

# วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

## บทนำ

### 1.1 นิยามและขอบเขตของวิทยาศาสตร์

#### 1.1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

“วิทยาศาสตร์” มาจากคำว่า Science ในภาษาอังกฤษ และมาจากคำว่า Scientia ในภาษาละติน แปลว่า ความรู้ ในหนังสือ Webster's New World Dictionary of the American Language ได้ให้ความหมายไว้ว่า

"Systematized knowledge derived from observation, study, and experimentation carried on in order to determine the nature or principles of what is being studied."

คือความรู้ที่ได้จากการสังเกต ศึกษา ค้นคว้า และ ทดลองแล้วจัดไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อที่จะเรียนรู้ธรรมชาติหรือหลักการของสิ่งที่ศึกษา

กล่าวให้กระชับ วิทยาศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ ซึ่งแบ่งเป็น สสาร พลังงาน สสาร ประกอบด้วย สิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิต วิทยาศาสตร์จึงครอบคลุมไปถึงวิทยาศาสตร์พฤติกรรม (Behavioral Sciences) ด้วยได้แก่ สังคมวิทยา จิตวิทยา ความรู้ที่ได้มานั้นได้มาจากการบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific process) และนำความรู้ที่ได้นั้นจัดไว้ให้มีระเบียบแบบแผน

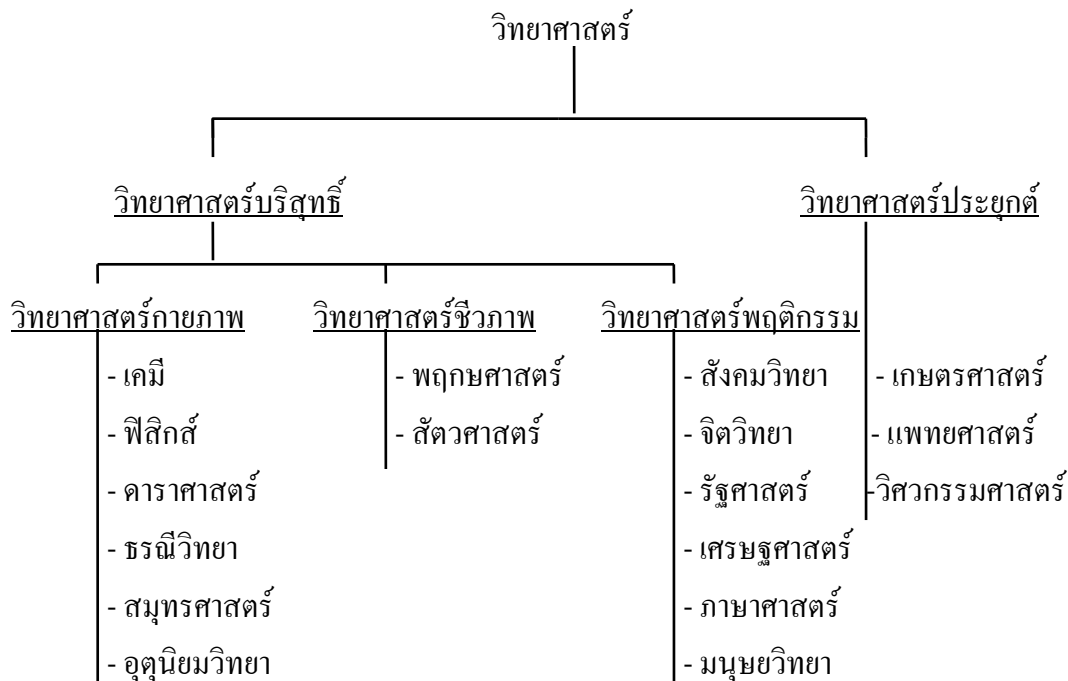
#### 1.1.2 การแบ่งสาขาทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 สาขา คือ วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ (Pure Science) และ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied Science or Technology)

วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ เป็นการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติทุกชนิด ทั้งเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต และไม่มีชีวิต ทั้งที่ขนาดเล็กระดับอะตอมจนถึงขนาดใหญ่ระดับจักรวาล ศึกษาร่างกายและจิตใจ ถ้าศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เรียกว่า วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ถ้าศึกษาเกี่ยวกับ สิ่งไม่มีชีวิต และพลังงาน เรียกว่า วิทยาศาสตร์กายภาพ ถ้าศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์เรียกว่า วิทยาศาสตร์พฤติกรรม

วิทยาศาสตร์ประยุกต์ เป็นการนำความรู้ที่ได้จากวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์มาประดิษฐ์ แก้ไข ปรับปรุง คัดแปลง เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายแก่มนุษย์ เพื่อก่อให้เกิดอารยธรรม และวัฒนธรรมทั้งทางด้านวัตถุและจิตใจ

แผนภาพแสดงอาณาเขตของวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ



## 1.2 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการคิดที่เป็นสากลที่นักวิทยาศาสตร์นำไปแสวงหาความรู้ นักวิทยาศาสตร์จะเชื่อถือในผลของการสังเกตและการทดลอง โดยพิจารณาปรากฏการณ์ที่ศึกษาอย่างใกล้ชิด ละเอียดชัดเจน ทำให้ทราบว่าจะอะไรเป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลงในปรากฏการณ์นั้น หรือทดลองเป็นวิธีถามปัญหาเกี่ยวกับธรรมชาติที่ค่อนข้างจะกะทัดรัดวิธีหนึ่ง ซึ่งชวนของการแสวงหาความรู้ คือความอยากรู้อยากเห็น ความไม่เชื่อถือ ยึดมั่น และพอใจในความรู้เดิม พร้อมทั้งจะรับแนวคิดใหม่จากผลการสังเกต การทดลอง และข้อมูลใหม่ๆ เสมอ การที่นักวิทยาศาสตร์สามารถสร้างความรู้และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ได้นั้น ต้องอาศัยองค์ประกอบ คือ 1) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์

### 1.2.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method)

1. การระบุปัญหา (Problem) คือการสังเกตสิ่งต่างๆ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ และพยายามตั้งคำถามว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เมื่อใด” เช่น ทำไมเหล็กจึงจมน้ำ ฟิชชูดน้ำและแร่ธาตุได้อย่างไร ปัญหาบางข้อก็เป็นความสงสัยของมนุษย์ที่ยังไม่สามารถตอบได้ เช่น มนุษย์ตายแล้วไปไหน มีสิ่งมีชีวิตเช่นเดียวกับมนุษย์ในดวงดาวอื่นหรือไม่

2. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) เมื่อมีปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่จะศึกษาแล้วขั้นต่อไปคือ พยายามหาคำตอบหรือสาเหตุหรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือ เรียกว่าการตั้งสมมติฐาน สมมติฐานอาจตั้งจากทฤษฎีหรือการทดลองที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์อื่นที่ใกล้เคียงกับปัญหาของเรา หรือมีบางส่วนสัมพันธ์และนำมาประยุกต์ใช้แทนกันได้ สมมติฐานอาจได้จากประสบการณ์หรือการใช้ความคิดค้นหาเหตุผลส่วนตัวของผู้ตั้งสมมติฐาน นักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมติฐานขึ้นมาเพื่อเป็นแนวทางในการอธิบายหรือการทดลอง เพื่อศึกษาปรากฏการณ์หรือปัญหาให้ได้ข้อเท็จจริงที่ต้องการ สมมติฐานถ้าขาดข้อพิสูจน์และไม่มีผลยืนยันสมมติฐานอาจถูกเปลี่ยนแปลงหรือยกเลิกได้ ถ้ามีการทดลองหรือหลักฐานที่ค้นพบใหม่มายืนยันสมมติฐานที่ถูกหักล้าง เช่น สมมติฐานของอริสโตเติล (Aristotle) นักปราชญ์ชาวกรีกที่ว่า “โลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาล มีดวงดาวอื่นๆ โคจรรอบโลก” นอกจากนี้สมมติฐานอาจถูกยกขึ้นเป็นทฤษฎีได้ ถ้ามีผู้ทรงคุณวุฒินับสนุนมากๆ หรือนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง แม้จะไม่มีทดลองยืนยันหรือไม่ก็ตาม เช่น สมมติฐานบิกแบง(Big Bang) หรือเรียกว่าการระเบิดครั้งใหญ่ ที่ว่า “จักรวาลเกิดจากการระเบิดครั้งใหญ่ของกลุ่มมวลสารที่มีความหนาแน่นมาก ชิ้นส่วนของกาแล็กซีการระเบิดวิวัฒนาการเป็นกาแล็กซี ดาวฤกษ์ต่างๆ ต่างก็เคลื่อนที่หนีออกจากกันด้วยความเร็วสูง”

3. การพิสูจน์สมมติฐาน การทดสอบสมมติฐานทำได้ 2 วิธี คือ

ก. การสังเกต (Observation) ทำได้โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า คือ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง บางครั้งต้องใช้เครื่องมือช่วย เช่น ใช้กล้องจุลทรรศน์ ในการศึกษาพวกไวรัสและจุลินทรีย์ ใช้กล้องโทรทรรศน์ ช่วยในการศึกษาเทพฟ้า ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ ทำให้ทราบระดับความร้อนหนาวได้ดีกว่าผิวหนัง การเพิ่มประสิทธิภาพของประสาทหูอาจทำได้โดยใช้เครื่องมือสื่อสารต่างๆ ทำให้ได้ยินเสียงที่เกิดขึ้นในประเทศอื่นซึ่งอยู่คนละซีกโลกได้

ข. การทดลอง (Experiment) มีความสำคัญต่อการทดสอบสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์มาก เพราะบางครั้งไม่สามารถใช้การสังเกตในธรรมชาติได้ เช่น ต้องการทราบว่า ออกซิเจนประกอบด้วยก๊าซไฮโดรเจนในอัตราส่วนเท่าไร จึงจะกลายเป็นน้ำ ในอากาศประกอบด้วยก๊าซต่างๆ มากมาย การสังเกตการรวมตัวของไฮโดรเจนและออกซิเจนในบรรยากาศจึงเป็นไปได้ต้องใช้วิธีการทดลอง หมายถึง การนำเอาปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษามาควคุมป้องกันการรบกวนหรือสอดแทรกจากสิ่งที่ไม่ปรารถนา กรณีการรวมตัวกันของไฮโดรเจนและออกซิเจนเป็นน้ำก็ให้รวมตัวในหลอดทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งสามารถป้องกันไม่ให้ก๊าซอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้วัดปริมาณไฮโดรเจนและออกซิเจนได้แน่นอน

การตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลองเริ่มขึ้นในศตวรรษที่ 17 นับว่าเป็นยุควิทยาศาสตร์สมัยใหม่แทนที่จะใช้ความคิดคำนึงและจินตนาการอย่างในวิทยาศาสตร์ยุคเก่าหรืออาจกล่าวได้ว่า

วิทยาศาสตร์ยุคใหม่เพิ่งเริ่มต้นอย่างแท้จริง เริ่มต้นจาก กาลิเลโอ (พ.ศ. 2107-2185) เป็นผู้บุกเบิก วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ด้วยการทดลองยืนยันทฤษฎีของเขาเอง

การทดลองไม่จำเป็นต้องทำขึ้นในห้องปฏิบัติการที่มีอุปกรณ์ครบเสมอไป ห้องปฏิบัติการ อาจจะเป็นสถานที่ใดๆ ก็ได้ที่ผู้ทดลองพิจารณาแล้วเห็นว่าสามารถควบคุมปรากฏการณ์ให้เป็นไปตามความต้องการได้ ลักษณะสำคัญของการทดลอง คือ เมื่อทำการทดลองซ้ำในเรื่องเดียวกัน มีเงื่อนไขเหมือนกัน ผลการทดลองจะต้องเหมือนกันทุกครั้ง

4. การสรุปผลการทดลอง (Generalization) จากการบันทึกผลการการสังเกต หรือการทดลองที่ได้ผลซ้ำเดิมหลายๆ ครั้ง นำมาสรุปหรือตั้งเป็นกฎหรือทฤษฎีขึ้น ซึ่งการกำหนดขอบเขตระหว่างทฤษฎีและสมมติฐานนั้นทำให้ยาก ทฤษฎีบางทฤษฎีเมื่อใช้ระยะหนึ่งแล้ว อาจมีการทดลอง หรือการค้นพบ ปรากฏการณ์ใหม่มาขัดแย้ง ทำให้ทฤษฎีนั้นถูกล้มล้าง ได้เช่นเดียวกับสมมติฐาน เช่น ทฤษฎีอีเธอร์ที่กล่าวว่า ในสุญญากาศมีอีเธอร์ แสงเดินทางในอากาศได้โดยอาศัยอีเธอร์เป็นตัวกลาง ต่อมาไมเคิลสัน และ มอร์เลย์ได้ทดลองให้เห็นว่าอีเธอร์ไม่มีจริง แสงเดินทางผ่านบรรยากาศได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ทฤษฎี อีเธอร์ซึ่งมีผู้เชื่อถือมานานจึงล้มเลิก

#### 1.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

กระบวนการแสวงหาความรู้ นั้น นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน วิธีหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าการทดลอง ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนในด้านการปฏิบัติและพัฒนาด้านความคิดด้วย เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง เป็นต้น

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science :AAAS) โดยมีคณะกรรมการสาขาวิทยาศาสตร์เป็นผู้พัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการสำหรับสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังนี้

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา จมูก ลิ้น ผิวกาย หู เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น

2. การวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือ และใช้เครื่องมือนั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด แสดง

วิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้องพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึงการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างกาล-เทศะ (Using space & Time Relationships) เทศะ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว เทศะ ของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างเทศะกับเทศะของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างเทศะกับเทศะ ได้แก่ การชี้บ่งภาพ 2 มิติ และ 3 มิติได้ สามารถวาดภาพ 2 มิติ จากวัตถุ หรือจากภาพ 3 มิติได้ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างเทศะกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่กับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างเทศะของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างเทศะกับเวลา ได้แก่ การบอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุ โดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

5. การใช้ตัวเลข (Using Number) หมายถึงการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communicating) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ สมการ การเขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความคิดเห็นข้อมูล (Inferring) หมายถึงการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานคือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามีกล่าวไว้เป็น ข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปร

ตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐานคือ การบอกชื่อของตัวแปรต้น ซึ่งมีผลต่อตัวแปรตามและในการตั้งสมมติฐานต้องทราบ ตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้น สมมติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรตัวไหนเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ควบคุม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและการบอกวิธีการวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในการตั้งสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม หมายถึง สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้เกิดผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ชั้น คือ การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสมพร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) การตีความหมายของข้อมูลหมายถึง การแปรความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มิอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น การสังเกต การคำนวณ และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

### 1.2.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Science Attitude)

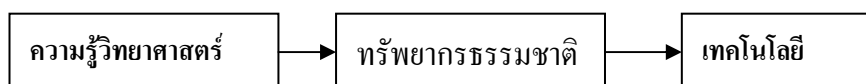
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะหรือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมา ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์ หรือความรู้สึกของแต่ละบุคคล ซึ่งในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาความรู้ เพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดี นั้นขึ้นอยู่กับความคิด การกระทำอาจเป็นอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ด้วย เจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วย 6 ลักษณะ ดังนี้

1. ความรู้้อยากเห็น นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในปัญหาต่างๆ
2. ความมีเหตุผล นักวิทยาศาสตร์ต้องมีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ
3. ความมีระเบียบรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้เห็นคุณค่าของความระเบียบรอบคอบและยอมรับในการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน
4. ความเพียรพยายาม นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความเพียรพยายาม ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรค หรือมีความล้มเหลวในการทำการทดลอง
5. ความซื่อสัตย์ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความซื่อสัตย์ บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้อง
- 6 ความใจกว้าง นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้ที่มีใจกว้างที่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น

### 1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

#### 1.3.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยาศาสตร์เป็นตัวความรู้ เทคโนโลยีนั้นเป็นการนำความรู้ไปใช้ในทางปฏิบัติให้เกิดสิ่งที่เป็นรูปธรรมได้ นำไปใช้ประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันได้ โดยการนำทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ มาใช้ในทางปฏิบัติ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแสดงได้ด้วยแผนภูมิต่อไปนี้



ในโลกยุคปัจจุบัน การดำรงชีวิตของเราต้องพึ่งพาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะเป็นพื้นฐานของปัจจัยและความจำเป็นในการดำเนินชีวิต เช่นวิชาฟิสิกส์เกี่ยวกับแรงเป็นพื้นฐาน

ของการก่อสร้างอาคาร ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัย การค้นพบ ประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ เป็นการอำนวยความสะดวก และประโยชน์ต่อมนุษย์และธรรมชาติ

### 1.3.2 ผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม

การนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการดำรงชีวิต ถ้าใช้ในทางสร้างสรรค์ ก็จะทำให้ชีวิตมนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีสะดวกสบายมากขึ้น แต่ ถ้านำไปใช้อย่างไม่เหมาะสม จะมีผลให้เกิดปัญหาทางด้านความเป็นอยู่ สังคม และสิ่งแวดล้อม ผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมใน 5 ด้าน คือ สิ่งแวดล้อม สังคม การเมือง เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม มีดังนี้

1. ด้านสิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถพัฒนาแหล่งพลังงานต่างๆ ให้เพียงพอกับความเจริญทางอารยธรรม และการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็ว พลังงานทำให้มนุษย์ได้รับสิ่งจำเป็น พื้นฐานในชีวิต สามารถยกระดับมาตรฐานชีวิตควบคู่กับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจพร้อมทั้งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และการขยายตัวของชุมชน ทำให้สังคมเมืองขยายตัวมากขึ้น มีความเจริญทางด้านธุรกิจ ทางการเกษตรกรรมมีการปรับปรุงดิน เพื่อการเพาะปลูก เพื่อเพิ่มผลผลิต โดยมีการปรับปรุงพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ การขยายพันธุ์พืชโดยใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม สร้างเทคนิคการปลูกโดยไร้ดิน หรือการใช้พลาสติกในการปลูกพืช นอกจากนี้ทางด้านสภาพแวดล้อม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถช่วยงานอนุรักษ์และปรับปรุงสภาพแวดล้อมทั้งในป่าและในเมืองให้อยู่ในสภาพที่ดีที่สุด ช่วยงานการอนุรักษ์ธรรมชาติให้ได้ผลยิ่งขึ้น สามารถช่วยเตือนภัยอันตราย ตลอดจนผลกระทบรุนแรงที่จะเกิดขึ้นจากการทำลายสภาพแวดล้อมธรรมชาติ เช่น ป่า ชีวิตสัตว์ป่า และแหล่งน้ำ

2. ด้านสังคม การเสริมสร้างประสิทธิภาพ การเพิ่มปริมาณและคุณภาพ ของผลผลิตทางการเกษตร การค้นพบ การทดลองผสมพันธุ์พืชให้ได้ต้นพันธุ์ที่แข็งแรง ทนต่อสภาพแวดล้อม ปรับพื้นที่ทางการเกษตรเพื่อใช้ประโยชน์สูงสุด รักษาสุขภาพของผลผลิต ให้มีอายุยาวนาน การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร มีผลทำให้รายได้ของประชาชนมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นมีเงินจับจ่ายใช้สอย ซื้อง่ายของเพื่อการอุปโภคบริโภคในครอบครัวมากขึ้น ส่วนทางด้านสาธารณสุขมีการแก้ปัญหาโรคภัยไข้เจ็บ โรคระบาดได้โดยการฉีดวัคซีนป้องกัน ฉีดเซรุ่มรักษา ปลูกฝีป้องกัน มีเครื่องวินิจฉัยโรค การเปลี่ยนชิ้นส่วนของร่างกายมนุษย์โดยใช้ของจริงของผู้อื่นหรือของเทียม ตลอดจนเทคโนโลยีชีวภาพ พันธุวิศวกรรม เทคโนโลยีการสื่อสาร และคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อเรื่อง สุขภาพมนุษย์ มีการผลิตกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับสังคม อุตสาหกรรม สร้างสรรค์สังคมในด้านต่าง ๆ ในสังคมที่เจริญแล้ว สมาชิกของสังคมเห็นความสำคัญของการคิดและทำอย่างมีเหตุผล สิ่งที่เกิดขึ้นในสังคมจะดีหรือไม่ดีเกิดจากการกระทำของสมาชิกในสังคมไม่ใช่เกิดจากอำนาจเหนือธรรมชาติ วิทยาศาสตร์และ



เทคโนโลยีทำให้เกิด อาชีพใหม่ ๆ เช่น ขายเครื่องคอมพิวเตอร์ อาชีพป้อนข้อมูล อาชีพผู้อ่านข้อมูล จากคอมพิวเตอร์ ที่เรียกว่า “โปรแกรมเมอร์” อาชีพซ่อมเครื่องคอมพิวเตอร์ และอาชีพอื่นที่เกี่ยวข้อง

3. ด้านการเมือง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้มีการพัฒนาอาวุธต่างๆ ขึ้นมากมาย เช่น ดาวเทียมพิฆาต แสงเลเซอร์ ทำลายขีปนาวุธ ยานกระสวยอวกาศ อาวุธนิวตรอน นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาด้านการคมนาคม ขนส่งและการสื่อสาร ทำให้นักการเมืองเดินทางตรวจงานราชการ เพื่อทราบท้องที่ เดินทางเยี่ยมเยียนประชาชนในกรณีเกิดปัญหา และกิจกรรมทางการเมืองสามารถถ่ายทอดไปยังให้ประชาชนได้รับทราบจากการใช้ดาวเทียม โทรทัศน์ ฯลฯ จึงอาจกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างความมั่นคง ความแข็งแกร่งให้กับประเทศในด้านต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

4. ด้านเศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยหลักสำคัญสำหรับการพัฒนาสภาพเศรษฐกิจของทุก ๆ สังคมทั่วโลก รวมทั้งสังคมไทยด้วย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้เกิดการค้นพบสิ่งใหม่ๆ ที่นำไปใช้ในการผลิตสินค้าและบริการ มีเครื่องมือ เครื่องจักรกลที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงาน กำลังงาน ลดความยุ่งยากซับซ้อนในการทำงาน สามารถผลิตสินค้าหรืออำนวยความสะดวกได้จำนวนมากในเวลาเท่าเดิม ซึ่งคิดตามด้วยผลกำไรอันจะเป็นทุนสะสมต่อเนื้อให้กับกิจกรรมนั้นๆ เป็นการรักษาผลกำไรจากการลงทุนผลิตสินค้าและบริการ นอกจากนี้ยังมีการเสริมสร้าง ประสิทธิภาพการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร มีการใช้เทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ได้แก่ การใช้ปุ๋ย ยาปราบศัตรูพืช การจัดระบบชลประทาน การ ค้นพบการผสมพันธุ์พืชเพื่อให้ได้พันธุ์ที่แข็งแรงทนทานต่อสภาพแวดล้อม ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ปริมาณมาก เมื่อเกิดสภาวะแห้งแล้งก็มีการสร้างฝนเทียมสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังกล่าวมีผลทำให้เกิดการขยายตัวของเศรษฐกิจมีผลให้รายได้ของประชาชนมีแนวโน้มสูงขึ้นจับจ่ายใช้สอยสิ่งของเพื่อการอุปโภคบริโภคในครอบครัวมากขึ้น

#### 5. ด้านวัฒนธรรม

ชนชาติใดก็ตามจะดำรงเอกลักษณ์ความเป็นชนชาตินั้นได้ ต้องมีวัฒนธรรมมีจุดกำเนิดเก่าแก่มานาน ดังนั้นวัฒนธรรมบางอย่างจึงมีจุดกำเนิดมาจากพื้นฐานการก่อตั้งที่ผิดไปจากความจริงของธรรมชาติ และความเป็นจริง ทำให้คนในชาติหลงมกมาย มีความเข้าใจต่อตัวเอง และต่อสังคมอย่างผิดๆ นั่นคือ วัฒนธรรมที่เป็นมรดกสืบทอดกันมา มีทั้งที่เป็นวัฒนธรรมสร้างสรรค์ดีงาม ที่ยกระดับจิตใจและพฤติกรรมตลอดจนอุดมการณ์แห่งชาติที่เป็นประโยชน์ต่อตัวเขาเองและสังคม ซึ่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะมีส่วนเข้ามาเกี่ยวข้อง ที่ช่วยให้มนุษย์เรามีความเข้าใจตัวของมนุษย์เองและของธรรมชาติอย่างแท้จริง จึงสามารถบอกได้ว่าวัฒนธรรมใดเป็นวัฒนธรรมที่ไม่พึงยึดถือ เพราะเป็นวัฒนธรรมที่ถ่วงพัฒนาการของสังคม และวัฒนธรรมใดที่มีคุณค่า มีประโยชน์ต่อตนเอง และต่อสังคม เช่น การดำเนินการใดๆ จะต้องมีความซื่อสัตย์ มีความคิด

อันถูกต้องเกี่ยวกับการพัฒนาที่สอดคล้องสมดุลกับธรรมชาติ เหมาะสมกับเอกลักษณ์ทางสังคม และอยู่บนพื้นฐานของวัฒนธรรมของส่วนใหญ่ ลดการเห็นแก่ตัว การใช้ทรัพยากรอย่างทะนุถนอม ประชาธิปไตยอันดีที่มี พื้นฐานมาจากประชาชนอย่างแท้จริงไม่ใช่เงินและอำนาจ หรืออำนาจ และช่วยทำนุบำรุงและจรโลงวัฒนธรรมที่ดีงามให้คงอยู่นานสืบไปตลอดจนสามารถช่วยให้ วัฒนธรรมที่ดีงามมีบทบาทและผลกระทบในด้านสร้างสรรค์ยิ่งขึ้น เช่น การเก็บภาพ บันทึกภาพ การขุดค้น บอกรสภาพชีวิตความเป็นอยู่ อารยธรรม ตลอดจนประวัติความเป็นมาของวัฒนธรรม เก่าแก่จากโบราณวัตถุเก่าแก่ที่เคยมีอยู่ในอดีตได้

#### 1.4 การวัดและหน่วยการวัดทางวิทยาศาสตร์

1.4.1 ระบบหน่วยระหว่างชาติ ปริมาณใดที่เป็นวิทยาศาสตร์ จะสามารถบอกปริมาณ เหล่านั้นเป็นตัวเลข และหน่วยวัดได้เสมอ ปริมาณใดไม่สามารถบอกเป็นตัวเลข และไม่สามารถ ระบุหน่วยวัดได้ ปริมาณเหล่านั้นไม่จัดว่าเป็นปริมาณทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความสวย ความดี ความยุติธรรม ปริมาณเหล่านี้ไม่สามารถวัดได้ ถึงแม้จะพยายามวัด ก็ไม่มีมาตรฐานการวัด อาจ เปลี่ยนแปลงตามเวลา และค่านิยมของยุคสมัย หน่วยของการวัดปริมาณทางวิทยาศาสตร์ ใน ประเทศหนึ่งหรือในท้องถิ่นหนึ่งอาจใช้หน่วยต่างกัน เราอาจเห็นหน่วยวัดอยู่หลายระบบ เช่นระบบ เมตริก ระบบอังกฤษ ระบบ mks เป็นต้น ทำให้การสื่อสารทำความเข้าใจทำได้ลำบาก จึงได้มีความ พยายามสร้างระบบหน่วยระหว่างชาติขึ้น เมื่อปี พ.ศ. 2503 ของ CGPM (Conference General des Poids et Mesures หรือ General Conference on Weights and Measures) ได้ตกลงให้มีหน่วยระบบ มาตรฐานระหว่างชาติขึ้นเรียกว่า “International System of Units” เรียกย่อ ๆ ว่าระบบ “SI” เพื่อใช้ ในการวัดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วย SI ประกอบด้วย

##### หน่วยมูลฐาน

ความยาว	ใช้เป็น เมตร	ใช้สัญลักษณ์ m
มวล	ใช้เป็น กิโลกรัม	ใช้สัญลักษณ์ kg
เวลา	ใช้เป็น วินาที	ใช้สัญลักษณ์ s
กระแสไฟฟ้า	ใช้เป็น แอมแปร์	ใช้สัญลักษณ์ A
อุณหภูมิ	ใช้เป็น เคลวิน	ใช้สัญลักษณ์ K
ปริมาณสาร	ใช้เป็น โมล	ใช้สัญลักษณ์ mol
ความเข้มของการส่องสว่าง	ใช้เป็น แคนเดลลา	ใช้สัญลักษณ์ cd

##### หน่วยเสริม มี 2 หน่วยคือ

- เรเดียน (radian) สัญลักษณ์ rad เป็นหน่วยวัดมุมในระนาบ
- สเตอเรเดียน (steradian) สัญลักษณ์ sr เป็นหน่วยวัดมุมในสามมิติบางครั้งอาจ เรียกว่า มุมตัน (solid angle)

## หน่วยอนุพันธ์

หน่วยอนุพันธ์เป็นหน่วยที่มีหน่วยมูลฐานตั้งแต่สองหน่วยขึ้นไป มาเกี่ยวเนื่องกัน เช่น ความเร็ว มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที ซึ่งเมตรและวินาทีเป็นหน่วยมูลฐาน หน่วยอนุพันธ์มีหลายหน่วย ซึ่งมีชื่อและสัญลักษณ์ตั้งขึ้นเป็นพิเศษ กำหนดโดย CGPM (Conference General des Poids et Mesures) ณ กรุงปารีส ในที่นี้จะกล่าวเป็นตัวอย่างเพียงบางหน่วย

<u>ปริมาณ</u>	<u>ชื่อหน่วยอนุพันธ์</u>	<u>สัญลักษณ์</u>	<u>เทียบเป็นหน่วยมูลฐาน</u>
พื้นที่	ตารางเมตร	m <sup>2</sup>	
ปริมาตร	ลูกบาศก์เมตร	m <sup>3</sup>	
ความถี่	เฮิร์ตซ์ (Hertz)	Hz	1 Hz = 1 s <sup>-1</sup>
ความเร็ว	เมตร/วินาที	m/s	1 m/s = 1 ms <sup>-1</sup>
แรง	นิวตัน (Newton)	N	1 N = 1 kg·m/s <sup>2</sup>
งาน, พลังงาน	จูล (Joule)	J	1 J = 1 N·m
ความดัน	ปาสคาล (Pascal)	Pa	1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup>
กำลัง	วัตต์ (Watt)	W	1 W = 1 J/s

## คำอุปสรรค

ในการบอกหน่วยที่มีขนาดใหญ่กว่าหรือเล็กกว่าระบบในหน่วยมูลฐาน หรือหน่วยอนุพันธ์ นิยมใช้วิธีการคูณด้วยเลขสิบยกกำลัง แต่ก็มีการใช้ชื่อเลขสิบยกกำลังบางตัว และใช้อักษรแทนใส่ไว้ข้างหน้าหน่วย เรียกว่า คำอุปสรรค ดังนี้

10 <sup>12</sup>	เรียกว่า Tera	ใช้สัญลักษณ์ T	(ล้านล้าน)
10 <sup>9</sup>	เรียกว่า Giga	ใช้สัญลักษณ์ G	(พันล้าน)
10 <sup>6</sup>	เรียกว่า Mega	ใช้สัญลักษณ์ M	(ล้าน)
10 <sup>3</sup>	เรียกว่า kilo	ใช้สัญลักษณ์ k	(พัน)
10 <sup>2</sup>	เรียกว่า hecto	ใช้สัญลักษณ์ h	(ร้อย)
10 <sup>1</sup>	เรียกว่า deca	ใช้สัญลักษณ์ da	(สิบ)
10 <sup>-1</sup>	เรียกว่า deci	ใช้สัญลักษณ์ d	(ส่วนสิบ)
10 <sup>-2</sup>	เรียกว่า centi	ใช้สัญลักษณ์ c	(ส่วนร้อย)
10 <sup>-3</sup>	เรียกว่า milli	ใช้สัญลักษณ์ m	(ส่วนพัน)
10 <sup>-6</sup>	เรียกว่า micro	ใช้สัญลักษณ์ μ	(ส่วนล้าน)
10 <sup>-9</sup>	เรียกว่า nano	ใช้สัญลักษณ์ n	(ส่วนพันล้าน)
10 <sup>-12</sup>	เรียกว่า pico	ใช้สัญลักษณ์ p	(ส่วนล้านล้าน)
10 <sup>-15</sup>	เรียกว่า femto	ใช้สัญลักษณ์ f	(ส่วนพันล้านล้าน)
10 <sup>-18</sup>	เรียกว่า atto	ใช้สัญลักษณ์ a	(ส่วนล้านล้านล้าน)

เช่น

$5 \times 10^{-3}$ เมตร	เขียนว่า 5 mm.	อ่านว่า 5 มิลลิเมตร
$6 \times 10^3$ เมตร	เขียนว่า 6 km.	อ่านว่า 6 กิโลเมตร
$700 \times 10^{-9}$ เมตร	เขียนว่า 700 nm.	อ่านว่า 700 นาโนเมตร

#### 1.4.2 มาตรฐานของหน่วย

**เมตร (m)** คือ ความยาวที่เท่ากับ 1, 650, 763.73 เท่าของความยาวคลื่นในสุญญากาศของการแผ่รังสีที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอะตอมคริปทอน -86 ระหว่างระดับ  $2^p10$  กับ  $5d_3$

**กิโลกรัม (Kg)** คือ หน่วยของมวลซึ่งเท่ากับมวลต้นแบบระหว่างชาติของกิโลกรัม (มวลต้นแบบนี้เก็บรักษาไว้ที่สำนักงานมาตรา ชั่ง ตวง วัด ระหว่างชาติ ที่ แซร์เรอ ใกล้กับกรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส)

**วินาที (s)** คือ ช่วงเวลา 9,192,631,770 เท่าของคาบการแผ่รังสีที่เกิดจากเปลี่ยนระดับพลังงานของอะตอมซีเซียม - 133 ระหว่างระดับไฮเปอร์ไฟน์สองระดับของสถานะมูลฐาน

**แอมแปร์ (A)** ขนาดของกระแสคงที่ในตัวนำ 2 เส้นที่มีความยาวไม่จำกัดและมีพื้นที่หน้าตัดน้อยจนไม่ต้องคิด ซึ่งวางอยู่คู่ขนานห่างกัน 1 เมตร ในสุญญากาศแล้วจะทำให้เกิดแรงระหว่างตัวนำทั้งสองเท่ากับ  $2 \times 10^{-7}$  หน่วยเอ็ม.เค.เอส ต่อความยาว 1 เมตร

**เคลวิน (K)** ที่ประชุมใหญ่แห่งมาตรา ชั่ง ตวง วัด ครั้งที่ 10 ได้วินิจฉัยให้นิยามมาตราส่วนเทอร์โมไดนามิกของอุณหภูมิ โดยอาศัยจุดทรีเปิดของน้ำเป็นจุดตรึงมูลฐาน จุดตั้งกล่าวมีอุณหภูมิเท่ากับ 273.16 เคลวิน อย่างที่โดยตรง

**แคนเดลา (cd)** คือ ความเข้มของการส่องสว่างในทางตั้งฉากของพื้นผิววัตถุดำที่มีพื้นที่  $1/600,000$  ตาราง/เมตร ณ. อุณหภูมิซึ่งธาตุปลาตินัมเริ่มแข็งตัว ภายใต้ความดัน 101,325 นิวตันต่อตารางเมตร

**โมล (mol)** คือ ปริมาณของสารในระบบ ซึ่งประกอบด้วยจำนวนหน่วยมูลฐานเทียบเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอนในคาร์บอน - 12 ปริมาณ 0.012 กิโลกรัมพอดี

แม้ว่าหน่วย เอส.ไอ จะใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วไป และถือว่าเป็นหน่วยมาตรฐานของโลก แต่ในทางอุตสาหกรรม การวัดปริมาณขนาดใหญ่บางอย่างยังคงนิยมใช้ระบบอังกฤษอยู่มาก เช่น ไมล์ ออนซ์ การเปลี่ยนหน่วยที่พบทั่วไปมีดังนี้

1 นิ้ว	เท่ากับ 2.54 เซนติเมตร	1 ไมล์	เท่ากับ 1.61 กิโลเมตร
1 ปอนด์	เท่ากับ 453.6 กรัม	1 ออนซ์	เท่ากับ 28.35 กรัม
1 ควอทซ์	เท่ากับ 0.943 ลิตร	1 เมตร	เท่ากับ 39.37 นิ้ว (3.2808 ฟุต)
1 กิโลเมตร	เท่ากับ 0.621 ไมล์		

- 1 กิโลกรัม เท่ากับ 2.024623 ปอนด์ (15432.46 เกรน)
- 1 ลิตร เท่ากับ 1.06 ควอทซ์

### 1.4.3 การเปลี่ยนหน่วย

ในการเปลี่ยนหน่วย นอกจากจะทราบระดับขนาดของค่าอุปสรรคแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการแปลงจากหน่วยใหญ่เป็นหน่วยเล็ก หรือหน่วยเล็กเป็นหน่วยใหญ่ด้วย เช่น คำว่าไมโคร ( $\mu$ ) มีความหมายว่า  $10^{-6}$  ก็จริงแต่ถ้าจะแปลงจาก 3 เมตร เป็นไมโครเมตรจะได้  $3 \times 10^6$  ไมโครเมตร เพราะเมตรเป็นด้านเท่าของไมโครเมตร ในทางตรงกันข้ามถ้าแปลง 3 ไมโครเมตรเป็นเมตรก็จะเขียนได้ว่า  $3 \times 10^{-6}$  เมตร เพราะแปลงจากขนาดเล็กไปขนาดใหญ่เราอาจจำง่าย ๆ ว่าถ้าแปลงจากหน่วยใหญ่เป็นหน่วยเล็กก็ใช้กำลังบวก ถ้าแปลงจากหน่วยเล็กไปหน่วยใหญ่กว่าก็ใช้กำลังเป็นลบ

- ตัวอย่างที่ 1.4.1** จงแปลง
- (ก) 2 เซนติเมตร เป็น ไมโครเมตร
  - (ข) 2 เซนติเมตร เป็น นาโนเมตร
  - (ค) 2 เซนติเมตร เป็น กิโลเมตร
  - (ง) 36 กิโลเมตร/ชั่วโมง เป็น เมตร/วินาที
  - (จ) 20 เมตร/วินาที เป็น กิโลเมตร/ชั่วโมง

#### วิธีทำ

$$(ก) 2 \text{ cm} = 2 \text{ cm} \times 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{cm}} \times 10^6 \frac{\mu\text{m}}{\text{m}} = 2 \times 10^4 \mu\text{m} \quad \text{ตอบ}$$

$$(ข) 2 \text{ cm} = 2 \text{ cm} \times 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{cm}} \times 10^9 \frac{\text{nm}}{\text{m}} = 2 \times 10^7 \text{ nm} \quad \text{ตอบ}$$

$$(ค) 2 \text{ cm} = 2 \text{ cm} \times 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{cm}} \times 10^{-3} \frac{\text{km}}{\text{m}} = 2 \times 10^{-5} \text{ km} \quad \text{ตอบ}$$

$$(ง) 36 \frac{\text{km}}{\text{hr}} = \frac{36 \text{ km} \times 10^3 \frac{\text{m}}{\text{km}}}{1 \text{ hr} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min}}} = 10 \text{ m/s} \quad \text{ตอบ}$$

$$(จ) 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{20 \text{ m} \times 10^{-3} \frac{\text{km}}{\text{m}}}{1 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}}} = 70 \text{ km/hr} \quad \text{ตอบ}$$

## คำถาม

1. สมมติว่าขณะที่ท่านนอนหลับ มีผู้วิเศษเนรมิตทุกสิ่งในโลกให้มีขนาดลดลงครึ่งหนึ่งทุกมิติ ท่านตื่นขึ้นมาท่านจะทราบหรือไม่ว่าทุกสิ่งรอบตัวท่านมีขนาดลดลงไปครึ่งหนึ่งให้เหตุผลประกอบด้วย
2. การนิยามปริมาณใด ๆ จะกำหนดขึ้นเองได้หรือไม่เพราะเหตุใด
3. เมื่อมนุษย์ย้ายถิ่นฐานไปบนดาวดวงใหม่ มาตรฐานความยาว มวล เวลา จะต้องเปลี่ยนไปหรือไม่
4. ปริมาณใดต่อไปนี้เป็นหน่วยมูลฐาน แรง ความถี่ พลังงาน กระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ
5. สเตอริเดียนใช้วัดอะไร
6. ถ้าอายุเฉลี่ยของคนไทยเท่ากับ 65 ปี จงหาอายุในหน่วยวินาที
7. 40 กิโลกรัมมีค่ากี่กรัม กีมิลลิกรัม กี่ไมโครกรัม
8. ชุมมวล 54 ไมโครกรัม และก้อนหินมวล 2.7 กิโลกรัม ก้อนหินหนักเป็นกี่เท่าของชุง
9. 1 ปีแสงคือหน่วยวัดระยะทางทางดาราศาสตร์ หมายถึง ระยะทางที่แสงเดินทางได้ในเวลา 1 ปี แสงมีความเร็ว  $= 3 \times 10^8$  เมตร / วินาที จงหาว่า 1 ปีแสงเท่ากับกี่เมตร
10. ไมล์ กับ ไมล์ทะเล เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร  
( 1 ไมล์ = 1,760 หลา = 5,280 ฟุต 1 ไมล์ทะเล = 6,076 ฟุต)
11. ในการสร้างมาตราส่วนของเทอร์โมมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิแบบเซลเซียส ครั้งแรกนั้นเซลเซียสได้กำหนดให้น้ำเดือดที่ 0 องศา และจุดเยือกแข็งอยู่ที่ 100 องศา จงอภิปรายว่าถ้าเรายังคงใช้มาตราส่วนแบบนี้มาวัดอุณหภูมิในปัจจุบัน ผลการวัดและการบอกค่าอุณหภูมิจะเป็นอย่างไร
- 12.