ฟิสิกส์

คำนำ

หลังจากที่เราได้ผ่าน เคมี-ชีววิทยา ตลอดจนดาราศาสตร์มาแล้ว ย่อมเห็นได้ว่าในชีวิตเรานั้นยังมีสิ่งที่เราจะได้พบเห็นกันอีกแง่หนึ่ง นั่นคือฟิสิกส์คลาสสิคและฟิสิกส์โมเดิน

ถ้าเราจะพูดกันอย่างหยาบ ๆ ก็น่าจะพูดได้ว่าฟิสิกส์คลาสสิคกล่าวถึงอาการและปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวเราและเราสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัสโดยตรง เช่นออกแรงดันโต๊ะเล็ก ๆ ตัวหนึ่ง โต๊ะก็เคลื่อนที่ ค้อนตอกตะปู ตะปูก็จมลงในเนื้อไม้ หรือใช้แว่นขยายก็ทำให้เห็นของเล็ก ๆ ได้

ส่วนฟิสิกส์โมเดินนั้นเป็นการพิจารณาสิ่งที่เล็กเกินกว่าที่เราจะสัมผัสโดยตรงได้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับส่วนย่อยของวัตถุ เช่น อะตอม หรือการทำงานของรังสีเอกซ์ เป็นต้น

เราน่าจะได้ศึกษากันโดยละเอียด ถ้ามีเวลาพอ แต่เมื่อเรามีเวลาจำกัดเราจึงจำเป็นต้องเลือกเรียนเป็นบางหัวข้อเท่านั้น เฉพาะในภาคฟิสิกส์คลาสสิคนี้เราจะได้กล่าวถึง การชั่ว-ตวง-วัด (measurenment) แรงและการเคลื่อนที่ (force and motion) พลังงาน (energy) คลื่น (waves) เสียง (sound) ความร้อน (heat) และแสงสว่าง (light) ตามลำดับต่อไปนี้

บทที่ 16
ชั่ง ตวง วัด

คำถามที่ชินหูที่เราท่านทั้งหลายคงไม่ปฏิเสธก็คือ "บ้านคุณเข้าไปในซอยไกลเท่าไร" "ถังใบนี้จุน้ำได้เท่าใด" หรือ "เงาะถาดนี้สัก 2 กิโล (กรัม) ได้ไหม" ถ้าเราจะตอบคำถามเหล่านี้ได้ถูกต้องแน่นอน เราก็ต้องทราบวิธี *ชั่ง ตวง วัด* (measurement) และยังต้องเลือกได้ด้วยว่าจะใช้มาตราใดจึงจะเป็นที่เข้าใจได้ง่ายที่สุดในระหว่างผู้สนทนาด้วย

นอกจากคำถามประเภท 3 คำถามข้างต้นนั้นแล้ว เรายังมีอีกคำถามหนึ่งที่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน นั่นคือคำถามประเภทที่ว่า "อีกนานเท่าใด" เพราะคำตอบที่ถูกต้องคือการวัดประเภทหนึ่งที่ต้องบอกแน่นอนเป็นชั่วโมง เป็นนาที

คำถามดังกล่าวดูเหมือนจะไม่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์แต่อย่างใด เพราะเราใช้ในการพูดจาสนทนากันอยู่เป็นประจำ ความจริงแล้วนักวิทยาศาสตร์ก็ต้องอาศัยคำถามเหล่านี้ในงานทางวิทยาศาสตร์เหมือนกัน แต่ลดคำถามเหล่านั้นลงเป็นเพียงสามคำถาม คือ คงเหลือน้ำหนัก เวลา และระยะทางเท่านั้น เพราะทั้งพื้นที่และปริมาตร (ซึ่งหมายถึงความจุ) นั้นเราสามารถคำนวณได้จากความยาวทั้งสิ้น

ดังที่เราได้ทราบกันแล้วว่านักวิทยาศาสตร์ ก็คือผู้สนใจในความเป็นไปของธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องศึกษาตั้งแต่ของที่ใหญ่ที่สุดจนถึงเล็กที่สุด ตั้งแต่จักรวาลจนถึงอนุภาค ดังนั้นจึงเกิดความจำเป็นในการชั่ง-ตวง-วัด ให้มีความละเอียดถี่ถ้วน สมควรกับงานนั้น ๆ ขึ้น

16.1 การวัดความยาว

เมื่อกล่าวถึงระยะทางก็ย่อมหมายถึงความยาว ความยาวต่างกันก็ย่อมต้องการเครื่องมือในการวัดต่างกัน ดังเช่นวัดความกว้างยาวของห้องด้วยไม้เมตร วัดขนาดสมุดหนังสือด้วยไม้บรรทัดยาวราว 1 ฟุต วัดขนาดหลอดแก้วด้วยคาลิปเปอร์ วัดขนาดเส้นผมด้วยไมโครมิเตอร์

วัดขนาดอนุภาคบางชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์ หรือวัดระยะห่างระหว่างอะตอมด้วยรังสีเอ็กซ์ เป็นต้น

ไม่ว่าจะวัดด้วยเครื่องมือชนิดใดก็ตาม เราจำเป็นต้องมีความยาวมาตรฐานไว้เป็นหลักในการเปรียบเทียบร่วมกัน แต่เดิมเรามีบรรทัดมาตรฐานยาว 1 เมตร ทำด้วยโลหะผสมระหว่างทองขาวกับอิริเดียม เก็บไว้ที่สถาบันสากลของน้ำหนักและการวัด (International Bureau of weights and measures) ใกล้กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส แต่เมื่อปี พ.ศ. 2504 ได้มีการตกลงกันว่า *1 เมตรเท่ากับ 1,650,763.73 ช่วงคลื่นของแสงสีแดงส้มจากไอโซโทปของคริพตัน* (Krypton 86) เป็นความยาวมาตรฐาน เพราะเราอาจสร้างความยาวมาตรฐานใหม่นี้ในห้องทดลองที่ทำการทดลองชั้นสูงที่ใดก็ได้ ไม่จำเป็นต้องไปเปรียบเทียบกับความยาวมาตรฐานเดิม ณ กรุงปารีสอีกต่อไป

ส่วนระบบของหน่วยที่เราใช้กันเกือบทั่วไป ทั้งในประเทศและต่างประเทศ คือ ระบบเมตริก อันได้แก่ มิลลิเมตร เซนติเมตร เดซิเมตร *เมตร* เดคาเมตร เฮกโตเมตร และกิโลเมตร

มิลลิ	= 1/1000	เดคา	= 10
เซนติ	= 1/100	เฮกโต	= 100
เดซิ	= 1/10	กิโล	= 1000

สำหรับพื้นที่ใด ๆ เรานับเป็นตารางหน่วย เช่น ที่ดินกว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร เป็นพื้นที่ 4 ตารางเมตร เทียบเท่ากับ 1 ตารางวา เป็นต้น

และถ้าเป็นความจุหรือปริมาตรใด ๆ เรานับเป็นลูกบาศก์หน่วย เช่น ลูกเต๋ามีด้านยาว 1 เซนติเมตรทุกด้าน มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือ 1 มิลลิลิตร บ่อยครั้งที่เราจะได้ยินคำว่า ซี.ซี. (C.C.) แทนลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งย่อมาจาก cubic centimeter และหน่วยเปรียบเทียบที่น่าทราบคือ 1 ลิตร มีความจุเท่ากับ 1000 ซี.ซี. ส่วน 1 ช้อนโต๊ะมีความจุเป็น 3 ช้อนชา หรือ 14.8 ซี.ซี.

16.2 การชั่งน้ำหนัก

เราทราบกันแล้วว่าวัตถุทั้งหลายประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ลงไปเป็นโมเลกุลและอะตอม

ตามลำดับ อะตอมของสารต่างชนิดกันประกอบด้วยอนุภาคมีจำนวนไม่เท่ากัน อนุภาคดังกล่าวก็คือโปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอน เช่น อะตอมของก๊าซออกซิเจนมีโปรตอนและอิเล็กตรอนอย่างละ 16 ตัว ส่วนอะตอมของคาร์บอนหรือถ่านมีโปรตอนและอิเล็กตรอนอย่างละ 12 ตัว

อะตอมของสารต่างชนิดกันมีการเรียงตัวไม่เหมือนกัน แต่ละชนิดเรียงตัวตามแบบและระยะระหว่างอะตอมอย่างหนึ่ง เนื่องจากระยะระหว่างอะตอมไม่เท่ากัน เราจะพบว่าจำนวนอะตอมใน 1 ซี.ซี. ไม่เท่ากันด้วย ถ้าระยะระหว่างอะตอมห่างกันมากจำนวนอะตอมใน 1 ซี.ซี. ก็จะมีน้อย

เมื่อเรานำสารต่างชนิดกันแต่มีปริมาตรเท่ากัน เช่น นำมาอย่างละ 1 ซี.ซี. เท่ากัน แล้วชั่ง บันทึกน้ำหนักไว้ ปรากฏว่าน้ำหนักที่ชั่งได้จะขึ้นอยู่กับจำนวนอะตอมของสารเป็นส่วนใหญ่

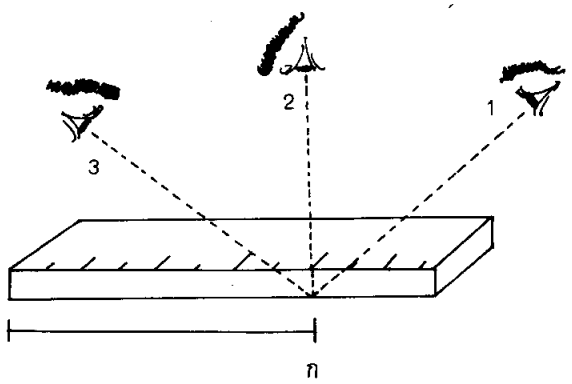
ดังนั้นน้ำหนักของสาร 1 ซี.ซี. จึงมีความหมายมากไปกว่าตัวเลขที่ใช้บอกเราว่าอะไรหนักกว่ากันอีกด้วย นั่นคือบอกเราว่าเนื้อวัตถุหรืออะตอมของวัตถุนั้นเรียงตัวกันใกล้ชิดมากน้อยเพียงใด ซึ่งเราเรียกกันว่าความหนาแน่นของวัตถุ

ในทางวิทยาศาสตร์เราใช้คำว่ามวล ซึ่งหมายถึงปริมาณเนื้อสาร แทนน้ำหนัก ซึ่งหมายถึงแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุนั้น แต่ในแง่ของการใช้งานแล้ว มวลและน้ำหนักมีค่าเป็นตัวเลขเท่ากันในหน่วยเดียวกัน เช่น วัตถุหนัก 1 กิโลกรัมก็มีมวล 1 กิโลกรัมด้วย นอกจากนั้นเราสนใจมวลมากกว่าความหนาแน่น เพราะมวลไม่มีการเปลี่ยนแปลง ณ ตำบลใดตำบลหนึ่ง ในขณะที่ความหนาแน่นอาจจะเปลี่ยนแปลงได้ถ้าปริมาตรเปลี่ยนไป เนื่องจากความร้อนหรือความดัน

หน่วยที่ใช้ในการชั่งน้ำหนักในปัจจุบันเป็นกรัมและกิโลกรัม โดยมีหน่วยแบ่งออกเป็นมิลลิกรัม เซนติกรัม เดซิกรัม *กรัม* เดคากรัม เฮกโตกรัม และกิโลกรัม อันเป็นระบบเมตริก เช่นกัน

16.3 ความคลาดเคลื่อนในการวัด

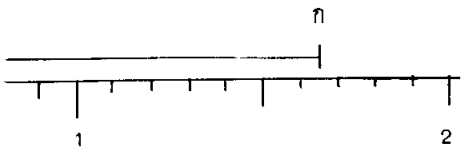
คำว่าความคลาดเคลื่อน (error) ในการวัดนั้นมีความหมายเป็น 2 กรณี คือ กรณีแรกเป็นความคลาดเคลื่อนในการอ่านตัวเลขเนื่องจากตำแหน่งที่มอง ดังรูปที่ 16-1 ล่าง ถ้า



รูปที่ 16-1

ตำแหน่งของสายตาอยู่ที่ตำแหน่งที่ (1) (2) และ (3) ค่าตัวเลขของตำแหน่ง ก. ที่อ่านได้จะแตกต่างกัน ยิ่งไม้บรรทัดมีความหนามากเท่าใดความคลาดเคลื่อนจะยิ่งมากขึ้นเป็นเงาตามตัว ตำแหน่งที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดก็คือตำแหน่งที่ (2)

กรณีที่สองเป็นความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความคาดคะเน ดังเช่นตำแหน่ง ก. อยู่ระหว่างขีดที่ 6 และ 7 นับจากตำแหน่งที่บอก 1 และ 2 ทำให้ผู้วัดต้องคาดคะเนว่าเป็น



รูปที่ 16-2

1.64 หรือ 1.65 ผลจากการอ่านประกอบการคาดคะเนเช่นนี้ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนจากค่าเฉลี่ยของการอ่านหลาย ๆ ครั้ง ดังเช่น จากการอ่าน 7 ครั้งได้ผลบันทึกดังนี้ 8.64 8.63 8.64 8.64 8.65 8.64 และ 8.64 เซนติเมตร ได้ค่าเฉลี่ยจากการรวมจำนวนทุกจำนวนเข้าด้วยกัน แล้วหารด้วย 7 เป็นตัวเลข 8.64 เซนติเมตร แสดงว่า 8.63 และ 8.65 เซนติเมตร มีความคลาดเคลื่อน

ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวข้างต้นมีความสำคัญมากน้อยแล้วแต่ประเภทของงาน และแล้วแต่จำนวนเปอร์เซ็นต์ของความผิดพลาดนั้น ๆ เช่น ในการประกอบเครื่องยนต์บางส่วนถ้าเกิดความคลาดเคลื่อนแม้เพียง 1 เปอร์เซ็นต์ เครื่องยนต์นั้นไม่สามารถทำงานได้ แต่ความคลาดเคลื่อนจำนวน 1 เปอร์เซ็นต์นี้จะไม่เป็นผลกระทบกระเทือน ต่อการตัดเย็บผ้าปูที่นอน เป็นต้น