# บทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์

## 1.1 ธรรมชาติของฟิสิกส์

ความต้องการในการแสวงหาความรู้เพื่อความเข้าใจธรรมชาติด้วยเหตุผลมากกว่าความเชื่อว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติเกิดจากการกระทำของเทพเจ้าหรือภูติผีปีศาจ นำไปสู่การศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติด้วยเหตุและผล โดยในยุคกรีกโบราณ เรียกการศึกษาหาความรู้ทางด้านนี้ว่า ปรัชญาธรรมชาติ (natural philosophy) ซึ่งต่อมาเรียกว่า วิทยาศาสตร์ (science) โดยแขนงหนึ่งของวิชานี้ คือ ฟิสิกส์ (physics) ที่มาจากคำในภาษากรีกซึ่งมีความหมายว่า ธรรมชาติ

ฟิสิกส์ในยุคแรก ๆ นั้น ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติที่สัมพันธ์กับการดำรงชีวิต เช่น การเปลี่ยนแปลงของฤดูเพื่อใช้เตรียมการเพาะปลูก การเคลื่อนที่ของดวงดาวเพื่อใช้บอกทิศสำหรับการเดินทางเพื่อสำรวจสถานที่ใหม่ ๆ หรือขยายอาณานิคม การผ่อนแรงเพื่อใช้ในการขนย้ายสิ่งของและการก่อสร้าง เป็นต้น

ในการหาคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในธรรมชาติ นักฟิสิกส์จึงให้ความสำคัญเกี่ยวกับการทำการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผลจนได้มาซึ่งคำอธิบายที่มีเหตุผลและมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เป็นผลให้มีการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับการสังเกต และเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น กล้องโทรทรรศน์เพื่อใช้ในการสังเกตดวงดาวของกาลิเลโอ (Galileo) บารอมิเตอร์เพื่อใช้วัดความดันบรรยากาศของทอร์ริเชลลี (Torricelli) เป็นต้น

การศึกษาทางฟิสิกส์ทำให้เกิดการสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อทำให้การดำรงชีวิตดียิ่งขึ้นนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมที่สำคัญในอดีต เช่น ความรู้เกี่ยวกับความร้อนนำสู่การพัฒนาเครื่องจักรไอน้ำที่ทำให้เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมที่เปลี่ยนระบบการผลิตสินค้าจากแรงงานมนุษย์เป็นเครื่องจักรกลที่สามารถผลิตสินค้าได้ปริมาณมากในเวลาที่น้อยลง นอกจากนี้ การศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติทางฟิสิกส์ทำให้เกิดการค้นพบแนวคิดและสิ่งใหม่ ๆ เช่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี ปฏิกิริยานิวเคลียร์ และอนุภาคมูลฐาน นำมาซึ่งการสร้างและพัฒนาเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตปัจจุบัน

### 1.1.1. การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์

**แนวทางการได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือ ฟิสิกส์**

| แนวทางที่หนึ่ง ( แนวทางโดยประสบการณ์ ) | แนวทางที่สอง ( แนวทางโดยทฤษฎี) |
|---|---|
| ได้มาจาก การสังเกต การบันทึก การทดลอง การวิเคราะห์ การสรุปผล | - ใช้ความคิดสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ โดยอาศัยข้อมูลจากความรู้เดิม<br>- สร้างแบบจำลองทางความคิด (หรือทฤษฎี หรือข้อสรุป ) ขึ้นใหม่ |

**1.1.2. พัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์**

พัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์มีพื้นฐานจากการสะสมข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลองตั้งแต่ในอดีตถึงปัจจุบัน ซึ่งในบางครั้งได้นำข้อมูลเหล่านั้นมาพิจารณาเพิ่มเติมจากการพัฒนาเครื่องมือวัดที่มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น หรือนำมาตีความหมายใหม่ จากมุมมองที่เปลี่ยนไปเนื่องจากมีการพัฒนาทฤษฎี หลักการ หรือกฎขึ้นมาใหม่ ทำให้ได้คำอธิบายที่เป็นความรู้ใหม่

ในบางครั้ง นักฟิสิกส์จำเป็นที่จะต้องเผชิญกับแรงกดดันจากสังคมในการนำเสนอแนวคิดใหม่ที่ขัดแย้งกับความเชื่อเดิมของคนส่วนใหญ่ในสังคม ดังเช่นในกรณีการพัฒนาแนวคิดที่โต้แย้งกับความเชื่อดั้งเดิมที่คนส่วนใหญ่ในยุคนั้นเชื่อว่า โลกเป็นศูนย์กลางของเอกภพที่มีดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดาวเคราะห์อื่น ๆ โคจรรอบโลก ทำให้กาลิเลโอ หนึ่งในนักวิทยาศาสตร์ที่พยายามพิสูจน์ว่า โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ถูกคัดค้านและต่อต้านจากกลุ่มคนที่ไม่เห็นด้วย และห้ามเผยแพร่เอกสารทั้งหมดที่เขาเขียนขึ้นก่อนหน้านั้น จนเมื่อเวลาผ่านไป มีนักฟิสิกส์หลาย ๆ คน ได้ค้นพบและเผยแพร่ข้อมูลที่สนับสนุนแนวคิดดังกล่าวเพิ่มมากขึ้นจนทำให้ในปัจจุบัน คนในสังคมส่วนใหญ่ยอมรับว่า แนวคิดเรื่องโลกเป็นศูนย์กลางของเอกภพนั้นเป็นความเชื่อที่ไม่ถูกต้อง

**1.1.3. ผลของพัฒนาการทางฟิสิกส์ที่มีต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี**

พัฒนาการทางฟิสิกส์ นอกจากมีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่ทางฟิสิกส์ ยังมีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยี ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**เคมี** ส่วนหนึ่งของความรู้เคมีเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอม พันธะเคมี อาศัยพื้นฐานจากฟิสิกส์อะตอมและฟิสิกส์นิวเคลียร์ นอกจากนี้เทคนิคและเครื่องมือต่าง ๆ ที่พัฒนาความรู้ทางฟิสิกส์ยังนำมาใช้ศึกษาทางเคมีด้วย เช่น การใช้รังสีเอกซ์หาเลขอะตอมของธาตุ การใช้แมสสเปกโตรกราฟหาไอโซโทปของธาตุ การใช้สเปกโตรมิเตอร์วิเคราะห์ธาตุ รวมทั้งใช้ความรู้ทางฟิสิกส์สร้างเครื่องวัดความนำไฟฟ้าของสารละลาย เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส เป็นต้น

**ชีววิทยา** ส่วนหนึ่งของความรู้ชีววิทยา อาศัยความรู้ฟิสิกส์ในการศึกษา เช่น ปรากฏการณ์การเคลื่อนย้ายประจุในระดับเซลล์ การถ่ายโอนพลังงาน การลำเลียงน้ำในต้นไม้ การสังเคราะห์ด้วยแสง ในส่วนของเครื่องมือมีการใช้ความรู้ทางฟิสิกส์สร้างเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อใช้ศึกษาในทางชีววิทยา เช่น กล้องจุลทรรศน์ ทั้งกรณีกล้องจุลทรรศน์แสง และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เครื่องควบคุมแสงสว่าง เครื่องควบคุมอุณหภูมิ เป็นต้น

**เทคโนโลยีด้านพลังงาน** เริ่มจากใช้ความรู้ฟิสิกส์สาขากลศาสตร์และความร้อน ปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรไอน้ำ พัฒนาการสู่การประดิษฐ์เครื่องจักรสันดาปภายใน พัฒนาต่อมาเป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีน เครื่องยนต์ดีเซล เครื่องจักรกังหันไอน้ำ พื้นฐานการใช้ความรู้ฟิสิกส์สาขาไฟฟ้าและแม่เหล็ก นำไปสู่การประดิษฐ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า รวมทั้งสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตหรือการใช้พลังงานไฟฟ้าในลักษณะต่าง ๆ ตามมามากมาย การใช้ความรู้ฟิสิกส์เป็นพื้นฐานในการสร้างอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานต่าง ๆ อย่างที่ปรากฏในปัจจุบัน เช่น กังหันน้ำและกังหันลมที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เซลล์เชื้อเพลิง เซลล์สุริยะ และเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ เป็นต้น

**เทคโนโลยีด้านสื่อสารโทรคมนาคม** มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ โดยเริ่มจากการใช้ความรู้ฟิสิกส์สาขาไฟฟ้าแม่เหล็กประดิษฐ์อุปกรณ์สื่อสารระบบโทรเลขใช้รับส่งข่าวสารในรูปของสัญญาณไฟฟ้าผ่านเส้นลวด ต่อมาพัฒนาเป็นโทรศัพท์ซึ่งมีพื้นฐานมาจากความรู้ฟิสิกส์เกี่ยวกับการเกิดเสียงและการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เกิดการส่งสัญญาณเสียงไปตามสายโทรศัพท์ หลังจากมีการสร้างอุปกรณ์ส่งและรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้สำเร็จ จึงได้มีการประดิษฐ์และพัฒนาเครื่องมือสื่อสารในรูปคลื่นวิทยุ ทำให้เกิดการค้นพบความรู้ใหม่ทางฟิสิกส์เพิ่มขึ้นจนแยกได้เป็นอีกสาขาหนึ่งได้แก่ อิเล็กทรอนิกส์ ความรู้จากฟิสิกส์สาขานี้ ได้ใช้เป็นพื้นฐานในการประดิษฐ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์หลายชนิด เช่น หลอดสุญญากาศ สารกึ่งตัวนำ ทรานซิสเตอร์ ไอซี ไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งนำไปใช้ในการสร้างอุปกรณ์สื่อสารที่สามารถส่งสัญญาณเสียงและภาพไปพร้อมกับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น โทรศัพท์ไร้สาย โทรทัศน์ นอกจากนี้ความรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ยังนำไปใช้ในการสร้างและพัฒนาเครื่องวัดและเครื่องควบคุมต่าง ๆ รวมทั้งคอมพิวเตอร์และหุ่นยนต์

## 1.2 การวัดและการบันทึกผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์

ปริมาณทางฟิสิกส์เป็นปริมาณที่สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือโดยตรงหรือโดยอ้อม ดังนั้นเครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์หรือฟิสิกส์ จึงมีความจำเป็นสำหรับการวัดดังนี้

1. เครื่องมือวัดช่วยทำให้เราสามารถวัดปริมาณต่าง ๆ ที่ต้องการได้สะดวกรวดเร็วและปลอดภัย
2. เครื่องมือวัดทำให้เราสามารถวัดปริมาณต่าง ๆ ที่ประสาทการรับรู้ของมนุษย์ไม่สามารถตรวจสอบได้โดยตรง

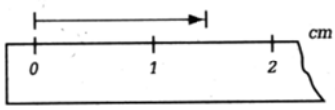
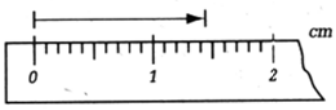
** เครื่องวัด ช่วยให้ได้มาซึ่งข้อมูลใหม่ ๆ ที่ต้องการ **

**การแสดงผลการวัด**

โดยทั่วไปเครื่องมือวัดจะแสดงผลการวัด 2 แบบ คือ

1. แสดงผลการวัดแบบขีดสเกล เช่น ไม้บรรทัด , ไม้เมตร , สายวัด เป็นต้น
2. แสดงผลการวัดแบบตัวเลข เช่น นาฬิกาจับเวลา , มิเตอร์รถยนต์ เป็นต้น

การอ่านค่าการวัดจากขีดสเกล เน้นจำนวนตำแหน่งทศนิยมที่อ่านได้จากสเกลและประมาณอีกหนึ่ง

| เครื่องมือที่แบ่งช่องระหว่างสเกลเท่ากับ 1 ช่อง | เครื่องมือที่แบ่งช่องระหว่างสเกลเท่ากับ 10 ช่อง |
|---|---|
|  |  |
| 1. ความละเอียดช่องสเกล = 1 cm<br>2. ความละเอียดของการวัด = $\frac{1}{10}$ cm<br>= 0.1 cm | 1. ความละเอียดช่องสเกล = $\frac{1}{10}$ cm<br>2. ความละเอียดของการวัด = $\frac{1}{100}$ cm<br>= 0.01 cm |
| อ่านทศนิยม 1 ตำแหน่ง | อ่านทศนิยม 2 ตำแหน่ง |

**1.2.1 ระบบหน่วยระหว่างชาติ**

**หน่วย (unit)** คือ ชื่อที่ใช้กำหนดปริมาณ เดิมใช้กันหลายระบบ ปัจจุบันองค์การระหว่างประเทศ ว่าด้วยมาตรฐานเสนอให้ใช้หน่วยระบบเดียวกัน เรียกว่า **"ระบบหน่วยระหว่างชาติ" (system international units)** เรียกโดยย่อว่าหน่วย **เอสไอ (SI unit)**

**หน่วย ฐาน (base unit)** เป็นหน่วยหลักของเอสไอ มีทั้งหมด 7 หน่วย ดังตาราง

| ปริมาณฐาน | ชื่อหน่วย | สัญลักษณ์ |
|---|---|---|
| ความยาว (lengh) | เมตร (metre) | m |
| เวลา (time) | วินาที (second) | s |
| มวล (mass) | กิโลกรัม (kilogram) | kg |
| อุณหภูมิ (temperature) | เคลวิน (Kelvin) | K |
| กระแสไฟฟ้า (Electric current) | แอมแปร์ (Ampere) | A |
| ปริมาณของสาร (Amount of substance) | โมล (Mole) | mol |
| ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous intensity) | แคนเดลา (candela) | cd |

**หน่วยอนุพัทธ์ (derived units)** เป็นหน่วยซึ่งประกอบด้วยหน่วยฐานหลายหน่วยมาเกี่ยวข้องกันในลักษณะการคูณหรือหารกัน เช่น อัตราเร็ว (m/s) และ แรง ($kg.m/s^2$) เป็นต้น

**หน่วยเสริม (supplementary units)** เป็นหน่วยที่มีชื่อพิเศษมีอยู่ 2 หน่วย ดังนี้

**1. เรเดียน (radian, rad)** คือ มุมบนระนาบที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นรัศมีของวงกลมวงหนึ่งซึ่งถูกรองรับด้วยเส้นโค้งของวงกลมที่มีความยาวเท่ากับรัศมีของวงกลมนั้น

**2. สเตอเรเดียน (steradian , sr)** คือ มุมตันที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมซึ่งถูกรองรับด้วยผิวของทรงกลมที่มีพื้นที่เท่ากับรัศมีของทรงกลมนั้นยกกำลังสอง

## แบบฝึกหัดทบทวนครั้งที่ 1

**1. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท ( X ) ลงในข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว**

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. มวล เวลา ความยาว เป็นปริมาณฐานทั้งหมด

ข. ความเร่ง ความดัน พลังงาน เป็นปริมาณอนุพัทธ์ทั้งหมด

ค. ความเร็ว ความถี่ อุณหภูมิ เป็นปริมาณฐานทั้งหมด

คำตอบที่ถูกคือ

1. ข้อ ก และ ข 2. ข้อ ข และ ค 3. ข้อ ก และ ค 4. ข้อ ก ข และ ค

2. ข้อใดเป็นปริมาณสเกลาร์ทั้งหมด

1. น้ำหนัก , ความดัน , ความเร่ง 2. ระยะทาง , ความดัน , อัตราเร็ว

3. ระยะทาง , อัตราเร็ว , ความเร็ว 4. ระยะทาง , อัตราเร็ว , การกระจัด

3. ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์ทั้งหมด

1. มวล , ความเร็ว , น้ำหนัก
2. น้ำหนัก , ความดัน , ความเร่ง
3. น้ำหนัก , ความเร็ว , ความเร่ง
4. อัตราเร็ว , ความเร็ว , ความเร่ง

**โจทย์** จงพิจารณากลุ่มปริมาณต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 4 - 5

ก. อัตราเร็ว ความเร่ง สนามโน้มถ่วง ข. ความเร็ว มวล เวลา

ค. แรง น้ำหนัก ความเร็ว ง. ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร

4. จงพิจารณาข้อต่อไปนี้ข้อใดเป็นปริมาณสเกลาร์ทั้งหมด

1. ข้อ ก. 4. ข้อ ข. 3. ข้อ ค. 4. ข้อ ง.

5. จงพิจารณาข้อต่อไปนี้ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์ทั้งหมด

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

6. (Ent) หน่วย SI ในข้อใดเป็นหน่วยมูลฐานทั้งหมด

1. แอมแปร์ เคลวิน แคนเดลา โมล
2. เมตร องศาเซลเซียส เรเดียน คูลอมบ์
3. กิโลกรัม โอหม์ ลูเมน พาสคาล
4. วินาที โวลต์ เวเบอร์ ลักซ์

7. (Ent) ถ้าต้องการวัดความต่างศักย์ของถ่านไฟฉายก้อนหนึ่งด้วยโวลต์มิเตอร์แบบเข็มซึ่งสามารถอ่านค่าได้เต็มสเกลเท่ากับ 5 โวลต์ และมีสเกลละเอียดที่สุดเท่ากับ 0.1 โวลต์ ข้อใดต่อไปนี้แสดงการอ่านค่าความต่างศักย์ ของไฟฉายที่เหมาะสมที่สุด

1. 1.5 โวลต์
2. 1.55 โวลต์
3. 1.552 โวลต์
4. 1.5520 โวลต์

8. (PAT2 ก.ค.52) กำหนดให้ T เป็นแรงตึงในเส้นเชือกมีหน่วยเป็นนิวตัน หรือ กิโลกรัมเมตรต่อวินาทียกกำลังสอง และ $\mu$ เป็นมวลของเชือกต่อหน่วยความยาว มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเมตร ปริมาณ $\sqrt{\frac{T}{\mu}}$ มีหน่วยเดียวกับปริมาณใด

1. ความเร็ว
2. พลังงาน
3. ความเร่ง
4. รากที่สองของความเร่ง

**2. กำหนดให้**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| เฮริตซ์ | นิวตัน | เมตร | คูลอมบ์ | เคลวิน | โอห์ม |
| โมล | กิโลกรัม | จูล | วัตต์ | วินาที | โวลต์ |
| แอมแปร์ | แคนเดลา | เรเดียน | สเตอเรเดียน | เมตรต่อวินาที | พาสคัล |

จงแยกว่าหน่วยใดเป็นหน่วยอนุพัทธ์ และหน่วยใดเป็นหน่วยมูลฐาน

หน่วยมูลฐาน ได้แก่

.....

.....

หน่วยอนุพัทธ์ ได้แก่

.....

.....

**คำอุปสรรค (Prefixes)**

คำอุปสรรค หมายถึงสัญลักษณ์ที่ใช้แทนเลขสิบยกกำลัง ( $10^{\pm n}$ ) ที่ใช้เขียนไว้หน้าหน่วยเอสไอ เพื่อที่จะทำให้หน่วยนั้นใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง มีผลให้เขียนปริมาณที่มีค่ามาก ๆ หรือค่าน้อย ๆ ได้กะทัดรัด เกิดความสะดวกและรวดเร็ว ดังตาราง

| ชื่อหน่วย | สัญลักษณ์ | กำลัง | เทคนิคการจำ |
|---|---|---|---|
| exa | E | $10^{18}$ | เลขชี้กำลังเพิ่มทีละ 3 |
| peta | P | $10^{15}$ | |
| tara | T | $10^{12}$ | |
| giga | G | $10^{9}$ | |
| maga | M | $10^{6}$ | |
| Kilo | k | $10^{3}$ | กิโล $10^{3}$ |
| hecto | h | $10^{2}$ | เลขชี้กำลังลดทีละ 1 |
| daca | da | $10^{1}$ | |
| daci | d | $10^{-1}$ | |
| centi | c | $10^{-2}$ | |
| Minli | m | $10^{-3}$ | มิลลิ $10^{-3}$ |
| micro | μ | $10^{-6}$ | เลขชี้กำลังลดทีละ 3 |
| nano | n | $10^{-9}$ | |
| pigo | p | $10^{-12}$ | |
| famto | f | $10^{-15}$ | |
| atto | a | $10^{-18}$ | |

$$\textbf{การแปลงหน่วย} = \frac{\text{อุปสรรคตอนแรกตั้ง}}{\text{อุสรรคที่เราจะเปลี่ยน}}$$

**Ex.1** จงแปลงระยะทาง 30 กิโลเมตร ให้เป็นหน่วยมิลลิเมตร

$$\text{การแปลงหน่วย} = \frac{\text{อุปสรรคตอนแรกตั้ง}}{\text{อุสรรคที่เราจะเปลี่ยน}}$$

**เทคนิค** 1) ให้ดูที่เริ่มต้นมีอุปสรรคไหม กิโลเมตร เป็นอุปสรรคเริ่มต้น

2) ให้ดูว่าตอนหลังมีอุปสรรคไหม มิลลิเมตร เป็นอุปสรรค เอาไปหาร

แทนค่าสูตร สูตรลัด = $\frac{30\times10^{3}}{10^{-3}} = 30\times10^{6} = 3\times10^{7}$ มิลลิเมตร

**<u>เพิ่มเติม</u>** ในการเขียนคำอุปสรรค ห้ามเขียนคำอุปสรรคซ้อนกัน เช่น ไมโครนาโนวินาที

## แบบฝึกหัดทบทวนครั้งที่ 2

**1. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท ( X ) ลงในข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว**

1. จงเปลี่ยน 5 Gm ให้อยู่ในรูป nm

   1. $5\times10^{-9}$ nm  2. $5\times10^{9}$ nm  3. $5\times10^{-18}$ nm  4. $5\times10^{18}$ nm

2. จงเปลี่ยน 36 กิโลเมตรต่อชั่วโมงให้อยู่ในรูป เมตรต่อวินาที

   1. 10 เมตร / วินาที  2. 20 เมตร / วินาที  3. 30 เมตร / วินาที  4. 40 เมตร / วินาที

3. จงเปลี่ยน 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมงให้อยู่ในรูป เมตรต่อวินาที

   1. 10 เมตร / วินาที  2. 20 เมตร / วินาที  3. 30 เมตร / วินาที  4. 40 เมตร / วินาที

4. มวล 34 กิโลกรัม มีค่าเท่าใดในหน่วยไมโครกรัม

   1. $3.4\times10^{10}$ μg  2. $3.4\times10^{9}$ μg  3. $3.4\times10^{8}$ μg  4. $3.4\times10^{7}$ μg

5. ปริมาตร 17 ลูกบาศก์เซนติเมตร เท่ากับกี่ลูกบาศก์เมตร

   1. $1.7\times10^{-7}$ $m^3$  2. $1.7\times10^{-6}$ $m^3$  3. $1.7\times10^{-5}$ $m^3$  4. $1.7\times10^{-4}$ $m^3$

6. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยอัตราเร็ว 54 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เท่ากับกี่เมตรต่อวินาที

   1. 10 m/s  2. 15 m /s  3. 20 m /s  4. 25 m /s

7. มวล 40 นาโนกรัม มีค่าเท่าใดในหน่วยไมโครกรัม

   1. $4\times10^{-2}$ μg  2. $4\times10^{2}$ μg  3. $4\times10^{-3}$ μg  4. $4\times10^{3}$ μg

8. จงแปลงจาก 4 กิโลเมตร ให้เป็นหน่วย มิลลิเมตร

   1. $4\times10^{-3}$ mm  2. $4\times10^{3}$ mm  3. $4\times10^{-6}$ mm  4. $4\times10^{6}$ mm

9. จงแปลงจาก 5 เทระเมตร ให้เป็นหน่วย มิลลิเมตร

   1. $5\times10^{-15}$ mm  2. $5\times10^{-9}$ mm  3. $5\times10^{9}$ mm  4. $5\times10^{15}$ mm

10. จงแปลงจาก 4 นาโนเมตร ให้เป็นหน่วย เมกะเมตร

    1. $4\times10^{-15}$ mm  2. $4\times10^{-3}$ mm  3. $4\times10^{3}$ mm  4. $4\times10^{15}$ mm

11. (Ent) จงแปลงจาก 36 กิโลเมตร/ชั่วโมง ให้เป็นเมตรต่อวินาที

    1. 5 เมตรต่อวินาที  2. 10 เมตรต่อวินาที  3. 15 เมตรต่อวินาที  4. 34 เมตรต่อวินาที

12. (Ent) จงเปลี่ยนหน่วยมวลของโปรตอน $1.6\times10^{-27}$ กิโลกรัม เป็นพิโคกรัม

    1. $1.6\times10^{-39}$  2. $1.6\times10^{-36}$  3. $1.6\times10^{-15}$  4. $1.6\times10^{-12}$

13. (Ent) แสงเลเซอร์ชนิดฮีเลียม – นีออน ให้แสงสีแดงความยาวคลื่น 632.8 นาโนเมตร หรือเท่ากับ

    1. $6.328\times10^{-3}$ มิลลิเมตร  2. $6.328\times10^{-5}$ เซนติเมตร

    3. $6.328\times10^{-18}$ เมตร  4. $6.328\times10^{-12}$ กิโลเมตร

**2. จงแสดงวิธีทำ**

1. จงแปลงจาก 10 กิโลเมตร ให้เป็นหน่วย มิลลิเมตร

.....

.....

2. จงแปลงจาก 2 ไมโครกรัม ให้เป็นหน่วย กิโลกรัม

.....

.....

3. จงแปลงจาก 3 เทระเมตร ให้เป็นหน่วย มิลลิเมตร

.....

.....

4. จงแปลงจาก 4 นาโน เมตร ให้เป็นหน่วย เมกะเมตร

.....

.....

5. จงแปลงจาก 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ให้เป็นหน่วย เมตรต่อวินาที

.....

.....

6. จงแปลงจาก 108 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ให้เป็นหน่วย เมตรต่อวินาที

.....

.....

7. จงแปลงจาก 20 เมตรต่อวินาที ให้เป็นหน่วย กิโลเมตรต่อชั่วโมง

.....

.....

8. จงแปลงจาก 40 เมตรต่อวินาที ให้เป็นหน่วย กิโลเมตรต่อชั่วโมง

.....

.....

9. จงแปลงจาก 50 กิโลวัตต์/ตารางเมตร ให้เป็นหน่วย นาโนวัตต์/ตารางมิลลิเมตร

.....

.....

10. จงแปลงจาก 20 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้เป็นหน่วย กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

.....

.....

.....

**1.2.2 สัญกรณ์วิทยาศาสตร์**

ในบางครั้ง ปริมาณทางฟิสิกส์อาจมีค่ามากหรือน้อยกว่าหนึ่งมาก ๆ ปริมาณที่มีตัวเลขหลายตัวจะเกิดความยุ่งยากในการนำไปใช้งาน จึงนิยมเขียนตัวเลขในรูปการคูณของเลขยกกำลังที่มีฐานเป็นสิบและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม มีรูปทั่วไปคือ $A\times 10^{n}$ เมื่อ $1 \le A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม การเขียนปริมาณแบบนี้เรียกว่า สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (scientific notation) เช่น อัตราเร็วแสงมีค่าประมาณ 300000000 เมตรต่อวินาที เขียนได้เป็น $3.00\times 10^{8}$ เมตรต่อวินาที รัศมีอะตอมของไฮโดรเจน เท่ากับ 0.000000000053 เมตร เขียนได้เป็น $5.3\times 10^{-11}$ เมตร

**1.2.3 ความไม่แน่นอนในการวัด**

ปริมาณ $A \pm \Delta A$ และ $B \pm \Delta A$

1. *การบวกและลบค่าความไม่แน่นอน*

การบวก $(A \pm \Delta A)+(B \pm \Delta B) = A+B \pm (\Delta A+\Delta B)$

การลบ $(A \pm \Delta A)-(B \pm \Delta B) = A-B \pm (\Delta A+\Delta B)$

2. *การคูณและหารค่าความไม่แน่นอน*

การคูณ $A\times B \pm \left(\frac{\Delta A}{A}+\frac{\Delta B}{B}\right)A\times B$

การหาร $\frac{A}{B} \pm \left(\frac{\Delta A}{A}+\frac{\Delta B}{B}\right)\frac{A}{B}$

การหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนแต่ละตัว เช่น ความคลาดเคลื่อนของปริมาณ (A)

จะได้ $\%\Delta A = \left(\frac{\Delta A}{A}\right)\times 100$

*กรณีที่มีการยกกำลังหรือมีรากที่สอง*

ก. หาผลลัพธ์ของ $(6.0\pm 0.2)(4.0\pm 0.1)^{2}$

$$= 6\times 16 \pm \left(\frac{0.2}{6}\times 100\% + 2\frac{0.1}{4}\times 100\%\right)$$

$$= 96 \pm 8.33\%$$

**<u>หมายเหตุ</u>** ถ้ายกกำลังสาม ก็คูณด้วย 3

ข. หาผลลัพธ์ของ $\frac{(4.0\pm 0.5)(2.0\pm 0.1)}{\sqrt{4.0\pm 0.1}}$

รากที่สองคูณด้วย

$$= \left(\frac{4\times 2}{2}\right) \pm \left(\frac{0.5}{4}\times 100\% + \frac{0.1}{2}\times 100\% + \frac{1}{2}\times\frac{0.1}{4}\times 100\%\right)$$

$$= 4 \pm 18.75\%$$

## แบบฝึกทบทวนครั้งที่ 3

**1. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท ( X ) ลงในข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว**

1. นาย ก มีเชือกยาวเท่ากับ $6.2 \pm 0.2$ cm นำเชือกมาต่อกับนาย ข ที่มีความยาวเชือก $3.4 \pm 0.3$ cm จงหาผลบวกของเส้นเชือก

   1. $4.8 \pm 0.1$ 2. $4.8 \pm 0.5$ 3. $9.6 \pm 0.1$ 4. $9.6 \pm 0.5$

2. นาย ก มีเชือกยาวเท่ากับ $7.2 \pm 0.2$ cm นำเชือกมาต่อกับนาย ข ที่มีความยาวเชือก $2.4 \pm 0.3$ cm จงหาผลต่างของเส้นเชือก

   1. $4.8 \pm 0.1$ 2. $4.8 \pm 0.5$ 3. $9.6 \pm 0.1$ 4. $9.6 \pm 0.5$

3. กรอบรูปของนาย ก กว้าง $20.0 \pm 0.2$ cm ยาว $40.0 \pm 0.4$ cm จงหาพื้นที่ของกรอบรูป

   1. $800.0 \pm 0.6$ 2. $800.0 \pm 1.6$ 3. $800.0 \pm 6.0$ 4. $800.0 \pm 16.0$

4. จงหาคำนวณหาความหนาแน่นของโลหะทองแดงที่มีมวล $40.0 \pm 0.4$ กิโลกรัม และมีปริมาตร $10.0 \pm 0.4$ ลูกบาศก์เมตร

   1. $4.0 \pm 0.2$ 2. $4.0 \pm 0.8$ 3. $30.0 \pm 0.4$ 4. $400.0 \pm 0.8$

5. ถังเป็นรูปลูกบาศก์มีความยาวด้านละ $1.52 \pm 0.04$ เมตร จงคำนวณหาปริมาตรของถัง

   1. $4.21 \pm 0.42$ 2. $3.51 \pm 0.28$ 3. $7.61 \pm 0.61$ 4. $8.33 \pm 0.34$

**2. จงแสดงวิธีทำ**

1. นาย ก มีเชือกยาวเท่ากับ $6.2 \pm 0.2$ cm นำเชือกมาต่อกับนาย ข ที่มีความยาวเชือก $3.4 \pm 0.3$ cm จงหาผลบวกและผลต่างของเส้นเชือก

   .....

   .....

   .....

   .....

2. กรอบรูปของนาย ก กว้าง $20.5 \pm 0.2$ cm ยาว $40.4 \pm 0.4$ cm จงหาพื้นที่ของกรอบรูป

   .....

   .....

   .....

   .....

3. จงคำนวณหาความหนาแน่นของโลหะทองแดงที่มีมวล $70.25 \pm 0.02$ kg และมีปริมาตร $17.02 \pm 0.03$ $m^3$

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

4. แกร่งลูกตุ้มนาฬิกาที่มีความยาวเชือกเป็น $30.00 \pm 0.15$ cm ค่าของคาบที่คำนวณได้โดยใช้สูตร $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ จะมีค่าเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### 1.2.4 เลขนัยสำคัญ (Significant figure)

**เลขนัยสำคัญ** คือ ปริมาณที่ได้จากการวัด การทดลอง ปริมาณนี้จะบ่งบอกถึงความละเอียดของอุปกรณ์ ซึ่งมีผลต่อการชื่อถือและการยอมรับผลของการทดลอง ( ค่าจริง + ค่าประมาณ )

| หลักการพิจารณาจำนวนเลขนัยสำคัญ | ตัวอย่าง | เลขนัยสำคัญทั้งหมด |
|---|---|---|
| 1. เลข 1 ถึง 9 ให้นับเป็นเลขนัยสำคัญทุกตัว | 27<br>425 | 2 ตัว<br>3 ตัว |
| 2. เลข 0 อยู่ระหว่างตัวเลขให้นับเป็นเลขนัยสำคัญ | 303<br>40.08 | 3 ตัว<br>4 ตัว |
| 3. เลข 0 อยู่หลังเลขและมีจุดทศนิยมให้นับเป็นเลขนัยสำคัญ | 3.0<br>142.00 | 2 ตัว<br>5 ตัว |
| 4. เลข 0 อยู่ซ้ายมือสุดไม่นับเป็นเลขนัยสำคัญ | 0.007<br>0.00024 | 1 ตัว<br>2 ตัว |
| 5. $10^n$ ไม่นับเป็นเลขนัยสำคัญ | $2 \times 10^5$<br>$1.25 \times 10^5$ | 1 ตัว<br>3 ตัว |
| 6. เลข 0 อยู่หลังจำนวนเต็ม มีเลขนัยสำคัญหลายค่า ต้องทำให้แน่นอนโดยเขียนในรูป $10^n$ | 4000 | $4 \times 10^3$ (มี 1 ตัว)<br>$4.0 \times 10^3$ (มี 2 ตัว)<br>$4.00 \times 10^3$ (มี 3 ตัว)<br>$4.000 \times 10^3$ (มี 4 ตัว) |

**การบวก ลบ คูณและหารเลขนัยสำคัญ**

**การบวก ลบ เลขนัยสำคัญ** คิดเหมือนการบวกและการลบเลขทั่ว ๆ ไป แต่เวลาตอบเลขหลังจุดทศนิยมให้ตอบเท่ากับจำนวน ตำแหน่งทศนิยมที่มีจำนวนน้อยที่สุด (ให้ดูหลังจุดทศนิยม)

**Ex 1** จงหาผลบวกของเลขต่อไปนี้ 3.025 + 4.2 + 7.09

หลักการ

3.025 มีจุดทศนิยม 3 ตำแหน่ง

\+

4.2 มีจุดทศนิยม 1 ตำแหน่ง (น้อยสุด)

\+

7.09 มีจุดทศนิยม 2 ตำแหน่ง

14.315

จะได้ 14.3 ตอบตามจุดทศนิยมน้อยสุด

**การคูณ หารเลขนัยสำคัญ** คิดเหมือนการคูณและหารเลขทั่ว ๆไป แต่เวลาตอบดู จำนวนเลขนัยสำคัญที่เลขนัยสำคัญที่น้อยที่สุด

**Ex 2** จงหาผลลัพธ์ของ 3.75 × 2.5

3.75 มีเลขนัยสำคัญทั้งหมด 3 ตัว

×

2.5 มีเลขนัยสำคัญทั้งหมด 2 ตัว (น้อยสุด)

9.375

จะได้ 9.4 ให้ตอบตามเลขนัยสำคัญทั้งหมดของตัวน้อยสุด (2 ตัว)

**ข้อควรจำ**

***การบวกและลบเลขนัยสำคัญ*** : คำตอบเน้นจำนวนตำแหน่งหลังจุดทศนิยม เท่ากับตัวตั้งที่มีตำแหน่งทศนิยมน้อยตำแหน่งที่สุด

***การคูณและหารเลขนัยสำคัญ*** : คำตอบเน้นจำนวนนัยสำคัญเท่ากับตัวตั้งที่มีจำนวนนัยสำคัญน้อยที่สุด

## แบบฝึกทบทวนครั้งที่ 4

**1. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท ( X ) ลงในข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว**

1. ผลลัพธ์ตามหลักเลขนัยสำคัญของ 3.25 + 2.1 – 1 คือข้อใด

1. 4 2. 4.4 3. 4.35 4. 4.351

2. ผลลัพธ์ตามหลักเลขนัยสำคัญของ ( 4.5× 1.12 ) – 1.35 คือใด

1. 3.69 2. 3.7 3. 4.69 4. 4.7

3. ผลลัพธ์ตามหลักเลขนัยสำคัญของ 3.25 + 2.1 – 2.12 คือ

1. 3 2. 3.2 3. 3.23 4. 3.27

4. สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว 15.5 เมตร กว้าง 10.25 เมตร สนามหญ้ามีพื้นที่เท่าใด

1. 159 ตร.ม. 2. 158.9 ตร.ม. 3. 158.88 ตร.ม. 4. 158.875 ตร.ม.

5. จงเรียงลำดับจำนวนเลขนัยสำคัญต่อไปนี้จากมากไปน้อย 0.05 , 0.70 , 0.145 , 0.1025

1. 0.05 , 0.70 , 0.145 , 0.1025
2. 0.70 , 0.145 , 0.1025 , 0.05
3. 0.1025 , 0.145 , 0.70 , 0.05
4. 0.145 , 0.1025 , 0.05 , 0.70

6. ผลลัพธ์ตามหลักเลขนัยสำคัญของ $360 \div 3.00$ คือ

1. $12.00 \times 10^{1}$ 2. $1.20 \times 10^{2}$ 3. $1.2 \times 10^{2}$ 4. $12.0 \times 10^{2}$

7. เหล็กแท่งหนึ่งมวล 47.0 กรัม มีปริมาตร 6.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถามว่าตัวเลขที่เหมาะสม สำหรับค่าความหนาแน่นของเหล็กนี้เป็นกี่กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

1. 7.8 2. 7.83 3. 7.833 4. 7.83333

8. จงพิจารณา ก. $1.2 + 62.543 + 10.12 = ?$ ข. $123.45 \times 2.0 = ?$
จากโจทย์ที่ปรากฏข้างบนนี้ มีข้อความใดบ้างที่ถูกต้อง

1. ผลลัพธ์ของข้อ ก มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว และผลลัพธ์ของข้อ ข มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว
2. ผลลัพธ์ของข้อ ก มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว และผลลัพธ์ของข้อ ข มีเลขนัยสำคัญ 5 ตัว
3. ผลลัพธ์ของข้อ ก และผลลัพธ์ข้อ ข มีเลขนัยสำคัญ 5 ตัว
4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

9. ชายคนหนึ่งขับเรือได้ระยะทาง 88.00 กิโลเมตร ในเวลา 3.50 ชั่วโมง เขาขับเรือได้อัตราเร็วเท่าใด

1. 25.1 กิโลเมตร/ชั่วโมง 2. 25.14 กิโลเมตร/ชั่วโมง
3. 25.143 กิโลเมตร/ชั่วโมง 4. 25.1429 กิโลเมตร/ชั่วโมง

10. (มข.54) ข้อใดมีเลขนัยสำคัญ 3 ตัวทุกตัว

1. $0.001, 1.005, 1.0 \times 10^{3}$ 2. $0.001, 1.005, 1.03 \times 10^{3}$
3. $0.101, 1.05, 1.03 \times 10^{-3}$ 4. $0.112, 1.500, 1.030 \times 10^{3}$

11. (PAT2 มี.ค.52) นักเรียนคนหนึ่งวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมวงหนึ่งได้ 5.27 เซนติเมตร เขาควรจะบันทึกรัศมีวงกลมวงนี้เป็นกี่เซนติเมตร

1. 3 2. 2.6 3. 2.64 4. 2.635

12. (PAT2 ก.ค.52) ผลลัพธ์ของ $16.74 + 5.1$ มีจำนวนเลขนัยเท่ากับตัวเลขในข้อใด

1. $-3.14$ 2. 0.003 3. 99.99 4. 270.00

**2. จงหาจำนวนเลขนัยสำคัญที่กำหนดให้ต่อไปนี้**

| ข้อ | ตัวเลขที่กำหนดให้ | เลขนัยสำคัญทั้งหมด | ข้อ | ตัวเลขที่กำหนดให้ | เลขนัยสำคัญทั้งหมด |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 28 | | 11 | 0.52 | |
| 2 | 456.7 | | 12 | 0.00006 | |
| 3 | 205 | | 13 | 50000 | |
| 4 | 30.02 | | 14 | 100001 | |
| 5 | 3.0 | | 15 | 0.2500 | |
| 6 | 150.02 | | 16 | 0.0000480 | |
| 7 | 0.024 | | 17 | 200.002 | |
| 8 | 435 | | 18 | $2\times10^{5}$ | |
| 9 | 3.246 | | 19 | $3.00\times10^{8}$ | |
| 10 | 72.306 | | 20 | $4.500\times10^{8}$ | |

**3. จงหาผลลัพธ์ของตัวเลขต่อไปนี้ตามหลักของเลขนัยสำคัญ**

| ข้อ | กำหนดให้ | ผลลัพธ์ | ข้อ | กำหนดให้ | ผลลัพธ์ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 801 + 7 + 0.78 | | 6 | 62.5 × 0.073 | |
| 2 | 7.235 + 7. 86 + 3.0 | | 7 | 4.35 ÷0.145 | |
| 3 | 926 + 2.51 – 4.2 | | 8 | 0.021÷ 0.003 | |
| 4 | 469.7 – 346.37 | | 9 | (144.0 – 12.0) ÷4 | |
| 5 | 14.25 × 82.4 | | 10 | $(7.32)^{2}$ | |

**1.2.5 การบันทึกผลการคำนวณ**

ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เราไม่เพียงแต่ใช้ข้อมูลที่วัดได้โดยตรงเท่านั้น เรายังมีการนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณเพื่อใช้ประโยชน์อื่นต่อไปอีก การนำเอาจำนวนที่มีตัวเลขนัยสำคัญต่างกันที่ได้จากเครื่องมือวัดที่มีความละเอียดต่างกันมาบวก ลบ คูณ และหารกันจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ได้มีตัวเลขนัยสำคัญและความละเอียดมากเกินไป ดังนั้นการบันทึกผลการคำนวณจำเป็นที่จะต้องพิจารณาจากตัวเลขนัยสำคัญและความละเอียดให้เหมาะสม

## 1.3 การทดลองทางฟิสิกส์

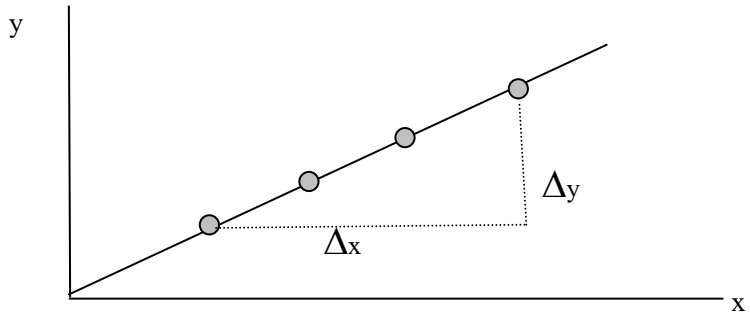
### 1.3.1 การรายงานความคลาดเคลื่อน

การวัดปริมาณต่าง ๆ จะมีความคลาดเคลื่อนเสมอขึ้นอยู่กับเครื่องมือ วิธีการวัดประสบการณ์ของผู้วัด รวมทั้งสภาพแวดล้อม ในการทดลองหนึ่ง ๆ เรามักจะมีการวัดซ้ำหรือทดลองซ้ำหลายครั้ง เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนสามารถแสดงในรายงานผลทั้งในรูปแบบตัวเลขและกราฟ

### 1.3.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ใช้การพิจารณาจากข้อมูลรวมทั้งการใช้การคำนวณตามความเหมาะสมเมื่อได้ผลสรุปที่เป็นปริมาณควรแสดงโอกาสผิดพลาดได้ของปริมาณนั้นด้วย การใช้กราฟเส้นตรงช่วยในการวิเคราะห์ โดยเฉพาะเพื่อหาหรือพิสูจน์ความสัมพันธ์ระหว่างสองปริมาณที่เป็นปฏิภาคกัน กราฟเส้นโค้งใช้ดูการเปลี่ยนแปลงได้แต่ไม่สามารถพิสูจน์ความสัมพันธ์ได้ชัดเจน

สมการทางคณิตศาสตร์ของกราฟเส้นตรงจะอยู่ในรูป $y = mx + c$ เมื่อ m คือ ความชัน หรือ slope และ c คือ จุดตัดแกน y กราฟเป็นดังรูป




รูป กราฟเส้นตรงผ่านจุดทดลอง

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

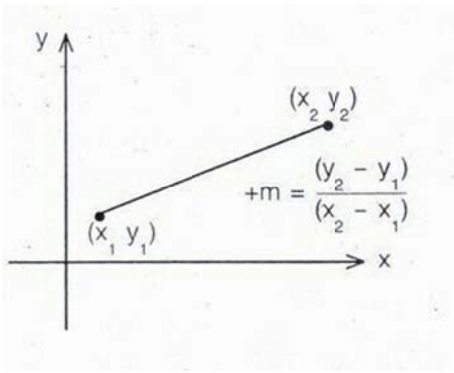
ในการทดลองเราอาจให้ y และ x แทนปริมาณเป็นกำลังสองหรือรากที่สองของบางปริมาณก็ได้ เส้นกราฟที่วางให้ดีเทียบกับจุดทดลองซึ่งแต่ละจุดมีค่าบวกลบ จะมีความเป็นไปได้ที่ความชันของเส้นกราฟจะมีค่าบวกลบขนาดหนึ่งได้ คือ เส้นกราฟสามารถเอียงต่าง ๆ โดยยังผ่านทุกจุดได้ดี ซึ่งต้องพิจารณาจากจุดข้อมูลต่าง ๆ ด้วย

**การหาความชันของกราฟต่าง ๆ**

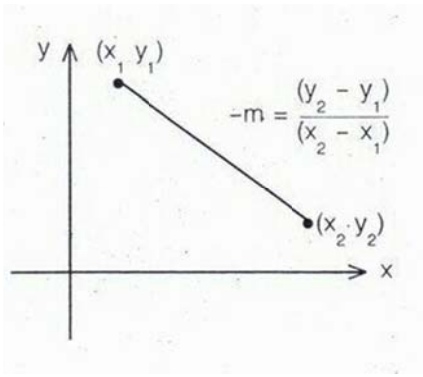
$$\text{ความชัน (m)} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

ความชันมี 4 แบบ

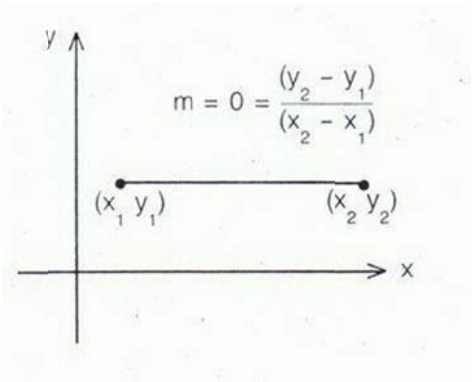
1) m = เป็นบวก (เอียงขวา)



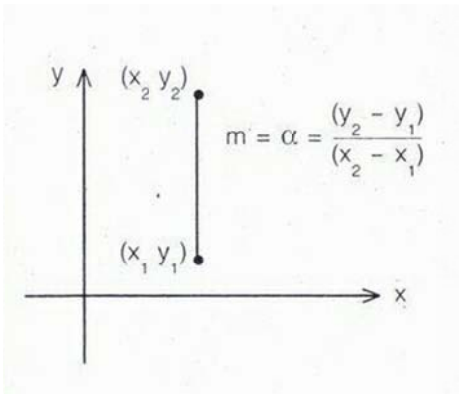

2) m = เป็นลบ (เอียงซ้าย)



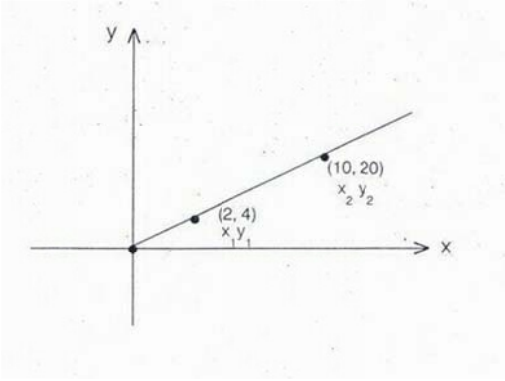

3) m = ศูนย์ (ขนานแกน x )




4) m = หาค่าไม่ได้ (ขนานแกน y )




**Ex 3** กำหนดให้ $(x_1, y_1) = (2,4)$ และ $(x_2, y_2) = (10,20)$




ขั้นที่ 1 หาความชัน $m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{20-4}{10-2} = \frac{16}{8} = 2$

แทนค่าสมการรูปมาตรฐาน

$y = mx + c$

$y = 2x + 0$

$y = 2x$

แทนค่าสมการรูปแบบทั่วไป

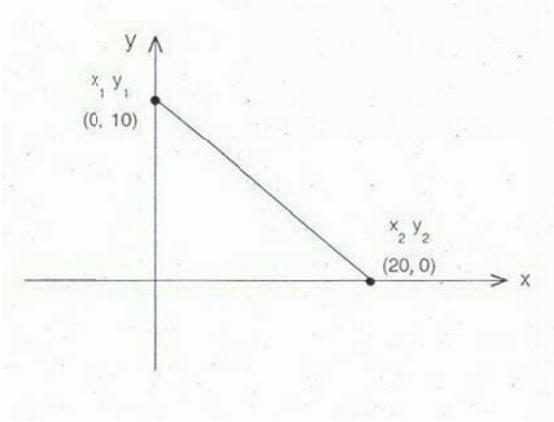
$y - y_1 = m(x - x_1)$

$(y - 4) = 2(x - 2)$

$y - 4 = 2x - 4$

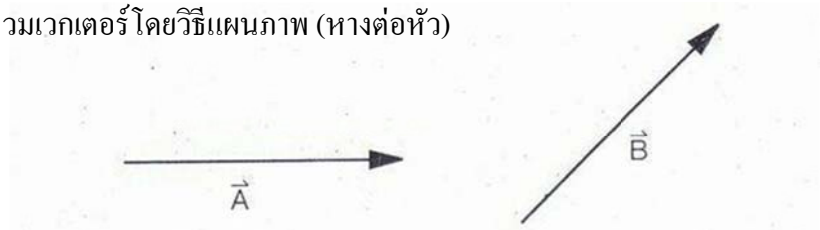
$y = 2x$

**Ex 4** กำหนดให้ $(x_1, y_1) = (0,10)$ และ $(x_2, y_2) = (20,0)$

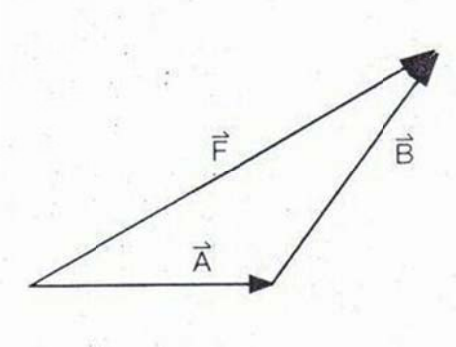



### 1.3.3 การบวก ลบ เวกเตอร์

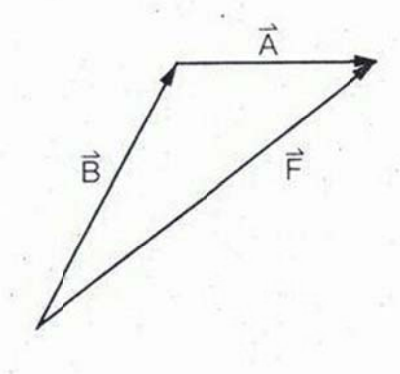
การรวมเวกเตอร์โดยวิธีแผนภาพ (หางต่อหัว)



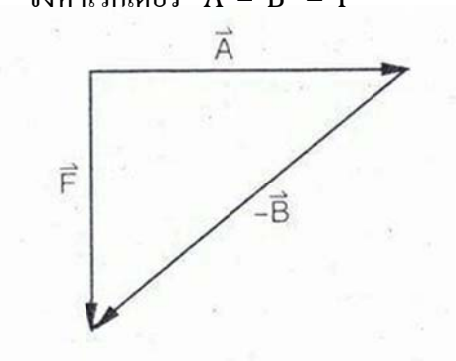

จงหาเวกเตอร์ $\vec{A} + \vec{B} = \vec{F}$



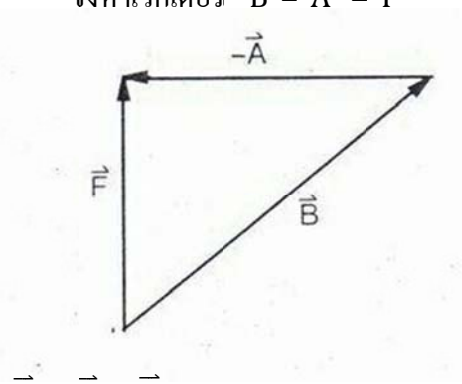

จงหาเวกเตอร์ $\vec{B} + \vec{A} = \vec{F}$



จงหาเวกเตอร์ $\vec{A} - \vec{B} = \vec{F}$



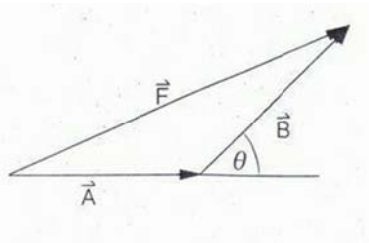

จงหาเวกเตอร์ $\vec{B} - \vec{A} = \vec{F}$



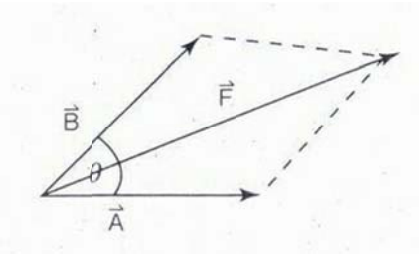

เวกเตอร์ $\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$ แต่ เวกเตอร์ $\vec{A} - \vec{B} \neq \vec{B} - \vec{A}$

**การรวมเวกเตอร์โดยใช้สูตร**

กฎของ สี่เหลี่ยมด้านขนาน



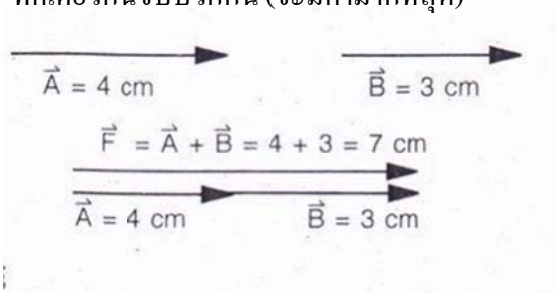

ขนาดเวกเตอร์ลัพธ์ $F^2 = A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta$



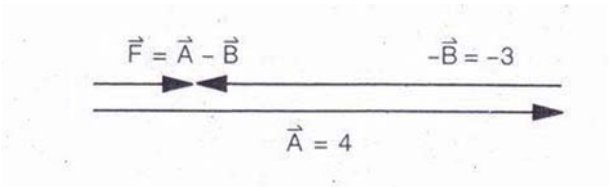

ขนาดเวกเตอร์ลัพธ์ $F^2 = A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta$

**การรวมเวกเตอร์ 2 เวกเตอร์ มี 4 แบบ**

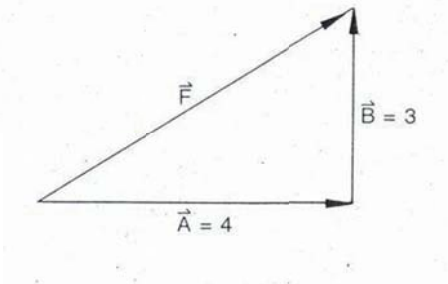
1. $\theta = 0°$ ทิศเดียวกันจับบวกกัน (จะมีค่ามากที่สุด)



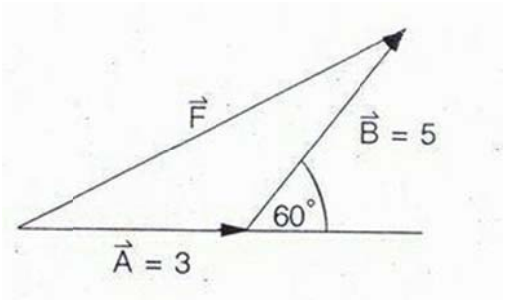

2. $\theta = 180°$ ทิศตรงข้ามจับลบกัน (จะมีค่าน้อยสุด)




3. $\theta = 90°$ ตั้งฉากกันใช้สูตร



4. $0° < \theta < 90°$ ใช้สูตร



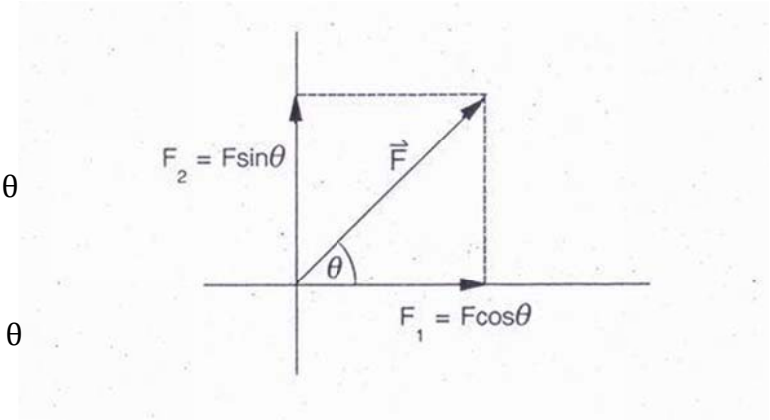

**การแตกแรง 1 แรง เป็น 2 แรงย่อย**

จากรูป 3 เหลี่ยม $\sin\theta = \frac{F_2}{F}$

จะได้ $F_2 = F\sin\theta$

$\cos\theta = \frac{F_1}{F}$

จะได้ $F_1 = F\cos\theta$

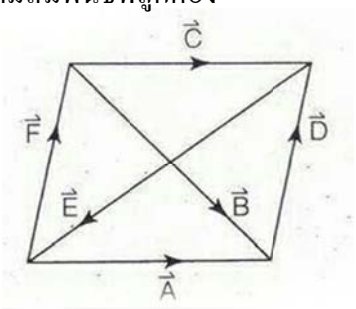



## มุมตรีโกณมิติที่ควรทราบ

| มุม | 0° | 30° | 37° | 45° | 53° | 60° | 90° | 180° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| sin | 0 | $\frac{1}{2}$ | $\frac{3}{5}$ | $\frac{1}{\sqrt{2}}$ | $\frac{4}{5}$ | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | 1 | 0 |
| cos | 1 | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\frac{4}{5}$ | $\frac{1}{\sqrt{2}}$ | $\frac{3}{5}$ | $\frac{1}{2}$ | 0 | −1 |
| $\tan = \frac{\sin}{\cos}$ | 0 | $\frac{1}{\sqrt{3}}$ | $\frac{3}{4}$ | 1 | $\frac{4}{3}$ | $\sqrt{3}$ | ∞ | 0 |

## <u>แบบฝึกทบทวนครั้งที่ 5</u>

**1.** (ENT) จากรูป $\vec{A}$, $\vec{B}$, $\vec{C}$, $\vec{D}$, $\vec{E}$ และ $\vec{F}$ ต่างเป็นเวกเตอร์บอกตำแหน่ง อยากทราบว่าข้อไหนที่ให้ความสัมพันธ์ที่ถูกต้อง



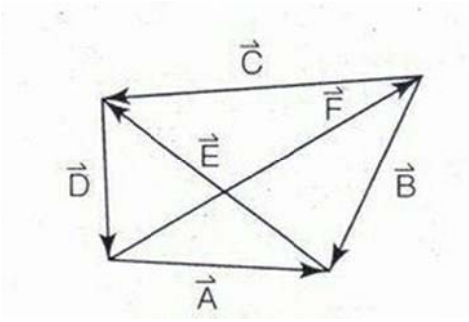

1) $\vec{A} = \vec{D} + \vec{E}$

2) $\vec{A} = \vec{B} + \vec{F}$

3) $\vec{F} = \vec{A} + \vec{B}$

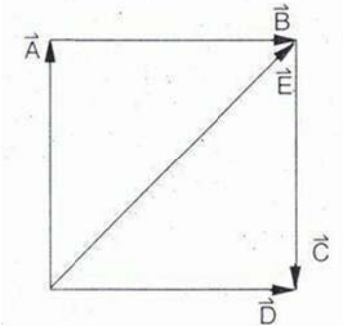
4) $\vec{F} = \vec{C} + \vec{E}$

**2.** (โควตาสงขลา) จากรูปแสดง $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}, \vec{E}$ และ $\vec{F}$ ข้อใดถูกต้องตามหลักการการรวมเวกเตอร์




1) $\vec{F} + \vec{B} = \vec{E} + \vec{D}$
2) $\vec{A} - \vec{F} = \vec{E} - \vec{C}$
3) $\vec{B} + \vec{E} = \vec{D} + \vec{F}$
4) $\vec{B} - \vec{A} = \vec{C} - \vec{D}$

**3.** (โควตาสงขลา) $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}$ และ $\vec{E}$ เป็นเวกเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กัน ดังรูป สรุปได้ว่า




ก. $\vec{A} - \vec{E} = \vec{B}$
ข. $\vec{D} - \vec{C} = \vec{E}$
ค. $\vec{A} - \vec{D} = \vec{E} + \vec{C}$
ง. $\vec{A} + \vec{B} = \vec{D} - \vec{C}$

คำตอบต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

1) ก. และ ข.
2) ก. และ ค.
3) ก. และ ง.
4) ข. และ ง.

4. (ENT) เมื่อออกแรงสองแรงทำมุมกับค่าต่างๆ ผลรวมของแรงมีค่าต่ำสุด 2 นิวตันและมีค่าสูงสุด 14 นิวตัน ผลรวมของแรงทั้งสองเมื่อกระทำตั้งฉากกับจะมีค่าเท่าใด

1) 12 N
2) 10 N
3) $5\sqrt{2}$ N
4) 8 N

**5.** จงคำนวณหาขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ เมื่อเวกเตอร์ A = 8 cm , B = 6 cm และมีมุม $\theta$ ดังต่อไปนี้

1) $\theta = 0°$
2) $\theta = 180°$
3) $\theta = 90°$
4) $\theta = 60°$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....