

บทที่ 1

ความรู้พื้นฐานทางฟิสิกส์

(Fundamental knowledge in Physics)

ฟิสิกส์ (Physics) มาจากภาษากรีก ซึ่งมีความหมายว่า “เป็นธรรมชาติ” วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ศึกษาความเป็นไปของธรรมชาติ เป็นการศึกษาที่มีพื้นฐานมาจากการสังเกต การรวบรวมข้อมูล การทดลอง และการคิดหาเหตุผล วิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งหากฎเกณฑ์ต่างๆ สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ เช่น กลางวัน กลางคืน รุ้งกินน้ำ ไฟแลบ พายุ การเกิดพายุ การเกิดจันทรุปราคา สุริยุปราคา การเกิดแผ่นดินไหว เป็นต้น ความรู้ในวิชาฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้มาจากการสังเกตและการวัดโดยเครื่องมือต่างๆ แล้วนำมาวิเคราะห์ แปลความหมายจนถึงการสรุปเป็นหลักการและกฎเกณฑ์ และความรู้อีกส่วนหนึ่งได้มาจากแบบจำลองทางความคิด ซึ่งนำไปสู่การสร้างทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ กฎเกณฑ์และทฤษฎีที่ได้ อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ และยืนยันโดยผลการทดลอง

1.1 ฟิสิกส์กับการประยุกต์ด้านต่างๆ

วิชาวิทยาศาสตร์ คือ วิชาที่เน้นศึกษาเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ แบ่งได้เป็น 2 สาขา ได้แก่

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เป็นการศึกษาเฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต
2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งไม่มีชีวิต แบ่งออกเป็นอีกหลายแขนง เช่น ฟิสิกส์ เคมี ธรณีวิทยา ดาราศาสตร์ เป็นต้น วิชาฟิสิกส์ เป็นวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพแขนงหนึ่ง ซึ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ฟิสิกส์เป็นศาสตร์ที่ได้จากการทดลอง (Experimental science) ความรู้พื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ ได้แก่ กลศาสตร์ ความร้อน แสง เสียง ไฟฟ้า แม่เหล็ก ฟิสิกส์อะตอมและฟิสิกส์นิวเคลียร์ นอกจากนี้ความรู้ทางฟิสิกส์ยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับศาสตร์สาขาอื่นๆ ได้แก่

ฟิสิกส์กับเคมี วิชาเคมีเป็นการศึกษาปฏิกิริยาในระดับโมเลกุลและระดับอะตอมซึ่งเกิดขึ้นระหว่างอิเล็กตรอนในอะตอม จำเป็นต้องอาศัยความรู้พื้นฐานในด้านฟิสิกส์อะตอมและฟิสิกส์

นิวเคลียร์เพื่อใช้ศึกษาโครงสร้างอะตอมและอะตอม รวมทั้งการศึกษาพันธะเคมี นอกจากนี้ในการทดลองทางเคมียังต้องอาศัยเทคนิคเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นด้วยความรู้จากฟิสิกส์ เช่น แมสสเปกโตรมิเตอร์ เครื่องวัดความนำไฟฟ้าของสารละลาย เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส เป็นต้น

ฟิสิกส์กับชีววิทยา วิชาชีววิทยาอาศัยความรู้พื้นฐานของวิชาฟิสิกส์และเคมีในการศึกษาระบบและกระบวนการต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากสิ่งมีชีวิตประกอบขึ้นมาจากอะตอมและโมเลกุลของสารต่างๆ อะตอมเหล่านี้ย่อมมีอันตรกิริยาระหว่างกัน เช่น ปฏิกิริยาการเคลื่อนย้ายมวล ปฏิกิริยาการเคลื่อนย้ายประจุในระดับเซลล์ การถ่ายโอนพลังงาน เป็นต้น และกระบวนการทางฟิสิกส์ในระดับอวัยวะอีกด้วย เช่น การลำเลียงของน้ำภายในต้นไม้ การสังเคราะห์แสง การหายใจ การเคลื่อนไหวของกระดูกและกล้ามเนื้อ เป็นต้น นอกจากนี้เครื่องมือที่ใช้ในวิชาชีววิทยา เช่น กล้องจุลทรรศน์ เครื่องเขย่าสาร เครื่องเหวี่ยงตะกอน เครื่องวัดความดันโลหิต เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าจากหัวใจและสมอง เป็นต้น ต้องอาศัยหลักการในวิชาฟิสิกส์

ฟิสิกส์กับการพัฒนาด้านคอมพิวเตอร์ ความรู้ด้านคอมพิวเตอร์อาศัยความรู้พื้นฐานจากวิชาฟิสิกส์ของแข็ง อิเล็กทรอนิกส์ ไฟฟ้าสถิต ไฟฟ้ากระแส ฯลฯ ในการสร้างไมโครโพรเซสเซอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ที่เป็นส่วนสำคัญของคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นยังพัฒนาอุปกรณ์และทฤษฎีใหม่ๆ ทางคอมพิวเตอร์ ยังต้องอาศัยความรู้ทางทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม

ฟิสิกส์กับการพยาบาลและการแพทย์ การพยาบาลและการแพทย์เป็นวิชาที่เน้นการศึกษาด้านชีววิทยาของมนุษย์ กระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในร่างกายสามารถอธิบายได้ด้วยหลักการทางฟิสิกส์ เช่น สายตาสั้น สายตายาว การส่งกระแสประสาท คลื่นสมอง คลื่นหัวใจ ระบบหมุนเวียนโลหิต เป็นต้น นอกจากนี้เครื่องมือเครื่องใช้ทางการแพทย์ เช่น เครื่องเอกซเรย์ อัลตราซาวด์ เครื่องกระตุ้นหัวใจ มีดผ่าตัดเลเซอร์ เครื่องวัดความดันโลหิต เครื่องวัดคลื่นหัวใจ กล้องไฟเบอร์ออปติกสตรูวาระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น

ฟิสิกส์กับวิศวกรรมศาสตร์ วิชาวิศวกรรมศาสตร์ได้นำเอาหลักการทางฟิสิกส์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ เช่น การออกแบบ การสร้างเครื่องมือเครื่องใช้ เครื่องจักรกล โครงสร้างอาคาร เป็นต้น

1.2 ระบบหน่วยระหว่างชาติ

ปริมาณต่างๆ ที่วัดจะต้องมีหน่วยที่เหมาะสมกำกับ ปัจจุบันมีระบบหน่วยซึ่งประเทศต่างๆ ได้ตกลงกันที่จะใช้ร่วมกันเป็นมาตรฐานสากล เรียกว่า ระบบหน่วยนานาชาติ

(*International system of units* หรือ *System international d'unités*) มีอักษรย่อว่า หน่วยเอสไอ (*SI units*) ซึ่งเป็นที่ยอมรับให้ใช้โดยมติการประชุมนานาชาติว่าด้วยมาตรฐานชั่ง ตวง วัด (*Conference on weights and measures*)

ระบบนี้แบ่งหน่วยออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. หน่วยมูลฐาน (**Base units**) ระบบหน่วยระหว่างประเทศกำหนดขึ้นจากหน่วยมูลฐาน 7 หน่วย

ตารางที่ 1.1 หน่วยมูลฐาน

ปริมาณ	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์
ความยาว	เมตร (<i>Meter</i>)	<i>m</i>
มวล	กิโลกรัม (<i>Kilogram</i>)	<i>kg</i>
เวลา	วินาที (<i>Second</i>)	<i>s</i>
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์ (<i>Ampere</i>)	<i>A</i>
อุณหภูมิ	เคลวิน (<i>Kelvin</i>)	<i>K</i>
ปริมาณสาร	โมล (<i>Mole</i>)	<i>mol</i>
ความเข้มของการส่องสว่าง	แคนเดลา (<i>Candela</i>)	<i>cd</i>

ที่มา: Halliday, Resnick, & Walker (2001, p.2)

นิยามของหน่วยมูลฐาน

เมตร (*m*) คือ หน่วยของความยาวที่เท่ากับ 1,650,763.73 เท่าของความยาวคลื่นในสุญญากาศของการแผ่รังสีที่สมนัยกับการเปลี่ยนแปลงระหว่างระดับ $2p_{10}$ กับ $5d_5$ ของอะตอมคริปทอน -86

กิโลกรัม (*kg*) คือ หน่วยมวล ซึ่งเท่ากับมวลมูลฐานสำหรับนานาชาติของกิโลกรัม ทำด้วยโลหะผสมแพลทตินัมและอิริเดียม และเก็บไว้ที่สถาบันมาตรฐานชั่งตวงวัดที่เมืองแซฟรเวอ (*Sèvres*) ประเทศฝรั่งเศส

วินาที (*s*) คือ หน่วยของระยะทางเท่ากับ 9,192,631.770 เท่าของคาบของการแผ่รังสีที่สมนัยกับการเปลี่ยนแปลงระดับไฮเปอร์ไฟน์สองระดับของอะตอมซีเซียม -133 ในสถานะพื้น

แอมแปร์ (*A*) คือ หน่วยของกระแสไฟฟ้าซึ่งถ้ารักษาให้คงอยู่ในตัวนำ 2 เส้นที่มีความยาวอนันต์ มีพื้นที่ภาคตัดขวางเล็กมากจนไม่จำเป็นต้องคำนึงถึง และวางอยู่ขนานห่างกัน

1 เมตร ในสุญญากาศแล้วจะทำให้เกิดแรงระหว่างตัวนำทั้งสองเท่ากับ 2×10^{-7} นิวตันต่อความยาว 1 เมตร

เคลวิน (K) คือ หน่วยของอุณหภูมิทางอุณหพลศาสตร์ ซึ่งเท่ากับ $1/273.16$ ของอุณหภูมิทางอุณหพลศาสตร์ของจุดรวมสามสถานะของน้ำ

โมล (mol) คือ ปริมาณของสารที่ระบบประกอบด้วยองค์ประกอบมูลฐาน ซึ่งมีจำนวนเท่ากับจำนวนอะตอมใน 0.012 กิโลกรัมของคาร์บอน-12 เมื่อใช้โมล ต้องระบุองค์ประกอบมูลฐาน ซึ่งอาจเป็นอะตอม โมเลกุล ไอออน อิเล็กตรอน อนุภาคอื่นๆ หรือกลุ่มของอนุภาคตามที่กำหนด

แคนเดลา (cd) คือ หน่วยของความเข้มแห่งการส่องสว่างในทิศทางที่กำหนดให้ของแหล่งกำเนิดซึ่งแผ่รังสีเอกกรงค์ด้วยความถี่ 540×10^{12} เฮิร์ตซ์ และมีความเข้มการแผ่รังสีในทิศทางนั้นเท่ากับ $1/683$ วัตต์ต่อสเตอเรเดียน

2. หน่วยเสริม (Supplementary units) มี 2 หน่วย ดังแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 หน่วยเสริม

ปริมาณ	ชื่อหน่วยเสริม	สัญลักษณ์
มุมเชิงระนาบ (Plane angle)	เรเดียน (Radian)	rad
มุมเชิงของแข็ง (Solid angle)	สเตอเรเดียน (Steradian)	sr

นิยามของหน่วยเสริม

เรเดียน (rad) คือ มุมเชิงระนาบระหว่างเส้นรังสีสองเส้นซึ่งตัดเส้นรอบวงของวงกลมออกเป็นส่วนโค้ง และมีความยาวเท่ากับรัศมีนั้น

สเตอเรเดียน (sr) คือ มุมเชิงของแข็ง ซึ่งเมื่อยอดแหลมอยู่ ณ จุดศูนย์กลางทรงกลมจะตัดพื้นผิวรูปทรงกลมออกเป็นปริมาณที่เท่ากับพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านยาวเท่ากับรัศมีของรูปทรงกลมนั้น

3. หน่วยอนุพันธ์ (Derived units) เป็นหน่วยผสมซึ่งมีหน่วยฐานหลายหน่วยมาเกี่ยวเนื่องกัน หน่วยนี้มีจำนวนมาก มีชื่อและสัญลักษณ์ตั้งขึ้นเฉพาะ ชื่อและสัญลักษณ์ของหน่วยอนุพันธ์กำหนดโดย องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ตัวอย่างหน่วยอนุพันธ์

ปริมาณ	ชื่อหน่วยอนุพันธ์	สัญลักษณ์
พื้นที่	ตารางเมตร	m^2
ปริมาตร	ลูกบาศก์เมตร	m^3
ความถี่	เฮิรตซ์	Hz
ความหนาแน่น	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	$kg \cdot m^{-3}$
อัตราเร็ว ความเร็ว	เมตรต่อวินาที	$m \cdot s^{-1}$

ที่มา: Sears, Zemansky, & Young (1982, p.930)

ตารางที่ 1.3 ตัวอย่างหน่วยอนุพันธ์ (ต่อ)

ปริมาณ	ชื่อหน่วยอนุพันธ์	สัญลักษณ์
ความเร็วเชิงมุม	เรเดียนต่อวินาที	$rad \cdot s^{-1}$
แรง	นิวตัน	N
ความดัน	ปาสคัล, นิวตันต่อตารางเมตร	$Pa, N \cdot m^{-2}$
งาน พลังงาน ปริมาณความร้อน	จูล	J
กำลัง	วัตต์	W
ปริมาณไฟฟ้า ประจุไฟฟ้า	คูลอมบ์	C
ศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า	โวลต์	V
ความจุไฟฟ้า		
ความต้านทานไฟฟ้า	ฟารัด	F
ความนำไฟฟ้า	โอห์ม	Ω
ฟลักซ์แม่เหล็ก ฟลักซ์การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก	ซีเมนส์	S
ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก	เวเบอร์	Wb
ความเหนี่ยวนำ	เทสลา	T
อุณหภูมิเซลเซียส	เฮนรี	H
ฟลักซ์การส่องสว่าง	องศาเซลเซียส	$^{\circ}C$
ความสว่าง	ลูเมน	lm

ที่มา: Sears, Zemansky, & Young (1982, p.930)

คำอุปสรรค (*Prefixes*)

คำอุปสรรคเป็นคำที่ใช้เป็นชื่อและสัญลักษณ์ของพหุคูณของหน่วยเอสไอ สัญลักษณ์ของคำอุปสรรคคำหนึ่งๆ นั้นใช้ผสมกับสัญลักษณ์ของหน่วยโดยตรง จะทำให้เกิดเป็นสัญลักษณ์ของหน่วยใหม่ ซึ่งสามารถยกกำลังเป็นบวกหรือลบ ดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ตัวอย่างของคำอุปสรรค

เลขยกกำลัง	ชื่อคำอุปสรรค	สัญลักษณ์
10^{12}	เทอร่า (tera-)	T
10^9	จิกะ (giga-)	G
10^6	เมกะ (mega-)	M
10^3	กิโล (kilo-)	k
10^2	เฮกโต (hecto-)	h
10^1	เดกะ (deka-)	da
10^0	หน่วยหลัก	-
10^{-1}	เดซี (deci-)	d
10^{-2}	เซนติ (centi-)	c
10^{-3}	มิลลิ (milli-)	m
10^{-6}	ไมโคร (micro-)	μ
10^{-9}	นาโน (nano-)	n
10^{-12}	พิโก (pico-)	p

นอกจากนี้ยังสามารถใช้คำอุปสรรคผสมกับสัญลักษณ์ของหน่วยอื่นๆ กลายเป็นสัญลักษณ์เชิงประกอบ (*Compound Unit*) ขึ้นได้ เช่น

$$1 \text{ cm}^3 = (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$1 \mu\text{s}^{-1} = (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 10^6 \text{ s}^{-1}$$

และ 1.4×10^4 อาจเขียนเป็น $14 \text{ k} \cdot \text{N}$

2416 Pa อาจเขียนเป็น $2.416 \text{ k} \cdot \text{Pa}$

$5.2 \times 10^{-8} \text{ s}$ อาจเขียนเป็น 52 ns

สัญลักษณ์ของหน่วย ควรเขียนด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็ก นอกจากหน่วยที่ได้จากวิสามานยนามให้เขียนตัวแรกด้วยอักษรตัวใหญ่ เช่น

m	เมตร
s	วินาที
A	แอมแปร์
J	จูล
Wb	เวเบอร์

หน่วยเชิงประกอบที่ได้จากการคูณระหว่างหน่วย อาจเขียนแสดงได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้

$$N.m \quad N \cdot m \quad Nm$$

หน่วยเชิงประกอบที่ได้จากการหารระหว่างหน่วย อาจเขียนแสดงได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้

$$\frac{m}{s} \quad m/s \quad ms^{-1}$$

ตัวอย่างที่ 1.1 จงแปลงจาก 36 km/h ให้เป็น m/s

วิธีทำ แปลงบนจาก 36 กิโลเมตร ให้เป็นเมตร $= 36 \times 10^3 \text{ m}$

(1)

 แปลงล่างจาก 1 ชั่วโมง ให้เป็นวินาที $= 60 \times 60 = 3,600 \text{ s}$

(2)

นำสมการ $\frac{(1)}{(2)} = \frac{36 \times 10^3 \text{ m}}{3,600 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}$

ตัวอย่างที่ 1.2 จงแปลงจาก 2 km/cm^3 เป็น $\mu\text{m/m}^3$

วิธีทำ แปลงบนจาก $\frac{2 \times 10^3 \text{ m}}{10^{-6} \text{ m}^3} = 2 \times 10^9 \text{ m/m}^3$ (ลูกบาศก์เมตร = กว้าง $\times$ ยาว $\times$ สูง)

(1)

 แปลงล่างจาก $\frac{10^{-6}}{1} = 10^{-6} \text{ m}^3$

(2)

นำสมการ $\frac{(1)}{(2)} = \frac{2 \times 10^9 \text{ m}}{10^{-6} \text{ m}^3} = 2 \times 10^{15} \mu\text{m/m}^3$

1.2 เลขนัยสำคัญ (Significant figures)

การใช้เครื่องมือวัดสิ่งของต่างๆ นั้นเนื่องจากลักษณะของสเกลที่ใช้ในการวัดมีความละเอียดที่แตกต่างกันและในขณะเดียวกันถ้าให้คนหลายคนใช้เครื่องมือวัดชนิดเดียวกันวัดสิ่งของชนิดเดียวกันย่อมได้ค่าที่วัดมีลักษณะความละเอียดหรือจุดทศนิยมที่แตกต่างกัน ในทางฟิสิกส์จึงได้มีการกำหนดเลขนัยสำคัญขึ้นมา เพื่อที่จะทำให้การอ่านค่าสเกลจากเครื่องมือวัดที่ได้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกันและถูกต้องตรงกัน ดังนั้นความหมายของเลขนัยสำคัญก็คือ ตัวเลขที่ใช้บอกค่า ความละเอียดที่ได้จากการบันทึกที่ถูกต้องของเครื่องมือวัด

1.2.1 หลักการนับจำนวนนัยสำคัญ

- 1) จำนวนตัวเลขยกเว้นศูนย์จะนับนัยสำคัญหนึ่งตัว เช่น 2.2 มีเลขนัยสำคัญสองตัว คือ 2 และ 2 หรือ 1.23 มีเลขนัยสำคัญสามตัว คือ 1, 2 และ 3 เป็นต้น
- 2) ในกรณีที่ศูนย์เป็นเลขศูนย์จะแบ่งวิธีการพิจารณาได้ดังนี้
 - เลขศูนย์ถ้าอยู่ทางด้านขวามือเราจะนับเป็นนัยสำคัญทุกตัว เช่น 1.00 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว คือ 1, 0 และ 0 หรือ 5.10 มีนัยสำคัญสามตัว คือ 5, 1 และ 0 เป็นต้น
 - เลขศูนย์ถ้าอยู่ระหว่างจำนวนเต็มใด ๆ จะนับเป็นนัยสำคัญ เช่น 1.02 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว คือ 1, 0 และ 2 เป็นต้น
 - เลขศูนย์ถ้าอยู่ทางด้านซ้ายมือเราไม่นับเป็นนัยสำคัญ เช่น 0.1 มีเลขนัยสำคัญหนึ่งตัว คือ 1 หรือ 0.001 มีเลขนัยสำคัญ 1 ตัวเช่นกัน คือ 1 เป็นต้น
- 3) ในกรณีที่ศูนย์เป็นเลขยกกำลัง ($a \times 10^n$) นับเป็นจำนวนนัยสำคัญเฉพาะตัวเลขที่อยู่หน้าเลขยกกำลัง (a) เช่น 12×10^5 มีเลขนัยสำคัญสองตัว คือ 1 และ 2 หรือ 1.05×10^6 มีเลขนัยสำคัญสามตัวคือ 1, 0 และ 5 เป็นต้น
- 4) จำนวนเต็มใดๆ ที่ไม่สามารถระบุจำนวนนัยสำคัญได้ชัดเจนแน่นอน เช่น 100 มีเลขนัยสำคัญสามตัว (หากเขียนในรูปนี้) หากต้องการให้มีเลขนัยสำคัญแค่สองตัว จะต้องเขียนตามข้อ 3 คือ 1.0×10^2 แต่ถ้าต้องการให้มีเลขนัยสำคัญหนึ่งตัว สามารถเขียนได้เป็น 1×10^2

1.2.2 การบวกและลบเลขนัยสำคัญ

หลังจากที่ได้ข้อมูลที่บันทึกได้จากเครื่องมือวัดแล้ว ในขั้นตอนต่อไปเมื่อนำข้อมูลมาบวก หรือลบกันจะมีหลักในการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการบวกหรือลบเลขนัยสำคัญโดยผลลัพธ์ ที่ได้จะต้องมีจำนวนจุดทศนิยมเท่ากับเลขที่มีจุดทศนิมน้อยที่สุด หรือมีค่าความละเอียด น้อยสุดอย่างเช่น สมมุติว่าข้อมูลแรกบันทึกได้ 1.213 และข้อมูลตัวที่สองได้ 1.25 เมื่อนำมาบวกกันตามหลักเลขนัยสำคัญ เราจะได้ 2.463 แต่ตามหลักของการบวกเลขนัยสำคัญเราจะต้องตอบเท่ากับจำนวนจุดทศนิยมเท่ากับเลขที่มีจุดทศนิมน้อยที่สุด จึงต้องใช้การประมาณค่า คือถ้าตัวเลขนั้นมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 5 ให้ปัดขึ้น แต่หากมีค่าน้อยกว่า 5 ให้ปัดทิ้ง ดังนั้น เราจะได้เท่ากับ 2.46 นั่นเอง

1.2.3 หลักในการคูณและการหารเลขนัยสำคัญ

หลักในการคูณและการหารเลขนัยสำคัญนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จะมีจำนวนนัยสำคัญเท่ากับเลขที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด ตัวอย่างเช่น

$$\begin{aligned} 2.0 \times 2 &= 4 \\ \text{หรือ} \quad 2 \times 100 &= 2 \times 10^2 \end{aligned}$$

1.3 ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (Error of measurement)

เมื่อเราใช้เครื่องมือในการวัดนั้น เนื่องจากค่าที่ได้จากการวัดอาจจะคลาดเคลื่อนไปจากค่าความเป็นจริง ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากตัวของผู้วัดเอง หรืออาจเกิดจากความผิดปกติของเครื่องมือวัด เราสามารถที่จะคำนวณหาค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนในการวัดได้จาก

$$\text{ค่า \% ความคลาดเคลื่อนในการวัด} = \left| \frac{\text{ค่าที่ได้} - \text{ค่าจริง}}{\text{ค่าจริง}} \right| \times 100 \%$$

ตัวอย่างที่ 1.2 ชไมพรต้องการวัดความยาวของวัตถุอันหนึ่งซึ่งทราบความยาวจริงเท่ากับ 19 เมตร แต่ในทางปฏิบัติเขาวัดได้ 20 เมตร จงหาค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น
วิธีทำ

$$\begin{aligned} \% \text{ ความคลาดเคลื่อนในการวัด} &= \left| \frac{\text{ค่าที่ได้} - \text{ค่าจริง}}{\text{ค่าจริง}} \right| \times 100 \% \\ &= \left| \frac{19 - 20}{20} \right| \times 100 \% \end{aligned}$$

$$= 5 \%$$

บทสรุป

ฟิสิกส์และปรากฏการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเรามากที่สุดคือการใช้เครื่องมือที่มีความหลากหลายในการวัดปริมาณต่างๆ ในฟิสิกส์ เครื่องมือวัดแต่ละชนิดก็จะมีหน่วยในการวัดที่แตกต่างกัน ฟิสิกส์จะพิจารณาหน่วยได้สองแบบ คือหน่วยมูลฐาน และหน่วยอนุพัทธ์ ซึ่งหน่วยอนุพัทธ์เป็นหน่วยที่นำหน่วยมูลฐานมาผสมผสานกัน เพื่อให้การวัดปริมาณต่างๆ มีความถูกต้องและตรงกันเป็นสากล ระบบหน่วยที่ใช้เป็นมาตรฐานนี้เรียกว่าระบบ SI เมื่อมีการใช้เครื่องมือวัดและบันทึกค่าก็จะสามารถเกิดความผิดพลาดในเรื่องของการบันทึกค่าความละเอียดที่ไม่ตรงกันได้ จึงมีการ กำหนดหลักของเลขนัยสำคัญขึ้นมาเพื่อเป็นหลักในการบันทึกค่าความละเอียดของสเกลเครื่องมือวัดแต่ละชนิด และสามารถบอกความสามารถในวัดของเครื่องมือชนิดนั้นได้ ซึ่งจะมีหลักในการเขียนและอ่านค่าเลขนัยสำคัญโดยใช้เลขสิบยกกำลังในการช่วย และสามารถใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนจากการวัดออกมาเป็นค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อน

กิจกรรมทดลอง

แบบบันทึกกิจกรรมการทดลอง
เรื่อง การวัดและความคลาดเคลื่อน

วันที่.....เดือนพ.ศ. 25.....สาขาวิชา.....กลุ่มเรียน

ผู้ร่วมงานรหัส

ผู้ร่วมงานรหัส

ผู้ร่วมงานรหัส

ผู้ร่วมงานรหัส

ผู้ร่วมงานรหัส

วัตถุประสงค์

1. สามารถใช้เครื่องมือวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถบันทึกผลการทดลองตามหลักเกณฑ์สำคัญได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถคำนวณค่าปริมาณทางฟิสิกส์ตามหลักเกณฑ์สำคัญได้อย่างถูกต้อง

วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง

1. เวอร์เนียคาลิเปอร์
2. ไมโครมิเตอร์
3. ไม้บรรทัด
4. ไม้โปรแทรกเตอร์
5. แผ่นกระดาษ A4

6. เหรียญ 10 บาท และ 1 บาท

วิธีการทดลอง

1. ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัดความกว้างและความยาวของแผ่นกระดาษ A4 จำนวน 5 ครั้ง บันทึกผล โดยระบุความคลาดเคลื่อนด้วย
2. คำนวณความกว้างและความยาวที่เป็นค่าตัวแทนความกว้างและความยาวของแผ่นกระดาษ บันทึกผล
3. คำนวณหาพื้นที่ของแผ่นกระดาษ โดยใช้หลักการคำนวณเลขนัยสำคัญ บันทึกค่าพื้นที่เป็นค่าที่ 1
4. ทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1-3 บันทึกค่าพื้นที่เป็นค่าที่ 2
5. นำค่าพื้นที่ทั้ง 2 ค่า มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง บันทึกผล
6. ใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ในการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกปิงปอง จำนวน 3 ครั้ง บันทึกผลการทดลอง โดยระบุความคลาดเคลื่อนด้วย
7. ใช้ไมโครมิเตอร์วัดความหนาของเหรียญ 1 บาท และ 10 บาท จำนวนอย่างละ 3 ครั้ง บันทึกผลการทดลอง โดยระบุความคลาดเคลื่อนด้วย
8. ใช้ไม้บรรทัดวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหรียญ 10 บาท และคำนวณหาปริมาตรของเหรียญดังกล่าว พร้อมแสดงวิธีการคำนวณ พร้อมระบุความคลาดเคลื่อน

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1

ครั้งที่วัด	ความกว้าง ครั้งที่ 1 (.....)	ความยาว ครั้งที่ 1 (.....)	ความกว้าง ครั้งที่ 2 (.....)	ความยาว ครั้งที่ 2 (.....)
1				
2				
3				
4				
5				

วิเคราะห์ผลการทดลอง

คำนวณค่าตัวแทนของความกว้าง =

แสดงการคำนวณ

.....

คำนวณค่าตัวแทนของความยาว =

แสดงการคำนวณ

.....

คำนวณค่าพื้นที่ =

แสดงการคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง.....

ผลการทดลอง

ตอนที่ 2

ครั้งที่วัด	เส้นผ่าศูนย์กลาง ลูกปิงปอง (.....)	ความหนาเหรียญ 1 บาท (.....)	ความหนาเหรียญ 10 บาท (.....)	เส้นผ่าศูนย์กลาง เหรียญ 10 บาท (.....)
1				
2				
3				
เฉลี่ย				

วิเคราะห์ผลการทดลอง

คำนวณค่าตัวแทนของความหนา =

คำนวณค่าตัวแทนของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง =

คำนวณค่าปริมาตร =

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัด

1. จงหาค่าของ 5 พิโกเมตรในหน่วยของเมกะเมตร
2. 10 นาโนเมตร มีค่าเท่ากับกี่มิลลิเมตร
3. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาความเร็วของรถยนต์ในหน่วยเมตรต่อวินาที
4. ระยะทางจากกรุงเทพฯ ไปยังลพบุรีมีค่าเท่ากับ 180 กิโลเมตร จงหาระยะทางในหน่วยมิลลิเมตรและนาโนเมตร
5. จำนวนเลขนัยสำคัญของจำนวนต่อไปนี้ มีค่าเท่ากับเท่าไรตามลำดับ 17, 522.0, 2.22222, 0.00012345, 1.25558×10^4
6. เชือกสองเส้นยาวเส้นละ 45.76 และ 0.124 เซนติเมตร ถ้านำเชือกทั้งสองมาวางต่อกัน จะได้ความยาวเท่าไรตามหลักนัยสำคัญ
7. กล่องรูปทรงสี่เหลี่ยมมีความกว้างเท่ากับ 2.1 เมตร ยาว 1.25 เมตร สูง 1 เมตร จงหาพื้นที่และปริมาตรของกล่องนี้ตามหลักนัยสำคัญ
8. จากการทดลองวัดความยาวของวัตถุชนิดหนึ่งพบว่าค่าที่ได้จากการทดลองคลาดเคลื่อนไปจากค่าจริง 0.35 เซนติเมตรถ้าค่าจริงเท่ากับ 100 เซนติเมตร จงหาค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ก่องกัญจน์ ภัทรากาญจน์ และชนกาญจน์ ภัทรากาญจน์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2552).

ฟิสิกส์ 1 ตัวอย่างและโจทย์พร้อมคำตอบ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2549). ฟิสิกส์ 1. กรุงเทพฯ:

สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทวี ฉิมอ้อย, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2541). ฟิสิกส์พื้นฐานระดับมหาวิทยาลัย 1.

กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ปรเมษฐ์ ปัญญาเหล็ก, มหาวิทยาลัยศรีปทุม. (2553). ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1. กรุงเทพฯ: โรง

พิมพ์มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

สมพงษ์ ใจดี. (2541). ฟิสิกส์มหาวิทยาลัย 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุชาติ สุภาพ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2558). ฟิสิกส์ทั่วไป. กรุงเทพฯ:

สำนักพิมพ์ทริปเฟลด์ เอ็ดดูเคชั่น.

อนุกรรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (2543). ฟิสิกส์เล่ม 1. กรุงเทพฯ. สมาคมวิทยาศาสตร์
แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

สุมาลี เทียนทองดี. (2561). การสอนฟิสิกส์แบบเพียร์ . กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏ
สวนสุนันทา.

Fraser, G. (2006). The New Physics for the Twenty-First Century. Cambridge:
Cambridge University Press.

Giambattista, A., Richardson, B.M., and Richardson, R.C. (2007). College Physics 2nd
ed. Boston: Mc Graw Hill.

Serway, R. A., and Jewett, J. W. (2014). Physics for Scientists and Engineers with
Modern Physics 9th ed. Belmont: Brooks/Cole-Thomson Learning.

Serway, R.A., Vuille, C., and Hughes, J. (2015). College Physics 10th ed. Stamford: Cengage
Learning.

Thornton, T.S., and Rex, A. (2013). Modern Physics for Scientists and Engineers 4th ed.
Boston: Brooks/Cole- Cengage Learning.

Young, H.D., and Freedman, R.A. (2016). Sear's & Zemansky's University Physics
with Modern Physics 14th ed. Essex: Pearson Education Limited.