

คู่มือเรียนรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

เพิ่มเติม



สำนักพิมพ์ พ.ศ.พัฒนา

ฟิสิกส์

เรียบเรียงโดย

นิรันดร์ สุวรรรัตน์

กศ.บ. (ฟิสิกส์), ค.ม. (ฟิสิกส์)

ม.4 เล่ม 1

สรุปเนื้อหาสำคัญ

- ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์
- การเคลื่อนที่แนวตรง
- แรงและกฎการเคลื่อนที่

แบบทดสอบท้ายบท

ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยแยกตามบท

ปรับปรุงใหม่

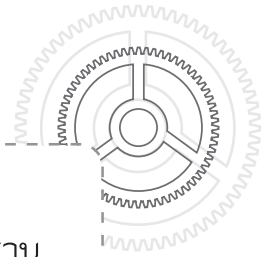
เพิ่ม

ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย
ปีล่าสุด

พร้อมเฉลยครบถ้วน



คู่มือเรียนรายวิชาฟิสิกส์



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551
(ฉบับปรับปรุง 2560)

ฟิสิกส์

ม. 4
เล่ม 1



เนื้อหา

ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์
การเคลื่อนที่แนวตรง
แรงและกฎการเคลื่อนที่



สำนักพิมพ์ พ.ศ.พัฒนา

เรียบเรียงโดย **นิรันดร์ สุวรัตน์** กศ.บ. (ฟิสิกส์), ค.ม. ฟิสิกส์ (จุฬา)

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ.2558

คู่มือเรียนรายวิชา **พีสิกส์** ม. 4 เล่ม 1

ผู้เขียน **นิรันดร์ สุวรรตน์**

บรรณาธิการ **อรศรี ไรจน์พจนรัตน์**

ผู้ช่วยบรรณาธิการ (ศิลปกรรม) **อมรศักดิ์ บุญเรือง**

พิสูจน์อักษร **นิรันดร์ สุวรรตน์**

พิจารณา **ไพสุวรรณ**

รูปเล่ม **อุไรพรรณ บุญเรือง**

ศิลปกรรม **สิทธิพันธ์ สกฤษฎ์สิริวิษ**

ปก **อมรศักดิ์ บุญเรือง**



หนังสือเล่มนี้พิมพ์ด้วย กระดาษรีไซเคิล เอ
กระดาษจากไม้ปลูก ไม่รบกวนสิ่งแวดล้อมชาติ



สำนักพิมพ์นี้เป็นสมาชิกสมาคมผู้จัดพิมพ์
และผู้จำหน่ายหนังสือแห่งประเทศไทย
แนะนำหรือวิจารณ์หนังสือเล่มนี้ได้ที่

www.thaibookrecommend.com

จัดพิมพ์ : บริษัทสำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด

12 ซอยหม่อมแฝ้ว แยก 3 ถนนพระราม 6 (ซอย 41) แขวงสามเสนใน เขตพญาไท
กรุงเทพมหานคร โทร. 02-279-6222 (อัตราในมติ 15 คู่สาย) โทรสาร 02-279-6203

พิมพ์ที่ : เพิ่มทรัพย์ การพิมพ์

117/22 หมู่ 5 ซอยบางไผ่พัฒนา ถนนนครินทร์ ต. บางไผ่
อ. เมือง จ. นนทบุรี 11000
(ธนพัฒน์ สุขมงคลกุล ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา)



คำนำ

ฟิสิกส์ ม. 4 เล่ม 1

เนื่องด้วยในปี พ.ศ. 2551 กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศให้ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยวิชาฟิสิกส์จัดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และในปี พ.ศ. 2560 ได้มีการปรับปรุงเนื้อหาฟิสิกส์ โดยจัดเรียงเนื้อหาสาระใหม่ โดยในรายวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 เพื่อใช้ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย

1. เนื้อหาครบสมบูรณ์ครอบคลุม
2. มีตัวอย่างต่อจากทฤษฎีทุกทฤษฎี
3. มีข้อสรุปที่สำคัญเป็นระยะๆ
4. มีการวิเคราะห์โจทย์ตัวอย่าง เพื่อฝึกหัดการวิเคราะห์โจทย์ของนักเรียน ให้มีความเข้าใจอย่างถ่องแท้
5. แบบทดสอบตามบทเรียน เพื่อช่วยทบทวนและประเมินตนเอง
6. เฉลยแบบทดสอบอย่างละเอียด
7. ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยปี 2518 - ปัจจุบัน เพื่อให้นักเรียนเห็นแนวข้อสอบ
8. เฉลยข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยอย่างละเอียด
9. แนวข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยพร้อมเฉลย

ผู้เขียนได้อาศัยประสบการณ์จากการสอนฟิสิกส์มากกว่า 30 ปี ทำการเรียบเรียงหนังสือคู่มือฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 1 เล่มนี้ขึ้นมาเพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาครบตามหลักสูตร และเป็นพื้นฐานในการศึกษาขั้นสูงต่อไป หวังว่านักเรียนที่ได้อ่านและศึกษาจากคู่มือเล่มนี้จะประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่อไป

ด้วยความปรารถนาดี

นิรันดร์ สุวัฒน์

(นิรันดร์ สุวัฒน์)



สารบัญ

ฟิสิกส์ ม. 4 เล่ม 1

บทที่ 1	ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์	6
1.1	การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ	6
1.2	ความเชื่อสัจยกับการบันทึกข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	7
1.3	ความรู้ทางฟิสิกส์ได้มาอย่างไร	7
1.4	ความหมายและขอบเขตของวิชาฟิสิกส์	8
1.5	ความสัมพันธ์ระหว่างฟิสิกส์กับศาสตร์สาขาอื่น ๆ	8
1.6	ฟิสิกส์และเทคโนโลยี	10
1.7	การวัดและหน่วยการวัด	12
1.8	เครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์	18
1.9	การบันทึกตัวเลขที่เหมาะสม	21
1.10	เลขนัยสำคัญ	22
1.11	ความไม่แน่นอนในการวัด	24
1.12	การแปลความหมายข้อมูล	28
1.13	กราฟในวิชาฟิสิกส์	29
	★ แบบทดสอบบทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์	34
	★ เฉลยแบบทดสอบ บทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์	45
บทที่ 2	การเคลื่อนที่แนวตรง	54
2.1	ปริมาณทางฟิสิกส์	54
2.2	ปริมาณเวกเตอร์	54
2.3	การเคลื่อนที่ของวัตถุ	77
2.4	การบอกตำแหน่งของวัตถุสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง	78
2.5	ระยะทาง	78
2.6	การกระจัด	78
2.7	อัตราเร็ว	82
2.8	ความเร็ว	83
2.9	ความเร่ง	87
2.10	เครื่องเคาะสัญญาณเวลา	89

2.11	การหาความชันของกราฟ	95
2.12	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $s - t$, $v - t$ และ $a - t$	97
2.13	การหาความเร็วและความเร่งจากกราฟ	98
2.14	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (v) กับเวลา (t)	103
2.15	สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่ ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัว	108
2.16	ระยะทางในช่วงวินาทีหนึ่งวินาทีใด	122
2.17	การคำนวณการเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้แรงดึงดูดของโลก	125
2.18	ความเร็วสัมพัทธ์ (Relative Velocity)	142
2.19	การเคลื่อนที่ในสองมิติและสามมิติ	148
2.20	เวกเตอร์ตำแหน่งและเวกเตอร์ความเร็วในสองมิติ	149
☆	แบบทดสอบบทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง	151
✱	เฉลยแบบทดสอบบทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง	163
☆	ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยบทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง	184
✱	เฉลยข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยบทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง	194
บทที่ 3	แรง และกฎการเคลื่อนที่	215
3.1	แรง	215
3.2	มวล	221
3.3	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน	222
3.4	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน	223
3.5	น้ำหนัก	229
3.6	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน	229
3.7	แรงเสียดทาน	234
3.8	การเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียง	249
3.9	การหาน้ำหนักของวัตถุจากตาชั่งสปริง	259
3.10	การหาแรงปฏิกิริยาและการชั่งน้ำหนักในลิฟต์	262
3.11	การเคลื่อนที่ของวัตถุหลายก้อน(ระบบเดียวกัน)ด้วยความเร่งไม่เท่ากัน	270
3.12	กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน	283
☆	แบบทดสอบบทที่ 3 แรง และกฎการเคลื่อนที่	292
✱	เฉลยแบบทดสอบบทที่ 3 แรง และกฎการเคลื่อนที่	304
☆	ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยบทที่ 3 แรง และกฎการเคลื่อนที่	325
✱	เฉลยข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยบทที่ 3 แรง และกฎการเคลื่อนที่	337
★	แนวข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย ปีล่าสุด	361
★	เฉลยแนวข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย ปีล่าสุด	367

บทที่ 1

ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาที่มีพื้นฐานมาจากการสังเกต การรวบรวมข้อมูล การทดลอง และการคิดหาเหตุผล เป็นต้น วิชาฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งหากฎเกณฑ์ต่างๆ สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ

1.1 การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ในสมัยโบราณคนเราเชื่อว่าปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติทั้งหลาย เช่น กลางวัน กลางคืน รุ่งกินน้ำ ไฟแลบ พายุร้อน การเกิดพายุ การเกิดจันทรุปราคา สุริยุปราคา การเกิดแผ่นดินไหว ฯลฯ เกิดจากการกระทำของเทพเจ้า หรือภูตผีปิศาจจนมีเรื่องเล่าเป็นนิยายปรัมปราของแต่ละชาติ แต่ก็มีผู้สงสัยและไม่เชื่อว่าเกิดจากการกระทำของเทพเจ้าหรือภูตผีปิศาจ มีความพยายามหาคำอธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เรียกการศึกษาค้นหาความรู้ทางด้านนี้ว่า **ปรัชญาธรรมชาติ** (natural philosophy) ซึ่งต่อมาเรียกว่าวิทยาศาสตร์ (Science) โดยแขนงหนึ่งของวิชานี้คือ **ฟิสิกส์** (physics) ที่มาจากคำในภาษากรีก หมายถึง**ธรรมชาติ** แต่ในระยะเริ่มต้นการอธิบายยังไม่เป็นเหตุเป็นผลพอ และบางช่วงจากการศึกษาประวัติศาสตร์พบว่าผู้ที่มีความคิดไม่เชื่อเทพเจ้า หรือภูตผีปิศาจจะถูกลงโทษ หรือได้รับการต่อต้านจากสังคม ทำให้การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ต้องหยุดชะงักไปบางช่วง

ในสมัยต่อๆ มาคนเราเริ่มมีการสังเกต และบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการศึกษา เช่น ชาวอียิปต์โบราณสังเกต และบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลต่างๆ เป็นเวลานาน จนสามารถทำนายเวลาของการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลได้ล่วงหน้า และนำความรู้เรื่องฤดูกาลนี้ไปใช้ในการเตรียมการเพาะปลูกให้เหมาะสมตามฤดูกาล นอกจากนี้ยังพบอีกว่า การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนตำแหน่งของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้า เทียบกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์อีกด้วย

ดังจะเห็นได้ว่า การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่างต้องอาศัย การสังเกต และบันทึกข้อมูล เป็นเวลานานหลายชั่วอายุคน จากคนรุ่นหนึ่งถึงคนอีกรุ่นหนึ่ง ข้อมูลจากการบันทึกของคนในสมัยก่อน จึงมีความสำคัญมากสำหรับคนในยุคหลัง เพื่อนำมาประกอบกับข้อมูลที่ได้อีกใหม่ และใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์นั้นๆ เช่น

☆ **นิโคลัส โคเปอร์นิคัส** เป็นนักบวช และนักดาราศาสตร์ชาวโปแลนด์ ที่สามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ และดวงอาทิตย์ โดยอาศัยข้อมูลจากนักดาราศาสตร์รุ่นก่อนๆ



☆ **ไทโค บราห์ ขาวเดนมาร์ก** เป็นผู้ที่คิดค้นหาวิธีการวัดตำแหน่งของดาวต่าง ๆ และได้บันทึกตำแหน่งของดาวเคราะห์ในปีต่าง ๆ ไว้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อนักดาราศาสตร์รุ่นหลังต่อ ๆ มา

☆ **โยฮันส์ เคปเลอร์** นักคณิตศาสตร์และนักดาราศาสตร์ ชาวเยอรมันได้ตั้งกฎเกณฑ์เพื่ออธิบายการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์

1.2 ความเชื่อสัตย์กับการบันทึกข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนพื้นฐานคือการหาข้อมูลจากการสังเกต และการบันทึกสิ่งที่สังเกตเห็น งานทางวิทยาศาสตร์บางเรื่องต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลนานมาก เช่น ความรู้เกี่ยวกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของดาวหาง ซึ่งบางดวงมีช่วงเวลากการเคลื่อนที่ครบรอบนานถึง 76 ปี การบันทึกข้อมูลไม่สามารถทำได้สำเร็จในช่วงอายุของนักดาราศาสตร์คนหนึ่ง แต่ต้องอาศัยข้อมูลจากการบันทึกของนักดาราศาสตร์รุ่นก่อน ๆ นักดาราศาสตร์รุ่นหลัง ๆ จึงสรุปผลออกมาได้

ดังนั้นการบันทึกข้อมูลของนักดาราศาสตร์หรือนักวิทยาศาสตร์ ต้องบันทึกด้วยความเชื่อสัตย์ตามที่สังเกตเห็นจริง ๆ จึงจะให้นักดาราศาสตร์ หรือนักวิทยาศาสตร์นำข้อมูลมาใช้เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง จึงทำให้ความรู้ทางดาราศาสตร์มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว

การบันทึกข้อมูลที่ดี มีหลักดังนี้

1. ต้องบันทึกข้อมูลด้วยความเชื่อสัตย์ ยุติธรรม ไม่ลำเอียง ไม่แทรกความคิดเห็นส่วนตัวลงไป และบันทึกอย่างรัดกุม รอบคอบ
2. ควรบอกวิธีการสังเกต เครื่องมือที่ใช้
3. ควรบอกตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการสังเกตด้วย
4. ควรบอก วัน เดือน ปี ที่ทำการสังเกต

1.3 ความรู้ทางฟิสิกส์ได้มาอย่างไร

เนื่องจากความรู้ทางฟิสิกส์เป็นการศึกษาหาความจริงต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทั้งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ซึ่งการค้นหาคำตอบจากปรากฏการณ์ในธรรมชาติทำได้ 2 แนวทาง คือ

1. **จากการสังเกต การบันทึก การทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผล** เพื่อที่จะหาคำอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตนั้น หรือตั้งเป็นทฤษฎีที่เป็นเหตุเป็นผลสอดคล้องกับสิ่งที่สังเกตเห็น หรือผลการทดลองนั้น ๆ ขึ้นมาในแนวทางนี้อาจต้องทำการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในความถูกต้องของคำอธิบายและทฤษฎีนั้น ๆ

2. **จากการสร้างแบบจำลอง** เป็นการใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และมีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดี นำมาประกอบกัน ในการสร้างทฤษฎีใหม่ขึ้นมา ซึ่งไม่เคยคิดกันมาก่อนโดย



ทฤษฎีที่สร้างขึ้นมานี้จะเป็นที่ยอมรับว่าใช้ได้ก็ต่อเมื่อสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หรือต้องมีผลการทดลองที่ยืนยันสนับสนุน ทฤษฎีนั้นจึงจะเป็นที่ยอมรับว่าใช้ได้

1.4 ความหมายและขอบเขตของวิชาฟิสิกส์

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ มีความเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วและไม่หยุดยั้ง โดยพื้นฐานการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ซึ่งเราเรียกวิทยาศาสตร์แนวนี้ว่า **วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ** ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 สาขา คือ

1. **วิทยาศาสตร์ชีวภาพ** เป็นการศึกษาเฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เช่น พืช และสัตว์
2. **วิทยาศาสตร์กายภาพ** เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งไม่มีชีวิต แบ่งออกเป็นอีกหลายแขนง เช่น ฟิสิกส์

เคมี ธรณีวิทยา ดาราศาสตร์ เป็นต้น

การศึกษาในวิชาฟิสิกส์จะมุ่งเน้นหากฎเกณฑ์ต่าง ๆ สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติทุกชนิด เช่น ทำไมวัตถุจึงตกสู่พื้นโลก การตกของวัตถุมีกฎเกณฑ์อย่างไร ทำไมสารจึงเปลี่ยนสถานะ การเปลี่ยนสถานะของสารมีกฎเกณฑ์อย่างไร ทำไมจึงเกิดรุ้งกินน้ำ

ความรู้ในวิชาฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้มาจากการสังเกต และการวัดโดยเครื่องมือต่าง ๆ แล้วนำมาวิเคราะห์แปลความหมายจนถึงการสรุปเป็นหลักการและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ และความรู้อีกส่วนหนึ่งได้มาจากแบบจำลองทางความคิด ซึ่งนำไปสู่การสร้างทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ กฎเกณฑ์และทฤษฎีที่ได้อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีข้อมูลที่แตกต่างไปจากเดิม และทฤษฎีเก่าไม่สามารถอธิบายได้ เนื่องจากมีการพัฒนาเครื่องมือวัด และวิธีการวัดอยู่ตลอดเวลา

ความรู้พื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ ได้แก่ กลศาสตร์ ความร้อน แสง เสียง ไฟฟ้า แม่เหล็ก ฟิสิกส์อะตอม ฟิสิกส์นิวเคลียร์

1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างฟิสิกส์กับศาสตร์สาขาอื่น ๆ

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะด้วยกัน คือ

1. **การศึกษาเชิงคุณภาพ** เป็นการบรรยายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยข้อมูลเชิงพรรณนา ตามสภาพการรับรู้ของคน เช่น การบอกลักษณะรูปทรง พื้นผิว สี กลิ่น รส เป็นต้น

2. **การศึกษาเชิงปริมาณ** เป็นการบรรยายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยข้อมูลเชิงตัวเลข ซึ่งได้จากการสังเกต และใช้เครื่องมือวัด การบอกความยาว มวล เวลา เป็นต้น มีการจัดกระทำกับข้อมูลเชิงตัวเลขในลักษณะต่าง ๆ กัน จึงต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในด้านการจัดกระทำกับตัวเลข วิชาฟิสิกส์จัดได้ว่าเป็น



วิทยาศาสตร์ที่เน้นการศึกษาเชิงปริมาณ กฎเกณฑ์ และทฤษฎีทางฟิสิกส์ที่ต้งขึ้นมาได้ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ วิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พีชคณิต เรขาคณิต ตรีโกณมิติ และแคลคูลัสเบื้องต้น

นอกจากนี้แล้วความรู้ทางฟิสิกส์ยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับศาสตร์สาขาอื่น ๆ เช่น

ฟิสิกส์กับเคมี วิชาเคมีเป็นการศึกษาปฏิกิริยาในระดับโมเลกุล และระดับอะตอมซึ่งเกิดขึ้นระหว่างอิเล็กตรอนในอะตอม จำเป็นต้องอาศัยความรู้พื้นฐานในด้านฟิสิกส์อะตอมและฟิสิกส์นิวเคลียร์เพื่อใช้ศึกษาโครงสร้างโมเลกุล และอะตอม รวมทั้งการศึกษาพันธะเคมี นอกจากนี้ในการทดลองทางเคมียังต้องอาศัยเทคนิคและเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นด้วยความรู้จากวิชาฟิสิกส์ เช่น แมสสเปกโตรกราฟ สเปกโตรมิเตอร์ เครื่องวัดความนำไฟฟ้าของสารละลาย เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส เป็นต้น

ฟิสิกส์กับชีววิทยา วิชาชีววิทยา อาศัยความรู้พื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ และเคมีในการศึกษาระบบและกระบวนการต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตเนื่องจากสิ่งมีชีวิตประกอบขึ้นมาจากอะตอมและโมเลกุลของสารต่าง ๆ อะตอมเหล่านี้ย่อมมีอันตรกิริยาระหว่างกัน เช่น ปฏิกิริยาการเคลื่อนย้ายมวล ปฏิกิริยาการเคลื่อนย้ายประจุในระดับเซลล์ การถ่ายโอนพลังงาน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีกระบวนการทางฟิสิกส์ในระดับอวัยวะอีกด้วย เช่น การลำเลียงของน้ำภายในต้นไม้ การสังเคราะห์แสง การหายใจ การเคลื่อนไหวของกระดูกและกล้ามเนื้อ เป็นต้น นอกจากนี้เครื่องมือที่ใช้ในวิชาชีววิทยา เช่น กล้องจุลทรรศน์ เครื่องเขย่าสาร เครื่องเหวี่ยงตะกอน เครื่องวัดความดันโลหิต เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าจากหัวใจและสมอง เป็นต้น ต้องอาศัยหลักการในวิชาฟิสิกส์ทั้งนั้น

ฟิสิกส์กับการพัฒนาด้านคอมพิวเตอร์ ความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ อาศัยความรู้พื้นฐานจาก วิชาฟิสิกส์ของของแข็ง อิเล็กทรอนิกส์ ไฟฟ้าสถิต ไฟฟ้ากระแส ฯลฯ ในการสร้างไมโครโพรเซสเซอร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่เป็นส่วนสำคัญของคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นการพัฒนาอุปกรณ์ และทฤษฎีใหม่ ๆ ทางคอมพิวเตอร์ ยังต้องอาศัยความรู้ทางทฤษฎีของกลศาสตร์ควอนตัม

ฟิสิกส์กับแพทยศาสตร์ แพทยศาสตร์ เป็นวิชาที่เน้นการศึกษาด้านชีววิทยาของมนุษย์ กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในร่างกายสามารถอธิบายได้ด้วยหลักการทางฟิสิกส์ เช่น สายตาสั้น สายตาวาย การส่งกระแสประสาท คลื่นสมอง คลื่นหัวใจ ระบบการหมุนเวียนโลหิต ฯลฯ นอกจากนี้เครื่องมือเครื่องใช้ทางการแพทย์ เช่น เครื่องเอกซเรย์ อัลตราซาวด์ เครื่องกระตุ้นหัวใจ มีดผ่าตัดเลเซอร์ เครื่องวัดความดันโลหิต เครื่องวัดคลื่นหัวใจ กล้องไฟเบอร์ออปติคตรวจระบบทางเดินอาหาร ฯลฯ ต้องอาศัยความรู้ทางฟิสิกส์ทั้งนั้น

ฟิสิกส์กับวิศวกรรมศาสตร์ วิชาวิศวกรรมศาสตร์ได้นำเอาหลักการทางฟิสิกส์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ เช่น การออกแบบ การสร้างเครื่องมือเครื่องใช้ เครื่องจักรกล เป็นต้น

1.6 ฟิสิกส์และเทคโนโลยี

เทคโนโลยี หมายถึง การพัฒนาวิธีการในการผลิต หรือใช้สิ่งของต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวก หรือสนองความต้องการของมนุษย์

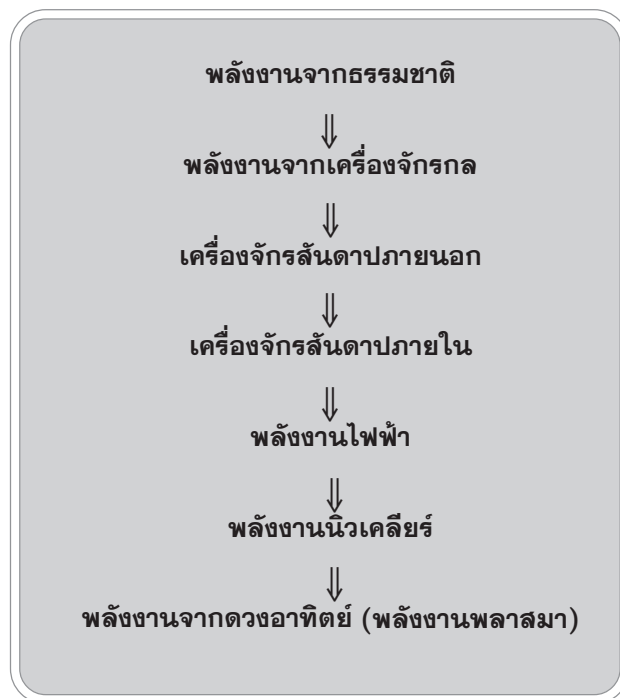
เทคโนโลยีเป็นผลของความพยายามของคนเราที่ต้องการให้ชีวิตมีความเป็นอยู่สะดวกสบายขึ้น วิชาฟิสิกส์นั้นมีส่วนช่วยให้เทคโนโลยีก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว และในทางกลับกันเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าก็ทำให้นักฟิสิกส์ได้มีอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ช่วยในการศึกษานำไปสู่การค้นพบความรู้ต่าง ๆ อย่างกว้างขวางและลึกซึ้งในเวลาอันรวดเร็วเช่นกัน จึงกล่าวได้ว่า **ความก้าวหน้าของฟิสิกส์และเทคโนโลยีต่างมีส่วนเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน**

เมื่อฟิสิกส์และเทคโนโลยีก้าวหน้าขึ้นจึงมีการนำความรู้จากฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาใช้อย่างกว้างขวางซึ่งเมื่อเราพิจารณาสิ่งรอบ ๆ ตัวเราจะพบว่ามีการประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ และสิ่งเหล่านั้นมักจะเป็นผลผลิตที่เกิดจากความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีแทบทั้งสิ้น

ความเกี่ยวข้องของฟิสิกส์และเทคโนโลยีกับการพัฒนาในด้านต่าง ๆ มีดังนี้

1.6.1 ฟิสิกส์และเทคโนโลยีด้านพลังงาน ในสมัยเริ่มแรกมนุษย์รู้จักการใช้พลังงานจากธรรมชาติเท่านั้น ซึ่งต่อมามีการรู้จักการใช้พลังงานจากแหล่งอื่นรูปอื่น โดยมีการนำความรู้จากฟิสิกส์ไปพัฒนาให้เกิดเทคโนโลยีในด้านพลังงานดังแผนภูมิที่ 1

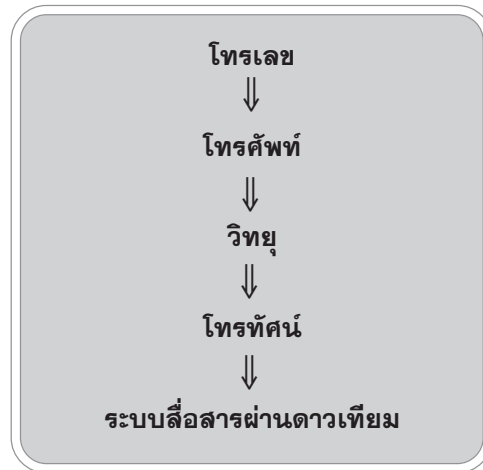
แผนภูมิที่ 1 แสดงพัฒนาการด้านพลังงาน





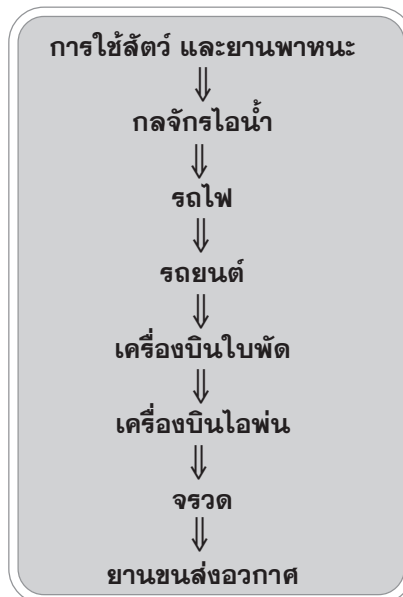
1.6.2 ฟิสิกส์และเทคโนโลยีด้านสื่อสารโทรคมนาคม มนุษย์เรารู้จักการติดต่อสื่อสารกันมาตั้งแต่ยุคดึกดำบรรพ์แล้ว โดยอาศัยแรงคนและสัตว์ คือ ใช้คนส่งข่าว หรือใช้นกพิราบสื่อสาร ต่อมาเมื่อความรู้ทางด้านไฟฟ้า แม่เหล็กไฟฟ้า มีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้น จึงได้มีการประดิษฐ์เครื่องมือสื่อสารคือโทรเลข โทรพิมพ์ จนพัฒนามาเป็นโทรศัพท์ วิทยุ จนกระทั่งปัจจุบันนี้มีการติดต่อสื่อสารระหว่างประเทศ ผ่านดาวเทียมจะเห็นได้ว่า การพัฒนาด้านสื่อสารโทรคมนาคมต้องอาศัยความรู้จากฟิสิกส์ นำไปพัฒนาให้เกิดเทคโนโลยีด้านการสื่อสาร ดังแผนภูมิที่ 2

แผนภูมิที่ 2 แสดงพัฒนาการด้านสื่อสารโทรคมนาคม



1.6.3 ฟิสิกส์และเทคโนโลยีด้านการขนส่ง มนุษย์ได้ใช้แรงงานคนและสัตว์ช่วยในการขนส่งมาก่อน จนกระทั่งฟิสิกส์และเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้น จนมีการนำไปใช้ประโยชน์ในการประดิษฐ์ยานพาหนะต่าง ๆ ช่วยให้ผู้โดยสารสามารถเดินทางและขนส่งสิ่งต่าง ๆ ได้สะดวกรวดเร็วมากขึ้นเป็นลำดับ ดังแสดงไว้ในแผนภูมิที่ 3

แผนภูมิที่ 3 แสดงพัฒนาการด้านการขนส่ง





1.7 การวัดและหน่วยการวัด

ขั้นตอนหนึ่งของการที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการบันทึก การทดลอง โดยการบันทึกและการทดลองที่จะให้ผลเที่ยงแท้ แม่นยำ ต้องอาศัย **การวัด** นอกจากนี้แล้วการวัดยังเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของคนเราตั้งแต่เกิดจนลาจากโลกไป สิ่งสำคัญในการวัดมีด้วยกัน 2 ประการ คือ

1. **เครื่องมือ** เครื่องมือที่ใช้วัดต้องมีมาตรฐานอันเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป และเหมาะสมกับงานที่ต้องการวัด

2. **วิธีการ** วิธีการในการวัดต้องเหมาะสมกับเครื่องมือนั้นๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทุกคนยอมรับ สำหรับงานเก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาตรฐานของเครื่องมือและวิธีการของการวัดเป็นสิ่งสำคัญมากเพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้มา

การกำหนดมาตราวัดปริมาณต่างๆ มีการพัฒนาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มีด้วยกันหลายระบบทั้งของไทยและต่างประเทศ ตัวอย่างมาตราวัดความยาวของไทยในอดีตดังตาราง 1.1

ตาราง 1.1 มาตราวัดความยาวของไทย

12 นิ้ว	=	1 คืบ
2 คืบ	=	1 ศอก
4 ศอก	=	1 วา
20 วา	=	1 เส้น
400 เส้น	=	1 โยชน์

ปัจจุบันมาตราวัดความยาวของไทยในอดีตยังใช้อยู่บ้าง เช่น การวัดความยาวเป็นวา โดย 1 วามีค่าเท่ากับ 2 เมตร หรือพื้นที่ที่ยังใช้เป็นตารางวา โดย 1 ตารางวาเท่ากับ 4 ตารางเมตร หรือพื้นที่ 1 ไร่ มี 400 ตารางวา เป็นต้น

ในต่างประเทศก็เหมือนกัน มีการใช้มาตราการวัดหลายๆ ระบบ ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากในการเปรียบเทียบของระบบต่างๆ เนื่องจากหน่วยของมาตราวัดแต่ละระบบจะแตกต่างกัน

ในปี พ.ศ. 2503 ได้มีการประชุมร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ จากหลายๆ ประเทศเพื่อตกลงให้มีระบบการวัด ปริมาณต่างๆ เป็นระบบมาตรฐานระหว่างชาติ ที่เรียกว่า **หน่วยระหว่างชาติ (International System of Units หรือ Systeme-International d' Unites)** และกำหนดให้ใช้อักษรย่อแทนชื่อระบบนี้ว่า “SI” หรือ**หน่วยเอสไอ (SI unit)** เพื่อใช้ในการวัดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระบบหน่วยระหว่างชาติ หรือเอสไอ ประกอบด้วย **หน่วยฐาน หน่วยอนุพัทธ์ และคำอุปสรรค** ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.7.1 หน่วยฐาน (Base Units) เป็นหน่วยหลักของเอสไอ มีทั้งหมด 7 หน่วย ดังตาราง 1.2



ตาราง 1.2 แสดงชื่อและสัญลักษณ์ของหน่วยฐาน

ปริมาณฐาน (Base quantities)	ชื่อหน่วย Unit	สัญลักษณ์ Symbol
ความยาว (Length)	เมตร	m
มวล (Mass)	กิโลกรัม	kg
เวลา (Time)	วินาที	s
กระแสไฟฟ้า (Electric Current)	แอมแปร์	A
อุณหภูมิอุณหพลวัต (Thermodynamic Temperature)	เคลวิน	K
ปริมาณของสาร (Amount of Substance)	โมล	mol
ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity)	แคนเดลา	cd

1.7.2 หน่วยอนุพัทธ์ (Derived Units) เป็นหน่วยซึ่งมีหน่วยฐานหลายหน่วยมาเกี่ยวข้องกัน เช่น หน่วยของความยาวเป็น เมตร/วินาที ซึ่งมีเมตรและวินาทีเป็นหน่วยฐาน หน่วยนี้มีอยู่หลายหน่วย และบางหน่วยก็ใช้ชื่อสัญลักษณ์เป็นพิเศษ ดังตัวอย่างในตาราง 1.3

ตาราง 1.3 แสดงชื่อและสัญลักษณ์ของหน่วยอนุพัทธ์

ปริมาณอนุพัทธ์	หน่วยอนุพัทธ์				
	ชื่อหน่วย	ศัพท์บัญญัติ	สัญลักษณ์	ในเทอมของเอสไออื่น	ในเทอมของหน่วยฐาน
ความถี่	เฮิรตซ์	hertz	Hz	–	s^{-1}
แรง	นิวตัน	newton	N	–	$m\ kg\ s^{-2}$
ความดัน	พาสคัล	pascal	Pa	N/m^2	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
พลังงาน งาน ปริมาณความร้อน	จูล	joule	J	$N\ m$	$m^2\ kg\ s^{-2}$
กำลัง ฟลักซ์การแผ่รังสี	วัตต์	watt	W	J/s	$m^2\ kg\ s^{-3}$
ประจุไฟฟ้า ปริมาณไฟฟ้า	คูลอมบ์	coulomb	C	–	$s\ A$
ศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์ ร.ค.พ.	โวลต์	volt	V	W/A	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
ความจุ	ฟารัด	farad	F	C/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
ความต้านทาน	โอห์ม	ohm	Ω	V/A	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$
ความนำ	ซีเมนส์	siemens	S	A/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^3\ A^2$
ฟลักซ์แม่เหล็ก	เวเบอร์	weber	Wb	$V\ s$	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก	เทสลา	tesla	T	Wb/m^2	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
ความเหนี่ยวนำ	เฮนรี	henry	H	Wb/A	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
ฟลักซ์ส่องสว่าง	ลูเมน	lumen	lm	$cd\ sr$	cd
ความสว่าง	ลักซ์	lux	lx	lm/m^2	$m^{-2}\ cd$
กัมมันตภาพ	เบ็กเคอเรล	becquerel	Bq	–	s^{-1}
ขนาดกำหนดของกัมมันตภาพรังสี	ซีเวิร์ต	sievert	Sv	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
ขนาดกำหนดของการดูดกลืนของรังสีที่ทำให้แตกตัวเป็นไอออน	เกรย์	gray	Gy	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
มุมระนาบ	เรเดียน	radian	rad	–	m/m
มุมตัน	สเตอเรเดียน	steradian	sr	–	m^2/m^2



1.7.3 คำอุปสรรค (Prefixes) เมื่อค่าในหน่วยฐานหรือหน่วยอนุพันธ์น้อยหรือมากเกินไปเราอาจเขียนค่านั้นอยู่ในรูปตัวเลขคูณด้วยตัวพหุคูณ (ตัวพหุคูณ คือ เลขสิบยกกำลังบวกหรือลบ) ได้ เช่น ระยะทาง 0.002 เมตร เขียนเป็น 2×10^{-3} เมตร ตัวพหุคูณ 10^{-3} แทนด้วยคำอุปสรรคมิลลิ (m) ดังนั้น ระยะทาง 0.002 เมตร อาจเขียนได้ว่า 2 มิลลิเมตร คำอุปสรรคที่ใช้แทนตัวพหุคูณและสัญลักษณ์ แสดงไว้ในตาราง 1.4

ตาราง 1.4 แสดงคำอุปสรรคและสัญลักษณ์

คำอุปสรรคที่ใช้แทนตัวพหุคูณ		
ตัวพหุคูณ	ชื่อ	สัญลักษณ์
10^{18}	เอกซะ (exa)	E
10^{15}	เพตะ (peta)	P
10^{12}	เทระ (tera)	T
10^9	จิกะ (giga)	G
10^6	เมกะ (mega)	M
10^3	กิโล (kilo)	k
10^2	เฮกโต (hecto)	h
10^1	เดคา (deca)	da
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
10^{-15}	เฟมโต (femto)	f
10^{-18}	อัตโต (atto)	a

ประโยชน์ของคำอุปสรรค ช่วยเปลี่ยนหน่วยให้เหมาะสม กะทัดรัด สวยงาม ดังตัวอย่างที่จะได้พบต่อไป

ตัวอย่างทฤษฎีเลขชี้กำลัง เพื่อใช้ในการเปลี่ยนหน่วย

$$\begin{aligned}
 1000 &= 10^3 \\
 0.001 &= 10^{-3} \\
 \frac{1}{1000} &= \frac{1}{10^3} = 10^{-3} \\
 10^2 \times 10^4 &= 10^{2+4} = 10^6 \\
 10^2 \times 10^{-4} &= 10^{2-4} = 10^{-2} \\
 \frac{10^2}{10^4} &= 10^2 \times 10^{-4} = 10^{-2} \\
 \frac{10^2}{10^{-4}} &= 10^2 \times 10^4 = 10^6
 \end{aligned}$$

ข้อควรจำ $\frac{10^2}{10^2} = 10^2 \times 10^{-2} = 10^{2-2} = 10^0 = 1$



1. ระยะทาง 5,600,000,000 เมตร มีค่ากี่เมกะเมตร

วิเคราะห์โจทย์ เมกะ (M) = 10^6 , 10^6 m = 1 Mm

$$\begin{aligned} \text{จาก } 5,600,000,000 \text{ m} &= 5.6 \times 10^9 \text{ m} \\ &= 5.6 \times 10^3 \times 10^6 \text{ m} \\ &= 5.6 \times 10^3 \text{ Mm} \end{aligned}$$

$\therefore$ 5,600,000,000 เมตร มีค่า 5.6×10^3 เมกะเมตร

2. เส้นผมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.0005 เมตร มีค่ากี่มิลลิเมตร

วิเคราะห์โจทย์ มิลลิ (m) = 10^{-3} , 10^{-3} m = 1 mm.

$$\begin{aligned} \text{จาก } 0.0005 \text{ m} &= 5 \times 10^{-4} \text{ m} \\ &= 5 \times 10^{-1} \times 10^{-3} \text{ m} \\ &= 5 \times 10^{-1} \text{ mm} \\ &= 0.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$\therefore$ 0.0005 เมตร มีค่า 0.5 มิลลิเมตร

3. มวลขนาด 0.4 มิลลิกรัมมีขนาดกี่กิโลกรัม

วิเคราะห์โจทย์ เปลี่ยนมิลลิกรัม $\rightarrow$ กรัม $\rightarrow$ กิโลกรัม ตามลำดับ

$$\begin{aligned} \text{จาก } 0.4 \text{ mg} &= 0.4 \times 10^{-3} \text{ g} \\ &= \frac{0.4 \times 10^{-3} \times 10^3}{10^3} \text{ g} \quad (10^3 \text{ g} = \text{kg}) \\ &= \frac{0.4 \times 10^{-3}}{10^3} \text{ kg} \\ 0.4 \text{ mg} &= 0.4 \times 10^{-6} \text{ kg} \end{aligned}$$

$\therefore$ 0.4 มิลลิกรัม มีขนาดเท่ากับ 0.4×10^{-6} กิโลกรัม

อาจใช้สูตรเปลี่ยนลัด ดังนี้

เอาตัวตั้งคูณ ตัวเปลี่ยนหาร

จากข้อ 3 ต้องการเปลี่ยน 0.4 mg ให้เป็น kg

ตัวตั้ง คือ m (มิลลิ) = 10^{-3}

ตัวเปลี่ยน คือ k (กิโล) = 10^3

$$\text{ดังนั้น } 0.4 \text{ mg} = \frac{0.4 \times 10^{-3}}{10^3} \text{ kg}$$

$\therefore$ 0.4 mg = 0.4×10^{-6} kg หรือ 4×10^{-7} kg

4. ระยะทาง 100 กิโลเมตรมีค่ากี่มิลลิเมตร, ไมโครเมตร, เมกะเมตร

วิเคราะห์โจทย์ ตัวตั้งคือกิโล (k), ตัวเปลี่ยนคือมิลลิ (m), ไมโคร (μ), เมกะ (M)

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } 100 \text{ km} &= \frac{100 \times 10^3}{10^{-3}} \text{ mm} \\ 100 \text{ km} &= 10^8 \text{ mm} \end{aligned}$$



$$\text{และ } 100 \text{ km} = \frac{100 \times 10^3}{10^{-6}} \mu\text{m}$$

$$\therefore 100 \text{ km} = 10^{11} \mu\text{m}$$

$$\text{และ } 100 \text{ km} = \frac{100 \times 10^3}{10^6} \text{ Mm}$$

$$\therefore 100 \text{ km} = 0.1 \text{ Mm}$$

5. มวลขนาด 20 มิลลิกรัม มีค่ากี่กิโลกรัม, เมกะกรัม, ไมโครกรัม

วิเคราะห์โจทย์ ตัวตั้งคือมิลลิ ($\text{m} : 10^{-3}$) ตัวเปลี่ยนคือ กิโล ($\text{k} : 10^3$), เมกะ ($\text{M} : 10^6$) และไมโคร ($\mu : 10^{-6}$)

$$\text{ดังนั้น } 20 \text{ mg} = \frac{20 \times 10^{-3}}{10^3} \text{ kg}$$

$$\therefore 20 \text{ mg} = 2 \times 10^{-5} \text{ kg}$$

$$\text{และ } 20 \text{ mg} = \frac{20 \times 10^{-3}}{10^6} \text{ Mg}$$

$$\therefore 20 \text{ mg} = 2 \times 10^{-8} \text{ Mg}$$

$$\text{และ } 20 \text{ mg} = \frac{20 \times 10^{-3}}{10^{-6}} \mu\text{g}$$

$$\therefore 20 \text{ mg} = 2 \times 10^4 \mu\text{g}$$

6. เวลา 0.4 ชั่วโมงมีค่ากี่มิลลิวินาที, นาโนวินาที

วิเคราะห์โจทย์ เปลี่ยนจาก 0.4 ชั่วโมงให้เป็นวินาทีก่อน
โดยเวลา 1 ชั่วโมง เทียบเท่ากับเวลา 60×60 วินาที
เวลา 0.4 ชั่วโมง เทียบเท่ากับเวลา $0.4 \times 60 \times 60 = 1,440$ วินาที
จากโจทย์ตัวตั้ง คือ 1 ตัวเปลี่ยนคือ มิลลิ ($\text{m} : 10^{-3}$), นาโน ($\text{n} : 10^{-9}$)

$$\text{ดังนั้น } 1440 \text{ s} = \frac{1440}{10^{-3}} \text{ ms}$$

$$\therefore 0.4 \text{ hr} = 1.44 \times 10^6 \text{ ms}$$

$$\text{และ } 1440 \text{ s} = \frac{1440}{10^{-9}} \text{ ns}$$

$$\therefore 0.4 \text{ hr} = 1.44 \times 10^{12} \text{ ns}$$

7. จงเปลี่ยนพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร ให้เป็นตารางเมตร

วิเคราะห์โจทย์ พื้นที่ 1 cm^2 ทำให้เป็น m^2 มีหลักการคล้ายกับการเปลี่ยนหน่วยกำลังหนึ่ง โดยเปลี่ยน cm ให้เป็น m ก่อนแล้วยกกำลังสองทั้งสองข้างก็จะได้ cm^2 และ m^2

$$\text{จาก } 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m.}$$

ยกกำลังสองทั้งสองข้าง



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

$$1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$$

∴ 1 ตารางเซนติเมตรมีค่า 10^{-4} ตารางเมตร

8. จงเปลี่ยนพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร ให้เป็นตารางเมตร และตารางเซนติเมตร

วิเคราะห์โจทย์ ใช้หลักการเดียวกับข้อ 7 ตัวตั้งคือมิลลิ ($\text{m} : 10^{-3}$) ตัวเปลี่ยนคือ 1 และเซนติ- ($\text{c} : 10^{-2}$) ตามลำดับ

$$\text{จาก } 1 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

ยกกำลังสองทั้งสองข้าง

$$(1 \text{ mm})^2 = (1 \times 10^{-3} \text{ m})^2$$

$$\text{ดังนั้น } 1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{จาก } 1 \text{ mm} = \frac{1 \times 10^{-3}}{10^{-2}} \text{ cm}$$

$$1 \text{ mm} = 10^{-1} \text{ cm}$$

ยกกำลังสองทั้งสองข้าง

$$(1 \text{ mm})^2 = (10^{-1} \text{ cm})^2$$

$$\text{ดังนั้น } 1 \text{ mm}^2 = 10^{-2} \text{ cm}^2$$

9. จงเปลี่ยนปริมาตร 1 ลบ.เซนติเมตร ให้เป็น ลบ.เมตร, ลบ.เดซิเมตร, ลบ.มิลลิเมตร

วิเคราะห์โจทย์ หลักการเปลี่ยน คล้ายข้อ 8 ตัวตั้งคือ เซนติ ($\text{c} : 10^{-2}$) ตัวเปลี่ยนคือ 1, เดซิ ($\text{d} : 10^{-1}$) และ มิลลิ ($\text{m} : 10^{-3}$) ตามลำดับ

$$\text{จาก } 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

ยกกำลังสามทั้งสองข้าง

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

$$\text{ดังนั้น } 1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{จาก } 1 \text{ cm} = \frac{1 \times 10^{-2}}{10^{-1}} \text{ dm}$$

$$1 \text{ cm} = 10^{-1} \text{ dm}$$

ยกกำลังสามทั้งสองข้าง

$$(1 \text{ cm})^3 = (10^{-1} \text{ dm})^3$$

$$\text{ดังนั้น } 1 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ dm}^3$$

$$\text{จาก } 1 \text{ cm} = \frac{1 \times 10^{-2}}{10^{-3}} \text{ mm}$$

$$1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

ยกกำลังสามทั้งสองข้าง

$$(1 \text{ cm})^3 = (10 \text{ mm})^3$$

$$\text{ดังนั้น } 1 \text{ cm}^3 = 10^3 \text{ mm}^3$$

10. รถยนต์คันหนึ่งแล่นด้วยอัตราเร็ว 108 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คิดเป็นอัตราเร็วเท่าใดในหน่วยเมตรต่อวินาที

วิเคราะห์โจทย์

การเปลี่ยนหน่วยของปริมาณอนุพันธ์ ทำได้โดยการเปลี่ยนหน่วยทั้งเศษและส่วน

$$\begin{aligned}\text{อัตราเร็วรถ} &= 108 \text{ km/hr} \\ &= \frac{108 \times 10^3 \text{ m}}{60 \times 60 \text{ s}} \\ &= \frac{108 \times 1000}{3600} \text{ m/s} \\ &= 108 \times \frac{5}{18} \text{ m/s} \\ \therefore \text{อัตราเร็วรถ} &= 30 \text{ m/s}\end{aligned}$$

ดังนั้น อัตราเร็วรถมีค่า 30 เมตรต่อวินาที

ข้อควรจำ จากตัวอย่างข้อ 10 อาจสรุปได้ว่า

1. การเปลี่ยนอัตราเร็วจากกิโลเมตรต่อชั่วโมงเป็นเมตรต่อวินาทีให้นำตัวเลข $\frac{5}{18}$ มาคูณ
2. การเปลี่ยนอัตราเร็วจากเมตรต่อวินาทีเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมงให้นำตัวเลข $\frac{18}{5}$ มาคูณ

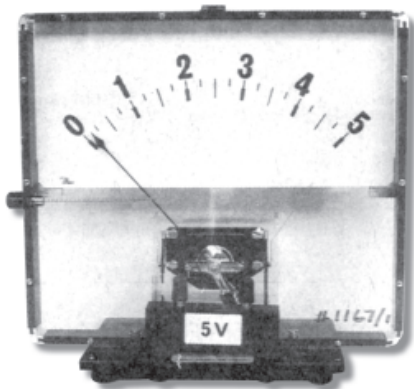
1.8 เครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ทางฟิสิกส์ที่มีการค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ ต้องอาศัยเครื่องมือวัด และผู้ที่ใช้ก็ต้องทำความรู้จัก ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัดต่าง ๆ ให้ถ่องแท้ เพื่อจะได้สามารถตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับงานที่ทำ เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน ประหยัดเวลา เช่น การวัดอุณหภูมิในเตาเผาซึ่งมีอุณหภูมิสูงมากเป็นพันองศาเซลเซียส เทอร์มอมิเตอร์แบบหลอดแก้ว ภายในบรรจุของเหลว ใช้วัดอุณหภูมิไม่ได้ ต้องวัดด้วย ไพโรมิเตอร์ (Pyrometer)

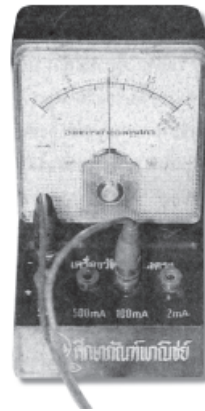
เครื่องมือวัดต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาออกมาเรื่อย ๆ ควรติดตามสอบถามจากบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทจำหน่ายเครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้ทราบข้อมูลข่าวสาร ประโยชน์และวิธีการใช้เครื่องมือวัดเหล่านั้น เพื่อช่วยให้ประหยัดเวลาในการค้นคว้าหาความรู้ใหม่

1.8.1 การแสดงผลของการวัด เครื่องมือวัดทุกชนิดจะมีภาคแสดงผลการวัดให้ผู้วัดได้ทราบค่าเพื่อจะได้นำไปบันทึกผลการวัด แล้วนำไปวิเคราะห์ เพื่อใช้งานต่อไป ในปัจจุบันภาคแสดงผลการวัดของเครื่องมือวัดมี 2 แบบ คือ **แบบขีดสเกล และแบบตัวเลข**

(1) การแสดงผลด้วยขีดสเกล เป็นรูปแบบการแสดงผลที่ใช้กันมานานแล้วจนถึงปัจจุบัน เช่น สเกลไม้บรรทัด สเกลของตาชั่ง สเกลบนกระบอกตวง สเกลบนหน้าปัดนาฬิกาแบบเป็นเข็ม สเกลเครื่องวัดทางไฟฟ้าแบบเข็ม เป็นต้น ผู้วัดจะต้องมีความชำนาญ จึงจะอ่านได้รวดเร็วและถูกต้อง



โวลต์มิเตอร์



แอมมิเตอร์

รูป 1.1 แสดงเครื่องมือวัดแบบแสดงผลด้วยขีดสเกล

(2) **การแสดงผลด้วยตัวเลข** เนื่องจากเทคโนโลยีด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์ได้พัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้เครื่องมือวัดหลายชนิด แสดงผลการวัดเป็นตัวเลข เพื่อความสะดวกรวดเร็ว และราคาก็ไม่แพงมากนักจึงได้รับความนิยม และใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น นาฬิกาข้อมือ เครื่องชั่ง เทอร์มอมิเตอร์ เป็นต้น

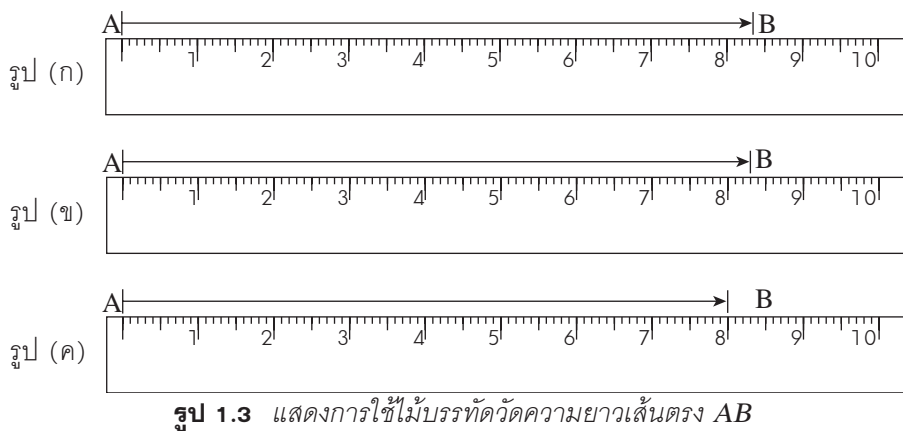


รูป 1.2 แสดงเครื่องมือวัดแบบแสดงผลด้วยตัวเลข

1.8.2 การอ่านผลจากเครื่องมือวัด

การอ่านผลจากเครื่องมือวัดทั้งแบบขีดสเกลและแบบตัวเลข ค่าที่อ่านได้ จะเป็นตัวเลข แล้วตามด้วยหน่วยของการวัด เช่น ปากกายาว 14.45 เซนติเมตร ตูมตามมีมวล 46.252 กิโลกรัม เป็นต้น การอ่านค่าจากเครื่องมือวัดให้ถูกต้องมีวิธีการดังนี้

(1) **การอ่านค่าจากเครื่องมือวัดแบบแสดงผลด้วยขีดสเกล** ก่อนอ่านเราต้องทราบความละเอียดของเครื่องวัดนั้น ๆ เสียก่อน ว่าสามารถอ่านได้ละเอียดที่สุดเท่าไร เช่น ไม้บรรทัดที่มีช่องสเกลเล็กที่สุดเท่ากับ 1 มิลลิเมตร หรือ 0.1 เซนติเมตร เราก็สามารถอ่านได้ละเอียดที่สุดเพียงทศนิยมตำแหน่งเดียวของเซนติเมตรเท่านั้น และเราจะต้องประมาณค่าตัวเลขหลังทศนิยมตำแหน่งที่สองเพื่อให้ได้ผลการวัดใกล้เคียงความจริงที่สุดดังรูป 1.3 และทุกครั้งที่อ่านค่าจากเครื่องมือวัดแบบสเกล ไม่ว่าชนิดใดก็ตามต้องให้ระดับสายตาที่มองตั้งฉากกับเครื่องมือวัดทุกครั้ง เพื่อจะได้ผลการวัดใกล้เคียงความจริงที่สุด



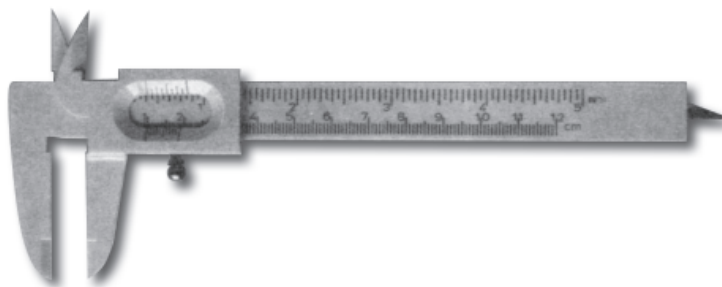
จากรูป 1.3

- (ก) อ่านได้ 8.33 หรือ 8.34 หรือ 8.35 เซนติเมตร ตัวเลขตัวสุดท้ายคือ 3, 4 และ 5 เป็นตัวเลขที่ประมาณขึ้นมาเพื่อให้ค่าใกล้เคียงความจริง
- (ข) อ่านได้ 8.30 เซนติเมตร ถ้ามั่นใจว่าความยาว AB ยาว 8.3 พอดี ตัวเลขที่ประมาณขึ้นมาก็คือ ศูนย์
- (ค) อ่านได้ 8.00 เซนติเมตร ถ้ามั่นใจว่าความยาว AB ยาว 8 เซนติเมตร พอดีต้องแสดงความละเอียดด้วยศูนย์ตัวแรก และบอกค่าประมาณอีก 1 ตัว คือ ศูนย์ตัวที่สอง

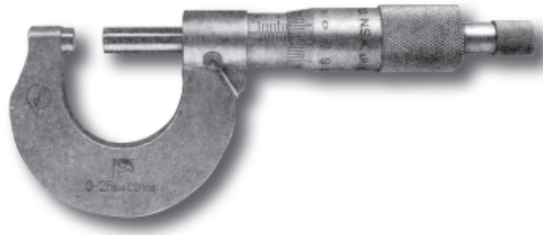
(2) การอ่านค่าจากเครื่องวัดแบบแสดงผลด้วยตัวเลข สามารถอ่านได้โดยตรงตามตัวเลขบนจอภาพ เช่น เวลา 10.10 นาฬิกา ของหนัก 1.25 กิโลกรัม เป็นต้น ไม่ต้องบอกค่าประมาณ สำหรับค่าความไม่แน่นอน หรือความคลาดเคลื่อนของผลการวัดนั้น ถ้าจำเป็นจะต้องระบุ ให้ดูจากคู่มือการใช้งานของเครื่องมือวัดนั้นๆ

1.8.3 การเลือกใช้เครื่องมือวัด

เนื่องจากเครื่องมือวัดแต่ละประเภทมีความละเอียดแตกต่างกัน การที่จะเลือกเครื่องมือวัดแบบใดหรือประเภทใด ก็ต้องดูตามความเหมาะสมกับงานนั้นๆ เช่นการวัดความยาวทั่วๆ ไป ควรใช้ตลับเมตรหรือไม้เมตร ซึ่งมีความละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร ก็พอเพียงแล้ว แต่สำหรับงานกลึง หรืองานเจียระไนโลหะเครื่องมือวัดที่ใช้ต้องมีความละเอียดถึงระดับ 0.1 มิลลิเมตร หรือ 0.01 มิลลิเมตร สำหรับงานที่ต้องการความละเอียดสูงขึ้นไปอีก ดังนั้นจึงใช้ไม้บรรทัดวัดไม่ได้ ต้องใช้ เวอร์เนีย หรือ ไมโครมิเตอร์



รูป 1.4 แสดงรูปเวอร์เนีย ซึ่งสามารถวัดได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิเมตร



รูป 1.5 แสดงรูปไมโครมิเตอร์ ซึ่งสามารถวัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร

หมายเหตุ การใช้เครื่องมือที่มีความละเอียด และความถูกต้องสูงจะมีราคาค่อนข้างแพง ต้องทำการวัดด้วยความระมัดระวัง และผู้ใช้ต้องมีความชำนาญมากพอ มิฉะนั้น ผลการวัดอาจผิดพลาด และเครื่องมืออาจได้รับความเสียหาย

1.8.4 สิ่งที่มีผลกระทบต่อความถูกต้องของการวัด

เนื่องจากการวัดเราต้องการให้ได้ผลถูกต้องที่สุดเท่าที่จะทำได้ จึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงสิ่งต่าง ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อความถูกต้องของการวัด เช่น เครื่องมือวัด วิธีการวัด ผู้ทำการวัด และสภาพแวดล้อมขณะทำการวัด เป็นต้น ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

(1) **เครื่องมือวัด** เครื่องมือวัดที่ใช้ต้องได้มาตรฐาน ผ่านการตรวจสอบแล้วจากผู้ผลิต และควรเก็บรักษาอย่างถูกต้องเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพเร็วเกินไป และจะใช้งานได้ดี ควรศึกษาจากคู่มือของเครื่องมือวัดนั้น ๆ

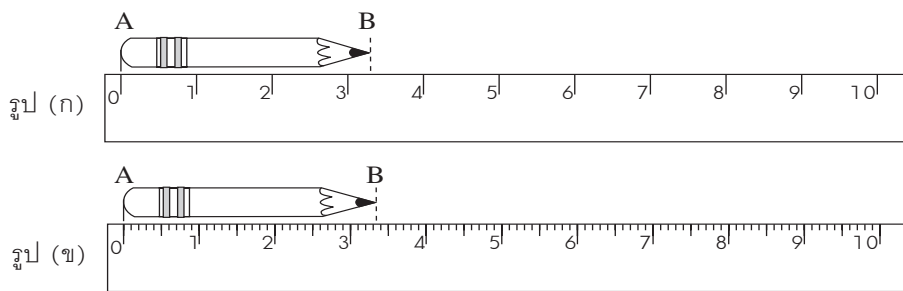
(2) **วิธีการวัด** ในการวัดปริมาณอย่างเดียวกัน วิธีการวัดอาจแตกต่างกัน เช่น การวัดความสูงของคน การวัดความกว้างของแม่น้ำ วิธีการวัดและเครื่องมือย่อมแตกต่างกัน ดังนั้นการจะใช้วิธีการวัดแบบใดต้องให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัดและข้อควรระวังในขณะทำการวัดจะต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณที่ต้องการวัด หรือมีผลกระทบให้น้อยที่สุด

(3) **ผู้ทำการวัด** มีความสำคัญมากในการเก็บข้อมูล ต้องมีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับเครื่องมือวัด วิธีการวัดเป็นอย่างดี เพื่อที่จะได้เลือกเครื่องมือวัด และวิธีการอย่างเหมาะสมกับงานที่ต้องการวัด รวมทั้งต้องเป็นคนมีความรอบคอบ และสภาพร่างกายมีความพร้อม

(4) **สภาพแวดล้อมขณะทำการวัด** ขณะทำการวัดสภาพแวดล้อมต้องไม่มีผลกระทบต่องานที่ต้องการวัด เช่น ถ้าต้องการวัดความสว่างของหลอดไฟ ต้องปิดห้องให้มืดสนิทอย่าให้แสงสว่างจากภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง เพราะจะทำให้ผลการวัดผิดพลาด

1.9 การบันทึกตัวเลขที่เหมาะสม

การบันทึกผลการวัดจะมีความละเอียดมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความละเอียดของเครื่องมือวัดตัวเลขที่ได้จากการวัดจึงบอกถึงความละเอียดของเครื่องมือวัดที่ใช้ดังรูป 1.6



รูป 1.6 แสดงการวัดโดยเครื่องมือวัดต่างกัน

- จากรูป 1.6 (ก) ไม้บรรทัดมีความละเอียด แค่ 1 เซนติเมตร วัดความยาว AB ได้ 3.3 เซนติเมตร เลขตัวสุดท้าย คือ 3 เป็นตัวเลขที่ประมาณขึ้นมา ซึ่งอาจประมาณเป็น 2 หรือ 4 ก็ได้
- จากรูป 1.6 (ข) ไม้บรรทัดมีความละเอียดถึง 0.1 เซนติเมตร วัดความยาว AB ได้ 3.32 เซนติเมตร เลขตัวสุดท้ายคือ 2 เป็นตัวเลขที่ประมาณขึ้นมา ซึ่งอาจประมาณเป็น 1 หรือ 3 ก็ได้

ดังนั้นการบันทึกตัวเลขที่เหมาะสม ต้องบันทึกตามค่าที่อ่านได้จริงจากเครื่องมือ และประมาณตัวเลขต่อท้ายอีก 1 ตัว เพื่อให้ผลการวัดใกล้เคียงความจริงมากที่สุด

1.10 เลขนัยสำคัญ (Significant)

เลขนัยสำคัญ เป็นตัวเลขที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดแบบสเกลโดยตรงรวมกับตัวเลขที่ได้จากการประมาณอีก 1 ตัว ตามหลักการบันทึกตัวเลขที่เหมาะสม เช่น ผลการวัดความยาวค่าหนึ่ง อ่านได้จากเครื่องมือวัด 105.23 เซนติเมตร

โดย 105.2 เป็นตัวเลขที่วัดได้จริง
ส่วน 0.03 เป็นตัวเลขที่ประมาณขึ้นมา

เราเรียกตัวเลข 105.23 ว่าเลขนัยสำคัญ

1.10.1 หลักการนับจำนวนเลขนัยสำคัญ

- ถ้าอยู่ในรูปจำนวนเลขทศนิยมให้เริ่มนับตัวเลขตัวแรกที่เป็นเลขโดด (1 ถึง 9) ตัวเลขถัดไปให้นับหมดทุกตัว เช่น 0.561, 5.02, 0.052, 10.00, 0.50 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 3, 3, 2, 4 และ 2 ตัว ตามลำดับ
- ถ้าอยู่ในรูป $A \times 10^n$ [(สัญกรณ์ วิทยาศาสตร์ (scientific notation))] เมื่อ $(1 \leq A < 10)$ และ n เป็นเลขจำนวนเต็ม ให้พิจารณาที่ค่า A เท่านั้นโดยใช้หลักเหมือนกับข้อ 1 โดยไม่ต้องคำนึงถึง n เช่น 1.5×10^9 , 0.012×10^{-7} (หรือ 1.2×10^{-9}), 56.06×10^{21} (หรือ 5.606×10^{22}), 0.0010×10^{-30} (หรือ 1.0×10^{-33}) มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 2, 2, 4 และ 2 ตัว ตามลำดับ
- ถ้าอยู่ในรูปจำนวนเต็มให้นับหมดทุกตัว เช่น 16, 125, 5134, 60215 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 2, 3, 4 และ 5 ตัว ตามลำดับ แต่ถ้าเลขตัวท้ายๆ เป็นเลขศูนย์ ต้องจัดให้อยู่ในรูป $A \times 10^n$ แล้วตอบตามรูปของการจัดเท่าที่เป็นไปได้ โดยมีความหมายเหมือนเดิม



เช่น 15,000 สามารถเขียนได้เป็น

1.5×10^4 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

1.50×10^4 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

1.500×10^4 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 4 ตัว

1.5000×10^4 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 5 ตัว

แต่ 1.50000×10^4 จัดไม่ได้ เพราะว่าความหมายผิดจากเดิม คือได้ 15000.0 ซึ่งจะเรียกว่า 15000

ดังนั้น 15000 จึงมีจำนวนเลขนัยสำคัญ 2 ถึง 5 ตัว

1.10.2 การบวกและการลบเลขนัยสำคัญ ให้บวกลบแบบวิธีทางคณิตศาสตร์ก่อนแล้ว

พิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ โดยผลลัพธ์ของเลขนัยสำคัญที่ได้ต้องมีตำแหน่งทศนิยมละเอียดเท่ากับปริมาณที่มีความละเอียดน้อยที่สุด เช่น

$$(1) 2.12 + 3.895 + 5.4236 = 11.4386$$

ปริมาณ 2.12 มีความละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 2

3.895 มีความละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 3

5.4236 มีความละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4

ผลลัพธ์ 11.4386 มีความละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 ละเอียดมากกว่าเครื่องมือวัดที่อ่านได้

2.12, 3.895 ดังนั้นผลลัพธ์ของเลขนัยสำคัญต้องมีความละเอียดไม่เกินทศนิยมตำแหน่งที่ 2 แต่ให้พิจารณาเลยไปถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 3 ว่าถึง 5 หรือไม่ ถ้าถึงก็ให้เพิ่มค่าทศนิยมตำแหน่งที่ 2 อีก 1

ดังนั้น ผลลัพธ์ คือ 11.44

$$(2) 15.7962 + 6.31 - 16.8 = 5.3062$$

จากตัวอย่าง (1) **ผลลัพธ์คือ 5.3**

1.10.3 การคูณและการหารเลขนัยสำคัญ ให้ใช้วิธีการคูณและหารเหมือนทางคณิตศาสตร์ก่อน

แล้วพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ โดยผลลัพธ์จะต้องมีจำนวนเลขนัยสำคัญเท่ากับจำนวนเลขนัยสำคัญของตัวคูณหรือตัวหารที่น้อยที่สุด เช่น

$$(3) 432.10 \times 5.5 = 2376.55$$

ปริมาณ 432.10 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 5 ตัว

5.5 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

ผลลัพธ์ 2376.55 มีจำนวนเลขนัยสำคัญ 6 ตัว แต่ผลลัพธ์ที่ได้ จะมีจำนวนเลขนัยสำคัญได้เพียง 2 ตัว เท่านั้น ก็คือ 2 และ 3 แต่ตัวที่สามถัดจาก 3 เป็นเลข 7 ให้เพิ่มค่าตัวหน้าคือ 3 อีก 1 เป็น 4 ดังนั้นคำตอบควรได้ 2400 แต่ต้องจัดให้มีเลขนัยสำคัญเพียง 2 ตัว จึงจัดได้เป็น **2.4×10^3**

$$(4) 0.6214 \div 4.52 = 0.1374778$$

จากตัวอย่าง (3) **ผลลัพธ์ คือ 0.137**

1.11 ความไม่แน่นอนในการวัด

ในการวัดปริมาณต่างๆ ด้วยเครื่องมือ เพื่อใช้เป็นข้อมูลของการทดลอง ย่อมไม่สามารถวัดได้อย่างแม่นยำโดยทั่วไปจะมีความผิดพลาด (error) หรือความคลาดเคลื่อนอยู่เสมอเพียงแต่จะมากหรือน้อยเท่านั้น ซึ่งความคลาดเคลื่อนจากการวัดขึ้นอยู่กับเครื่องมือ วิธีการและสถานการณ์ขณะที่ทำการวัด นอกจากนี้ยังอาจขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความสามารถของผู้วัดด้วย

ตัวอย่าง เช่น ต้องการวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกปิงปอง (ปริมาณ A) ซึ่งยาว 2.5 เซนติเมตรกว่าๆ แต่ไม่ถึง 2.6 เซนติเมตร ดังนั้นจึงควรบันทึก 2.55 หรือ 2.54 หรือ 2.56 เซนติเมตร โดยตัวเลขตัวสุดท้าย (5, 4, 6) เป็นตัวเลขที่เราคาดคะเนขึ้นมา ดังนั้น จึงมีโอกาสที่จะผิดพลาดได้ เพื่อที่จะลดโอกาสความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนให้น้อยลง เราควรบันทึกเป็น 2.55 ± 0.01 ซึ่งหมายความว่า ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกปิงปอง อาจมีความยาว 2.54 ถึง 2.56 เซนติเมตร ซึ่ง**ค่าความคลาดเคลื่อน หรือความไม่แน่นอนของการวัด $\pm 0.01 (\pm \Delta A)$**

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า แต่ละปริมาณที่ทำการวัดโดยตรง A ย่อมมีโอกาสผิดพลาดของ A ที่เป็นไปได้เป็นปริมาณ $\pm \Delta A$ จึงเขียนแสดงผลการวัด ได้ว่า **$A \pm \Delta A$**

ความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองที่มาจากการวัดหลายปริมาณ เช่น จากปริมาณ A , B และ C โดยที่ทุกปริมาณมีค่าความคลาดเคลื่อน ΔA , ΔB และ ΔC ตามลำดับ จึงเขียนผลการวัดได้ว่า $A \pm \Delta A$, $B \pm \Delta B$ และ $C \pm \Delta C$ ตามลำดับ ในการหาความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์แยกเป็น 2 แบบ

- **การบวกหรือลบกัน** ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ต้องคิดจากปริมาณความคลาดเคลื่อนจริงมาบวกกันเสมอ เช่น

$$\begin{aligned} 1. \quad & R = A + B \\ & \Delta R = \Delta A + \Delta B \\ & \text{ผลลัพธ์} = (A + B) \pm (\Delta A + \Delta B) \\ 2. \quad & R = A - B + 2C \\ & \Delta R = \Delta A + \Delta B + 2\Delta C \\ & \text{ผลลัพธ์} = (A - B + 2C) \pm (\Delta A + \Delta B + 2\Delta C) \end{aligned}$$

- **การคูณหรือหารกัน** พิจารณาหาเปอร์เซ็นต์ (%) ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์จากการคูณหรือหาร โดยนำเปอร์เซ็นต์ (%) ของความคลาดเคลื่อนของแต่ละปริมาณมาบวกกัน

$$\text{จาก } \% \text{ ความคลาดเคลื่อนของ } A = \frac{\Delta A}{A} \times 100\%$$

$$\% \text{ ความคลาดเคลื่อนของ } B = \frac{\Delta B}{B} \times 100\%$$

$$\% \text{ ความคลาดเคลื่อนของ } C = \frac{\Delta C}{C} \times 100\%$$

$$\text{เมื่อ } 1. \quad R = A \cdot B$$

$$R = (A \cdot B) \pm \left(\frac{\Delta A}{A} \times 100 + \frac{\Delta B}{B} \times 100 \right) \%$$

$$2. \quad R = \frac{A}{B}$$

$$R = \left(\frac{A}{B} \right) \pm \left(\frac{\Delta A}{A} \times 100 + \frac{\Delta B}{B} \times 100 \right) \%$$



$$3. \quad R = AB^2$$

$$R = (AB^2) \pm \left(\frac{\Delta A}{A} \times 100 + 2 \frac{\Delta B}{B} \times 100 \right) \%$$

$$4. \quad R = \frac{AB}{\sqrt{C}}$$

$$R = \left(\frac{AB}{\sqrt{C}} \right) \pm \left(\frac{\Delta A}{A} \times 100 + \frac{\Delta B}{B} \times 100 + \frac{1}{2} \frac{\Delta C}{C} \times 100 \right) \%$$

11. เชือกเส้นแรกยาว 16.32 ± 0.02 เซนติเมตร เชือกเส้นที่สองยาว 20.68 ± 0.01 เซนติเมตร

จงตอบคำถามต่อไปนี้

- (1) เชือกเส้นแรกยาวมากที่สุดเท่ากับ เซนติเมตร
- (2) เชือกเส้นแรกยาวน้อยที่สุด เท่ากับ เซนติเมตร
- (3) เชือกเส้นที่สองยาวมากที่สุดเท่ากับ เซนติเมตร
- (4) เชือกเส้นที่สองยาวน้อยที่สุดเท่ากับ เซนติเมตร
- (5) ผลบวกมากที่สุดของเชือก 2 เส้น นี้เท่ากับ เซนติเมตร
- (6) ผลบวกน้อยที่สุดของเชือก 2 เส้นนี้เท่ากับ เซนติเมตร
- (7) ผลต่างมากที่สุดของเชือก 2 เส้นนี้เท่ากับ เซนติเมตร
- (8) ผลต่างน้อยที่สุดของเชือก 2 เส้นนี้เท่ากับ เซนติเมตร

วิเคราะห์โจทย์ เมื่อรู้ $A \pm \Delta A = 16.32 \pm 0.02 \text{ cm}$, $B \pm \Delta B = 20.68 \pm 0.01 \text{ cm}$

(1) หา A มากสุด

$$\text{จาก } A \text{ (มากที่สุด)} = 16.32 + 0.02$$

$$\therefore A \text{ มากสุด} = 16.34 \text{ cm}$$

(2) หา A น้อยสุด

$$\text{จาก } A \text{ (น้อยสุด)} = 16.32 - 0.02$$

$$\therefore A \text{ น้อยสุด} = 16.30 \text{ cm}$$

(3) หา B มากที่สุด

$$\text{จาก } B \text{ (มากที่สุด)} = 20.68 + 0.01$$

$$\therefore B \text{ มากสุด} = 20.69 \text{ cm}$$

(4) หา B น้อยสุด

$$\text{จาก } B \text{ (น้อยสุด)} = 20.68 - 0.01$$

$$\therefore B \text{ น้อยสุด} = 20.67 \text{ cm}$$

(5) หา (A + B) มากสุด

$$\text{จาก } (A + B) \text{ มากสุด} = A \text{ มากสุด} + B \text{ มากสุด}$$

$$= 16.34 + 20.69$$

$$\therefore \text{ผลบวกมากที่สุด} = 37.03 \text{ cm}$$

(6) หา (A + B) น้อยสุด

$$\text{จาก } (A + B) \text{ น้อยสุด} = A \text{ น้อยสุด} + B \text{ น้อยสุด}$$

$$= 16.30 + 20.67$$

$$\therefore \text{ผลบวกน้อยสุด} = 36.97 \text{ cm}$$



(7) หา $(B - A)$ มากสุด

$$\begin{aligned}\text{จาก } (B - A) \text{ มากสุด} &= B_{\text{มากที่สุด}} - A_{\text{น้อยสุด}} \\ &= 20.69 - 16.30 \\ \therefore \text{ผลต่างมากที่สุด} &= 4.39 \text{ cm}\end{aligned}$$

(8) หา $(B - A)$ น้อยสุด

$$\begin{aligned}\text{จาก } (B - A) \text{ น้อยสุด} &= B_{\text{น้อยสุด}} - A_{\text{มากที่สุด}} \\ &= 20.67 - 16.34 \\ \therefore \text{ผลต่างน้อยสุด} &= 4.33 \text{ cm}\end{aligned}$$

12. ผลบวกและผลต่างของจำนวน (6.4 ± 0.1) กับ (3.6 ± 0.2) มีค่า

วิเคราะห์โจทย์ เมื่อรู้ $A = 6.4$, $\Delta A = 0.1$, $B = 3.6$, $\Delta B = 0.2$ ต้องการหา $(A + B)$ และ $(A - B)$

$$\begin{aligned}\text{จาก } R &= A + B \\ &= (A + B) \pm (\Delta A + \Delta B) \\ &= (6.4 + 3.6) \pm (0.1 + 0.2) \\ \therefore R &= 10.0 \pm 0.3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{และ } R &= A - B \\ &= (A - B) \pm (\Delta A + \Delta B) \\ &= (6.4 - 3.6) \pm (0.1 + 0.2) \\ \therefore R &= 2.8 \pm 0.3\end{aligned}$$

ดังนั้นผลบวกมีค่า 10.0 ± 0.3 และผลต่างมีค่า 2.8 ± 0.3

13. ในการวัดความยาวของดินสอแท่งหนึ่งได้ 10.24 เซนติเมตร ถ้าผู้วัดเห็นว่าตัวเลขตัวสุดท้ายอาจเป็น 2 หรือ 6 ก็ได้ เขาควรบันทึกผลการวัดเป็นเท่าไร

วิเคราะห์โจทย์ เมื่อรู้ $A_{\text{น้อยสุด}} = 10.22 \text{ cm}$ $A_{\text{มากที่สุด}} = 10.26 \text{ cm}$, $A = 10.24 \text{ cm}$

$$\begin{aligned}\text{ได้ว่า } A - \Delta A &= 10.22 \\ 10.24 - \Delta A &= 10.22 \\ \Delta A &= 0.02 \\ \text{และ } A + \Delta A &= 10.26 \\ 10.24 + \Delta A &= 10.26 \\ \therefore \Delta A &= 0.02\end{aligned}$$

ดังนั้น ควรบันทึกผลการวัดว่า 10.24 ± 0.02

14. เชือกเส้นหนึ่งยาว 22.24 ± 0.04 เซนติเมตร ถ้าตัดออกเป็น 2 เส้น โดยเส้นที่หนึ่งยาว 12.02 ± 0.02 เซนติเมตร เชือกอีกเส้นยาวเท่าใด

วิเคราะห์โจทย์ เมื่อรู้ $A = 22.24 \pm 0.04 \text{ cm}$, $B = 12.02 \pm 0.02 \text{ cm}$ ต้องการหา $A - B$

$$\begin{aligned}\text{จาก } R &= A - B \\ &= (22.24 - 12.02) \pm (0.04 + 0.02) \\ R &= 10.22 \pm 0.06 \text{ cm}\end{aligned}$$

ดังนั้น เชือกอีกเส้นหนึ่งยาว 10.22 ± 0.06 เซนติเมตร



15. แผ่นกระดานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีด้านกว้าง 36.20 ± 0.05 เซนติเมตร และมีด้านยาว 96.45 ± 0.05 เซนติเมตร แผ่นกระดานแผ่นนี้จะมีพื้นที่เป็นเท่าไร

วิเคราะห์โจทย์ เมื่อรู้ $a = 36.20 \pm 0.05$ cm, $b = 96.45 \pm 0.05$ cm ต้องการหาพื้นที่สี่เหลี่ยม

$$\begin{aligned} \text{จาก พื้นที่สี่เหลี่ยม} &= a \times b \\ &= (ab) \pm \left(\frac{\Delta a}{a} \times 100 + \frac{\Delta b}{b} \times 100 \right) \% \\ &= (36.20 \times 96.45) \pm \left(\frac{0.05}{36.20} + \frac{0.05}{96.45} \right) 100 \% \\ &= 3491.49 \pm (0.19) \% \end{aligned}$$

$$\therefore \text{พื้นที่แผ่นกระดาน} = 3491.49 \pm 6.63 \text{ cm}^2$$

ดังนั้นพื้นที่น้อยสุดมีค่า 3484.86 ตารางเซนติเมตร และพื้นที่มากสุดมีค่า 3498.12 ตารางเซนติเมตร

16. โต๊ะสี่เหลี่ยมตัวหนึ่งมีด้านกว้าง 40.5 ± 0.1 เซนติเมตร มีด้านยาว 115.2 ± 0.2 เซนติเมตร อยากทราบว่าโต๊ะตัวนี้มีพื้นที่มากที่สุดเท่าใด

วิเคราะห์โจทย์ เมื่อรู้ $a = 40.5 \pm 0.1$ cm, $b = 115.2 \pm 0.2$ cm ต้องการหาพื้นที่มากที่สุด

$$\begin{aligned} \text{จาก พื้นที่โต๊ะ} &= a \times b \\ &= (a.b) \pm \left[\left(\frac{\Delta a}{a} \times 100 \right) + \left(\frac{\Delta b}{b} \times 100 \right) \right] \% \\ &= (40.5 \times 115.2) \pm \left(\frac{0.1}{40.5} + \frac{0.2}{115.2} \right) 100 \% \\ &= 4665.6 \pm (0.42) \% \end{aligned}$$

$$\text{พื้นที่โต๊ะ} = 4665.6 \pm 19.6$$

$$\therefore \text{พื้นที่โต๊ะมากที่สุด} = 4665.6 + 19.6 = 4685.2 \text{ cm}^2$$

ดังนั้นพื้นที่โต๊ะมีค่ามากที่สุด 4685.2 ตารางเซนติเมตร

17. ปริมาตรของกล่องสี่เหลี่ยมรูปลูกบาศก์มีความยาวด้านละ 1.50 ± 0.02 เมตร จะเป็นเท่าใด และคลาดเคลื่อนเท่าใด ความคลาดเคลื่อนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

วิเคราะห์โจทย์ เมื่อรู้ $a = 1.50 \pm 0.02$ m ต้องการหา V , ΔV และ % ของ ΔV

$$\begin{aligned} \text{จาก ปริมาตร } V &= a^3 \\ &= (a^3) \pm \left(3 \frac{\Delta a}{a} \times 100 \right) \% \\ &= (1.50)^3 \pm 3 \left(\frac{0.02}{1.50} \right) 100 \% \end{aligned}$$

$$V = 3.38 + 4.0 \%$$

$$V = 3.38 \pm 0.14$$

ดังนั้น ปริมาตรของกล่องมีค่า 3.38 ลูกบาศก์เมตร และคลาดเคลื่อน 0.14 ลูกบาศก์เมตร ความคลาดเคลื่อนคิดเป็น 4.0 เปอร์เซ็นต์

18. ลูกกลมมีรัศมี 1.20 ± 0.01 เมตร จะมีปริมาตรที่อาจคลาดเคลื่อนได้กี่เปอร์เซ็นต์ และคิดเป็นความคลาดเคลื่อนเท่าใด

วิเคราะห์โจทย์ เมื่อรู้ $R = 1.20 \pm 0.01$ m ต้องการหา % ของ ΔV , ΔV

$$\text{จาก } V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$= \frac{4}{3} \times \frac{22}{7} (1.20)^3 \pm \left(\frac{3\Delta R}{R} \times 100\% \right)$$

$$= 7.24 \pm \left(\frac{3 \times 0.01}{1.20} \times 100\% \right)$$

$$V = 7.24 \pm 2.5\%$$

$$\Delta V = \frac{7.24 \times 2.5}{100}$$

$$\therefore \Delta V = 0.18 \text{ m}^3$$

ดังนั้น ลูกกลมจะมีปริมาตรที่อาจคลาดเคลื่อนได้ 2.5 เปอร์เซ็นต์ และคิดเป็นความคลาดเคลื่อนได้ 0.18 ลูกบาศก์เมตร

19. ในการศึกษาการแกว่งลูกตุ้มอย่างง่ายมีความยาวสายแขวนเป็น 90.0 ± 0.2 เซนติเมตร ค่าของคาบที่คำนวณได้จากสูตร $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ จะมีค่าเป็นเท่าใด ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

วิเคราะห์โจทย์ เมื่อรู้ $\ell = 90.0 \pm 0.2 \text{ cm}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$ ต้องการหา T และความคลาดเคลื่อน (ΔT)

$$\text{จาก } T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$\text{แสดงความคลาดเคลื่อนได้ว่า } T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \pm \left(\frac{1}{2} \frac{\Delta \ell}{\ell} \times 100\% \right)$$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \sqrt{\frac{0.9}{10}} \pm \left(\frac{1}{2} \times \frac{0.2}{90} \times 100\% \right)$$

$$T = 1.886 \pm 0.11\%$$

$$T = 1.886 \pm \left(\frac{1.886 \times 0.11}{100} \right)$$

$$T = 1.886 \pm 0.002$$

ดังนั้น ค่าคาบที่คำนวณได้มีค่า 1.886 ± 0.002 วินาที

20. ในการหาความหนาแน่นของวัตถุซึ่งมีมวล 72.4 ± 0.1 กรัม และมีปริมาตร 18.1 ± 0.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีค่าเท่าใด

วิเคราะห์โจทย์ เมื่อรู้ $m = 72.4 \pm 0.1$ กรัม ; $V = 18.1 \pm 0.2 \text{ cm}^3$ ต้องการหา D

$$\text{จาก } D = \frac{m}{V}$$

$$\text{ได้ว่า } D = \frac{m}{V} \pm \left(\frac{\Delta m}{m} \times 100 + \frac{\Delta V}{V} \times 100 \right)\%$$

$$= \frac{72.4}{18.1} \pm \left(\frac{0.1}{72.4} + \frac{0.2}{18.1} \right) 100\%$$

$$= 4.00 \pm 1.24\%$$

$$\therefore D = 4.00 \pm 0.05 \text{ g/cm}^3$$

ดังนั้น ค่าความหนาแน่น มีค่า 4.00 ± 0.05 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

1.12 การแปลความหมายข้อมูล

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า แนวทางหนึ่งที่ได้มาซึ่งหลักการทางฟิสิกส์ คือ การสังเกตและการวัด แล้วบันทึกข้อมูลเหล่านั้นไว้เพื่อการแปลความหมายข้อมูล กระบวนการแปลความหมายข้อมูลมีด้วยกันหลายรูปแบบ แต่มีจุดประสงค์ คือ แปลความหมายแล้วเข้าใจได้ตรงกัน รวดเร็ว ถูกต้อง เช่น



1.12.1 การบันทึกข้อมูลในตาราง ใช้สำหรับข้อมูลง่าย ๆ ไม่ซับซ้อนไม่ต้องวิเคราะห์ที่ใช้กับการจดบันทึกทางสถิติ เช่น เวลา กับ จำนวน

1.12.2 การนำเสนอข้อมูล เป็นการแสดงการเปรียบเทียบข้อมูล ที่มากกว่า 2 ข้อมูลให้เห็นชัดเจน การนำเสนอข้อมูลอาจทำในรูป

- (1) แผนภูมิแท่ง
- (2) แผนภูมิวงกลม
- (3) แผนภูมิเส้นตรง

1.12.3 การเขียนกราฟระบบพิกัดฉาก เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ สองปริมาณหรือตัวแปรสองตัวที่เกี่ยวข้องกันแล้วนำค่าปริมาณทั้งสองมาพล็อตลงในกราฟของแกน x และ แกน y

1.13 กราฟในวิชาฟิสิกส์

วิชาฟิสิกส์ในปัจจุบันเป็นหลักสูตรใหม่ ที่เน้นการทดลองเสียเป็นส่วนใหญ่ และผลการทดลองที่ได้ ออกมามักจะเป็นความสัมพันธ์กันเชิงตัวเลขแล้วนำไปเขียนกราฟระบบพิกัดฉาก แล้วหาสูตรจากกราฟเพื่อสรุปผลการทดลอง ดังนั้นนักเรียนควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์และแปลความหมายกราฟ

กราฟ คือรูปที่เขียนขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณหรือเรียกว่าตัวแปร สองตัว กราฟที่เราจะศึกษานี้เป็นกราฟในระบบพิกัดฉาก โดยมีแกน x เป็นแกนนอน และแกน y เป็นแกนยืนและให้ค่าบนแกน x เป็นค่าของตัวแปรที่เรากำหนดไว้ล่วงหน้า เรียกว่า **ตัวแปรอิสระ** สำหรับค่าบนแกน y กำหนดให้เป็นค่าของตัวแปรที่คาดว่าจะแปรตามตัวแปรอิสระ เรียกว่า **ตัวแปรตาม** ซึ่งค่าตัวแปรตามนี้จะได้จากการใช้เครื่องมือวัด

ค่าของ x เรียกว่า **Abcissa** ส่วนค่าของ y เรียกว่า **ordinate**

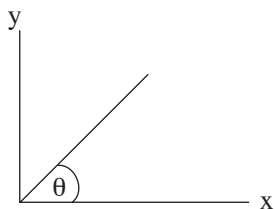
สำหรับค่า x และ y ที่เหมาะสมกันเป็นคู่ เรียกว่า Co-ordinate จุดต่าง ๆ ที่พล็อตลงในกราฟจึงเรียกว่า

Co-Ordinate

กราฟที่มักพบในวิชาฟิสิกส์ส่วนใหญ่ ได้แก่ กราฟเส้นตรง และกราฟเส้นโค้ง ดังมีรายละเอียดดังนี้

1.13.1 กราฟเส้นตรง เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นของ x และ y คือ x และ y มีกำลังหนึ่งทั้งคู่ ตัวอย่าง เช่น

1.



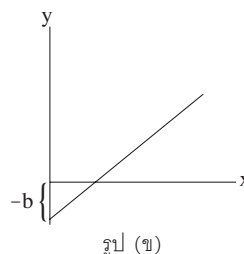
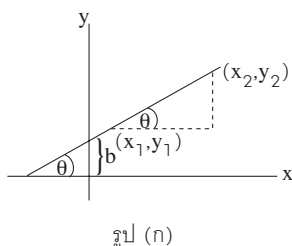
$$y = mx$$

m เป็นค่าคงที่ที่ถูกกำหนดโดยมุม θ ระหว่างเส้น

กราฟกับแกนนอน โดย $m = \tan \theta$ และ m นี้เรียกว่า

ความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ

2.





จากกราฟ

$$y = mx + c$$

เมื่อ

m เป็นความชัน มีค่าเท่ากับ

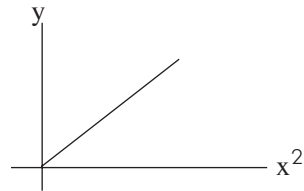
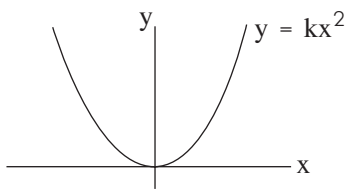
$$\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

c เป็นค่าคงตัวมีขนาดเท่ากับระยะที่เส้นกราฟตัดแกน y จากรูป (ก) $c = b$ ส่วนรูป

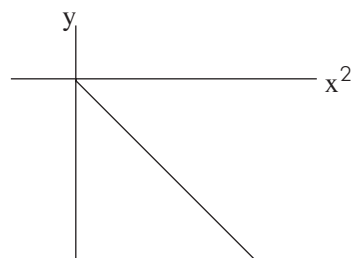
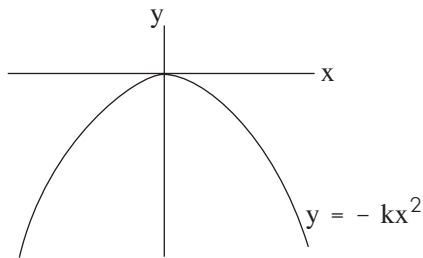
$$(ข) c = -b$$

1.13.2 กราฟพาราโบลา เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณหนึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอีกปริมาณหนึ่งยกกำลังสอง ตัวอย่างเช่น

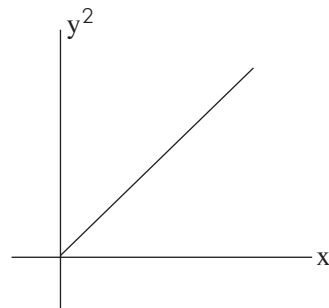
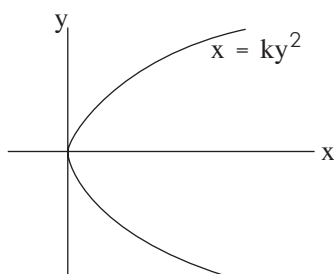
1.



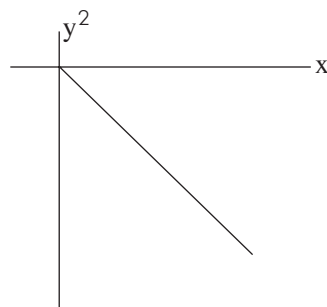
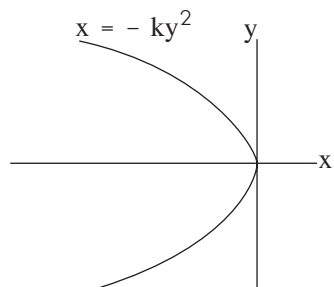
2.



3.

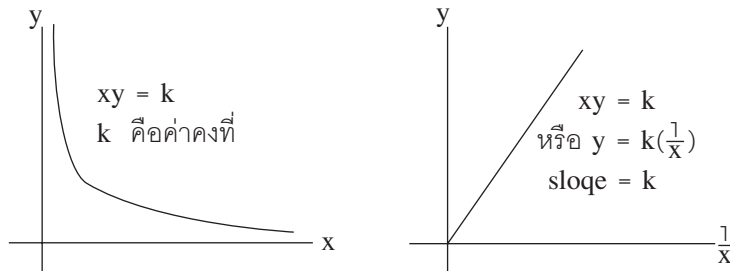


4.





1.13.3. กราฟไฮเปอร์โบลา เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ในลักษณะที่ปริมาณหนึ่งแปรอย่างผกผันกับอีกค่าหนึ่ง โดยปริมาณทั้งสองมีกำลังหนึ่งทั้งคู่ ตัวอย่าง เช่น



สำหรับกราฟไฮเปอร์โบลาที่พบในวิชาฟิสิกส์เป็น**กราฟไฮเปอร์โบลามุมฉาก (Rectangular hyperbola)** เมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง y กับ $\frac{1}{x}$ จะได้กราฟเส้นตรงดังรูปข้างบน

หมายเหตุ

- ผลการทดลองเมื่อนำมาพล็อตได้กราฟเส้นตรง จะสรุปเป็นสูตรความสัมพันธ์ได้เลย
- ผลการทดลองเมื่อนำมาพล็อตได้กราฟเส้นโค้ง ยังสรุปไม่ได้ต้องเปลี่ยนให้เป็นกราฟเส้นตรงเสียก่อนจึงจะสรุปความสัมพันธ์ได้

21. จงหา slope จากสมการต่อไปนี้

ก. $2y - 4x = 1$

ข. $3y + 2x = 4$

ค. $5y - 10 = 0$

วิเคราะห์โจทย์ สมการเชิงเส้น $y = mx + c$, m คือ slope

ก. $2y - 4x = 1$

$$2y = 4x + 1$$

$$y = 2x + \frac{1}{2}$$

เทียบกับสมการเชิงเส้น $m = 2 \therefore \text{slope} = 2$

ข. $3y + 2x = 4$

$$3y = -2x + 4$$

$$y = -\frac{2}{3}x + \frac{4}{3}$$

เทียบกับสมการเชิงเส้น $m = -\frac{2}{3} \therefore \text{slope} = -\frac{2}{3}$

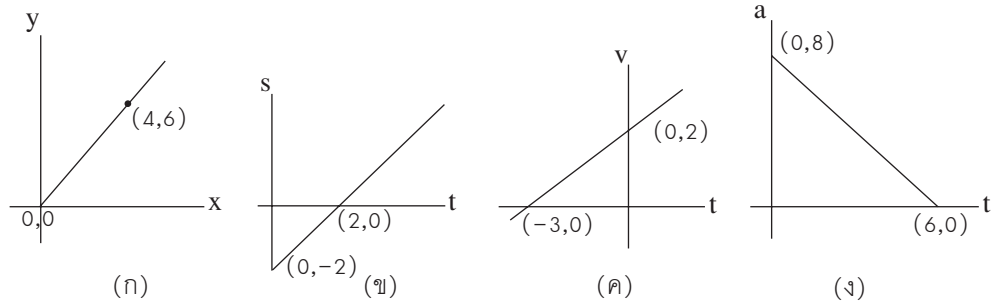
ค. $5y - 10 = 0$

$$5y = 10$$

$$y = 2$$

เทียบกับสมการเชิงเส้น $m = 0 \therefore \text{slope} = 0$

22. จากกราฟต่อไปนี้ จงหาค่า slope ของกราฟ



วิเคราะห์โจทย์

เมื่อรู้ Co-ordinate บนกราฟ 2 จุด สามารถหา slope ได้จาก $m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$
 จาก (ก) $m = \frac{6 - 0}{4 - 0} = \frac{6}{4}$

$$\therefore \text{slope} = 1.5$$

$$(ข) \quad m = \frac{0 - (-2)}{2 - 0}$$

$$\therefore \text{slope} = 1$$

$$(ค) \quad m = \frac{2 - 0}{0 - (-3)}$$

$$\therefore \text{slope} = \frac{2}{3}$$

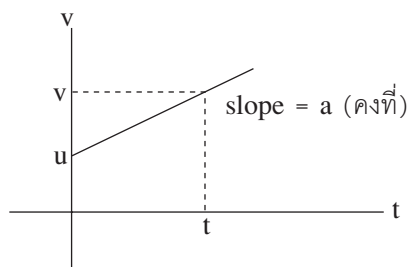
$$(ง) \quad m = \frac{0 - 8}{6 - 0}$$

$$\therefore \text{slope} = -\frac{4}{3}$$

23. วัตถุก้อนหนึ่งเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่ง a คงที่ ตามสมการดังนี้ $v = u + at$ เมื่อ u คือ ความเร็วเริ่มต้นที่เวลา $t = 0$, v คือความเร็ว ที่เวลา t ใดๆ กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง v กับ t ควร มีลักษณะใด

วิเคราะห์โจทย์

จากสมการกราฟเส้นตรง $y = mx + c$ และ $v = u + at$ เปรียบเทียบได้ว่า $a = m$ หรือ slope, กราฟตัดแกน y ที่ c คือ u ดังนั้นสามารถเขียนกราฟระหว่าง v กับ t ได้ กราฟเส้นตรงดังรูป

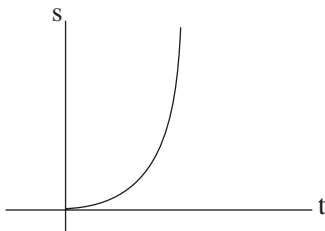




24. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร่ง a คงที่ได้ สมการความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด S กับ เวลา t ว่า $s = \frac{1}{2}at^2$ จงเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง s กับ t โดยให้ s อยู่บนแกนยืนและ t อยู่บนแกนนอน

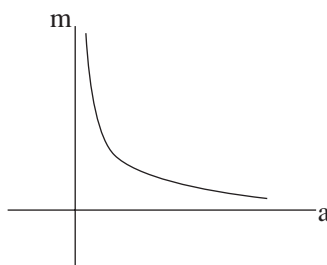
วิเคราะห์โจทย์ จากสมการ $S = \frac{1}{2} at^2$ โดย S มีกำลังหนึ่ง t มีกำลังสอง $\frac{1}{2} a$ คงที่ลักษณะของกราฟระหว่าง S กับ t ต้องเป็นกราฟรูปพาราโบลา เพราะเมื่อเปรียบเทียบกับสมการกราฟพาราโบลา $y = kx^2$ แล้วได้ว่า S เปรียบได้กับ y , $\frac{1}{2}a$ เปรียบได้กับ k และ t เปรียบได้กับ x ดังนั้นกราฟระหว่าง S กับ t เป็นกราฟพาราโบลาดังรูป

เนื่องจาก t เป็นลบไม่ได้จึงเป็นกราฟพาราโบลาหงายมีเฉพาะค่า t เป็นบวก



25. เมื่อออกแรง (F) คงที่ กระทำกับมวล (m) ขนาดต่างๆ กัน ซึ่งวางบนพื้นที่ไม่มีความฝืด ทำให้มวลเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง (a) ขนาดต่างๆ กัน ได้ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่ง ดังสมการ $F = ma$ กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง m และ a โดยให้ค่า m อยู่บนแกนยืนและค่า a อยู่บนแกนนอน ควรจะมีลักษณะใด

วิเคราะห์โจทย์ จากสมการที่กำหนดให้ $F = ma$ เมื่อ F คงที่ ซึ่งเปรียบเทียบกับสมการของกราฟระหว่าง x กับ y ซึ่งเป็นรูปไฮเพอร์โบลามุมฉาก $xy = k$ โดย F คือ k (ค่าคงที่) m คือ y และ a คือ x ได้กราฟระหว่าง m กับ a ดังรูป



แบบทดสอบ

บทที่ 1

ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์

1. การทดลองที่ดีต้องอาศัย

1. เครื่องมือราคาแพง
2. ผู้ทดลองที่เชี่ยวชาญ
3. การวัด
4. ถูกทุกข้อ

2. สิ่งสำคัญในการวัดมีอะไรบ้าง

1. เครื่องมือและวิธีการวัด
2. เครื่องมือและผู้ทำการวัด
3. วิธีการวัดและผู้ทำการวัด
4. ถูกทุกข้อ

3. สิ่งสำคัญในงานเก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์คือ

1. เครื่องมือทันสมัย และผู้เชี่ยวชาญ
2. มาตรฐานของเครื่องวัดและวิธีการวัด
3. ผู้เชี่ยวชาญ และวิธีการที่ดี
4. ความซื่อสัตย์

4. สิ่งที่มีผลกระทบต่อความถูกต้องของการวัด

- ก. เครื่องมือวัด
- ข. การวัด
- ค. ผู้ทำการวัด
- ง. สภาพแวดล้อมขณะทำการวัด

คำตอบที่ถูกต้องคือ

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

5. ผลกระทบต่อความถูกต้องของการวัดเนื่องจากเครื่องวัด คือ

1. เครื่องวัดผลิตเองในประเทศ
2. มาตรฐานของเครื่องวัด
3. ความละเอียดของเครื่องวัด
4. ราคาของเครื่องวัด

6. ผลกระทบที่สำคัญที่สุดในการวัด คือ

1. เครื่องมือวัด
2. วิธีการวัด
3. ผู้ทำการวัด
4. สภาพแวดล้อมขณะทำการวัด

7. สิ่งที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้พบข้อมูลใหม่ คือ

1. ข่าวสาร
2. การทดลอง
3. การประชุมร่วมกัน
4. เครื่องมือวัด

8. หลักในการเลือกเครื่องมือวัดเพื่อใช้ในการงานวิทยาศาสตร์ คือ

1. ประหยัดเวลา
2. ปลอดภัยในการใช้งาน
3. เหมาะกับงานที่ทำ
4. ถูกทุกข้อ

9. ปัจจุบันยังมีการใช้มาตรวัดความยาวของไทยกับการวัดในหน่วยใด

1. โยชน์
2. งาน
3. วา
4. ไร่

10. ทาวน์เฮาส์ของสมศักดิ์กว้าง 4.5 เมตร ลึก 24 เมตร อยากทราบว่าจะมีพื้นที่กี่ตารางวา

1. 16
2. 20
3. 24
4. 27

11. ในระบบเอสไอ เวลามีหน่วยเป็น

1. วินาที
2. นาที
3. ชั่วโมง
4. ถูกทุกข้อ



12. ปริมาณใดต่อไปนี้ เป็นหน่วยฐานทั้งหมด

1. มวล, ความยาว, แรง
2. ระยะทาง, พื้นที่, ปริมาตร
3. มวล, กระแสไฟฟ้า, ปริมาณของสาร
4. อุณหภูมิ, มุม, พลังงาน

13. หน่วยในข้อใดเป็นหน่วยเสริม

1. เรเดียน
2. เมตร/วินาที
3. เฮิร์ตซ์
4. เคลวิน

14. หน่วย SI ในข้อใดเป็นหน่วยฐานทั้งหมด

1. แอมแปร์, เคลวิน, แคนเดลา, โมล
2. เมตร, องศาเซลเซียส, เรเดียน, คูโลมบ์
3. กิโลกรัม, โอห์ม, ลูเมน, พาสคาล
4. วินาที, โวลต์, เวเบอร์, ลักซ์

15. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นหน่วยอนุพัทธ์ในระบบ SI

1. แอมแปร์
2. จูล
3. โมล
4. แคนเดลา

16. ข้อความในข้อต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. ความถี่ของคลื่นวิทยุ 2×10^5 kHz มีค่าเป็น 2×10^2 MHz
2. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำ 0.000007 A มีค่าเป็น 7 mA
3. ความเร็วของรถยนต์ในระบบ SI เท่ากับ 80 km/h
4. ที่ลอนดอน รายงานอุณหภูมิอากาศในระบบ SI ขณะนั้น 40°F

17. การเขียนหน่วยในข้อต่อไปนี้ ไม่ถูกต้อง

1. ns.
2. $(\text{MHz})^{-1}$
3. lm.m^{-2}
4. mm^3

18. ปริมาณทางฟิสิกส์ที่แสดงค่าแต่ขนาดเพียงอย่างเดียวก็ให้ความหมายสมบูรณ์ เรียกว่า ปริมาณใด

1. เวกเตอร์
2. มูลฐาน
3. สเกลาร์
4. สัมบูรณ์

19. ปริมาณทางฟิสิกส์ที่ต้องแสดงค่าทั้งขนาดและทิศทาง จึงจะให้ความหมายสมบูรณ์ เรียกว่า ปริมาณใด

1. เวกเตอร์
2. มูลฐาน
3. สเกลาร์
4. สัมบูรณ์

20. การแสดงผลของเครื่องวัดแบบใด ที่ผู้ใช้ต้องมีความชำนาญในการใช้

1. แบบขีดสเกล
2. แบบตัวเลข
3. แบบประมาณค่า
4. แบบมีเข็ม

21. การอ่านค่าจากเครื่องวัดแบบขีดสเกลที่ถูกต้องควรทำอย่างไร

1. ประมาณค่าให้ละเอียดที่สุด
2. มองตั้งฉากกับเครื่องวัด
3. วางเครื่องวัดให้ขนานราบ
4. ถูกทุกข้อ

22. การอ่านค่าจากเครื่องวัดแบบแสดงผลด้วยตัวเลขมีหลักการ

1. ประมาณความคลาดเคลื่อนทุกครั้ง
2. อ่านตามที่เห็นจริง ๆ จากจอภาพ
3. ต้องประมาณตัวเลขตัวสุดท้าย 1 ตัว
4. ต้องวัดหลายครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย

23. ต้องการวัดความยาวของดินสอ ควรใช้เครื่องมือวัดชนิดใด

1. ไม้บรรทัด
2. สายวัด
3. เวอร์เนีย
4. ไมโครมิเตอร์

24. ถ้าต้องการวัดความหนาของแผ่นกระดาษควรใช้เครื่องมือวัดชนิดใด

1. ไม้บรรทัด
2. ไม้เมตร
3. เวอร์เนีย
4. ไมโครมิเตอร์

25.

ครั้งที่	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกบึงป้องกันตามวิธีวัด (เซนติเมตร)		
	วัดโดยตรง	ใช้ไฟฉาย	ใช้แท่งไม้
1	2.9	2.8	2.8
2	2.8	2.9	2.8
3	2.7	2.8	2.9
ค่าเฉลี่ย	2.8	2.8	2.8



จากตารางเป็นผลการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกบ๊องด้วยวิธีการวัด 3 วิธี โดยมีวัสดุอุปกรณ์ คือ 1. ลูกบ๊องปอง 2. ไม้มบรรทัดมีความละเอียด = 0.1 เซนติเมตร 3. ฝอย 4. แท่งไม้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 2 แท่ง นักเรียนคิดว่าวิธีใดให้ผลใกล้เคียงค่าจริงที่สุด

1. วัดโดยตรงด้วยไม้มบรรทัด
2. ใช้ฝอย
3. ใช้แท่งไม้
4. เท่ากันทั้ง 3 วิธี

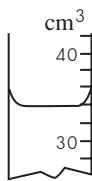
26. ในการทำการทดลองวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลมหนึ่ง โดยการใช้ไม้มบรรทัดของนักเรียนคนหนึ่ง 5 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 4.26, 4.25, 4.28, 4.27 และ 4.26 เซนติเมตร นักเรียนคนนี้ควรบันทึกผลของการวัดเป็นเท่าใด

1. 4.25 เซนติเมตร
2. 4.26 เซนติเมตร
3. 4.27 เซนติเมตร
4. 4.28 เซนติเมตร

27. ในการวัดความหนาของเหรียญ และเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดทดลอง ควรใช้เครื่องมือที่เหมาะสมตามลำดับดังข้อใด

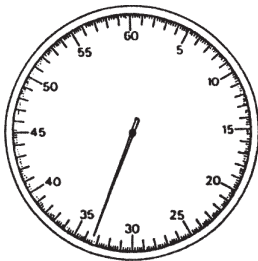
1. ไมโครมิเตอร์, เวอร์เนีย
2. เวอร์เนีย, ไมโครมิเตอร์
3. ไมโครมิเตอร์, ไม้มบรรทัด
4. เวอร์เนีย, ไม้มบรรทัด

28. จากรูป เป็นการแสดงผลการวัดปริมาตรของของเหลวในกระบอกตวง ซึ่งควรอ่านค่าได้เท่าใด



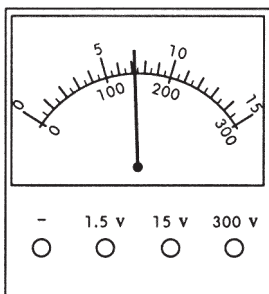
1. 32 cm³
2. 34 cm³
3. 35 cm³
4. 36 cm³

29. จากรูป แสดงเข็มชี้ของนาฬิกาจับเวลา เมื่อกดปุ่มหยุด ควรอ่านได้เวลาเท่าใด



1. 33.0 s
2. 33.2 s
3. 33.4 s
4. 33.6 s

จากรูป เป็นโวลต์มิเตอร์ ใช้ตอบคำถามข้อ 30 ถึง 32



30. เมื่อมาตรวัดอ่านได้เต็มสเกล 1.5 V ควรอ่านค่าจากการวัดได้เท่าใด

1. 0.07 V
2. 0.70 V
3. 0.73 V
4. 0.735 V

31. เมื่อมาตรวัดอ่านได้เต็มสเกล 15 V ควรอ่านค่าจากการวัดได้เท่าใด

1. 7.1 V
2. 7.3 V
3. 7.15 V
4. 7.35 V