# การพัฒนาชุดการสอน เรื่อง ปริมาณเวกเตอร์

**Development of Instructional Packages of Vector Quantities**

**ผศ.สิริน สิระธนกุล**

**งานวิจัยนี้ได้รับทุนจากงบประมาณเงินผลประโยชน์**
**คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปีงบประมาณ 2555**

**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร**

**Asst.Prof. Sirin Sirathanakul**

**Rajamangala University of Technology Phra Nakhon**

**2013**

# บทคัดย่อ

**ชื่อเรื่อง** : การพัฒนาชุดการสอน เรื่อง ปริมาณเวกเตอร์

**ปีการศึกษา** : 2556

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดการสอน เรื่อง ปริมาณเวกเตอร์ และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยชุดการสอนกับกลุ่มที่เรียนตามปกติ

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย คือนักศึกษาที่เรียนวิชาหลักฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจงได้นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาคปกติ 2 ห้องเรียน ห้องละ 30 คน กลุ่มทดลองเรียนด้วยรูปแบบชุดการสอน และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยรูปแบบการสอนปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นชุดการสอนประกอบการบรรยาย ประกอบด้วย แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอน หลังจบการเรียนการสอน การทำและเฉลยแบบฝึกหัด ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ ข้อสอบมีค่าความยาก-ง่ายระหว่าง 0.30 – 0. 77 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 – 0.67 และค่าความเชื่อมั่น 0.73

การวิเคราะห์ข้อมูล แยกเป็น 2 ส่วนคือ

1.การพัฒนาชุดการสอน ใช้สถิติคำนวณหาค่าระดับคุณภาพชุดการสอน แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1.1 คุณภาพของชุดทดลองปริมาณเวกเตอร์ ค่าความเชื่อมั่นของชุดทดลอง ใช้สถิติ One – Sample t- test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Statists 8.0 แล้วนำผลที่ได้มาแปลเป็นระดับคุณภาพ

1.2 คุณภาพของแผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน ใช้สถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต

2.การเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้สถิติ t - test ที่ระดับ .05

**ผลการวิจัย พบว่า**

1. การพัฒนาชุดการสอน มีระดับคุณภาพดีมาก ทั้งในส่วนคุณภาพของชุดทดลองและส่วนคุณภาพของแผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

2. ผลสัมฤทธ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

# Abstract

**Title :** Development of Instructional Packages of Vector Quantities

**Year** : 2013

The purposes of this research aimed to 1) develop the instructional packages namely Vector Quantities and 2) compare the achievement scores of the experimental group and the control group.

The samples were 60 Computer Science students of Faculty of Science and Technology at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon who took Principle of Physics course in semester 1, academic year 2013. They were purposely selected as an experimental group (30 students) and a control group (30 students). They were given two different treatments ; teaching with the instructional packages and the conventional teaching.

The research instruments for the experimental group were the instructional packages comprised lesson plans, instructional documents and instructional media, whereas the control group was taught with only instructional documents. After of the experimental process, both of them were given exercises and teacher's feedback. Then they were tested to see their achievement. The test was 20 multiple choice items which had the degree of difficulty between 0.33-0.77, the degree of discrimination between 0.30-0.77 and the degree of reliability coefficient at 0.73.

The analysis of data comprised 2 parts as follows:

1. The development of instructional packages was evaluated by using statistics One – Sample t -test on Vector quantities Demonstration and using statics in terms of mean on the lesson plans , instructional documents and instructional media .
2. The achievement scores were evaluated by using t-test at the level of 0.5.

**The results of this research revealed that :**

1. The quality of the instructional packages was excellent.
2. The achievement scores of the students who studied with the instructional packages were higher than those of the control group at the level of .05.

# กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้จากการได้รับความช่วยเหลือจากคณาจารย์ในกลุ่มวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในส่วนที่เป็นผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำและตรวจประเมินชุดการสอน ได้แก่ ดร. ชัชวาล ศรีภักดี นายวราวุฒิ พุทธให้ และนายจิระศักดิ์ ธาระจักร์ และอาจารย์ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการใช้สถิติวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของชุดทดลอง ดร. ไพศาล การถาง และได้รับการช่วยเหลือจากอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อเครื่องมือ นายสุนทร คำพินิจ อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์ ที่ช่วยดำเนินการสร้างสื่อชุดทดลอง เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของสื่อที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณคณะผู้บริหารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่อนุมัติให้ทุนวิจัยโดยใช้เงินงบประมาณผลประโยชน์คณะฯ ประจำปี 2555 และงานวิจัยครั้งนี้จะสำเร็จได้ก็ด้วยความร่วมมือของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงขอบใจนักศึกษาทุกคนของสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ และสาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยจนกระทั่งสำเร็จผล

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณทุกกำลังใจที่ให้การสนับสนุนตลอดการวิจัย รวมทั้งส่วนงานวิจัยของคณะฯ และขอขอบพระคุณทุกท่านที่มิได้กล่าวนามในที่นี้ที่มีส่วนช่วยเหลือและสนับสนุนการวิจัยให้สำเร็จได้ด้วยดี

สิริน สิระธนกุล

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญตาราง | ช |

**บทที่**

| | |
|---|---|
| **1. บทนำ** | **1** |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 3 |
| ขอบเขตของการวิจัย | 3 |
| นิยามศัพท์ของคำที่ใช้ในการวิจัย | 4 |
| กรอบแนวคิดในการวิจัย | 5 |
| ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย | 6 |
| **2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** | **7** |
| หลักการของชุดการสอน | 8 |
| การพัฒนาชุดการสอน | 15 |
| การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 25 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 29 |
| **3. วิธีการดำเนินงานวิจัย** | **32** |
| ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง | 32 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 33 |

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| วิธีการสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ | 33 |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล | 38 |
| การวิเคราะห์ข้อมูล | 39 |
| **4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล** | 43 |
| **5. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ** | **47** |
| สรุปผลการวิจัย | 47 |
| อภิปรายผลการวิจัย | 47 |
| ข้อเสนอแนะ | 50 |
| ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป | 50 |
| **บรรณานุกรม** | **51** |
| **ภาคผนวก ก. ชุดการสอน** | **55** |
| คู่มือการใช้ชุดการสอน | 56 |
| แผนการสอน | 57 |
| ลักษณะรายวิชา | 59 |
| การแบ่งหน่วยเรียน | 60 |
| การแบ่งบทเรียน | 60 |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | 61 |
| ตารางวิเคราะห์หลักสูตร ด้านพุทธิพิสัย | 61 |
| แนวการจัดการเรียนการสอน | 62 |
| เอกสารประกอบการสอน | 72 |
| ใบเนื้อหา | 74 |
| แบบฝึกหัด | 90 |

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| เฉลยแบบฝึกหัด | 95 |
| แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 96 |
| เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 101 |
| สื่อการสอน | 102 |
| การสร้างชุดทดลอง | 104 |
| คู่มือการใช้ชุดทดลอง | 113 |
| การสร้างสื่อการสอน Power Point | 124 |
| ตัวอย่าง สื่อใบงาน ( Power Point) | 125 |
| ตัวอย่าง สื่อการทดลอง (Power Point) | 126 |
| ตัวอย่าง สื่อแบบฝึกหัด (Power Point) | 127 |
| **ภาคผนวก ข การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ** | **128** |
| **ภาคผนวก ค. การประเมินคุณภาพชุดการสอน** | **132** |
| การหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือชุดทดลอง | 133 |
| รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจชุดการสอน | 135 |
| ประเมินคุณภาพของแผนการสอน | 136 |
| ประเมินคุณภาพของเอกสารประกอบการสอน | 137 |
| ประเมินคุณภาพของสื่อการสอนด้านเทคนิค | 138 |
| ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ | 139 |
| **ภาคผนวก ง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** | **140** |
| **ประวัติผู้วิจัย** | **143** |

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**

1. ผลการประเมินคุณภาพของ แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอนด้านเทคนิค โดยผู้เชี่ยวชาญ 44
2. แสดงผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 44
3. ค่าความยาก-ง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 129
4. คะแนนผลการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 130
5. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 141

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาในปัจจุบันมุ่งให้ความสำคัญกับการพัฒนาความรู้ ความสามารถ คุณธรรม และความรับผิดชอบต่อสังคม กระบวนการจัดการศึกษาคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังจะเห็นได้จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 แนวการจัดการศึกษาให้ยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสาคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา ประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา(พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ฉบับล่าสุด, *www.moe.go.th/edtechfund/.../prb_study(final).pd*)

คุณภาพของประชากรเป็นปัจจัยสำคัญของการพัฒนาประเทศ ซึ่งคุณภาพประชากรเป็นผลจากประสิทธิภาพของการจัดการศึกษา จรินทร์ จุลวานิช (2541 : 1) ได้กล่าวถึง การจัดการศึกษาที่ขาดประสิทธิภาพว่าทำให้สิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์ เป็นอุปสรรคร้ายแรงที่บั่นทอนการพัฒนาประเทศ และจากรายงานการวิจัยของกรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ 2540 : 80 – 88, อ้างอิงจาก เชน สุขเกษม ,2550 : 2 ) พบว่าองค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุดคือ คุณภาพของการสอนและรองลงมาคือความรู้พื้นฐานเดิม รูปแบบการสอนเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีความสำคัญต่อคุณภาพการสอน รูปแบบการสอนจึงส่งผลต่อคุณภาพของประชากร

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของการพัฒนาเทคโนโลยีและคุณภาพของประชากร วิชาฟิสิกส์ ถูกจัดไว้ในหมวดวิชาเฉพาะ กลุ่มวิชาแกนของการศึกษาในระดับอุดมศึกษา ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ประยุกต์ เนื้อหาความรู้วิชาด้านฟิสิกส์ในระดับอุดมศึกษานี้มีเนื้อหาที่เป็นนามธรรมหลายเรื่อง เช่นเนื้อหาในหน่วยเรียน เรื่อง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” รายวิชาด้านฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี มีการเรียนการสอนในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต และหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต เป็นเนื้อหาหนึ่งที่เป็นนามธรรม ที่เข้าใจได้ยากและบางครั้งไม่บรรลุวัตถุประสงค์การสอน ต้องใช้เวลาในการเรียนการสอนมาก ซึ่งสอดคล้องกับที่ประจวบ ลาสิงห์ (2551:1) ได้กล่าวถึงเนื้อหาความรู้ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมว่าเป็นเนื้อหาที่ยากต่อการอธิบายและยกตัวอย่างประกอบให้เห็นได้อย่างชัดเจนทำให้การสอนบางครั้งไม่บรรลุวัตถุประสงค์การสอน เนื้อหาความรู้เกี่ยวกับปริมาณเวกเตอร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการนำความรู้ไปใช้ในเนื้อหาอื่นๆ ซึ่งต่อเนื่องกัน เช่น การเคลื่อนที่ แรง การชน โมเมนตัม เป็นต้น ความรู้ในเรื่องปริมาณเวกเตอร์จึงส่งผลในระยะยาว ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ปริมาณเวกเตอร์เป็นปริมาณที่ไม่ได้มีเฉพาะขนาดแต่มีทิศทางด้วย การคำนวณที่เกี่ยวกับปริมาณเวกเตอร์จึงต้องคำนึงถึงทิศทางด้วย การคำนวณปริมาณเวกเตอร์จึงมีความแตกต่างจากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ทั่วๆไปที่มีเฉพาะขนาดเท่านั้น ซึ่งรูปแบบการสอนปกติที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์คือการสอนแบบบรรยายผสมผสานกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และรูปแบบการสอนอีกแบบหนึ่งที่กำลังได้รับการนิยมเพิ่มขึ้นในการนำมาใช้สอนวิชาวิทยาศาสตร์คือการใช้ชุดการสอน ดังเห็นได้จากการวิจัยทางการเรียนการสอนวิชาด้านวิทยาศาสตร์จำนวนมากที่ศึกษารูปแบบการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชุดการสอนมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การนำไปใช้ ซึ่ง จรินทร์ จุลวานิช ( 2541 : 3 ) ได้กล่าวถึงรูปแบบของชุดการเรียนการสอนประกอบการบรรยายว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับการสอนในระดับอุดมศึกษา สอดคล้องกับที่ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2525 : 119 ) ที่ให้ความเห็นว่าการสอนในระดับอุดมศึกษานิยมใช้ชุดการสอนแบบประกอบการบรรยาย

ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของรูปแบบการสอนที่มีต่อประสิทธิภาพการจัดการศึกษา และเพื่อให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้ในแนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ จึงประสงค์ที่จะพัฒนา

ชุดการสอนประกอบการบรรยาย เรื่องปริมาณเวกเตอร์ และ เปรียบเทียบผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยชุดการสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติ การสอนสองรูปแบบนี้มีข้อดีและข้อเสียต่างกันคือรูปแบบการสอนปกติใช้สื่อการสอนเป็นเอกสารประกอบการสอนจะดำเนินการสอนได้รวดเร็ว และมีเวลาในการเรียนการสอนได้เต็มเวลา ส่วนรูปแบบการสอนด้วยชุดการสอนประกอบการบรรยายที่ผู้วิจัยจะพัฒนาขึ้นนั้นจะประกอบด้วยสื่อการสอนเป็น Power Point และชุดทดลอง ปริมาณเวกเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าชุดทดลองจะช่วยให้เกิดการรู้รับรู้เนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น แต่การสอนรูปแบบชุดการสอนนี้ทำให้มีเวลาในการเรียนการสอนได้ไม่เต็มเวลาเนื่องจากต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลผลการทดลอง

**2. วัตถุประสงค์การวิจัย**

2.1 พัฒนาชุดการสอน เรื่อง “ ปริมาณเวกเตอร์ ”

2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยชุดการสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติ เรื่อง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” ตามระยะเวลาที่กำหนดตามแผนการสอน

**3. ขอบเขตของการวิจัย**

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 ภาคปกติ จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนห้องเรียนละ 30 คน รวมจำนวน 60 คน

กลุ่มทดลอง เรียนรู้ด้วยรูปแบบชุดการสอน

กลุ่มควบคุม เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนปกติ

3.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาหลักฟิสิกส์ รหัสวิชา 02-511-101 เรื่อง “ ปริมาณเวกเตอร์ ”

3.3 ระยะเวลาการวิจัย จำนวน 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ไม่รวมเวลาการทำแบบฝึกหัด การเฉลยแบบฝึกหัด และการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ ชุดการสอน

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**4. นิยามศัพท์ของคำที่ใช้ในการวิจัย**

4.1 ปริมาณเวกเตอร์ หมายถึงปริมาณที่ต้องบอกทั้งขนาดและทิศทางจึงจะมีความหมายสมบูรณ์ ในการวิจัยเรื่องนี้จะศึกษาปริมาณเวกเตอร์เฉพาะส่วนบทเรียน “ เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์ ”

4.2 ชุดการสอน หมายถึงชุดการสอนประกอบการบรรยายที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอน

4.3 การสอนปกติ หมายถึง รูปแบบการสอนที่ผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการสอนแบบบรรยายผสมกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยแผนการสอน และเอกสารประกอบการสอน

4.4 แผนการสอน หมายถึง เอกสารที่ใช้เป็นคู่มือการสอน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย ลักษณะรายวิชา การแบ่งหน่วยเรียน การแบ่งบทเรียน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตารางวิเคราะห์หลักสูตรด้านพุทธิพิสัย และแนวการจัดการเรียนการสอน

4.5 เอกสารประกอบการสอน หมายถึงเอกสารประกอบการสอน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด และเฉลยแบบฝึกหัด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.6 สื่อการสอน หมายถึงสื่อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้ตรงกับที่ผู้สอนต้องการ ในการวิจัยนี้สื่อการสอนประกอบด้วย สื่อชุดทดลอง และสื่อ Power Point

4.7 คุณภาพของชุดการสอน หมายถึงระดับคุณภาพของแผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอนด้านเทคนิค ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และระดับคุณภาพของชุดทดลอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.8 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึงอาจารย์ที่มีวามรู้และความสามารถในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติเป็นผู้จบปริญญาโทด้านฟิสิกส์และมีประสบการณ์สอนไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือเป็นผู้จบปริญญาเอกด้านฟิสิกส์ และมีประสบการณ์สอนไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเป็นผู้มีตำแหน่งผลงานวิชาการด้านฟิสิกส์ระดับไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์

4.9 ผู้ใช้สื่อชุดทดลอง หมายถึง อาจารย์และนักศึกษาที่ทดลองเก็บข้อมูลจากเครื่องมือชุดทดลอง “ ปริมาณเวกเตอร์ ”

4.10 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ผู้เรียนได้รับจากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื้อหาความรู้ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

**5. กรอบแนวคิดในการวิจัย**

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดการสอน เรื่อง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบชุดการสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบตามปกติ ประกอบด้วยขั้นตอนการวิจัย 7 ขั้น ดังต่อไปนี้

1) กำนดระยะเวลาที่ใช้สอน จากคำอธิบายรายวิชา การแบ่งหน่วยเรียน และการแบ่งบทเรียน

2) ศึกษาขอบเขตของเนื้อหา โดยศึกษาจากคำอธิบายรายวิชา เอกสารที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ

3) กำนดรูปแบบของสื่อที่ใช้ในชุดการสอน โดยศึกษาเนื้อหาความรู้ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสื่อ แหล่งเรียนรู้ หนังสือ เอกสารต่าง ๆ และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้มีประสบการณ์ด้านการผลิตเครื่องมือและการผลิตสื่อการสอน

4) สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1. แผนการสอน ประกอบด้วย ลักษณะรายวิชา การแบ่งหน่วยเรียน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตารางวิเคราะห์หลักสูตรด้านพุทธิพิสัย และแนวการจัดการเรียนการสอน ยึดตาม มคอ. 3 ที่ผู้วิจัยเสนอต่อคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเพิ่มเติมรายละเอียดบางส่วนที่เกี่ยวกับการวิจัย

2. เอกสารประกอบการสอน ประกอบด้วย

2.1 ใบเนื้อหา ค้นคว้าจาก ตำรา เอกสารที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ ยึดตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน

2.2 แบบฝึกหัดพร้อมเฉลย สร้างจากใบเนื้อหาและข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.3 ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สร้างจากใบเนื้อหาและให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับการวิจัย

3. สร้างสื่อการสอน ประกอบด้วย

3.1 ชุดทดลอง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” ยึดรูปแบบการออกแบบสร้างเครื่องมือเกี่ยวกับ ความเที่ยงตรง ความแม่นยำ และความสะดวกในการใช้งาน เป็นต้น

3.2 สื่อการสอน Power Point แสดงเนื้อหาสาระสำคัญยึดตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ยึดรูปแบบการออกแบบสร้างสื่อเกี่ยวกับ สีพื้น ขนาดตัวอักษร การใช้ภาพประกอบ เป็นต้น

5) พัฒนาและปรับปรุงเครื่องมือวิจัย ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

คุณภาพของแผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอนด้านเทคนิคประเมินจากค่าระดับความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เกณฑ์คุณภาพระดับดีถึงดีมาก

คุณภาพของชุดทดลอง ประเมินจากความเชื่อมั่นของผลการทดลองเทียบกับค่าทฤษฎีแล้วแปลเป็นระดับคุณภาพ เก็บข้อมูลจากผู้ใช้สื่อชุดทดลอง จำนวน 6 คน เกณฑ์คุณภาพระดับดีถึงดีมาก

6) ขั้นประเมินเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

7) สรุปผลการศึกษาจากการวิจัย และข้อเสนอแนะ

**6. ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย**

6.1 แผนการสอน บทเรียนเวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์

6.2 เอกสารประกอบการสอน บทเรียนเวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์

6.3 สื่อการสอนชุดทดลอง “ ปริมาณเวกเตอร์ ”

6.4 สื่อการเรียนการสอน Power Point บทเรียนเวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์

6.5 ถ่ายทอดผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายที่มีการเรียนรู้ บทเรียนเวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์

# บทที่ 2

## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย การพัฒนาชุดการสอน เรื่อง “ปริมาณเวกเตอร์” วิชาหลักฟิสิกส์ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งนำเสนอตามลำดับ 4 เรื่อง ดังนี้

1. หลักการของชุดการสอน
    - 1.1 ความหมายของชุดการสอน
    - 1.2 ประเภทและรูปแบบของชุดการสอน
    - 1.3 องค์ประกอบของชุดการสอน
    - 1.4 คุณค่าและประโยชน์ของชุดการสอน
2. การพัฒนาชุดการสอน
    - 2.1 หลักการผลิตชุดการสอน
    - 2.2 การเขียนวัตถุประสงค์การสอน
    - 2.3 การเลือกสื่อการสอน
3. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    - 3.1 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    - 3.2 รูปแบบการวัดผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**1. หลักการของชุดการสอน**

**1.1 ความหมายของชุดการสอน**

ชุดการสอน ชุดการเรียน และชุดการเรียนการสอน เป็นคำที่ใช้ในการสื่อความหมายในลักษณะเดียวกัน ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2525:19) ได้ให้ความหมายของชุดการสอน ว่า หมายถึง การนำระบบสื่อประสม ที่สอดคล้องกับเนื้อหา มาเป็นเครื่องมือในการสอนหรือให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเอง หรือผู้เรียนและผู้สอนใช้ร่วมกัน เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นตามจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนที่ตั้งใจไว้ ชุดการสอนนิยมจัดไว้ในกล่องหรือซองเป็นหมวด ๆ ภายในชุดการสอนจะประกอบด้วย คู่มือการใช้ชุดการสอน สื่อการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์และการมอบหมายงานเพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์กว้างขวางขึ้น"

สุภาพร บุญหนัก (2544:8) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนว่า หมายถึงการนำสื่อการเรียนการสอนหลายๆ อย่างมาใช้ร่วมกัน โดยให้สอดคล้องกับวิชา หน่วยเรียน หัวเรื่อง เนื้อหา และวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถหรือการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

อรอุมา ไชยโยธา (2547:10) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนว่า หมายถึง สื่อการสอนที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นโดยใช้วัสดุอุปกรณ์หลายชนิดประกอบกัน เพื่อทำให้ผู้เรียนศึกษา และปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือและมีการนำหลักการทางจิตวิทยามาใช้ประกอบในการเรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เยาวภา ผูกสมัคร (2554:10) ได้กล่าวว่าชุดการสอนและชุดการเรียนเป็นคำที่มีความหมายคล้ายกัน โดยคำว่าชุดการสอน เป็นคำที่ใช้มาดั้งเดิมหมายถึงระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนต่างๆที่สัมพันธ์กับเนื้อหามาส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นผู้ทำกิจกรรมคือครู ซึ่งครูเป็นผู้จัดรวบรวมสื่อเพื่อให้ครูเป็นผู้

ลงมือใช้ แต่เนื่องจากปัจจุบันการศึกษายึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จึงใช้คำว่า ชุดการเรียน เพื่อย้ำถึงแนวการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จึงมีผู้นิยมเรียกชุดการสอนว่าชุดการเรียน และบางคนเรียกรวมกันเป็นคำว่าชุดการเรียนการสอน โดยให้เหตุผลว่าการเรียนรู้เป็นกิจกรรมของนักเรียน และการสอนเป็นกิจกรรมของครู กิจกรรมของครูและนักเรียนจะต้องเกิดคู่กัน

จากการศึกษาความหมายของชุดการสอนข้างต้น จึงพอสรุปได้ว่า ชุดการเรียน ชุดการเรียนการสอน และชุดการสอน มีความหมายคือหมายถึงชุดสื่อประสมหลายๆอย่างมาประกอบกันเพื่อใช้ในการการเรียนการสอน โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

**1.2 ประเภทและรูปแบบของชุดการสอน**

นักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทของชุดการสอนไว้ต่างๆ กัน ตามลักษณะการใช้ ดังนี้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542:94-95 ) ได้จำแนกประเภทของชุดการสอนเป็นชุดกิจกรรม 3 ประเภท คือ

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับผู้สอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ได้รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนขึ้น ชุดกิจกรรมแบบนี้จะช่วยให้ผู้สอนลดการพูดให้น้อยลง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนมากยิ่งขึ้น และเป็นการใช้สื่อการสอนที่มีพร้อมอยู่ในชุด สื่อที่ใช้อาจได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ หรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ เป็นต้น

2. ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับให้ผู้เรียนใช้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน มักจะใช้สอนในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียน เป็นต้น

3. ชุดการสอนแบบรายบุคคลหรือชุดการสอนตามเอกัตภาพ เป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคลคือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง อาจเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ ส่วนมากมักจะมุ่งให้ผู้เรียนได้ทำ

ความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติม อาจจะจัดในลักษณะของหน่วยการสอนส่วนย่อยหรือโมดูลก็ได้และสามารถประเมินผลความก้าวหน้าของตนเองได้ มุ่งให้ผู้เรียนแต่ละบุคคลมีการพัฒนาไปได้จนสุดขีดความสามารถ โดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น ครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหา

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2525:118-119) ได้จำแนกประเภทชุดการเรียนการสอน เป็น 4 ประเภท คือ

1) ชุดการเรียนการสอนประกอบการบรรยาย ชุดการสอนประเภทนี้มุ่งหมายขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น โดยผู้สอนกำหนดกิจกรรมและสื่อการสอนประกอบการบรรยาย บางครั้งเรียกว่า “ ชุดการเรียนการสอนสำหรับครู ” ชุดการเรียนการสอนนี้มีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียวและใช้ร่วมกับผู้เรียนทั้งชั้น โดยแบ่งหัวข้อที่จะบรรยายและกิจกรรมไว้ตามลำดับขั้น ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ครู และเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้น้อยลง เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนมากยิ่งขึ้น ชุดการเรียนการสอนแบบนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรมและการสอนในระดับอุดมศึกษา สื่อการสอนมักบรรจุในกล่อง แต่ถ้าเป็นวัสดุที่มีราคาแพง ขนาดเล็ก หรือใหญ่เกินไปตลอดจนเสียหายง่ายหรือเป็นสิ่งมีชีวิตก็จะไม่บรรจุกล่อง แต่จะกำหนดไว้ในคู่มือครูเพื่อจัดเตรียมก่อนสอน

2) ชุดการเรียนการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน ครูจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้บรรยายมาเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อมีปัญหาในการเรียน ชุดการเรียนการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มอาจจัดในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน ผู้เรียนจะเรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ ชุดการเรียนการสอนแต่ละชุดประกอบด้วยชุดการสอนย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์จะมีชื่อหรือบทเรียนครบตามชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้นๆ ซึ่งจัดไว้ในรูปสื่อประสม อาจใช้เป็นสื่อรายบุคคลหรือทั้งกลุ่มใช้ร่วมกันก็ได้ โดยผู้เรียนจะช่วยกันศึกษาเนื้อหา ทำกิจกรรมต่าง ๆ จากสื่อที่เตรียมไว้ในชุดการสอน และเมื่อจบการเรียนในแต่ละศูนย์แล้วผู้เรียนสนใจที่จะเรียนเสริมก็สามารถศึกษาได้จากศูนย์สำรองที่จัดเตรียมไว้โดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น

3) ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเองโดยจะรับชุดการเรียนการสอนไปเรียนด้วยตนเองตามคำแนะนำที่ระบุไว้ อาจมีการปรึกษา

ระหว่างเรียนได้และเมื่อสงสัยไม่เข้าใจบทเรียนสามารถถามครูได้ โดยใช้เวลาตามความสามารถของตนเอง การเรียนจากชุดการเรียนการสอนรายบุคคลนี้นิยมใช้กับห้องเรียนที่มีลักษณะพิเศษแบ่งเป็นสัดส่วนสำหรับผู้เรียนแต่ละคน โดยมีผู้ปกครองหรือบุคลากรอื่นให้ความช่วยเหลือ ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลนี้เน้นหน่วยการสอนย่อย จึงนิยมเรียกว่า " บทเรียนโมดูล "

4) ชุดการเรียนการสอนทางไกล ชุดการเรียนการสอนแบบนี้เป็นชุดการสอนที่ผู้เรียนจะเรียนด้วยตนเองสำหรับผู้เรียนที่อยู่ต่างถิ่นต่างเวลา ผู้เรียนไม่ต้องเข้าชั้นเรียนดังนั้นผู้เรียนจะเก็บรวบรวมชุดการเรียนการสอนไว้กับตนเอง ตัวอย่างชุดการสอนทางไกล เช่น ชุดการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช หรือชุดการสอนทางไกลของกรมการศึกษานอกโรงเรียน

จากการศึกษาประเภทของชุดการสอนดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่ามีชุดการสอนที่ใช้กับผู้เรียนที่เรียนในห้องเรียนปกติ อยู่ 2 ประเภท คือ ชุดการสอนประกอบการบรรยาย และชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งชุดการสอนทั้งสองรูปแบบมีลักษณะที่เหมือนกันคือเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้น้อยลง แต่มีความแตกต่างกันที่ชุดการสอนแบบประกอบการบรรยายใช้ร่วมกับผู้เรียนทั้งชั้น ส่วนชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มใช้กับห้องเรียนที่แบ่งออกเป็นแบบศูนย์การเรียน ดังนั้นการสร้างชุดการสอนจึงขึ้นกับลักษณะการนำไปใช้ สำหรับการพัฒนาชุดการสอนในการศึกษานี้ผู้วิจัยพิจารณาเลือกเป็นชุดการสอนแบบประกอบการบรรยาย เนื่องจากเน้นความเข้าใจเนื้อหาในเวลาที่จำกัด และชุดการสอนนี้ผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับที่ จริทร์ จุลวานิช (2541 : 3) ได้กล่าวไว้ว่าชุดการสอนแบบนี้เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา ซึ่งการวิจัยนี้กลุ่มผู้เรียนเป็นนักศึกษาระดับอุดมศึกษา

**1.3 องค์ประกอบของชุดการสอน**

ชุดการสอนประกอบด้วยสื่อประสม มีองค์ประกอบดังนี้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 95 - 102 ) ได้จำแนกองค์ประกอบที่สำคัญๆ ภายใน ชุดการสอนที่เป็นชุดกิจกรรมไว้ 4 ส่วน คือ

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอนหรือผู้เรียนตามประเภทของชุดการเรียนการสอน ภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดการเรียนการสอนเอาไว้อย่างละเอียด ทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับ

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ จะเป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่าง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บัตรจะมีอยู่ในชุดกิจกรรมแบบกลุ่มและรายละเอียดซึ่งจะประกอบด้วย

2.1 คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา

2.2 คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินการ

2.3 การสรุปบทเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่างๆ อาจประกอบด้วยบทเรียนโปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง ตัวอย่างจริง รูปภาพ เป็นต้น ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่างๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดการสอนตามบัตรที่กำหนดให้

4. แบบประเมินผล ผู้เรียนจะทำการประเมินผลที่อยู่ในชุดกิจกรรมอาจจะเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูก จับคู่ ดูผลจากการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรม เป็นต้น

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2525: 120 ) ได้จำแนกส่วนประกอบของชุดการสอนไว้ 4 ส่วน คือ

1. คู่มือสำหรับครูผู้ใช้ชุดการสอน และ / หรือผู้เรียนที่ต้องเรียนจากชุดการสอน

2. คำสั่งหรือการมอบหมาย เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินงานให้แก่ผู้เรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ อยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มและแบบรายบุคคล ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. การประเมินผล เป็นการประเมินผลของกระบวนการ ได้แก่ แบบฝึกหัด รายงานการค้นคว้าและผลการเรียนรู้ในรูปแบบทดสอบต่างๆ

คาร์ดาเรลลี่ (Cardarelli. 1973: 150; อ้างอิงจากเยาวภา ผูกสมัตร.2554:14) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. หัวข้อ (Topic)

2. หัวข้อย่อย (Sub Topic)

3. จุดมุ่งหมาย หรือเหตุผล (Rationale)

4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)

5. การทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)

6. กิจกรรมและการประเมินตนเอง (Activities and Self-Evaluation)

7. การทดสอบย่อย (Quiz หรือ Formative Test)

8. การทดสอบขั้นสุดท้าย (Post-Test หรือ Summative Evaluation)

สรุปจากที่กล่าวมาได้ว่าชุดการสอนที่ดีควรประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

1. แผนการสอน เป็นคู่มือครู มีชื่อเรื่อง ลักษณะรายวิชา การแบ่งหน่วยเรียน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดการสอน ความรู้พื้นฐานในการศึกษา และแนวการจัดการเรียนการสอน แบบฝึกหัดและ เฉลยแบบฝึกหัด สอดคล้องกับหลักสูตรและจุดมุ่งหมายของบทเรียน

2. ใบเนื้อหา เป็นเอกสารประกอบการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของบทเรียน และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

3. สื่อ เป็นชุดสื่อประสมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเนื้อหาบทเรียน และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

4. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนการสอน

การพัฒนาชุดการสอนในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือวิจัยประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังกล่าวในข้างต้น เพียงจัดหมวดหมู่ต่างไป คือประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. แผนการสอน ประกอบด้วย ลักษณะรายวิชา การแบ่งหน่วยเรียน การแบ่งบทเรียน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตารางวิเคราะห์หลักสูตรด้านพุทธิพิสัย และแนวการจัดการเรียนการสอน

2. เอกสารประกอบการสอน ประกอบด้วย ใบเนื้อหา แบบฝึกหัดและเฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเฉลย

3. สื่อการสอน ประกอบด้วยสื่อชุดทดลอง และ สื่อ Power Point

**1.4 คุณค่าและประโยชน์ของชุดการสอน**

ชุดการสอนเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งนักการศึกษาได้กล่าวถึงคุณค่าและประโยชน์ของชุดการสอน ดังนี้

จรินทร์ จุลวานิช (2541: 10-11) กล่าวถึงประโยชน์และคุณค่าของชุดการสอนที่สร้างขึ้นว่า

1) ช่วยลดภาระของผู้สอน เพราะชุดการสอนแต่ละชุดผลิตขึ้นมาเป็นหมวดหมู่ มีอุปกรณ์ กิจกรรม ตลอดจนมีข้อแนะนำชี้แจงเกี่ยวกับใช้ไว้อย่างละเอียดชัดเจนสามารถนำไปใช้ได้ทันที

ไม่ต้องเสียเวลาทำสื่อใหม่ ทำให้มีเวลาในการเตรียมการสอน ทดลองและศึกษาเพิ่มเติมในเนื้อหาวิชาตามชุดการสอนกำหนด ผู้สอนจึงมีประสบการณ์กว้างขึ้น ส่งผลต่อประสิทธิภาพการสอน

2) ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ในแนวทางเดียวกัน ผู้สอนที่แตกต่างกันก็สามารถให้ประสบการณ์ได้เหมือนกันเพราะชุดการสอนเป็นสื่อประสมที่ผลิตขึ้นมาอย่างมีระบบ และเป็นไปตามวัตถุประสงค์เฉพาะของหน่วยเนื้อหานั้นๆ มีข้อแนะนำกิจกรรมการใช้สื่อและข้อสอบประเมินพฤติกรรมไว้อย่างพร้อมมูล

3) ช่วยให้เกิดประสิทธิภาพอย่างเชื่อถือได้ เพราะชุดการสอนผลิตขึ้นด้วยวิธีการเข้าสู่ระบบโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญหลายด้าน เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการวัดและประเมินผล นักเทคโนโลยีการศึกษา โดยมีการทดลองใช้และปรับปรุงจนได้ชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพ

4) สร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ผู้สอน เพราะชุดการสอนผลิตอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ

5) ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน และมีลักษณะที่เป็นนามธรรมสูง ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดเนื้อหานั้นๆ ด้วยการบรรยาย

6) ช่วยเร้าและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เนื่องจากชุดการสอนเป็นชุดสื่อประสมที่มีกิจกรรม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนด้วยตนเองอย่างเต็มที่

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 110-111) ได้กล่าวถึงประโยชน์ชุดการสอนไว้ ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนแบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลา และโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน

2. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดการสอนช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเล็กน้อย

3. ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้เรียนสามารถนำเอาชุดการเรียนการสอนไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

4. ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครูเพราะชุดการเรียนการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้ทันที

5. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน

6. ช่วยให้ครูวัดผลได้ตรงตามความมุ่งหมาย

7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

8. ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ
9. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพนับถือความคิดของผู้อื่น

จะเห็นจากที่กล่าวมาว่าชุดการสอนมีประโยชน์และคุณค่าต่อการจัดการเรียนการสอนทุกระดับ ในการช่วยให้การเรียนการสอนมีมาตรฐานใกล้เคียงกันอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถถ่ายทอดเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมสูงและประสบการณ์ที่ซับซ้อนและที่ไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี มีมาตรฐานการวัดและประเมินผลเป็นมาตรฐานเดียวกัน เปลี่ยนบทบาทให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ และผู้สอนเป็นผู้มีบทบาทในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

## 2. การพัฒนาชุดการสอน

**2.1** หลักการผลิตชุดการสอน

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2528:292-293) กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีที่นำมาใช้ในการสร้างชุดการเรียนการสอน ดังนี้

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนแต่ละคนจะใช้เวลาเรียนรู้ในเรื่องหนึ่งๆ แตกต่างกันออกไป เพราะถือว่าการสอนนั้นไม่สามารถปั้นให้ผู้เรียนเป็นแม่พิมพ์เดียวกันได้ในช่วงเวลาที่เท่ากัน ตามความสามารถทางสติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ และสังคม

2. การนำสื่อประสมมาใช้ เป็นการเปลี่ยนแปลงการสอนจากเดิมที่ยึดครูเป็นแหล่งความรู้หลักมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อประเภทต่างๆสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ การเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตรวจสอบผลการเรียนของตนได้ทันที การเสริมแรง คือ เกิดความภูมิใจ ดีใจ เมื่อทำได้ถูกต้อง ถ้าตนเองทำไม่ถูกจะได้ทราบว่าที่ถูกต้องนั้นคืออะไรซึ่งจะไม่ทำให้เกิดความท้อถอย หรือสิ้นหวัง การเรียนรู้ไปทีละขั้นตามความสามารถและความสนใจ เขาจึงมีโอกาสจะประสบความสำเร็จได้เหมือนคนอื่น

4. การใช้วิธีการวิเคราะห์ระบบ จัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวัยของผู้เรียนทุกสิ่งทุกอย่างที่จัดไว้ในชุดการเรียนจะสร้างขึ้นอย่างมีระบบ ทุกอย่างสอดคล้องกันมีการทดลองปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานจึงนำไปใช้

ชัยยงค์ พรหมวงค์ ( 2525 :123 ) ได้อธิบายขั้นตอนการผลิตชุดการสอนอย่างมีระบบ มี 10 ขั้นตอน ดังนี้

1) การกำหนดเนื้อหาและประสบการณ์

2) กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วย สำหรับการสอนในแต่ละครั้ง

3) กำหนดหัวเรื่อง แบ่งเนื้อหาของหน่วยการสอนนั้นให้ย่อยลงมาอย่างที่เรียกได้ว่า หัวเรื่อง เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนในเนื้อหานั้นๆ ประกอบกัน 4 – 6 หัวเรื่องย่อย

4) กำหนดมโนทัศน์และหลักการ เป็นการกำหนดสาระสำคัญจากหัวเรื่องในหน่วยนั้นๆ

5) กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการเขียนจุดประสงค์ของการสอนในหน่วยนั้น เพื่อจะทราบได้ว่าผู้เรียนควรจะต้องมีพฤติกรรมอย่างไร หลังจากที่เรียนในเรื่องนั้นแล้ว

6) กำหนดกิจกรรมการเรียน กำหนดกิจกรรมการเรียนในชุดการสอนในแต่ละหน่วยจะต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการผลิตสื่อการสอนต่อไป

7) กำหนดการประเมินผล เป็นการกำหนดวิธีการที่จะวัดว่าผู้เรียนเรียนแล้วสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของหน่วยเนื้อหานั้นๆ หรือไม่ โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนไว้

8) การเลือกและผลิตสื่อการสอน พิจารณาจากเนื้อหาและลักษณะผู้เรียนตามที่กำหนดไว้ สื่อชนิดใดหรือกิจกรรมการเรียนแบบใดจึงจะเหมาะสมสอดคล้อง และทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนได้มากที่สุด จัดสื่อไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ เรียกว่า ชุดการสอน

9) การหาประสิทธิภาพชุดการสอน เมื่อสร้างชุดการสอนเสร็จเรียนร้อยแล้ว จำเป็นที่จะต้องนำชุดการสอนไปทดลองใช้เพื่อตรวจดูว่า ชุดการสอนนั้นสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์เพียงใดและหากพบว่า ยังมีข้อบกพร่องก็จะนำไปปรับปรุงแก้ไขจนทำให้การเรียนรู้จากชุดการสอนนั้นบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

10) การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ผ่านการทดลองหาประสิทธิภาพและปรับปรุงแล้วจึงจะสามารถนำไปใช้ในห้องเรียนปกติได้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525 : 189-192) ได้อธิบายขั้นตอนในการสร้างชุดการสอนไว้ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาสาระของเนื้อหาวิชาอย่างละเอียดว่า สิ่งที่จะนำมาทำเป็นชุดการสอนนั้น จะมุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้อะไรกับผู้เรียน และวิเคราะห์แบ่งหน่วยการเรียนการสอนออกเป็นเรื่องย่อยๆ และพิจารณาให้ละเอียดเพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนในหน่วยอื่นๆ ควรจะเรียงลำดับเนื้อหาตามขั้นตอนจากพื้นฐานของผู้เรียน

2. ตัดสินใจว่าจะทำการสอนแบบใดโดยกำหนดว่าผู้เรียนคือใคร จะให้อะไรแก่ผู้เรียน จะทำกิจกรรมอย่างไร สิ่งเหล่านี้เป็นเกณฑ์กำหนดการเรียน

3. กำหนดหน่วยการเรียนการสอน ประมาณเนื้อหาสาระว่าเราจะถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้ตามกำหนดหน่วยการเรียนที่สนุก น่าเรียน ให้ความชื่นบานแก่ผู้เรียน หาสื่อการเรียนได้ง่าย พยายามศึกษาหลักการความคิดรวบยอดอะไรหัวข้อย่อยอะไรบ้าง แต่ละหัวเรื่องย่อยพยายามดึงเอาแกนหลักการเรียนรู้ออกมาให้ได้

4. กำหนดความคิดรวบยอด ต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยการสรุปหลักการเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียน เพราะความคิดรวบยอดเป็นเรื่องของความเข้าใจอันเกิดจากประสบการณ์สัมผัสสิ่งแวดล้อม ซึ่งสมองจะสรุปแก่นแท้ของเรื่องนั้นๆ

5. จุดประสงค์การเรียนต้องสอดคล้องกับความคิดรวบยอด โดยกำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งหมายถึงความสามารถของผู้เรียนที่แสดงออกมาหลังจากการเรียนแล้ว ถ้าผู้สอนกำหนดชัดเจนมากเท่าใด ก็ยิ่งมีทางประสบความสำเร็จในการสอนมากขึ้นเท่านั้น จึงต้องตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนแต่ละข้อให้ถูกต้องและครอบคลุมเนื้อหา

6. การวิเคราะห์งาน คือการนำจุดประสงค์แต่ละข้อมาทำการวิเคราะห์เนื้อหากิจกรรมการเรียนการสอน จากนั้นจึงลำดับกิจกรรมการเรียนให้เหมาะสมถูกต้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

7. เรียงลำดับกิจกรรมการเรียนการสอน ภายหลังจากที่นำจุดประสงค์การเรียนแต่ละข้อมาวิเคราะห์งานแล้ว โดยการจัดเรียงกิจกรรมทั้งหมดให้มารวมเป็นกิจกรรมการเรียนที่สมบูรณ์ที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนในการเรียน โดยคำนึงถึงพื้นฐานของผู้เรียน วิธีดำเนินการให้เกิดขึ้นในการเรียนการสอน ตลอดจนการติดตามผล การประเมินผล การประเมินพฤติกรรมผู้เรียนที่แสดงออก เมื่อมีการเรียนการสอนแล้ว

8. สื่อการเรียน คือวัสดุอุปกรณ์และกิจกรรมที่ครูและนักเรียนต้องทำ เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ ซึ่งครูต้องจัดทำและหามาไว้ให้เรียบร้อย ถ้าสื่อนั้นมีขนาดใหญ่โตหรือมีคุณค่ามากต้องจัดเตรียมเอาไว้ก่อน แล้วเขียนไว้ในคู่มือให้ชัดเจนว่าอยู่ที่ใด เช่น เครื่องบันทึกเสียง เครื่องฉายสไลด์ บอกสิ่งของที่เก็บได้ไม่ทนทาน เน่าเปื่อยได้ เช่น ใบไม้ พืช สัตว์ เป็นต้น

9. การปะเมินผล คือ การตรวจสอบหลังการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่ตั้งใจไว้หรือไม่ การประเมินผลนี้จะใช้วิธีใดก็ได้แต่ต้องตรงกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ถ้าการประเมินผลไม่ตรงตามจุดหมายกำหนดไว้ ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมาก็จะทำให้เสียเวลาและไม่มีคุณค่าตามที่ต้องการ

10. การทดลองใช้ชุดการสอน เพื่อหาประสิทธิภาพ เพื่อพิจารณารูปแบบของชุดการสอนจะสร้างออกตามลักษณะอย่างไร รูปแบบจะเป็นซอง แฟ้ม กล่องแล้วแต่ความสะดวกในการใช้ การเก็บรักษา ความสวยงาม ส่วนการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนก็เพื่อปรับปรุงให้เหมาะสม โดยการนำไปทดลองกับกลุ่มผู้เรียนขนาดเล็กๆ ดูก่อน เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องและแก้ไขปรับปรุงเสียก่อนจึงนำไปทดลองกับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ ต่อไป

จากหลักการสร้างชุดการสอน สรุปได้ว่าประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นใหญ่ๆ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการจัดวางแผนการเรียนการสอน ประกอบด้วยการวิเคราะห์หลักสูตร กำนดรายวิชา หน่วยการสอน และเนื้อหาเรื่องที่จะสร้างชุดการสอน

2. ขั้นวางแผนทางวิชาการ เพื่อ

2.1 การกำหนดขอบเขตเนื้อหาเพื่อดำเนินเรื่องให้เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน

2.2 การวางจุดมุ่งหมาย เพื่อเป็นแนวทางการเขียนบทเรียน แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- จุดมุ่งหมายทั่วไป เป็นจุดมุ่งหมายกว้างๆ ของวิชานั้น
- จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เพื่อให้ดำเนินเรื่องได้ตามจุดมุ่งหมายซึ่งทุกคนสามารถเข้าใจตรงกันและผู้วัดสามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัด

2.3 กำหนดกิจกรรม และระยะเวลาของแต่ละกิจกรรม กำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกและการผลิตสื่อการสอน

2.4 กำหนดแบบประเมินผล ให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. ขั้นดำเนินการผลิต ชุดการสอน ต้องวิเคราะห์เนื้อหา เรียงลำดับจากง่ายไปยาก ในการเขียนบทเรียนนั้น ประกอบด้วยหน่วยย่อยๆ แต่ละหน่วยมีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีเอกสารประกอบการเรียนรู้ มีสื่อการสอน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ การผลิตต้องเลือกให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถและระดับผู้เรียน

4. ขั้นพัฒนาชุดการสอน ประเมินคุณภาพของชุดการสอน โดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเล็กๆ แล้วปรับปรุงให้มีคุณภาพ ประสิทธิภาพ แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มใหญ่ จนได้คุณภาพประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

**2.2 การเขียนวัตถุประสงค์การสอน**

การจำแนกวัตถุประสงค์การเรียนการสอน แบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นความสามารถทางสมอง หรือความรอบรู้ในเนื้อหาวิชาหลักการหรือทฤษฎีพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านนี้สามารถวัดได้จากการให้ผู้เรียนแจกแจงความรู้ เขียนรายการสิ่งที่รู้ยกตัวอย่าง ประยุกต์กฎต่าง ๆ ที่เรียนไป หรือวิเคราะห์สถานการณ์ เป็นต้น พฤติกรรมตามระดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยแบ่งไว้ 6 ขั้น ซึ่งการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นไป ต้องอาศัยระดับการเรียนรู้ที่ต่ำกว่าเสมอ

2. ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นหนักในด้านความสนใจ เจตคติ ค่านิยม อารมณ์และความประทับใจซึ่งวัดได้โดยการสังเกต แต่บางเรื่องก็ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง การระบุพฤติกรรมที่คาดหวังให้ผู้เรียนแสดงออกนั้น ต้องอาศัยการรวบรวมพฤติกรรมที่ชี้ถึงความรู้สึก เจตคติและค่านิยมของตนเองและผู้อื่น แล้วนำมาใช้ในการกำหนดเป็นพฤติกรรมที่คาดหวัง

3. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) คือจุดประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะทางกาย เน้นหนักด้านการวางท่าทางให้ถูกต้อง และเหมาะสมกับการปฏิบัติงานแต่ละชนิด สามารถระบุพฤติกรรมที่แสดงออกได้จากการตีความทักษะหรือการปฏิบัติออกมาเป็นพฤติกรรม ซึ่งสังเกตได้จากความถูกต้องแม่นยำ ความว่องไว คล่องแคล่ว และสม่ำเสมอ

ระดับของวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ระดับของวัตถุประสงค์การเรียนรู้โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ระดับคือ

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป หรือวัตถุประสงค์ปลายทาง
2. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์นำทาง หรือจุดประสงค์เฉพาะ

**วัตถุประสงค์ทั่วไป**

วัตถุประสงค์ทั่วไปหรือวัตถุประสงค์ทั่วไปปลายทาง คือ จุดประสงค์ที่เป็นเป้าหมายสำคัญที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในการเรียนรู้แต่ละเรื่องหรือแต่ละหน่วยการเรียนรู้

**ลักษณะของวัตถุประสงค์ทั่วไป** มีดังนี้

1. ตอบสนองพฤติกรรมสำคัญของจุดหมายหลักสูตร จุดประสงค์สาขาวิชา มาตรฐานวิชาชีพ สาขาวิชา/สาขางาน จุดประสงค์รายวิชาและมาตรฐานรายวิชา
2. สะท้อนคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่เป็นผลจากการเรียนรู้ โดยครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความคิดความสามารถในการปฏิบัติ เจตคติและกิจนิสัยที่พึงประสงค์
3. การเขียนจุดประสงค์ทั่วไป จะใช้คำกิริยากว้าง ๆ โดยเขียนเป็นข้อ ๆ แต่น้อยข้อครอบคลุมสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนตามคำอธิบายรายวิชา เช่น เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ ตระหนัก เห็นคุณค่า สามารถ เป็นต้น

**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นข้อความที่สื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนว่าพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนภายใต้เงื่อนไขการจัดการเรียนรู้คืออะไร

**พนิต เข็มทอง.(2541: 25-26) กล่าวถึง**ลักษณะของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

1. สอดคล้องกับจุดประสงค์ทั่วไปโดยแตกย่อยออกมาจากจุดประสงค์ทั่วไป และแสดงถึงรายการพฤติกรรมคาดหวังที่จะทำให้การเรียนรู้บรรลุตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์ทั่วไป
2. แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนหลังจบการเรียนรู้ในเรื่องหรือหน่วยการเรียนรู้นั้น ๆ
3. การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้สอนควรพิจารณาโดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

3.1 ควรเขียนให้ครอบคลุมทั้งด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัยและจิตพิสัย

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องมีลักษณะชัดเจน รัดกุม ไม่คลุมเครือ เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ตรงกัน และสามารถสังเกตได้หรือวัดได้

3.3 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สมบูรณ์จะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ พฤติกรรมที่คาดหวัง สถานการณ์/เงื่อนไข และเกณฑ์

3.4 พฤติกรรมที่คาดหวัง โดยแต่ละข้อจะต้องระบุพฤติกรรมที่คาดหวังเพียง 1 พฤติกรรมและควรพิจารณาเลือกคำกริยาที่แสดงพฤติกรรมที่คาดหวังให้ถูกต้องตามระดับขั้นของพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน สังเกตได้

3.5 การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจะเขียนเป็นข้อ ๆ เรียงตามลำดับพฤติกรรมที่เกิดก่อนจำนวนข้อจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชาและคำอธิบายรายวิชา รวมทั้งเวลาที่กำหนดในการจัดการเรียนรู้แต่ละเรื่อง / หน่วยการเรียนรู้

การเขียนวัตถุประสงค์ของชุดการสอนผู้วิจัยได้เขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และจากการวิเคราะห์น้ำหนักหลักสูตรของบทเรียน “ เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์ ” พบว่าอยู่ในระดับความรู้ความเข้าใจ และการนำไปใช้

**2.3 การเลือกสื่อการสอน**

สื่อการสอนเป็นสิ่งที่มีบทบาทอย่างมากในการเรียนการสอนเนื่องจากว่า เป็นตัวกลางช่วยนำและถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนหรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาได้ตรงกับที่ผู้สอนต้องการ

กิดานัน มลิทอง(2543:76) ได้กล่าวถึงการเลือกสื่อการสอนว่าเป็นสิ่งสำคัญยิ่งของชุดการสอน ผู้สอนจะต้องตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการเรียนให้แน่นอนเสียก่อน เพื่อใช้วัตถุประสงค์นั้นเป็นตัวนำชี้นำให้การเลือกสื่อการสอนที่เหมาะสม นอกจาก นี้ยังมีหลักการอื่นๆ เพื่อประกอบ ดังนี้

1. สื่อต้องสัมพันธ์เหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียนและจุดประสงค์การสอน
2. สื่อมีเนื้อหาถูกต้อง ทันสมัย น่าสนใจ
3. สื่อเหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ของผู้เรียน
4. สื่อควรสะดวกในการใช้ มีวิธีไม่ซับซ้อนยุ่งยากจนเกินไป

5. สื่อที่มีคุณภาพเทคนิคการผลิตที่ดี มีความชัดเจนและเป็นจริง

6. สื่อช่วยให้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และให้ข้อมูลที่ถูกต้อง

7. สื่อมีราคาไม่แพงจนเกินไป หรือถ้าจะผลิตเองควรคุ้มกับเวลาและการลงทุน

การจะเลือกสื่อมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพว่าผู้สอนจะต้องมีความรู้ความสามารถและทักษะในเรื่องต่างๆ ต่อไปนี้

1) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน

2) จุดมุ่งหมายในการนำสื่อมาใช้ประกอบหรือร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อใช้นำบทเรียน ใช้ประกอบคำอธิบาย ใช้เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์แก่ผู้เรียน หรือใช้เพื่อสรุปบทเรียน

3) เข้าใจลักษณะเฉพาะของสื่อชนิดต่างๆ แต่ละชนิดว่า สามารถเร้าความสนใจและให้ความหมายต่อประสบการณ์การเรียนรู้แก่ผู้เรียนได้อย่างไรบ้าง เช่น หนังสือเรียน และสื่อสิ่งพิมพ์อื่นๆใช้เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานและอ้างอิง

4) มีความรู้เกี่ยวกับแหล่งของสื่อการเรียนการสอนทั้งภายในและภายนอกสถาบันการศึกษาสื่อบางอย่างจะคุ้มค่าในการผลิตเองหรือไม่ หรืออาจหายืมได้ที่ไหนบ้างหลักการใช้สื่อการสอน

ภายหลังจากที่ผู้สอนได้เลือกและตัดสินใจแล้วว่าจะใช้สื่อประเภทใดในการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากการถ่ายทอดเนื้อหาของสื่อนั้นได้ดีที่สุด ผู้สอนจำเป็นต้องมีหลักในการใช้สื่อการสอนตามลำดับดังนี้

1. เตรียมตัวผู้สอน เป็นการเตรียมตัวในการอ่าน ฟังหรือดูเนื้อหาที่อยู่ในสื่อที่จะใช้ว่ามี เนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วน และตรงกับที่ต้องการใช้หรือไม่ ถ้าสื่อนั้นมีหาไม่ครบ ผู้สอนจะ เพิ่มเติมโดยวิธีการใดในจุดไหนบ้าง จะมีวิธีการใช้สื่ออย่างไร เช่น ใช้ภาพนิ่งเพื่อเป็นการนำบทเรียนที่จะสอน

2. เตรียมจัดสภาพแวดล้อม โดยการจัดเตรียมวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ให้พร้อม ตลอดจนจัดเตรียมสถานที่ห้องเรียนให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม

3. เตรียมพร้อมผู้เรียน เป็นการเตรียมตัวผู้เรียนโดยมีการแนะนำหรือให้ความคิดรวบยอด ว่าเนื้อหาในสื่อนั้นเป็นอย่างไร เพื่อให้ผู้เรียนเตรียมพร้อมในการฟัง ดูหรืออ่านบทเรียน

4. การใช้สื่อ ผู้สอนต้องใช้สื่อให้เหมาะสมกับขั้นตอนที่เตรียมไว้แล้วเพื่อให้ดำเนินการสอนไปได้อย่างราบรื่น และต้องควบคุมการเสนอสื่อให้ถูกต้อง

5. การติดตามผล หลังจากที่มีการเสนอสื่อแล้ว ควรมีการติดตามผลโดยการให้ผู้เรียนตอบคำถาม อภิปราย หรือเขียนรายงานมาส่ง

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนจะบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้นั้นผู้สอนจะต้องมีความสามารถในการเลือกสื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหา กับระดับผู้เรียนและมีความสามารถในการผลิตสื่อ และผู้สอนยังต้องมีการเตรียมตัว เตรียมสภาพแวดล้อม เตรียมผู้เรียน และติดตามผลการใช้สื่อด้วยจึงจะทำให้การสอนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการสร้างชุดการสอนเพื่อการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกสื่อการสอน 3 ชนิดมาใช้ประสมกันคือ

1. สื่อชุดทดลอง เป็นสื่อที่ใช้กับกลุ่มทดลอง
2. สื่อ Power Point เป็นสื่อที่ใช้กับกลุ่มทดลอง
3. สื่อเอกสารประกอบการสอน เป็นสื่อที่ใช้ร่วมกันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

**สื่อชุดทดลอง** การลงมือปฏิบัติหรือทำการทดลองค้นหาความรู้ ทำให้เกิดประสบการณ์ตรงเพื่อพิสูจน์หรือค้นหาความรู้ด้วย ช่วยเพิ่มความเข้าใจในการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำเสนอโดยมีหลักการดังนี้ ใช้ง่าย สะดวก วัดได้รวดเร็ว บำรุงรักษาง่าย และมีความเที่ยงตรง ความแม่นยำ และผู้วิจัยได้ทำเอกสารคู่มือการใช้ชุดทดลองไว้ให้ผู้สอนได้ศึกษาก่อนการทดลองด้วย

**สื่อ Power Point** เป็นสื่อการสอนที่สร้างจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการนำเสนอ ผู้วิจัยนำเสนอโดยมีหลักการดังนี้

1) คำอธิบายสั้นๆ แต่ได้ใจความ

2) ขนาดตัวอักษรทั่วไปอยู่ระหว่าง 28 -32 พอยต์ เพราะการใช้ตัวอักษรที่เล็กเกินทำให้ประสิทธิภาพการอ่านลดลง และตัวอักษรที่ใหญ่เกินไปจะทำให้ผู้เรียนอ่านช้าลง

3) หัวข้อเรื่องมีขนาดมากกว่า 32 พอยต์

4) รูปแบบตัวอักษรเป็นแบบไม่มีเชิง ซึ่งเป็นรูปแบบที่เรียบง่าย และเป็นทางการ

5) จัดรูปแบบคำอธิบายให้น่าอ่าน เนื้อหาที่ยาวจัดกลุ่มคำอธิบายให้จบเป็นตอนๆ

6) ความหนาแน่นของข้อความปานกลาง แต่จะมีความหนาแน่นมากเมื่อเนื้อหาต้องต่อเนื่อง โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นตัวอย่างการคำนวณ

7) ไม่เปลี่ยนสีไปมาโดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร ในหนึ่งเฟรมมีสีตัวอักษรหลักไม่เกิน 3 สี

8) ไม่ใช้สีพื้นสลับไปมาในแต่ละเฟรมของเนื้อหา

9) เนื้อหาที่ยากและซับซ้อน เน้นส่วนของข้อความที่สำคัญ ด้วย การใช้สี หรือการชี้แนะด้วยคำพูด

10) ใช้ภาพประกอบนำเสนอเนื้อหามากที่สุด เนื่องจากภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้

11) การควบคุมหน้าจอ ออกแบบให้สามารถเลือกเรียนได้ตามความต้องการของผู้เรียน

12) สีของตัวอักษรกับสีพื้นหลังมีความเข้มต่างกัน ทั้งนี้สีที่มีความเข้มเท่าหรือใกล้เคียงกับสีพื้นหลังอาจทำให้มองเห็นข้อความได้ไม่ชัดเจน

13) สีของพื้นหลังเป็นสีเข้มเพราะสีที่เข้มจะลดความสว่างของจอภาพทำให้ผู้เรียนสบายตาและอ่านได้นานขึ้น

**สื่อเอกสารประกอบการสอน** เชน สุขเกษม ( 2541 :29) ได้อ้างถึงประโยชน์ของเอกสารประกอบการสอนว่าช่วยให้ครูผู้สอนสามารถใช้เป็นคู่มือการสอนได้อย่างดี และในกรณีที่มิได้มีการเรียนการสอนตามปกตินั้นใบเนื้อหาของเอกสารประกอบการสอนยังใช้เป็นแหล่งการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนได้ และในกรณีที่มีการเรียนการสอนตามปกติผู้เรียนสามารถใช้ใบเนื้อหาทบทวนเนื้อหาอันจะช่วยลดช่องว่างระหว่างความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นเอกสารประกอบการสอนจึงเป็นสื่อการสอนรูปแบบหนึ่งที่ช่วยเสริมสร้างให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและเกิดการเรียนรู้แบบต่อเนื่อง

**3. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

สุกาญจนา อ้นบางใบ (2554 :36) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ผลการสะสมความรู้ ความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน หรือจากประสบการณ์ที่ได้รับ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ได้แก่ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

**3.1 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

ทัศนา แขมมณี ( 2548 : 51-52 ) กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์(Throndike) ว่าการเรียนรู้ของมนุษย์เกิดขึ้นด้วยการสร้างความเชื่อมโยง ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองที่เหมาะสมและการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพอยู่บนพื้นฐานของกฎ 3 ประการ คือ

1) กฎแห่งความพร้อม มีหลักการซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย คือ

1.1) ถ้าบุคคลพร้อมแล้วได้กระทำ จะเกิดความพอใจ

1.2) ถ้าบุคคลพร้อมแล้วไม่ได้กระทำ จะเกิดความรำคาญใจ

1.3) ถ้าบุคคลไม่พร้อมแต่ถูกบังคับให้กระทำ จะเกิดความรำคาญใจ

2) กฎแห่งการฝึกหัด มีหลักการว่าถ้าบุคคลได้ฝึกฝนหรือทบทวนบ่อยๆ จะทำได้ดีและทำให้เกิดความชำนาญ

3) กฎแห่งผล มีหลักการว่าถ้าบุคคลได้กระทำสิ่งใดแล้วได้ผลเป็นที่พอใจก็อยากกระทำสิ่งนั้นอีก แต่ถ้ากระทำแล้วไม่ได้ผลดีก็จะไม่อยากกระทำอีก

วรวัฒน์ บุญดี ( 2545 : 24 - 25 ) ได้สรุปขั้นตอนการเรียนรู้ จากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของกาเย่ (Gagne) ไว้ดังนี้

1. เร้าความสนใจ (Gain Attention) ให้พร้อมที่จะเรียน

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify Objective) เป็นประเด็นสำคัญของเนื้อหาเพื่อเป็นเค้าโครงของเนื้อหา ควรใช้คำสั้นๆ และเข้าใจง่าย ไม่ควรมีหลายข้อมากเกินไป

3. ทบทวนความรู้เดิม(Activate Prior Knowledge) เป็นการเตรียมความพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่

4. เสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) การใช้สื่อในส่วนนี้ควรคำนึงถึงว่าภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหาอาจใช้กราฟิก และภาพซับซ้อนควรใช้ตัวชี้แนะ เช่น การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ แต่ไม่ควรใช้กราฟิกที่มากเกินไป

5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ ( Guide Learning) ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการสอนเนื้อหาที่ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน

6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response) การทำกิจกรรมย่อมทำให้ผู้เรียนจำได้ดี ควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว ไม่ควรให้ตอบยาวและไม่ควรมีคำถามหลายคำถามในเนื้อหาเดียวกัน

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) ช่วยกระตุ้นความสนใจได้มากขึ้น ควรให้ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง เฉลยคำตอบที่ถูกหลังจากผู้เรียนทำผิด 1 – 2 ครั้ง

8. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance) อาจเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียนหรือทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียน

9. สรุปและนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer) ให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไรและบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลต่อเนื่อง

สุกาญจนา อ้นบางใบ (2554: 46 ) กล่าวถึงกุญแจสำคัญของการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จได้ง่ายคือกระบวนการสอนต้องอาศัยการจูงใจความต้องการทางกาย อารมณ์ และสังคม ควรเสริมแรงหรือกระตุ้นโดยปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสนใจ ความสามารถ ความพึงพอใจ การจูงใจให้ผู้เรียนมีความตั้งใจและความสนใจในการเรียนย่อมขึ้นกับบุคลิกภาพของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งผู้สอนจะต้องทำความเข้าใจลักษณะความต้องการของผู้เรียนแต่ละระดับแต่ละสังคม และแต่ละครอบครัว เพื่อเลือกกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม

จากที่กล่าวมาจึงเห็นได้ว่าองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีทั้งปัจจัยภายนอกผู้เรียน ได้แก่ สื่อการสอน สิ่งแวดล้อมขณะทำการสอน ยังมีปัจจัยภายในตัวผู้เรียน ได้แก่ ความพึงพอใจ ความพร้อมในส่วนที่เกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน ความพร้อมทางกายและทางอารมณ์ เป็นต้น ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงเป็นเรื่องละเอียดอ่อนที่ผู้สอนต้องวางแผนมาล่วงหน้าจึงจะทำให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพ

**3.2 รูปแบบการวัดผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนาเป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน มีหลายรูปแบบ ดังนี้

**สุกาญจนา อ้นบางใบ** (2554: 43 ) **กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีการวัดดังนี้**

1. **การวัดด้านการปฏิบัติ** เป็นการตรวจสอบความรู้และความสามารถทางการปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา ให้ทำการสังเกตและวัดได้ การวัดแบบนี้ต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติซึ่งการประเมินผลจะพิจารณาจากวิธีปฏิบัติ และผลงานที่ปฏิบัติ

2. **การวัดด้านเนื้อหา** เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถด้านเนื้อหาวิชารวมถึงพฤติกรรมความสามารถด้านต่างๆ อันเป็นผลจากการเรียนการสอน มีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1) การสอบปากเปล่า (Oral test) การสอบแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคล เป็นการสอบที่ต้องการดูแลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ ดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็นในเรื่องที่ทำ ตลอดจนแง่มุมต่างๆ การสอบปากเปล่าสามารถสอบวัดได้ละเอียดลึกซึ้งและคำถามสามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมตามที่ต้องการได้

2.2) การสอบแบบให้เขียนตอบ (Paper pencil test or written test) เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบ ซึ่งมี 2 แบบ คือ

2.2.1) แบบไม่จำกัดคำตอบ (Free response type) ได้แก่ข้อสอบอัตนัยหรือข้อสอบความเรียง

2.2.2) แบบจำกัดคำตอบ (Fixed response type) เป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามหรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก มี 4 รูปแบบ คือ แบบเลือกทางใดทางหนึ่ง แบบจับคู่ แบบเติมคำ และแบบเลือกตอบ

ผู้สอนต้องเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับเนื้อหาของหน่วยเรียนและระดับของผู้เรียน ทั้งนี้ให้ดูจากวัตถุประสงค์การเรียนรู้ว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านใด ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ระดับของการวัดผลนี้จะเป็นเครื่องมือให้ผู้สอนพัฒนาสื่อการสอนเพื่อให้ผู้เรียนไปสู่เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกรูปแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ เนื่องจากมีความชัดเจนในตัวคำถาม การตรวจให้คะแนนตรงกัน และแปลความหมายคะแนนได้

ตรงกัน ซึ่งสอดคล้องกับที่ จรินทร์ จุลานิช (2541:22) ได้กล่าวถึงการใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบว่าเหมาะสมที่จะใช้วัดความสามารถด้านพุทธิพิสัย ระดับฟื้นคืนความรู้ และระดับประยุกต์ความรู้ และสามารถวัดผลผู้เรียนที่มีจำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จรินทร์ จุลานิช (2541:21-22) ได้สรุปหลักในการสร้างแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ คำถาม และตัวเลือก ไว้ดังนี้

1. การสร้างคำถาม

1.1 เขียนคำถามให้สมบูรณ์ โดยใช้คำที่แสดงลักษณะการถามมาประกอบ เช่น เพราะเหตุใด เมื่อไร

1.2 หากเขียนแบบทดสอบที่เอาตัวเลือกมาต่อต้องอ่านเข้าใจง่ายได้ความหมายสมบูรณ์

1.3 ถามให้ตรงจุดที่จะถาม คืออ่านแล้วรู้ว่าผู้สอนมุ่งถามอะไร

1.4 อย่าใช้คำถามปฏิเสธ เพราะคำถามดังกล่าวตีความได้ยาก

1.5 หลีกเลี่ยงการใช้คำที่แนะคำตอบ

1.6 สร้างคำถามให้สั้น กระทัดรัด เอาแต่ใจความสำคัญ

2. การสร้างตัวเลือก

2.1 เขียนตัวเลือกให้เป็นพวกเดียวกัน คือมีขอบข่ายในประเภทเดียวกันหรือกลุ่มเดียวกันหรือมีลักษณะบางอย่างร่วมกัน

2.2 ตัวเลือกควรสั้น ชัดเจน ประหยัดคำ อ่านได้ใจความสมบูรณ์

2.3 ตัวเลือกทุกตัวต้องเป็นอิสระจากกัน ถูกหรือผิดแยกกันเด็ดขาด โดยไม่คลุมเครือและจะต้องไม่แตกต่างกันจนเด่นชัดมากเกินไป

2.4 ตัวเลือกทุกตัวต้องให้ใช้ประโยชน์ได้ คือมีคุณค่าในการจูงใจให้ผู้ตอบได้เลือกตอบ

2.5 ตัวเลือกทุกตัวควรยาวเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน เพราะตัวเลือกที่ยาวหรือสั้นที่สุดกลับเป็นคำตอบไปด้วย กลายเป็นการแนะคำตอบ

2.6 ตัวเลือกจะต้องถูกหรือผิดตามหลักวิชาการ ไม่ใช่ถูกหรือผิดตามสมัยนิยม หรือเป็นความถูกต้องตามความคิดเห็นของกลุ่มบุคคล

2.7 อย่าให้คำถามหรือตัวเลือกข้อต้นๆ ไปมีอิทธิพลต่อคำตอบข้อต่อไป เพราะจะทำให้ข้อสอบขาดคุณค่า และไม่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการได้

2.8 ให้ที่อยู่ของตัวเลือกอยู่ในลักษณะกระจายคำตอบ จากข้อ ก. ถึงข้อ ง. หรือ จ. อย่าให้คำตอบข้อที่ถูกอยู่ซ้ำๆ กัน เพราะผู้สอบจะเดาคำตอบได้

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลเป็นข้อสอบแบบตัวเลือกนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหลักการสร้างข้อสอบดังกล่าวมา เพราะข้อสอบมีความสำคัญมากในการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอน เนื่องจากข้อสอบจะทำให้ทราบสถานภาพของผู้เรียนว่ามีจุดเด่น จุดด้อย หรือยังขาดพื้นฐานในเรื่องใดบ้าง และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยเท่านั้นเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยที่ต้องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษา 2 กลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนที่แตกต่างกัน

**4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

อนุวัฒน์ เดชไธสง, สายัณห์ โสธะโร, ธนูชัย ภูอุดม, รวีวรรณ งามสันติกุล (2553, เดชไธสง http://ejournals. swu.ac.th/index.php/ssj/article/view/1263/0) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำชุดกิจกรรมมาใช้ในการเรียนการสอน เรื่องเวกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ใช้เวลาสอนทั้งหมด 12 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน โรงเรียนนิยมมิตรวิทยาคาร อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2552 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเวกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สามารถผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโปรแกรม C.a.R. มีความพึงพอใจในการเรียนเรื่องเวกเตอร์อยู่ในระดับมาก

จรินทร์ จุลวานิช(2541: บทคัดย่อ ) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชุดการสอนประกอบด้วยคู่มือการสอน สื่อการสอน ในคู่มือการสอนประกอบด้วย แผนการสอน แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ส่วนสื่อการเรียนการสอน ประกอบด้วย ใบเนื้อหา ชุดแผ่นภาพโปร่งใส และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิชาไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผลการวิจัยพบว่าสื่อการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ตามการทดสอบด้วยสถิติ t – test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เยาวภา ผูกสมัคร (2554:บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ พบว่าชุดการสอนโปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมีผลสัมฤทธ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรรณี ลีกิจวัฒนะ(2552:บทความวิจัย)ได้ทำการศึกษาการพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทย ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ศึกษาตัวแปรสังเกตได้ 20 ตัว และตัวแปรแฝง 7 ตัว ที่มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามชนิดมาตรประเมินค่า 6 ระดับ จำนวน 171 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.68 – o.94 มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรแต่ละตัวในเกณฑ์ดีทุกตัวแปร และมีค่าความเชื่อถือเชิงโครงสร้างของตัวแปรแฝงอยู่ระหว่าง 0.50 – 0.87 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมลิสเรล 8.72 พบว่าความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีความเที่ยงตรง และพบว่าตัวแปรแฝงที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้มากที่สุดคือ ครอบครัว รองลงมาคือความสามารถสถานศึกษา ลักษณะนิสัย เพื่อน และครูผู้สอน และตัวแปรครอบครัวมีอิทธิพลมากที่สุดกับโมเดลกลุ่มชายและกลุ่มที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ และตัวแปรความสามารถมีอิทธิพลมากที่สุดกับกลุ่มหญิงและกลุ่มเน้นวิทยาศาสตร์

วรวัฒน์ บุญดี (2545 : 23) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง วิชาเครื่องรับวิทยุ เรื่องความถี่และการรับ-ส่งคลื่นวิทยุ โดยจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ได้กล่าวสรุปจาการศึกษาเกี่ยวกับ สีและขนาดของตัวอักษรว่า สีมีผลต่อความเข้าใจในการอ่าน บนจอคอมพิวเตอร์ สีช่วยให้เกิดความสวยงาม ชัดเจน และความสบายตา แต่ในหนึ่งจอไม่ควรใช้สีมากเกินไป และขนาดของตัวอักษรที่ใช้ควรเหมาะสม ขนาด 80 ตัวอักษรต่อบรรทัด และสีตัวอักษรเป็นสีขาวบนพื้นสีดำในตัวอักษรขนาดเล็ก และสีขาวบนพื้นสีม่วงในตัวอักษรขนาดใหญ่ ควรมีภาพประกอบอาจเป็นภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวโดยเลือกภาพให้เหมาะกับเนื้อหาและสามารถสื่อความหมายให้ผู้เรียนรับรู้มากที่สุด

สมิท(Smit. 1994:A , อ้างอิงจาก ปรีชา ฤทธิ์เดช:29) ได้ศึกษาเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแตกต่างกัน 3 รูปแบบ คือ การสอนบรรยาย การลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง การบรรยายและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ารูปแบบการสอนอีก 2 รูปแบบ

จากการศึกษางานวิจัย แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้และวิธีการสอนของผู้สอนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของผู้เรียน นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังมีผลมาจากตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ เจตคติ สภาพแวดล้อม และพฤติกรรมการเรียนรู้ เป็นต้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรต้องคำนึงถึงความแตกต่างของกลุ่มผู้เรียนด้วย จึงจะทำให้การเรียนการสอนมีประสิงทธิภาพสูงอีกวิธีหนึ่ง อย่างไรก็ตามคุณภาพของประชากรไม่ได้ขึ้นอยู่กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพียงด้านเดียว จะต้องมีคุณธรรมและความรับผิดชอบต่อสังคมด้วย การวัดและประเมินผลการศึกษาโดยภาพรวมจึงไม่ได้วัดผลจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพียงด้านเดียว

# บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการสอน เรื่อง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดการสอน เรื่อง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบชุดการสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนตามปกติ

วิธีดำเนินการประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากรของการวิจัย** คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่ศึกษาในรายวิชา หลักฟิสิกส์ รหัสวิชา 02-511-101 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

**กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย** คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคปกติ จำนวน 2 ห้องเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวนห้องเรียนละ 30 คน รวมจำนวน 60 คน โดยผู้วิจัยคำนึงถึงความแตกต่างของพื้นฐานความรู้ผู้เรียนในกรณีที่ต่างสาขาวิชา และการเข้าเรียนในเนื้อหาที่ทำการทดลอง

กลุ่มทดลอง เรียนรู้ด้วยรูปแบบชุดการสอน

กลุ่มควบคุม เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนปกติ

**2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 3 ส่วน ดังนี้

1. แผนการสอน ประกอบด้วย ลักษณะรายวิชา การแบ่งหน่วยเรียน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตารางวิเคราะห์หลักสูตรด้านพุทธิพิสัย และแนวการจัดการเรียนการสอน

2. เอกสารประกอบการสอน ประกอบด้วย ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด และเฉลยแบบฝึกหัด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. สื่อการสอน ประกอบด้วยสื่อ สื่อการสอนชุดทดลอง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” พร้อมคู่มือการใช้ชุดทดลอง และสื่อการสอน Power Point ในส่วนของเนื้อหาที่สอน การปฏิบัติการทดลอง และแบบฝึกหัดพร้อมเฉยแบบฝึกหัด

**3. วิธีการสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ**

การศึกษาหลักสูตรรายวิชา เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามการสร้างเครื่องมือ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ 4 ขั้น ดังนี้

1) ขั้นเตรียม เป็นการจัดวางแผนการเรียนการสอน ประกอบด้วย กำนดรายวิชา หน่วยเรียน และเนื้อหาเรื่องที่จะสร้างชุดการสอน กำหนดระยะเวลา กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้เลือกวิชาหลักฟิสิกส์ รหัสวิชา 02-511-101 เนื่องจากเป็นวิชาที่อยู่ในกลุ่มวิชาแกนระดับปริญญาตรี เลือกหน่วยเรียนเรื่อง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” บทเรียนเวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานของความรู้ที่ต้องนำไปใช้ในบทหน่วยเรียนอื่นๆ กำหนดเวลาศึกษา 2 ชั่วโมง สอดคล้อง มคอ3. ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาคเรียนปกติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากเป็นสาขาวิชาเดียวที่มีนักศึกษาภาคปกติ 2 ห้องเรียน เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างมีพื้นฐานความรู้ที่ใกล้เคียงกันหรือเท่าเทียมกัน

2) ขั้นวางแผนทางวิชาการ ประกอบด้วย

2.1) กำหนดขอบเขตเนื้อหา ศึกษาฐานความรู้ที่เป็นพื้นฐานของเนื้อหาที่จะสอนและศึกษาเนื้อหาที่จะสอนโดยศึกษาจากหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา หนังสือ ตำราต่างๆ และข้อมูล

บนเครือข่ายอินเทอร์เนต ทำความเข้าใจถึงขอบเขตของเนื้อหาและลักษณะเกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้ เพื่อให้เนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน

2.2) การวางจุดมุ่งหมาย เพื่อเป็นแนวทางการเขียนบทเรียน โดยเขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.3) การกำนดรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยทบทวนความรู้ที่เป็นพื้นฐานที่จะมาสัมพันธ์กับเรื่องที่จะทำการวิจัย โดยผู้วิจัยคาดว่าเป็นแนวทางในการลดปัญหาเรื่องภูมิหลังที่แตกต่างกันของผู้เรียน ถึงแม้ว่าจะเป็นนักศึกษาสาขาวิชาเดียวกัน ภาคเรียนปกติเหมือนกันก็ตามและผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับการออกแบบการผลิตสื่อการสอน แล้วเลือกวิธีการนำเสนอโดยคำนึงถึงความชัดเจนของเนื้อหา ระยะเวลาของการเรียนการสอน วัตถุประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนที่คาดหวัง จึงเลือกเป็นชุดการสอนประกอบการบรรยาย ชุดการสอนที่สร้างขึ้นจะประกอบด้วย แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอน

2.4 กำหนดแบบประเมินผล เป็นข้อสอบปรนัย แบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ ข้อสอบสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและตารางวิเคราะห์หลักสูตรด้านพุทธิพิสัย

3) ขั้นดำเนินการผลิตชุดการสอน ซึ่งประกอบด้วย แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอน มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.1) ดำเนินการเขียนแผนการสอน แผนการสอนเป็นคู่มือแนะแนวการเรียนการสอนโดยยึดจาก มคอ. 3 ของรายวิชาหลักฟิสิกส์ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจประเมินคุณภาพ ปรับปรุงความเหมาะสมด้านวิธีการสอนและภาษาที่เขียนให้มีความชัดเจนมากขึ้น ปรับปรุงจนผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

3.2) ดำเนินการเขียนเอกสารประกอบการสอน คือใบเนื้อหา แบบฝึกหัดพร้อมเฉลย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์พร้อมเฉลย ยึดเนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้

- เขียนใบเนื้อหา ศึกษาจากหนังสือ ตำราต่างๆ และข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เนต และจากผู้เชี่ยวชาญ นำใบเนื้อหาไปให้นักศึกษาที่เคยเรียนวิชาหลักฟิสิกส์อ่าน 3 คน แล้วปรับปรุงความต่อเนื่องของเนื้อหาและข้อความที่นักศึกษาอ่านแล้วเข้าใจยาก แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 แล้วปรับปรุง และนำไปทดลองให้นักศึกษาที่เคยเรียนวิชาหลักฟิสิกส์อ่าน 3 คน แล้วปรับปรุง

แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินอีกครั้ง และปรับปรุงจนผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

- สร้างแบบฝึกหัดพร้อมเฉลยแบบฝึกหัด เขียนแบบฝึกหัดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบปรนัย เลือกตอบ แล้วนำไปสร้างเป็นสื่อ Power Point เพื่อให้นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยชุดการสอนทำด้วยกันหลังจบการสอน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 แล้วปรับปรุง และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินจนผ่านเกณฑ์การประเมิน

- สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์พร้อมเฉลย สร้างข้อสอบโดยเขียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและตารางวิเคราะห์น้ำหนักหลักสูตร กำหนดระยะเวลาการสอบ สร้างแบบทดสอบเป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ แล้วนำไปให้อาจารย์ในกลุ่มวิชาฟิสิกส์ช่วยอ่าน และให้ข้อคิดเห็น แล้วปรับปรุงและแก้ไข ทดลองใช้ข้อสอบกับนักศึกษาภาคปกติ สาขาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ปีที่ 1 ปีการศึกษา 2555 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หาค่าความยาก-ง่าย ค่าอำนาจจำแนก ได้ข้อสอบจำนวน 12 ข้อที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ ปรับปรุงข้อสอบใหม่ดูความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และมีค่าความยาก-ง่ายและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับและที่อยู่ใกล้กับเกณฑ์ค่าที่ยอมรับ แล้วทดลองวัดผลกับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ปีที่ 1 ห้อง 1 ปีการศึกษา 2555 นำผลมาวิเคราะห์และปรับปรุงแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาแนะนำ และปรับปรุง มีข้อสอบเหลือจำนวน 20 ข้อ นำแบบทดสอบทดลองใช้กับนักศึกษาภาคปกติ สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ปีที่ 1 ห้อง 2 ปีการศึกษา 2555 จึงได้ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3.3) ดำเนินการผลิตสื่อชุดทดลอง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” ออกแบบโดยคำนึงถึงความสะดวก ความเที่ยงตร ความแม่นยำ และใช้เวลาน้อยในการศึกษา ทดลองสร้างแล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษา 3 คน แล้วปรับปรุง แล้วนำไปทดลองใหม่และปรับปรุงข้อบกพร่องของการใช้งานและความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง โดยปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือวัดละเอียด แล้วปรับปรุงจนได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ นำไปทดลองหาความเที่ยงตรงและความแม่นยำของเครื่องมือ โดยผู้วิจัยและนักศึกษา 5 คนช่วยกันวัดค่าต่างๆ แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์และหาค่าความเชื่อมั่น จนได้เครื่องมือที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ

- ชุดศึกษาเวกเตอร์ 2 มิติ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือปฏิบัติการทดลองเป็นกระดาษกราฟ ที่มีสเกลวัดมุมให้สำเร็จรูปบนแผ่นกระดาษกราฟ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแผ่นกระดาษกราฟแบบนี้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Photoshop มาช่วยในการตกแต่งภาพและเพิ่มเติมรายละเอียด และปรับปรุงแก้ไขจนได้ภาพกระดาษกราฟตามต้องการในด้านคุณสมบัติความถูกต้องของสเกลการวัดและความคมชัดของภาพ

- ชุดศึกษาเวกเตอร์ 3 มิติ สามารถวัดมุมและองค์ประกอบของเวกเตอร์ 3 มิติได้ โดยสร้างให้มีแกน 3 แกนตั้งฉากซึ่งกันและกัน แกนที่อยู่บนระนาบเป็นแกน x และ y และแกนที่ตั้งฉากกับระนาบเป็นแกน z ซึ่งจะมีเส้นเชือกแทนปริมาณเวกเตอร์ 2 เส้น พุ่งออกมาจากแกนตัดของแกนอ้างอิงฉาก 3 มิติ เส้นเชือกที่หนึ่งจะโยงไปที่เสาต้นที่เคลื่อนที่ได้และปรับระยะสูงต่ำได้ การปรับระยะสูงต่ำบนตัวเสาเป็นการปรับค่าของมุม $\theta_z$ และการเคลื่อนที่ของตัวเสาบนระนาบ xy เป็นการปรับค่าของมุม $\phi$ และมุม $\theta_x$ และ $\theta_y$ ซึ่งเสาที่ปรับระดับสูงต่ำได้จะมีสเกลวัดมุม $\theta_z$ เพื่อการเซ็ทค่าความถูกต้องของการใช้ชุดทดลอง และเส้นเชือกเส้นที่ 2 ที่พุ่งออกจากจุดตัดแกนฉากจะพุ่งไปยังเสาที่เคลื่อนที่ได้เช่นกันแต่แนวเส้นเชือกจะอยู่บนระนาบ xy เส้นเชือกนี้จึงมีระนาบเดียวกับเส้นเชือกที่หนึ่ง เป็นเสมือนเส้นองค์ประกอบของเวกเตอร์ที่โปรเจคลงมาบนระนาบ xy ช่วยในการเซ็ทค่ามุมให้ถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง การวัดค่ามุม มุม $\theta_x$ , $\theta_y$ และ$\theta_z$ ทำได้โดยการใช้เครื่องมือวัดมุมที่ขั้วแกนฉาก 3 มิติ การวัดมุม $\phi$ ได้จากการอ่านค่าโดยตรงบนกระดาษกราฟ และการหาค่าองค์ประกอบของเวกเตอร์ 3 มิติ ทำโดยการอ่านค่าบนสเกลไม้บรรทัดและสเกลบนกระดาษกราฟซึ่งจะได้ค่าในรูปอัตราส่วนความยาวต่อขนาดของปริมาณเวกเตอร์ ทำให้การทดลองมีความสะดวกและรวดเร็ว นอกจากนี้เครื่องมือชุดนี้ยังสามารถถอดประกอบได้

3.4) ดำเนินการเขียนคู่มือการใช้ชุดทดลอง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” ประกอบด้วยชื่อการทดลอง จุดประสงค์การทดลอง เนื้อหาสาระ แผนภาพการทดลอง ข้อควรระวังของการใช้เครื่องมือ ลำดับขั้นตอนการทดลอง ตารางบันทึกข้อมูล คำถามการทดลอง เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการสอนให้รวดเร็วและได้ผลการทดลองที่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำ (อาจารย์ผู้สอนใช้เพียงแค่สาธิตในช่วงเวลาสั้นๆ โดยมีนักศึกษาช่วยเก็บข้อมูลการวัดแล้ววิเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน)แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินคุณภาพด้านเทคนิต จนอยู่ในเกณฑ์การประเมินคุณภาพที่ยอมรับได้

3.5) ดำเนินการผลิตสื่อ Power Point ศึกษาเทคนิคการผลิตสื่อ Power Point แล้วนำเนื้อหาจากใบเนื้อหาเป็นหลัก ให้มีจุดเด่น ที่ต้องการเน้น ให้มีรูป ตัวอักษร ให้น่าสนใจ แล้วนำไปให้นักศึกษา 3 คน พิจารณา แล้วปรับปรุง และให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ความน่าสนใจ การจัดองค์ประกอบ ตัวหนังสือ และรูปภาพประกอบ แล้วนำมาปรับปรุง และทดลองใช้กับนักศึกษาที่เรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 แล้วปรับปรุงและทดลองใช้กับนักศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินจนอยู่ในเกณฑ์การประเมินคุณภาพที่ยอมรับได้ ทั้งนี้การใช้สื่อ Power Point นั้นอาจารย์ไม่จำเป็นต้องอธิบายตัวอย่างทุกข้อเพราะจะเสียเวลามาก ให้ยกตัวอย่างเฉพาะข้อที่นักศึกษาสงสัยก็ได้ แต่ผู้วิจัยทำแผ่นเฟรมไว้ให้หมด ให้ผู้สอนเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน

4) ขั้นพัฒนาชุดการสอน ประกอบด้วย

4.1) การประเมินคุณภาพชุดทดลองปริมาณเวกเตอร์ ทำการทดลองเก็บข้อมูล แล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนจากค่าทางทฤษฎี แล้วนำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยการทดสอบแบบ One – Sample T Test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Statists 8.0 แล้วนำผลที่ได้มาแปลเป็นระดับคุณภาพของเครื่องมือวัด

ผู้วิจัยตั้งค่าคุณภาพของชุดทดลอง ไว้ดังนี้

ความเชื่อมั่นมากกว่า 95 % หมายถึง มีคุณภาพระดับดีมาก

ความเชื่อมั่นมากกว่า 90% หมายถึง มีคุณภาพระดับดี

ความเชื่อมั่นมากกว่า 85% หมายถึง มีคุณภาพระดับพอใช้

ระดับคุณภาพที่ตั้งไว้คือระดับดีถึงดีมาก จึงต้องมีความเชื่อมั่นมากกว่า 90 % ขึ้นไปจึงจะยอมรับได้

4.2) การประเมินคุณภาพแผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอนด้านเทคนิค ดำเนินการดังนี้

4.2.1) การสร้างแบบประเมินคุณภาพ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งกำหนดค่าระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีคุณภาพดี

ระดับ 3 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

ระดับ 2 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ระดับ 1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

ผลการประเมิน มีเกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง ใช้ไม่ได้

เกณฑ์การยอมรับมีคุณภาพระดับดีถึงดีมาก ดังนั้นระดับคุณภาพต้องมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 จึงจะยอมรับได้

4.3 การประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบเป็นแบบทดสอบปรนัย แบบเลือกตอบ คำถามของข้อสอบต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนการสอน และตารางวิเคราะห์น้ำหนักหลักสูตร มีค่าความยาก-ง่าย ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

เกณฑ์การยอมรับค่าความยาก-ง่าย อยู่ที่ 0.20 -0.80

เกณฑ์การยอมรับค่าอำนาจจำแนก อยู่ที่ไม่ต่ำกว่า 0.20

**4. การเก็บรวบรวมข้อมูล**

4.1 ข้อมูลคุณภาพของชุดทดลอง เป็นข้อมูลตัวเลข เก็บข้อมูลโดยผู้สอนและนักศึกษาผู้ใช้สื่อชุดทดลอง จำนวน 5 คน รวมจำนวน 6 คน

4.2 ข้อมูลของคุณภาพ แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอนด้านเทคนิค ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากระดับความคิดเห็นของอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

4.3 ข้อมูลความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จากนักศึกษาสาวิชาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เรียนวิชาหลักฟิสิกส์ จำนวน 30 คน

4.4 ข้อมูลผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลจากนักศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบชุดการสอนและกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนปกติ

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยรูปแบบการสอนที่ต่างกัน 2 ชั่วโมง หลังจบการสอนให้ทำแบบฝึกหัดและเฉลยแบบฝึกหัด หลังจากนั้นจึงทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. **การวิเคราะห์ข้อมูล**

หลังจากเก็บข้อมูลแต่ละส่วนเสร็จ ผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าสถิติ ดังนี้

5.1 คุณภาพของชุดทดลอง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการใช้ชุดทดลองไปแปลผลการทดลองเปรียบเทียบกับค่าทฤษฎี โดยแปลจากค่าความเชื่อมั่น ด้วยการทดสอบแบบ One – Sample T Test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Statists 8.0 แล้วนำผลที่ได้มาแปลเป็นระดับคุณภาพของเครื่องมือวัด

กำหนดคุณภาพของชุดทดลองถือว่ามีคุณภาพระดับดีถึงดีมาก จึงจะยอมรับได้

5.2 คุณภาพของ แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน สื่อการสอน ใช้สถิติคือค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต $\overline{X} = \frac{\Sigma X}{N}$

เมื่อ

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\Sigma X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบ

ผู้วิจัยกำหนดคุณภาพจากการประเมินถือว่ามีคุณภาพระดับดีถึงดีมาก จึงจะยอมรับได้

5.3 หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้สถิติ คือ ค่าความยาก-ง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D) และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ( $r_{tt}$) โดยใช้สูตร ต่อไปนี้

ค่าระดับความยากง่าย ( P ) $P = \frac{R_H + R_L}{N}$

ค่าอำนาจจำแนก (r) $r = \frac{R_H + R_L}{N/2}$

เมื่อ

P แทน ค่าระดับความยากง่ายของแบบทดสอบ

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

$R_u$ แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ทำข้อนั้นถูก

$R_L$ แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดที่ทำข้อสอบ

เกณฑ์ที่ยอมรับคือมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ 0.2 – 0.8 และค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 0.20

พบว่าข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าระดับความยากง่าย อยู่ที่ 0.30 – 0.77 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ที่ 0.20 – 0.67 ( ดูภาคผนวก ข. หน้าที่ 129)

ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ

S.D แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\Sigma X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

$(\Sigma X)^2$ แทน กำลังสองของคะแนนผลรวม

$\Sigma X$ แทน ผลรวมคะแนนสอบ

X แทน คะแนนสอบแต่ละคน

N แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบ

พบว่าข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.85

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\Sigma pq}{S^2}\right)$$

เมื่อ

$r_{tt}$ แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด

n แทน จำนวนข้อสอบ

$S^2$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน

ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ค่า $r_{tt} = 0.73$ ( ดูภาคผนวก ข. หน้าที่ 130-131)

5.4 การทดสอบเพื่อการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้สถิติดังนี้

1) ค่าความแปรปรวน โดยใช้สูตร

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

2) สถิติ F – test เพื่อทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน

$$F = \frac{S^2_{max}}{S^2_{min}} \qquad ; \ df_1 \ , df_2$$

เมื่อ

F แทน ค่า F -test

$S^2$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน

$df_1$ แทน $n_1$ -1 เมื่อ $n_1$ จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างที่มีค่า $S^2$ มีค่ามาก

$df_2$ แทน $n_2$ -1 เมื่อ $n_2$ จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างที่มีค่า $S^2$ มีค่าน้อย

n แทน จำนวนคน

การวิจัยนี้ผู้วิจัยตั้งค่า $\alpha = .05$ , $n_1 = n_2 = 30$

เปิดตาราง $df_1 = 29$ และ $df_2 = 29$ เป็นการทดสอบสมมุติฐานแบบสองทาง

$\therefore \alpha = \frac{.05}{2} = .025$ จากการเปิดตารางได้ ค่า $F = 2.10$

3) สถิติ t – test ในการทดสอบสมมติฐาน เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อย และเป็นอิสระจากกัน จึงใช้สถิติ t – test แบบ independent ซึ่งสถิติ t –test มี 2 แบบ จึงต้องทดสอบสถิติ F –test ก่อน เพื่อตรวจสอบค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองว่าเท่ากันหรือไม่

ถ้าความแปรปรวนเท่ากัน ;

$$t = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{\left[\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\right]\left[\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right]}}$$

ถ้าความแปรปรวนไม่เท่ากัน ;

$$t = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1}+\frac{S_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ

$t$ แทน ค่า t - test

$\overline{X}_1$ , $\overline{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของของคะแนนกลุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2

$S_1^2$ , $S_2^2$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2

$n_1$ , $n_2$ แทน จำนวนคนกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2

$df = n_1 + n_2 - 2$

การวิจัยนี้ผู้วิจัยตั้งค่า $\alpha = .05$ และมีจำนวนคนของกลุ่มตัวอย่าง $n_1 = n_2 = 30$ คน

เปิดตาราง df = 58 เป็นการทดสอบสมมุติฐานแบบสองทาง $\therefore \alpha = \frac{.05}{2} = .025$

จากตารางได้ ค่า t = 2.00

# บทที่ 4

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอน เรื่อง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการศึกษาเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

**ตอนที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอน แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ**

1.1 **คุณภาพของชุดทดลอง** “ ปริมาณเวกเตอร์ ” เก็บข้อมูลผลการทดลองโดยผู้สอนและนักศึกษา 5 คน รวมจำนวน 6 คน นำข้อมูลไปแปลผลและเปรียบเทียบกับค่าทฤษฎี วิเคราะห์ข้อมูล ด้วยการทดสอบแบบ One – Sample t- test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Statists 8.0 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 พบว่ามีความเชื่อมั่นที่ 95 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แปลผลได้ว่ามีระดับคุณภาพดีมาก

การเก็บข้อมูลการทดลองดูจากภาคผนวก ค. หน้าที่ 133 - 134

1.2 **คุณภาพของ แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอนด้านเทคนิค** โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน นำข้อมูลระดับความคิดเห็นมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ได้ผลดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินคุณภาพของ แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอนด้านเทคนิค โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

| **รายการประเมิน** | **ค่าเฉลี่ย** | **ระดับของคุณภาพ** |
|---|---|---|
| 1. แผนการสอน | 4.89 | ดีมาก |
| 2. เอกสารประกอบการสอน | 4.81 | ดีมาก |
| 3. สื่อการสอน | 4.52 | ดีมาก |
| | | |
| **ค่าเฉลี่ยโดยรวม** | **4.77** | **ดีมาก** |

จากตารางจะได้ว่าคุณภาพของ แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอนด้านเทคนิค โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีระดับคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมากทุกด้าน ดังรายละเอียดในการวิเคราะห์คุณภาพในภาคผนวก ค. หน้าที่ 136 - 139

**ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา**

หลังจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ นำคะแนนนักศึกษาแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ไปหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าความแปรปรวน ได้ผลดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ**

| กลุ่มตัวอย่าง | จำนวนนักศึกษา<br>N | คะแนนเฉลี่ย<br>$\overline{X}$ | ความแปรปรวน<br>$S^2$ |
|---|---|---|---|
| กลุ่มทดลอง | 30 | 12.47 | 13.15 |
| กลุ่มควบคุม | 30 | 10.43 | 11.91 |

จากผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีค่าความแปรปรวนมากกว่าเล็กน้อย (ดังรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อสอบในภาคผนวก ง. หน้าที่ 141 – 142)

จากนั้นผู้วิจัยนำทดสอบความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่ การคำนวณได้ค่า F = 1.10 (ดูภาคผนวก ง. หน้า 142) การวิจัยตั้งค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = .05$ เนื่องจากทดสอบแบบสองทาง เปิดตาราง ที่ $\alpha = .025$ ได้ค่า F = 2.10 นั่นคือ ค่า F ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่า F ตาราง แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากัน จึงทดสอบเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้สถิติ t – test ที่ระดับ $\alpha = .05$ ดังนี้

$$t = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{\left[\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\right]\left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right]}}$$

ผลการคำนวณด้วยสถิติ t – test ได้ค่า t = 2.43 และจากการ เปิดตารางโค้งปกติ ที่ df = 58 และ $\alpha = .025$ ได้ค่า t = 2.00 นั่นคือ ค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่า t จากตาราง แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ดังรายละเอียดในการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาคผนวกที่ภาคผนวก ง. หน้าที่ 142)

# บทที่ 5

## สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอน เรื่อง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” ประชากรของการวิจัยคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อพัฒนาชุดการสอน เรื่อง “ปริมาณเวกเตอร์ ” และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบชุดการสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนปกติ

ตัวอย่างประชากรได้จาการเลือกโดยวิธีเจาะจง เป็นนักศึกษาที่เรียนรายวิชาหลักฟิสิกส์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาคเรียนที่1 ปีการศึกษา 2556 ได้นักศึกษาที่เป็นตัวอย่างประชากร 2 ห้อง ห้องเรียนละ 30 คน รวมเป็นนักศึกษา 60 คน สุ่มให้ห้องเรียนหนึ่งเป็นนักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบชุดการสอน และนักศึกษาอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนปกติ ดำเนินการสอน เรื่อง ปริมาณเวกเตอร์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจบเนื้อหาการสอนที่ทดลองให้นักศึกษาร่วมกันทำแบบฝึกหัดจำนวน 20 ข้อ พร้อมเฉลยแบบฝึกหัด แล้วทำการแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบปรนัย แบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ จากนั้นนำคะแนนจากผลการสอบไปวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างทั้งสอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดการสอน ประกอบด้วย แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาชุดการสอน และดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยด้วยตนเอง

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. คุณภาพของชุดการสอน ซึ่งประกอบ 2 ส่วน ดังนี้

1.1 คุณภาพของชุดทดลองปริมาณเวกเตอร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าระดับคุณภาพโดยแปลจากค่าความเชื่อมั่น ด้วยการทดสอบแบบ One – Sample T Test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Statists 8.0

1.2 คุณภาพของ แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอน วิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติคือค่าเฉลี่ยเลขคณิต

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดการสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนปกติ วิเคราะห์ด้วยสถิติ t – test ที่ระดับ .05

**สรุปผลการวิจัย** แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. คุณภาพของชุดการสอน อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งประกอบ 2 ส่วน ดังนี้

1.1 คุณภาพของชุดทดลองปริมาณเวกเตอร์ จากการทดสอบ ด้วยการทดสอบแบบ One – Sample t- test ที่ 95% พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ แปลผลได้ว่ามีระดับคุณภาพดีมาก

1.2 คุณภาพของ แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน และสื่อการสอน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต อยู่ในระดับ คุณภาพดีมาก

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบชุดการสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**อภิปรายผลการวิจัย**

1. คุณภาพของชุดการสอน อยู่ในระดับดีมาก เนื่องจาก

1.1 คุณภาพของชุดทดลอง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” มีคุณภาพระดับดีมาก เนื่องจากชุดทดลองที่สร้างขึ้นได้มีการพัฒนาอย่างเป็นระบบตามกระบวนการออกแบบเครื่องมือ มีการนำเครื่องมือที่สร้างไปทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และมีการปรึกษากันในการปรับปรุงคุณภาพของเครื่องมือระหว่างผู้ออกแบบเครื่องมือคือผู้วิจัยและผู้ดำเนินการสร้างคือผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือวัด ทำให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ

1.2 คุณภาพของแผนการสอน อยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากเป็นคู่มือการสอน ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่จะช่วยทำให้รู้ความมุ่งหมายของการเรียน และรู้แนวทางในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยปรับปรุงจากโครงการสอนและมคอ. 3 ในรายวิชาหลักฟิสิกส์ ซึ่งเป็นข้อกำหนดของมหาวิทยาลัยที่อาจารย์ผู้สอนทุกท่านต้องส่ง มคอ.3 ก่อนเปิดเทอมในแต่ละภาคการศึกษา ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มเติมรายละเอียดเฉพาะส่วนที่ใช้ในการวิจัยเพิ่มขึ้นเท่านั้น ส่วนต่างยังคงสอดคล้องกับมคอ. 3 จึงส่งผลให้คุณภาพของแผนการสอนอยู่ในระดับดีมาก

1.3 คุณภาพของเอกสารประกอบการสอน อยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากมีการเขียนใบเนื้อหาประกอบการสอน แบบฝึกหัดประกอบการสอน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยยึดเนื้อหาตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตร และคำนึงถึงความต่อเนื่องของเนื้อหา และภาษาที่ใช้ในการเขียนมีการปรับปรุงหลายครั้ง

1.4 คุณภาพของสื่อการสอนด้านเทคนิค อยู่ในระดับดีมาก ดังนี้

1.4.1 คุณภาพของสื่อการสอน Power Point ผู้วิจัยสร้างโดยคำนึงถึงรายละเอียดอื่นๆ ที่นอกเหนือจากเนื้อหาที่ยึดตามใบเนื้อหา ได้แก่ การจัดองค์ประกอบต่างๆในเฟรมแต่ละเฟรม ด้านข้อความ ขนาดและสีตัวอักษร การวางรูปแบบให้สมดุล ความหนาแน่นของข้อความ และที่สำคัญผู้วิจัยยึดหลักความต่อเนื่องของเนื้อหา ถ้าเป็นเนื้อหาที่เป็นตัวอย่างการคำนวณจะจัดให้อยู่ในเฟรมเดียวกัน

1.4.2 คุณภาพของสื่อการสอนชุดทดลองปริมาณเวกเตอร์ อยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากสะดวกต่อการใช้งาน ไม่ยุ่งยากไม่ซับซ้อนในการใช้งาน

- ชุดศึกษาเวกเตอร์ 2 มิติ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือปฏิบัติการทดลองเป็นกระดาษกราฟ ที่มีสเกลวัดมุมบนแผ่นกระดาษกราฟ มีคุณสมบัติความถูกต้องของสเกล และความคมชัด ผู้เรียนเพียงแค่ลากเส้นเวกเตอร์ผ่านสเกลวัดมุมบนกระดาษกราฟให้มีความยาวเท่ากับที่คำนวณโดยใช้อัตราส่วน แล้วอ่านค่าตัวเลขบนกระดาษกราฟก็ได้คำตอบองค์ประกอบของเวกเตอร์ในแนวพิกัดฉาก 2 มิติทันทีในรูปอัตราส่วน

- ชุดศึกษาเวกเตอร์ 3 มิติ ผู้วิจัยสร้างให้สะดวกต่อการใช้งาน สามารถวัดมุม 3 มิติ ได้สะดวก รวดเร็ว และสามารถอ่านค่าองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากได้ทันที ในรูปอัตราส่วน แต่ผู้เรียนต้องมีทักษะการวัดและการอ่านค่าก็จะทำให้การทดลองสำเร็จในเวลาสั้นๆ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดการสอนมีระดับสูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ การที่ชุดการสอนมีประสิทธิภาพเนื่องจากองค์ประกอบดังต่อไปนี้

2.1 สื่อการสอนชุดทดลองที่สร้างขึ้น มีคุณภาพ ดังนั้นเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการวัดค่าต่างๆ แล้วนำผลไปวิเคราะห์สรุปผลการทดลองพบว่าสอดคล้องกับทฤษฎีย่อมส่งผลให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาภาคทฤษฎีมากขึ้น ดังที่ พิพัฒน์ สมใจ (2552 : บทความวิจัย) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุตามเจตนารมณ์ของหลักสูตรว่า การปฏิบัติการเป็นสื่อการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงอันจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ และมีความเข้าใจ สื่อการสอนชุดทดลองจึงเป็นเครื่องทุ่นแรงให้ครูสามารถอธิบายสิ่งที่ซับซ้อนยากแก่การเข้าใจให้ผู้เรียนเข้าใจได้ และทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้น

2.2 สื่อการสอน Power Point ที่เสนอเนื้อหา ทำให้เนื้อหาดูน่าสนใจ จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อ Power Point รู้สึกพึงพอใจกับบทเรียนมากกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนตามปกติ จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยชุดการสอนมีระดับสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชิรา มีอาษา , เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม และ กิติพงศ์ มะโน (2551 : บทความวิจัย) ซึ่งทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยได้กล่าวถึงการวิจัยว่าประสิทธิภาพของบทเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนหนึ่งเป็นผลจากการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ เกี่ยวกับการวางรูปแบบหน้าจอ การใช้สี ขนาดตัวอักษร ให้มีความน่าสนใจและสอดคล้องกับเนื้อหา

2.3 แบบฝึกหัดที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ทำให้นักศึกษาได้รับเนื้อหาที่มากยิ่งขึ้น ได้เกิดความคิด และการนำเสนอบน Power Point

เป็นการนำสื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัยมาใช้ประเมินผลที่ช่วยให้ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตนเองได้เป็นอย่างดี เพราะช่วยเร้าความสนใจ ดังที่ สุกาญจนา อ้นบางใบ (2554: 46 ) ที่ได้ทำการวิจัยผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียน ได้กล่าวถึงกุญแจสำคัญของการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จได้ง่ายคือ กระบวนการสอนต้องอาศัยการจูงใจ ความต้องการทางกาย อารมณ์ และสังคม

**ข้อเสนอแนะ**

1. ประสิทธิภาพของชุดการสอน ไม่ได้ขึ้นอยู่กับชุดการสอนเพียงสิ่งเดียวเท่านั้น แต่มีความสัมพันธ์กับอาจารย์ผู้สอนด้วย อาจารย์ต้องเข้าใจเนื้อหาและวิธีการใช้สื่อการสอนและต้องเตรียมเครื่องมือให้พร้อมก่อนการสอนจึงจะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงในการเรียนการสอน
2. ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในวงการศึกษา จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการพัฒนาบทเรียนผ่านสื่อคอมพิวเตอร์ให้มากขึ้น เพื่อให้การเรียนการสอนมีความรวดเร็ว ความชัดเจน ความต่อเนื่อง และน่าสนใจ ตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลงยุคปัจจุบัน

**ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป**

1. ควรมีการพัฒนาบทเรียนผ่านสื่อชุดการสอน ในบทเรียนเรื่องอื่น ๆ
2. ควรมีการพัฒนารูปแบบ และวิธีการนำเสนอบทเรียนผ่านสื่อชุดการสอน ให้มีความหลากหลายมากขึ้น โดยพิจารณาถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ
3. ควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเป็นส่วนหนึ่งของสื่อในชุดการสอน

# บรรณานุกรม


กิดานันท์ มลิทอง. (2543). **เทคโนโลยีการศึกษา และนวัตกรรม.** กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

จรินทร์ จุลวานิช. (2541). **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2525) . **เทคโนโลยีการสอนและการศึกษา.** นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมาธิราช.

เชน สุขเกษม. (2550). **รายงานการใช้ผลงานวิชาการเอกสารประกอบการสอนวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง2546)**. วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

ทัศนา แขมมณี . (2548) **รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย.** กรุงเทพฯ ด่านสุทธาการพิมพ์ .

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542) . **นวัตกรรมทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุรฉัตร ฉัตรวีระ และวิศิษฎ์ เดชพันธ์ (2541) **กลศาสตร์วิศวกรรม ภาคสถิตศาสตร์** แปลและเรียบเรียงจาก Engineering Mechanics Statics โดย R.C. Hibber 1995 บริษัท ไซมอน แอนด์ ชูสเตอร์ อินโดไชน่า จำกัด Simon & Schuster Indochina Ltd. จำหน่ายโดยศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประจวบ ลาสิงห์. ( 2551). **รายงานผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา 3100-0003 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ(ไดโอด)** วิทยาลัยเทคนิคเลย สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

ปรีชา ฤทธิเดช. (2554). **การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมฟิสิกส์แบบสาระบันเทิงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4** ปริญญานิพินธ์การศึกษามหาบัณฑิต กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พนิต เข็มทอง. (2541). **เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรกลยุทธ์การฝึกอบรมแนวใหม่ แนวคิดสู่การปฏิบัติ "วัตถุประสงค์ทางการศึกษา" .** กรุงเพทฯ : สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิพัฒน์ สมใจ. (2552 : บทความวิจัย) การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรไอซี 555 **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม** ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 เมษายน 2552 – กันยายน 2553. 68 - 75**.**

พรรณี ลีกิจวัฒนะ **(2552)** การพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทย **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม** ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 เมษายน 2552 – กันยายน 2553. 29-44**.**

**พระราชบัญญัติ การ ศึกษา แห่ง ชาติ ฉบับ ล่าสุด**. สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2555 เว็บไซต์ http://www.google.co.th, *www.moe.go.th/edtechfund/.../prb_study(final).pd*

ยุทธ ไกยวรรณ์. (2544). **สถิติสำหรับการวิจัย**. ศูนย์หนังสือราชภัฏพระนคร.

เยาวภา ผูกสมัคร. (2554) . **ผลการใช้ชุดการสอน โดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์**. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

**ระบบแกนพิกัดฉาก (rectangular coordinate system)** สืบค้นเมื่อ กันยายน 2556 จากเว็บไซต์ http://chatchaimathvru.blogspot.com/2013/09/rectangular-coordinate-system.html

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525 ). **พัฒนาหลักสูตรและการสอน-มีติใหม่** พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์.

วรวัฒน์ บุญดี. (2545 ). **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง วิชาเครื่องรับวิทยุ เรื่องความถี่และการรับ-ส่งคลื่นวิทยุ โดยจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2** วิทยาลัยเทคนิคยโสธร กระทรวงศึกษาธิการ.

สุกาญจนา อ้นบางใบ. (2554 ). **ผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมิเดีย 2 รูปแบบ** ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุชิรา มีอาษา , เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม และ กิติพงศ์ มะโน (2552) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการทบทวนวิชาการจัดการข้อมูลเบื้องต้น เรื่องการเรียงลำดับข้อมูล **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม** ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 เมษายน 2552 – กันยายน 2553. 11 – 20.

สุภาพร บุญหนัก. (2544) . **การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีการแก้ปัญหา เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล** ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุมาลี จันทร์ชลอ . (2542 ). **การวัดและประเมินผล** ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพฯ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). **เทคโนโลยีการศึกษา** กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อนุวัฒน์ เดชไธสง, สายัณห์ โสธะโร, ธนูชัย ภูอุดม และ รวีวรรณ งามสันติกุล. (2553) ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องเวกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (An Instructional Activity Package on Vectors by Using C.a.R. Program) จากวารสารวิทยาศาสตร์ มศว. Vol 26 ,No 2 เดชไธสง สืบค้นเมื่อ พฤษภาคม 2556 จากเว็บไซต์ **http://ejournals.swu.ac.th/index.php/ssj/article**

อรอุมา ไชยโยธา. (2547). **การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวนที่ใช้การ์ตูนประกอบ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2** ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Cardarelli John B. (1973). **Model of School Learning. Teachers College** Record.64(2)

Hugh D. Young and Roger A Fredman (2004). **University Physics with Modern Physics** 11 th Edition. Pearson Addision Wesley

John D. Cutnell and Kenneth W. Johnson **Physics** Willey fifth edition International Edition.

Paul E. Tippens (2007) **Physics** seventh edition McGRAW – Hill International Edition.

Serway **(**2000). **Physics for Scientists and Engineers** 6th Edition Thomson Brooks/Cole.

Smit , Patly Temeton. (1994). **Effect on Student Attitude and Achievement.** Dissertation .Abstract International. 4 (7) , 11-17

**ภาคผนวก ก.**

# ชุดการสอน

**คำชี้แจง** **ชุดการสอนประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้**

**1. แผนการสอน** **ประกอบด้วย** ลักษณะรายวิชา การแบ่งหน่วยเรียน การแบ่งบทเรียน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตารางวิเคราะห์หลักสูตรด้านพุทธิพิสัย แผนการจัดการเรียนการสอน

**2 เอกสารประกอบการเรียนการสอน** ประกอบด้วย ใบเนื้อหา แบบฝึกหัดพร้อมเฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมเฉลย

**3 สื่อการสอน ประกอบด้วย** สื่อชุดทดลองและสื่อ Power Point **พร้อมคู่มือการใช้ชุดทดลอง**

**การใช้ชุดการสอน** ชุดการสอนนี้เป็นชุดการสอนประกอบการบรรยาย **เวลา 2 ชั่วโมง** ให้ปฏิบัติดังนี้

1. เตรียมคอมพิวเตอร์และแผ่นซีดีของเนื้อหาที่เป็น **Power Point** ให้พร้อมก่อนการสอน
2. เตรียมประกอบชุดทดลองและอุปกรณ์ประกอบให้พร้อมสำหรับการสาธิตการทดลอง
3. ดำเนินการเรียนการสอนตามแผนการสอน
4. ทดสอบหลังการเรียน หลังจบการเรียนการสอนและการเฉลยแบบฝึกหัด

**เนื้อหา** ประกอบด้วย 4 หัวข้อเรื่อง คือ

ความหมายและสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ เวกเตอร์หนึ่งหน่วย องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก ขนาดและทิศทางของเวกเตอร์

# แผนการสอนเรื่อง “ปริมาณเวกเตอร์”

## วิชาหลักฟิสิกส์ (02-511-101)

จัดทำโดย

ผศ.สิริน สิระธนกุล

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

# คำชี้แจง

แผนการสอนนี้ใช้สำหรับสอนรายวิชหลักฟิสิกส์ หน่วยเรียน ปริมาณเวกเตอร์ บทเรียน เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์ เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการสอน “ ปริมาณเวกเตอร์ ”

**แผนการสอนประกอบด้วย**

1. ลักษณะรายวิชาหลักฟิสิกส์
2. การแบ่งหน่วยเรียนวิชาหลักฟิสิกส์
3. การแบ่งบทเรียนเวกเตอร์และพิชคณิตของเวกเตอร์
4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม บทเรียน เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์
5. ตารางวิเคราะห์หลักสูตร ด้านพุทธิพิสัย บทเรียน เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์
6. แนวการจัดการเรียนการสอน บทเรียน เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์

## ลักษณะรายวิชาหลักฟิสิกส์

**1. รหัสและชื่อ** 02-511-101 หลักฟิสิกส์

**2. สภาพรายวิชา** หมวดวิชา ศึกษาทั่วไป กลุ่มวิชา ฟิสิกส์ หลักสูตรปริญญาตรี

**3. ระดับรายวิชา** ชั้นปีที่ 1

**4. พื้นฐาน** -

**5. เวลาศึกษา** 48 คาบเรียน ตลอด 16 สัปดาห์ ทฤษฎี 3 คาบเรียนต่อสัปดาห์ ปฏิบัติ - คาบเรียนต่อสัปดาห์ และศึกษาค้นคว้านอกเวลา 6 คาบเรียนต่อสัปดาห์

**6. จำนวนหน่วยกิต** 3 หน่วยกิต

**7. จุดมุ่งหมายรายวิชา**

1. เข้าใจหลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์
2. แก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และประยุกต์วิชาหลักฟิสิกส์กับวิชาชีพ และเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้
3. พัฒนากระบวนการคิด การวิเคราะห์ และการทำงานอย่างเป็นระบบ
4. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเห็นคุณค่าการศึกษาวิชาหลักฟิสิกส์

**8. คำอธิบายรายวิชา** ศึกษาเกี่ยวกับ เวกเตอร์และแรง การเคลื่อนที่ และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน การดลและโมเมนตัม งานและพลังงาน กลศาสตร์ของไหล ความร้อนและอุณหพลศาสตร์เบื้องต้น คลื่น แสง และเสียง

## การแบ่งหน่วยเรียนวิชาหลักฟิสิกส์

| | | |
|---|---|---|
| 1. | เวกเตอร์และพิชคณิตของเวกเตอร์ | 6 คาบ |
| 2. | แรง การเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน | 6 คาบ |
| 3. | การดล โมเมนตัม งานและพลังงาน | 6 คาบ |
| 4. | กลศาสตร์ของไหล | 6 คาบ |
| 5. | ความร้อนและอุณหพลศาสตร์เบื้องต้น | 6 คาบ |
| 6. | คลื่น | 3 คาบ |
| 7. | แสง | 6 คาบ |
| 8. | เสียง | 6 คาบ |

## การแบ่งบทเรียนเวกเตอร์และพิชคณิตของเวกเตอร์

การวิจัยนี้ศึกษาเรื่อง “ปริมาณเวกเตอร์ ” จึงพิจารณายกมาเฉพาะการแบ่งหน่วยเรียน เรื่อง เวกเตอร์และพิชคณิตของเวกเตอร์ ซึ่งจะประกอบด้วยเนื้อหาบทเรียน 3 บทเรียน ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| 1.1 | หน่วยการวัด | 60 นาที |
| 1.1.1 | วิวัฒนาการของหน่วยการวัด ทางฟิสิกส์ | |
| 1.1.2 | ระบบหน่วยมาตรฐานสากล | |
| 1.2 | เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์ | 120 นาที |
| 1.2.1 | ความหมายและสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ | |
| 1.2.2 | เวกเตอร์หนึ่งหน่วย | |
| 1.2.3 | ส่วนประกอบของเวกเตอร์แนวแกนอ้างอิงฉาก | |
| 1.2.4 | ขนาดและทิศของเวกเตอร์ | |
| 1.3 | พีชคณิตของเวกเตอร์ | 180 นาที |
| 1.3.1 | การรวมปริมาณเวกเตอร์ | |
| 1.3.2 | ผลคูณเวกเตอร์เชิงสเกลาร์และเชิงเวกเตอร์ | |

**หมายเหตุ** ในการวิจัยนี้ศึกษาวิจัยบทเรียน เรื่อง เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์ ใช้เวลา 120 นาที

## จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

### บทเรียน เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์

เมื่อนักศึกษาเรียน เรื่องเวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์ แล้วสามารถ

1. อธิบายความหมายและสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ได้
2. คำนวณเกี่ยวกับเวกเตอร์หนึ่งหน่วยได้
3. คำนวณหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากได้
4. คำนวณหาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ได้

## ตารางวิเคราะห์หลักสูตร ด้านพุทธิพิสัย

บทเรียน เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์

| พฤติกรรมที่คาดหวัง / เนื้อหาสาระของบทเรียน | พุทธิพิสัย | | | | | | รวม | อันดับความสำคัญ | จำนวนข้อสอบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความรู้-ความจำ | ความเข้าใจ | การนำไปใช้ | การวิเคราะห์ | การสังเคราะห์ | การประเมินค่า | | | |
| น้ำหนักแต่ละเนื้อหา | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 60 | | |
| - ความหมายและสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 2 | 4 |
| - เวกเตอร์หนึ่งหน่วย | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 2 | 4 |
| - องค์ประกอบของเวกเตอร์แนวแกนอ้างอิงฉาก | 0 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 | 6 |
| - ขนาดและทิศของเวกเตอร์ | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 | 6 |
| รวม | 1 | 33 | 2 | 0 | 0 | 0 | 36 | | 20 |
| อันดับความสำคัญ | 3 | 1 | 2 | | | | | | |
| จำนวนข้อสอบ | 0 | 19 | 1 | | | | | | |

## แนวการจัดการเรียนการสอน เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์

| กำหนดการสอน บทเรียน เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์ | | |
|---|---|---|
| 1. ทบทวนความรู้พื้นฐาน | 15 | นาที |
| 2. ความหมายและสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ | 20 | นาที |
| 3. เวกเตอร์หนึ่งหน่วย | 20 | นาที |
| 4. องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก | 45 | นาที |
| 5. ขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ | 20 | นาที |

**หมายเหตุ**

1. เนื้อหาในรายวิชาหลักฟิสิกส์ จะเน้นการเคลื่อนที่เชิงเส้น ที่เป็น 1 มิติ และ 2 มิติ มากกว่าการเคลื่อนที่ 3 มิติ
2. การทำแบบฝึกหัดจะทำเมื่อจบการเรียนการสอนเนื้อหาของการวิจัยแล้ว

**ทบทวนความรู้พื้นฐาน (15 นาที )**

**จุดมุ่งหมายของการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิม**

เป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาใหม่ที่จะเรียน โดยไม่ต้องคาดเดาหรือทำการทดสอบว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเท่ากันหรือไม่

**สาระสำคัญ**

- ทฤษฎีสามเหลี่ยมคล้าย สามเหลี่ยมคล้ายเป็นสามเหลี่ยมที่มีมุมภายในทุกมุมเท่ากัน จึงมีอัตราส่วนระหว่างด้านต่อด้านเป็นค่าคงตัว

- ทฤษฎีบทของพิธากอรัส สามเหลี่ยมมุมฉาก คือ สามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งเป็นมุมฉาก (กาง$90^0$) พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของพื้นที่บนด้านประกอบมุมฉาก เขียนสมการได้ ว่า $a^2 = b^2 + c^2$

- ฟังก์ชันตรีโกณมิติ มีสมการ ดังนี้

$\sin\theta$ = ข้าม / ฉาก
$\cos\theta$ = ชิด/ฉาก
$\tan\theta$ = ข้าม/ชิด

- ปริมาณสเกลาร์ หมายถึงปริมาณที่บอกขนาดเท่านั้นก็มีความหมายสมบูรณ์

**วิธีการสอน**

1. นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการ ตั้งคำถามถามผู้เรียนถึงวิธีการหาค่าความสูงของเสาธง จะสามารถทำได้อย่างไร แล้วเข้าสู่การทบทวนเนื้อหาพื้นความรู้ที่ต้องการ
2. โดยใช้การสอนแบบบรรยายเนื้อหา และถาม-ตอบ เกี่ยวกับทฤษฎีสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทของพิธากอรัส ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และปริมาณสเกลาร์ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ
3. สรุปเนื้อหา

**สื่อการสอน**

1. ใบเนื้อหาของอกสารประกอบการสอน
2. สื่อ Power Point
3. เครื่องคำนวณที่มีฟังก์ชันตรีโกณมิติ

**การวัดและประเมินผล**

สังเกตจากพฤติกรรมของผู้เรียนต่อหัวข้อที่สอนทบทวนความรู้พื้นฐาน เกี่ยวกับความสนใจและความกระตือรือร้น

## 2. ความหมายและสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ (20 นาที )

**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** อธิบายความหมายและสัญลักษณ์ของเวกเตอร์

**สาระสำคัญ**

**เวกเตอร์หมายถึง** ปริมาณที่ต้องบอกทั้งขนาดและทิศทางจึงจะมีความสมบูรณ์ สัญลักษณ์แทนเวกเตอร์ใช้อักษรตัวพิมพ์หนาหรืออักษรตัวพิมพ์บางที่มีเครื่องหมายลูกศรกำกับเหนือตัวอักษร เช่น สัญลักษณ์ของแรงใช้ F หรือ $\vec{F}$ เวกเตอร์ใดๆ เขียนแทนได้ด้วยลูกศร หางลูกศรอยู่ที่จุดเริ่มต้น และหัวลูกศรอยู่ที่จุดสุดท้าย ความยาวของส่วนเส้นตรงของลูกศรแทนขนาดของเวกเตอร์ และทิศที่หัวลูกศรชี้คือทิศทางของเวกเตอร์

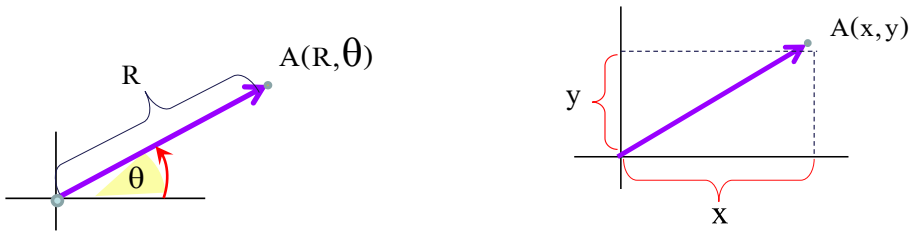
**ขนาดของเวกเตอร์** บอกได้หลายแบบ เช่น เวกเตอร์ A ขนาด 10 เมตร จะเขียนเป็น $A = 10\ \text{m}$ หรือ $A = 10\ \text{m}$ หรือ $|\vec{A}| = 10\ \text{m}$

**ทิศทางของเวกเตอร์** โดยทั่วไปกำหนดเป็นมุม $\theta$ ซึ่งเป็นมุมชิดแกน +x วัดทวนเข็มนาฬิกาไปถึงเส้นเวกเตอร์

**การลากเส้นลูกศรแทนเวกเตอร์** ลูกศรลากจากจุดเริ่มต้นไปจุดสุดท้าย การบอกตำแหน่งเป็นการบอกพิกัด ซึ่งการบอกพิกัดมี 2 ระบบ คือ

1. ระบบพิกัดเชิงขั้ว บอกระยะทางจากจุดอ้างอิงและบอกทิศทางเทียบกับแกนอ้างอิง

2. ระบบพิกัดฉากหรือระบบพิกัดคาร์ทีเชียน บอกระยะทางในแนวแกนฉากแต่ละแกนพร้อมทิศทาง




ก. ระบบพิกัดเชิงขั้ว ข. ระบบพิกัดฉากหรือระบบพิกัดคาร์ทีเชียน

รูป ลูกศรแทนเวกเตอร์ 2 มิติ

ก. ระบบพิกัดเชิงขั้ว ข. ระบบพิกัดฉากหรือระบบพิกัดคาร์ทีเชียน

รูป ลูกศรแทนเวกเตอร์ 3 มิติ

**วิธีการสอน**

1. นำเข้าสู่เนื้อหาโดยการตั้งคำถาม ถามผู้เรียนว่า จากห้องเรียนไปห้องสมุดจะเลือกใช้เส้นทางใดจึงจะไปถึงได้เร็วที่สุด แล้วนำเข้าสู่เนื้อหาปริมาณเวกเตอร์
2. ใช้การสอนแบบบรรยายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบ และถาม-ตอบ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ
3. ให้ผู้เรียนทุกคนใช้กระดาษกราฟแบบมีสเกลวัดมุม หัดลากเส้นเวกเตอร์ที่มีขนาด 10 เมตร เมื่อกำหนดมุมให้ และเมื่อกำหนดความชันของเวกเตอร์ให้ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ
4. ให้ผู้เรียนทุกคนใช้กระดาษกราฟ หัดลากเส้นเวกเตอร์ เมื่อกำหนดองค์ประกอบของเวกเตอร์ให้ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ
5. สรุปเนื้อหา

**สื่อการสอน**

1. ใบเนื้อหาของเอกสารประกอบการสอน
2. สื่อ Power Point
3. กระดาษกราฟที่มีสเกลวัดมุม ดินสอและไม้โปรแทรกเตอร์
4. เครื่องคำนวณที่มีฟังก์ชันตรีโกณมิติ

**การวัดและประเมินผล**

1. สังเกตจากพฤติกรรมของผู้เรียนต่อหัวข้อที่สอน เกี่ยวกับความสนใจและความกระตือรือร้น
2. ทำแบบฝึกหัด ข้อ 1 – 4

## 3. เวกเตอร์หนึ่งหน่วย ( 20 นาที )

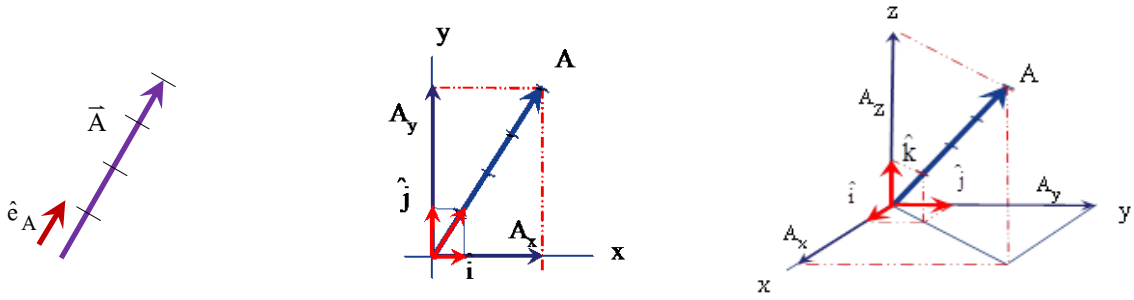
**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** คำนวณเกี่ยวกับเวกเตอร์หนึ่งหน่วย

**เนื้อหาสาระ**

**เวกเตอร์หนึ่งหน่วย** หมายถึงเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับหนึ่ง (ไม่มีหน่วย) ได้จากการหารเวกเตอร์ด้วยขนาดของเวกเตอร์นั้น

$$\hat{e}_A = \frac{\vec{A}}{A} \quad , \quad \hat{e}_A \text{ มีขนาดเท่ากับหนึ่ง และทิศเดียวกับทิศของ } \vec{A}$$

เพื่อเป็นการบอกทิศทางของเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในแนวแกน x, y, และ z ให้แน่นอน จึงกำหนดทิศในแนวแกน x, y, และ z แทนด้วย $\hat{i}$ , $\hat{j}$ และ $\hat{k}$ ตามลำดับ




**รูป** เวกเตอร์ $\vec{A}$ และเวกเตอร์หนึ่งหน่วยของ $\vec{A}$ ในระบบพิกัดฉาก

$$\hat{e}_A = \frac{\vec{A}}{A} = \frac{A_x\hat{i}+A_y\hat{j}+A_z\hat{k}}{A} = \cos\theta_x\hat{i}+\cos\theta_y\hat{j}+\cos\theta_z\hat{k}$$

$$\vec{A}=A\hat{e}_A = A(\cos\theta_x\hat{i}+\cos\theta_y\hat{j}+\cos\theta_z\hat{k})$$

**วิธีการสอน**

1. นำเข้าสู่เนื้อหาด้วยการตั้งคำถาม ถามผู้เรียนว่าเนื่องจากเวกเตอร์เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง จะมีวิธีการอย่างไรจึงจะสามารถทำให้ขนาดของเวกเตอร์มีค่าเท่ากับหนึ่งได้
2. ใช้การสอนแบบบรรยายเนื้อหา และถาม-ตอบเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ
3. สรุปเนื้อหา

**สื่อการสอน**

1. ใบเนื้อหาของเอกสารประกอบการสอน
2. สื่อ Power Point
3. เครื่องคำนวณที่มีฟังก์ชันตรีโกณมิติ

**การวัดและประเมินผล**

1. สังเกตจากพฤติกรรมของผู้เรียนต่อหัวข้อที่สอน เกี่ยวกับความสนใจและความกระตือรือร้น
2. ทำแบบฝึกหัด ข้อ ที่ 5-8

## 4. องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก ( 45 นาที )

**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** คำนวณหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก

**เนื้อหาสาระ**

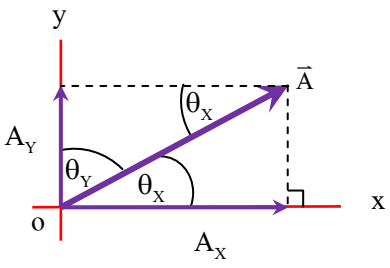
องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก หมายถึงเวกเตอร์ย่อยที่ได้จากการแยกเวกเตอร์เข้าหาแกนอ้างอิงฉาก

**องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ** เขียนในรูปสมการได้ว่า

$$\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y \quad \text{หรือ} \quad \vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j}$$

ขนาดเวกเตอร์ที่เป็นองค์ประกอบในแต่ละแกนหาได้ 2 วิธี คือ การสร้างรูปและการคำนวณ

**วิธีการสร้างรูป** สร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า องค์ประกอบของเวกเตอร์จะเป็นด้านประกอบของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า




**รูป** องค์ประกอบของเวกเตอร์ 2 มิติ

ลากลูกศรโดยกำหนดอัตราส่วนตามเหมาะสม เมื่อวัดด้านประกอบของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้เท่าไรให้ใช้แปลงอัตราส่วนกลับให้เป็นขนาดของเวกเตอร์

**วิธีการคำนวณ** ใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

$A_x = A\cos\theta_x$

$A_y = A\cos\theta_y$ หรือ $A_y = A\sin\theta_x$

**องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ** การหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ 3 มิติ ไม่สามารถได้ด้วยการสร้างรูปแล้ววัดเนื่องจากหน้ากระดาษมีเพียง 2 มิติเท่านั้น ดังนั้นใช้วิธีหาค่าจากการคำนวณ

$$\vec{A}=\vec{A}_x+\vec{A}_y+\vec{A}_z \text{ หรือ } \vec{A}=A_x\hat{i}+A_y\hat{j}+A_z\hat{k}$$

**การคำนวณ**หาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ มีวิธีดังนี้

1.ในกรณีที่ทราบค่ามุมที่เวกเตอร์กระทำกับแกนอ้างอิงฉาก

$\theta_x$ เป็นมุมที่เวกเตอร์ทำกับชิดแกน x จะได้ $A_x=A\cos\theta_x$

$\theta_y$ เป็นมุมที่เวกเตอร์ทำกับชิดแกน y จะได้ $A_y=A\cos\theta_y$

$\theta_z$ เป็นมุมที่เวกเตอร์ทำกับชิดแกน z จะได้ $A_z=A\cos\theta_z$

2.ในกรณีที่ทราบค่ามุมในระบบพิกัดเชิงขั้วที่เวกเตอร์กระทำกับแกนอ้างอิงฉาก จะได้

$$A_x=A'\cos\phi=A\sin\theta_z\cos\phi$$
$$A_y=A'\sin\phi=A\sin\theta_z\sin\phi$$
$$A_z=A\cos\theta_z$$

**วิธีการสอน**

1. นำเข้าสู่เนื้อหาด้วยการตั้งคำถาม ถามผู้เรียนว่า ถ้าเส้นตรง AB มีพิกัดของจุดA เป็น (3,0 ) เมตร และพิกัดของจุด B เป็น ( 0 , 4 ) เมตร จะสามารถลากเส้นตรงAB ได้โดยวิธีการใด แล้วนำเข้าสู่เนื้อหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก
2. ใช้การสอนแบบบรรยายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบ และถาม-ตอบ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ
3. ให้ผู้เรียนทุกคนใช้กระดาษกราฟแบบมีสเกลวัดมุม ลากเส้นเวกเตอร์ $\vec{A}(30m,40^0)$ แล้ววัดองค์ประกอบของเวกเตอร์ในแนวแกนอ้างอิงฉาก และใช้วิธีการคำนวณหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ แล้วเปรียบเทียบระหว่างคำตอบที่ได้จากการทดลองและจากการคำนวณ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ
4. ผู้สอนใช้ชุดทดลองเวกเตอร์ สาธิตการทดลองโดยให้นักศึกษามาช่วยกันตั้งค่ามุม $\theta_z=50^0$ และ $\phi=40^0$ ที่ชุดทดลอง และวัดองค์ประกอบของเวกเตอร์ขนาด 30 เมตร

ในแนวแกนอ้างอิงฉากแต่ละแกน และบันทึกผลลงในตารางและวิเคราะห์ผลการทดลองร่วมกัน เปรียบผลการวัดองค์ประกอบของเวกเตอร์กับการคำนวณ แล้วร่วมกันสรุปผลการทดลอง

5. สรุปเนื้อหา

**สื่อการสอน**

1. ใบเนื้อหาของเอกสารประกอบการสอน
2. สื่อ Power Point
3. ชุดทดลอง “ ปริมาณเวกเตอร์ ”
4. เครื่องคำนวณที่มีฟังก์ชันตรีโกณมิติ

**การวัดและประเมินผล**

1. สังเกตจากพฤติกรรมของผู้เรียนต่อหัวข้อที่สอน เกี่ยวกับความสนใจและความกระตือรือร้น
2. ทำแบบฝึกหัด ข้อที่ 9-12 และ 17 , 19

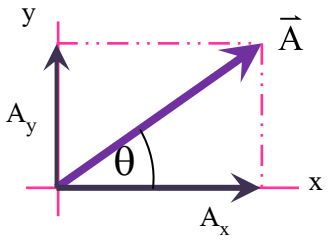
**5. ขนาดและทิศของเวกเตอร์ (20 นาที )**

**จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** คำนวณหาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์

**เนื้อหาสาระ**

เมื่อรู้เวกเตอร์องค์ประกอบของเวกเตอร์ใดๆในระบบพิกัดฉาก สามารถหาขนาดและทิศของเวกเตอร์ได้ดังนี้

การสร้างรูปเพื่อหาขนาดของเวกเตอร์จะใช้ได้กับเวกเตอร์ 2 มิติ




ด้านประกอบของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคือองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก ดังนั้นขนาดของเวกเตอร์หาจากความยาวเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

รูป การสร้างรูปการรวมเวกเตอร์

การคำนวณขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ ทำได้ดังนี้

การคำนวณเวกเตอร์ 2 มิติ $A^2 = A_x^2 + A_y^2$ และ $\theta = \tan^{-1}\frac{A_y}{A_x}$

การคำนวณเวกเตอร์ 3 มิติ $A^2 = A_x^2 + A_y^2 + A_z^2$ และ $|\hat{e}|^2 = \cos^2\theta_x + \cos^2\theta_y + \cos^2\theta_z = 1$

$$\theta_x = \cos^{-1}\frac{A_x}{A}\ ,\ \theta_y = \cos^{-1}\frac{A_y}{A} \text{ และ } \theta_z = \cos^{-1}\frac{A_z}{A}$$

**วิธีการสอน**

1. นำเข้าสู่เนื้อหาด้วยการตั้งคำถาม ถามผู้เรียนว่า ถ้าเส้นตรง AB มีพิกัดของจุดA เป็น (3,0 ) เมตร และพิกัดของจุด B เป็น ( 0 , 4 ) เมตร จะสามารถหาขนาดความยาวเส้นตรงนี้ได้อย่างไร
2. ใช้การสอนแบบบรรยายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบ และถาม-ตอบ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ
3. ให้ผู้เรียนนำข้อมูลจากการวัดค่ามุมของเวกเตอร์ 3 มิติ ที่ทำกับแกนอ้างอิงฉากแต่ละแกนจากการทดลองที่แล้วมาคำนวณหาค่าของ $\sqrt{\cos^2\theta_x + \cos^2\theta_y + \cos^2\theta_z}$ แล้วเปรียบเทียบกับสมการ $|\hat{e}|^2 = \cos^2\theta_x + \cos^2\theta_y + \cos^2\theta_z = 1$ เพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างมุมของเวกเตอร์ 3 มิติ
4. สรุปเนื้อหา

**สื่อการสอน**

1. . ใบเนื้อหาของเอกสารประกอบการสอน
2. สื่อ Power Point
3. ผลการทดลองการหาค่าองค์ประกอบของเวกเตอร์
4. เครื่องคำนวณที่มีฟังก์ชันตรีโกณมิติ

**การวัดและประเมินผล**

1. สังเกตจากพฤติกรรมของผู้เรียนต่อหัวข้อที่สอน เกี่ยวกับความสนใจและความกระตือรือร้น
2. กาทำแบบฝึกหัด ข้อ ที่ 13 – 16 และ 18 , 20

**บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน**

ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น สนใจ และพึงพอใจ และผู้เรียนมีความพึงพอใจกับกระดาษกราฟที่ใช้ในการทดลองหาองค์ประกอบของเวกเตอร์มากเนื่องจากสะดวกในการอ่านค่า

# เอกสารประกอบการสอน

# “ ปริมาณเวกเตอร์ ”

## (เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์)

**จัดทำโดย**

**ผศ. สิริน สิระธนกุล**

**คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร**

# คำชี้แจง

เอกสารประกอบการสอนฉบับนี้ใช้ประกอบการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการสอน “ ปริมาณเวกเตอร์ ”

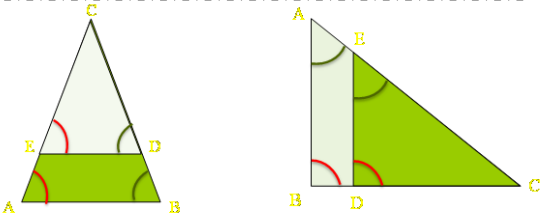
เอกสารประกอบการสอนฉบับนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. ใบเนื้อหา
2. แบบฝึกหัดและเฉลยแบบฝึกหัด
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเฉลยแบบทดสอบ

# ปริมาณเวกเตอร์ (เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์)

## ความรู้พื้นฐานในการศึกษาปริมาณเวกเตอร์

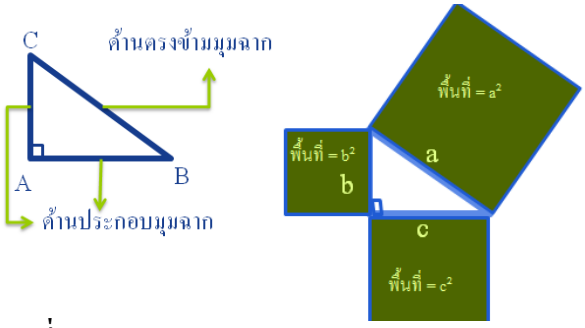
1. **ทฤษฎีสามเหลี่ยมคล้าย** สามเหลี่ยมคล้ายเป็นสามเหลี่ยมที่มีมุมภายในทุกมุมเท่ากัน จึงมีอัตราส่วนระหว่างด้านต่อด้านเป็นค่าคงตัว




**รูปที่ 1** สามเหลี่ยมคล้าย( $\Delta$ ABC ~ $\Delta$ EDC)

2. **ทฤษฎีบทของพิธากอรัส** สามเหลี่ยมมุมฉาก คือ สามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งเป็นมุมฉาก (กาง$90^0$) พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของพื้นที่บนด้านประกอบมุมฉาก เขียนสมการได้ ว่า

$$a^2 = b^2 + c^2$$



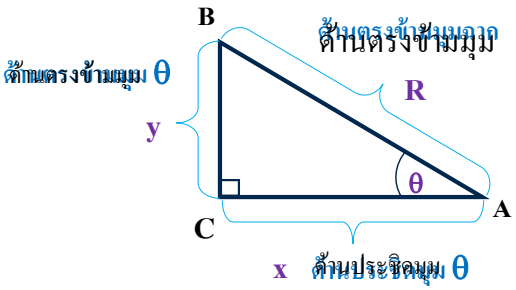

**รูปที่ 2** ทฤษฎีบทพิธากอรัส

3. **ฟังก์ชันตรีโกณมิติ**

$$\sin\theta = \frac{\text{ข้าม}\theta}{\text{ฉาก}} = \frac{BC}{AB} = \frac{y}{R}$$

$$\cos\theta = \frac{\text{ชิด}\theta}{\text{ฉาก}} = \frac{AC}{AB} = \frac{x}{R}$$

$$\tan\theta = \frac{\text{ข้าม}\theta}{\text{ชิด}\theta} = \frac{BC}{AC} = \frac{y}{x}$$




**รูปที่ 3** ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

4. **ปริมาณสเกลาร์** หมายถึงปริมาณที่มีแต่ขนาด ได้แก่ ความยาว มวล เวลา อุณหภูมิ สัญลักษณ์แทนปริมาณสเกลาร์ใช้อักษรตัวบาง เช่น มวล 1.2 กิโลกรัม เขียนสัญลักษณ์แทนด้วย $m = 1.2$ kg

**รูปที่ 4** ปริมาณสเกลาร์(ภาพจาก www.google.co.th/)

**การศึกษาปริมาณเวกเตอร์** บทเรียนเรื่อง " เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์ " ประกอบด้วย 4 หัวข้อ คือ

1. ความหมายและสัญลักษณ์ของเวกเตอร์
2. เวกเตอร์หนึ่งหน่วย
3. องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก
4. ขนาดและทิศทางของเวกเตอร์

## 1. ความหมายและสัญลักษณ์ของเวกเตอร์

**เวกเตอร์**หมายถึงปริมาณที่ต้องบอกทั้งขนาดและทิศทางจึงจะมีความสมบูรณ์ ได้แก่ น้ำหนัก แรง ความเร็ว โมเมนตัม เป็นต้น

รูปที่ 5 ปริมาณเวกเตอร์(ภาพจาก www.google.co.th/)

**สัญลักษณ์แทนเวกเตอร์**ใช้อักษรตัวพิมพ์หนาหรืออักษรตัวพิมพ์บางที่มีเครื่องหมายลูกศรกำกับเหนือตัวอักษร เช่น ความเร็ว 8 เมตรต่อวินาที ทิศทำมุม $30^0$ กับทิศตะวันออกเฉียงไปทางเหนือ เขียนสัญลักษณ์เป็น $\mathbf{v}$ หรือ $\vec{v} = 8\ \text{m/s}, 30^0\ \text{N of E}$

**ขนาดของเวกเตอร์** สามารถเขียนได้หลายแบบ เช่น เวกเตอร์ A ขนาด 10 เมตร จะเขียนสัญลักษณ์เป็น $\text{A} = 10\ \text{m}$ หรือ $A = 10\ \text{m}$ หรือ $|\vec{\text{A}}| = 10\ \text{m}$

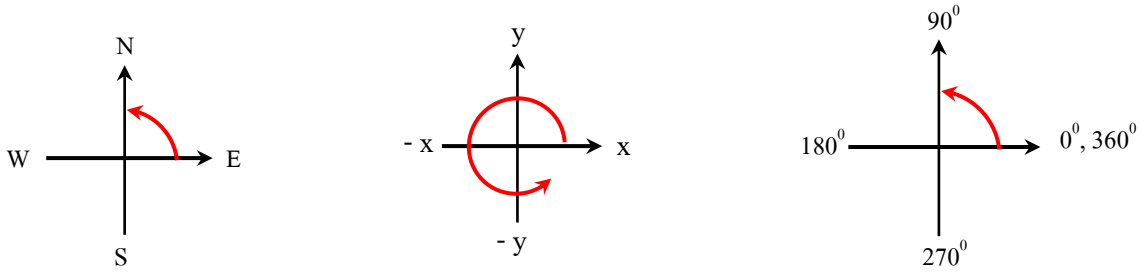
**ทิศทางของเวกเตอร์** ทิศต้องสื่อความหมายได้ว่ามีทิศเพียงทิศเดียว

เวกเตอร์ใดๆ เขียนแทนได้ด้วยลูกศร **หางลูกศรอยู่ที่จุดเริ่มต้น และหัวลูกศรอยู่ที่จุดสุดท้าย** ความยาวของส่วนเส้นตรงของลูกศรแทนขนาดของเวกเตอร์ และทิศที่หัวลูกศรชี้คือทิศทางของเวกเตอร์

**รูปที่ 6** ลูกศรแทนเวกเตอร์

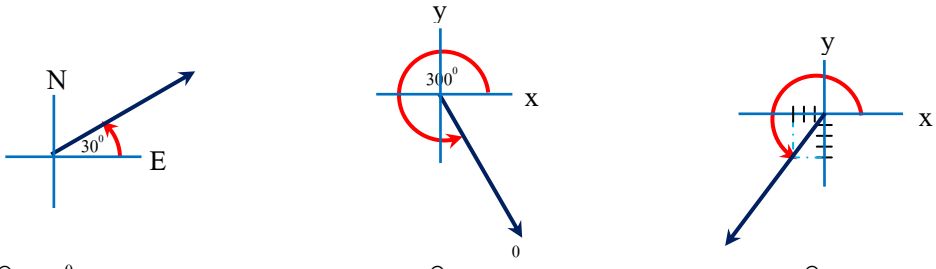
**แกนอ้างอิงฉาก** เป็นแกนที่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ใช้อ้างอิงในการบอกทิศของเวกเตอร์ มี 2 ประเภท คือ

1. **แกนอ้างอิงฉาก 2 มิติ** ประกอบด้วย 2 แกน คือแกนแนวตั้งกับแนวนอน เรียกแกนที่อยู่แนวนอนว่า แกน x และเรียกแกนที่อยู่แนวตั้งว่าแกน y โดยมีเครื่องหมายบวกและลบกำกับแกนเพื่อบอกทิศ นอกจากนี้ยังมีการบอกทิศเทียบกับแกนภูมิศาสตร์ที่บอกเป็นทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก




**รูปที่ 7** แกนอ้างอิงฉาก 2 มิติ

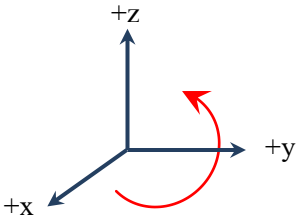
ทิศทางของเวกเตอร์ 2 มิติ จะบอกด้วยมุมวัดจากแกน +x ในทิศทวนเข็มนาฬิกาไปถึงเส้นเวกเตอร์ ใช้สัญลักษณ์ของมุมที่บอกทิศทางเป็น $\theta$ หรือบอกทิศทางด้วยคู่ลำดับ ( x , y )




ก. ทิศ $30^0$ N of E ข. ทิศ 300 ค. ทิศ(-3 , - 4)

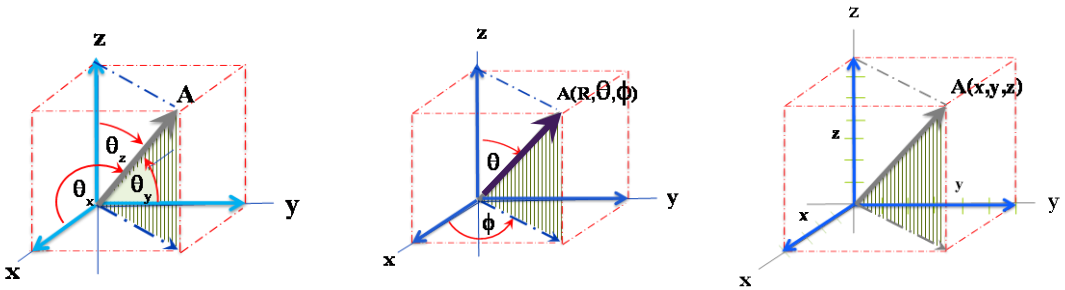
**รูปที่ 8** การบอกทิศทางของเวกเตอร์ 2 มิติ

**2. แกนอ้างอิงฉาก 3 มิติ** ประกอบด้วยแกน 3 แกนตั้งฉากซึ่งกันและกัน คือแกน x แกน y และแกน z ซึ่งการตั้งแกนจะวนทิศทวนเข็มนาฬิกา ดังรูป และบอกทิศทางของเวกเตอร์ด้วยมุมที่วัดจากแกนที่มีเครื่องหมายบวก




**รูปที่ 9** แกนอ้างอิงฉาก 3 มิติ

สัญลักษณ์ของมุมที่เวกเตอร์ ทำกับแกน x คือ $\theta_x$ มุมที่เวกเตอร์ทำกับแกน y คือ $\theta_y$ และ มุมที่เวกเตอร์ทำกับแกน z คือ $\theta_z$ หรือทิศทางในระบบพิกัดเชิงขั้วหรือระบบพิกัดฉากก็ได้




ก. ทิศเทียบกับแกนอ้างอิง ข. ทิศระบบพิกัดเชิงขั้ว ค. ทิศระบบพิกัดฉาก

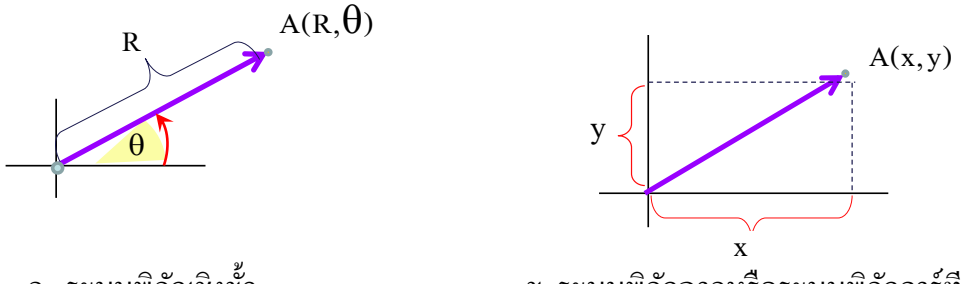
**รูปที่ 10** การบอกทิศทางของเวกเตอร์ 3 มิติ

**การลากเส้นลูกศรแทนเวกเตอร์** ลูกศรลากจากจุดเริ่มต้นไปจุดสุดท้าย การบอกตำแหน่งเป็นการบอกพิกัด ในที่นี้ศึกษาพิกัด 2 ระบบ คือ

1. ระบบพิกัดเชิงขั้ว
2. ระบบพิกัดฉากหรือระบบพิกัดคาร์ทีเซียน

**ระบบพิกัดเชิงขั้ว** บอกระยะทางจากจุดอ้างอิง(สัญลักษณ์ R )และบอกทิศทางเทียบกับแกนอ้างอิง สำหรับเวกเตอร์ 2 มิติ ทิศที่ทำกับแกนอ้างอิง +x ใช้สัญลักษณ์ $\theta$ เขียนสัญลักษณ์ของเวกเตอร์2 มิติ เป็น (R, $\theta$) เช่น ความเร็ว 12 เมตรต่อวินาทีไปทางทิศเหนือ เขียนสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ด้วย **v** (12m/s , $90^0$) สำหรับเวกเตอร์ 3 มิติ ทิศที่ทำกับแกน z ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย $\theta$ และทิศที่เทียบกับมุมระหว่างแกน +x กับเส้นที่ได้จากการโปรเจคเวกเตอร์ลงมาบนระนาบ xy ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย $\phi$ จึงเขียนสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ 3 มิติ เป็น (R, $\theta$, $\phi$)

**ระบบพิกัดฉากหรือระบบพิกัดคาร์ทีเชียน** บอกระยะในแนวแกน x, y และ z แต่ละแกนตามลำดับ พร้อมบอกทิศทาง ซึ่งการบอกทิศจะบอกด้วยเครื่องหมายบวก ( + ) และลบ ( - ) ตามทิศของแกน เขียนสัญลักษณ์เวกเตอร์ 2 มิติเป็น (x, y) และเขียนสัญลักษณ์เวกเตอร์ 3 มิติเป็น (x, y, z) เช่น เคลื่อนที่ไปทิศเหนือ 5 เมตร และทิศตะวันตก 8 เมตร เขียนสัญลัษณ์แทนด้วย **d** (-8 m , 5 m)



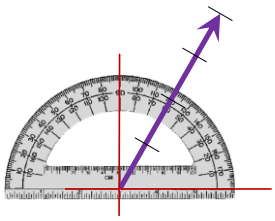

ก. ระบบพิกัดเชิงขั้ว ข. ระบบพิกัดฉากหรือระบบพิกัดคาร์ทีเชียน

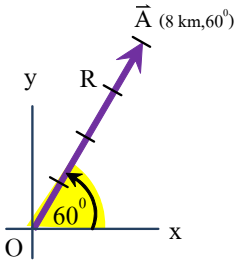
**รูปที่ 11** ลูกศรแทนเวกเตอร์ 2 มิติ

**ตัวอย่างที่ 1** จงเขียนเวกเตอร์การกระจัด $\vec{A}(8\text{km}, 60^0)$

**วิธีทำ** ลากลูกศรแทนเวกเตอร์ ดังนี้

1. ใช้เครื่องมือวัดมุม โดยใช้จุด O ซึ่งเป็นตัดแกน x กับแกน y เป็นศูนย์กลางแล้ววัดมุมจากแกน +x ทิศทวนเข็มนาฬิกาเป็นมุม $60^0$ ตามที่โจทย์กำหนด
2. คำนวณความยาวลูกศร ถ้ากำหนดอัตราส่วน 1cm : 2 km จะได้ลูกศรยาว 4.00 cm ซึ่งได้จาก $8\text{km} = 8\text{km}(\frac{1\text{cm}}{2\text{km}}) = 4.00\text{cm}$
3. ลากเส้นให้หางลูกศรเริ่มจากจุด O ผ่านตำแหน่งมุม $60^0$ ยาว 4.00 cm

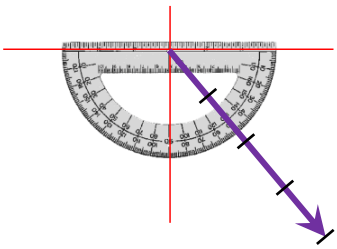


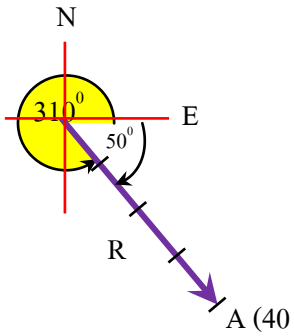



**ตัวอย่างที่ 2** จงเขียนเวกเตอร์การกระจัด 40 m ทิศทำมุม $50^0$ กับทิศตะวันออกเฉียงใต้

**วิธีทำ** ลากลูกศรแทนเวกเตอร์ ดังนี้

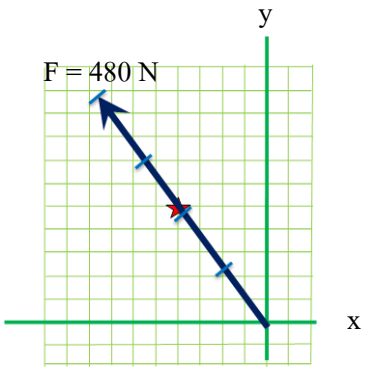
1. ใช้จุด O ซึ่งเป็นตัดแกน เป็นศูนย์กลางของการวัด แล้ววัดมุมจากแกน +x ทิศทวนเข็มนาฬิกาเป็นมุม $310^0$ ซึ่งได้จาก $360^0 - 50^0$ , หรือมุม $310^0$ นี้คือมุม $-50^0$ กับแกน +x
2. คำนวณความยาวลูกศร ถ้าใช้มาตราส่วน 1 cm: 10 m จะแทนการกระจัด 40 m ด้วยความยาว 4.00 cm ซึ่งได้จาก $40\text{m} = 40\text{m}(\frac{1\text{cm}}{10\text{m}}) = 4.00\text{cm}$
3. ลากเส้นให้หางลูกศรเริ่มจากจุด O ผ่านตำแหน่งมุม $310^0$ หรือมุม $50^0$ใต้แกน +x ยาว 4.00 cm






$\vec{A}$ **(40 m , 310⁰) หรือ** $\vec{A}$ **(40 m , -50⁰)**

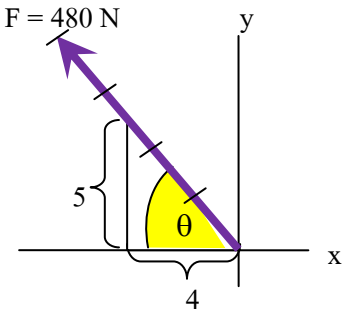
**ตัวอย่างที่ 3** จงเขียนเวกเตอร์ของแรง 480 นิวตัน ที่มีความชัน 5/-4




**วิธีทำ** เป็นการบอกในระบบพิกัดฉาก

1. ความชันของกราฟเส้นตรงเป็นอัตราส่วนระหว่างค่า $\Delta$ y หารด้วย $\Delta$ x ดังนั้น ความชัน $5/_{-4}$ หมายความว่า มีขนาด 5 หน่วย แกน +y และมีขนาด 4 หน่วยแกน –x เวกเตอร์นี้จึงจะอยู่ในควอตแดรนซ์ที่ 2
2. คำนวณความยาวลูกศร จากการกำหนดอัตราส่วน ในที่นี้ใช้อัตราส่วนความยาว 1 cm : 120 N จะได้ความยาวลูกศร มีขนาดดังนี้ $480\,\text{N} = 480\,\text{N}(\frac{1\,\text{cm}}{120\,\text{N}}) = 4.00\ \text{cm}$
3. ลากหางลูกศรจากจุดกำเนิด(จุดตัดแกน) ผ่านตำแหน่งที่มีความชันตามที่กำหนด ยาว 4.00 cm

**หมายเหตุ** การทำโจทย์ข้อนี้สามารถกระทำได้อีกวิธีหนึ่งคือหาขนาดของมุม จากความชันของเส้นที่กำหนดให้ การหาค่ามุมหาได้จากฟังก์ชันตรีโกณมิติ




$\tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{5}{4} = 1.25$ , $\theta = \arctan 1.25$

การเขียนรูปทั่วไปใช้เป็น $\theta = \tan^{-1} 1.25 = 51.3^0$

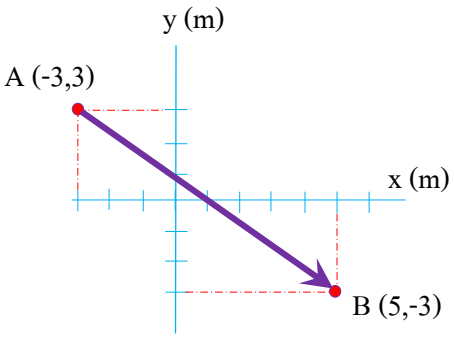
เนื่องจากแกน x มีเครื่องหมายเป็นลบ แสดงว่าทิศไปทางซ้าย และแกน y มีเครื่องหมายบวกแสดงว่าทิศขึ้น ทำให้เวกเตอร์นี้อยู่ในควอตแดรนต์ที่ 2

หลังจากได้ขนาดของมุมแล้วจึงลากเส้นลูกศรความยาว 4.00 cm ตามขนาดที่คำนวณไว้

**ตัวอย่างที่ 4** จงเขียนเวกเตอร์ซึ่งมีจุดเริ่มต้นที่จุด A(-3,3) และจุดปลายที่จุด B(5, -3) ในหน่วยเมตร

**วิธีทำ**

1. ระบบพิกัดฉากมีคู่อันดับเป็น (x, y) ดังนั้น ตำแหน่ง A(-3,3) เมตร คือ 3 m แกน –x และ 3 m แกน +y และ B (5 , -3) เมตร คือ 5 m แกน +x และ 3 m แกน - y
2. กำหนดมาตราส่วนที่ใช้ คือ 1 ช่อง : 1 m. ลงตำแหน่งจุดA และจุด B
3. ลากหางลูกศรจากจุดเริ่มต้นที่จุด A ไปสิ้นสุดที่จุด B

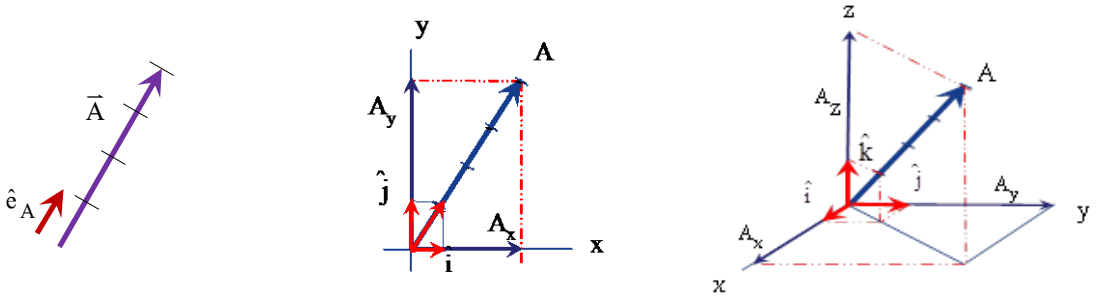


## 2. เวกเตอร์หนึ่งหน่วย (Unit Vector)

เวกเตอร์หนึ่งหน่วย หมายถึงเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับหนึ่ง (ไม่มีหน่วย) ได้จากการหารเวกเตอร์ด้วยขนาดของเวกเตอร์นั้น ผลลัพธ์จากการหารจึงเป็น 1 และมีทิศเดียวกับเวกเตอร์นั้น สัญลักษณ์แทนเวกเตอร์หนึ่งหน่วยโดยทั่วไปใช้อักษรตัวพิมพ์เล็กที่มีเครื่องหมาย “ ^ ” กำกับเหนือตัวอักษร

$\hat{e}_A = \frac{\vec{A}}{A}$ , $\hat{e}_A$ มีขนาดเท่ากับหนึ่ง และทิศเดียวกับทิศของ $\vec{A}$

เพื่อเป็นการบอกทิศทางของเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในแนวแกน x, y, และ z ให้แน่นอน ได้กำหนดทิศในแนวแกน x, y, และ z แทนด้วย $\hat{i}$, $\hat{j}$ และ $\hat{k}$ ตามลำดับ เวกเตอร์ที่เขียนในรูปของเวกเตอร์หนึ่งหน่วย เรียนกว่า เวกเตอร์คาร์ทีเซียน(Cartesian vector)




**รูปที่ 12** เวกเตอร์ $\vec{A}$ และเวกเตอร์หนึ่งหน่วยของ $\vec{A}$ ในระบบพิกัดฉาก

เช่น เวกเตอร์ $\vec{A}$ ในรูปเวกเตอร์หนึ่งหน่วย จะได้ $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$

จากสมการ $\hat{e}_A = \frac{\vec{A}}{A} = \frac{A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}}{A} = \cos\theta_x\hat{i} + \cos\theta_y\hat{j} + \cos\theta_z\hat{k}$

ได้ $\vec{A} = A\hat{e}_A = A(\cos\theta_x\hat{i} + \cos\theta_y\hat{j} + \cos\theta_z\hat{k})$

## 3. องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก

องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก หมายถึงเวกเตอร์ย่อยที่ได้จากการแยกเวกเตอร์เข้าหาแกนอ้างอิงฉาก

องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก แบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้

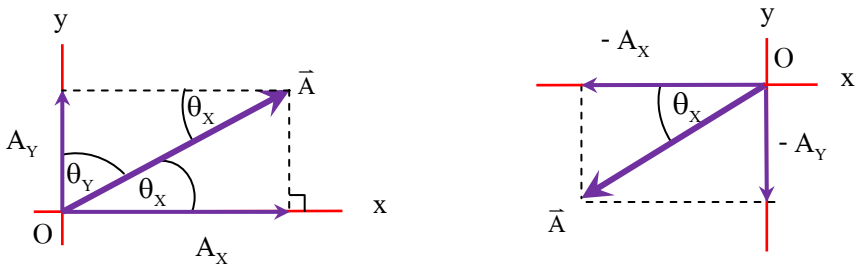
1. องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ
2. องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ

**องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ** เขียนในรูปสมการได้ว่า

$$\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y \quad \text{หรือ} \quad \vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j}$$

โดยที่ $A_x$ และ $A_y$ เป็นองค์ประกอบของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ในแนวแกน x และ y ตามลำดับ ขนาดเวกเตอร์ที่เป็นองค์ประกอบในแต่ละแกนหาได้ 2 วิธี คือการสร้างรูปและการคำนวณ

**การสร้างรูปเพื่อหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ** สร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า องค์ประกอบของเวกเตอร์จะเป็นด้านประกอบของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า




**รูปที่ 13** องค์ประกอบของเวกเตอร์ระบบพิกัดฉาก 2 มิติ

เวกเตอร์เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง องค์ประกอบนของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากจึงให้ติดเครื่องหมายตามแนวแกนเพื่อการระบุทิศทางของเวกเตอร์ที่เป็นองค์ประกอบ

**การคำนวณหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก** คำนวณโดยใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ถ้าให้ $\theta_x$ เป็นมุมที่เวกเตอร์ทำกับแกน x และให้ $\theta_y$ เป็นมุมที่เวกเตอร์ทำกับแกน y จากรูปที่ 14

$$\cos\theta_x = \frac{A_x}{A} \text{ จึงได้ } A_x = A\cos\theta_x \text{ และ } \sin\theta_x = \frac{A_y}{A} \text{ จึงได้ } A_y = A\sin\theta_x$$

$$\text{หรือ } \cos\theta_y = \frac{A_y}{A} \text{ จึงได้ } A_y = A\cos\theta_y \text{ และ } \sin\theta_y = \frac{A_y}{A} \text{ จึงได้ } A_y = A\sin\theta_y$$

การบอกทิศทางของเวกเตอร์โดยทั่วไปกำหนดเป็นมุม $\theta$ ซึ่งเป็นมุมชิดแกน +x วัดทวนเข็มนาฬิกาไปถึงเส้นเวกเตอร์ จึงใช้สมการคำนวณหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในแนวแกนอ้างอิงฉาก

$$A_x = A\cos\theta \quad \textbf{และ} \quad A_y = A\sin\theta$$

ข้อสังเกต การคำนวณหาถ้ารู้มุมชิดแกนใด หาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในแนวแกนนั้น ให้คูณเวกเตอร์ด้วยค่า cos ของมุมที่ชิดแกนนั้น และติดเครื่องหมายบวกหรือลบตามแกน ก็ได้

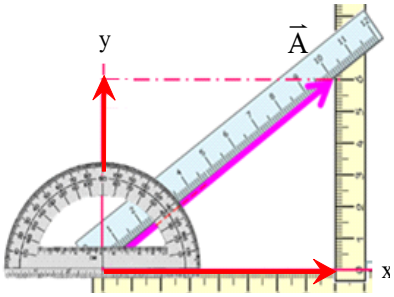
**ตัวอย่างที่ 6** จงหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ในระบบพิกัดฉาก เมื่อ $\vec{A}$ มีขนาด 100 เมตร ทิศทางทำมุม $37^0$ โดยวิธีการสร้างรูป และการคำนวณ

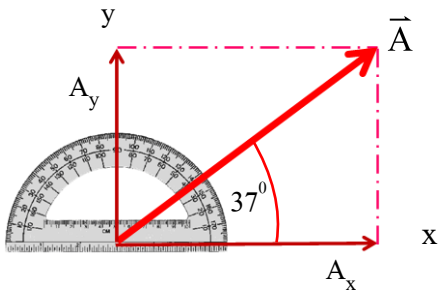
**วิธีทำ** <u>**การสร้างรูป**</u> $\vec{A}(R,\theta)$

1. ความยาวลูกศร ใช้ 1 cm : 10 m จะได้ความยาวลูกศร $= 100\text{m}(\frac{1\text{cm}}{10\text{m}}) = 10.00$ cm
2. ใช้อุปกรณ์วัดมุม $37^0$ จากแกน +x ในทิศทวนเข็มนาฬิกา ทำเครื่องหมายไว้
3. ใช้ไม้บรรทัดวัดความยาว 10.00 cm จากจุดตัดแกน ผ่านตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายข้อ2.
4. วัดความยาวองค์ประกอบของเวกเตอร์ ในแนวแกน x และแกน y คือ $R_x$ และ $R_y$ ได้

   $R_x = 8.00$ cm และ $R_y = 6.00$ cm
5. ใช้อัตราส่วนย้อนกลับ 10 m : 1 cm ในการหาขนาดองค์ประกอบของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ดังนี้

$$A_x = 8.00\text{cm}(\frac{10\text{m}}{1\text{cm}}) = 80.00 \text{ m} \quad \textbf{และ} \quad A_y = 6.00\text{cm}(\frac{10\text{m}}{1\text{cm}}) = 60.00 \text{ m}$$



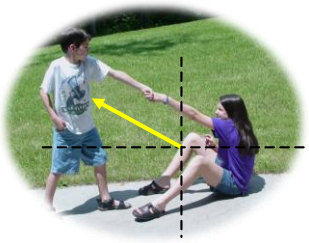

<u>**การคำนวณ**</u> คำนวณหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบ พิกัดฉาก **ใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ** ดังนี้

$$A_X = A\cos\theta_X = (100\text{m})\cos 37^0 = 79.86 \text{ m} \cong 80 \text{ m}$$

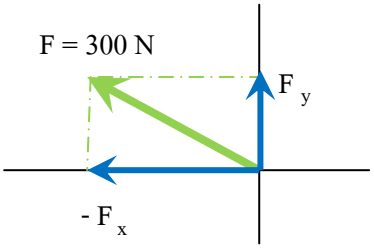
$$A_Y = A\cos\theta_Y = (100\text{m})\sin 37^0 = 60.18 \text{ m} \cong 60 \text{ m}$$

จาก $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j}$ จะได้ $\vec{A} = (80\hat{i} + 60\hat{j})\text{m}$ หรือ $\vec{A}(80\text{m},60\text{m})$

**ตัวอย่างที่ 7** เด็กชายออกแรง 300 นิวตัน ฉุดเด็กผู้หญิงให้ลุกขึ้นทิศทำมุม $30^0$ กับพื้นดินดังรูป จงหาแรงประกอบในระบบพิกัดฉาก



(ภาพจาก www.google.co.th/)



**วิธีทำ**

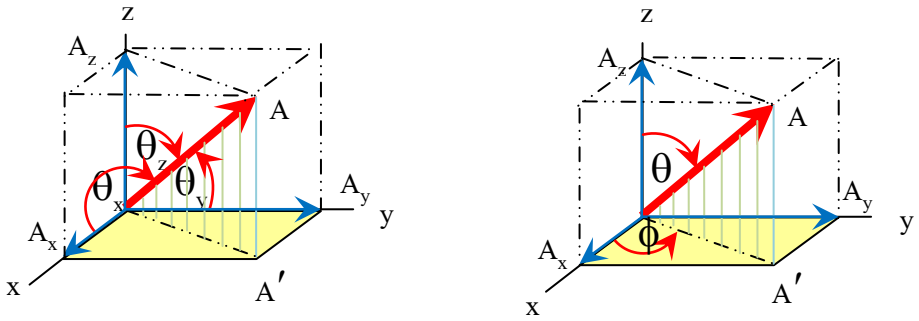
$$F_x = F\cos\theta_x = -(300\,\text{N})\cos 30^0 = -259.8\ \text{N}$$

$$F_y = F\sin\theta_y = (300\,\text{N})\sin 30^0 = 150.0\ \text{N}$$

$$\vec{F} = (-259.8\hat{i} + 150\hat{j})\,\text{N} \quad \text{หรือ} \quad \vec{F}(-259.8\text{N}, 150\text{N})$$

**องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ** การหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ 3 มิติ ไม่สามารถได้ด้วยการสร้างรูปแล้ววัดเนื่องจากหน้ากระดาษมีเพียง 2 มิติเท่านั้น ดังนั้นจะหาขนาดโดยใช้วิธีการคำนวณ จากฟังก์ชันตรีโกณมิติ โดยที่ $A_x$ , $A_y$และ $A_z$ เป็นองค์ประกอบของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ในแนวแกน x , y และz ตามลำดับ เขียนในรูปสมการได้ว่า

$$\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y + \vec{A}_z \quad \text{หรือ} \quad \vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$$




**รูปที่ 14** องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ

ในกรณีที่ทราบค่ามุมที่เวกเตอร์กระทำกับแนวแกนอ้างอิงฉาก คำนวณดังนี้

จากเวกเตอร์หนึ่งหน่วย $\vec{A}=A\hat{e}_A = A(\cos\theta_x\hat{i} + \cos\theta_y\hat{j} + \cos\theta_z\hat{k})$

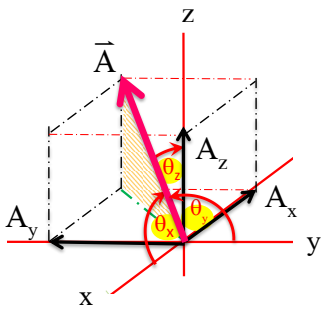
จากมุมที่เวกเตอร์กระทำกับแกนอ้างอิง

$$\begin{cases} A_x = A\cos\theta_x \\ A_y = A\cos\theta_y \\ A_z = A\cos\theta_z \end{cases}$$

จากมุมในระบบพิกัดเชิงขั้ว

$$\begin{cases} A_x = A'\cos\phi = A\sin\theta\ \cos\phi \\ A_y = A'\sin\phi = A\sin\theta\ \sin\phi \\ A_z = A\cos\theta \end{cases}$$

**ตัวอย่างที่ 8** จงหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ เมื่อ $|\vec{A}| = 20\ m$ ทิศทางทำมุม $\theta_X = 120^0$ , $\theta_Y = 135^0$ และ $\theta_Z = 60^0$




**วิธีทำ**

$$A_X = A\cos\theta_X = (20m)(\cos 120^0) = -10.00\ m$$

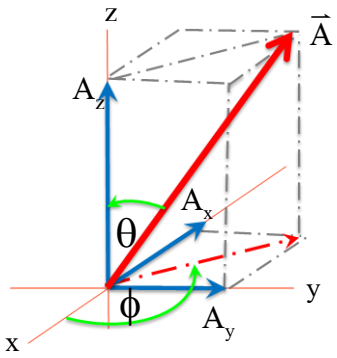
$$A_y = A\cos\theta_y = (20m)(\cos 135^0) = -14.14\ m$$

$$A_Z = A\cos\theta_z = (20m)(\cos 60^0) = 10.00\ m$$

จะได้ $\vec{A} = (-10\hat{i} - 14.14\hat{j} + 10\hat{k})m$

หรือ $\vec{A} = (-10m, -14.14m + 10m)$

**ตัวอย่างที่ 9** จงหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ เมื่อ $|\vec{A}| = 20\ m$ ทิศทางทำมุม $\theta_z = 30^0$ และ $\phi = 135^0$




**วิธีทำ**

$$A_x = A\sin\theta\ \cos\phi$$

$$A_x = (20m)(\sin 30^0)(\cos 120^0) = -5.00\ m$$

$$A_y = A\sin\theta\ \cos\phi$$

$$A_y = (20m)(\sin 30^0)(\sin 120^0) = 8.66\ m$$

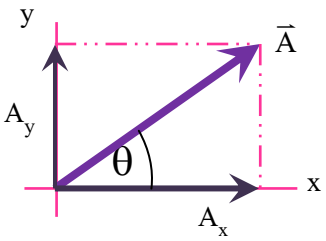
$$A_Z = A\cos\theta = (20m)(\cos 30^0) = 17.32\ m$$

จะได้ $\vec{A} = (-5\hat{i} + 8.66\hat{j} + 17.32\hat{k})m$ หรือ $A = (-5m, 8.66m + 17.32m)$

## 4. ขนาดและทิศทางของเวกเตอร์

**ขนาดและทิศทางของเวกเตอร์** เมื่อรู้เวกเตอร์องค์ประกอบของเวกเตอร์ใดๆ ในระบบพิกัดฉากสามารถหาขนาดและทิศของเวกเตอร์ได้จากการสร้างรูป และการคำนวณ แต่การสร้างรูปใช้ได้กับเวกเตอร์ 2 มิติ เท่านั้น

การคำนวณหาขนาด และทิศทางของเวกเตอร์ 2 มิติ ใช้ทฤษฎีบทของพิธากอรัสและใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ดังนี้

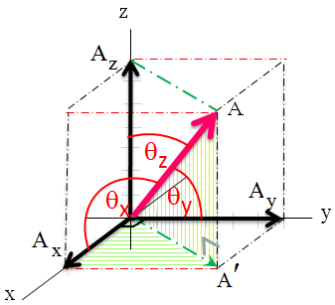



$$A^2 = A_x^{\,2} + A_y^{\,2}$$

$$\tan\theta = \frac{A_y}{A_x}, \quad \theta = \tan^{-1}\frac{A_y}{A_x}$$

**รูปที่ 15** ขนาดและทิศของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ใน 2 มิติ

การคำนวณหาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ 3 มิติ ใช้ทฤษฎีบทของพิธากอรัสและฟังก์ชันตรีโกณมิติ ดังนี้




$$A^2 = (A_z)^2 + A')^2 = (A_z)^2 + [(A_x)^2 + (A_y)^2)$$

$$A^2 = A_x^2 + A_y^2 + A_z^2$$

จากเวกเตอร์หนึ่งหน่วย

$$\hat{e}_A = \cos\theta_x\hat{i} + \cos\theta_y\hat{j} + \cos\theta_z\hat{k}$$

จึงได้

$$|\hat{e}|^2 = \cos^2\theta_x + \cos^2\theta_y + \cos^2\theta_z = 1$$

**รูปที่ 17** ขนาดและทิศของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ใน 3 มิติ

และคำนวณทิศทางจากมุมดังนี้ $\theta_x = \cos^{-1}\frac{A_x}{A}$ , $\theta_y = \cos^{-1}\frac{A_y}{A}$ และ $\theta_z = \cos^{-1}\frac{A_z}{A}$

**ตัวอย่างที่ 10** ถ้าเวกเตอร์หนึ่งหน่วยเป็น $\hat{e}_A = 0.34\hat{i} + 0.94\hat{j}$ โดยที่ขนาดของ $\vec{A}$ เท่ากับ 120 m จงหามุมที่ $\vec{A}$ ทำกับแกน x และแกน y และหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก

**วิธีทำ** $\hat{e}_A = \cos\theta_x\hat{i} + \cos\theta_y\hat{j} + \cos\theta_z\hat{k}$ จึงได้

$\cos\theta_x = 0.34$ ดังนั้น $\theta_x = \cos^{-1} 0.34 = 70^0$

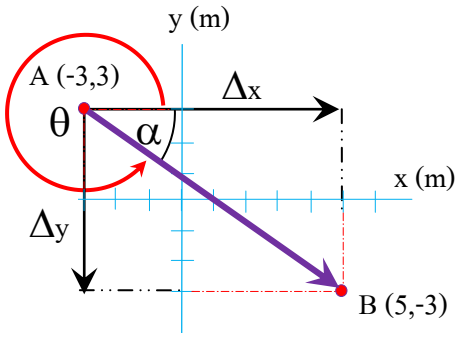
และได้ $\cos\theta_y = 0.94$ ดังนั้น $\theta_y = \cos^{-1} 0.94 = 20^0$

หรือ หาค่ามุม $\theta_y$ จากสมการ $90^0 - \theta_x = 90^0 - 70^0 = 20^0$ เนื่องจากแกน x และแกน y ตั้งฉากกัน

$$\vec{A} = A\hat{e}_A = A(\cos\theta_x\hat{i} + \cos\theta_y\hat{j} + \cos\theta_z\hat{k})$$

$$\vec{A} = A\hat{e}_A = (120\text{m})(0.34\hat{i} + 0.94\hat{j} + 0\hat{k}) = (40.8\hat{i} + 112.8\hat{j})\text{m}$$

**ตัวอย่างที่ 11** เวกเตอร์มีจุดเริ่มต้นที่จุด A (-3 m,3m) และจุดปลายที่จุด B ( 5 m , -3 m) จงหาขนาดและทิศของเวกเตอร์ $\overrightarrow{AB}$




**วิธีทำ** $\overrightarrow{AB}=[5-(-3)]\hat{i}+[-3-3]\hat{j}=8\hat{i}-6\hat{j}$

$|\overrightarrow{AB}|^2=\Delta x^2+\Delta y^2$

$|AB|=\sqrt{(8m)^2+(-6m)^2}=10\ m$

$\tan\alpha=\dfrac{\Delta y}{\Delta x}=\dfrac{-6m}{8m}=\dfrac{-3}{4}$ , $\alpha=\tan^{-1}\frac{3}{4}=-53^0$

$\theta=360^0-53^0=307^0$

**จะได้** $\overrightarrow{AB}=(10m,307^0)$

**ตัวอย่างที่ 12** เมื่อ $|\vec{A}|=20\ m$ ทิศทางทำมุม $\theta_X=240^0$ และมุม $\theta_Y=135^0$ จงหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ในระบบพิกัดฉาก

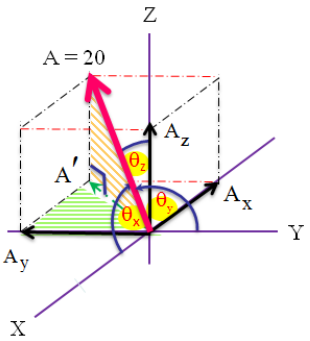
**วิธีทำ** หามุมที่ $\vec{A}$ ทำกับแกน Z ซึ่งก็คือมุม $\theta_z$ ดังนี้

จากสมการ $\cos^2\theta_x+\cos^2\theta_y+\cos^2\theta_z=1$

$\cos\theta_z=\sqrt{1-\cos^2\theta_x+\cos^2\theta_y}=\sqrt{1-\cos^2 240^0-\cos^2 135^0}=\pm 0.500$

จากรูป $\theta_z=\cos^{-1}0.500=60^0$

เวกเตอร์องค์ประกอบใน 3 มิติ ไม่สามารถใช้การสร้างรูปเพื่อหาขนาดขององค์ประกอบได้โดยตรง




การคำนวณหาขนาดองค์ประกอบของเวกเตอร์ ใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ดังนี้

$A_x=A\cos\theta_x=(20m)\cos 240^0=-10.0\ m$

$A_y=A\cos\theta_y=(20m)\cos 135^0=-14.14\ m$

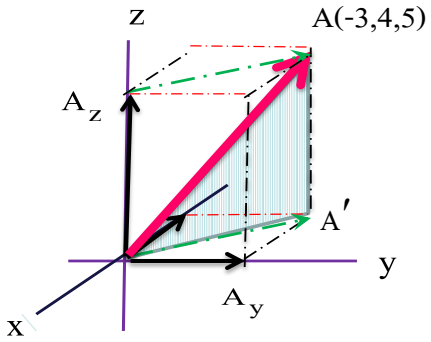
$A_z=A\cos\theta_z=(20m)\cos 60^0=10\ m$

$\vec{A}=A_x\hat{i}+A_y\hat{j}+A_z\hat{k}$

$\vec{A}=(-10\hat{i}-14.14\hat{j}+10\hat{k})m$

**ตัวอย่างที่ 13** เวกเตอร์ $\vec{A}$ มีองค์ประกอบในระบบพิกัดฉาก เป็น A (-3 m , 4 m , 5 m) จงหาขนาดของ $\vec{A}$ และมุมที่ $\vec{A}$ ทำกับแกนอ้างอิงฉาก

**วิธีทำ** A (-3 m , 4 m , 5 m) แสดงว่ามีองค์ประกอบแนวแกน - x เป็น 3 m แนวแกน +y เป็น 4 m และแนวแกน + z เป็น 5 m ดังนั้น $\vec{A}$ จะมีขนาดและทิศทางดังนี้




$$A^2 = A_x^2 + A_y^2 + A_z^2$$

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

$$= \sqrt{(3m)^2 + (4m)^2 + (5m)^2} = 7.07 \text{ m}$$

$$\hat{e}_A = \frac{\vec{A}}{A} = \frac{A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}}{A}$$

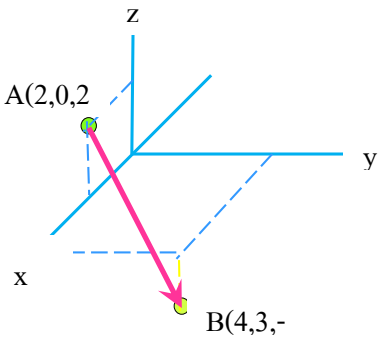
$$\hat{e}_A = \frac{(-3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k})m}{7.07m}$$

$$= -0.424\hat{i} + 0.566\hat{j} + 0.707\hat{k}$$

$\theta_x = \cos^{-1} -0.424 = 115^0$ , $\theta_y = \cos^{-1} 0.566 = 56^0$ และ $\theta_z = \cos^{-1} 0.707 = 45^0$

**ตัวอย่างที่ 14** เมื่อแรง F = 15 นิวตัน และมีแนวแรงกระทำจากจุด A ไปจุด B ดังรูป จงหาองค์ประกอบของแรงและมุมที่แรงกระทำในระบบพิกัดฉาก

**วิธีทำ**




$$\hat{e} = \frac{\vec{r}}{r} = \frac{r_x\hat{i} + r_y\hat{j} + r_z\hat{k}}{r}$$

$$= \frac{(4-2)\hat{i} + (3-0)\hat{j} + (-2-2)\hat{k}}{\sqrt{r_x^2 + r_y^2 + r_z^2}}$$

$$= \frac{2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}}{\sqrt{2^2 + 3^2 + (-4)^2}}$$

$$= 0.371\hat{i} + 0.557\hat{j} - 0.742\hat{k}$$

$\vec{F} = F\hat{e} = 15(0.371\hat{i} + 0.557\hat{j} - 0.742\hat{k}) = (5.57\hat{i} + 8.36\hat{j} - 11.13\hat{k})$N

$\theta_x = \cos^{-1} 0.371 = 68^0$ , $\theta_y = \cos^{-1} 0.577 = 56^0$ และ $\theta_z = \cos^{-1} -0.742 = 138^0$

**สรุป เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก**

**เวกเตอร์**หมายถึงปริมาณที่ต้องบอกทั้งขนาดและทิศทางจึงจะมีความสมบูรณ์ **สัญลักษณ์แทนเวกเตอร์**ใช้อักษรตัวพิมพ์หนาหรืออักษรตัวพิมพ์บางที่มีเครื่องหมายลูกศรกำกับเหนือตัวอักษร

เวกเตอร์ใดๆ เขียนแทนได้ด้วยลูกศร หางลูกศรอยู่ที่จุดเริ่มต้น และหัวลูกศรอยู่ที่จุดสุดท้าย ความยาวของส่วนเส้นตรงของลูกศรแทนขนาดของเวกเตอร์ และทิศที่หัวลูกศรชี้คือทิศทางของเวกเตอร์ ขนาดของเวกเตอร์เช่น $\vec{A}$ ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย $A$ , $A$ หรือ $|\vec{A}|$ ทิศทางของเวกเตอร์ นิยมใช้เทียบกับแกนอ้างอิงฉาก ทั้งระบบพิกัดเชิงขั้วและระบบพิกัดฉาก

**เวกเตอร์หนึ่งหน่วย** หมายถึงเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับหนึ่ง (ไม่มีหน่วย) ได้จากการหารเวกเตอร์ด้วยขนาดของเวกเตอร์นั้น เช่น $\hat{e}_A = \frac{\vec{A}}{A}$ เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบแกนพิกัดฉากในแนวแกน x, y, และ z แทนด้วย $\hat{i}$ , $\hat{j}$ และ $\hat{k}$ ตามลำดับ และเรียกเวกเตอร์ที่เขียนในรูปเวกเตอร์หนึ่งหน่วยว่า **เวกเตอร์คาร์ทีเชียน** เช่น $\vec{A} = 3\hat{i} + 5\hat{j} - 2\hat{k}$ หมายถึงมีขนาด 3 หน่วยแกน +x , 5 หน่วยแกน +y และ 2 หน่วยแกน - z

**องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก** หมายถึงเวกเตอร์ย่อยที่ได้จากการแยกเวกเตอร์เข้าหาแกนอ้างอิงฉาก โดยที่ $A_x$, $A_y$และ $A_z$ เป็นองค์ประกอบของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ในแนวแกน x , y และz ตามลำดับ เขียนในรูปสมการได้ว่า $\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y + \vec{A}_z$ หรือ $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$

การสร้างรูปเพื่อหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก ใช้กับเวกเตอร์ 2 มิติ โดยสร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า องค์ประกอบของเวกเตอร์จะเป็นด้านประกอบของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

การคำนวณเวกเตอร์ 2 มิติ $A_x = A\cos\theta$ **และ** $A_y = A\sin\theta$

การคำนวณเวกเตอร์ 3 มิติ $A_x = A\cos\theta_x$ , $A_y = A\cos\theta_y$ , $A_z = A\cos\theta_z$

หรือ $A_x = A\sin\theta\ \cos\phi$ , $A_y = A\sin\theta\ \sin\phi$ และ $A_z = A\cos\theta_z$

**ขนาดและทิศทางของเวกเตอร์** สามารถหาขนาดและทิศของเวกเตอร์ได้ดังนี้

$$A^2 = A_x^2 + A_y^2 + A_z^2$$

$$\vec{A} = A\hat{e}_A = A(\cos\theta_x\hat{i} + \cos\theta_y\hat{j} + \cos\theta_z\hat{k})$$

เวกเตอร์ 2 มิติ เมื่อ $\theta$ = มุมที่กระทำกับแกน x จะได้ $\theta = \tan^{-1}\frac{A_y}{A_x}$

เวกเตอร์ 3 มิติ จะได้ $|\hat{e}|^2 = \cos^2\theta_x + \cos^2\theta_y + \cos^2\theta_z = 1$

$$\theta_x = \cos^{-1}\frac{A_x}{A} \quad ,\theta_y = \cos^{-1}\frac{A_y}{A} \quad \text{และ} \quad \theta_z = \cos^{-1}\frac{A_z}{A}$$

# เอกสารอ้างอิง

บุรฉัตร ฉัตรวีระ และวิศิษฎ์ เดชพันธ์ (2541) **กลศาสตร์วิศวกรรม ภาคสถิตศาสตร์** แปลและเรียบเรียงจาก Engineering Mechanics Statics โดย R.C. Hibber 1995 บริษัท ไซมอน แอนด์ ชูสเตอร์ อินโดไชน่า จำกัด Simon & Schuster Indochina Ltd. , 593 หน้า จำหน่ายโดยศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงษ์ศักดิ์ ชินาบุญ และ วีระชัย ลิ้มพรชัยเจริญ (2549). **ฟิสิกส์มหาวิทยาลัย เล่ม 1** บริษัท วิทยพัฒน์ จำกัด กรุงเทพฯ , 536 หน้า.

Hugh D. Young and Roger A Fredman ( 2004) **University Physics with Modern Physics**

Paul E. Tippens ( 2007) **Physics** McGRAW – Hill International edition , seventh edition 782 **page.**

John D. Cutnell and Kenneth W. Johnson **Physics** Willey International Edition fifth edition 1002 page.

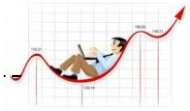
Serway (2000) . **Physics for Scientists and Engineers** 6th Edition Thomson Brooks/Cole 1283 page .

**http://www.physicsclassroom.com/Class/vectors/Ufi3l1f.cfm**

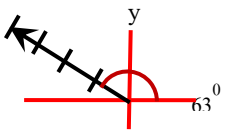
## แบบฝึกหัด ปริมาณเวกเตอร์ (เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์)

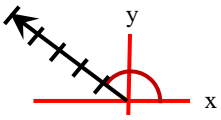
**คำชี้แจง**

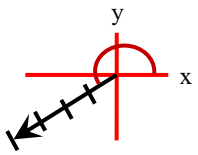
1. แบบฝึกหัด มีจำนวน 20 ข้อ เลือกคำตอบโดยการกดปุ่มที่ตัวเลือกที่ต้องการในแต่ละข้อ
2. คำตอบที่ถูกจะได้ทำข้อต่อไป ถ้าตอบผิดให้กดเครื่องหมาย × จะกลับมาที่คำถามเดิม

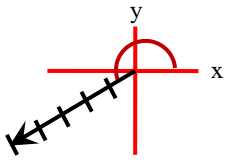


1. ลูกศรข้อใดใช้แทนเวกเตอร์ขนาด 20 เมตร ทิศทำมุม $240^0$ เมื่อใช้มาตราส่วน 1 ช่องเท่ากับ 5 เมตร

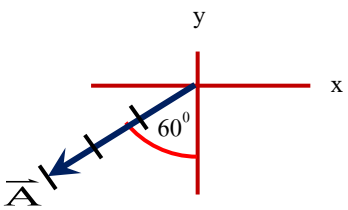
ก. 


ข. 


ค. 


ง. 


2. ลูกศรแทนเวกเตอร์ ดังรูป ใช้มาตราส่วน 1 ช่องเท่ากับ 20 เซนติเมตร ข้อใดเขียนพิกัดเชิงขั้วของ $\vec{A}$ ได้ถูกต้อง



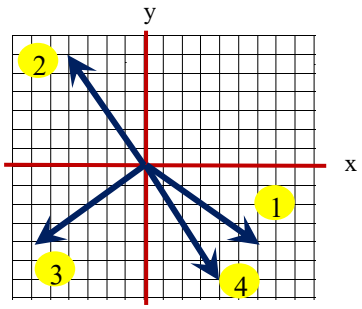

ก. ( 3 cm , $30^0$ )

ข. ( 3 cm , $210^0$ )

ค. ( 60 cm , $30^0$ )

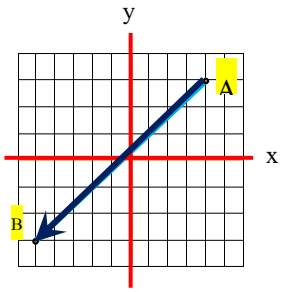
ง. ( 60 cm , $210^0$ )

3. ลูกศรแทนเวกเตอร์เส้นใด แสดงเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก (4 m , - 6 m) เมื่อใช้มาตราส่วน 1 ช่องของแกน x และ 1 ช่องของแกน y เท่ากับ 1 เมตร



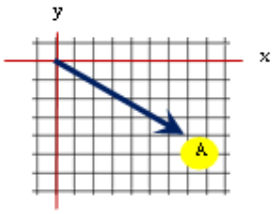

ก. เส้นที่ 1
ข. เส้นที่ 2
ค. เส้นที่ 3
ง. เส้นที่ 4

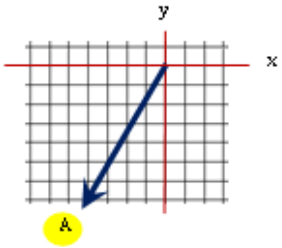
4. ตำแหน่งของจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของเส้นเวกเตอร์จากรูป คือข้อใดตามลำดับ เมื่อใช้มาตราส่วน 1 ช่องของแกน x และ 1 ช่องของแกน y เท่ากับ 2 เซนติเมตร

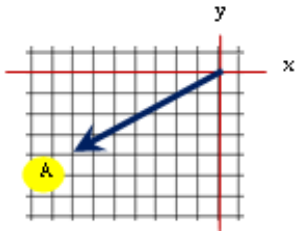


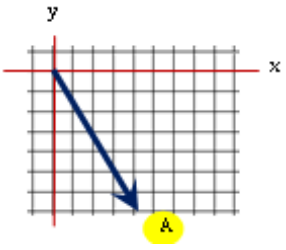

ก. A (4 cm, 3 cm) , B (-5 cm, -3 cm)
ข. B (-5 cm,- 3 cm) , A (4 cm, 3 cm)
ค. A (8 cm, 6 cm) , B (-10 cm, - 6 cm)
ง. B (-10 cm, - 6 cm) , (8 cm, 6 cm)

5. ลูกศรแทน $\vec{A}$ ข้อใดถูกต้อง เมื่อ $\vec{A} = 14\hat{i} - 8\hat{j}$ ในหน่วยเมตร เมื่อใช้มาตราส่วน 1 ช่องของแกน x และ y เท่ากับ 2 เมตร

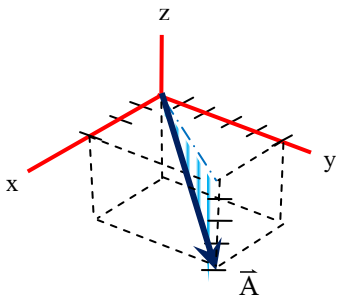
ก.



ข.



ค.



ง.


6. ลูกศรแทนเวกเตอร์ ดังรูป มีขนาด 1 ช่องของแกน x , y และ z เท่ากับ 10 เมตร ข้อใดเขียน $\vec{A}$ ในรูปเวกเตอร์หน่วยได้ถูกต้อง



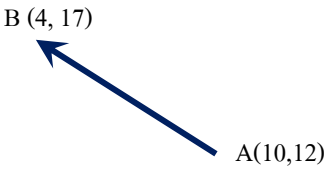

ก. $30\hat{i}-50\hat{j}+40\hat{k}$

ข. $30\hat{i}+50\hat{j}-40\hat{k}$

ค. $30\hat{i}-40\hat{j}-50\hat{k}$

ง. $30\hat{i}+40\hat{j}-50\hat{k}$

7 จุด A และจุด B ในระบบแกนพิกัดฉากมีตำแหน่งเป็นดังรูป ข้อใดเขียนเวกเตอร์ $\overrightarrow{AB}$ ในรูปเวกเตอร์หน่วยได้ถูกต้อง




ก. $-5\hat{i}-6\hat{j}$

ข. $-6\hat{i}+5\hat{j}$

ค. $5\hat{i}-6\hat{j}$

ง. $6\hat{i}-5\hat{j}$

8. ถ้า $\hat{e}_A$ มีโคซายด์แสดงทิศเป็น $\cos\theta_X = 0.766$ , $\cos\theta_Y = 0.500$ และ $\cos\theta_Z = 0.407$ มุมที่เวกเตอร์กระทำกับแกน x , y และ z มีขนาดกี่องศาตามลำดับ

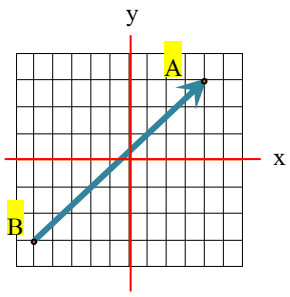
ก. $(40^0, 60^0, 66^0)$

ข.$(73^0, 50^0, 40.7^0)$

ค. $(70^0, 45^0, 38^0)$

ง.$(73^0, 50^0, 41^0)$

9. เวกเตอร์ดังรูป มีองค์ประกอบของเวกเตอร์ในแนวแกน x และแกน y กี่เมตรตามลำดับ เมื่อใช้มาตราส่วน 1 ช่องของแกน **x** และแกน y เท่ากับ 3 เมตร



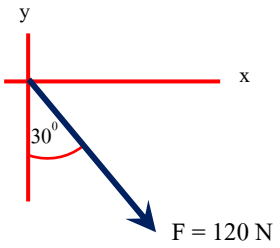

ก. ( 6 m, 9 m )

ข. ( 9 m, 6 m )

ค. ( 18 m , 27 m)

ง. ( 27 m , 18 m )

10. องค์ประกอบของแรง 120 นิวตัน ในระบบพิกัดฉาก ($F_x$ , $F_y$) คือข้อใดตามลำดับ



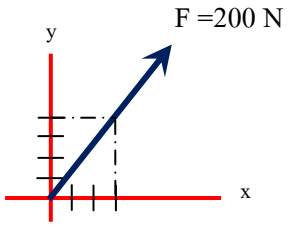

ก. (-60 N, 103.9 N)

ข. (60 N, - 103.9 N)

ค. (- 103.9 N, - 60 N)

ง. (103.9 N, - 60 N )

11. องค์ประกอบของแรง 200 นิวตัน ในแนวแกน x และแกน y มีขนาดกี่นิวตันตามลำดับ




ก. 120 N, 160 N

ข. 160 N, 120 N

ค. 150 N, 267 N

ง. 267 N, 150 N

12. เมื่อ $\bar{A}$ มีพิกัดเชิงขั้วเป็น ( 5.0 m , $120^0$ ) จะมีองค์ประกอบในระบบพิกัดฉาก ( x , y ) คือข้อใด

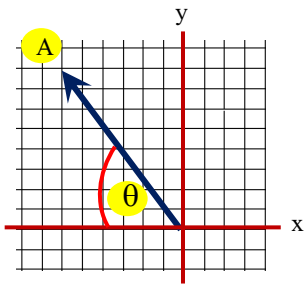
ก. (- 2.5 m ,- 4.3 m)

ข. (- 2.5 m , 4.3 m)

ค. (- 4.3 m ,- 2.5 m)

ง. (- 4.3 m , 2.5 m)

13. จากรูป $\bar{A}$ ทำมุม $\theta$ เท่ากับกี่องศากับแกน - x




ก. $37^0$

ข. $41^0$

ค. $49^0$

ง. $53^0$

14. เมื่อองค์ประกอบของเวกเตอร์ในแนวแกน x เป็น $\bar{A}_x = 17.5\hat{i}$ เมตรและ เวกเตอร์หนึ่งหน่วยของ $\bar{A}$ เท่ากับ $0.28\hat{i} + 0.96\hat{j}$ เมตร ขนาดของ $\bar{A}$ เท่ากับกี่เมตร

ก. 4.9 m

ข. 16.8 m

ค. 18.2 m

ง. 62.5 m

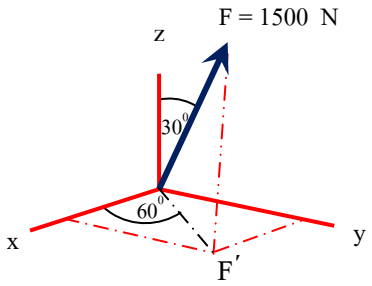
15. ถ้าเวกเตอร์หนึ่งหน่วยของ $\bar{A}$ คือ $0.82\hat{i} + 0.57\hat{j}$ แสดงว่ามุมที่ $\bar{A}$ กระทำกับแกน x มีขนาดกี่องศา

ก. $35^0$ ข. $39^0$ ค. $51^0$ ง. $55^0$

16. เมื่อ $\vec{A}$ ในระบบมีพิกัดฉากคือ A (4.2 m , 5.4 m) ในระบบพิกัดเชิงขั้ว (R, $\theta$) คือข้อใด

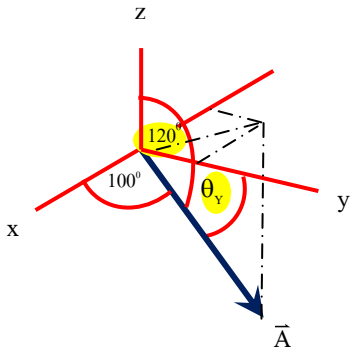
ก. ( 3.39 m , $38^0$ )
ข. ( 3.39 m , $52^0$ )
ค. ( 6.84 m , $38^0$ )
ง. ( 6.84 m , $52^0$ )

17. จากรูปองค์ประกอบ ของแรง $\vec{F}$ ในแนวแกน x มีขนาดกี่นิวตัน



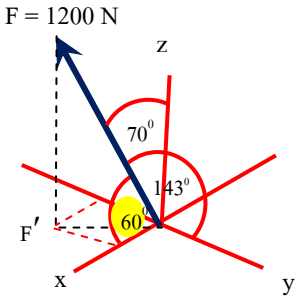

ก. 375 N
ข. 649.5 N
ค. 750 N
ง. 1299 N

18. ถ้า $|\vec{A}|$ เท่ากับ 60 เมตร และองค์ประกอบของเวกเตอร์ในแนวแกน y มีขนาด 46 เมตร มุม $\theta_y$ ที่ $\vec{A}$ กระทำกับ y เท่ากับกี่องศา




ก. $32^0$
ข. $40^0$
ค. $58^0$
ง. $77^0$

19. องค์ประกอบของแรง 1200 นิวตัน ในแนวแกน x ดังรูป มีขนาดกี่นิวตัน




ก. 143
ข. 410
ค. 600
ง. 958

20. ให้ $\vec{A} = 6\hat{i}+3\hat{j}-5\hat{k}$ จงหาขนาดของ $\vec{A}$

ก. 4 ข. 4.8 ค. 8.4 ง. 14

**เฉลยแบบฝึกหัด ปริมาณเวกเตอร์ (เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์)**

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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาหลักฟิสิกส์ (02-511-101)

เรื่อง ปริมาณเวกเตอร์ เวลาสอบ 40 นาที

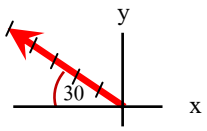
**คำชี้แจง** 1. ข้อสอบฉบับนี้มี 4 หน้า จำนวน 20 ข้อ ให้ทำทุกข้อ โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แล้วกาเครื่องหมาย × ลงในช่อง □ ของตัวเลือก ก – ง แต่ละข้อ ลงในกระดาษคำตอบ

2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณ
3. ห้ามเขียนข้อความใดๆ ลงในกระดาษคำถามและกระดาษคำตอบ ให้ทดเลขในกระดาษทดเลขที่แจกให้ 1 แผ่น

---

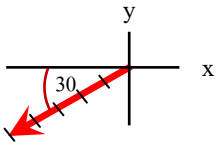
1. ลูกศรแทนเวกเตอร์ขนาด 100 เมตร ทิศทำมุม $150^0$ ข้อใดถูกต้อง

ก.



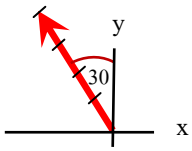

เมื่อ1 ช่องเท่ากับ 20 เมตร

ข.



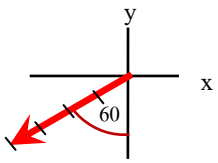

เมื่อ 1 ช่องเท่ากับ 20 เมตร

ค.



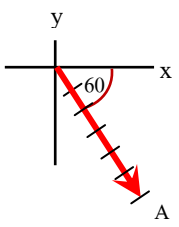

เมื่อ 1 ช่องเท่ากับ 25 เมตร

ง.




เมื่อ 1 ช่องเท่ากับ 25 เมตร

2. ลูกศรแทนเวกเตอร์ ดังรูป มีอัตราส่วน 1 ช่อง ต่อ 20 เซนติเมตรต่อวินาที ข้อใดเขียนพิกัดเชิงขั้วของ $\bar{A}$ ถูกต้อง



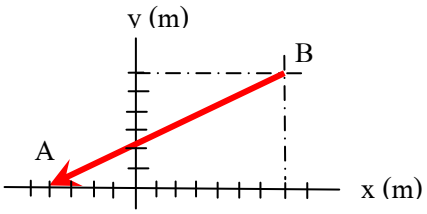

ก. A ( 6 cm/s , $60^0$ )

ข. A ( 120 cm/s , $60^0$ )

ค. A ( 6 cm/s, $300^0$ )

ง. A ( 120 cm/s , $300^0$ )

3. ลูกศรแทนเวกเตอร์ ดังรูป มีจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายที่ตำแหน่งใด เมื่อ 1 ช่องของแกน x และแกน y เท่ากับ 1 เมตร



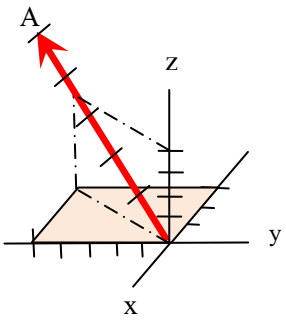

ก. A ( 0 m , - 4 m ) , B (6 m , 7 m)

ข. A ( - 4 m , 0 m ) , B (7 m , 6 m )

ค. B ( 6 m , 7 m ) , A (-4 m , 0 m )

ง. B ( 7 m , 6 m ) , A ( - 4 m , 0 m )

4. ลูกศรแทน $\vec{A}$ ดังรูป มีอัตราส่วน 1 หน่วยของเส้นลูกศรเท่ากับ 5 เมตร ขนาดของ $\vec{A}$ เท่ากับกี่เมตร และมีทิศในระบบพิกัดฉากคือเท่าไร



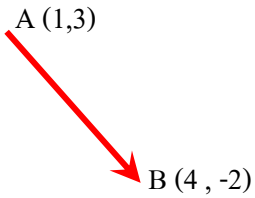

ก. 7.07 m, ( 3, - 5 , 4 )

ข. 7.07 m, ( -3, - 5 , 4 )

ค. 25 m, ( -3, - 5 , 4 )

ง. 25 m, ( 3, - 5 , 4 )

5. ปลาย A และปลาย B อยู่ที่ตำแหน่งดังรูป ในหน่วยเมตร ข้อใด เขียน $\overrightarrow{AB}$ ในรูปเวกเตอร์หนึ่งหน่วยได้ถูกต้อง



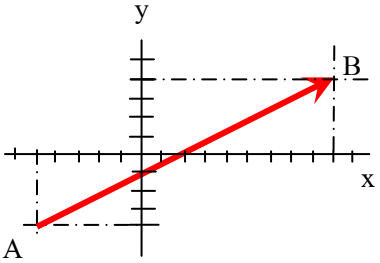

ก. $(3\hat{i}-\hat{j})$ m

ข. $(3\hat{i}-5\hat{j})$ m

ค. $(-3\hat{i}+\hat{j})$ m

ง. $(-3\hat{i}+5\hat{j})$ m

6. เมื่อขนาด 1 ช่องของแกน x และแกน y เท่ากับ 5 เมตร รูปข้อใดเขียน $\overrightarrow{AB}$ ในรูปเวกเตอร์หนึ่งหน่วยได้ถูกต้อง




ก. $(-40\hat{i}+70\hat{j})$m

ข. $(40\hat{i}+70\hat{j})$m

ค. $(-70\hat{i}-40\hat{j})$m

ง. $(70\hat{i}+40\hat{j})$m

7. เมื่อ $|\bar{A}|$ เท่ากับ 210 m และ $\bar{A}=126\hat{i}+168\hat{j}$ ข้อใดเขียนเวกเตอร์หนึ่งหน่วยของ $\bar{A}$ ได้ถูกต้อง

ก. $0.13\hat{i}+0.17\hat{j}$ ข. $0.43\hat{i}+0.57\hat{j}$

ค. $0.60\hat{i}+0.80\hat{j}$ ง. $0.75\hat{i}+0.60\hat{j}$

8. ถ้าเวกเตอร์หนึ่งหน่วยของ $\bar{A}$ คือ $0.82\hat{i}+0.57\hat{j}$ แสดงว่ามุม $\theta_x$ ที่ $\bar{A}$ ทำกับแกน x มีขนาดกี่องศา

ก. $35^0$ ข. $39^0$

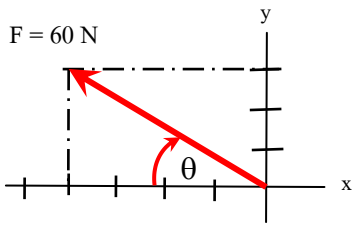
ค. $51^0$ ง. $55^0$

9. เมื่อ $\bar{A}$ มีพิกัดเชิงขั้วเป็น $(80\ m\ ,60^0)$ จะมีพิกัดในระบบพิกัดฉาก$(x\ ,y)$ คือข้อใด เมื่อ $\cos 60^0=\frac{1}{2}$ , $\sin 60^0=\frac{\sqrt{3}}{2}$ และ $\tan 60^0=\frac{1}{\sqrt{3}}$

ก. $(40\ m\ ,40\sqrt{3}\ m)$ ข. $(40\sqrt{3}\ m\ ,40\ m)$

ค. $(-40\ m\ ,40\sqrt{3}\ m)$ ง. $(-40\sqrt{3}\ m,\ 40\ m)$

10. แรง F เท่ากับ 60 นิวตัน มีทิศในระบบพิกัดฉากดังรูป เวกเตอร์องค์ประกอบของแรงในแนวแกน x และแกน y ตามลำดับ ในหน่วยนิวตัน คือข้อใด



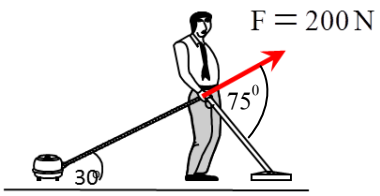

ก. $-36\ N\ ,48\ N$

ข. $-48\ N\ ,36\ N$

ค. $36\ N\ ,48\ N$

ง. $48\ N\ ,36\ N$

11. ออกแรง 200 นิวตัน ลากเครื่องดูดฝุ่นในทิศทำมุม $30^0$ กับแนวระดับดังรูป องค์ประกอบของแรงในแนวแกน x มีขนาดกี่นิวตัน




ก. 51.76 N

ข. 100 N

ค. 115.5 N

ง. 173.2 N

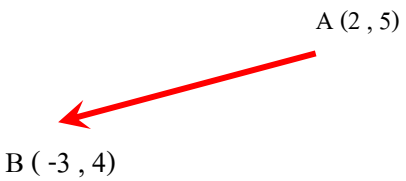
12. ถ้าแรง F มีขนาด 200 นิวตัน และมีโคซายน์แสดงทิศหรือเวกเตอร์หนึ่งหน่วยเป็น $0.82\hat{i}+0.57\hat{j}$ นิวตัน แสดงว่าองค์ประกอบของแรงในแนวแกน x มีขนาดกี่นิวตัน

ก. 114 N
ข. 164 N
ค. 278 N
ง. 350 N

13. ถ้า $\bar{A}=(5\hat{i}+8\hat{j}-9\hat{k})m$ ขนาดของ $\bar{A}$ เท่ากับกี่เมตร

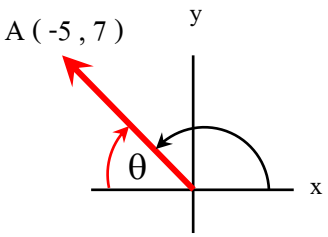
ก. 2.83 m
ข. 4 m
ค. 13 m
ง. 22 m

14. ถ้าจากรูป $\overline{AB}$ มีพิกัดในระบบพิกัดฉาก ดังรูป ในหน่วย เมตร จะได้ขนาด $|\overline{AB}|$ เท่ากับกี่เมตร



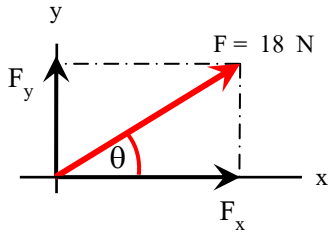

ก. 1.41 m
ข. 3.61 m
ค. 5.10 m
ง. 9.10 m

15. ถ้า $\bar{A}$ มีพิกัดในระบบพิกัดฉาก ดังรูป ขนาดของมุม $\theta$ ซึ่งเป็นมุมที่ $\bar{A}$ ทำกับแกน - x เท่ากับกี่องศา




ก. $16^0$
ข. $36^0$
ค. $54^0$
ง. $69^0$

16. องค์ประกอบของแรง 18 นิวตัน ในแนวแกน x มีขนาด 14.4 นิวตัน องค์ประกอบของเวกเตอร์ของแรงในแนวแกน y เท่ากับกี่นิวตัน



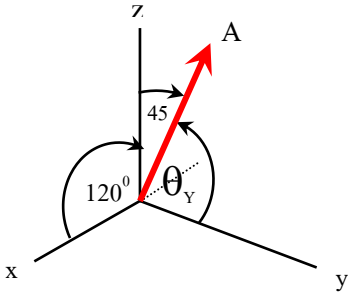

ก. 3.6 N
ข. 5.2 N
ค. 7.4 N
ง. 10.8 N

17. ถ้า $|\vec{A}|$ เท่ากับ 21 เมตร และองค์ประกอบของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ในแนวแกน x มีขนาด 16 เมตร มุม $\theta_x$ ที่ $\vec{A}$ กระทำกับ x เท่ากับกี่องศา

ก. $37^0$ ข. $40^0$

ค. $50^0$ ง. $53^0$

18. เมื่อ $\vec{A}$ มีทิศในระบบแกนพิกัดฉากดังรูป ขนาดของ มุม $\theta_Y$ ที่ $\vec{A}$ กระทำกับแกน y เท่ากับกี่องศา



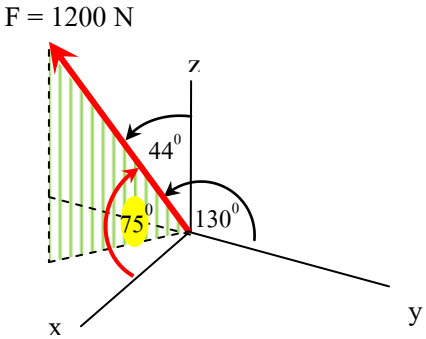

ก. $30^0$

ข. $45^0$

ค. $53^0$

ง. $60^0$

19. องค์ประกอบของแรง 1200 นิวตัน ใน แนวแกน x มีขนาดกี่นิวตัน



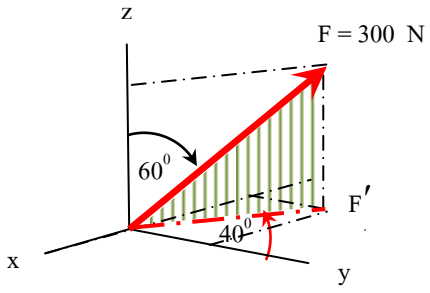

ก. 310.6 N

ข. 771.3 N

ค. 863.2 N

ง. 833.6 N

20.แรง F มีขนาด 300 นิวตัน องค์ประกอบของแรงในแนวแกน y มีขนาดกี่นิวตัน




ก. 96.4 N

ข. 114.9 N

ค. 167 N

ง. 199 N

**เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

**ปริมาณเวกเตอร์ (เวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์)**

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

## สื่อการสอน

# “ปริมาณเวกเตอร์”

**จัดทำโดย**

**ผศ.สิริน สิระธนกุล**

**คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร**

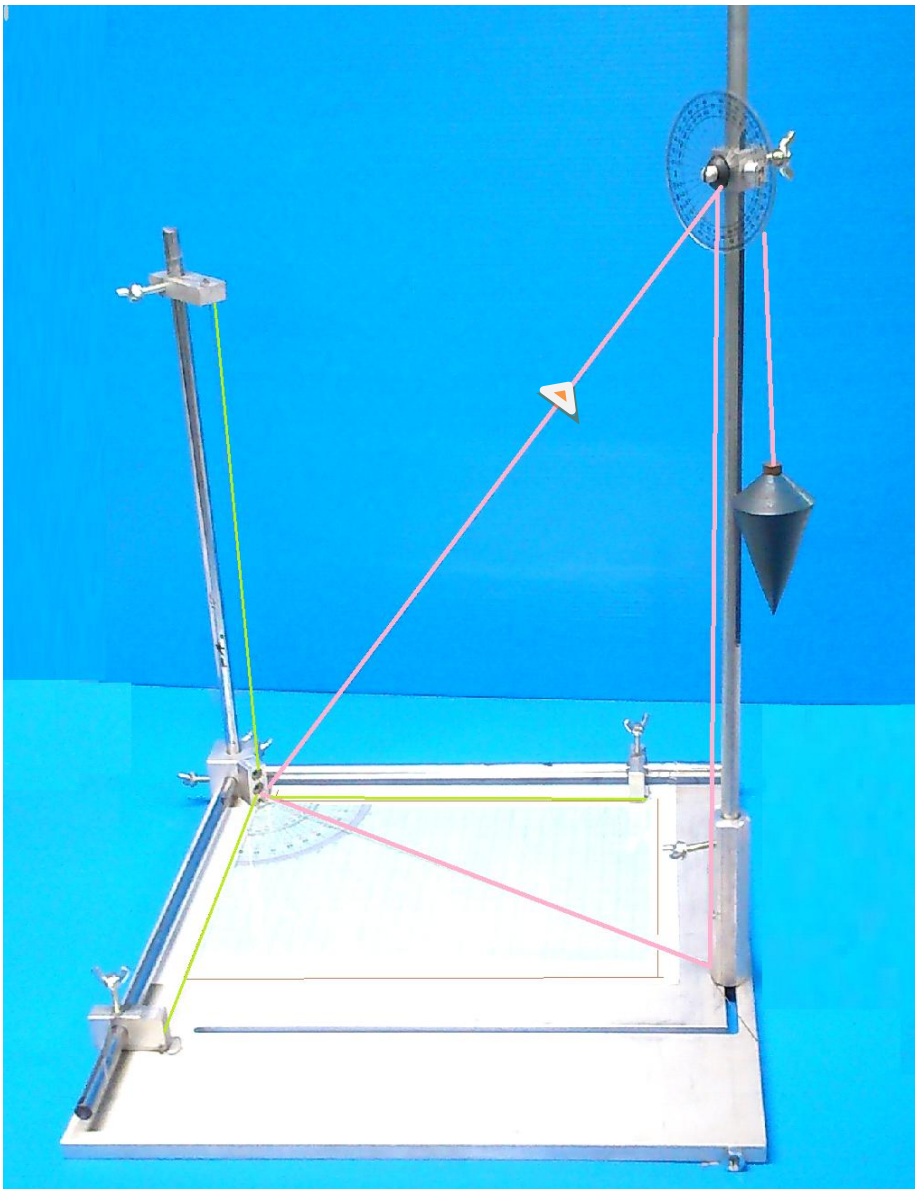
# คำชี้แจง

สื่อการสอนฉบับนี้ใช้ประกอบการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการสอน เรื่อง “ ปริมาณเวกเตอร์ ” รายวิชหลักฟิสิกส์ รหัสวิชา 02-511-101

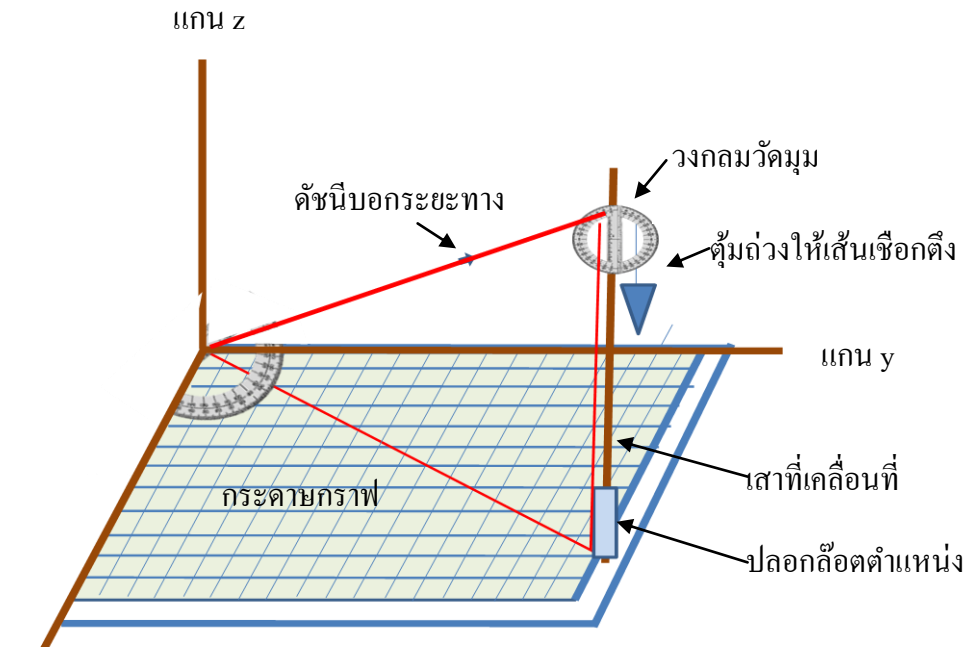
**สื่อการสอนฉบับนี้ ประกอบด้วย**

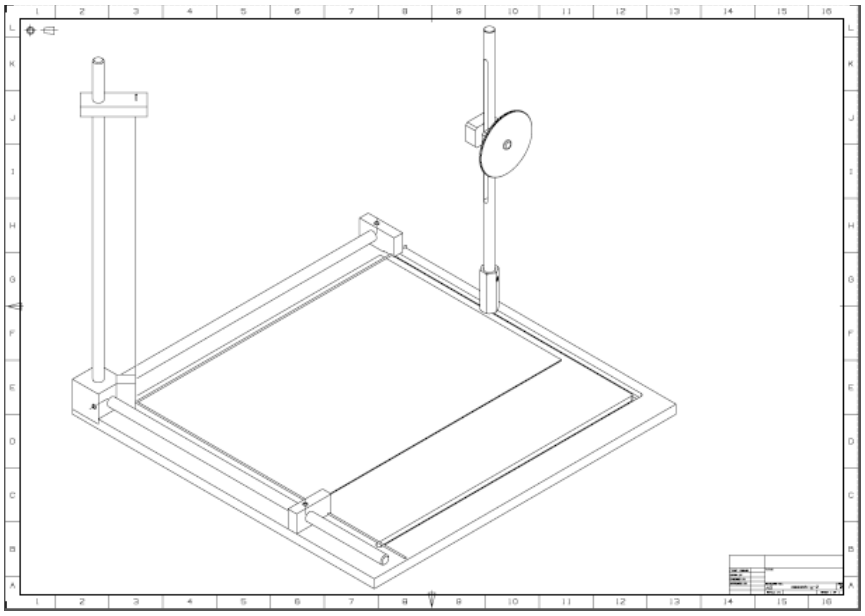
7. สื่อชุดทดลอง “ ปริมาณเวกเตอร์ ”
8. คู่มือการใช้ชุดทดลอง
9. สื่อ Power Point

# การสร้างชุดทดลอง“ ปริมาณเวกเตอร์ ”

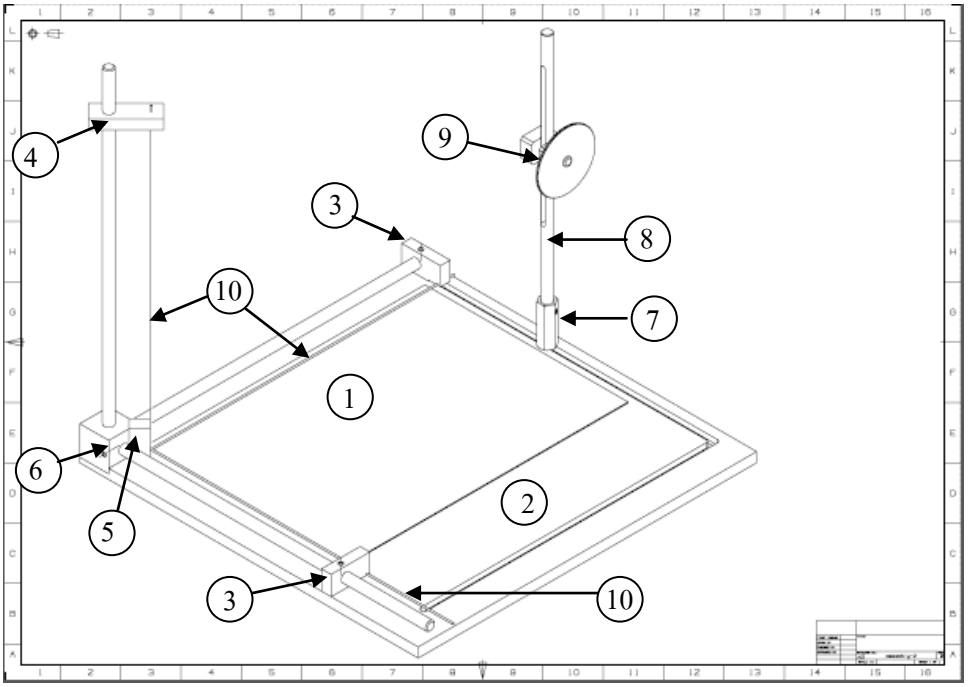


**แผนภาพส่วนประกอบชุดทดลอง “ ปริมาณเวกเตอร์ ”**



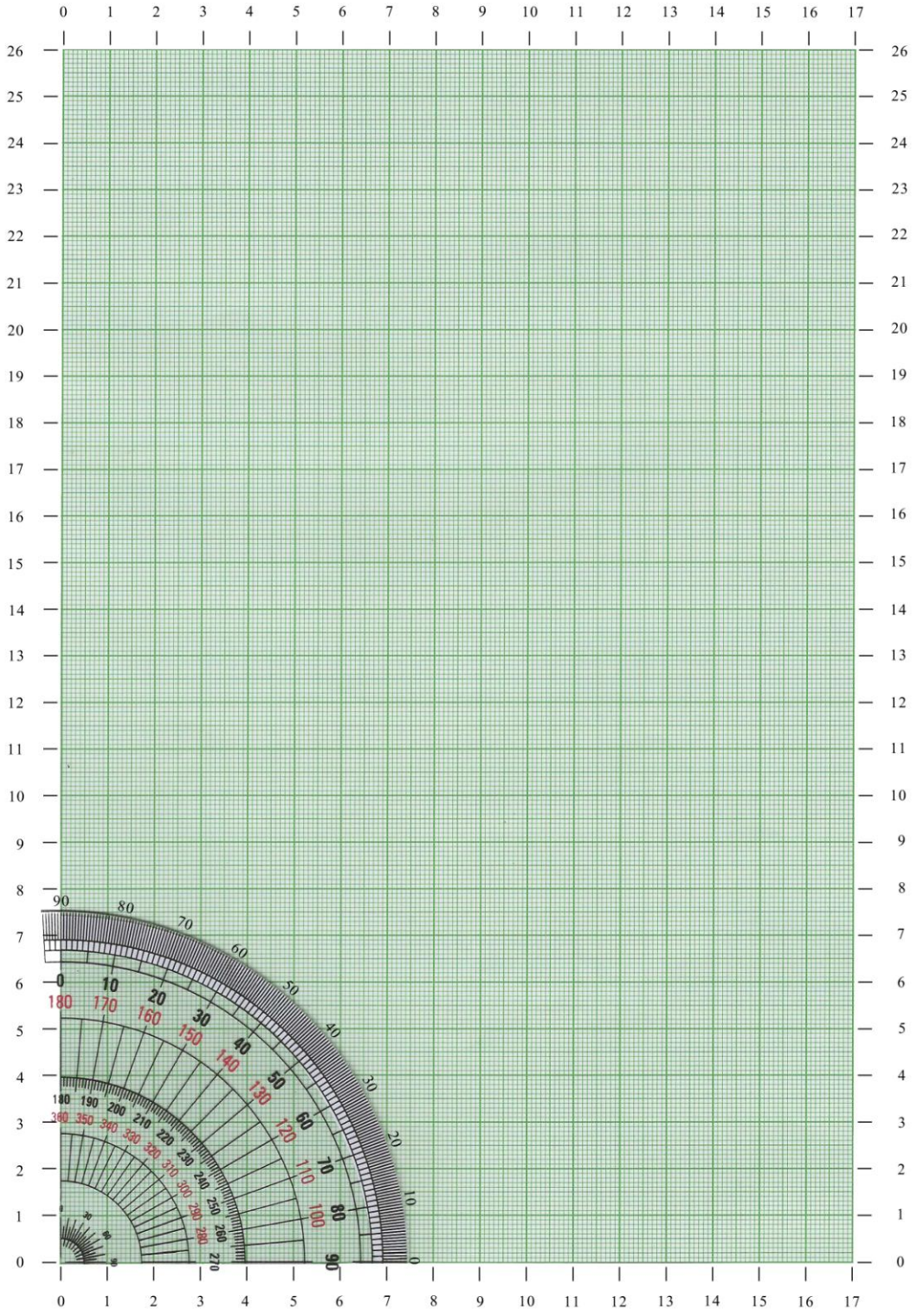



## ส่วนประกอบของส่วนต่างๆ ของชุดทดลอง



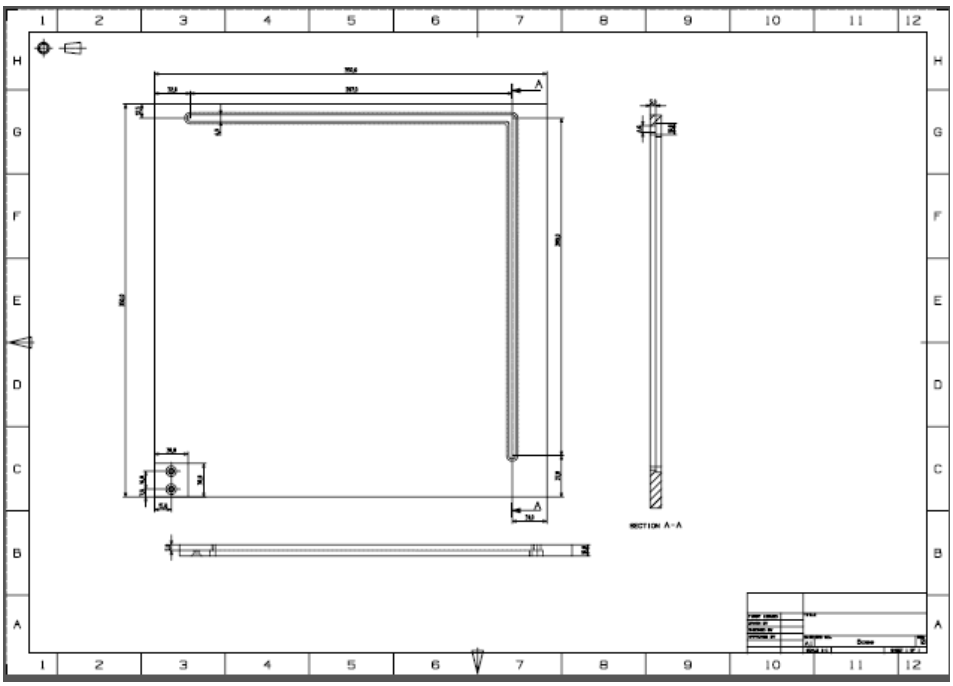

1. ส่วนกระดาษกราฟ
2. แผ่นฐานตั้งชุดทดลอง
3. อุปกรณ์ล๊อคแกน x และ y
4. อุปกรณ์ล๊อคแกน z
5. อุปกรณ์ยึดเส้นเชือก
6. อุปกรณ์ล๊อคแกน x , y และ z เข้าด้วยกัน
7. อุปกรณ์ล๊อคเสากับแผ่นฐานตั้ง
8. ตัวเสาที่สามารถเคลื่อนที่และปรับความสูงต่ำ
9. อุปกรณ์ยึดวงกลมสำหรับวัดมุมและล๊อคปรับระดับความสูง
10. เส้นเชือกแทนแกน x, y และ z

1. ส่วนกระดาษกราฟ

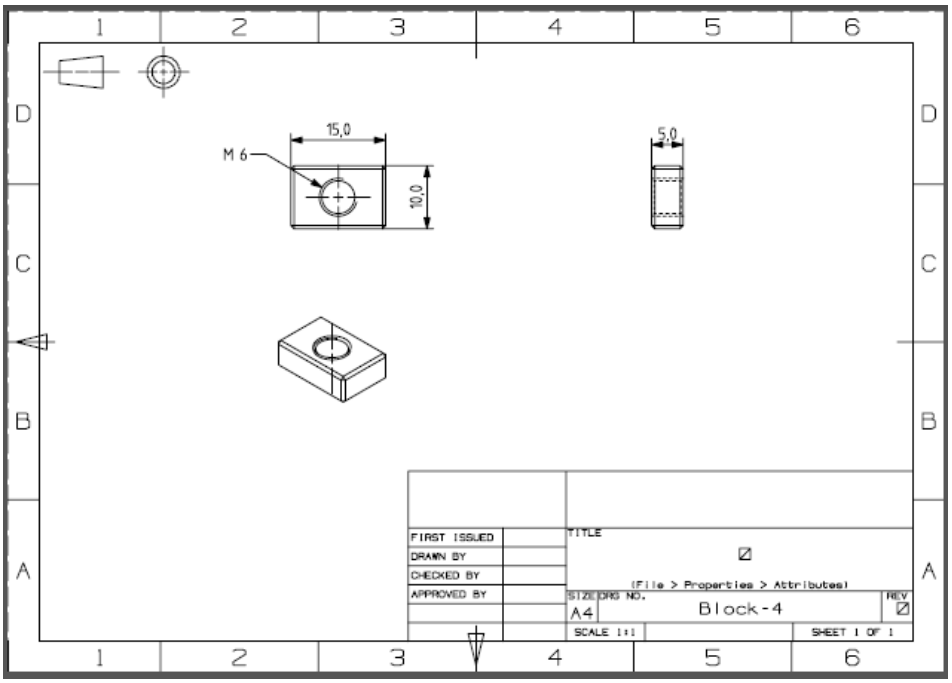


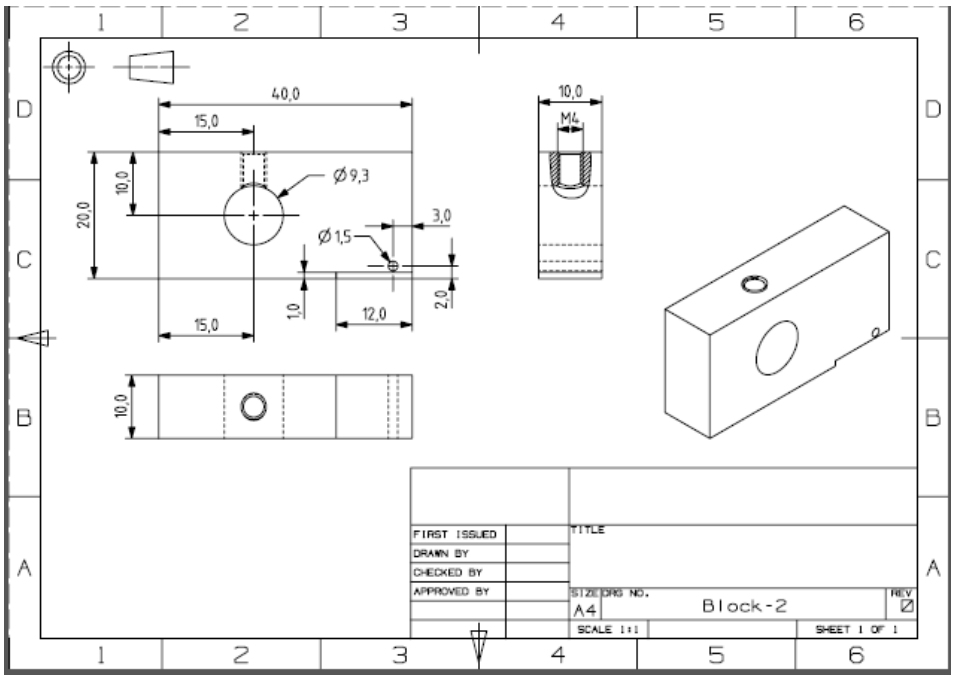
รูป กระดาษกราฟแบบมีสเกลวัดมุม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับศึกษาเวกเตอร์ 2 มิต

2. แผ่นฐานตั้งชุดทดลอง

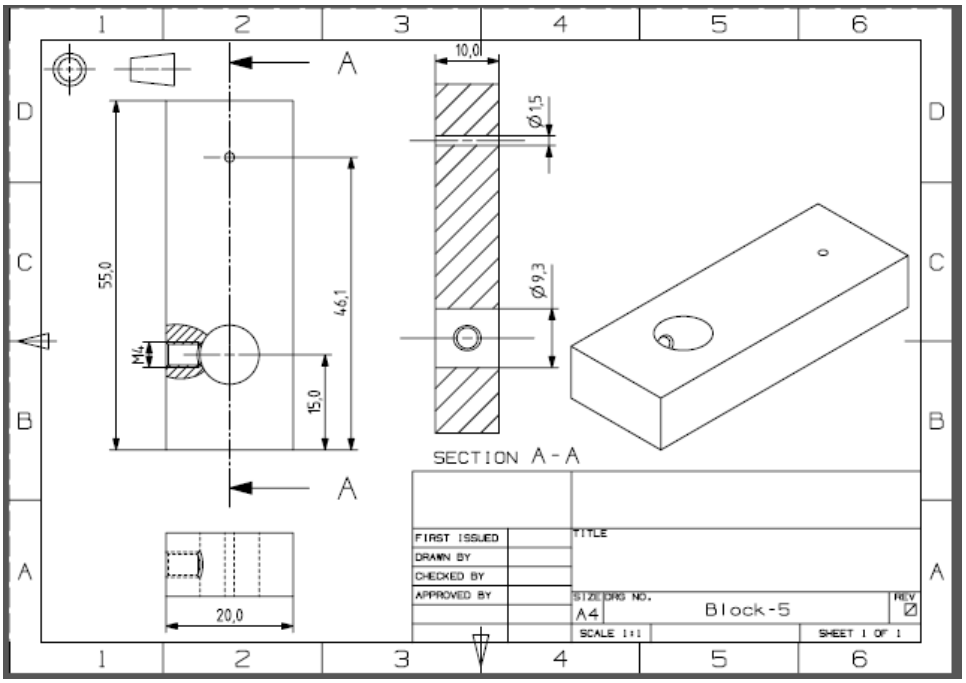


3. อุปกรณ์ล๊อกแกน x และ y

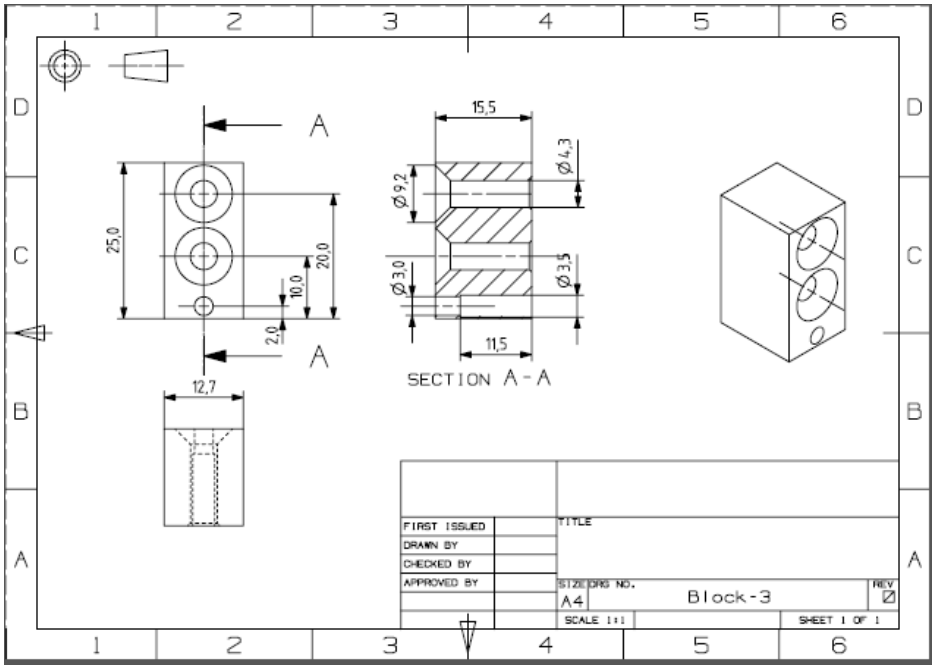




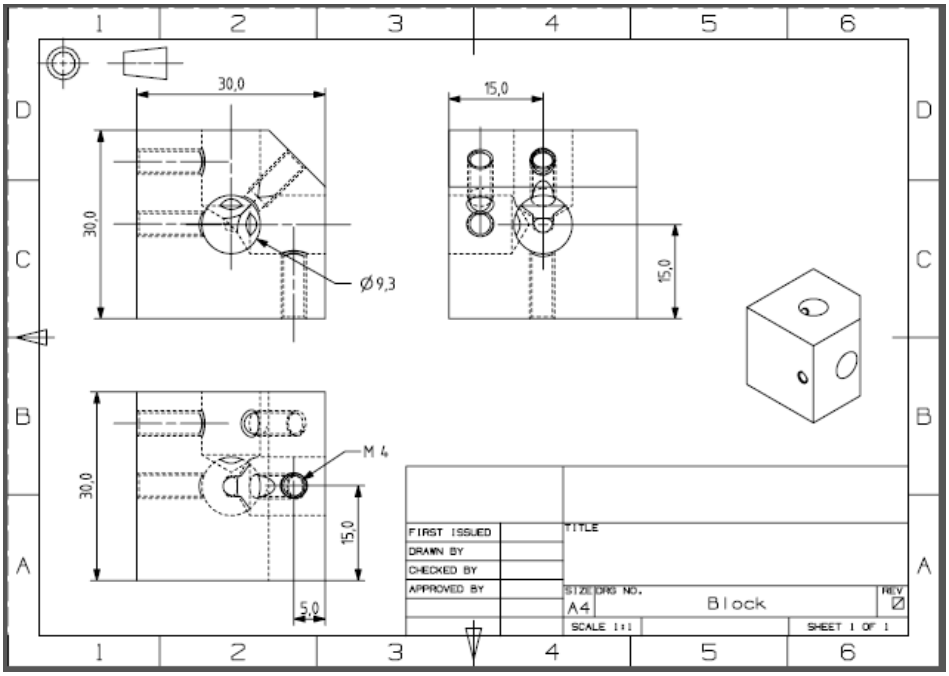

4. อุปกรณ์ล๊อกแกน z



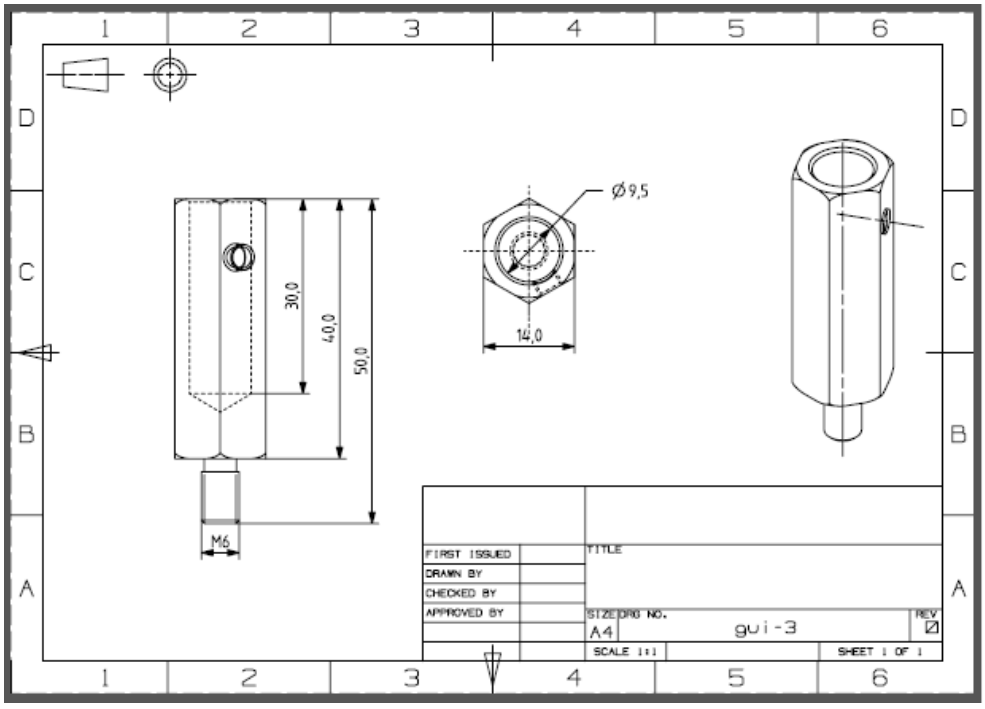
5. อุปกรณ์ยึดเส้นเชือก



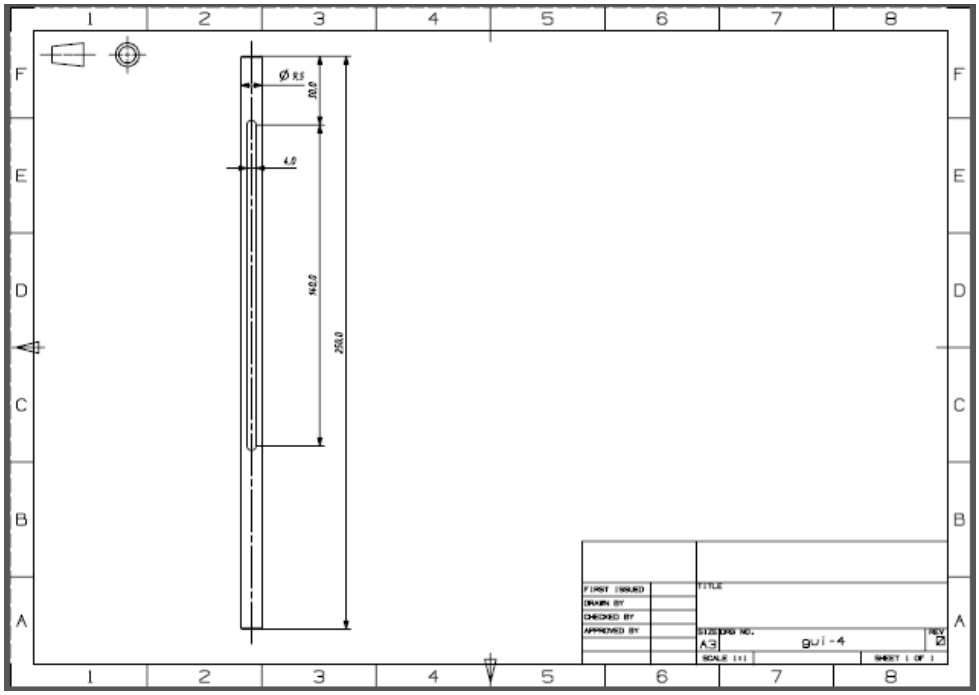

6. อุปกรณ์ล๊อกแกน x , y และ z เข้าด้วยกัน



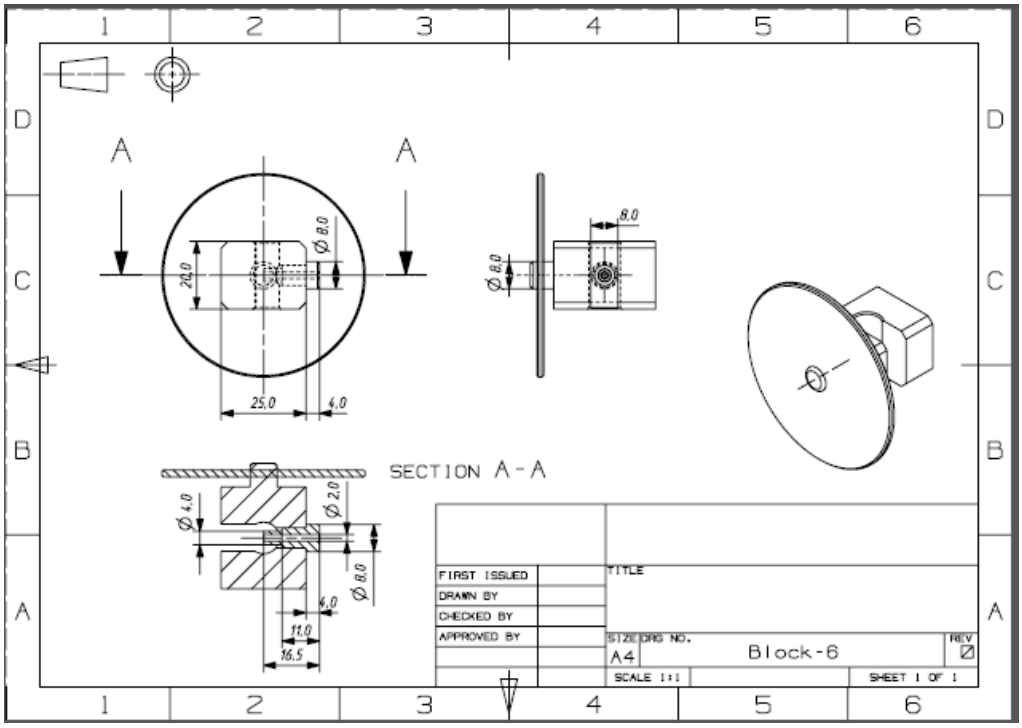
7. อุปกรณ์ล๊อกเสากับแผ่นฐานตั้ง




8. ตัวเสาที่สามารถเคลื่อนที่และปรับความสูงต่ำ



9. อุปกรณ์ยึดวงกลมสำหรับวัดมุมและล๊อกปรับระดับความสูง




นอกจากส่วนประกอบต่างของเครื่องมือแล้ว ยังมีวัสดุที่ใช้ประกอบกับชุดทดลอง ได้แก่

1. เส้นเชือกที่ไม่มีความยืดหยุ่นสำหรับแทนเวกเตอร์ 2 เส้น
2. เส้นเชือกแทนแกนพิกัดฉาก 3 มิติ จำนวน 3 เส้น
3. ดัชนีบอกระยะความยาวเส้นเชือก 1 อัน
4. ตุ้มน้ำหนักถ่วงที่ปลายเส้นเชือกที่แทนเวกเตอร์ 1-2 ตุ้ม
5. แผ่นวงกลมที่มีสเกลวัดมุม $0 - 360^0$ 1 อัน

# คู่มือการใช้ชุดทดลอง เรื่อง “ ปริมาณเวกเตอร์ ”

## ตอนที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ

### จุดประสงค์การทดลอง

1. ลากลูกศรแทนปริมาณเวกเตอร์ได้
2. สร้างรูปหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ ได้
3. คำนวณหาองค์องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติได้

**เครื่องมือและอุปกรณ์** ชุดทดลองเวกเตอร์ 2 มิติ 1 ชุดประกอบด้วย

1. กระดาษกราฟชนิดมีสเกลวัดมุม 1 แผ่น
2. ไม้โปรแทรกเตอร์หรือไม้บรรทัด 1 อัน

**วัสดุที่ใช้ในการทดลอง**

- เครื่องคำนวณที่มีฟังก์ชันตรีโกณมิติ 1 เครื่อง

**ทฤษฎี**

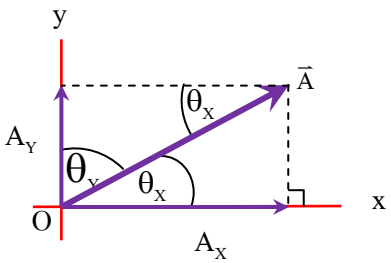
**องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ** เขียนในรูปสมการได้ว่า

$$\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y \quad \text{หรือ} \quad \vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j}$$

โดยที่ $A_x$ และ $A_y$ เป็นองค์ประกอบของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ในแนวแกน x และ y ตามลำดับ

ขนาดเวกเตอร์ที่เป็นองค์ประกอบในแต่ละแกนหาได้ 2 วิธี คือ การสร้างรูปและการคำนวณ

**วิธีการสร้างรูป** สร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า องค์ประกอบของเวกเตอร์จะเป็นด้านประกอบของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า




ลากลูกศรโดยกำหนดอัตราส่วนตามเหมาะสม แล้ววัดความยาวด้านประกอบของรูปได้เท่าไร ให้ใช้แปลงอัตราส่วนกลับให้เป็นขนาดของเวกเตอร์

**รูปที่ 1** องค์ประกอบของเวกเตอร์ระบบพิกัดฉาก 2 มิติ

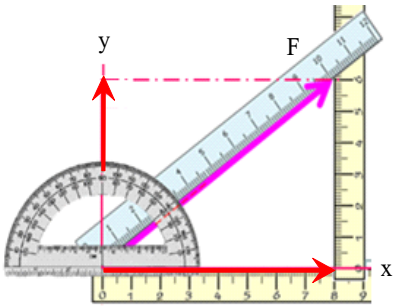
**วิธีการคำนวณหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ 2 มิติในแนวแกนอ้างอิงฉาก** ใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

$$A_x = A\cos\theta_x \ , \ A_y = A\sin\theta_x \ \text{หรือ} \ A_y = A\cos\theta_y$$

**ตัวอย่าง** จงหาองค์ประกอบของเวกเตอร์การกระจัด $\vec{A}(100\ m, 37^0)$

**วิธีสร้างรูป**

ขั้นที่ 1 การลากเส้นลูกศรแทนเวกเตอร์ ทำดังนี้ กำหนดอัตราส่วน เช่น ใช้อัตราส่วน 1cm : 2 km จะได้ความยาวลูกศร มีขนาด 4.00 cm ดังนี้ $8km = 8km(\frac{1cm}{2km}) = 4.00cm$ ใช้อุปกรณ์วัดมุม $60^0$ แล้วลากเส้นลูกศรด้วยไม้บรรทัดยาว 4.00 cm ให้หางลูกศรเริ่มจากจุด O ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของแกนอ้างอิงฉากผ่านตำแหน่งมุม $60^0$ ที่วัดไว้ ดังรูป




ขั้นที่ 2 การวัดขนาดองค์ประกอบของเวกเตอร์ของเวกเตอร์ที่ต้องการ ทำดังนี้ คือ สร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แล้ววัดความยาวด้านประกอบในแนวแกน x และแกน y คือ $A_x$ และ $A_y$ วัดความยาวได้ $A_x = 8.00$ cm และ $A_y = 6.00$ cm แล้วใช้อัตราส่วนแปลงกลับเพื่อหาขนาดเวกเตอร์

$A_x = 8.00cm = 8.00\cancel{cm}(\frac{10m}{1\cancel{cm}}) = 80.00\ m$ **และ** $A_y = 6.00cm = 6.00\cancel{cm}(\frac{10m}{1\cancel{cm}}) = 60.00\ m$

**วิธีการคำนวณหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ 2 มิติในระบบพิกัดฉาก** ใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

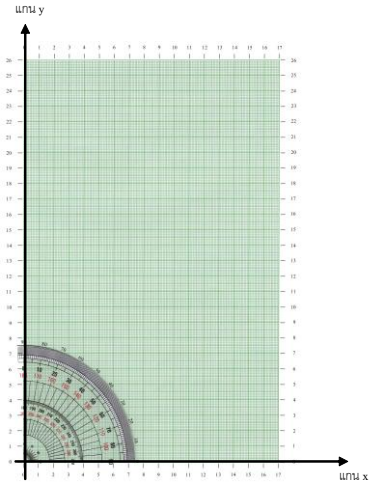
$$A_x = A\cos\theta_x = 100\cos 37^0 = 79.86\ m$$

$$A_y = A\sin\theta_x = 100\sin 37^0 = 60.18\ m$$

หรือ $$A_y = A\cos\theta_y = 100\cos(90^0 - 37^0) = 60.18\ m$$

$\therefore$ การหาองค์ประกอบของเวกเตอร์จากการสร้างรูปแล้ววัดกับการคำนวณมีขนาดใกล้เคียงกันมาก ถือได้ว่าเท่ากัน ที่ต่างกันเล็กน้อยเนื่องจากความละเอียดของการอ่านค่าจากเครื่องมือวัด

**แผนภาพการทดลอง ตอนที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ**




ระยะ 1 ช่องใหญ่ของแกน x และ y เท่ากับ 1 cm

คำสั่ง ให้หาองค์ประกอบของเวกเตอร์ $\vec{A}(30m, 40^0)$ จากการทดลองและจากการคำนวณ

**วิธีการทดลอง**

1. คำนวณความยาวเส้นลูกศรแทนขนาดของปริมาณเวกเตอร์ที่กำหนดให้ ในอัตราส่วน 1 cm ต่อ 1 m บันทึกลงในตารางที่ 1 เป็นความยาว R
2. ที่ตำแหน่งจุดตัดแกน x กับแกน y บนกระดาษกราฟที่มีสเกลวัดมุม ลากหางลูกศรทิศทำมุม $40^0$ กับแกน+x แทนเวกเตอร์ 30 m มีความยาวเท่ากับที่คำนวณได้ในข้อ 1.
3. จากตำแหน่งหัวลูกศร ให้อ่านค่าระยะที่ตัดแกนx และแกน y บันทึกผลลงในตารางเป็น $R_x$ และ $R_y$ ตามลำดับ
4. ใช้อัตราส่วน 1 m : 1 cm แปลงค่า $R_x$ และ $R_y$ เป็นค่าองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากบันทึกเป็นค่า $A_x$ และ $A_y$ ตามลำดับ
5. ทำการทดลองทำนองเดียวกับข้อ 1 - 4 แต่ใช้อัตราส่วนเป็น ความยาว 1 cm ต่อ 1.2 m บันทึกผลการทดลองในตาราง
6. ทำการทดลองทำนองเดียวกับข้อ 1 - 4 แต่ใช้อัตราส่วนเป็น ความยาว 1 cm ต่อ 1.5 m บันทึกผลการทดลองในตาราง เป็นความยาวเส้นลูกศร R (cm)
7. คำนวณหาค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบของเวกเตอร์ในแนวแกน x และแนวแกน y จากการทดลอง
8. คำนวณหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในแนวแกน x และแกน y โดยใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ แล้วบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 1

$$A_x = A\cos\theta_x \text{ , } A_y = A\sin\theta_x \text{ หรือ } A_y = A\cos\theta_y$$

9. สรุปผลการทดลองเปรียบเทียบขนาดองค์ประกอบของเวกเตอร์จากการสร้างรูปและจากการคำนวณ

**ตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ**

| ขนาดเวกเตอร์ | อัตราส่วน | ความยาว | มุม | ระยะตัดแกนx,y | | องค์ประกอบของเวกเตอร์ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | การสร้างรูป | | การคำนวณ | |
| A(m) | | R(cm) | $\theta_x$ | $R_x$ (cm) | $R_y$(cm) | $A_X$ (m) | $A_Y$(m) | $A_X$ (m) | $A_Y$(m) |
| 30 | 1cm:1m | | 60 | | | | | | |
| | 1cm:1.2m | | | | | | | | |
| | 1cm:1.5m | | | | | | | | |
| ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบของเวกเตอร์ | | | | | | | | | |

องค์ประกอบของเวกเตอร์ เมื่อจากระยะตัดแกน x และแกน y เมื่อ A = 30 หน่วย อัตราส่วน.....

.....

.....

.....

การคำนวณหาองค์ประกอบของเวกเตอร์ เมื่อ A = 30 m และ $\theta_X = 60^0$

$A_x = A\cos\theta_x$ = .....

$A_y = A\sin\theta_x$ = .....

.....

.....

.....

.....

เปรียบค่าองค์ประกอบของเวกเตอร์จากการทดลองและจากการคำนวณ

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ

.....

.....

.....

.....

.....

# คู่มือการใช้ชุดทดลอง เรื่อง “ ปริมาณเวกเตอร์ ”

## ตอนที่ 2 การศึกษาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ

### จุดประสงค์การทดลอง

1. วัดขนาดองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติได้
2. คำนวณหาองค์องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติได้
3. บอกความสัมพันธ์ของมุมเชิงขั้วในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ ได้

**เครื่องมือและอุปกรณ์** ชุดทดลองปริมาณเวกเตอร์ 3 มิติ 1 ชุด

1. .กระดาษกราฟชนิดมีสเกลวัดมุม 1 แผ่น
2. แผ่นฐานพร้อแกนเหล็ก 4 อัน จำนวน 1 ชุด
3. ไม้บรรทัดเหล็ก 1 อัน
4. อุปกรณ์วัดมุมเชิงขั้ว 1 อัน
5. อุปกรณ์จับยึดพร้อมสเกลวัดมุมครึ่งวงกลม 1 อัน

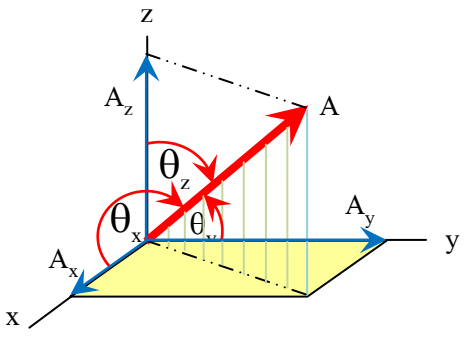
**วัสดุที่ใช้ในการทดลอง**

- เส้นเชือก 5 เส้น
- เครื่องคำนวณที่มีฟังก์ชันตรีโกณมิติ 1 เครื่อง

**ทฤษฎี**

**องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ** เขียนในรูปสมการได้ว่า

$$\vec{A}=\vec{A}_x+\vec{A}_y+\vec{A}_z \quad \text{หรือ} \quad \vec{A}=A_x\hat{i}+A_y\hat{j}+A_z\hat{k}$$




รูปที่ 2 องค์ประกอบของ $\vec{A}$ เมื่อกำหนด $(\theta_x,\theta_y,\theta_z)$

คำนวณหาองค์ประกอบของเวกเตอร์จากสมการ

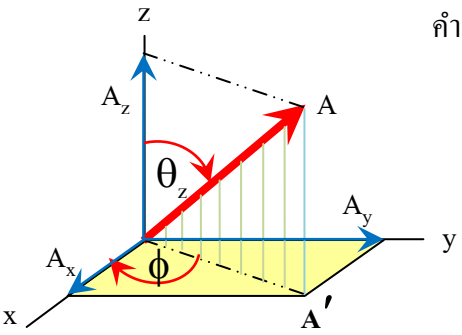
$$A_x=A\cos\theta_x$$
$$A_y=A\cos\theta_y$$
$$A_z=A\cos\theta_z$$

โดยที่ $A_x$, $A_y$และ $A_z$ เป็นองค์ประกอบของเวกเตอร์ $\vec{A}$ ในแนวแกน x , y และz ตามลำดับ

โดยที่ $\theta_x$, $\theta_y$และ $\theta_z$ เป็นมุมที่เวกเตอร์ $\vec{A}$ กระทำกับแกน x , y และz ตามลำดับ

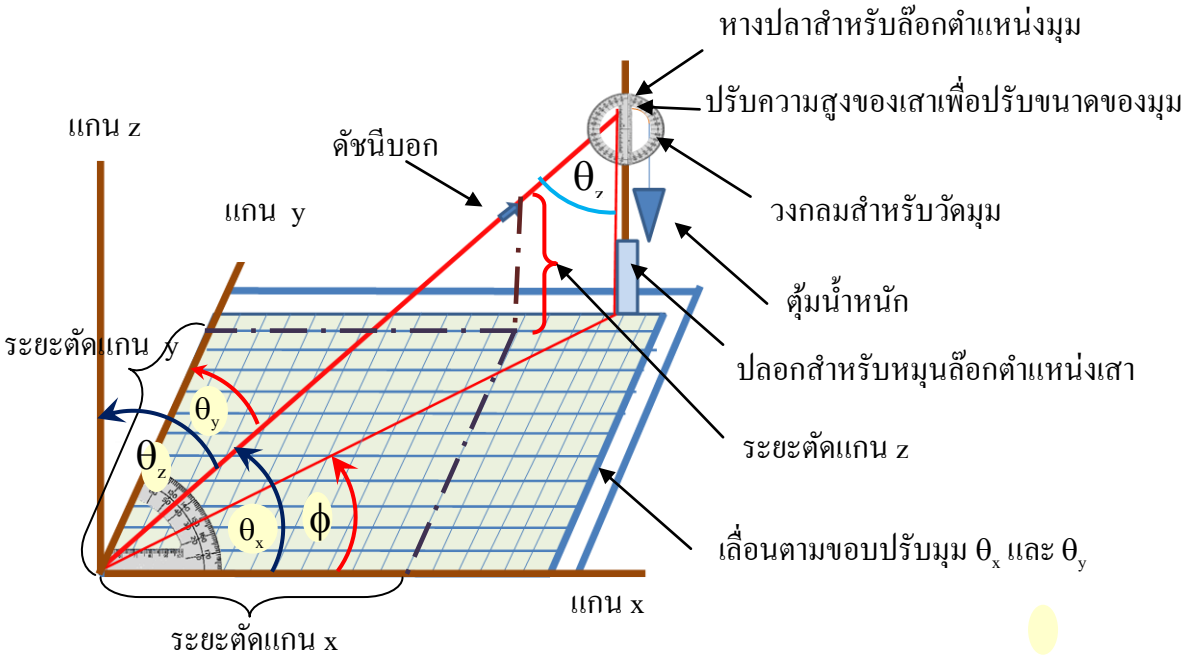
คำนวณหาองค์ประกอบของเวกเตอร์จากสมการ

$$A_x = A\sin\theta_z\cos\phi$$
$$A_y = A\sin\theta_z\sin\phi$$
$$A_z = A\cos\theta_z$$




รูปที่ 3 องค์ประกอบของ $\vec{A}$ เมื่อกำหนด $(\theta, \phi)$

**แผนภาพการทดลอง ตอนที่ 2 การศึกษาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ**




**หมายเหตุ** การเลื่อนเสาบนระนาบเป็นการปรับค่าของมุมที่ทำกับแกน x และแกน y และการปรับความสูงของอุปกรณ์วัดมุมหรือเสาก็ได้เป็นการปรับขนาดของมุมที่กระทำกับแกน z

**ข้อควรระวัง** 1. ต้องปรับมุม $\theta_z$ ให้เท่ากันทั้งสองตำแหน่ง

2. เส้นเชือกแทนเวกเตอร์ต้องไม่หย่อน

3. เส้นเชือกต้องผ่านศูนย์กลางเดียวกันหรือเป็นระนาบเดียวกัน

**คำสั่ง จงหาองค์ประกอบของเวกเตอร์** $|\vec{A}| = 30\text{m}$ , $\theta_z = 50^0$ , $\phi = 40^0$ จากการวัดและการคำนวณ

**วิธีการทดลอง**

1. ประกอบอุปกรณ์การทดลองดังรูป
2. เลื่อนตำแหน่งเสาไปตามขอบเพื่อให้เส้นเชือกบนระนาบ xy ทำมุม $\phi = 40^0$ แล้วหมุนปลอกล๊อกตำแหน่งเสา
3. ปรับความสูงของเสาเพื่อให้มุมที่เส้นเวกเตอร์(เส้นเชือกในรูปสีแดง) ทำกับแกน z เป็นมุม $\theta_z = 50^0$ โดยการวัดมุมที่ขั้ว และมุมที่อุปกรณ์วัดมุมที่ติดบนเสาของชุดทดลองให้เท่ากันดังรูป (เพราะเป็นมุมเดียวกันป้องกันความคลาดเคลื่อนของการตั้งค่าเครื่องมือ) แล้วล๊อกตำแหน่ง
4. วัดมุมที่เวกเตอร์ทำกับแกน+x และวัดมุมที่ทำกับแกน+y บันทึกผลการวัดเป็นมุม $\theta_x$ และมุม $\theta_y$ ตามลำดับ ลงในตาราง
5. คำนวณความยาวเส้นเชือกที่จะใช้แทนขนาดเวกเตอร์ ด้วยอัตราส่วน 1 cm : 1 m บันทึกเป็นค่า R ลงในตารางบันทึกผลตารางที่ 2
6. วัดความเส้นเชือกที่ใช้แทนเวกเตอร์ยาวเท่ากับที่คำนวณได้ในข้อ 5 เลื่อนดัชนีบนเส้นเชือกมาอยู่ที่ระยะดังกล่าว แล้วใช้ไม้บรรทัดวัดระยะตัดแกน z พร้อมทั้งอ่านค่าระยะตัดแกน x และแกน y บนกระดาษกราฟ บันทึกผลการอ่านค่าลงในตารางบันทึกผล เป็น $R_x$ , $R_y$ และ$R_z$ ตามลำดับ
7. ใช้อัตราส่วน 1 m : 1 cm แปลงค่า $R_x$ , $R_y$ และ$R_z$ กลับเป็นค่าองค์ประกอบของเวกเตอร์แนวแกน x , y และ z บันทึกเป็นค่า $A_x$ , $A_y$ และ $A_z$ ตามลำดับ
8. คำนวณหาค่าองค์ประกอบของ $\vec{A}$ แนวแแกน x , y และ z ตามลำดับ จากสมการฟังก์ชันตรีโกณมิติ แล้วบันทึกผลการคำนวณลงในตาราง ใช้สมการ $A_x = A\cos\theta_x$ , $A_y = A\cos\theta_y$ และ $A_z = A\cos\theta_z$ และใช้สมการ $A_x = A\sin\theta_z\cos\varphi$ , $A_y = A\sin\theta_z\sin\varphi$ และ $A_z = A\cos\theta_z$
9. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง บันทึกผลการทดลอง
10. เปรียบเทียบขนาดขององค์ประกอบของเวกเตอร์จากการวัดและจากการคำนวณ
11. คำนวณหาค่า ของ $\sqrt{\cos^2\theta_x + \cos^2\theta_y + \cos^2\theta_z}$ ของการทดลองทุกครั้ง
12. หาค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองจากข้อ 12. กับค่าทางทฤษฎีที่จะได้ค่าเท่ากับ 1
13. สรุปผลการทดลอง

**ตารางบันทึกผลการทดลอง** ตอนที่ 2 **การศึกษาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ**

เวกเตอร์ $\vec{A}$ มีขนาด 30 เมตร ทำมุม $\theta_z = 50^0$ , $\phi = 40^0$ อัตราส่วนความยาว 1 cm : 1 m

ความยาวเส้นเชือกแทนขนาดของเวกเตอร์ R = ……. cm

| ครั้งที่ | มุมที่ทำกับแกน | | | | ระยะตัดแกน x , y , z | | | องค์ประกอบของเวกเตอร์จากการวัด | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\theta_z$ | $\phi$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $R_x$(cm) | $R_y$(cm) | $R_z$(cm) | $A_x$(m) | $A_y$(m) | $A_z$(m) |
| 1 | $50^0$ | $40^0$ | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| | ค่าเฉลี่ย | | | | | | | | | |

.

| ครั้งที่ | $\sqrt{\cos^2\theta_x + \cos^2\theta_y + \cos^2\theta_z}$ | องค์ประกอบของเวกเตอร์ คำนวณใช้มุม ($\theta_z$ , $\phi$) | | | องค์ประกอบของเวกเตอร์ คำนวณใช้มุม($\theta_x$, $\theta_y$ , $\theta_z$ ) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $A_X$(m) | $A_Y$(m) | $A_Z$(m) | $A_X$(m) | $A_Y$(m) | $A_Z$(m) |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| เฉลี่ย | | | | | | | |

**การคำนวณหาค่าขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบจากการวัด** ……

……

……

……

……

**การคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างมุม $\theta_X$ , , $\theta_Y$ และ $\theta_Z$ จากสมการ**

$$\sqrt{\cos^2\theta_x + \cos^2\theta_y + \cos^2\theta_z} = 1$$

.....

.....

.....

.....

**สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 2 การศึกษาองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ข้อเสนอแนะ**

.....

.....

## คำถามท้ายการทดลอง

1. ถ้า $\vec{A}$ มีพิกัดเชิงขั้วA(300 m , $70^0$) จะมีเวกเตอร์องค์ประกอบในแนวแกน x และแกน y เท่าไร

**การสร้างรูป**

อัตราส่วน 1 cm : ..... m

.....

.....

.....

การคำนวณ

.....

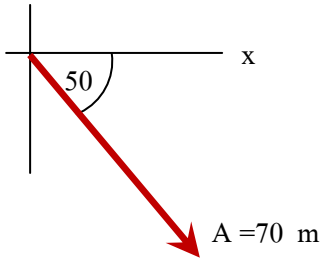
.....

.....

.....

.....

2. ถ้า $\vec{A}$ ดังรูปมีขนาด 70 เมตร จะมีองค์ประกอบของเวกเตอร์ในแนวแกน x และ y กี่เมตร




.....

.....

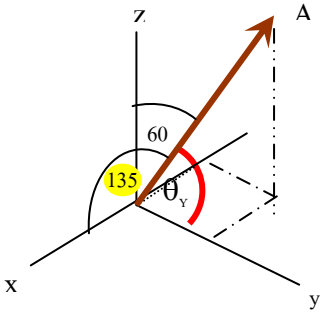
.....

.....

.....

.....

3 มุม $\theta_Y$ ในรูปมีขนาดกี่องศา




.....

.....

.....

.....

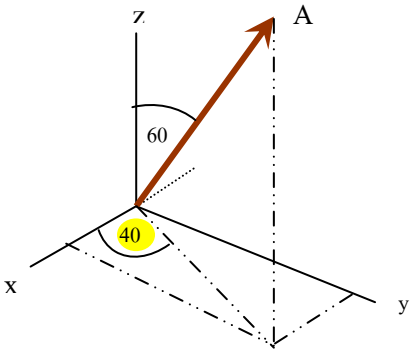
.....

.....

.....

.....

4. เมื่อ $\vec{A}$ มีขนาด 1200 เมตร จะมีองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติเท่าไร




.....

.....

.....

.....

.....

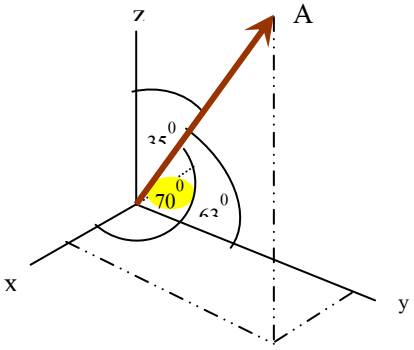
.....

.....

.....

.....

5. เมื่อ $\vec{A}$ มีขนาด 1200 เมตร จะมีองค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติเท่าไร




.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# การสร้างสื่อการสอน Power Point

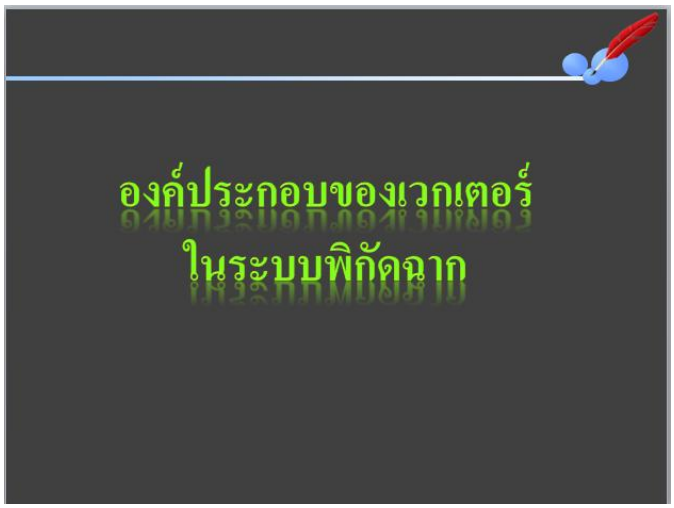
การวิจัย การพัฒนาชุดการสอน “ ปริมาณเวกเตอร์ ” ผู้วิจัยสร้างสื่อ **Power Point** ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. เนื้อหาสาระ สร้างจากใบเนื้อหา
2. การทดลองปริมาณเวกเตอร์ สร้างจากคู่มือการใช้ชุดทดลอง
3. แบบฝึกหัดปริมาณเวกเตอร์พร้อมเฉลย สร้างจากเอกสารแบบฝึกหัดและเฉลย

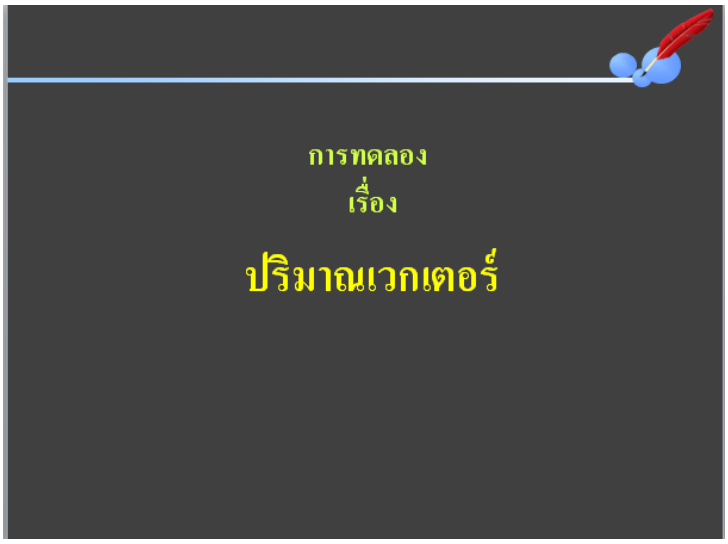
**การนำเสนองานด้วย Power Point ในส่วนเนื้อหา** สามารถควบคุมหน้าจอด้วยการกดที่สัญลักษณ์ ในแต่ละเฟรมเพื่อกลับเข้าสู่เมนูหลัก

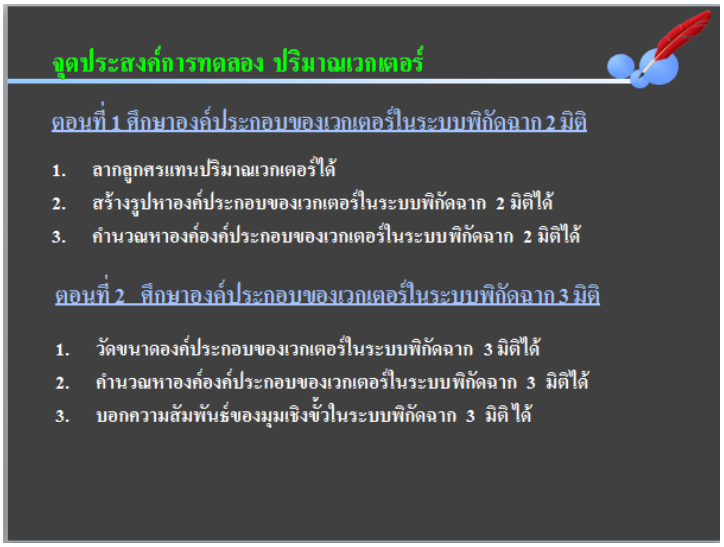
**การนำเสนองานด้วย Power Point ในส่วนแบบฝึกหัดปริมาณเวกเตอร์** เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ ให้ผู้เรียนกดปุ่มเลือกคำตอบที่ต้องการ ถ้าคำตอบถูกจะเฉลยว่าถูกให้กดที่เครื่องหมายถูกจะได้ทำข้อต่อไป ถ้าตอบไม่ถูกจะเฉลยว่าผิด ให้กดที่เครื่องหมายผิดเพื่อกลับมาทำที่ข้อเดิม

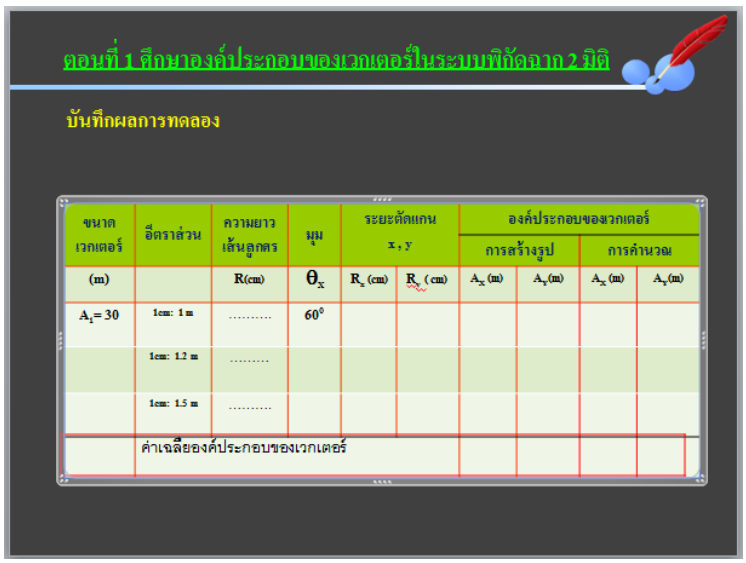
## ตัวอย่าง สื่อใบงาน ( Power Point)



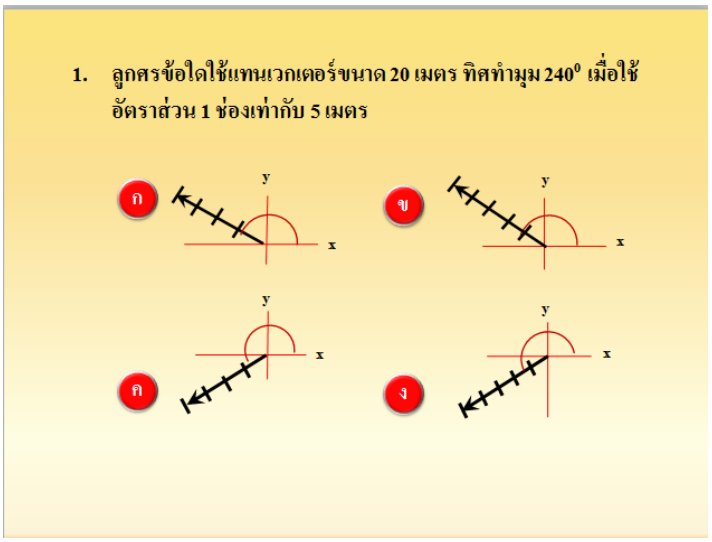
***ตัวอย่าง*** *สื่อการทดลอง เรื่อง ปริมาณเวกเตอร์ (Power Point)*



***ตัวอย่าง สื่อ****แบบฝึกหัด (Power Point)*



## ภาคผนวก ข.

# การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

**ตารางที่ 3** ค่าความยาก-ง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณเวกเตอร์ จำนวน 20 ข้อ ของนักศึกษา 30 คน

| ข้อที่ | จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูก | | ความยากง่าย | ค่าอำนาจจำแนก | pq |
|---|---|---|---|---|---|
| | กลุ่มสูง | กลุ่มต่ำ | P | r | |
| 1 | 14 | 8 | 0.733 | 0.400 | 0.231 |
| 2 | 13 | 10 | 0.767 | 0.200 | 0.246 |
| 3 | 10 | 6 | 0.533 | 0.267 | 0.234 |
| 4 | 13 | 9 | 0.733 | 0.267 | 0.242 |
| 5 | 12 | 8 | 0.667 | 0.267 | 0.240 |
| 6 | 13 | 8 | 0.700 | 0.333 | 0.236 |
| 7 | 9 | 3 | 0.400 | 0.400 | 0.188 |
| 8 | 9 | 6 | 0.500 | 0.200 | 0.240 |
| 9 | 10 | 5 | 0.500 | 0.333 | 0.222 |
| 10 | 8 | 5 | 0.433 | 0.200 | 0.237 |
| 11 | 14 | 8 | 0.733 | 0.400 | 0.231 |
| 12 | 9 | 6 | 0.500 | 0.200 | 0.240 |
| 13 | 14 | 4 | 0.600 | 0.667 | 0.173 |
| 14 | 6 | 3 | 0.300 | 0.200 | 0.222 |
| 15 | 10 | 6 | 0.533 | 0.267 | 0.234 |
| 16 | 14 | 8 | 0.733 | 0.400 | 0.231 |
| 17 | 10 | 3 | 0.433 | 0.467 | 0.178 |
| 18 | 8 | 3 | 0.367 | 0.333 | 0.198 |
| 19 | 14 | 9 | 0.767 | 0.333 | 0.238 |
| 20 | 11 | 6 | 0.567 | 0.333 | 0.228 |
| | รวม =221 | รวม =124 | | | รวม =4.490 |

**ตารางที่** 4 คะแนนผลการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง " ปริมาณ เวกเตอร์" จำนวน 20 ข้อ ของนักศึกษา 30 คน

| คนที่ | คะแนน | คนที่ | คะแนน | คนที่ | คะแนน | คนที่ | คะแนน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 18 | 9 | 15 | 16 | 11 | 24 | 8 |
| **2** | 17 | 10 | 14 | 17 | 10 | 25 | 8 |
| **3** | 17 | 11 | 14 | 18 | 10 | 26 | 7 |
| **4** | 17 | 12 | 12 | 19 | 9 | 27 | 7 |
| 5 | 17 | 13 | 11 | 20 | 9 | 28 | 7 |
| 6 | 16 | 14 | 11 | 21 | 9 | 29 | 6 |
| 7 | 16 | 15 | 11 | 22 | 9 | 30 | 6 |
| 8 | 15 | | | 23 | 8 | | |

N = จำนวนผู้ทำข้อสอบ = 30 คน

$\Sigma X^2$ = ผลรวมคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง = 4397

$\Sigma X = 345$

$$SD = \sqrt{\frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}} \qquad = \sqrt{\frac{(30)(4397) - (345)^2}{30(30-1)}} = 3.85$$

**การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** เรื่อง " ปริมาณ เวกเตอร์" จำนวน 20 ข้อ ของนักศึกษา 30 คน

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\Sigma pq}{S^2}\right]$$

เมื่อ $r_{tt}$ = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

n = จำนวนข้อสอบ = 20 ข้อ

p = สัดส่วนของผู้ตอบถูก

q = สัดส่วนของผู้ตอบผิด

$S^2$ = ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ = $3.85^2$

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\Sigma pq}{S^2}\right] = \frac{20}{20-1}\left[1 - \frac{(4.49)}{3.85^2}\right] = 0.73$$

## ภาคผนวก ค.

# การประเมินคุณภาพชุดการสอน

# การหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือชุดทดลอง “ ปริมาณเวกเตอร์ ”

## การทดลองเก็บข้อมูลการทดลององค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 2 มิติ

| ขนาดเวกเตอร์ | อัตราส่วน | ความยาว | มุม | ระยะแนวแกน x , y | | องค์ประกอบของเวกเตอร์ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | การวัด | | การคำนวณ | |
| A(m) | | r(cm) | $\theta_x$ | $R_x$ (cm) | $R_y$(cm) | $A_X$ (m) | $A_Y$(m) | $A_X$ (m) | $A_Y$(m) |
| 30 | 1cm:1m | 30 | 60 | 15.0 | 26.0 | 15.00 | 26.0 | 15.0 | 25.98 |
| | 1cm:1.2m | 25 | | 12.5 | 21.7 | 15.00 | 26.04 | | |
| | 1cm:1.5m | 20 | | 10.2 | 17.3 | 15.30 | 25.95 | | |
| ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบของเวกเตอร์ | | | | | | 15.10 | 26.00 | | |
| ค่าเบี่ยงเบน | | | | | | 0.17 | 0.04 | | |

## การทดลองเก็บข้อมูลการทดลอง องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ

| A(m) | อัตราส่วน | R (cm) | $\theta_z$ | $\phi$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $R_x$ | $R_y$ | $R_z$ | การทดลอง | | | การคำนวณ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | $A_x$ | $A_y$ | $A_z$ | $A_x$ | $A_y$ | $A_z$ |
| 30 | 1cm:1m | 30c | 50 | 50 | 61 | 55 | 14.7 | 17.4 | 19.5 | 14.70 | 17.40 | 19.5 | 14.54 | 17.20 | 19.28 |
| | 1cm:1.2m | 25 | | | | | 12.2 | 14.7 | 16.3 | 14.64 | 17.64 | 19.56 | | | |
| | 1cm:1.5m | 20 | | | | | 9.8 | 11.8 | 13.2 | 14.70 | 17.70 | 19.80 | | | |
| | | | | | | | mean | | | 14.68 | 17.58 | 19.62 | | | |
| | | | | | | | STDEV | | | 0.03 | 0.16 | 0.16 | | | |

**การทดลองเก็บข้อมูลการทดลอง องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ**

| A(m) | อัตราส่วน | R (cm) | $\theta_z$ | $\phi$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $R_x$ | $R_y$ | $R_z$ | การทดลอง | | | การคำนวณ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | $A_x$ | $A_y$ | $A_z$ | $A_x$ | $A_y$ | $A_z$ |
| 30 | 1cm:1m | 30c | 50 | 40 | 54 | 61 | 17.8 | 14.6 | 19.0 | 17.8 | 14.6 | 19.0 | 14.54 | 17.20 | 19.28 |
| | 1cm:1.2m | 25 | | | | | 14.8 | 12.2 | 16.0 | 17.76 | 14.64 | 19.20 | | | |
| | 1cm:1.5m | 20 | | | | | 11.8 | 9.9 | 12.8 | 17.70 | 14.85 | 19.20 | | | |
| | | | | | | | mean | | | 17.75 | 14.70 | 19.13 | | | |
| | | | | | | | STDEV | | | 0.05 | 0.13 | 0.12 | | | |

**การทดลองเก็บข้อมูลการทดลอง องค์ประกอบของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก 3 มิติ**

| A(m) | อัตราส่วน | R (cm) | $\theta_z$ | $\phi$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $R_x$ | $R_y$ | $R_z$ | การทดลอง | | | การคำนวณ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | $A_x$ | $A_y$ | $A_z$ | $A_x$ | $A_y$ | $A_z$ |
| 30 | 1cm:1m | 30c | 40 | 30 | 57 | 70 | 16.0 | 9.7 | 23.5 | 16.0 | 9.7 | 23.5 | 16.7 | 9.64 | 22.9 |
| | 1cm:1.2m | 25 | | | | | 13.4 | 8.1 | 19.6 | 16.08 | 9.72 | 23.52 | | | |
| | 1cm:1.5m | 20 | | | | | 10.7 | 6.6 | 15.4 | 16.1 | 9.90 | 23.1 | | | |
| | | | | | | | mean | | | 16.04 | 9.77 | 23.37 | | | |
| | | | | | | | STDEV | | | 0.04 | 0.11 | 0.24 | | | |

จากข้อมูลเมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรม Statistix 8.0 ที่ระดับ .05 แบบ One-Sample T-test พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือสูงกว่า 95 %

## รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจชุดการสอน

**1. ดร.ชัชวาล ศรีภักดี ตำแหน่งอาจารย์ วุฒิปริญญาเอกฟิสิกส์**
**2. นายวราวุฒิ พุทธให้ ตำแหน่งอาจารย์ วุฒิปริญญาโทฟิสิกส์**
**3. นายจิระศักดิ์ ธาระจักร์ ตำแหน่งอาจารย์ วุฒิปริญญาโทฟิสิกส์**

**แบบประเมินคุณภาพของแผนการสอน**

**สำหรับอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ**

เรื่อง ปริมาณเวกเตอร์ บทเรียนเวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย√ ลงในช่อง ☐☐☐☐☐ สดงระดับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินคุณภาพ 5 ระดับ ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| คะแนน 5 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับดีมาก |
| คะแนน 4 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับดี |
| คะแนน 3 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับพอใช้ |
| คะแนน 2 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับต้องปรับปรุง |
| คะแนน 1 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับใช้ไม่ได้ |

| **รายการประเมินแผนการสอน** | **ระดับของคุณภาพ** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** |
| **1. แผนการสอน** | | | | | |
| 1.1 ความเหมาะสมของการแบ่งหน่วยการเรียน | /// | | | | |
| 1.2 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหา | /// | | | | |
| 1.3 ความเหมาะสมของหัวข้อกับระดับผู้เรียน | / | // | | | |
| 1.4 ความเหมาะสมของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | /// | | | | |
| 1.5 ความเหมาะสมของตารางวิเคราะห์ข้อสอบ | / | // | | | |
| 1.6 ความเหมาะสมของแนวการสอน | | /// | | | |
| ค่าเฉลี่ย = 88/18 = 4.89 | 60 | 28 | 0 | 0 | 0 |

**แบบประเมินคุณภาพของเอกสารประกอบการสอน**

**สำหรับอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ**

เรื่อง ปริมาณเวกเตอร์ บทเรียนเวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย√ลงในช่อง ☐☐☐☐☐ แสดงระดับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินคุณภาพ 5 ระดับ ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| คะแนน 5 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับดีมาก |
| คะแนน 4 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับดี |
| คะแนน 3 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับพอใช้ |
| คะแนน 2 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับต้องปรับปรุง |
| คะแนน 1 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับใช้ไม่ได้ |

| **รายการประเมินเอกสารประกอบการสอน** | **ระดับของคุณภาพ** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** |
| **1. ใบเนื้อหา** | | | | | |
| 1.1 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหา | // | / | | | |
| 1.2 ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ | /// | | | | |
| 1.3 ความเหมาะสมของเนื้อหา | // | / | | | |
| 1.4 การจัดเรียงลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่อง | / | // | | | |
| 1.5 ความถูกต้องเนื้อหา | /// | | | | |
| 1.6 รายละเอียดของเนื้อหามีเพียงพอ | /// | | | | |
| **2. แบบฝึกหัดและเฉลยแบบฝึกหัด** | | | | | |
| 2.1 ความชัดเจนของคำถาม | /// | | | | |
| 2.2 ความเหมาะสมของแบบฝึกหัดกับระดับผู้เรียน | / | // | | | |
| 2.3 แบบฝึกหัดมีความสอดคล้องกับเนื้อหา | /// | | | | |
| 2.4 ความสะดวกในการใช้งาน | /// | | | | |
| **3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** | | | | | |
| 3.1 ความชัดเจนของการให้คะแนน | /// | | | | |
| 3.2 ความเหมาะสมของแบบทดสอบ | // | / | | | |
| 3.3 ความชัดเจนของคำถาม | /// | | | | |
| 3.4 ตัวลวงและคำตอบเหมาะสม | // | / | | | |
| ค่าเฉลี่ย = 202/42 = 4.81 | 170 | 32 | | | |

**แบบประเมินคุณภาพของสื่อการสอนด้านเทคนิค**

**สำหรับอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ**

เรื่อง ปริมาณเวกเตอร์ บทเรียนเวกเตอร์และองค์ประกอบของเวกเตอร์

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย√ลงในช่อง ☐☐☐☐☐ แสดงระดับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินคุณภาพ 5 ระดับ ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| คะแนน 5 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับดีมาก |
| คะแนน 4 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับดี |
| คะแนน 3 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับพอใช้ |
| คะแนน 2 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับต้องปรับปรุง |
| คะแนน 1 | หมายถึง | มีคุณภาพระดับใช้ไม่ได้ |

| **รายการประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิค** | **ระดับของคุณภาพ** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** |
| **1. สื่อการสอน Power Point** | | | | | |
| 2.1 ความเหมาะสมของเทคนิคการนำเสนอ | /// | | | | |
| 2.2 ความเหมาะสมของสีและขนาดของตัวอักษร | | /// | | | |
| 2.3 เนื้อหาครอบคลุมตามจุดประสงค์การสอน | /// | | | | |
| 2.4 ความเหมาะสมปริมาณเนื้อหาในแต่ละจอภาพ | /// | | | | |
| 2.5 มีความน่าสนใจ สีชวนอ่านของแผ่นสไลด์ | // | | | | |
| 2.6 เนื้อหาในแต่ละจอภาพสื่อความหมายได้ชัดเจน | // | / | | | |
| 2.7 ความถูกต้องของภาษาที่เขียน | | /// | | | |
| 2.8 ความชัดเจนของภาษาที่อธิบายเนื้อหา | / | // | | | |
| 2.9 ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา | // | / | | | |
| 2.10 ความชัดเจนของภาพประกอบ | // | / | | | |
| **2. สื่อชุดสาธิตการทดลอง** | | | | | |
| 2.1 ความชัดเจนของจุดประสงค์การทดลอง | /// | | | | |
| 2.2 ความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ | / | // | | | |
| 2.3 ภาษาในการเขียนขั้นตอนการทดลองเข้าใจง่าย | | /// | | | |
| 2.4 ความเหมาะสมของตารางบันทึกผล | // | / | | | |
| 2.5 ความสะดวกในการใช้งาน | /// | | | | |
| 2.6 ความรวดเร็วในการวัด | // | / | | | |
| ค่าเฉลี่ย = 217/48 = 4.52 | 145 | 72 | | | |

**ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ**

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาได้เสนอแนะการสอนในแผนการสอนว่าควรใช้การเริ่มต้นการสอนด้วยการตั้งปัญหาให้ผู้เรียนคิดแล้วนำไปสู่การแก้ปัญหาด้วยการเริ่มต้นการสอน

## ภาคผนวก ง.

# การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**ตารางที่ 5 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม**

| คนที่ N | $X_1$ | $X_2$ | $X_1^2$ | $X_2^2$ | คนที่ N | $X_1$ | $X_2$ | $X_1^2$ | $X_2^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 18 | 17 | 324 | 289 | 16 | 12 | 9 | 144 | 81 |
| 2 | 17 | 16 | 289 | 256 | 17 | 12 | 9 | 144 | 81 |
| 3 | 17 | 16 | 289 | 256 | 18 | 12 | 8 | 144 | 64 |
| 4 | 17 | 15 | 289 | 225 | 19 | 11 | 8 | 121 | 64 |
| 5 | 17 | 15 | 289 | 225 | 20 | 11 | 8 | 121 | 64 |
| 6 | 16 | 14 | 256 | 196 | 21 | 10 | 8 | 100 | 64 |
| 7 | 16 | 13 | 256 | 169 | 22 | 9 | 8 | 81 | 64 |
| 8 | 16 | 13 | 256 | 169 | 23 | 9 | 7 | 81 | 49 |
| 9 | 16 | 13 | 256 | 169 | 24 | 9 | 7 | 81 | 49 |
| 10 | 16 | 13 | 256 | 169 | 25 | 8 | 7 | 64 | 49 |
| 11 | 15 | 12 | 225 | 144 | 26 | 8 | 7 | 64 | 49 |
| 12 | 14 | 12 | 196 | 144 | 27 | 8 | 7 | 64 | 49 |
| 13 | 13 | 12 | 169 | 144 | 28 | 7 | 6 | 49 | 36 |
| 14 | 13 | 11 | 169 | 121 | 29 | 7 | 6 | 49 | 36 |
| 15 | 13 | 10 | 169 | 100 | 30 | 7 | 6 | 49 | 36 |
| | | | | | | 374 | 313 | 5044 | 3611 |

คะแนนรวมของกลุ่มทดลอง = 374คะแนน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลอง $\overline{X}_1$ =12.47 คะแนน

คะแนนรวมของกลุ่มควบคุม = 313 คะแนน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มควบคุม $\overline{X}_2$ =10.43 คะแนน

N = จำนวนผู้ทำข้อสอบกลุ่มละ = 30 คน

$\Sigma X_1^2$ = ผลรวมคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองของกลุ่มทดลอง = 5044

$\Sigma X_2^2$ = ผลรวมคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองของกลุ่มควบคุม = 3611

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

$$S_1=\sqrt{\frac{(30)(5044)-(374)^2}{30(30-1)}}=\sqrt{13.15}=3.63$$

$$S_2=\sqrt{\frac{(30)(3611)-(313)^2}{30(30-1)}}=\sqrt{11.91}=3.45$$

การทดสอบความเท่ากันของค่าความแปรปรวน

$$F=\frac{S_1^2}{S_2^2}=\frac{13.15}{11.91}=1.10$$

จากการเปิดตารางที่ $\alpha=\frac{.05}{2}=.025$ เมื่อ $df_1 = 30 - 1 = 29$ และ $df_2 = 30 - 1 = 29$

ได้ ค่า F = 2.10 $\therefore$ ค่า F ที่คำนวณ = 1.10 มีค่าน้อยกว่าค่า F จากตาราง = 2.10 แสดงว่าค่าความแปรปรวนของกลุ่มทั้งสองเท่ากัน

**การทดสอบความแตกต่างบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่ม**

$$t=\frac{\overline{X}_1-\overline{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2+(n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-1}\left[\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right]}}$$

$$t=\frac{12.47-10.43}{\sqrt{\frac{(30-1)(13.15)+(30-1)(11.91)}{30+30-2}\left[\frac{1}{30}+\frac{1}{30}\right]}}=\frac{2.04}{0.84}=2.43$$

จากตารางแจกแจงทีที่ df = 30+30-2 คือ 58 มีค่าที่ระดับ 0.025 ได้ค่า t = 2.00

ค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t จากตาราง จึงแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

# ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสิริน สิระธนกุล
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Sirin Sirathanakul
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 41306 00002 201
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
   - ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก
   - คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 1381 ถนนพิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
   - โทรศัพท์ : 02-9132424 ต่อ 137
   - โทรสาร : 02-913-2424 ต่อ 105
   - ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ Sir_Lsci@yahoo.com
5. ประวัติการศึกษา
   - การศึกษาบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
   - การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)
   - ไม่มี
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
   - การศึกษาผลการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เรื่อง งาน กำลัง และพลังงาน ปีการศึกษา 2530
   - การศึกษาความพึงพอใจต่อการให้บริการสวัสดิการร้านอาหารของนักศึกษา สถาบันเทคโนโลราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2543
   - การสร้างเครื่องมือวัดอัตราเร็วเสียงในอากาศ ตีพิมพ์ที่วารสาร “ราชมงคลวิชาการ 44” กรุงเทพมหานคร 2544
   - การสร้างบทเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง“การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยกราฟ” ได้รับทุนจากงบประมาณเงินผลประโยชน์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปีงบประมาณ 2554