1.3 การทดลองทางฟิสิกส์

ฟิสิกส์ (Physics) เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ที่ศึกษาธรรมชาติของสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ *การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ* และ *ปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ* ที่เกิดขึ้นรอบตัวเรา **การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์** *กระทำได้โดยวิธีการสังเกต การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์* เพื่อสรุปเป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ ความรู้เหล่านี้สามารถนำไป อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือ ทำนายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต และความรู้นี้สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานใน การแสวงหาความรู้ใหม่ เพิ่มเติมและพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์

การทำงานของนักฟิสิกส์

1. นักฟิสิกส์ที่ทำงานด้านทฤษฎี

2. นักฟิสิกส์ที่ทำงานทางด้านการทดลอง

นักฟิสิกส์ทฤษฎีทำงานเกี่ยวข้องกับ*การพัฒนาทฤษฎีใหม่ แก้ไขทฤษฎีเดิม* หรือ *อธิบายการทดลองใหม่ๆ* ในขณะที่ งานการทดลองนั้นเกี่ยวข้องกับ*การทดสอบทฤษฎี*ที่นักฟิสิกส์ทฤษฎีสร้างขึ้น *การตรวจทดสอบการทดลอง*ที่เคยมีผู้ทดลองไว้ หรือแม้แต่ *การพัฒนาการทดลอง*เพื่อหาสภาพทางกายภาพใหม่ๆทั้งนี้ขอบเขตของวิชาฟิสิกส์ภาคปฏิบัติ ขึ้นอยู่กับขีดจำกัดของการสังเกต และ*ประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด* ถ้าเทคโนโลยีของเครื่องมือวัดพัฒนามากขึ้น ข้อมูลที่ได้จะมีความละเอียดและถูกต้องมากขึ้น ทำให้ขอบเขตของวิชาฟิสิกส์ยิ่งขยายออกไป *ข้อมูลที่ได้ใหม่ อาจไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ทฤษฎีและกฎที่มีอยู่เดิมทำนายไว้ ทำให้ต้องสร้างทฤษฎีใหม่ขึ้นมาเพื่อทำให้ความสามารถในการทำนายมีมากขึ้น*

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์(Scientific Process)

คือ *วิธีการและขั้นตอน* ที่ใช้ดำเนินการค้นคว้าหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น *3 ส่วน*คือ

1) วิธีการทางวิทยาศาสตร์(Scientific method)

2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(Science Process Skills)

3) จิตวิทยาศาสตร์(Science Attitude)

1. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็น*ขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นระบบ* ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ 5 ขั้น ดังนี้

(1) ขั้นสังเกต/ระบุปัญหา คือการสังเกตสิ่งต่างๆหรือปรากฏการณ์ ต่างๆ และ พยายามตั้งคำถามว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เมื่อใด” “เพราะเหตุใด”

เช่น ทำไมเหล็กจึงจมน้ำ รุ้งกินน้ำเกิดได้อย่างไร ทำไมแม่เหล็กจึงดูดโลหะบางชนิด และบางชนิดก็ไม่ดูด

(2) **ขั้นตั้งสมมติฐาน** คือการคิดหาคำตอบที่คาดหวังว่าควรจะเป็นหรือเป็นการคาดคะเนคำตอบไว้ล่วงหน้า ก่อนที่จะได้รับการพิสูจน์ ***การตั้งสมมติฐาน*** ***อาจนำความรู้เดิม*** จาก**ทฤษฎี**หรือ**การทดลอง** ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาของเรานั่นเอง นอกจากนี้ การตั้งสมมติฐาน อาจได้จาก**ประสบการณ์**หรือการใช้**ความคิด** ค้นหา**เหตุผลส่วนตัว** ของผู้ตั้งสมมติฐานเองก็ได้

(3) ขั้นการพิสูจน์สมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน คือกระบวนการ *วิธีการรวบรวมข้อมูล* เพื่อ *ตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้* โดยมีหลักฐาน ยืนยันชัดเจน ทำได้ 2 วิธีคือ

ก) การสังเกต (Observation)คือการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ในการเก็บข้อมูล บางครั้งก็ใช้เครื่องมือช่วย เช่น ใช้กล้องจุลทรรศน์ ในการศึกษาไวรัสและ จุลินทรีย์ ใช้กล้องโทรทรรศน์ ช่วยในการศึกษาเทหวัตถุท้องฟ้า ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ

ข) การทดลอง (Experiment) มีความสำคัญต่อการทดสอบสมมติฐาน ทางวิทยาศาสตร์มาก เพราะบางครั้งไม่สามารถใช้การสังเกตในธรรมชาติได้

(4) **ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล** เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลอง หรือข้อเท็จจริงต่างๆ มาวิเคราะห์ผล *ตามหลักการทางคณิตศาสตร์* และ *หลักตรรกะต่างๆ* ที่เป็นที่ยอมรับ พร้อมทั้งอธิบายความหมายของข้อมูล แล้วนำไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

(5) **ขั้นสรุปผล** คือนำผลจากการสังเกต หรือผลการทดลองที่ได้จากการ *ทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง*จนเป็นที่น่าเชื่อถือ และผ่าน*การวิเคราะห์ข้อมูลโดยละเอียด* แล้วนำมา ตอบสมมติฐาน แล้วสรุป ตั้งเป็น *กฎ หลักการ* หรือ*ทฤษฎี* ต่อไป

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

หมายถึง *คุณสมบัติ ความสามารถ ทักษะ* และความชำนาญ ในการใช้ การคิด วิเคราะห์ วางแผนและการดำเนินการเพื่อค้นหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาต่างๆ สำหรับนักวิทยาศาสตร์

1)การสังเกต 2)การวัด 3)การจำแนกประเภท 4)การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา 5)การใช้ตัวเลข 6)การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7)การลงความคิดเห็นข้อมูล 8)การพยากรณ์ 9)การตั้งสมมติฐาน 10)การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ *11)การกำหนดและควบคุมตัวแปร* *12)การทดลอง* *13)การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป*

3. จิตวิทยาศาสตร์(Science Attitude)

หมายถึง *คุณลักษณะ* หรือ*บุคลิก ลักษณะนิสัย* ของบุคคลที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ*บ่งบอกความเป็นนักวิทยาศาสตร์* อันได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นอดทน รอบคอบ รับผิดชอบ ซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุมีผล ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

1.3 การทดลองทางฟิสิกส์(ต่อ)

การทดลอง เป็นกระบวนการปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่จะนำไปสู่คำตอบ หรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยการทดลองจะประกอบด้วย *กิจกรรม 3 ขั้นตอน* คือ

1. การออกแบบการทดลอง คือ*การวางแผนการทดลอง*ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง โดยให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เสมอ และควบคุมปัจจัยหรือ*ตัวแปร*ต่างๆ ที่มีผลต่อการทดลอง แบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

(1)*ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น* (Independent Variable)

คือปัจจัยที่*เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลการทดลอง* หรือตัวแปรที่ต้องศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของมัน ตัวแปรหรือปัจจัยอื่นจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(2)*ตัวแปรตาม* (Dependent Variable)

คือ *ผลที่เกิดจากการทดลอง* ที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรอิสระ ซึ่งต้องใช้วิธีการสังเกตหรือวัดผลด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลไว้วิเคราะห์ต่อไป

(3)*ตัวแปรที่ต้องควบคุม* (Control Variable)

คือปัจจัยอื่นๆ *ที่นอกเหนือจากตัวแปร ที่เราสนใจศึกษา* แต่มีผลต่อการทดลอง และต้องควบคุมให้เหมือนกันทุกชุดการทดลอง เพื่อป้องกันไม่ให้ผลการทดลองเกิดความคลาดเคลื่อน

ในการทดลอง เพื่อจะตรวจสอบสมมติฐานนั้น นอกจากจะควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองแล้ว บางกรณีจำเป็นต้อง **แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 2 ชุด** ดังนี้

1. ชุดทดลอง

หมายถึง *ชุดที่เราใช้ศึกษาผลของตัวแปรอิสระ*

2. ชุดควบคุม

หมายถึง ชุดของการทดลอง ที่ใช้เป็นมาตาฐานอ้างอิง *เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดลอง* ซึ่งชุดควบคุมนี้จะมีตัวแปรต่างๆ เหมือนชุดทดลอง*แต่จะแตกต่างจากชุดทดลองเพียง 1 ตัวแปรเท่านั้น คือตัวแปรที่เราจะตรวจสอบหรือตัวแปรอิสระ*

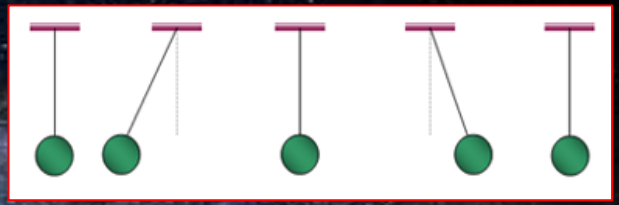
2. การปฏิบัติการทดลอง ในกิจกรรมนี้จะลงมือปฏิบัติการทดลองจริงโดยจะ*ดำเนินการไปตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้* และควรจะทดลองซ้ำๆ หลายๆ ครั้งเพื่อให้แน่ใจว่า ผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือซึ่งเป็นเรื่องสำคัญ

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกที่ได้จากการทดลอง ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้จะนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

บางครั้งข้อมูลอาจได้มาจากการสร้างสถานการณ์ เอกสาร จากการสังเกต หรือปรากฏการณ์ หรือจากการซักถาม แล้วนำข้อมูลนั้น ไปแปรผลและลงข้อสรุปในขั้นต่อไป ดังนั้น *การรวบรวมข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็นในวิธีการทางวิทยาศาสตร์*

ตัวอย่างปัญหาทางฟิสิกส์

ความยาวเชือก จะมีผลต่อ คาบเวลา ในการแกว่งของ ลูกตุ้ม ที่กำลังเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายหรือไม่ อย่างไร เราสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างคาบเวลากับความยาวเชือกในการหา ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ได้อย่างไร



การกำหนดตัวแปร

ตัวแปรต้นคือ ..... *ความยาวเชือก* .....

ตัวแปรตามคือ ..... *คาบเวลาในการแกว่งของลูกตุ้ม* .....

ตัวแปรควบคุมคือ ..... ขนาด/น้ำหนักของลูกตุ้ม ขนาด/น้ำหนักของเชือก .....

1.3.1 การรายงานความคลาดเคลื่อน

การวัดปริมาณต่าง ๆ จะมีความคลาดเคลื่อนเสมอขึ้นอยู่กับ*เครื่องมือ* *วิธีการ* วัดประสบการณ์ของ*ผู้วัด* รวมทั้ง*สภาพแวดล้อม* ในการทดลองหนึ่ง ๆ เรามักจะมีการวัดซ้ำหรือทดลองซ้ำหลายครั้ง เพื่อลดความคลาดเคลื่อน จากการทดลอง ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนสามารถแสดงในรายงานผลทั้งในรูปแบบตัวเลขและกราฟ

ในการรายงานผลการทดลอง ในรูป*ข้อมูลที่อาจมีค่าความคลาดเคลื่อน* นั้น จะพิจารณาเฉพาะ *ความคลาดเคลื่อนเชิงสถิติ* เท่านั้น คือรายงาน ในแบบดังนี้

ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน หรือ $\overline{x} \pm \Delta\overline{x}$

ค่าเฉลี่ย คำนวณได้จาก $$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_N}{N}$$

ค่าความคลาดเคลื่อน คำนวณได้จาก $$\Delta\bar{x} = \frac{x_{max} - x_{min}}{2}$$

ตัวอย่าง ในการ วัดเวลาของ การตกแบบเสรีของก้อนอิฐ ซึ่งตกจากที่สูง 20 เมตร โดยทดลอง 6 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังตาราง *จงเขียนรายงานข้อมูลที่ควรจะเป็น*

ครั้งที่	1	2	3	4	5	6
เวลา(s)	2.2	2.1	1.9	2.1	1.8	2.1

$$\bar{x} = \frac{2.2 + 2.1 + 1.9 + 2.1 + 1.8 + 2.1}{6} = 2.03$$

$$\Delta\bar{x} = \frac{2.2 - 1.8}{2} = 0.20$$

ข้อมูลที่ควรจะเป็นคือ ***2.0 ± 0.2***

1.3.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง (Discussion)

การวิเคราะห์ผลการทดลองมีหลักการดังนี้

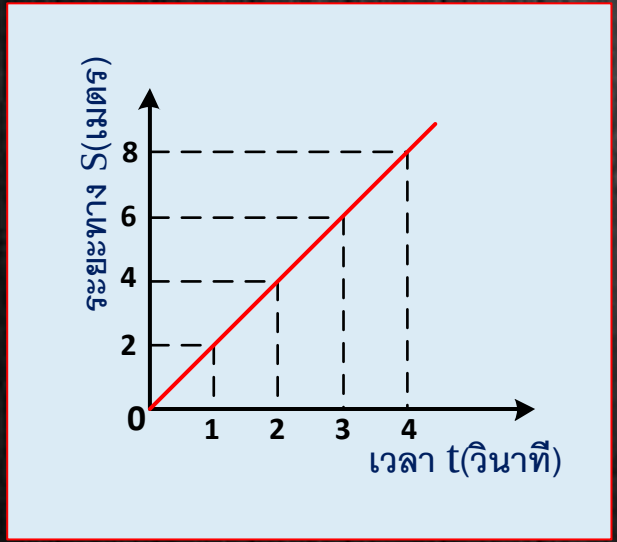
1. ดำเนินการให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆที่ได้จากการทดลองโดยเฉพาะ *ข้อมูลเชิงปริมาณ* ถ้าเขียนเป็นกราฟได้ จะวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้อย่างชัดเจน

2. อธิบายข้อมูลที่ได้มาจากการทดลอง *โดยแปลตัวเลขหรือกราฟหรือ สมการเป็นคำพูดที่เข้าใจง่าย* ว่าผลการทดลองนั้นสอดคล้องกับทฤษฎีหรือไม่อย่างไร โดยต้องอธิบายว่าตามทฤษฎี ผลการทดลองควรเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด และเมื่อทำการทดลองผลที่ได้ต่างกันอย่างไร พร้อมทั้งแสดงการนำผลการทดลองไปใช้หาปริมาณหรือความสัมพันธ์อื่นๆด้วย

3. ผลที่เป็นรูปกราฟต้องมีการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละชุด *เพื่อให้แสดงถึงแนวโน้มการ เปลี่ยนแปลง* โดยอาจมีรูปแบบการเขียนดังนี้ จากกราฟ/ตารางที่ ... แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ...และ.... มีลักษณะ/การแปรผัน.....เหตุผลที่เป็นเช่นนั้น เพราะว่า..... พิจารณาความสัมพันธ์ได้ความว่า..... สอดคล้องกับที่กล่าวไว้ในทฤษฎีว่า.....ทำให้พิสูจน์ได้ว่า....หรือหาก ไม่สอดคล้อง ให้อธิบายถึงสาเหตุที่ผลการทดลองคลาดเคลื่อน และบอกแนวทางแก้ไขความคลาดเคลื่อนว่ามีอย่างไรบ้าง *โดยไม่ใช่การเขียนข้อผิดพลาดที่เกิดจากความประมาทเลินเล่อหรือความผิดพลาดที่ไม่มีสาเหตุหรือไม่ระบุ* วิธีการแก้ไขปรับปรุงให้ชัดเจน

ตัวอย่าง จากการสังเกตการวิ่งของรถบังคับวิทยุคันหนึ่ง โดยทำการวัด *ระยะทาง(S)* ณ *เวลา (t)* ต่างๆ กันดังตาราง

เวลา (t)	0	1	2	3	4	วินาที
ระยะทาง (s)	0	2	4	6	8	เมตร



การวิเคราะห์

$S \alpha t$

$S = kt$

$k = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ $k = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ หน่วย $\frac{m}{s}$

ความเร็ว $v = \frac{s}{t}$ $S = vt$

สรุป

- บริบทของวิชาฟิสิกส์
- ฟิสิกส์กับวิทยาศาสตร์ และสาขาอื่น
- การค้นคว้าทางฟิสิกส์
- พัฒนาการและประโยชน์ของฟิสิกส์