างชุดการสอนสำหรับศูนย์การเรียนหรือต้องกระทำอย่างรัดกุมกว่าการสอนโดยครูตามปกติ
2. การสร้างชุดการสอนต้องคำนึงถึงระยะเวลาในการใช้ให้มาก ไม่ควรบรรจุเนื้อเรื่องมากเกินไปในแต่ละศูนย์กิจกรรม แต่ควรเน้นกิจกรรมที่ให้นักเรียนกระทำมากที่สุด
3. การสร้างชุดการสอนสำหรับศูนย์การเรียนนั้น ครูจำเป็นต้องสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและปรับปรุงให้เหมาะสมอยู่ตลอดเวลา :
4. จำเป็นจะต้องศึกษาเนื้อเรื่องและรายวิชาต่างๆ ให้ลึกซึ้งเสียก่อนวิชาใด เพื่อเรื่องใดที่ใช้วิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนแล้ว จะให้ผลสัมฤทธิ์กับนักเรียนดีและเหมาะสมตรงตามมุ่งหมายของการสอน

๒. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากการ เรียนแบบศูนย์การ เรียนเป็นการ เรียนโดยการที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง แต่ก็มีวิธีสอนแบบอื่นๆ อีกที่เรียนโดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเอง จึงน่าจะวิจัยผลเปรียบเทียบกันว่า ด้วยวิธีการ ศูนย์การ เรียนที่วิเคราะห์ระบบกับวิธีอื่นๆ ถึงกล่าวที่วิเคราะห์ระบบ วิธีใดจะให้ผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากัน เพื่อเป็นการแสวงหาแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับการ เรียนการสอนในอนาคต และตามสภาพความเป็นจริงแล้ว วิธีการ เรียนแบบศูนย์การ เรียนนี้ เป็นวิธีที่ค่อนข้างกระทำได้ยากและสิ้นเปลืองพอสมควร

2. ผู้ที่จะทำการวิจัยเกี่ยวกับศูนย์การ เรียน ควรมีความมั่นใจตนเองว่า จะสามารถเขียนชุดการสอนให้ดีที่สุดได้ เพราะศูนย์การ เรียนจะบรรจุเป้าหมายเพียงใด สาเหตุประการหนึ่งมาจากความสามารถในการ เขียนชุดการสอนในศูนย์การ เรียนด้วยเช่นกัน มิฉะนั้น จะเปรียบเหมือนกับให้นักเรียนได้เรียนเป็นตอนๆ ด้วยตนเอง เท่านั้น ผลการสอนที่ไ้จะไม่คุ้มค่างบเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายที่เสียไป

๖๖๖๖๖๖๖๖

บรรณานุกรม

- เจริญ วงศ์ยั้ง "เทคโนโลยีทางการศึกษา" ประมวลบทความนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภา 2515, 242 หน้า.
- ชวาล แพร์ทกุล เทคนิคการวัดผล สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช สำนักราษฎร์ กรุงเทพมหานคร 2516, 434 หน้า.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ศูนย์การเรียนรู้แนวทางใหม่สำหรับการปฏิรูประบบห้องเรียน เอกสารโรเนียว 2518, 23 หน้า.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ "แนวทางในการนำเทคโนโลยีมาสนับสนุนในการปฏิรูปการศึกษา" โฉมหน้าใหม่ของเทคโนโลยีกับการปฏิรูปการศึกษา โรงพิมพ์อักษรสัมพันธ์ 2518, 247 หน้า.
- นিকা สะเพียรชัย "การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์" จุดยืนและทิศทางการศึกษาของไทย สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช 2518, 189 หน้า.
- ประหยัด จิระวรพงศ์ การศึกษาประสิทธิภาพชุดการสอนประกอบหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 วิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นด้วยวิธีวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับความเป็นอยู่และปัญหาชนบทภาคกลาง ปรินูณานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 156 หน้า.
- ปัทมา เทพอักษรพงศ์ การสอนอ่านเอาเรื่องภาษาอังกฤษด้วยกระบวนการกลุ่ม วิทยานิพนธ์คม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2516, 182 หน้า.
- เป็รื่อง กุญฑ การสร้างวัสดุประกอบหลักสูตรเพื่อการเรียนด้วยตนเองโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เอกสารโรเนียว, 2518.
- สนั่น อินทรประเสริฐ "เทคโนโลยีทางการศึกษา" ประมวลบทความนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภา 2515, 242 หน้า.
- สวัสดี นุชปาคม นวัตกรรมและเทคโนโลยีในการศึกษา โรงพิมพ์ทางหุ่นส่วนจำกัดสุนทรกิจการพิมพ์ 2517, 116 หน้า.

สุวัฒน์ นิยมคำ การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด วัฒนาพานิช 2517, 240 หน้า.
แสงอรุณ ไกร่งรุระ ประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาสังคมศึกษาในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้
และห้องเรียนแบบธรรมชาติในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิทยานิพนธ์ คม.
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517, 96 หน้า.

Fan Chung - Teh, Item Analysis Table , Educational Testing Service Prin-
ceton, New Jersey, 1952, 32 pp.

Ferguson, George A., Statistical Analysis in Psychology and Education,
McGraw -Hill Book Co., New York, 1966, 429 pp.

Garrette, Henry E., Statistic in Psychology and Education, Vakils, Feffer and
and Simons Private Ltd., 1966, 491pp.

Gerlach, Vernon and Ely, Donald P. A Systematic Approach Teaching and
Media, Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1971,
392 pp.

Gullikson, Harold, Theory of Mental Test, John Wiley and Sons Inc.,
New York, 1967, 486pp.

Henry, Nelson Bollinger, National Society for the Study of Education,
Chicago, NNSE, 1960, p. 36.

John, Kenneth W., "A Comparison of Two Method of Teaching Eight Grade Gen-
eral Science" Dissertation Abstracts , 27 : 994 - 995 A, 1966.

Kenedy, Thomas G., and Humphrey Robert A., Journal of Educational ,
Vol. 64, No. 8, April 1971, 365 pp.

Shavelson, R.J. and Munger, M.R., "Individualized Instruction" , A
Systems Approach, Lockheed Missiles and space Company, Sunnyvale,
California, 1971, 153pp.

Spear, Carl Duey, A Comparative Analysis of An Adult Learning Center and
A Formal Adult Education Program With Referent to Selected
Variable, Dissertation Abstracts , 34 : 4680 A, 1974.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง

แสดงค่า p, r และ Δ ของข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในวิชา
วิทยาศาสตร์

ลำดับข้อ	p	r	Δ	ลำดับข้อ	p	r	Δ
1.	.76	.33	10.1	21.	.27	.38	15.4
2.	.79	.27	9.7	22.	.83	.40	9.3
3.	.40	.20	14.0	23.	.81	.46	9.5
4.	.88	.62	8.3	24.	.72	.41	10.6
5.	.30	.43	15.1	25.	.71	.44	10.8
6.	.36	.38	14.5	26.	.50	.38	13.0
7.	.61	.59	11.8	27.	.60	.32	12.0
8.	.14	.66	17.3	28.	.60	.32	12.0
9.	.36	.38	14.5	29.	.77	.53	10.1
10.	.27	.38	15.5	30.	.47	.32	13.3
11.	.72	.41	10.6	31.	.19	.46	16.5
12.	.66	.34	11.3	32.	.39	.31	14.1
13.	.27	.58	15.5	33.	.50	.26	13.0
14.	.69	.64	11.1	34.	.24	.31	15.8
15.	.78	.75	9.9	35.	.22	.51	16.0
16.	.53	.32	12.7	36.	.50	.26	13.0
17.	.65	.23	11.5	37.	.31	.29	15.0
18.	.34	.20	14.6	38.	.95	.43	6.5
19.	.21	.25	16.2	39.	.28	.22	15.4
20.	.34	.21	14.6	40.	.76	.33	10.1

ตาราง แสดงค่า p , r และ Δ ของข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
ในวิชาวิทยาศาสตร์

ลำดับข้อ	p	r	Δ	ลำดับข้อ	p	r	Δ
41.	.25	.56	15.7	46.	.53	.32	12.7
42.	.57	.26	12.3	47.	.83	.40	9.2
43.	.17	.40	16.8	48.	.39	.31	14.1
44.	.63	.27	11.7	49.	.40	.20	14.0
45.	.71	.44	10.8	50.	.39	.58	14.1

ภาคผนวก ข.
แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

คำชี้แจงในการตอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 50 ข้อให้เวลาทำ 60 นาที
2. คำถามแต่ละข้อมีตัวเลือก 5 ตัวเลือก คือ ก ข ค ง และ จ ให้นักเรียนเลือก
ตอบคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย X บนตัวอักษรข้อที่ถูกในกระดาษ
คำตอบ

ตัวอย่าง ข้อ(0) อาหารหลักของคนไทยส่วนใหญ่คือข้อใด

- ก. ขนมปัง
- ข. ข้าว
- ค. ผลไม้
- ง. นม
- จ. กว๊านเขียว

ถ้านักเรียนเลือกข้อ ข. ก็ทำเครื่องหมาย X ในกระดาษคำตอบดังนี้

(0) ก ~~X~~ ค ง จ

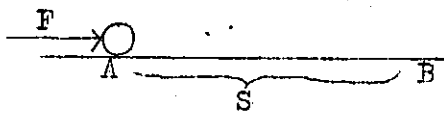
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ทำเครื่องหมาย + หักเครื่องหมายเดิม
ถ้านักเรียนเปลี่ยนจากข้อ ข เป็นข้อ ง

(0) ก ~~*~~ ค ~~X~~ จ

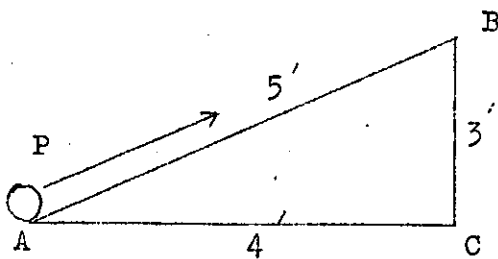
4. อย่าเขียนสิ่งใดๆลงในกระดาษคำถามโดยเด็ดขาด

แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

1. ถ้ามีแรง F ดันวัตถุก้อนหนึ่งจาก A ไปยัง B ซึ่งห่างกันเป็นระยะ s (ดังรูป) งานที่ทำมีค่าเท่าใด



- ก. $F \times s$ หน่วย
 ข. $F \times A$ หน่วย
 ค. $F \times B$ หน่วย
 ง. $F \times A \times B$ หน่วย
 จ. ไม่มีข้อใดถูก
2. ออกแรง P ป้อนคันลากวัตถุจาก A ไปยัง B จะได้งานเท่าใด



- ก. P หน่วย
 ข. $3P$ หน่วย
 ค. $4P$ หน่วย
 ง. $5P$ หน่วย
 จ. $7P$ หน่วย

3. ข้อใดจัดว่าทำงานมากที่สุด

- ก. ออกแรง 5 ปอนด์ดึงวัตถุไปตามแนวราบไกล 5 ฟุต
 ข. ออกแรง 6 ปอนด์ยกวัตถุขึ้นสูง 3 ฟุต
 ค. ออกแรง 10 ปอนด์ดันวัตถุไปตามพื้นเอียง 4 ฟุต
 ง. ออกแรง 2 ปอนด์เข็นวัตถุไปไกล 15 ฟุต
 จ. ออกแรง 9 ปอนด์เข็นวัตถุไปไกล 6 ฟุต
4. ออกแรง 5 ปอนด์ยกของไปไกล 5 ฟุต ค่าของงานข้อใดเป็นค่าตอบที่ถูกต้อง
- ก. 5 ฟุต-ปอนด์
 ข. 10 ฟุต-ปอนด์
 ค. 15 ฟุต-ปอนด์
 ง. 20 ฟุต-ปอนด์
 จ. 25 ฟุต-ปอนด์

5. เทะฟุตบอลหนัก $\frac{1}{2}$ กิโลกรัมรับไปไกล 10 เมตร จะได้งานเท่าใด

- ก. 5 กรัม-ซม.
 ข. 500 กรัม-ซม.
 ค. 5,000 กรัม-ซม.
 ง. 50,000 กรัม-ซม.
 จ. 500,000 กรัม-ซม.

6. งานข้อใดมีค่ามากที่สุด

- ก. 1 ฟุต-ปอนด์
- ข. 1 กรัม-ซม.
- ค. 1 เมตร-นิวตัน
- ง. 1 ไคน์-ซม.
- จ. 1 กิโลกรัม-เมตร

7. ข้อใดมีค่ามากที่สุด

- ก. 1 ปอนด์
- ข. 1 เป้ากัล
- ค. 1 ไคน์
- ง. 1 นิวตัน
- จ. 1 กิโลกรัม

8. กำลัง มีความหมายตรงกับข้อใด

- ก. แรงต่อหนึ่งหน่วยเวลา
- ข. งานต่อหนึ่งหน่วยเวลา
- ค. ระยะทางต่อหนึ่งหน่วยเวลา
- ง. แรงคูณระยะทางคูณเวลา
- จ. แรงคูณระยะทางหารด้วยเวลา

9. ทำงานได้ 1,000 ฟุต-ปอนด์ในเวลา

- 2 วินาที ค่ามีกำลังเท่าใด
- ก. 8.33 ฟุต-ปอนด์/วินาที
- ข. 8.33 ฟุตปอนด์/นาที
- ค. 500 ฟุต-ปอนด์/วินาที
- ง. 500 ฟุต-ปอนด์/นาที
- จ. 2,000 ฟุต-ปอนด์/วินาที

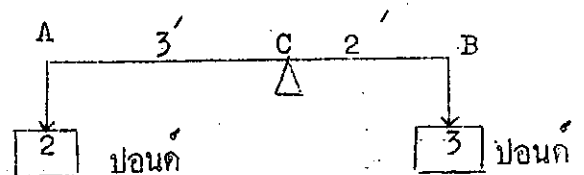
10. งาน 1 กำลังมีค่าเท่าใด

- ก. 550 ฟุต-ปอนด์/นาที
- ข. 3,300 ฟุต-ปอนด์/วินาที
- ค. 3,300 ฟุต-ปอนด์/นาที
- ง. 33,000 ฟุต-ปอนด์/วินาที
- จ. 33,000 ฟุต-ปอนด์/นาที

11. ข้อใดเป็นหน่วยของกำลัง

- ก. ปอนด์
- ข. ฟุต-ปอนด์/ชั่วโมง
- ค. นิวตัน
- ง. ไคน์
- จ. กรัม-ซม.

รูปข้างล่างนี้สำหรับทำโจทย์ข้อ 12-15



12. โมเมนต์ของน้ำหนัก 2 ปอนด์รอบจุด C มีค่าเท่าใด

- ก. 0 ฟุต-ปอนด์
- ข. 5 ฟุต-ปอนด์
- ค. 6 ฟุต-ปอนด์
- ง. 10 ฟุต-ปอนด์
- จ. 12 ฟุต-ปอนด์

13. ผลรวมโมเมนต์ของน้ำหนัก 2 ปอนด์และ 3

ปอนด์รอบจุด C มีค่าเท่าใด

ก. 0 ฟุต-ปอนด์

ข. 5 ฟุต-ปอนด์

ค. 6 ฟุต-ปอนด์

ง. 10 ฟุต-ปอนด์

จ. 12 ฟุต-ปอนด์

14. โมเมนต์ของน้ำหนัก 3 ปอนด์รอบจุด C มีค่าเท่าใด

ก. 0 ฟุต-ปอนด์

ข. 5 ฟุต-ปอนด์

ค. 6 ฟุต-ปอนด์

ง. 10 ฟุต-ปอนด์

จ. 12 ฟุต-ปอนด์

15. ถ้าเปลี่ยนน้ำหนักที่ A ไปไว้ที่ B แล้วน้ำหนักที่ B ไปไว้ที่ A จะมีผลอย่างไร

ก. คาน AB จะสมดุล

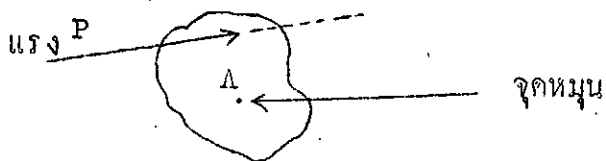
ข. คาน AB จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา

ค. คาน AB จะหมุนตามเข็มนาฬิกา

ง. A, B จะหมุนไปคนละทาง

จ. คานจะหมุนส่วนที่หนักทางเดิม

16. จากรูปข้างล่างจะมีผลอย่างไร



ก. วัตถุจะหมุนรอบจุด A ทวนเข็มนาฬิกา

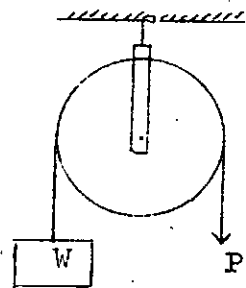
ข. วัตถุจะหมุนรอบจุด A ตามเข็มนาฬิกา

ค. ถ้า P มีค่ามากวัตถุจะเคลื่อนที่ไปทั้งก้อน

ง. โมเมนต์รอบจุด A มีค่าเท่ากับ 0

จ. จุด A จะหมุนรอบแรง P

17. จากรูปข้างล่างสมมุติไม่มีความเสียดสีจะเป็นอย่างไร



ก. $P = W$

ข. P มากกว่า W

ค. W มากกว่า P

ง. $P = \frac{W}{2}$

จ. $P = 2W$

18. จากรูปข้อ 17 การได้เปรียบเชิงกล (M.A) มีค่าเท่าใด

ก. M.A มีค่าเท่ากับ 0

ข. M.A มีค่าเท่ากับ 1

ค. M.A น้อยกว่า 1

ง. M.A มากกว่า 1

จ. M.A มีค่าไม่แน่นอน

19. เครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรงจะมีคุณสมบัติตามข้อใด

- ก. แรงพยายามมากกว่าแรงต้านทาน
- ข. แรงต้านทานมากกว่าแรงพยายาม
- ค. แรงต้านทานเท่ากับแรงพยายาม
- ง. แรงต้านทานคูณแรงพยายามเท่ากับ 1
- จ. แรงต้านทานหารแรงพยายามเท่ากับ 1

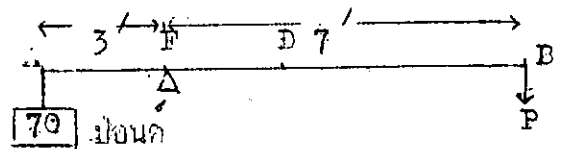
20. เราใช้เครื่องกลช่วยทำงานเพื่อวัตถุประสงค์ข้อใดเป็นประการสำคัญ

- ก. เพื่อให้ได้งานที่เกิดจากเครื่องกลมากกว่างานที่เราใส่เข้าไป
- ข. เพื่อออกแรงให้น้อยกว่าน้ำหนักวัตถุแต่ยังได้งานเท่าเดิม
- ค. ต้องการความสะดวก
- ง. ต้องการความรวดเร็ว
- จ. ต้องการประหยัด

21. คุณสมบัติของเครื่องกลที่เหมือนกันเมื่อไม่มีความฝืด เช่น กาน ล้อ ระบายเสียง ลิ้ม สกูและ รอกคือข้อใด

- ก. ออกแรงในการทำงานน้อยกว่าน้ำหนักวัตถุ
- ข. สะดวกกว่าการทำงานโดยไม่ใช้เครื่องกล
- ค. ประหยัดเวลาในการทำงาน
- ง. งานที่ได้กับเครื่องกลเท่ากับงานที่ได้จากเครื่องกล
- จ. ทำงานได้มากกว่าไม่ได้ใช้เครื่องกล

ดูรูปข้างล่างแล้วตอบคำถามข้อ 22-24



22. P จะมีค่าเท่าใด

- ก. 10 ปอนด์
- ข. 20 ปอนด์
- ค. 30 ปอนด์
- ง. 40 ปอนด์
- จ. 70 ปอนด์

23. ถ้าเลื่อน P ไปทาง ข เป็นระยะ 5 ฟุต

P จะต้องมียค่าเท่าใดจึงจะสมดุล

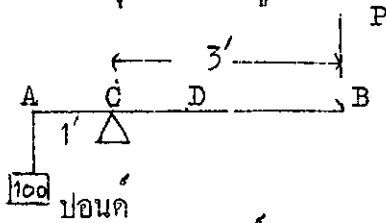
- ก. 10 ปอนด์
- ข. 20 ปอนด์
- ค. 30 ปอนด์
- ง. 40 ปอนด์
- จ. 70 ปอนด์

24. โมเมนต์ชนิดตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่าใด

- ก. 7 ฟุต-ปอนด์
- ข. 55 ฟุต-ปอนด์
- ค. 70 ฟุต-ปอนด์
- ง. 77 ฟุต-ปอนด์
- จ. 210 ฟุต-ปอนด์

25. จากรูปข้างล่างนี้ถ้าจุดหมุนอยู่ที่ C แล้วคาน

AB สมดุลย์ ข้อใดถูกต้อง



ก. $P = 10$ ปอนด์

ข. $P = 100$ ปอนด์

ค. P น้อยกว่า 30 ปอนด์

ง. P มากกว่า 30 ปอนด์แต่น้อยกว่า 40 ปอนด์

จ. หาค่า P ไม่ได้

26. จากรูปข้อ 25 ถ้า $P = 100$ ปอนด์ และคาน

AB สมดุลย์ ข้อใดถูกต้อง

ก. แขนของแรงพยายามจะต้องเท่ากับแขนของแรงต้านทาน

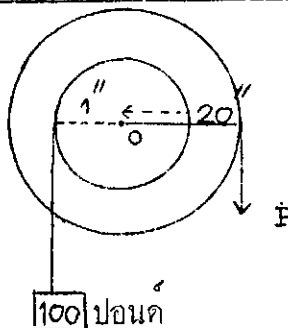
ข. จุดหมุนต้องอยู่ที่จุด D

ค. ระยะ $AC + CD = DB$

ง. โมเมนต์ของแรง P รอบจุด D เท่ากับโมเมนต์ของแรง 100 ปอนด์รอบจุด D

จ. ถูกต้องทุกข้อ

รูปข้างล่างสำหรับโจทย์ข้อ 27-29



รัศมีล้อ 1 นิ้ว

รัศมีเพลา 20 นิ้ว

27. P จะมีค่าเท่าใดจึงสมดุลย์

ก. 5 ปอนด์

ข. 10 ปอนด์

ค. 15 ปอนด์

ง. 20 ปอนด์

จ. 50 ปอนด์

28. ถักรัฟมีล้อยาว 2 ฟุตจะเป็นอย่างไร

ก. ต้องออกแรงดึง P เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม

ข. ต้องลดแรงดึง P น้อยลงกว่าเดิม

ค. ออกแรงดึง P เท่าเดิม

ง. น้ำหนัก 100 ปอนด์จะเบาลงกว่าเดิม

จ. แรง P จะเท่ากับ 100 ปอนด์

29. ข้อใดเป็นเรื่องของล้อกับเพลา

ก. คนถีบจักรยาน

ข. คนตอกตะปู

ค. ไขตะปูควง

ง. คนเปิดจุกขวด

จ. แม่แรง

30. เรื่องล้อและเพลาทำไมจึงต้องสร้างให้

ล้อนี้นขนาดใหญ่กว่าเพลา

ก. เพื่อให้เพลาหมุนได้มากรอบกว่าล้อ

ข. เพื่อประหยัดเวลาในการทำงาน

ค. เพื่อช่วยผ่อนแรง

ง. เพื่อทำงานได้สะดวกขึ้น

จ. เพื่อช่วยให้น้ำหนักวัตถุลดลง

31. ถ้าต้องการใช้รอกผ่อนแรงมากๆควรใช้รอกชนิดใด

- ก. รอกเดี่ยวตายตัว
- ข. รอกเดี่ยวเคลื่อนที่
- ค. รอกพวงระบบที่ 1
- ง. รอกพวงระบบที่ 2
- จ. รอกพวงระบบที่ 3

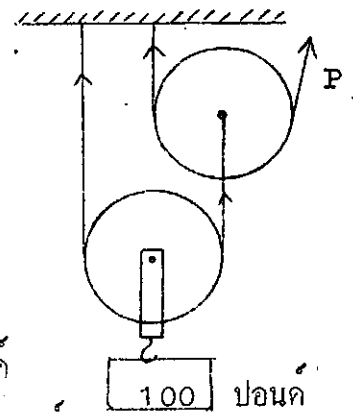
32. น้ำหนัก 100 กิโลกรัม แต่นายคำมีแรงยกเพียง 50 กิโลกรัม เขาควรใช้เครื่องกลชนิดใดช่วยจึงยกได้พอดี

- ก. รอกเดี่ยวตายตัว 1 ตัว
- ข. รอกเดี่ยวตายตัว 2 ตัว
- ค. รอกพวงระบบที่ 2 จำนวน 4 ตัว
- ง. รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ 1 ตัว
- จ. รอกพวงระบบที่ 1 จำนวน 2 ตัว

33. ในการชักธงขึ้นยอดเสาเวลาเข้าใช้รอกชนิดใดจึงดีที่สุด

- ก. รอกเดี่ยวตายตัว
- ข. รอกเดี่ยวเคลื่อนที่
- ค. รอกพวงระบบที่ 1
- ง. รอกพวงระบบที่ 2
- จ. รอกพวงระบบที่ 3

34. จากรูปข้างล่าง แรง P จะมีค่าเท่าใดจึงจะยกน้ำหนัก 100 ปอนด์ได้พอดี



- ก. 5 ปอนด์
- ข. 12.5 ปอนด์
- ค. 25 ปอนด์
- ง. 50 ปอนด์
- จ. 75 ปอนด์

35. จากรูปข้อ 34. เป็นรอกชนิดใด

- ก. รอกเดี่ยวเคลื่อนที่
- ข. รอกพวงระบบที่ 1
- ค. รอกพวงระบบที่ 2
- ง. รอกพวงระบบที่ 3
- จ. รอกเดี่ยวตายตัว 2 ตัว

36. ถ้ายึดการผ่อนแรงเป็นเกณฑ์ข้อใดมีคุณสมบัติต่างจากข้ออื่น

- ก. รอกเดี่ยวตายตัว
- ข. รอกเดี่ยวเคลื่อนที่
- ค. รอกพวงระบบที่ 1
- ง. รอกพวงระบบที่ 2
- จ. รอกพวงระบบที่ 3

37. ข้อใดเป็นการทำงานโดยใช้หลักระนาบเอียง

- ก. เชื้อนครกขึ้นภูเขา
 - ข. ไขหวานผาโม
 - ค. ไขเครื่องสูบน้ำจากบ่อ
 - ง. เล่นสกีน้ำ
 - จ. เด็กเล่นกระดานสั้น
38. ข้อใดจำเป็นต้องใช้แม่แรงช่วย
- ก. สูบน้ำจากบ่อ
 - ข. ทอกเสาเข็ม
 - ค. ชิงเสาไฟฟ้า
 - ง. ยกถังน้ำมันขึ้นรถบรรทุก
 - จ. ยางรถยนต์แตกต้องเปลี่ยนใหม่
39. แม่แรงที่มีลักษณะในข้อใดที่ผ่อนแรงได้มากกว่าข้ออื่น
- ก. มีความฝืดมากๆ
 - ข. มีแขนหมุนสั้นมากๆ
 - ค. มีจำนวนเกลียวมากๆ
 - ง. มีระยะเกลียวสั้นมากๆ
 - จ. มีระยะเกลียวห่างมากๆ
40. สายไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านส่วนมากทำด้วยอะไร
- ก. เงิน
 - ข. ทองแดง
 - ค. ทองเหลือง
 - ง. ทังสเตน
 - จ. ตะกั่วผสมดีบุก

41. ถ้าต้องการให้ไส้หลอดไฟฟ้ามีความสว่างมากจะต้องใช้ไส้หลอดชนิดใด
- ก. มีขนาดใหญ่มาก
 - ข. มีขั้วห่างกันมาก
 - ค. มีความต้านทานมาก
 - ง. มีความต้านทานน้อย
 - จ. เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีมาก
42. ปัจจุบันไส้หลอดไฟฟ้าทำด้วยโลหะชนิดใด
- ก. เงิน
 - ข. ทังสเตน
 - ค. ทองแดง
 - ง. ทองเหลือง
 - จ. ตะกั่วผสมดีบุก
43. Ballast ที่ต่อไว้ในวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์เพื่ออะไร
- ก. เพิ่มกระแสให้กับหลอด
 - ข. เพิ่มกำลังส่องสว่างให้กับหลอด
 - ค. เพิ่มความเข้มของแสงให้กับหลอด
 - ง. เพิ่มความต้านทานให้กับหลอด
 - จ. เพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้กับหลอด
44. พิวส์ที่ต่อไว้ในสวิตช์สองขาท่าด้วยอะไรดีที่สุด
- ก. เงิน
 - ข. ทังสเตน

- ค. ทองแดง
ง. ทองเหลือง
จ. ตะกั่วผสมดีบุก
45. จุดประสงค์ของการใช้ฟิวส์คือข้อใด
ก. เพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น
ข. เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าในบ้าน
ค. ป้องกันอันตรายจากไฟไหม้บ้าน
ง. เพิ่มกระแสไฟฟ้าเข้าบ้านให้สูงขึ้น
จ. เพื่อให้ไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดเข้าบ้านได้สะดวกขึ้น
46. เมื่อฟิวส์ขาดทำให้ไฟดับควรทำอย่างไรจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุด
ก. ออกไปซื้อฟิวส์มาเปลี่ยนใหม่
ข. ใช้สายไฟฟ้าในบ้านต่อแทนได้
ค. หาหลอดทองแดงเส้นเล็กๆต่อแทนไปก่อน
ง. ใช้หลอดที่เป็นตัวนำไฟฟ้าต่อเพื่อแก้ปัญหา
จ. ใช้สายไฟฟ้าในบ้านต่อไปโดยตรงยังสายไฟเข้าบ้าน
47. สวิตช์ มีไว้เพื่ออะไรในวงจร
ก. เป็นตัวเพิ่มกระแสไฟฟ้า
ข. ป้องกันไฟไหม้บ้าน
ค. เป็นตัวลดความต้านทาน
ง. เป็นตัวเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้า
จ. เป็นเครื่องมือปิดเปิดวงจรไฟฟ้า

48. ข้อใดทำหน้าที่เป็นสวิตช์
ก. Battery
ข. Ballast
ค. Starter
ง. Transformer
จ. Fuse
49. หม้อแปลงทำหน้าที่อะไร
ก. เป็นสวิตช์อัตโนมัติ
ข. เพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้า
ค. เป็นตัวตัดกระแสไฟฟ้าของวงจร
ง. เพิ่มความต้านทานของวงจรไฟฟ้า
จ. ลดความต้านทานของวงจรไฟฟ้า
50. ถ้าจำนวนรอบของขดลวดทองปฐมภูมิของหม้อแปลงอันหนึ่งมีจำนวนรอบมากกว่าทองทุติยภูมิ 2 เท่า เมื่อเสียบกับไฟ 220 โวลต์ จะจ่ายไฟออกเท่าใด
ก. 22 โวลต์
ข. 55 โวลต์
ค. 110 โวลต์
ง. 220 โวลต์
จ. 440 โวลต์

หวังว่าทุกคนคงทำได้

ภาคผนวก ค.

แบบสอบถามความชอบวิธีเรียน

แบบศูนย์การเรียน

แบบสอบถามวัดความชอบวิธีเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้

คำชี้แจงในการตอบคำถาม

1. แบบสอบถามต่อไปนี้ต้องการทราบเกี่ยวกับความรู้สึก และความคิดเห็นของนักเรียนโดยจะมีข้อความให้อ่านเพื่อให้พิจารณาว่านักเรียนมีความคิดเห็น ความรู้สึก หรือชอบปฏิบัติตามข้อความหรือไม่ มากน้อยเพียงใด ดังนั้นจึงไม่มีคำตอบถูกหรือผิดเพราะทุกคนย่อมมีความคิดเห็น ความรู้สึก และชอบแนวทางปฏิบัติไม่เหมือนกัน

2. แบบสอบถามนี้มี 3 ตอนรวม 40 ข้อใช้เวลาตอบ 30 นาที

ตอนแรก เกี่ยวกับค่านิยมวิธีการเรียนการสอน

ตอนที่สอง เกี่ยวกับค่านิยมอุปกรณ์การเรียน

ตอนที่สาม เกี่ยวกับการแบ่งเนื้อเรื่อง

3. วิธีตอบ ในข้อหนึ่งๆจะมีช่องว่างให้เลือกตอบ 11 ช่อง ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อเมื่อเห็นว่าจะตอบตรงข้อใดให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องนั้นตามลักษณะความเป็นจริงของนักเรียน ตัวอย่าง ในข้อที่ 0 ถ้านักเรียนต้องการตอบชอบมากที่สุดให้ทำดังนี้

ข้อที่	ข้อความ	ชอบน้อยที่สุด กลาง ชอบมากที่สุด										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	การได้ช่วยเหลือผู้อื่นเมื่อมีโอกาส											✓

4. พยายามตอบให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด คำตอบจะ ไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อนักเรียนในทางใดๆ

ขอขอบคุณในความร่วมมือนี้อย่างยิ่ง

แบบสอบถามวัดความชอบวิธีเรียนแบบศูนย์การ เรียน

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ภาคผนวก ง.
ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้

คำชี้แจง

การสอนด้วยชุดการสอนไม่ห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน

1. ครูจะต้องจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ซึ่งมีได้จัดเตรียมไว้ในชุดการสอน (สิ่งที่ครูต้องเตรียม)
2. ครูจะต้องจัดชั้นเรียนตามข้อเสนอแนะที่ให้ไว้
3. ครูจะต้องศึกษาเนื้อหาที่ครูสอนโดยละเอียดพอสมควร และศึกษาชุดการสอนในศูนย์-
การเรียนอย่างรอบคอบ
4. ก่อนสอนครูต้อง เตรียมชุดการสอนไว้บนโต๊ะประจำกลุ่มไว้อย่างเรียบร้อย โดยให้
นักเรียนแต่ละคนได้รับหนึ่งชุด เว้นแต่สื่อการสอนที่ต้องใช้ร่วมกันในกลุ่ม
5. ก่อนสอนครูต้องให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเสียก่อน โดยใช้ข้อสอบที่จัดเตรียม
ไว้ให้
6. ก่อนสอนถ้าเป็นการ เรียนโดยการ จัดชั้นเรียนแบบศูนย์การเรียนเป็นครั้งแรก ให้ครู
ชี้แจงให้นักเรียนรู้ เกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการเรียนโดยวิธีนี้
7. การสอนแบ่งออกเป็น 3 ลำดับขั้นคือ
 - 7.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน
 - 7.2 ชี้นำเข้าสู่กิจกรรม
 - 7.3 ชี้นำสรุปบทเรียนและประเมินผล
8. เมื่อต้นที่ที่นักเรียนทุกกลุ่มประกอบกิจกรรม ครูไม่ควรพูดจกจนเกินควร
9. ขณะที่เด็กประกอบกิจกรรม ครูต้องเดินดูการทำงาน of นักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด
หากมีนักเรียนคนใดมีปัญหาควร เข้าไปให้ความช่วยเหลือจนปัญหานั้นคลี่คลาย
10. หากมีนักเรียนคนใดทำงานช้าจนเกินไป ครูต้องดึงออกมาทำกิจกรรมพิเศษ ซึ่งเตรียม
ไว้สำหรับนักเรียนที่เรียนช้า
11. ถ้าหากนักเรียนคนใด กลุ่มใดทำงานได้เร็วจนเกินไป ครูต้องเตรียมกิจกรรมพิเศษไว้
เพื่อควยทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม

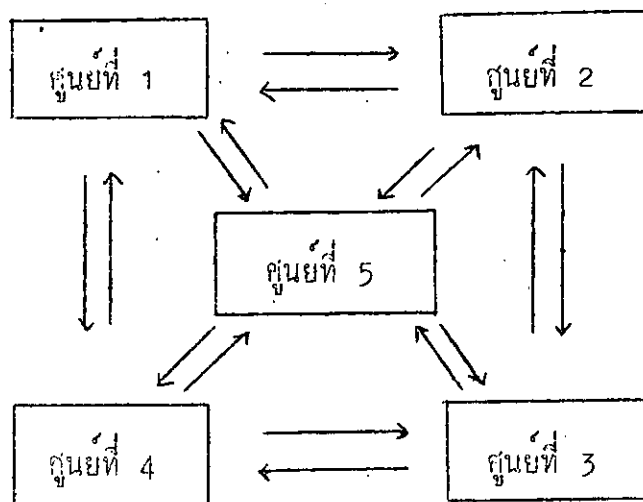
สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. ชุดการสอนตามจำนวนกลุ่มนักเรียน
2. อุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องใช้มีอะไรบ้างในแต่ละชุดการสอน
3. ข้อสอบก่อนและหลังการ เรียนเพื่อทดสอบผลของการ เรียนรู้ ซึ่งมีจำนวนเท่ากับนักเรียน
4. กระดาษคำตอบแบบทดสอบ จำนวน 2 เท่าของนักเรียน
5. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 6 คน
6. จัดโต๊ะศูนย์การเรียนเป็น 6 ศูนย์ โดยให้ศูนย์ที่ 6 เป็นศูนย์สำรองเพื่อศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากที่มีในศูนย์อื่น สำหรับคนหรือกลุ่มที่เรียนเร็ว
7. กระดาษจดบันทึกช่วยความจำ (เพื่อนักเรียนต้องการ)
8. กระดาษตอบแบบฝึกหัดในศูนย์กิจกรรมตามจำนวนนักเรียน
9. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำสำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่มเท่ากับจำนวนนักเรียน
10. ป้ายประจำศูนย์ 6 ป้าย

กิจกรรมก่อนการ เรียนแบบศูนย์การเรียน

1. ครูให้นักเรียนเข้านั่งประจำศูนย์ตามกลุ่มที่แบ่งไว้
2. แจกแบบทดสอบและกระดาษคำตอบให้นักเรียนทำ หากการ เรียนครั้งนั้นเป็นครั้งแรก
3. เมื่อนักเรียนทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูเก็บกระดาษคำตอบและข้อสอบคืน
4. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงวิธีการ เรียนแบบศูนย์การเรียนอย่างคร่าวๆ
5. ครูให้นักเรียนอ่านคำแนะนำในแต่ละศูนย์อย่างระมัดระวัง
6. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้ภาพประกอบของเนื้อหาแต่ละหน่วย

12. การเปลี่ยนกลุ่มจะกระทำได้ เมื่อมีนักเรียนทุกกลุ่มประกอบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว หรืออย่างน้อย 2 กลุ่มก็จะเปลี่ยนกันได้เลย หรือถ้าหากว่ามีกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเสร็จก่อนโดยที่ยังไม่มีกลุ่มอื่นเสร็จ ก็ให้เปลี่ยนไปยังศูนย์สำรองทันที และเมื่อมีกลุ่มใดว่างก็ให้ละจากกลุ่มกิจกรรมไปยังกลุ่มนั้น ดังแผนผังการเปลี่ยนกลุ่ม



13. ก่อนบอกให้เปลี่ยนกลุ่ม ครูจะต้องเน้นให้นักเรียนเก็บชุดการสอนของกลุ่มตนไว้ในสภาพเรียบร้อย ห้ามถือคีมือไปควาย ยกเว้นกระดาษคำตอบของนักเรียนเองและขอให้เปลี่ยนอย่างช้าๆ เป็นระเบียบเรียบร้อย.
14. การสรุปบทเรียนควรจะ เน้นกิจกรรมของทุกกลุ่มหรือตัวแทนของกลุ่มมารวมกัน
15. หลังจากการสอนเสร็จจึงส่งนักเรียนเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำข้อสอบหลังการเรียน ซึ่งเป็นฉบับเกี่ยวกับข้อสอบก่อนการเรียน
16. ในกรณีที่นักเรียนคนใดขาดการเรียนในหน่วยใดหน่วยหนึ่ง ให้นักเรียนเรียนเป็นรายบุคคลจากชุดการสอนที่เตรียมไว้ โดยครูอาจแยกมาอย่างละหนึ่งชุดสำหรับนักเรียนคนนั้น
17. หลังจากที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาทุกกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ครูเก็บกระดาษคำตอบของนักเรียนไว้ในแฟ้มของนักเรียนแต่ละคน เพื่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและความ

กาหนดนาของผูเรียน

หมายเหต

- ก. กิจกรรมสารองจะตองเตรียมไว 2 ประเภท สําหรับนักเรียนที่เรียนชําและสําหรับนักเรียนที่เรียนเร็ว มืงอาจจะออกมาในรูปของการสอนแบบตางๆ และชุดการสอน
- ข. ครูจะตองใหนักเรียนรูจักหญิงในเกียรติ โดยไมลอกหรือแอบดูคาตอบในกรณีที่บทเรียนนั้นมีคาตอบเฉลยไว
- ก. สิ่งทีครูจะตองเตรียมตองกำหนดไวให้ละเอียก โดยเฉพาะสิ่งทีตองมีไว้ในชุดการสอน

บทบาทของผูเรียน

ครูตองชี้แจงใหนักเรียนทราบถึงบทบาทของผูเรียนดังกอไปนี้

1. อานบัตรคำสั่งหรือคำแนะนำและปฏิบัติตามชี้แจงอย่างระมัดระวัง
2. พยายามตอบคำถามหรืออภิปรายอย่างสุกความสามารท คำถามที่ปรากฏไว้ในชุดการสอนไมใชรอสอบ แตเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู
3. นักเรียนตองตั้งใจปฏิบัติตาม อภิปรายอย่างจริงจังและไม่ชักชวนเพื่อนเพื่อชักใบให้เรือเลียบ ไมออกนอกหลุมอกทาง
4. เวลาเปลี่ยนกลุ่มขอใหักับบัตรคำสั่งและสื่อการสอนอย่างอื่นๆ ใ้เรียนบร่วยเพื่อใ้ใ้เรียนกลุ่มอื่นมาใชใ้ไ้ทันที่ ถ้าหากมีอะไรขาดรุดเลียบหาบตองแจงให้ครูทราบทันที
5. เมื่อลุกจากศูนย์กิจกรรมตองจัดเกาอี้ให้เรียนบร่วย และเปลี่ยนไปยังอีกกลุ่มหนึ่ง ภายความเป็นระเบียบ
6. นักเรียนตองใช้ชุดการสอนอย่างระมัดระวัง
7. เนื่องจากการทำกิจกรรมแต่ละกลุ่มมีเวลาจำกัด และตองเปลี่ยนไปทำกลุ่มอื่นอีก นักเรียนจะตองตั้งใจให้ให้เสร็จอย่างรวดเร็ว

ชุดการสอนที่ 1 เรื่องโมเมนต์

เวลา ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

เนื้อหา แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ศูนย์กิจกรรมคือ

ศูนย์ที่ 1 งาน.

ศูนย์ที่ 2 หน่วยของงาน

ศูนย์ที่ 3 กำลัง

ศูนย์ที่ 4 การทำงานโดยใช้หลักโมเมนต์

ศูนย์ที่ 5 เครื่องกลอย่างง่าย

วัสดุอุปกรณ์ ก. ของจริงและของตัวอย่าง

1. คานเหล็ก

2. ตั้มน้ำหนัก

3. วัตถุเจาะรูมีไม้เสียบหมุนรอบแกนได้

4. รอกชนิดต่างๆ

5. ลิ้ม

6. แม่แรง สกรู

7. ด้อและเพลา

ข. วัสดุกราฟิค

1. แผนภูมิแสดงหน่วยต่างๆในระบบเมตริกและระบบอังกฤษ

2. แผนภาพคนทำงานในลักษณะต่างๆกัน

4. แผนภูมิแสดงการทำงานในลักษณะต่างๆประกอบข้อ 2

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. ให้ทราบค่าจำกัดความของคำว่า งาน โมเมนต์ เครื่องกล กำลัง การได้เปรียบเชิงกล
2. เข้าใจกฎของงานที่ใช้กับเครื่องกลพอสังเซป
3. ทราบความแตกต่างระหว่างหน่วยของงานในระบบเมตริกและระบบอังกฤษ
4. เข้าใจเรื่องโมเมนต์ทวนและ โมเมนต์ตาม
5. รู้จักเครื่องกลอย่างง่ายที่ใช้ในการทำงาน พร้อมทั้งหลักในการคำนวณ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถทำโจทย์คำนวณหาค่าของงานได้ถูกต้อง
2. สามารถเขียนหน่วยของงานได้ถูกต้องทั้งในระบบเมตริกและระบบอังกฤษ
3. สามารถตอบได้ถูกต้องว่าหน่วยของแรงใดที่มีความมากและมีค่าน้อย
4. สามารถหาค่าของกำลังได้ถูกต้อง
5. เขียนคำจำกัดความของคำว่า "กำลัง" และ "กำลังม้า" ได้ถูกต้อง
6. แยกประเภทของโมเมนต์ทวนและ โมเมนต์ตามจากโจทย์ได้ถูกต้อง
7. แยกประเภทเครื่องกลได้ว่าประเภทใดช่วยผ่อนแรง ไม่ผ่อนแรง หรือเป็นแค่เพียงเครื่องอำนวยความสะดวกเท่านั้น
8. คำนวณค่าการได้เปรียบเชิงกลได้ถูกต้อง

บัตรคำสั่ง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
 2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
 3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
 4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
 5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แ่อย่าดูคำตอบล่วงหน้า
 6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
 7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้งที่เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใดว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อนๆ กำลังศึกษาอยู่)
-

บัตรเนื้อเรื่อง

หน่วยที่ 1

หน่วยที่ 1

ในหน่วยนี้นักเรียนจะได้เรียนเรื่องงาน (Work) งานหมายถึงผลของการใช้แรงกระทำกับวัตถุให้เคลื่อนที่ไป เช่น นาย ก. ออกแรง 50 ปอนด์ดันให้รถคันหนึ่งเคลื่อนที่ไป 10 ฟุต แต่ นาย ข. ออกแรง 50 ปอนด์ดันรถให้เคลื่อนที่ไป 20 ฟุต แสดงว่านาย ข. ทำงานได้มากกว่า นาย ก.

การวัดค่าของงาน วัดได้โดยเอาแรงคูณกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไป
นั่นคือ งาน = แรงที่กระทำกับวัตถุ $\times$ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปในแนวแรงนั้น

ถ้า F แทนแรงที่กระทำกับวัตถุ
 S แทนระยะทางที่วัตถุนั้นเคลื่อนที่ไป

และ W แทนงาน

จะได้สูตรว่า

$$W = F \times S$$

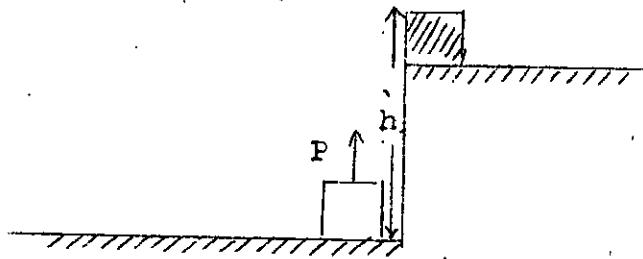
การใช้แรงกระทำกับวัตถุให้เคลื่อนที่ไปนั้นแบ่งได้เป็นแบบต่างๆกันคือ

ก. ออกแรงดันวัตถุให้ไปตามพื้นราบ เช่นออกแรง P ดันวัตถุเคลื่อนที่จาก A ถึง B



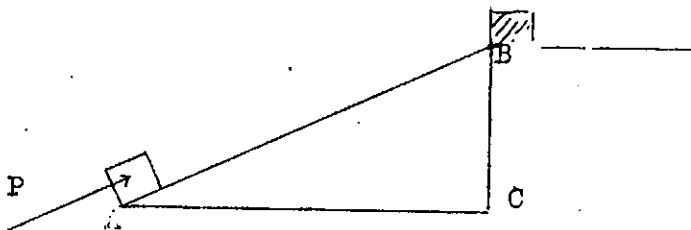
$$\text{งานที่ทำ} = P \times AB$$

ข. ยกของขึ้นที่สูง เช่นออกแรง P ยกวัตถุจากพื้นขึ้นวางบนโต๊ะซึ่งสูง h



$$\text{งานที่ทำ} = P \times h$$

ค. ดันหรือลากวัตถุขึ้นไปตามพื้นเอียง เช่นออกแรง P ดันวัตถุจาก A ถึง B



$$\text{งานที่ทำ} = P \times AB$$

หมายเหตุ

หน่วยของงานเป็นหน่วยของแรง(น้ำหนัก)กับระยะทาง เช่น ฟุต-ปอนด์
กรัม-ซม. ฯลฯ

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 1 ศูนย์ที่ 1

1. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลว่าเหตุใดงานที่ทำในที่ราบ ในแนวตั้ง และในแนวระนาบเอียงจึงได้ค่าของงานเท่ากัน
 2. ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันจากข้อ 1 ว่า ในเมื่องานเท่ากันนั้นแรงที่ออกจะเท่ากันหรือไม่ และเหตุใดแรงจึงต่างกัน
-

แบบทดสอบ ประจำหน่วยที่ 1 ศูนย์ที่ 1

1. จากรูป งาน มีค่าเท่าใด



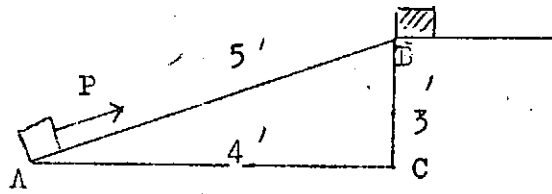
ก. $P \times S$ หน่วย

ข. $P \times A$ หน่วย

ค. $P \times B$ หน่วย

ง. ถูกทุกข้อ

2. จงหางานที่นาย ก. ลากวัตถุจาก A ถึง B



ก. $P \times 5$ หน่วย

ข. $P \times 4$ หน่วย

ค. $P \times 3$ หน่วย

ง. หาค่าไม่ได้เพราะโจทย์บอกไม่ละเอียดพอ

3. ข้อใดได้งานมากที่สุด

ก. ออกแรง 5 ปอนด์ดึงวัตถุไปไกล 3 ฟุต

ข. ออกแรง 4 ปอนด์ดึงวัตถุไปไกล 4 ฟุต

ค. ออกแรง 2 ปอนด์ดึงวัตถุไปไกล 7 ฟุต

ง. ออกแรง 6 ปอนด์ดึงวัตถุไปไกล 2 ฟุต

4. ข้อใดได้งานมากที่สุด

ก. ออกแรง 5 ปอนด์ดึงวัตถุไปบนพื้นราบไกล 5 ฟุต

ข. ออกแรง 5 ปอนด์ยกวัตถุขึ้นที่สูง 10 ฟุต

ค. ออกแรง 10 ปอนด์ลากวัตถุไปตามพื้นเอียง 8 ฟุต

ง. ออกแรง 9 ปอนด์เข็นวัตถุไปไกล 10 ฟุต

5. ข้อใดถือว่าทำงานน้อยที่สุด

ก. แคนหนัก 20 กก. เดินไกล 10 ฟุต

ข. คานหนัก 10 กก. เดินไกล 12 ฟุต

ค. เขียวหนัก 15 กก. ขึ้นบันไดสูง 10 ฟุต

ง. ชาวหนัก 25 กก. ใต้เรือสูง 4 ฟุต

บัตรคำสั่ง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
 2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
 3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
 4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
 5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แ่อย่าดูคำตอบล่วงหน้า
 6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
 7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆเข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้ง que เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใ้ว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อน ๆ กำลังศึกษาอยู่)
-

บัตรเนื้อเรื่อง

หน่วยที่ 1

ศูนย์ที่ 2

ในศูนย์การเรียนนี้นักเรียนจะได้เรียนเรื่อง หน่วยของงาน แต่นักเรียนจะต้องทราบก่อนว่า งาน เกิดจากแรงที่กระทำกับวัตถุคูณกับระยะทางที่วัตถุนั้นเคลื่อนที่ไป

หรือ $\text{งาน} = \text{แรง} \times \text{ระยะทาง}$

หน่วยของงาน (Unit of Work)

หน่วยที่ใช้วัดงานนั้นใช้หน่วยของแรงกับหน่วยของระยะทางคือ

ก. ในระบบอังกฤษ (F.P.S , Foot -Pound-Second) ถ้าแรงมีหน่วยเป็นปอนด์ ระยะทางเป็นฟุต งานจะมีหน่วยเป็น ฟุต-ปอนด์
ถ้าแรงมีหน่วยเป็น เปาอนด์ ระยะทางเป็นฟุต งานจะมีหน่วยเป็น ฟุต-เปาอนด์
(แรง 1 ปอนด์ เท่ากับ 32 เปาอนด์)

ข. ในระบบเมตริก นิยมใช้ 2 แบบคือ

1. M.K.S (Meter-Kilogram- Second)

หรือระบบสากล ถ้าแรงมีหน่วย

เป็น นิวตัน ระยะทางเป็นเมตร งานจะมีหน่วยเป็น เมตร-นิวตัน หรือเรียกว่า " Joule "

2. C.G.S (Centimeter-Gram - Second)

ถ้าแรงมีหน่วยเป็นกรัมระยะทาง

มีหน่วยเป็นเซนติเมตร งานจะมีหน่วยเป็น กรัม-ซม. ถ้าแรงมีหน่วยเป็นไดน์ ระยะทางเป็น ซม. งานจะมีหน่วยเป็น ไดน์-ซม. หรือเรียกว่า " Erg " (แรง 1 กรัมเท่ากับ 980 ไดน์)

ข้อสังเกต

ระบบเมตริก หน่วยของแรงจะอยู่ข้างหน้า เช่น กรัม-ซม.

ระบบอังกฤษ หน่วยของระยะทางจะอยู่ข้างหน้าเช่น ฟุต-ปอนด์

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 1 ศูนย์ที่ 2

ให้นักเรียนช่วยกันเปลี่ยนหน่วยในระบบอังกฤษเป็นระบบเมตริกคือเปลี่ยนจาก
ฟุต-ปอนด์เป็นกรัม-ชม. ช่วยกันกลุ่มละ 3 คน

บัตรคำสั่ง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
 2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
 3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
 4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
 5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีกำรอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แต่อย่าดูคำตอบล่วงหน้า
 6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
 7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้ง que เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใดว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อนๆ กำลังศึกษาอยู่)
-

บัตรเนื้อเรื่อง

หน่วยที่ 1

หน่วยที่ 3

ในตอนนี้ นักเรียนจะได้เรียนเรื่อง กำลัง (Rate Of Work) หรือ Power

กำลังหมายถึง งานที่ทำในเวลาจำกัด เช่นงานต่อ 1 วินาที หรือต่อ 1 นาที หรือต่อ 1 ชั่วโมง โดยมากนิยมคิดต่อ 1 วินาที

$$\text{ดังนั้น} \quad \text{กำลัง} = \frac{\text{งาน}}{\text{เวลา}}$$

หมายเหตุ รู้แล้วใช่ไหมว่า งาน = แรง $\times$ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ และมีหน่วยเป็น ฟุต-ปอนด์ หรือ กรัม-ซม. เวลา

$$\text{ดังนั้นหน่วยของกำลัง} = \frac{\text{หน่วยของงาน}}{\text{เวลา(นิยมเป็นวินาที)}}$$

หน่วยของกำลังที่ใช้กันมากเวลานี้ก็คือ คิดเป็น กำลังม้า (Horse Power) ใช้ตัวย่อ H.P.

1 กำลังม้า หมายถึง งานที่ทำได้ 550 ฟุต-ปอนด์ต่อเวลา 1 วินาที

ตัวอย่าง เช่นเครื่องยนต์เครื่องหนึ่งสามารถทำงานได้ 550 ฟุต-ปอนด์ใน 1 วินาที เราเรียกว่าเครื่องยนต์นั้นมีกำลังเท่ากับ 1 กำลังม้า

ตัวอย่าง เด็กคนหนึ่งยกของหนัก 1200 กรัมขึ้นสูง 100 ซม. ในเวลา 2 นาที จงหา กำลัง ของเด็กคนนั้น

วิธีทำ ในเวลา 2 นาทีหรือ 120 วินาทีเด็กทำงานได้ $= 1200 \times 100$ กรัม-ซม.

$$= 120,000 \text{ กรัม-ซม.}$$

$$\text{ดังนั้น 1 วินาทีทำงานได้} = \frac{120,000 \text{ กรัม-ซม./วินาที}}{120}$$

$$\therefore \text{เด็กมีกำลัง} = 1,000 \text{ กรัม-ซม. ต่อวินาที}$$

(จะเห็นได้ว่า หน่วยของกำลัง มีหน่วยเป็น หน่วยของงานหารด้วยหน่วยของเวลา)

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 1 ศูนย์ที่ 3

ให้นักเรียนหาค่ากำลังม้าก่อนที่ แล้วอธิบายว่าค่าที่ได้เปลี่ยนแปลงไป
อย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

แบบทดสอบ ประจำหน่วยที่ 1 ศูนย์ที่ 3

1. กำลัง มีความหมายตรงกับข้อใด

ก. แรงต่อหนึ่งหน่วยเวลา

ข. งานต่อหนึ่งหน่วยเวลา

ค. ระยะทางต่อหนึ่งหน่วยเวลา

ง. แรงคูณระยะทางคูณเวลา

2. เวลา 5 วินาทีนายแดงทำงานได้ 1000 ฟุต-ปอนด์ จงหากำลังของแดง

ก. 5,000 ฟุต-ปอนด์ต่อวินาที

ข. 200 ฟุต-ปอนด์ต่อวินาที

ค. 40 ฟุต-ปอนด์ต่อวินาที

ง. 200 ฟุต-ปอนด์ต่อวินาที

3. งาน 1 กำลังม้า มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 550 ฟุต-ปอนด์ต่อวินาที

ข. 3,300 ฟุต-ปอนด์ต่อวินาที

ค. 3,300 ฟุต-ปอนด์ต่อวินาที

ง. ไม่มีข้อใดถูก

4. ข้อใดถูกต้อง

ก. กำลังคืองานในเวลาจำกัด

ข. งานคือกำลังนั่นเอง

ค. กำลังมีหน่วยเหมือนงาน

ง. ถูกทั้ง ข้อ ก ข และ ค

5. ข้อใดเป็นหน่วยของกำลัง

ก. ฟุต-ปอนด์

ข. กำลังม้า

ค. กรัม-ซม.ต่อวินาที

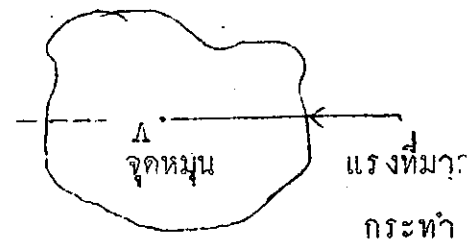
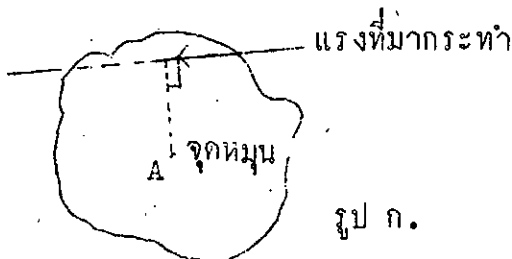
ง. ถูกทั้งข้อ ข และ ค

บัตรคำสั่ง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ได้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แ่อย่าดูคำตอบล่วงหน้า
6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้งที่เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใดว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อน ๆ กำลังศึกษาอยู่)

ในศูนย์นี้นักเรียนจะได้เรียนเรื่อง โมเมนต์ (Moment) หรือแรงหมุน (ไม่ต้องกลัวยาก ถ้าตั้งใจจะท่องง่ายจริงๆ)

โมเมนต์หรือแรงหมุน - เกิดจากการที่มีแรงมากระทำให้วัตถุหมุนรอบจุดใดจุดหนึ่ง
นักเรียนดูรูปประกอบไปด้วยจะได้เข้าใจ



รูป ก. แรง จะทำให้วัตถุกลิ้งนั้นหมุนรอบจุด

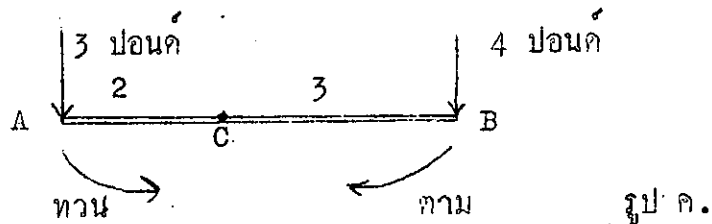
รูป ข. ถ้าแรง P มีขนาดมากพอวัตถุกลิ้งนั้นจะเคลื่อนที่ไปโดยไม่หมุน (เมื่อไม่หมุนถือว่าไม่มีค่าโมเมนต์ หรือค่าโมเมนต์เท่ากับศูนย์)

นักเรียนลองดูรูป ก. อีกครั้ง วัตถุจะหมุนได้ต้องเกิดจากแรง P และแรง -P นี้ต้องไม่ผ่านจุดหมุน แต่ต้องมีระยะห่างจาก A. (คิดระยะตั้งฉาก)

นั่นคือ $\text{โมเมนต์มีค่า} = \text{แรง} \times \text{ระยะตั้งฉากจากจุดหมุนไปยังแนวแรง}$

ในรูป ข วัตถุจะไม่หมุน และค่าโมเมนต์เป็นศูนย์เพราะค่าโมเมนต์เกิดจากแรง $P \times 0$ เท่ากับ 0

รูป ก. AB เป็นไม้แผ่นหนึ่งแขวนไว้ที่จุด C มีน้ำหนัก 3 ปอนด์และ 4 ปอนด์แขวนไว้ที่ปลายทั้งสองดังรูป ค่าของโมเมนต์ของแรง 3 ปอนด์ ที่จะทำให้ A หมุนรอบจุด C



= แรง 3 ปอนด์ $\times$ ระยะตั้งฉาก 2 ฟุต

ดังนั้นมีค่าโมเมนต์ เท่ากับ 6 ฟุต-ปอนด์

แต่แรง 4 ปอนด์ที่จะทำให้ B หมุนรอบจุด C

= แรง 4 ปอนด์ $\times$ ระยะตั้งฉาก 3 ฟุต

ดังนั้นมีค่าโมเมนต์ เท่ากับ 12 ฟุต-ปอนด์

นั่นคือในกรณีนี้โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา มากกว่า ชนิดทวนเข็มนาฬิกา ดังนั้น AB จะหมุนตามเข็มนาฬิกา มีจุดหมุนที่ C

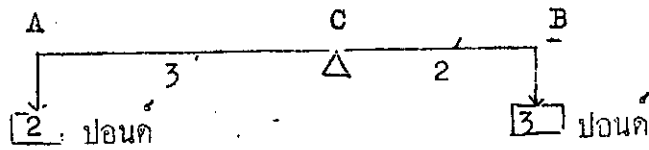
สรุป ก. โมเมนต์มี 2 ชนิดคือ ชนิดทวนเข็มนาฬิกา และตามเข็มนาฬิกา

ข. ถ้าวัตถุอยู่นิ่งแสดงว่าโมเมนต์ทั้งสองชนิดมีค่าเท่ากันหักล้างกันหมด
(เป็นกฎของโมเมนต์)

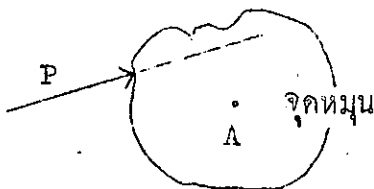
กิจกรรมประจำหน่วยที่ 1 ศูนย์ที่ 4

1. ให้นักเรียนหาคำแห่งที่กระทำแล้วให้วัตถุหมุนรอบแกนว่าตำแหน่งใดบ้างที่ทำให้วัตถุหมุนรอบแกนและตำแหน่งใดเมื่อให้แรงกระทำกับวัตถุแล้ววัตถุไม่หมุน
 2. จากคานและค้อนน้ำหนักที่กำหนดให้ลองเปลี่ยนจุดหมุนค้อนน้ำหนักแล้วเปลี่ยนตำแหน่งที่แขวนหลายๆแห่ง และคำนวณหาค่าโมเมนต์แต่ละข้างสังเกตว่าขณะสมดุลโมเมนต์แต่ละข้างเป็นเท่าใด
-

แบบทดสอบ ประจำหน่วยที่ 1 ศูนย์ที่ 4



1. จากรูปข้างบนโมเมนต์ของน้ำหนัก 2 ปอนด์รอบจุด C มีค่าเท่าใด
 - ก. 5 ฟุต-ปอนด์
 - ข. 6 ฟุต-ปอนด์
 - ค. 10 ฟุต-ปอนด์
 - ง. 2 ฟุต-ปอนด์
2. จากรูปข้างบนโมเมนต์ของน้ำหนัก 3 ปอนด์รอบจุด C มีค่าเท่าใด
 - ก. 5 ฟุต-ปอนด์
 - ข. 6 ฟุต-ปอนด์
 - ค. 10 ฟุต-ปอนด์
 - ง. 3 ฟุต-ปอนด์
3. จากรูปข้างบนตรงกับข้อใด
 - ก. โมเมนต์ทวนมากกว่าโมเมนต์ตาม
 - ข. โมเมนต์ทวนน้อยกว่าโมเมนต์ตาม
 - ค. โมเมนต์ทวนเท่ากับโมเมนต์ตาม
 - ง. AB หมุนรอบจุด C อย่างช้าๆ
4. ถ้าแรงที่กระทำไม่ผ่านจุดหมุนของวัตถุตั้งรูปข้างล่างจะเกิดอะไรขึ้น



- ก. วัตถุจะหมุนรอบจุด A
 - ข. วัตถุจะเคลื่อนที่ไปทั้งก่อน
 - ค. โมเมนต์รอบ A มีค่าเท่ากับ 0
 - ง. โมเมนต์ทวนมีค่ามากกว่าโมเมนต์ตาม
5. ข้อความใดถูกต้อง
 - ก. ถ้าวัตถุก้อนหนึ่งถูกกระทำด้วยแรงหลายๆแรง แต่วัตถุนั้นอยู่นิ่งแสดงว่า โมเมนต์ชนิดทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับโมเมนต์ชนิดตามเข็มนาฬิกา
 - ข. ถ้าโมเมนต์มีค่าน้อยจะทำให้วัตถุไม่หมุน
 - ค. ถ้าโมเมนต์มีค่ามากจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว
 - ง. ถูกทุกข้อ

บัตรคำสั่ง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
 2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
 3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
 4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
 5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แ่อย่าดูคำตอบล่วงหน้า
 6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
 7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้ง que เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใดว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อนๆ กำลังศึกษาอยู่)
-

ในศูนย์นี้นักเรียนจะได้เรียนเรื่อง เครื่องกล (Machine) เครื่องกลในที่นี้ไม่ใช่เครื่องจักรนะ แต่เครื่องกลในที่นี้หมายถึง เครื่องมือที่ช่วยให้เราทำงานในสิ่งที่เกินความสามารถของเราโดยตรงได้ มีอยู่ 6 ประเภทได้แก่

- | | |
|---------|-------------------------|
| 1. คาน | 2. ล้อและเฟลา |
| 3. รอก | 4. ระนาบเอียงและพื้นลาด |
| 5. ลิ้ม | 6. สกรู |

เครื่องกลที่กล่าวมาแล้วนี้ ไม่ได้ช่วยผ่อนงาน แต่ช่วยผ่อนแรง เพราะว่าเราต้องการงานเท่าเดิมแต่ออกแรงน้อยกว่าเดิมหรือน้อยกว่าน้ำหนักวัตถุที่จะยกนั่นเอง เช่นเราต้องการเอาถังน้ำมันใบใหญ่ขึ้นรถบรรทุก ซึ่งเราไม่สามารถยกขึ้นโดยตรงได้ แต่ถ้าเราเอาไม้มาพาดกับท้ายรถเป็นพื้นเอียงก็สามารถถลึงขึ้นไปได้ โดยที่งานก็เท่าเดิม (คือถังน้ำมันขึ้นไปอยู่บนรถตามที่ต้องการ)

แรงที่ใช้ในเครื่องกล แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. แรงพยายาม หมายถึงแรงที่เราให้แก่เครื่องกลแทนด้วย P
2. แรงต้านทาน หมายถึงแรงหรือน้ำหนักวัตถุที่ต้องการกระทำให้เป็นไปตามความประสงค์ แทนด้วย W

การได้เปรียบเชิงกล (Mechanical Advantage) ใช้ตัวย่อ M.A

หมายถึงอัตราส่วนระหว่างแรงต้านทานกับแรงพยายาม

$$\text{คือ } M.A = \frac{W}{P}$$

ถ้า $M.A > 1$ แสดงว่าเครื่องกลนั้นไม่ช่วยผ่อนแรงเลยแต่อาจช่วยอำนวยความสะดวก

ถ้า M.A มากกว่า 1 แสดงว่าเครื่องกลนั้นช่วยผ่อนแรงหรือได้เปรียบเชิงกล

ถ้า M.A น้อยกว่า 1 แสดงว่าเครื่องกลนั้นเสียเปรียบเชิงกล

ประสิทธิภาพเครื่องกล (Efficiency Of Machine)

หมายถึงอัตราส่วนระหว่างงานที่ได้จากเครื่องกล ต่องานที่ให้กับเครื่องกล

$$\text{นั่นคือประสิทธิภาพเครื่องกล} = \frac{\text{งานที่เราได้จากเครื่องกล}}{\text{งานที่เราให้กับเครื่องกล}} \times 100$$

(เพราะว่าประสิทธิภาพโดยมากเป็นทศนิยมจึงนิยมทำเป็นร้อยละ โดยเอา 100 มาคูณ)

หมายเหตุ งานที่เราได้จากเครื่องกล คืองานที่เครื่องกลทำ

งานที่เราให้กับเครื่องกล คืองานที่เราทำ

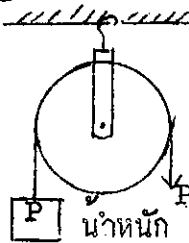
(งานหาได้จาก การที่เราเอาแรงที่ออกหรือน้ำหนักวัตถุ คูณกับ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไป)

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 1 ศูนย์ที่ 5

ให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างเครื่องกลที่คิดว่าจะจักเข้าอยู่ในเครื่องกล
ทั้ง 6 ประเภทที่กล่าวไว้

แบบสอบถาม ประจำหน่วยที่ 1 ศูนย์ที่ 5

1. จากรูปรอกขางกลาง สมมติไม่มีความฝืดเลยนักเรียนลองคิดดูว่าจะมีผลตามข้อใด



ก. $P = W$

ข. P มากกว่า W

ค. P น้อยกว่า W

ง. $P = \frac{W}{2}$

2. จากรูปข้อ 1. $M.A$ จะมีค่าเท่าใด

ก. $M.A$ มากกว่า 1

ข. $M.A$ น้อยกว่า 1

ค. $M.A$ เท่ากับ 1

ง. $M.A$ มีค่าไม่แน่นอน

3. เครื่องกลชนิดใดจะช่วยผ่อนแรงในการทำงานในเมื่อ

ก. แรงพยายามมากกว่าแรงต้านทาน ข. แรงต้านทานมากกว่าแรงพยายาม

ค. แรงต้านทานเท่ากับแรงพยายาม ง. เครื่องกลที่มีราคาค่อนข้างแพงและคุณภาพดี

4. ในการที่เราใช้เครื่องกลช่วยทำงานเพื่อต้องการอะไร

ก. ช่วยให้งานที่ได้จากเครื่องกลมากกว่างานที่เราป้อนเข้าไป

ข. เพื่อต้องการออกแรงน้อยลงแต่ได้งานเท่าเดิม

ค. ต้องการความรวดเร็วเป็นประการสำคัญ

ง. ต้องการความสะดวกเป็นประการสำคัญ

5. เครื่องกลทั้งหลายที่ช่วยในการทำงานมีจุดสำคัญร่วมกันคือ

ก. ออกแรงพยายามน้อยกว่าน้ำหนักวัตถุจริง

ข. สะดวกกว่าการทำงานโดยไม่ใช้เครื่องกล

ค. ประหยัดเวลาในการทำงาน

ง. งานที่เราได้เท่ากับงานที่เราให้กับเครื่องกล

บัตรคำสั่ง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
 2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
 3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
 4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
 5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แ่อย่าดูคำตอบล่วงหน้า
 6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
 7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้ง que เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใดว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อนๆ กำลังศึกษาอยู่)
-

ชุดการสอนที่ 2 เครื่องผ่อนแรง

เวลา ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

เนื้อหา แบ่งออกเป็น 5 ศูนย์กิจกรรมคือ

- ศูนย์ที่ 1 คาน
- ศูนย์ที่ 2 ล้อและเพลลา
- ศูนย์ที่ 3 รอก
- ศูนย์ที่ 4 ระนาบเอียง ลิ่ม
- ศูนย์ที่ 5 สกรู

วัสดุอุปกรณ์

ของจริง

1. คาชั่งจีน
2. คีมคัทลวด
3. กรรไกรตัดผ้า
4. ฆ้อน
5. เครื่องตัดกระดาษ
6. คีมคีบถ่าน คีมคีบน้ำแข็ง
7. ตะเกียบ
8. ล้อและเพลลา
9. รอกเดี่ยวและรอกพวงระบบ 1, 2 และ 3
10. ฟันลาค , ลิ่ม
11. แม่แรง , ตะปูเกลียว , สว่าน

รูปภาพ

1. รูปภาพพรตเข็นดิน
2. รูปภาพคนขี่จักรยาน
3. รูปคนคันของขึ้นพื้นลาด
4. รูปคนผ่าฟืน

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. ให้นักเรียนนำความรู้จากการเรียนไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้
2. ให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกตและทราบความแตกต่างของเครื่องผ่อนแรงชนิดต่างๆ
3. ให้นักเรียนทราบหลักการทำงานของเครื่องผ่อนแรงชนิดต่างๆ และทราบว่าเครื่องผ่อนแรงชนิดใดบ้าง ควรใช้หลักการคำนวณวิธีเดียวกันและใช้การคำนวณโดยวิธีใด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนทำโจทย์เรื่องคานได้ถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถแยกประเภทของโมเมนต์ทวน เข็ม นาฬิกาและโมเมนต์ตาม เข็ม นาฬิกาได้ถูกต้อง
3. นักเรียนทำโจทย์เรื่องล้อและเฟลา โดยใช้หลักของโมเมนต์ได้ถูกต้อง
4. นักเรียนสามารถจำแนกได้ว่า การทำงานชนิดใดใช้หลักของล้อและเฟลา
5. นักเรียนตอบได้ว่า ส่วนใดเป็นล้อ ส่วนใดเป็นเฟลา จากเครื่องแรงชนิดต่างๆ ที่ยกไว้ข้างมาให้
6. นักเรียนสามารถแยกประเภทและบอกความแตกต่างของรอกระบบต่างๆ ได้
7. นักเรียนคำนวณหาค่าน้ำหนักที่ยก ด้วยรอกชนิดต่างๆ ได้ถูกต้อง
8. นักเรียนแยกประเภทได้ว่า งานชนิดใดใช้หลักการทำงานโดยใช้อาศัยหลักพื้นลาด

เป็นเครื่องดนตรี

9. นักเรียนทำโจทย์เรื่องระนาดเขียงและเรื่องลิ้มได้ถูกต้อง
10. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างอุปกรณ์เครื่องใช้ที่จัดว่าเป็นเครื่องประเภทสกรูได้ถูกต้อง
11. นักเรียนชี้ส่วนประกอบต่างๆ ของสกรูได้ถูกต้อง

คาน (Lever) เป็นเครื่องกลประเภทหนึ่ง หมายถึงวัตถุที่ยาวและแข็ง เกร็งไม่จำเป็น
ต้องตรงเสมอไป รูปร่างตามลักษณะที่จะนำไปใช้งาน (ไม่ใช่คานหาบของชายเท่านั้นหรอกนะ)

คานแบ่งออกได้ 3 แบบ โดยถือเอาจุดหมุนและจุดออกแรงพยายามเป็นเกณฑ์

เมื่อ F แทนจุดหมุน

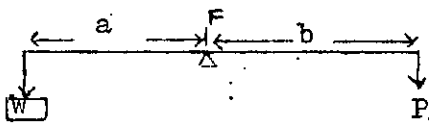
W แทนแรงต้านทาน

P แทนแรงพยายาม

a แทนแขนของแรงต้านทาน

b แทนแขนของแรงพยายาม

คานแบบที่ 1 มี F อยู่ระหว่าง W และ P

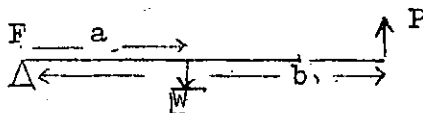


การคำนวณ

$$W \times a = P \times b$$

เครื่องใช้ที่หลักของคานแบบนี้ได้แก่ ตาชั่งจีน คีมตัดลวด กรรไกรตัดหญ้า ขอน ชะแล้ง ฯลฯ

คานแบบที่ 2 มี P อยู่ระหว่าง F และ W

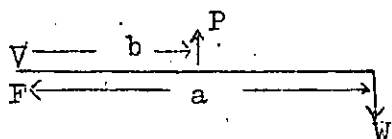


การคำนวณ

$$W \times a = P \times b$$

เครื่องใช้ประเภทนี้ได้แก่ เครื่องตักกระดาษ รถเข็นดิน กรรไกรหนีบหมาก

คานแบบที่ 3 มี P อยู่ระหว่าง F และ W



การคำนวณ

$$W \times a = P \times b$$

บัตร เนื้อเรื่อง

หน่วยที่ 2

ศูนย์ที่ 1

คานแบบนี้ไม่ช่วยผ่อนแรงเลย เป็นแค่เพียงช่วยให้ทำงานได้สะดวกขึ้นเท่านั้น เช่น
คีมคีบถ่าน คีมคีบน้ำแข็ง กรรไกรตัดผมโบราณ ตะเกียบคีบอาหาร

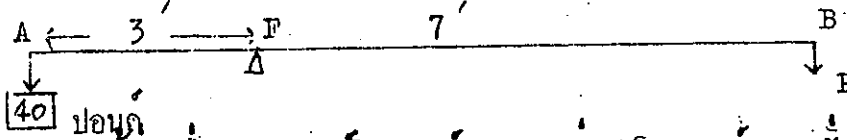
เราจะเห็นว่าประเภทนี้บางที่เราต้องออกแรงมากกว่าใช้มือหยิบเสียอีก แต่ที่ต้องใช้เครื่อง
ผ่อนแรงเหล่านี้เพราะไม่สะดวกบางประการ เช่นเอามือหยิบถ่านออกจากเตา หรือเอามือ หยิบ
อาหารในแกงร้อนๆ เป็นต้น

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 2 ศูนย์ที่ 1

1. ให้นักเรียนทดลองหาค่าแรงจุดหมุน ค่าแรงพยายามและค่าแรง
ต้านทานจากเครื่องผ่อนแรงที่อยู่บนโต๊ะ พร้อมทั้งวาดรูปประจำตำแหน่งประกอบด้วย
 2. ให้เขียนลูกศรประกอบข้อ 1 ด้วยว่า แรงใดให้ค่าโมเมนต์ทวนและโมเมนต์
ตาม
-

แบบทดสอบ ประจำปีหน่วยที่ 2 ส่วนที่ 1

รูปข้างล่างนี้สำหรับทำโจทย์ข้อ 1-3 (เมื่อคานสมดุลหรืออยู่นิ่ง)



(นักเรียนคงจำได้ว่า เมื่อคานสมดุลโมเมนต์ทวนจะเท่ากับโมเมนต์ตาม) นั่นคือ

$$W \times AF = P \times FB$$

1. P จะมีค่าเท่าใด

- ก. 40 ปอนด์
- ข. $17 \frac{1}{7}$ ปอนด์
- ค. $93 \frac{1}{3}$ ปอนด์
- ง. 20 ปอนด์

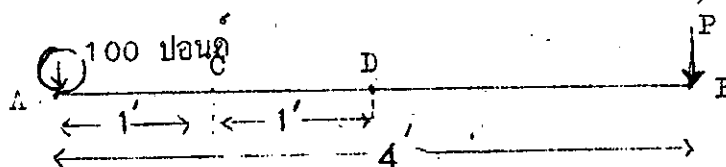
2. ถ้า F ทาง A = 5 ฟุต P จะต้องมีความเท่าใดคานจึงจะสมดุล

- ก. 20 ปอนด์
- ข. 30 ปอนด์
- ค. 40 ปอนด์
- ง. 50 ปอนด์

3. โมเมนต์ชนิดตามเข็มนาฬิกาที่มีความเท่าใด

- ก. 120 ฟุต-ปอนด์
- ข. 280 ฟุต-ปอนด์
- ค. 400 ฟุต-ปอนด์
- ง. หาค่าแน่นอนไม่ได้

4.



จากรูปถ้าจุดหมุนอยู่ที่ C แล้ว AB สมดุลข้อใดถูกต้อง

- ก. P มีค่ามากกว่า 100 ปอนด์
- ข. P มีค่าน้อยกว่า 30 ปอนด์
- ค. P มีค่ามากกว่า 30 ปอนด์แต่ไม่เกิน 40 ปอนด์
- ง. หาค่า P ไม่ได้

5. จากรูปข้อ 4 ถ้า P = 100 ปอนด์และคาน AB สมดุลข้อใดถูกต้อง

- ก. จุดหมุนต้องอยู่ที่ D
- ข. ระยะ AC + CD = DB
- ค. โมเมนต์ของ P รอบจุด D เท่ากับโมเมนต์ของแรง 100 ปอนด์รอบจุด D
- ง. ถูกทุกข้อ

บัตรคำสั่ง

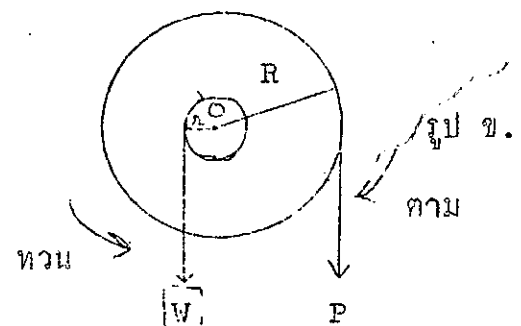
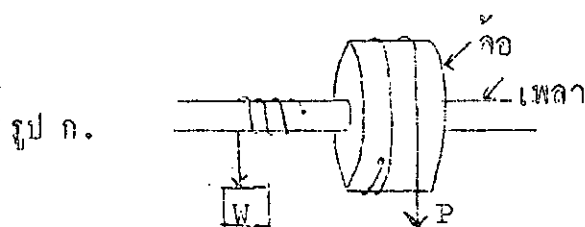
1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
 2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
 3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
 4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
 5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แ่อย่าดูคำตอบล่วงหน้า
 6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
 7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้ง que เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใดว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อนๆ กำลังศึกษาอยู่)
-

ล้อ (WHEEL) และ เพลา (AXLE)

ล้อและเพลามีอยู่ทั่วไปนักเรียนคงเคยเห็นมาบ้างแล้ว ล้อและเพลาเป็นเครื่องกล
นอนแรงอย่างหนึ่ง ประกอบด้วยวัตถุลักษณะทรงกระบอก 2 อันติดกัน อันใหญ่เรียกว่าล้อ อันเล็ก
เรียกว่าเพลา มีเชือกพันอยู่ 2 เส้น เส้นหนึ่งพันเพลาโดยมีปลายยึดแน่นติดกับเพลาส่วน
อีกปลายหนึ่งยึดกอน้ำหนักที่จะยกขึ้น

เชือกอีกเส้นหนึ่งพันรอบล้อ โดยปลายหนึ่งยึดติดกับล้อ ปลายที่เหลือไว้สำหรับออกแรง
พยายามดึง เชือกทั้งสองนี้พันสวนทิศกัน เพื่อว่าเราออกแรงดึง เชือกที่ล้อเพลาจะหมุนตาม
แต่เพลาจะหมุนวนเชือกดึง เอาถ่วงน้ำหนัก ซึ่งในทันทีคือ แรงต้านทานอื่นมาได้

เมื่อล้อหมุน 1 รอบ เพลาจะหมุน 1 รอบเช่นกัน



การคำนวณจากรูป ข. ถ้า O เป็นจุดหมุน

โมเมนต์ทวน = โมเมนต์ตาม

$$W \times r = P \times R$$

หรือจะใช้หลักของงานก็ได้ เพราะว่าเมื่อล้อหมุน 1 รอบ เพลาจะหมุน 1 รอบด้วย

เมื่อออกแรง P ดึงเชือก 1 รอบต้องทำงาน = $P \times 2\pi R$ ← เส้นรอบวงล้อ

น้ำหนักวัตถุจะเคลื่อนที่ 1 รอบได้งาน = $W \times 2\pi r$ ← เส้นรอบวงเพลา

บัตร เนื้อเรื่อง

หน่วยที่ 2

ตอนที่ 2

แสดงของงานกล่าวหา

งานที่ทำโดยแรงพยายาม = งานที่ทำโดยแรงต้านทาน

หรือ

งานที่ให้กับเครื่องกล = งานที่ได้ออกมา

$$P \times 2R = W \times 2r$$

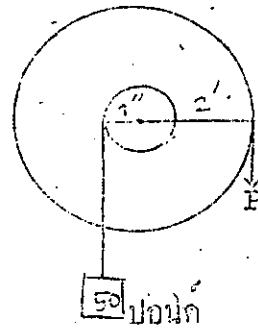
2

นักเรียนจะไขสูตร (1) หรือ สูตร (2) ก็ได้ โดยแทนค่าตัวที่ทราบค่าลงไป
ก็จะได้คำตอบออกมา

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 2 ศูนย์ที่ 2

1. ให้ทดลองเปลี่ยนน้ำหนักที่แขวนไว้กับล้อ แล้วสังเกตแรงดึงเชือกที่ลอกจากเครื่องวัด เขียนค่าน้ำหนักไว้อย่างน้อย 3 ครั้ง
 2. ให้นักเรียนลองเปลี่ยนขนาดของล้อ แล้วจับบันทึกแรงดึงเทียบกับน้ำหนักที่เพลลาซึ่งคงที่ไว้ตลอดเวลา
 - 3: นักเรียนจงแสดงส่วนที่เป็นล้อและเพลลาของรถจักรยาน และเครื่องวิดน้ำจากบ่อ โดยดูจากภาพที่อยู่บนโต๊ะ
-

แบบทดสอบ ประจำหน่วยที่ 2 ญัตติที่ 2
รูปข้างล่างนี้สำหรับทำโจทย์ข้อ 1-3



รัศมีเฟลา 1 "
รัศมีล้อ 2 "

- จะมีค่าอย่างน้อยที่สุดเท่าใดจึงจะสมดุล
 - 25 ปอนด์
 - 2 1/12 ปอนด์
 - 10 ปอนด์
 - 100 ปอนด์
- จากรูปถ้าความยาวของรัศมีล้อนั้นมากกว่า 2 ฟุตขึ้นไป แต่ต้องการให้สมดุลอยู่เหมือนเดิมจะทำได้หรือไม่
 - ต้องออกแรงดึงเพิ่มมากขึ้น
 - จะต้องออกแรงดึงน้อยลง
 - ออกแรงดึงเท่าเดิม
 - ไม่มีโอกาสสมดุล
- จากรูปถ้าเชือกที่รองรับแรงที่ไกลที่สุด 10 ปอนด์ และเอาน้ำหนัก 10 ปอนด์แขวนที่ P จะเป็นอย่างไร
 - เชือกขาด
 - น้ำหนัก 50 ปอนด์ที่เฟลาจะเคลื่อนที่ขึ้น
 - น้ำหนัก 50 ปอนด์ที่เฟลาจะเคลื่อนที่ลง
 - ทั้งล้อและเฟลาจะหยุดนิ่ง
- หลักการของล้อและเฟลามีใช้ในเรื่องใด
 - คนถีบจักรยาน
 - คนหมุนขวานมาลัยรถยนต์
 - คนไม่แบ่ง
 - ถูกทั้งข้อ ก ข และ ค
- ทำไมล้อจึงใหญ่กว่าเฟลา
 - เพื่อให้เฟลามีแรงไถลน้อยกว่าล้อ
 - เพื่อให้ทำงานเพิ่มขึ้น
 - ช่วยผ่อนแรงให้น้อยลง
 - ถูกทั้งข้อ ก ข และ ค

บัตรคำสั่ง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
 2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
 3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
 4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
 5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แ่อย่าดูคำตอบล่วงหน้า
 6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
 7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้ง que เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใ้ว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อน ๆ กำลังศึกษาอยู่)
-

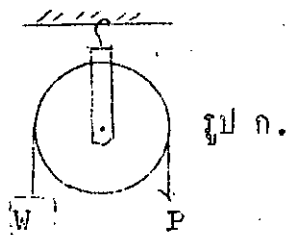
นักเรียนคงเคยเห็นรอกมาบ้างแล้วใช่ไหม ?

รอก (PULLEY) มีลักษณะเป็นดูล้อมมีแกนตรงกลางหมุนได้คล่อง ที่ข้อมีร่องสำหรับคล้องเชือก รอกมี 2 ชนิด คือ ก. รอกเดี่ยว

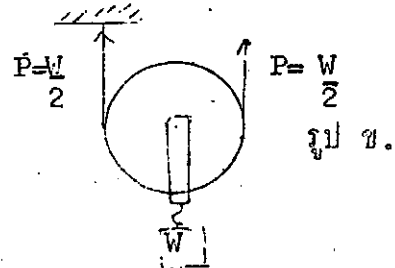
ข. รอกพวง

รอกเดี่ยว คือรอกที่มีเพียงอันเดียวแบ่งได้ 2 แบบ

- รอกเดี่ยวตายตัว รอกแบบนี้ แขนงไว้กับที่ แล้วใช้เชือกคล้องเพื่อยกของขึ้นดังรูป รอกแบบนี้ไม่ช่วยผ่อนแรง แต่อำนวยความสะดวก เช่นยกของไว้ที่สูงๆ



รูป ก.



รูป ข.

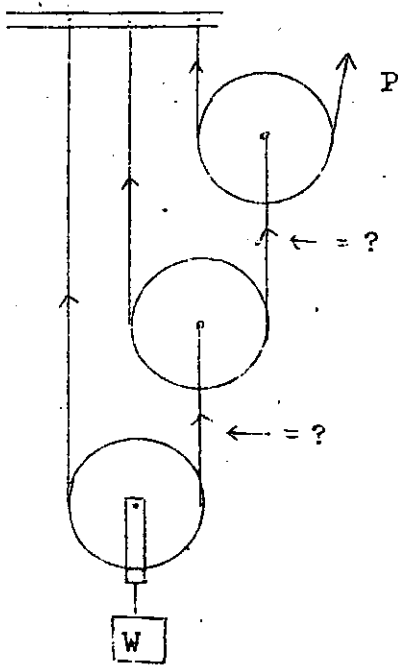
- รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ ใช้เชือกคล้องดังรูป ข. ปลายเชือกข้างหนึ่งติดกับที่มั่นข้างบน อีกปลายหนึ่งสำหรับออกแรงพยายาม กอนำหนักที่ต้องการยกจะถูกติดกับรอก

การใช้รอกแบบนี้คล้ายๆกับใช้คน 2 คนโดยออกแรงเท่าๆกัน $P = \frac{W}{2}$

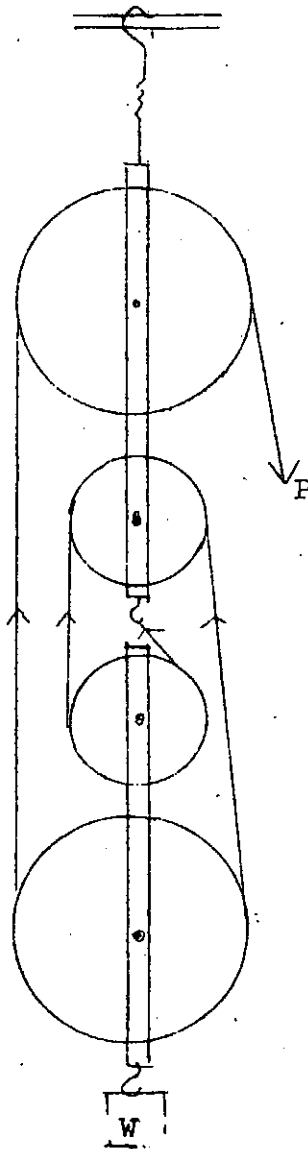
หมายความว่า ออกแรงถึง เชือกเพียงครึ่งหนึ่งของน้ำหนักวัตถุเท่านั้น

รอกพวง เมื่อใช้รอกหลายๆอันมาประกอบกันช่วยในการทำงาน จะทำให้ทุ่นแรงได้มากขึ้น รอกหลายๆอันที่ประกอบกันนี้เรียกว่า รอกพวง ซึ่งจัดได้ 3 ระบบ ดังรูป

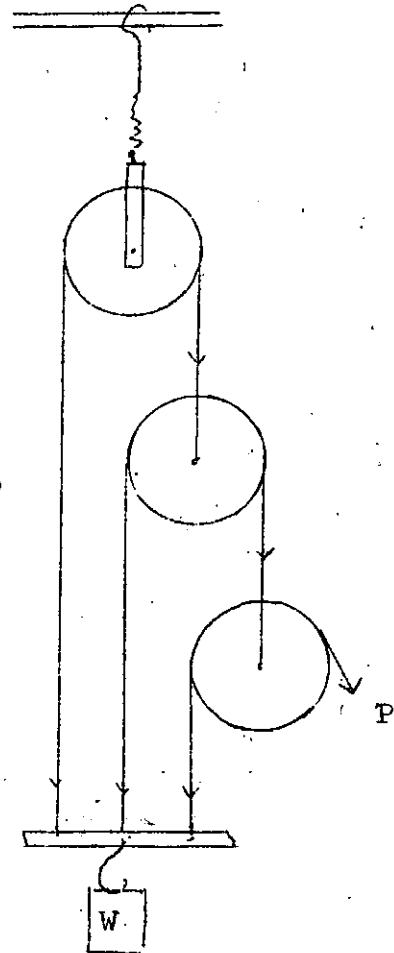
รูปประกอบเนื้อเรื่องหน่วยที่ 2 ศูนย์ที่ 3



ระบบที่ 1



ระบบที่ 2



ระบบที่ 3

แบบทดสอบ ประจำหน่วยที่ 2 ศูนย์ที่ 3

1. ถ้าต้องการใช้รอกช่วยทำงานเพื่อย่นแรงมากๆควร เลือกข้อใด

- ก. รอกเดี่ยวเคลื่อนที่
- ข. รอกเดี่ยวตัวใหญ่ๆ
- ค. รอกพวง
- ง. ไข้เชือกเส้นใหญ่ๆ

2. ถ้าต้องการรอกแรงเพียง 50 ปอนด์ แต่ต้องการยกของได้หนัก 100 ปอนด์ต้องใช้เครื่องกลข้อใด

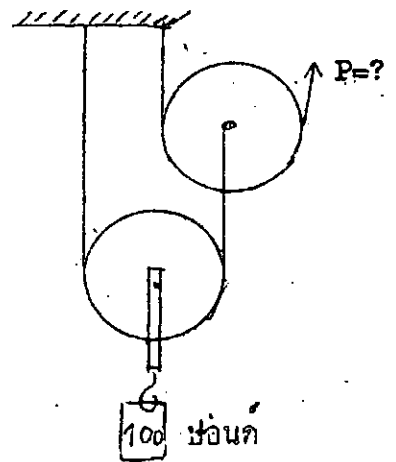
- ก. รอกเดี่ยวตายตัว
- ข. รอกเดี่ยวเคลื่อนที่
- ค. รอกพวง 2 ตัว
- ง. รอกพวงระบบที่ 1 สองตัว

3. ถ้าต้องการยกของขึ้นที่สูงๆโดยไม่ตอมปีนขึ้นไป และไม่ต้องการผ่อนแรงควรใช้รอกชนิดใด

- ก. รอกเดี่ยวตายตัว
- ข. รอกเดี่ยวเคลื่อนที่
- ค. รอกพวง 2 ตัว
- ง. ไข้โคทุกข้อ

4. ถ้าใช้รอกพวงระบบที่ 1 ดังรูปนี้ ต้องออกแรงถึงปลายเชือกเท่าใด

- ก. 12.5 ปอนด์
- ข. 25 ปอนด์
- ค. 50 ปอนด์
- ง. 75 ปอนด์



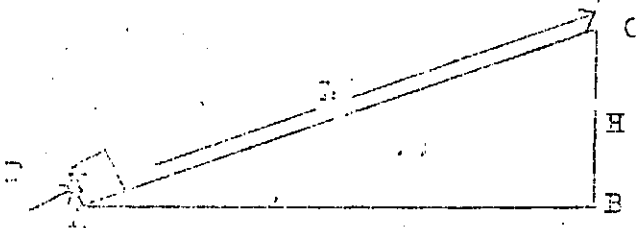
5. ถ้าต้องการผ่อนแรง เป็นเกณฑ์ข้อใดมีคุณสมบัติต่างจากข้ออื่น

- ก. รอกเดี่ยวตายตัว
- ข. รอกเดี่ยวเคลื่อนที่
- ค. รอกพวงระบบที่ 1
- ง. รอกพวงระบบที่ 2

บัตรคำสั่ง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
 2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
 3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
 4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
 5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แล้วย้ำดูคำตอบล่วงหน้า
 6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
 7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้ง que เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใดว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อน ๆ กำลังศึกษาอยู่)
-

ระนาบเอียง หรือ พื้นเอียง เหมาะสำหรับยกของขึ้นที่สูงๆ โดยออกแรงน้อยกว่าน้ำหนักวัตถุจริง



จุดประสงค์ในรูปนี้คือต้องการคำนวณว่าวัตถุขึ้นไปไว้ที่จุด

ก. H เท่ากับความสูงของระนาบเอียง

ข. เท่ากับความยาวระนาบเอียง

ค. ความยาววัตถุไปตามระนาบเอียง

ง. น้ำหนักวัตถุหรือแรงต้านทาน

งานที่กระทำที่ไม่ว่าจะระนาบเอียงหรือของงานที่ทำโดยความต้านทาน

$$= \text{น้ำหนักวัตถุ} \times \text{ความสูงระนาบเอียง}$$

$$= W \times H$$

เมื่อใช้ระนาบเอียงจะออกแรงน้อยกว่าน้ำหนักจริงแต่ระยะทางไกลกว่าขึ้นตรงๆ แต่ก็คงได้งานเท่าเดิม (เพราะวัตถุขึ้นไปอยู่ที่จุด C เหมือนกัน)

$$= \text{แรงที่ถ่วงวัตถุ} \times \text{ความยาวระนาบเอียง}$$

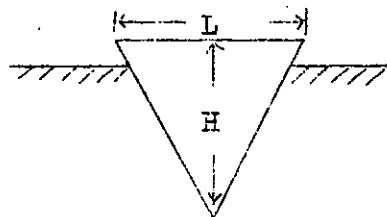
$$= R \times L$$

ดังนั้นสูตรที่ใช้คือ

$$R \times L = W \times H$$

* *

ลิ้ม (WEDGE) ลิ้มเป็นโลหะหรือไม้เนื้อแข็ง สำหรับคอกลงไปในเนื้อวัตถุ เพื่อให้แยกจากกัน (จิ้งรูป)



ความจริงลิ้มคือ ระบายเอียงนั่นเอง แต่เป็นระบายเอียงที่เคลื่อนที่ได้ ส่วนแรงต้านทานไม่ได้เคลื่อนที่

L คือระยะที่ลิ้มแยกเนื้อไม้

H คือระยะที่ลิ้มคอกลงไปในเนื้อไม้

P คือแรงพยายามที่ไขคอกลิ้ม

W คือแรงต้านทานของเนื้อไม้

เมื่อไม้มีความฝืด (ความจริงมีแต่ในขั้นนี้เราไม่พูดถึง) จะได้สูตรว่า

$$P \times H = W \times L \quad **$$

หมายเหตุ $P \times H =$ งานที่ทำโดยความพยายาม

$W \times L =$ งานที่ทำโดยความต้านทาน

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 2 ศูนย์ที่ 4

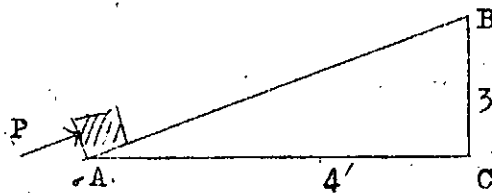
1. จากรูปคนเข็นของขึ้นระนาบเอียงและคนฉ่ำพื้น ให้นักเรียนเขียนลูกศรแสดงทิศของแรงพยายามและแรงต้านทาน
 2. ให้นักเรียนยกตัวอย่างการทำงานโดยใช้ระนาบเอียงและลิ้มมาอย่างละ 2 ชนิด
-

แบบทดสอบ ประจำหน่วยที่ 2 ส่วนที่ 4

1. ความลาดเอียงของข้อใดไม่เหมาะสมเพื่อผ่อนแรงในการทำงาน

- ก. เข็นถังน้ำมันขึ้นท้ายรถบรรทุก ข. เดินขึ้นบันไดโรงเรียน
ค. สร้างทางรดยนต่อมไปตามไหล่เขา ง. พื้นถนนที่โค้งมากๆ ต้องทำให้เอียงลาด

2. วัตถุหนัก 5 ปอนด์ จะเข็นขึ้นระนาบเอียงดังรูป จะต้องออกแรง P เท่าใด



ก. 3 ปอนด์

ข. 4 ปอนด์

ค. 5 ปอนด์

ง. โจทย์ไม่บอกความยาวระนาบเอียงมาให้ จึงหาค่าไม่ได้

3. ระนาบเอียงในข้อใดผ่อนแรงได้มากที่สุด

- ก. ระนาบเอียงที่มีความสูงมากๆ ข. ระนาบเอียงที่มีมุมเอียงน้อยมาก
ค. ระนาบเอียงที่มีความยาวด้านลาดไกล เคียงกับความสูง
ง. ความยาวระนาบเอียงครึ่งหนึ่งของความสูง

4. ลิ้มที่ใช้ในการผ่อนแรงควรมีคุณสมบัติทั้งข้อใด

- ก. มีความฝืดน้อยๆ ข. ค่า W จวนมากกว่า P
ค. ระยะ H ยาวมากกว่า L ง. ถูกทุกข้อ

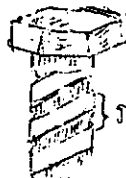
5. ข้อใดจัดว่าเป็นการทำงานโดยอาศัยเครื่องผ่อนแรงประเภทลิ้ม

- ก. ไขควงขันน็อต ข. ไขมีดขันน็อต
ค. ตอกตะปู ง. ถูกทุกข้อ

บัตรคำสั่ง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
 2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
 3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
 4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
 5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แล้วย้ำดูคำตอบล่วงหน้า
 6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
 7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้ง que เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใดว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อนๆ กำลังศึกษาอยู่)
-

สกรู (Screw) มีลักษณะเป็นทรงกระบอกตัน มีเกลียวรอบตัว เช่น ตะปู เกลียว
แม่แรง สวาน กอบบี้อัดน้ำ กอน้ำประปา ผ่าขวด ฯลฯ



ระยะ เกลียว

- แรงพยายาม P ที่จะทำงานต้องออกแรง เป็นวงกลม เพราะออกแรงหมุน ตะปู เกลียว หรือ
แม่แรง ทำให้วัตถุหรือแรงต้านทานเคลื่อนที่ขึ้นลงตามแนวตั้ง เมื่อแรงพยายามเคลื่อนที่ไป 1 รอบ
แรงต้านทานจะเคลื่อนที่ขึ้นหรือลง 1 ระยะเกลียวพอดี

จากกฎของงานที่ว่า

งานที่ทำโดยความพยายาม = งานที่ทำโดยความต้านทาน

$$P \times \text{เส้นรอบวง} = W \times \text{ระยะเกลียว}$$

จะได้สูตร

$$P \times 2\pi r = Wp$$

เมื่อ

r = ความยาวรัศมีที่แรงพยายามเคลื่อนที่เป็นวงกลม

p = 1 ระยะเกลียว

P = แรงพยายามที่ออก

W = น้ำหนักวัตถุที่ต้องการยก

หมายเหตุ 2: คือความยาว ของ เส้นรอบวงที่แรงพยายามต้อง เคลื่อนที่ไปขณะทำงาน

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 2 ศูนย์ที่ 5

1. ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าแม่แรงที่มีระยะ เกลีสวยดีและแม่แรงที่มีระยะ เกลีสวยห่างนั้นอันไหนจะผ่อนแรงได้มากกว่ากันเพราะเหตุใด

2. จากรูปแม่แรงยกรถที่ให้มา ให้นักเรียนเขียนรูปและเขียนลูกศรแสดงว่า ส่วนใดเป็นแขนแรงพยายาม และยกตัวอย่างการทำงานโดยใช้หลักของสกรูมาคนละ 2 ชนิด

แบบทดสอบ ประจำหน่วยที่ 2 ศูนย์ที่ 5

1. นักเรียนคิดว่าแม่แรงข้อใดควรจะมีแรงไ้มากกว่าข้ออื่น

ก. มีระยะเกลียวสั้นมาก

ข. มีแขนหมุนสั้นมาก

ค. มีความถี่มาก

ง. มีระยะเกลียวทางมาก

2. จากสูตร $P \times 2\pi r = W \times p$

ถ้า r มีค่ามากขึ้นจะมีผลอย่างไรบ้าง

ก. ออกแรงพยายามน้อยลงถ้าน้ำหนักเท่าเดิม

ข. ยกของไ้หนักกว่าเดิมถ้าน้ำหนักเท่าเดิม

ค. ไ้งานเพิ่มขึ้นถ้าน้ำหนักเท่าเดิม

ง. ถูกทุกข้อ

3. แม่แรงควรจะมีประโยชน์ในกรณีใดบ้าง

ก. ยกกระสอบข้างสารขึ้นรถบรรทุก

ข. ยางรถยนต์แตกต้องเปลี่ยนใหม่

ค. เครื่องยนต์เสีย

ง. ใช้ได้ทุกข้อ

4. ลักษณะของการทำงานข้อใดจัดเข้าหลักของสกรูได้

ก. ปิดฝาขวดเกลียว

ข. เปิดก๊อกน้ำแบบมีเกลียว

ค. ใช้ตาปูควงคึดไม้

ง. ถูกทุกข้อ

5. แม่แรงอันหนึ่งมีมือหมุนยาว 20 นิ้ว ระยะระหว่างเกลียว $\frac{1}{4}$ นิ้ว ต้องการยกของหนัก 2 ตัน ต้องออกแรงที่ปลายมือหมุนเท่าใด (1 ตันเท่ากับ 2240 ปอนด์)

ก. 5 ปอนด์

ข. 8.91 ปอนด์

ค. 9.5 ปอนด์

ง. 15.2 ปอนด์

ชุดการสอนที่ 5 ไฟฟ้าภายในบ้าน

เวลา ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

เนื้อหา แบ่งเป็น 5 หน่วยกิจกรรม คือ

- หน่วยที่ 1 สายไฟ หลอดไฟธรรมดา
- หน่วยที่ 2 หลอดฟลูออเรสเซนต์
- หน่วยที่ 3 ฟิวส์ และสวิตช์
- หน่วยที่ 4 หม้อแปลงไฟฟ้า
- หน่วยที่ 5 การคำนวณวงจรไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์

- 1. สายไฟ เบอร์ 16 , 18
- 2. หลอดไฟฟ้า
- 3. หลอดฟลูออเรสเซนต์
- 4. ฟิวส์ชนิดต่างๆ
- 5. สวิตช์ชนิดต่างๆ
- 6. หม้อแปลงไฟฟ้า
- 7. สเกลเตอร์
- 8. บัตรภาพ

วัตถุประสงค์ทั่วไป

- 1. ให้ทราบชื่อและชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน
- 2. ให้ทราบส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้า สายไฟ หลอดไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า
อื่นๆ ที่สำคัญ

3. ให้รู้จักหน้าที่และการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าพลังงาน
4. เข้าใจหน่วยที่ใช้วัดเกี่ยวกับกำลังส่องสว่างของหลอดไฟ
5. ให้รู้จักการต่อวงจรไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้าน
6. ให้ทราบอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าเพื่อจะได้ป้องกันไว้ก่อนเกิดเหตุร้าย

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนเขียนส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้าธรรมดาได้ถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถให้คำจำกัดความของคำว่า สวิตช์ ฟิวส์ หม้อแปลง ได้ถูกต้อง
3. นักเรียนสามารถคำนวณค่าแรงเคลื่อนที่จะออกมาจากหม้อแปลงได้ถูกต้อง
4. นักเรียนสามารถให้คำจำกัดความของคำว่า ไฟฟ้าลัดวงจรได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายวิธีป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรได้
5. นักเรียนเขียนแผนผังทางเดินของสายไฟฟ้าในบ้านได้ถูกต้อง

บัตรคำสั่ง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
 2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
 3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
 4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
 5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แ่อย่าดูคำตอบล่วงหน้า
 6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
 7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย - แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้ง que เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใคว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อน ๆ กำลังศึกษาอยู่)
-

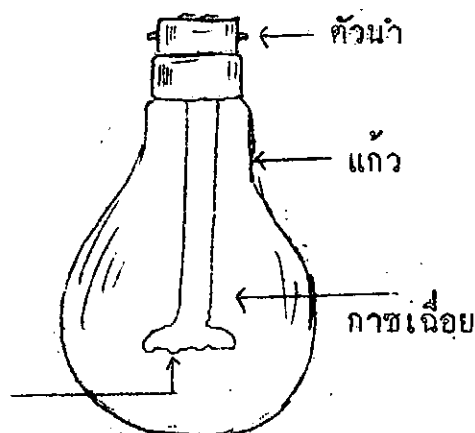
นักเรียนเคยเห็นสายไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าแล้วใช่ไหม? ถ้าไม่เคยละก็เจียมใจเคียวเพื่อนหัวเราะเยาะเอา ลองอ่านข้างล่างนี้ดูซิ

สายไฟฟ้า สายไฟฟ้าที่ใช้กันตามบ้านเป็นสิ่งที่เราเห็นเป็นประจำ สายลวดข้างในเป็นลวดทองแดง ขนาดค่อนข้างใหญ่เพื่อให้มีความต้านทานน้อยและไม่ทำให้ลวดร้อน ภายนอกหุ้มไว้ด้วยยางซึ่งเป็นฉนวน ปกติเป็นลวดเบอร์ 18 S.W.G (S.W.G. เป็นคำย่อของ Standard Wire Gauge ซึ่งใช้บอกขนาดของลวดไฟฟ้าในทางปฏิบัติ) แต่ถ้าวางหลอดไฟมากใช้ลวดทองแดง เส้นเล็กๆ หลายๆ เส้นมารวมกันแล้วหุ้มด้วยวัสดุฉนวน เช่น โฟมหรือพลาสติก แต่ถ้าวางกับกระแสไฟที่มีกำลังแรงมาก ควรใช้เส้นลวดขนาดใหญ่กว่านี้

หลอดไฟฟ้า มีหลักอยู่ว่า เมื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดที่มีความต้านทานสูงๆ ลวดนั้นจะร้อน ถ้าอุณหภูมิสูงมากพอเส้นลวดจะร้อนจัดและลุกแดง เกิดแสงสว่างขึ้น หลอดไฟใช้เส้นลวดที่มีความต้านทานต่างๆ กัน ยิ่งมีความต้านทานมากยิ่งมีความสว่างมาก ใส่หลอดได้เปลี่ยนแปลงมาเรื่อยๆ ระยะแรกใช้ลวดทองคำขาวแล้วเปลี่ยนมาเป็นไส้หลอดที่ทำจากคาร์บอน

แสงสว่างที่ได้จากหลอดไฟฟ้าวัดเป็นกำลังเทียบหลอดที่มีกำลัง 1 วัตต์ จะให้ความสว่าง 1 กำลังเทียบ
การซื้อหลอดไฟต้องดู Voltage และจำนวนวัตต์ที่เขียนไว้ที่หลอด เช่น เขียนว่า 220 v. 60-w. แสดงว่าหลอดไฟนั้นใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ และให้กำลังส่องสว่าง 60 วัตต์

ลวด Tungsten



กิจกรรมที่ 3

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 3 ศูนย์ที่ 1

1. ให้นักเรียนอภิปรายกันว่าเหตุใดจึงบรรจุขาเขี่ยไว้ในหลอดไฟฟ้า และถ้าหลอดไฟแตกจะระเบิดออกหรือไม่เพราะเหตุใด
2. นักเรียนเคยเห็นสายไฟฟ้าบ้างไหม ประกอบด้วยอะไรบ้าง และที่นักเรียนเคยเห็นเป็นแบบไหน อธิบายมาสัก 2 ชนิด

แบบทดสอบ

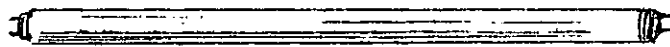
ประจำหน่วยที่ 3 ศูนย์ที่ 1

- สายไฟที่นิยมใช้ตามบ้านทั่วๆ ไปคืออะไร
ก. หังสเทศ ข. ทองแดง
ค. ทองคำขาว ง. เงิน
- หลอดไฟฟ้าที่เขียนว่า 220 V , 100 W . ตัว V ใช้แทนอะไร
ก. กำลังเทียบ ข. กระแส
ค. แรงเคลื่อนไฟฟ้า ง. ความต้านทานไฟฟ้า
- ถ้าสายไฟฟ้าเข้าบ้านจ่ายไฟขนาด 220 โวลต์แต่เอาหลอดไฟ 110 โวลต์มาใช้จะเป็นอย่างไร
ก. หลอดสว่างดี ข. ใส่หลอดขาด
ค. แสงสว่างน้อยกว่าปกติ ง. ไม่มีผลแต่อย่างใด
- ใส่หลอดไฟฟ้าควรมีคุณสมบัติอย่างไร
ก. มีความต้านทานสูง ข. มีความต้านทานต่ำ
ค. เป็นโลหะผสม ง. เป็นฉนวนไฟฟ้า
- ถ้าในหลอดไฟฟ้าบรรจุก๊าซออกซิเจนอยู่จะเกิดผลอย่างไร
ก. ทำให้เกิดการเผาไหม้ของไส้หลอดจะทำให้หลอดขาด
ข. ทำให้อายุการใช้งานยาวขึ้น
ค. ทำให้หลอดสว่างดี
ง. ถูกทั้งข้อ ก ข และ ค

บัตรคำสั่ง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
 2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
 3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
 4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
 5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แ่อย่าดูคำตอบล่วงหน้า
 6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
 7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้ง que เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใดว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อนๆ กำลังศึกษาอยู่)
-

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)



หลอดฟลูออเรสเซนต์ (หลอดเรืองแสงหรือหลอดแสง เหลือง) เป็นหลอดที่ ความสว่างไม่ได้
เปล่งออกมาจากไส้เหมือนหลอดไฟฟ้าธรรมดา

ลักษณะของหลอดเป็นหลอดแก้วยาว มีรูปร่างต่างๆกันไปตามลักษณะของงานที่ใช้ เช่น เพื่อ
ความสวยงาม ประสิทธิภาพโดยทั่วไปเป็นหลอดท่อนตรง ยาว 2 ฟุตและ 4 ฟุต ปลายหลอด
ทั้งสองข้างปิดสนิทและโผล่กันไว้สำหรับต่อสายไฟ ภายในหลอดอากาศออกให้หมด แล้วบรรจุไอ
ปรอทที่มีความกดดันต่ำไว้ ผิวแก้วด้านในทาด้วยสารเรืองแสง ซึ่งจะเปล่งแสงสว่างออกมา
เมื่อได้รับรังสีเห็นฉวมว

ที่ปลายหลอดภายในมีไส้ลวดทั้งสี่ เชนขนาดเล็กทั้งสองข้าง มีส่วนประกอบอย่างอื่นคือ
starter เป็นสวิตช์อัตโนมัติเปิด วงจรได้เอง starter นี้ต่อไว้อย่างขนานกับหลอด และ
มี Ballast ซึ่งเป็นขดลวดพันไว้วัดแกนเหล็ก และต่อไว้อย่างอนุกรมกับหลอดเพื่อเร่งแรงดัน
ไฟฟ้าให้สูงขึ้น จนกระทั่งให้ไฟฟ้าไหลผ่านหลอดได้

เมื่อไฟฟ้าไหลผ่านไอปรอทที่บรรจุไว้อยู่ภายในหลอดจะทำให้เกิดรังสีเห็นฉวมว และเมื่อรังสีนี้
วิ่งไปกระทบสารเรืองแสงที่ทาไว้ข้างหลอดสารนี้ก็จะเปล่งแสงสีนวลออกมา นอกจากนั้นสารที่ทา
ไว้ข้างหลอดต่างๆกัน จะทำให้แสงที่ออกมาเป็นสีต่างๆกันได้ เช่น สีน้ำเงิน สีเขียว สีชมพู
เป็นต้น

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 3 ศูนย์ที่ 2

1. นักเรียนอธิบายได้ไหมว่าในหลอดฟลูออเรสเซนต์ถ้าไม่บรรจุไอปรอทและไม่
ทาสารเรืองแสง จะทำให้เกิดผลอย่างไร
 2. ใสหลอดฟลูออเรสเซนต์มีไว้ทำไม เมื่อไม่ได้เป็นตัวทำให้เกิดความสว่าง
(จงอภิปรายแล้วหาข้อสรุปร่วมกัน)
-

1. ข้อใดเป็นคุณสมบัติของหลอดฟลูออเรสเซนต์

1. 2000-2001 2. 2001-2002 3. 2002-2003 4. 2003-2004 5. 2004-2005 6. 2005-2006 7. 2006-2007 8. 2007-2008 9. 2008-2009 10. 2009-2010 11. 2010-2011 12. 2011-2012 13. 2012-2013 14. 2013-2014 15. 2014-2015 16. 2015-2016 17. 2016-2017 18. 2017-2018 19. 2018-2019 20. 2019-2020 21. 2020-2021 22. 2021-2022 23. 2022-2023 24. 2023-2024 25. 2024-2025 26. 2025-2026 27. 2026-2027 28. 2027-2028 29. 2028-2029 30. 2029-2030 31. 2030-2031 32. 2031-2032 33. 2032-2033 34. 2033-2034 35. 2034-2035 36. 2035-2036 37. 2036-2037 38. 2037-2038 39. 2038-2039 40. 2039-2040 41. 2040-2041 42. 2041-2042 43. 2042-2043 44. 2043-2044 45. 2044-2045 46. 2045-2046 47. 2046-2047 48. 2047-2048 49. 2048-2049 50. 2049-2050 51. 2050-2051 52. 2051-2052 53. 2052-2053 54. 2053-2054 55. 2054-2055 56. 2055-2056 57. 2056-2057 58. 2057-2058 59. 2058-2059 60. 2059-2060 61. 2060-2061 62. 2061-2062 63. 2062-2063 64. 2063-2064 65. 2064-2065 66. 2065-2066 67. 2066-2067 68. 2067-2068 69. 2068-2069 70. 2069-2070 71. 2070-2071 72. 2071-2072 73. 2072-2073 74. 2073-2074 75. 2074-2075 76. 2075-2076 77. 2076-2077 78. 2077-2078 79. 2078-2079 80. 2079-2080 81. 2080-2081 82. 2081-2082 83. 2082-2083 84. 2083-2084 85. 2084-2085 86. 2085-2086 87. 2086-2087 88. 2087-2088 89. 2088-2089 90. 2089-2090 91. 2090-2091 92. 2091-2092 93. 2092-2093 94. 2093-2094 95. 2094-2095 96. 2095-2096 97. 2096-2097 98. 2097-2098 99. 2098-2099 100. 2099-2100 101. 2100-2101 102. 2101-2102 103. 2102-2103 104. 2103-2104 105. 2104-2105 106. 2105-2106 107. 2106-2107 108. 2107-2108 109. 2108-2109 110. 2109-2110 111. 2110-2111 112. 2111-2112 113. 2112-2113 114. 2113-2114 115. 2114-2115 116. 2115-2116 117. 2116-2117 118. 2117-2118 119. 2118-2119 120. 2119-2120 121. 2120-2121 122. 2121-2122 123. 2122-2123 124. 2123-2124 125. 2124-2125 126. 2125-2126 127. 2126-2127 128. 2127-2128 129. 2128-2129 130. 2129-2130 131. 2130-2131 132. 2131-2132 133. 2132-2133 134. 2133-2134 135. 2134-2135 136. 2135-2136 137. 2136-2137 138. 2137-2138 139. 2138-2139 140. 2139-2140 141. 2140-2141 142. 2141-2142 143. 2142-2143 144. 2143-2144 145. 2144-2145 146. 2145-2146 147. 2146-2147 148. 2147-2148 149. 2148-2149 150. 2149-2150 151. 2150-2151 152. 2151-2152 153. 2152-2153 154. 2153-2154 155. 2154-2155 156. 2155-2156 157. 2156-2157 158. 2157-2158 159. 2158-2159 160. 2159-2160 161. 2160-2161 162. 2161-2162 163. 2162-2163 164. 2163-2164 165. 2164-2165 166. 2165-2166 167. 2166-2167 168. 2167-2168 169. 2168-2169 170. 2169-2170 171. 2170-2171 172. 2171-2172 173. 2172-2173 174. 2173-2174 175. 2174-2175 176. 2175-2176 177. 2176-2177 178. 2177-2178 179. 2178-2179 180. 2179-2180 181. 2180-2181 182. 2181-2182 183. 2182-2183 184. 2183-2184 185. 2184-2185 186. 2185-2186 187. 2186-2187 188. 2187-2188 189. 2188-2189 190. 2189-2190 191. 2190-2191 192. 2191-2192 193. 2192-2193 194. 2193-2194 195. 2194-2195 196. 2195-2196 197. 2196-2197 198. 2197-2198 199. 2198-2199 200. 2199-2200 201. 2200-2201 202. 2201-2202 203. 2202-2203 204. 2203-2204 205. 2204-2205 206. 2205-2206 207. 2206-2207 208. 2207-2208 209. 2208-2209 210. 2209-2210 211. 2210-2211 212. 2211-2212 213. 2212-2213 214. 2213-2214 215. 2214-2215 216. 2215-2216 217. 2216-2217 218. 2217-2218 219. 2218-2219 220. 2219-2220 221. 2220-2221 222. 2221-2222 223. 2222-2223 224. 2223-2224 225. 2224-2225 226. 2225-2226 227. 2226-2227 228. 2227-2228 229. 2228-2229 230. 2229-2230 231. 2230-2231 232. 2231-2232 233. 2232-2233 234. 2233-2234 235. 2234-2235 236. 2235-2236 237. 2236-2237 238. 2237-2238 239. 2238-2239 240. 2239-2240 241. 2240-2241 242. 2241-2242 243. 2242-2243 244. 2243-2244 245. 2244-2245 246. 2245-2246 247. 2246-2247 248. 2247-2248 249. 2248-2249 250. 2249-2250 251. 2250-2251 252. 2251-2252 253. 2252-2253 254. 2253-2254 255. 2254-2255 256. 2255-2256 257. 2256-2257 258. 2257-2258 259. 2258-2259 260. 2259-2260 261. 2260-2261 262. 2261-2262 263. 2262-2263 264. 2263-2264 265. 2264-2265 266. 2265-2266 267. 2266-2267 268. 2267-2268 269. 2268-2269 270. 2269-2270 271. 2270-2271 272. 2271-2272 273. 2272-2273 274. 2273-2274 275. 2274-2275 276. 2275-2276 277. 2276-2277 278. 2277-2278 279. 2278-2279 280. 2279-2280

บัตรคำสั่ง

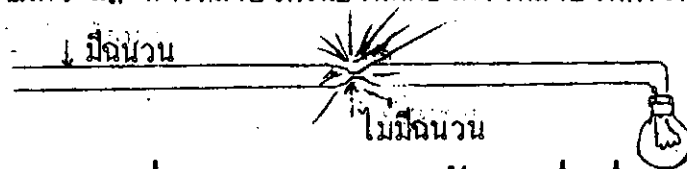
1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
 2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
 3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
 4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
 5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แ่อย่าดูคำตอบล่วงหน้า
 6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
 7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้งที่ย้ายศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใดว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อน ๆ กำลังศึกษาอยู่)
-

"ฟิวส์ขาด ๆ ๆ ๆ" เคยได้ยินเขาพูดกันบ้างไหม?

เมื่อไฟฟ้าในบ้านดับ เรามักได้ยินพูดกันเสมอว่า ฟิวส์ขาด ซึ่งจะแก้ไขสว่างโดยต่อฟิวส์เสียก่อน

ฟิวส์ (Fuse) คือเส้นลวดที่ต่อไว้ในสวิตซ์สองขาที่ใช้กันอยู่ตามบ้าน ทำด้วยโลหะที่จุลลอมเหลวต่ำ เช่นคีมุกผสมตะกั่ว จะหลอมเหลวเมื่อความร้อนสูงประมาณ 240 องศา เซนติเกรด แตะตาใช้สำหรับกระแสไฟฟ้าแรงๆ เขามักใช้ลวดทองแดง เส้นเล็กชุบคีมุก

ความประสงค์ของการใช้ฟิวส์ก็เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟไหม้บ้านเนื่องจากไฟลัดวงจร โดยที่สายไฟฟ้าที่ไม่มีฉนวนสอง เส้นบังเหียนมาแตะกันเข้า เนื่องจากสายไฟมีความต้านทานน้อย ทำให้มีกระแสไหลมาก จึงทำให้สายไฟร้อนจัดและเกิดลุกไหม้ได้ แต่ถาเราใช้ฟิวส์ซึ่งทนความร้อนสูงไม่ได้ ฟิวส์ก็จะหลอมตัว และทำให้สายไฟในบ้านตัดขาดจากสายไฟฟ้าใหญ่ภายนอก ก็จะไม่ทำให้ไฟไหม้บ้าน



สวิตซ์ (Switch) ก็คือเครื่องมือเปิด-ปิดวงจรไฟฟ้า มีรูปร่างต่างๆกัน สวิตซ์ใหญ่มักเป็นสวิตซ์สับหรือสวิตซ์สองขา ชนิดนี้ใช้กันมากตามโรงงานหรือตามแผงไฟฟ้า สวิตซ์นี้ถาในบ้านจะอยู่ใต้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า ส่วนประกอบเป็นแผ่นทองแดงหนาสองแผ่น และมีที่จับเป็นฉนวน เมื่อสับสวิตซ์แผ่นทองแดงทั้งสองจะตกลงในร่องทองแดงที่รองรับ ไฟฟ้าจากสายใหญ่ก็จะเข้าบ้านได้ เมื่อยกสวิตซ์ขึ้น วงจรจะเปิดไฟฟ้าจะหยุดไหล สวิตซ์ที่ใช้ตามบ้านเป็นสวิตซ์ขาเดียวมีหลายแบบ เช่นเป็นปุ่มกดขึ้นลง นอกจากนี้ได้แก่ปลั๊กต่างๆ ก็คือสวิตซ์นั้นเองแต่ในลักษณะต่างๆกัน

รวมความแล้วสวิตซ์มีไว้เพื่อทำให้วงจรไฟฟ้าเปิด-ปิดนั่นเอง

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 3 ศูนย์ที่ 3

1. พิวส์ กับตะกั่วธรรมดาที่ใช้บัดกรีต่างกันหรือไม่ นักเรียนควรอภิปรายร่วมกัน
เพราะบางคนไม่รู้จักตะกั่วบัดกรี
 2. ทำไมจึงกล่าวว่าปลั๊กไฟเป็นสวิตช์ชนิดหนึ่ง นักเรียนให้เหตุผลได้หรือไม่
อธิบายสั้นๆ
-

แบบทดสอบ ประจำหน่วยที่ 3 ศูนย์ที่ 3

1. พิวส์มีคุณสมบัติอย่างไร

ก. มีจุดหลอมเหลวสูง

ข. มีจุดหลอมเหลวต่ำ

ค. เป็นโลหะผสมระหว่างดีบุกกับตะกั่ว

ง. ถูกทั้งข้อ ข และ ค

2. ถ้าสายไฟที่ไม่มีฉนวนมาแตะกันจะเกิดอะไรขึ้น

ก. พิวส์ขาด

ข. ไฟอาจไหม้บ้านได้

ค. กระแสไหลมากผิดปกติ

ง. ถูกทั้งข้อ ก ข และ ค

3. พิวส์ขาดเกิดจากสาเหตุใดบ้าง

ก. ไฟลัดวงจร

ข. อุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านเกิด

ค. ใช้ไฟในบ้านมากเกินไป

ง. ถูกทั้ง ข้อ ก ข และ ค

Short Circuit

4. พิวส์ทำด้วยอะไรดีที่สุดถ้าไม่คิดถึงราคา

ก. ตะกั่ว

ข. เงิน

ค. ดีบุก

ง. ดีบุกผสมตะกั่ว

5. พิวส์จะหลอมตัวที่อุณหภูมิเท่าใด

ก. 100 องศาเซลเซียส

ข. 200 องศาเซลเซียส

ค. 300 องศาเซลเซียส

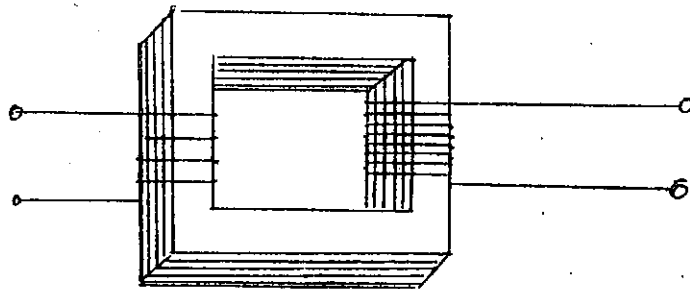
ง. 400 องศาเซลเซียส

บัตรคำสั่ง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
 2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
 3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
 4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
 5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แ่อย่าดูคำตอบล่วงหน้า
 6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
 7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้งที่เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใดว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อน ๆ กำลังศึกษาอยู่)
-

หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) เป็นเครื่องมือที่เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าที่สูงให้ต่ำลงและที่ต่ำให้สูงขึ้น ใช้กับเฉพาะกระแสไฟสลับเท่านั้น

สมมุติว่าไฟฟ้าที่จ่ายมาจากโรงงานมีแรงดันไฟฟ้าสูง 11,000 โวลต์ ถ้าต้องการเปลี่ยนให้เป็น 220 โวลต์ เพื่อให้เหมาะกับอุปกรณ์เครื่องใช้ในบ้าน ก็จะต้องให้ผ่านหม้อแปลงให้เหลือแรงดัน 220 โวลต์เสียก่อนจึงจะใช้ได้ มิฉะนั้นอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านจะเสียหายทันที หรือถ้าไฟมาแรงดันต่ำเราก็ใช้หม้อแปลง แปลงขึ้นได้ตามต้องการ



หม้อแปลงประกอบด้วยแกนเหล็กอ่อน ซึ่งทำไว้เป็นแผ่นบางๆหลายๆแผ่นวางซ้อนกันไว้ และคั่นด้วยน้ำมันวานิชหรือเซลแลค และทำไว้ให้เป็นวง มีขดลวดพันไว้รอบแกนเหล็กอ่อนสองขด ขดหนึ่งเป็นขดต้นทางเรียกว่า ขดปฐมภูมิ (Primary Coil) อีกขดหนึ่งปลายทางเรียกว่า ขดทุติยภูมิ (Secondary Coil) ถ้าพันจำนวนรอบทางปลายทางมากกว่าขดต้นทาง แรงดันไฟฟ้าปลายทางจะเพิ่มขึ้น แต่ถาจำนวนรอบน้อยกว่าขดต้นทาง แรงดันไฟจะลดลง

มีสูตรดังนี้

$$\frac{\text{แรงเคลื่อนไฟฟ้าของขดปฐมภูมิ}}{\text{แรงเคลื่อนไฟฟ้าของขดทุติยภูมิ}} = \frac{\text{จำนวนรอบของขดปฐมภูมิ}}{\text{จำนวนรอบของขดทุติยภูมิ}}$$

หม้อแปลงมือย 2 ชนิด

ก. ชนิดแปลงขึ้น (Step-up Transformer) จำนวนรอบที่พันทางทุติยภูมิจะมากกว่าทางปฐมภูมิ เราเรียกว่า หม้อแปลงขึ้น (Step-up Transformer)

ข. ชนิดแปลงลง (Step-down Transformer) คือจำนวนรอบทางทุติยภูมิน้อยกว่าทางปฐมภูมิ จะลดลง เรียกว่าหม้อแปลงลง (Step-down Transformer)

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 3 ศูนย์ที่ 4

1. ให้นักเรียนอภิปรายกันว่า หม้อแปลงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้อย่างไร
 2. นักเรียนลองถอดดูหม้อแปลงที่วางบนโต๊ะแล้วบอกชื่อว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง
-

แบบทดสอบ ประจำหน่วยที่ 3 ศูนย์ที่ 4

1. หมอแปลงทำหน้าที่อะไร

ก. เพิ่มหรือลดแรงดันไฟฟ้า

ข. เพิ่มหรือลดความต้านทานในแก๊สหลอด

ค. เพิ่มหรือลดกำลังสองสวาง

ง. ถูก ทั้งข้อ ก ข และ ค

2. แรงเคลื่อนไฟฟ้าก่อนเข้าหมอแปลงเท่ากับ 220 โวลต์ แต่เมื่อออกจากหมอแปลง เหลือเพียง 110 โวลต์ แสดงว่าอย่างไร

ก. จำนวนรอบทางทุติยภูมิ น้อยกว่าทางปฐมภูมิครึ่งหนึ่ง

ข. จำนวนรอบทางทุติยภูมิมากกว่าทางปฐมภูมิเท่าตัว

ค. หมอแปลงนี้เรียกว่าหมอแปลงขึ้น

ง. ถูกทั้งข้อ ข และ ค

3. อะไรที่ทำให้ไฟที่ผ่านหมอแปลงมีแรง เคลื่อนเปลี่ยนไป

ก. จำนวนรอบของขดลวดทางคานปฐมภูมิ

ข. จำนวนรอบของขดลวดคานทุติยภูมิ

ค. อัตราส่วนของขดลวดทางทุติยภูมิและปฐมภูมิ

ง. ถูกทุกข้อ

4. ต้องการแปลงแรงเคลื่อน 110 โวลต์เป็นแรงเคลื่อน 220 โวลต์โดยผ่านหมอแปลง ถ้า ขดลวดทางทุติยภูมิพันไว้ 500รอบ ทางปฐมภูมิจะพันเท่าใด

ก. 250 รอบ

ข. 500 รอบ

ค. 750 รอบ

ง. 1000 รอบ

5. วิทยุเครื่องหนึ่งใช้กับไฟ 110 โวลต์แต่มาเสียบกับไฟ 220 โวลต์ต้องใช้อะไรช่วย

ก. Step-down Transformer

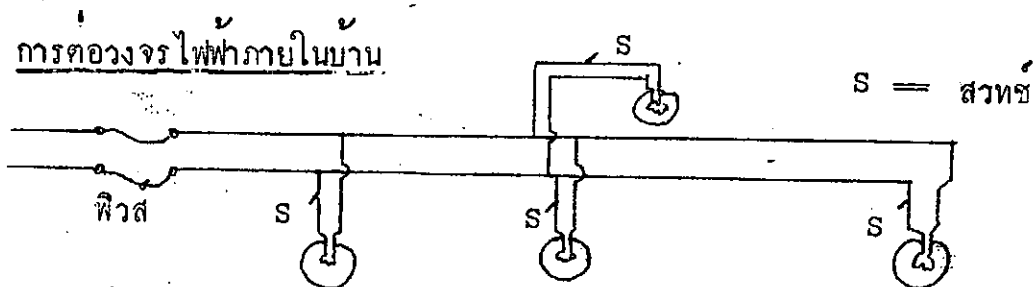
ข. Step-up Transformer

ค. Fuse

ง. Switch

บัตรคำสั่ง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาให้ละเอียด
2. ถ้ามีภาพหรือตัวอย่างควรดูให้เข้าใจ
3. ทำกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมที่กำหนดให้
4. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์ที่ให้ไว้ ลงในกระดาษคำตอบที่มีอยู่
5. คำถามใดเมื่อไม่แน่ใจหรือตอบไม่ได้ควรมีการอภิปรายกันในกลุ่ม และถ้าไม่แน่ใจให้นำบัตรคำตอบขึ้นมาดู แ่อย่าดูคำตอบล่วงหน้า
6. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วควรทบทวนให้แน่ใจอีกครั้ง เมื่อทุกคนในกลุ่มทำเสร็จจะอภิปรายร่วมกันในข้อที่มีความสงสัยอีกก็ได้
7. เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้วกรุณาเก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย แล้วย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไปโดยนำเอากระดาษทำแบบฝึกหัดไปด้วยทุกครั้ง que เปลี่ยนศูนย์ ถ้าไม่มีศูนย์ใดว่างให้ไปเรียนที่ศูนย์สำรอง (โปรดกระทำอย่างมีระเบียบ เพราะเพื่อน ๆ กำลังศึกษาอยู่)



ในการต่อวงจรไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน ตามปกติไฟฟ้าที่ใช้ไม่แรงนักคือแรงดันไฟฟ้า 110 โวลต์ หรือ 220 โวลต์ ปัญหาสำคัญที่สุดก็คือ จะต้องมียุสต่อไว้ที่ตัวค้ำกำลังไฟฟ้า เสมอ บางครั้งฟิวส์ขาด เมื่อที่จะต่อฟิวส์ใหม่บ่อยๆ เลยเอาลวดทองแดงเส้นโตๆ คอแทนฟิวส์ เมื่อให้ลวดวงจร เนื่องจาก สายไฟที่ไม่มีฉนวนหุ้มมาแตะกันหรือควย เหตุอื่นใดก็ตามกระแสไฟจะวิ่งมากทำให้สายไฟร้อนจัดและ ลูกแดงทำให้ไฟไหม้บ้านได้ แต่ถาต่อฟิวส์ไว้เมื่อสายไฟเริ่มร้อน ฟิวส์ที่ทำด้วยดีบุกผสมตะกั่วซึ่ง หลอมเหลวเร็วก็จะขาดทันทีเป็นการตัดไฟโดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงไม่ควรนำเส้นลวดหรือสายไฟอื่นใด มาคอแทนฟิวส์เด็ดขาด

นอกจากนี้สายไฟที่ใช้ในบ้านก็ควรมีขนาดถูกต้อง ปกติใช้ลวดเบอร์ 18 และสายไฟฟ้าที่ใช้ ในบ้านต้องมีฉนวนหุ้มเสมอ

สิ่งที่สังเกตได้ในการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านคือ หลอดไฟทุกดวงหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชิ้น จะต้อง ต่อกันไว้อย่างขนาน ทั้งนี้เพื่อว่า เมื่อใส่หลอดดวงใดดวงหนึ่งขาดก็จะดับ เฉพาะดวงนั้น นอกจากนั้น ไฟฟ้าทุกดวงจะต้องมีสวิตช์คิกค่อไว้ด้วย

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 3 ศูนย์ที่ 5

1. ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงการใช้วัตถุอื่นทดแทนเมื่อพิวส์ชาความีผลเสียอย่างไร
2. ให้นักเรียนเขียนแผนผังการต่อไฟในบ้านจำนวน 5 ดวง

กิจกรรมประจำหน่วยที่ 3 ศูนย์ที่ 5

1. ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงการใช้วัตถุอื่นทดแทนเมื่อพิวส์ชาความีผลเสียอย่างไร
2. ให้นักเรียนเขียนแผนผังการต่อไฟในบ้านจำนวน 5 ดวง

แบบทดสอบ ประจำหน่วยที่ 3 ศูนย์ที่ 5

1. การต่อไฟฟ้าในบ้านควรต่อแบบใด

ก. แบบขนาน

ข. แบบอนุกรม

ค. แบบผสม

ง. ใช้ได้ทุกแบบ

2. ปัจจุบันไฟฟ้าตามบ้านมีแรงเคลื่อนเท่าใด

ก. 110 โวลต์

ข. 220 โวลต์

ค. 100 โวลต์

ง. ไม่นแน่นอน

3. เมื่อพีสขาดควรใช้อะไรต่อ

ก. ลวดทองแดง

ข. ลวดกึ่งบก

ค. ลวดตะกั่ว

ง. ไม่มีข้อถูก

4. ข้อใดไม่ควรกระทำ

ก. ต่อหลอดไฟทุกดวงในบ้านแบบขนานกัน

ข. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิดที่สวิตช์เดียวกัน

ค. ใช้สายไฟที่ขนาดใหญ่เกินไป

ง. ถูกทุกข้อ

5. พีสควรต่อไว้ที่ใด

ก. ระหว่างหลอดกับสวิตช์

ข. ระหว่างสวิตช์กับเครื่องใช้ไฟฟ้า

ค. ระหว่างสายไฟจากแหล่งกำเนิดกับสายไฟเข้าบ้าน

ง. แลวแต่การใช้งาน