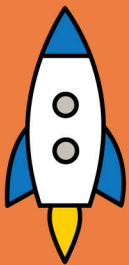


ตัวสมบายน สไตน์ ✨ ลุยโจทก์



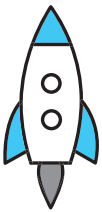
ธรรมชาติและพัฒนากการทางฟิสิกส์
การเคลื่อนที่แนวตรง
แรงและกฎการเคลื่อนที่

อ.ประสิทธิ์ จันดีภา

ฟิสิกส์ 1
เพิ่มเติม เล่ม

ฉบับปรับปรุงหลักสูตร 2560

ตัวสบบาย สไตน์ ลุยโจทกย์



ธรรมชาติและพัฒนาการทางฟิสิกส์
การเคลื่อนที่แนวตรง
แรงและกฎการเคลื่อนที่

อ.ประสิทธิ์ จันดีภา

เตรียมสอบเข้า | PAT 2 | โจทย์ + เฉลยอย่างละเอียด
มหาวิทยาลัย

ราคา 219 บาท

ISBN 978-974-432-976-9

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558

โดย ห้างหุ้นส่วนจำกัด สำนักพิมพ์ภูมิบัณฑิต
ห้ามลอกเลียนแบบไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือ
เล่มนี้ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ นอกจากจะได้รับอนุญาต
เป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้จัดพิมพ์เท่านั้น

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

ประสิทธิ์ จันตะภา.

ทิวสบายสไตส์ลุยโจทย์ พิสิทธ์ เล่ม 1.-- กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต, 2562.
308 หน้า.

1. พิสิทธ์ -- ข้อสอบและเฉลย. I. ชื่อเรื่อง.

530.076

ISBN 978-974-432-976-9

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย



หจก.สำนักพิมพ์ ภูมิบัณฑิต

143/173 ซ.อิสรภาพ 21 (ซ.วัดสังข์กระจาย) ถ.อิสรภาพ

แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กทม. 10600

โทร. 02-891-1539 , 465-7606 , 466-8555

โทรสาร 02-466-2979

นางเบญจวรรณ มณีฉาย ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา

พิมพ์ที่ บริษัท ไอดี ออล ดิจิตอล พรินท์ จำกัด

52 ซอย เอกชัย 69 แขวงบางบอน เขตบางบอน

กรุงเทพมหานคร 10150 โทร. 028995429-35

www.ideol-print.com

www.poombundit.co.th

สอบถามปัญหา/ข้อมูลอัพเดท



สำนักพิมพ์ ภูมิบัณฑิต



poombundit@yahoo.com



คำนำ

หนังสือเล่มนี้ผู้แต่งมีจุดประสงค์หลักคือ ให้ผู้อ่านได้เข้าใจเนื้อหาพื้นฐานได้โดยง่าย รวดเร็ว และครอบคลุม อันจะทำให้ผู้อ่านเกิดความรักในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ดังนั้นการอธิบายเนื้อหาจึงเป็นไปอย่างกระชับแต่ครบถ้วน การเรียบเรียงลำดับโจทย์ จะทำให้ผู้อ่านสนุกที่ได้คิดได้ทำ โจทย์แต่ละข้ออย่างต่อเนื่องกันไป ตัวเลขส่วนมากผู้แต่งได้ปรับให้คำนวณได้อย่างลงตัว เพื่อลดความซับซ้อนโดยไม่จำเป็น ผู้อ่านจะได้ไม่เกิดความสับสน และเบื่อหน่าย

นอกจากการอ่านหนังสือเล่มนี้แล้ว ผู้อ่านยังสามารถเปิดดูคลิปวิดีโอการสอนของหนังสือเล่มนี้ ได้ที่ www.pec9.com หรือสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้แต่งได้ที่ www.facebook.com/prasitpec อีกทางหนึ่งด้วย

ด้วยรัก
จากผู้แต่ง

ปล : หากไม่กำหนดเป็นอย่างอื่น การคำนวณในหนังสือเล่มนี้ให้ใช้ $g = 10 \text{ m/s}^2$

สารบัญ

บทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนากาทางฟิสิกส์	1
1.1 ธรรมชาติของฟิสิกส์	1
1.2 การวัดและการบันทึกผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์	2
1.2.1 ปริมาณทางฟิสิกส์และระบบหน่วยระหว่างชาติ.....	2
1.2.2 การเปลี่ยนหน่วยและสัญกรณ์วิทยาศาสตร์	4
1.2.3 ความไม่แน่นอนในการวัดและเลขนัยสำคัญ	11
1.3 การทดลองทางฟิสิกส์	16
1.3.1 การรายงานความคลาดเคลื่อน	16
1.3.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	19
ตะลุมโจทยัทั่วยไป บทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนากาทางฟิสิกส์ ชุดที่ 1	26
ตะลุมโจทยัทั่วยไป บทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนากาทางฟิสิกส์ ชุดที่ 2	34
เฉลย บทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนากาทางฟิสิกส์.....	37
เฉลยตะลุมโจทยัทั่วยไป บทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนากาทางฟิสิกส์ ชุดที่ 1	49
เฉลยตะลุมโจทยัทั่วยไป บทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนากาทางฟิสิกส์ ชุดที่ 2	60
บทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง	65
2.1 ตำแหน่ง	65
2.2 การกระจัดและระยะทาง	66
2.3 อัตราเร็วและความเร็ว.....	69
2.3.1 อัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ย	69
2.3.2 อัตราเร็วขณะหนึ่งและความเร็วขณะหนึ่ง	71
2.4 ความเร่ง	72
2.4.1 ความเร่งเฉลี่ย	72
2.4.2 ความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง	74

2.5 กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง	76
2.5.1 กราฟความเร็ว ความเร็วและการกระจัด ที่สัมพันธ์กัน	76
2.5.2 พื้นที่ใต้กราฟ และความชันเส้นกราฟของกราฟ a_x , v_x และ Δx	79
2.6 สมการสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตรงในแนวราบ	83
2.6.1 การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว (ความเร่งเป็น 0)	83
2.6.2 การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว	83
2.7 การเคลื่อนที่ในแนวตั้งอย่างเสรี	87
ตะลุยโจทย์ทั่วไป บทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง ชุดที่ 1	93
ตะลุยโจทย์ทั่วไป บทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง ชุดที่ 2	107
เฉลยบทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง	118
เฉลยตะลุยโจทย์ทั่วไป บทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง ชุดที่ 1	139
เฉลยตะลุยโจทย์ทั่วไป บทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง ชุดที่ 2	159
บทที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่	177
3.1 มวลและความเฉื่อย	177
3.2 แรง	178
3.2.1 การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์.....	178
3.2.2 การแตกแรง	181
3.2.3 การหาแรงลัพธ์ของแรงมากกว่า 2 แรงซึ่งทำมุมต่อกัน	183
3.3 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	184
3.3.1 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	184
3.3.2 น้ำหนัก (W)	185
3.4 การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่	187
3.5 แรงเสียดทาน	195
3.6 แรงดึงดูดระหว่างมวล	201
3.6.1 กฎความโน้มถ่วงสากล	201
3.6.2 สนามโน้มถ่วง และความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (g)	203

ตะลุมโจทย์ทั่วไป บทที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่ ชุดที่ 1	205
ตะลุมโจทย์ทั่วไป บทที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่ ชุดที่ 2	215
เฉลยบทที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่.....	226
เฉลยตะลุมโจทย์ทั่วไป บทที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่ ชุดที่ 1	250
เฉลยตะลุมโจทย์ทั่วไป บทที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่ ชุดที่ 2	270



“สอบติด” แอปเตรียมสอบ และแนะแนวการศึกษาที่ดีที่สุด

เปิดให้ทำ**ข้อสอบฟรีทุกวิชา**ปลดล็อค**ทุกฟังก์ชัน**



ผู้ช่วยเตรียมตัวสอบ
พร้อมเฉลยละเอียดที่ดีที่สุด



Pre-Test Online
เตรียมความพร้อมก่อนสอบจริง

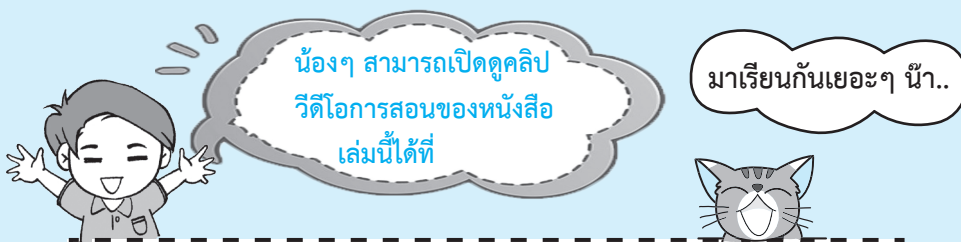


วิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็ง
เพื่อเพิ่มโอกาสในการสอบติด



สรุปย่อขึ้นเทพ
แบ่งปันความรู้ผ่านการแชร์เน็ต





WWW.  EC9.COM

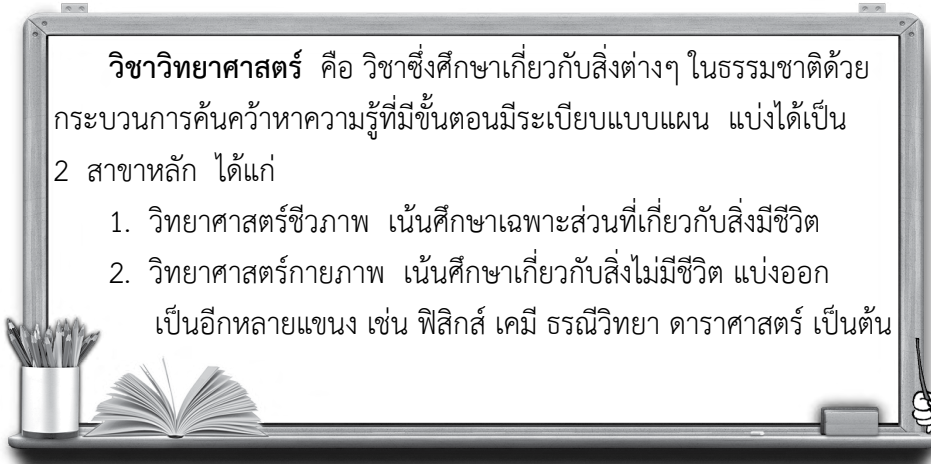
เรียนออนไลน์ ได้ทุกที่ ทุกเวลา



โรงเรียน / สถาบันใด ต้องการทีมติวตัวจริงเสียงจริง
มาสอนสด 9 วิชาสามัญ PAT O-NET ทั่วประเทศ
ติดต่อโทร 0880992666

บทที่ 1 ธรรมชาติและพัฒนากาทางฟิสิกส์

1.1 ธรรมชาติของฟิสิกส์



วิชาวิทยาศาสตร์ คือ วิชาซึ่งศึกษาเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติด้วยกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ที่มีขั้นตอนมีระเบียบแบบแผน แบ่งได้เป็น 2 สาขาหลัก ได้แก่

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เน้นศึกษาเฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต
2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เน้นศึกษาเกี่ยวกับสิ่งไม่มีชีวิต แบ่งออกเป็นอีกหลายแขนง เช่น ฟิสิกส์ เคมี ธรณีวิทยา ดาราศาสตร์ เป็นต้น

วิชาฟิสิกส์ คือ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานสาขาหนึ่ง นอกเหนือจากวิชาเคมีและชีววิทยา วิชาฟิสิกส์จะศึกษากฎเกณฑ์ของธรรมชาติเฉพาะทางกายภาพ เช่น ศึกษาเรื่องของคลื่น แสง เสียง ไฟฟ้า แม่เหล็ก การเคลื่อนที่มวล แรง โมเมนตัม พลังงาน ของไหล เป็นต้น



1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์เป็นส่วนใหญ่

1. การศึกษาพันธุกรรมของหนู
2. การเกิดปฏิกิริยาของโลหะโซเดียม
3. สัญญาณโทรศัพท์มือถือ
4. ยากำจัดวัชพืช
5. การบ่มผลไม้ด้วยแก๊ส

วิธีการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์โดยทั่วไปจะมี 2 แนวทาง

1. สังเกตสิ่งรอบตัว สงสัย ตั้งคำถามว่าเกิดอะไรขึ้นเกิดเพราะอะไร
เดาคำตอบเบื้องต้น (เรียกสมมติฐาน) ทำการทดลองเก็บข้อมูลเพื่อตรวจสอบว่าคำตอบนั้นถูกไหม แล้วสรุปเป็นแนวคิด หลักการหรือกฎ
2. สร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อสรุปเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ รวมถึงทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้น เช่น การสร้างแบบจำลองอะตอมเพื่อนำมาใช้อธิบายพฤติกรรมต่างๆ ของอะตอม เป็นต้น

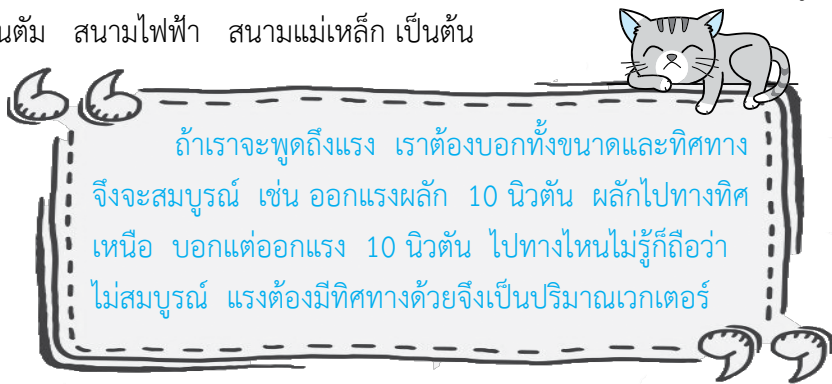
1.2 การวัดและการบันทึกผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์

1.2.1 ปริมาณทางฟิสิกส์และระบบหน่วยระหว่างชาติ

เราสามารถแบ่งปริมาณในวิชาฟิสิกส์ออกเป็นกลุ่มย่อย โดยอาศัยหลักเกณฑ์ในการแบ่งได้หลายวิธี ดังตัวอย่างต่อไปนี้

วิธีที่ 1. แบ่งโดยใช้ลักษณะของปริมาณเป็นเกณฑ์ จะแบ่งได้เป็น

1. ปริมาณเวกเตอร์ คือ ปริมาณที่ต้องบอกทั้งขนาดและทิศทางจึงจะสมบูรณ์ เช่น แรง โมเมนตัม สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก เป็นต้น



2. ปริมาณสเกลาร์ คือ ปริมาณที่บอกแต่ขนาดอย่างเดียว ไม่ต้องบอกทิศทางก็สมบูรณ์ได้ เช่น มวล พลังงาน เป็นต้น

วิธีที่ 2. แบ่งโดยใช้ที่มาของปริมาณเป็นเกณฑ์ จะแบ่งได้เป็น

1. ปริมาณมูลฐาน คือ ปริมาณขั้นต้นที่จำเป็นต่อการอธิบายปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์มี 7 ปริมาณ

ปริมาณ	หน่วย	สัญลักษณ์ของหน่วย
ความยาว	เมตร	m
มวล	กิโลกรัม	kg
เวลา	วินาที	s
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	A
อุณหภูมิทางเทอร์โมไดนามิก	เคลวิน	K
ความเข้มของการส่องสว่าง	แคนเดลา	cd
ปริมาณของสาร	โมล	mol

หน่วยที่แสดงเป็นหน่วยมาตรฐานซึ่งกำหนดโดยองค์การระหว่างชาติเพื่อการมาตรฐาน (International Organization for Standardization , ISO) ระบบหน่วยที่ได้เรียกว่า ระบบหน่วยระหว่างชาติ (The International System of Unit , SI)

2. ปริมาณอนุพัทธ์ คือ ปริมาณที่เกิดจากการนำปริมาณมูลฐานมาประกอบเข้าด้วยกัน เช่น อัตราเร็ว (เกิดจากระยะทางหรือความยาวหารด้วยเวลา) เป็นต้น

3. ปริมาณเสริม คือ ปริมาณที่นอกเหนือจากปริมาณทั้งสองที่ผ่านมา เช่น มุมของรูปเรขาคณิต เป็นต้น

2. ปริมาณที่แสดงแต่ขนาดเพียงอย่างเดียวก็สมบูรณ์ เรียกเป็นปริมาณใด

- | | | |
|-------------|-------------|------------|
| 1. เวกเตอร์ | 2. มูลฐาน | 3. สเกลาร์ |
| 4. สมบูรณ์ | 5. อนุพัทธ์ | |

3. ปริมาณที่ต้องแสดงทั้งขนาดและทิศทาง จึงจะสมบูรณ์เรียกเป็นปริมาณใด

- | | | |
|-------------|-------------|------------|
| 1. เวกเตอร์ | 2. มูลฐาน | 3. สเกลาร์ |
| 4. สมบูรณ์ | 5. อนุพัทธ์ | |

4. หน่วยที่เป็นมาตรฐานสากลของความยาว มวล เวลา กระแสไฟฟ้า คือข้อใด

1. เซนติเมตร , กิโลกรัม , ชั่วโมง , แอมแปร์
2. เมตร , กิโลกรัม , วินาที , แอมแปร์
3. กิโลเมตร , กิโลกรัม , วินาที , แอมแปร์
4. มิลลิเมตร , กิโลกรัม , วินาที , แอมแปร์
5. ไม่มีข้อที่ถูกต้อง

5. ปริมาณในข้อใดต่อไปนี้ เป็นปริมาณอนุพัทธ์

- | | | |
|-------------|--------------------------------|---------------|
| 1. มวล | 2. เวลา | 3. กระแสไฟฟ้า |
| 4. ความเร็ว | 5. ความเข้มแห่งการส่องสว่างแสง | |

1.2.2 การเปลี่ยนหน่วยและสัญกรณ์วิทยาศาสตร์

สมมติไม้บรรทัดมีสเกลยาว 1 เมตร

หากแบ่งสเกลยาว 1 เมตร (m)

ออกเป็น 100 ช่องๆ เท่ากัน แต่ละช่อง

ย่อยจะเรียก 1 เซนติเมตร (cm)

ดังนั้น $1 \text{ เซนติเมตร} = \frac{1}{100} \text{ เมตร}$

หากแบ่งสเกลยาว 1 เมตร (m)

ออกเป็น 1,000 ช่องๆ เท่ากัน แต่ละช่อง

ย่อยจะเรียก 1 มิลลิเมตร (mm)

ดังนั้น $1 \text{ มิลลิเมตร} = \frac{1}{1000} \text{ เมตร}$

หากแบ่งสเกลยาว 1 เมตร (m)

ออกเป็น 1,000,000 ช่องๆ เท่ากัน แต่

ละช่องย่อยเรียก 1 ไมโครเมตร (μm)

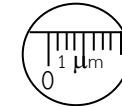
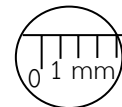
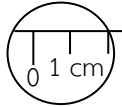
ดังนั้น $1 \text{ ไมโครเมตร} = \frac{1}{1,000,000} \text{ เมตร}$

หากแบ่งสเกลยาว 1 เมตร (m)

ออกเป็น 1,000,000,000 ช่องๆ เท่ากัน

แต่ละช่องย่อยจะเรียก 1 นาโนเมตร (nm)

ดังนั้น $1 \text{ นาโนเมตร} \text{ จะเท่ากับ } \frac{1}{1,000,000,000} \text{ เมตร}$



นอกจากความยาวแล้ว
ปริมาณอื่นๆ ก็สามารถ
แบ่งเป็นหน่วยย่อยๆ ได้
เช่นกัน

6. ปริมาณในข้อใดต่อไปนี้ มีขนาดเล็กที่สุด

1. 1 cm

2. 1 mm

3. 1 nm

4. 1 μm

5. ไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้

7. ปริมาณในข้อใดต่อไปนี้ มีขนาดใหญ่ที่สุด

1. 8 cg

2. 8 mg

3. 8 ng

4. 8 μg

5. ไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้



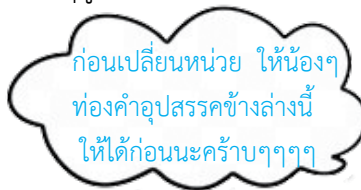
การเปลี่ยนหน่วยสามารถทำได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง จงเปลี่ยน 834 เซนติเมตร ให้มีหน่วยเป็นเมตร

แนวคิด วิธีที่ 1 เทียบบัญญัติไตรยางศ์

$$\begin{array}{rcl} \text{เนื่องจาก} & 100 \text{ เซนติเมตร เท่ากับ} & 1 \text{ เมตร} \\ \text{ดังนั้น} & 834 \text{ เซนติเมตร เท่ากับ} & \frac{1 \times 834}{100} \text{ เมตร} \\ & & = 8.34 \text{ เมตร} \end{array}$$

วิธีที่ 2 ใช้ตัวพหุคูณ



คำอุปสรรคใช้แทนตัวพหุคูณ		สัญลักษณ์
คำพหุคูณ	ชื่อ	
เอกซะ (exa)	E	10^{18}
เพตะ (peta)	P	10^{15}
เทระ (tera)	T	10^{12}
จิกะ (giga)	G	10^9
* เมกะ (mega)	M	10^6
* กิโล (killo)	k	10^3
เฮกโต (hecto)	h	10^2
เดซิ (daci)	d	10^{-1}
* เซนติ (centi)	c	10^{-2}
* มิลลิ (milli)	m	10^{-3}
* ไมโคร (micro)	μ	10^{-6}
* นาโน (nano)	n	10^{-9}
* พิโก (pico)	p	10^{-12}
อัตโต (atto)	a	10^{-18}



เมื่อจำได้แล้ว ก็นำมาใช้
เปลี่ยนหน่วยง่ายๆ ดังใน
ตัวอย่างต่อไปนี้นี้จะ

$$\begin{aligned} & 834 \quad \text{c m} \\ & = 834 \times 10^{-2} \text{ m} \\ & = 8.34 \text{ m} \end{aligned}$$

ดังนั้น 834 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 8.34 เมตร

ลบ c ออกไป
ใส่ 10^{-2} แทนเลย
เพราะ $c = 10^{-2}$



ตัวอย่าง จงเปลี่ยน 93 นาโนเมตร ให้มีหน่วยเป็นเมตร

แนวคิด

$$\begin{aligned} & 93 \quad \text{n m} \\ & = 93 \times 10^{-9} \text{ m} \\ & = 9.3 \times 10^{-8} \text{ m} \end{aligned}$$

ดังนั้น 93 มิลลิเมตร มีค่าเท่ากับ 9.3×10^{-8} เมตร

ลบ n ออกไป
ใส่ 10^{-9} แทนเลย
เพราะ $n = 10^{-9}$



ตัวอย่าง จงเปลี่ยน 7.20×10^2 ไมโครกรัม ให้มีหน่วยเป็นกรัม โดยใช้ตัวพหุคูณ

แนวคิด

$$\begin{aligned} & 7.20 \times 10^2 \quad \mu\text{g} \quad (\text{เปลี่ยน } \mu \text{ เป็น } 10^{-6} \text{ ได้ เพราะมีค่าเท่ากัน}) \\ & = 7.20 \times 10^2 \times 10^{-6} \text{ g} \\ & = 7.20 \times 10^{-4} \text{ g} \end{aligned}$$

ดังนั้น 7.20×10^2 ไมโครกรัม มีค่าเท่ากับ 7.20×10^{-4} กรัม

(การเขียนให้อยู่ในรูป $a \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq a < 10$ เรียก **สัญกรณ์วิทยาศาสตร์**)

8. 65.24 nm มีค่าเท่ากับกี่ m

1. 6.524×10^{-4}

2. 6.524×10^{-5}

3. 6.524×10^{-6}

4. 6.524×10^{-7}

5. 6.524×10^{-8}

9. 425 kΩ มีค่าเท่ากับกี่ Ω

1. 4.25×10^3

2. 4.25×10^4

3. 4.25×10^5

4. 4.25×10^6

5. 4.25×10^7

10. $0.05526 \mu\text{m}$ มีค่าเท่ากับกี่ m

1. 5.526×10^{-4}

2. 5.526×10^{-5}

3. 5.526×10^{-6}

4. 5.526×10^{-7}

5. 5.526×10^{-8}

11. $2.55 \times 10^{-3} \mu\text{g}$ มีค่าเท่ากับกี่ g

1. 2.55×10^{-6}

2. 2.55×10^{-7}

3. 2.55×10^{-8}

4. 2.55×10^{-9}

5. 2.55×10^{-10}

12. $4.625 \times 10^5 \text{ nA}$ มีค่าเท่ากับกี่ A

1. 4.625×10^{-3}

2. 4.625×10^{-4}

3. 4.625×10^{-5}

4. 4.625×10^{-6}

5. 4.625×10^{-7}

ลองดูตัวอย่างต่อไปนี้ก่อนทำข้อถัดไปนะ



ตัวอย่าง จงเปลี่ยน 4.2×10^{-7} เมตร ให้มีหน่วยเป็นไมโครเมตร

แนวคิด $4.2 \times 10^{-7} \text{ m}$

$$= 4.2 \times 10^{-1} \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$= 4.2 \times 10^{-1} \mu\text{m}$$

$$= 0.42 \mu\text{m}$$

ลบ 10^{-6} ออกไป

ใส่ μ แทนเลย

เพราะ $\mu = 10^{-6}$



13. $7.23 \times 10^{-7} \text{ m}$ มีค่าเท่ากับกี่ μm

1. 72.3

2. 7.23

3. 0.723

4. 7.23×10^{-2}

5. 7.23×10^{-3}

14. $6.42 \times 10^{-5} \text{ g}$ มีค่าเท่ากับกี่ cg

1. 6.42×10^4

2. 6.42×10^3

3. 6.42

4. 6.42×10^{-3}

5. 6.42×10^{-10}

15. $2.37 \times 10^{-11} \text{ g}$ มีค่าเท่ากับกี่ ng

1. 2.37×10^2

2. 2.37×10^9

3. 2.37

4. 2.37×10^{-2}

5. 2.37×10^{-9}

16. $2.56 \times 10^5 \text{ m}$ มีค่าเท่ากับกี่ cm

1. 2.56×10^{-2}

2. 2.56×10^{-3}

3. 2.56×10^5

4. 2.56×10^7

5. 2.56×10^9

17. $7.23 \times 10^2 \text{ A}$ มีค่าเท่ากับกี่ mA

1. 7.23×10^{-2}

2. 7.23×10^{-3}

3. 7.23×10^5

4. 7.23×10^6

5. 7.23×10^9

18. 7.23×10^{-5} g มีค่าเท่ากับกี่ kg

1. 7.23×10^{-2}

2. 7.23×10^{-3}

3. 7.23×10^{-7}

4. 7.23×10^{-8}

5. 7.23×10^{-9}

19. 650 g มีค่าเท่ากับกี่ kg

1. 0.65

2. 6.5

3. 65

4. 650

5. 6500

20. 7.31 m มีค่าเท่ากับกี่ cm

1. 7.31×10^{-2}

2. 7.31×10^{-1}

3. 73.1

4. 731

5. 7.31×10^3

21. ความยาว 4.9 นาโนเมตร มีค่าเท่าไรในหน่วยกิโลเมตร

1. 4.9×10^{-9}

2. 4.9×10^{-11}

3. 4.9×10^{-12}

4. 4.9×10^{-13}

5. 4.9×10^{-15}

22. จงเปลี่ยนหน่วยมวลโปรตรอน 1.6×10^{-27} กิโลกรัม เป็นพิโคกรัม

1. 1.6×10^{-39}

2. 1.6×10^{-36}

3. 1.6×10^{-15}

4. 1.6×10^{-12}

5. 1.6×10^{-9}

23. พื้นที่ 300 ตารางมิลลิเมตร (mm^2) คิดเป็นเท่าไรในหน่วยตารางเมตร (m^2)

1. 3.00×10^4

2. 3.00×10^3

3. 3.00×10^{-3}

4. 3.00×10^{-4}

5. 3.00×10^{-5}

24. 1.5 ตารางเซนติเมตร (cm^2) มีค่าเท่ากับกี่ตารางเมตร (m^2)

1. 1.5×10^{-4}

2. 1.5×10^{-2}

3. 1.5×10^2

4. 1.5×10^4

5. 1.5×10^6

25. จงเปลี่ยน 4×10^{-8} ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3) ให้เป็นลูกบาศก์เมตร (m^3)

1. 4×10^{-10}

2. 4×10^{-12}

3. 4×10^{-14}

4. 4×10^{-16}

5. 4×10^{-18}

26. จงเปลี่ยน 7 ไมโครนิวตัน/ตารางเซนติเมตร ให้เป็นนิวตัน/ตารางเมตร

1. 7×10^{-3}

2. 7×10^{-2}

3. 7×10^2

4. 7×10^4

5. 7×10^5

27. จงเปลี่ยน 3×10^{11} ไมโครเมตร/มิลลิวินาที ให้เป็นเมตร/วินาที

1. 3×10^6

2. 3×10^7

3. 3×10^8

4. 3×10^9

5. 3×10^{12}

28. รถประจำทางคันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว 36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถคันนี้วิ่งด้วยความเร็วเท่ากับกี่เมตรต่อวินาที

1. 5

2. 10

3. 15

4. 20

5. 25

29. ความเร็วขนาด 1 เมตรต่อวินาที มีค่าเท่าใดในหน่วยกิโลเมตรต่อชั่วโมง

1. $\frac{1}{3.6}$

2. 3.6

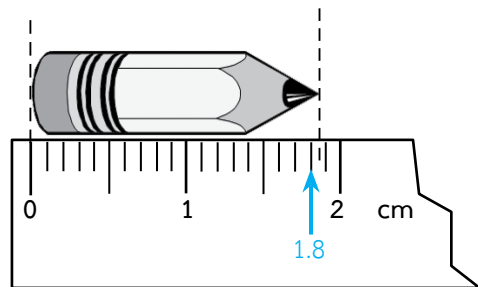
3. 3.6×10^3

4. 3.6×10^{-2}

5. 3.6×10^{-3}

1.2.3 ความไม่แน่นอนในการวัดและเลขนัยสำคัญ

หลักการอ่านค่าที่ได้จากการวัดโดยทั่วไปนั้น ให้อ่านค่าที่ปรากฏบนสเกล แล้วเดาค่าทศนิยมต่อได้อีก 1 ตำแหน่ง เช่น ในรูปการอ่านขนาดความยาวของดินสอในรูปนี้ต้องอ่านค่าที่มีอยู่แล้วบนสเกล คือ 1.8 cm (สเกลมีทศนิยมอยู่แล้ว 1 ตำแหน่ง จึงเรียกความละเอียดสเกลอยู่ในระดับ 0.1)



จากนั้นให้เดาทศนิยมเพิ่มได้อีก 1 ตำแหน่ง

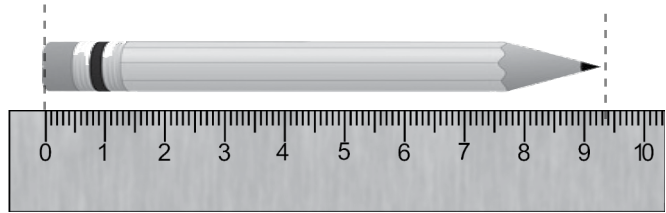
ในรูปนี้มีค่าประมาณ 0.06 cm รวมแล้วความยาวดินสอแห่งนี้ควรอ่านค่าเป็น 1.86 cm



เลขที่ได้จากการอ่านค่าในการวัด ทั้งเลขที่อยู่บนสเกลและเลขที่ได้จากการคาดเดา 1 ตัว ทั้งหมดนี้เรียกเป็น **เลขนัยสำคัญ (Significant)**

30. จากรูป ความละเอียดของสเกลมีค่าเท่ากับกี่เซนติเมตร

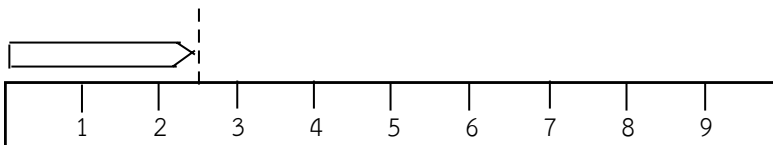
- 1. 1
- 2. 0.1
- 3. 0.01
- 4. 0.001
- 5. 0.0001



31. จากรูปในข้อที่ผ่านมา ความยาวของแท่งดินสอมีค่าเท่ากับกี่เซนติเมตร

- | | | |
|--------|----------|---------|
| 1. 9.4 | 2. 9.375 | 3. 9.37 |
| 4. 9.3 | 5. 9 | |

32. จากรูปที่กำหนดให้ ความละเอียดของสเกลมีค่าเท่ากับกี่เซนติเมตร



- | | | |
|----------|-----------|---------|
| 1. 1 | 2. 0.1 | 3. 0.01 |
| 4. 0.001 | 5. 0.0001 | |

33. จากรูปในข้อที่ผ่านมา ความยาวของแท่งดินสอมีค่าเท่ากับกี่เซนติเมตร

- | | | |
|-------------|--------------|------------|
| 1. 2 cm | 2. 2.5 cm | 3. 2.46 cm |
| 4. 2.455 cm | 5. 2.4555 cm | |

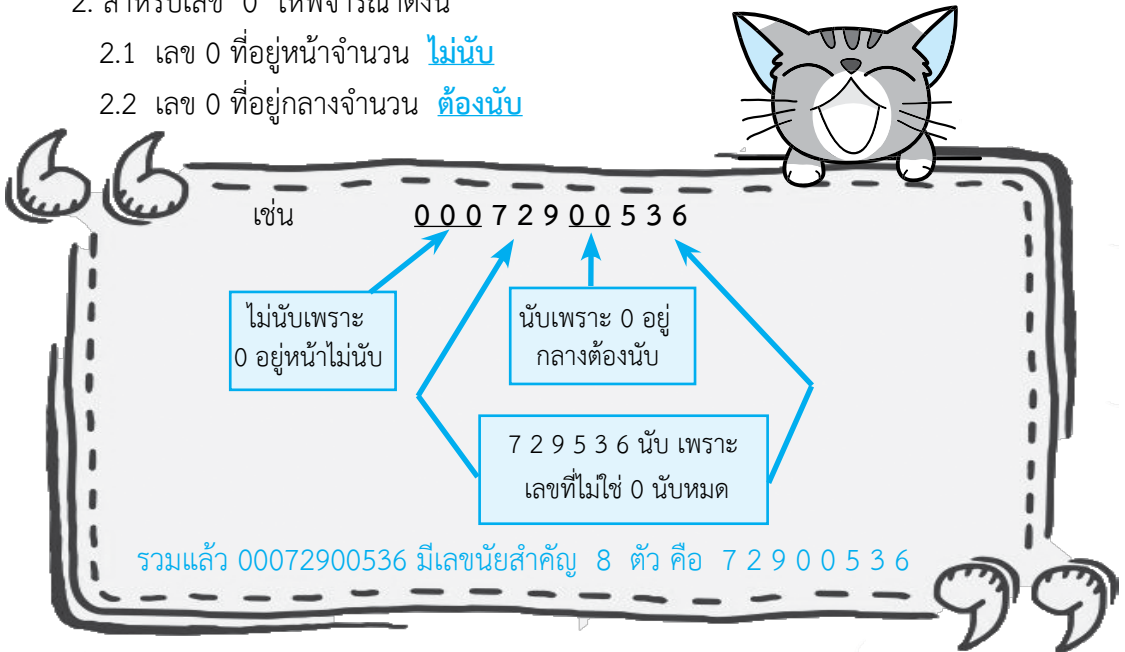
หลักในการนับจำนวนตัวเลขนัยสำคัญ มีดังนี้

1. เลข 1 – 9 **นับ** เป็นเลขนัยสำคัญหมดเลย

2. สำหรับเลข 0 ให้พิจารณาดังนี้

2.1 เลข 0 ที่อยู่หน้าจำนวน **ไม่นับ**

2.2 เลข 0 ที่อยู่กลางจำนวน **ต้องนับ**



2.3 ถ้าเขียนจำนวนในรูปทศนิยม 0 ข้างหลังจำนวน **ต้องนับ**

เช่น 2.00 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว คือ 2 0 0

2.4 ถ้าเขียนเป็นจำนวนเต็มไม่มีทศนิยม หากมี 0 อยู่หลังจำนวน **จะบอกจำนวนตัวเลขนัยสำคัญไม่ได้** เช่น 8000 จะบอกจำนวนตัวเลขนัยสำคัญไม่ได้

3. ถ้าเขียนเป็น $a \times 10^n$ **คิดเฉพาะที่ a เท่านั้น**

เช่น 5.23×10^{89}

ดูแค่ตรงนี้ มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว คือ 5 2 และ 3 เท่านั้น

4. ค่าคงตัวทั้งหลาย เช่น π และตัวเลขในสูตร เช่น

$2\pi R = 2(3.14)R$ ตัวเลข 2 3 1 4 **ไม่นับเป็นเลขนัยสำคัญ**

34. ชายคนหนึ่งบันทึกตัวเลขจากการวัดเป็น 0.0413 กิโลกรัม , 5.33×10^{-42} เมตร , 36.4 เซนติเมตร และ 2.00 วินาที จำนวนเหล่านี้มีเลขนัยสำคัญกี่ตัว

1. 1

2. 2

3. 3

4. 4

5. 5

35. 1150 มีเลขนัยสำคัญกี่ตัว

1. 1

2. 2

3. 3

4. 4

5. บอกไม่ได้



หากมีการนำจำนวนมาบวก ลบ คูณ หาร กัน
ต้องคำนึงถึงจำนวนตัวเลขนัยสำคัญด้วยเสมอ
โดยถือหลัก ดังต่อไปนี้

การคูณและหารเลขนัยสำคัญ

ตัวอย่าง $3.23 \times 3.0 = ?$

แนวคิด

$$\begin{array}{r} 3.23 \\ \times 3.0 \\ \hline 9.690 \end{array}$$

ตอบ 9.7

1. คูณหารธรรมดาให้เสร็จก่อน

2. ดูโจทย์ที่มีตัวเลขนัยสำคัญน้อยสุด

ข้อนี้คือ 3.0 มีนัยสำคัญ 2 ตัว

3. ปรับคำตอบให้มีนัยสำคัญน้อยสุด

เท่ากับโจทย์คือมี 2 ตัว

จึงต้องตอบ 9.7 (ปัดทศนิยมด้วย)



การหารเลขนัยสำคัญ ก็ใช้หลักการเดียวกันนี้นะจ๊ะ



36. ห้องห้องหนึ่งกว้าง 3.40 เมตร ยาว 12.71 เมตร ห้องนี้จะมีพื้นที่เท่าไร

1. 43.2 ตารางเมตร

2. 43.21 ตารางเมตร

3. 43.214 ตารางเมตร

4. 43.2140 ตารางเมตร

5. 43.21400 ตารางเมตร

37. เหล็กแท่งหนึ่งมวล 40.0 กรัม มีปริมาตร 5.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตัวเลขที่เหมาะสมสำหรับค่าความหนาแน่นของเหล็กแท่งนี้เป็นกี่กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

1. 8.0000

2. 8.000

3. 8.00

4. 8.0

5. 8

38. นักเรียนคนหนึ่งวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญบาทได้ 2.59 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาเลขนัยสำคัญ เขาควรจะบันทึกค่าพื้นที่หน้าตัดดังนี้

1. 5.27065 ตารางเซนติเมตร

2. 5.2707 ตารางเซนติเมตร

3. 5.271 ตารางเซนติเมตร

4. 5.27 ตารางเซนติเมตร

5. 5.2 ตารางเซนติเมตร

39. มวล 2.00 กิโลกรัม ถูกแบ่งออกเป็นสี่ส่วนเท่ากันพอดี แต่ละส่วนจะมีขนาดกี่กิโลกรัม

1. 0.5

2. 0.50

3. 0.500

4. 0.5000

5. 0.50000

การบวกและลบเลขนัยสำคัญ

ตัวอย่าง $4.187 + 3.4 - 2.32 = ?$

แนวคิด

$$\begin{array}{r} 4.187 \\ + 3.4 \\ - 2.32 \\ \hline 5.267 \end{array}$$

ตอบ 5.3

1. บวกลบธรรมดาให้เสร็จก่อน
2. ดูโจทย์ที่มีจุดทศนิยมน้อยสุด
ข้อนี้คือ 3.4 มีทศนิยม 1 จุด
3. ปรับคำตอบให้มีจุดทศนิยมน้อยสุด
เท่ากับโจทย์คือมี 1 จุด
จึงต้องตอบ 5.3 (ปัดทศนิยมด้วย)



40. จงหาผลลัพธ์ของคำถามต่อไปนี้ตามหลักเลขนัยสำคัญ $4.37 + 2.1 - 0.002$

1. 6
2. 6.5
3. 6.46
4. 6.458
5. 6.4580

1.3 การทดลองทางฟิสิกส์

1.3.1 การรายงานความคลาดเคลื่อน



ปกติแล้วการศึกษาวิชาฟิสิกส์จะต้องมีการทดลอง มีการวัดปริมาณต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปผล การวัดปริมาณหนึ่งๆ จะต้องวัดหลายๆ ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ยนั้นดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง ในการวัดความยาวของวัตถุชิ้นหนึ่ง (หน่วย cm) 5 ครั้ง ได้ข้อมูลดังนี้

23.0 , 22.8 , 22.6 , 23.0 , 22.6

ก. ค่าความยาวเฉลี่ยมีค่ากี่ cm

ข. ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ยมีค่ากี่ cm

แนวคิด ก. หาค่าความยาวเฉลี่ย ($\bar{x}$)

$$\bar{x} = \frac{23.0 + 22.8 + 22.6 + 23.0 + 22.6}{5} = \frac{114.0}{5} = 22.8 \text{ cm}$$

ข. หาค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย ($\Delta\bar{x}$) จาก

$$\Delta\bar{x} = \frac{\text{ค่าสูงสุด} - \text{ค่าต่ำสุด}}{2} = \frac{23.0 - 22.6}{2} = 0.2 \text{ cm}$$

การบันทึกความยาวที่วัดได้ควรเขียนเป็น $\bar{x} \pm \Delta x = 22.8 \pm 0.2 \text{ cm}$



41. วัดความยาวของถนน ก. และถนน ข. อย่างละ 3 ครั้ง ได้ค่าดังนี้

ถนน ก. 16.9 , 16.9 , 17.5 km

ถนน ข. 25.0 , 24.8 , 24.9 km

ควรบันทึกความยาวถนน ก. และถนน ข. ในหน่วย km (ตามลำดับ) ดังข้อใด

1. 17.1 ± 0.2 , 24.9 ± 0.1

2. 17.1 ± 0.3 , 24.9 ± 0.1

3. 17.1 ± 0.2 , 24.9 ± 0.2

4. 17.1 ± 0.3 , 24.9 ± 0.2

5. ไม่มีข้อที่ถูกต้อง

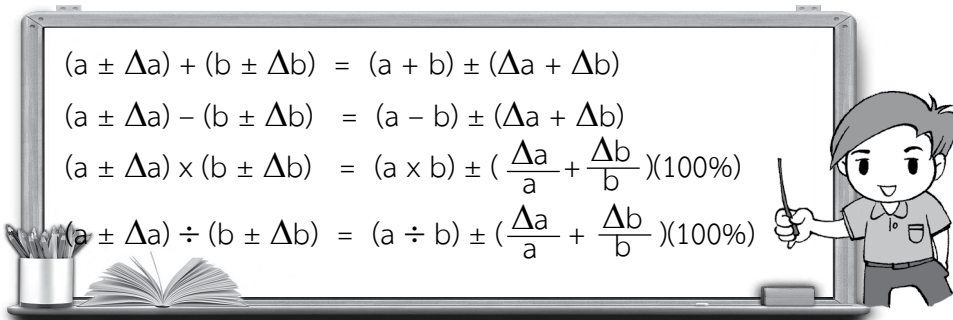
การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนที่เขียนในรูปความคลาดเคลื่อน ให้ใช้สมการต่อไปนี้

$$(a \pm \Delta a) + (b \pm \Delta b) = (a + b) \pm (\Delta a + \Delta b)$$

$$(a \pm \Delta a) - (b \pm \Delta b) = (a - b) \pm (\Delta a + \Delta b)$$

$$(a \pm \Delta a) \times (b \pm \Delta b) = (a \times b) \pm \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} \right) (100\%)$$

$$(a \pm \Delta a) \div (b \pm \Delta b) = (a \div b) \pm \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} \right) (100\%)$$



จริงๆ แล้วง่าย ดูตัวอย่างเอา ง่ายมั่งๆ



42. $(4.7 \pm 0.5) + (3.2 \pm 0.3)$ มีผลลัพธ์เท่ากับข้อใด

1. 1.5 ± 0.2

2. 1.5 ± 0.8

3. 7.9 ± 0.2

4. 7.9 ± 0.8

5. ไม่มีข้อที่ถูก

43. $(4.7 \pm 0.5) - (3.2 \pm 0.3)$ มีผลลัพธ์เท่ากับข้อใด

1. 1.5 ± 0.2

2. 1.5 ± 0.8

3. 7.9 ± 0.2

4. 7.9 ± 0.8

5. ไม่มีข้อที่ถูก

44. $(10.0 \pm 0.4) \times (2.0 \pm 0.2)$ มีผลลัพธ์เท่ากับข้อใด

1. 20 ± 0.6

2. 20 ± 14

3. $20 \pm 0.6\%$

4. $20 \pm 14\%$

5. ไม่มีข้อที่ถูก

45. $(10.0 \pm 0.4) \div (2.0 \pm 0.2)$ มีผลลัพธ์เท่ากับข้อใด

1. 5.0 ± 0.6

2. 5.0 ± 14

3. $5.0 \pm 0.6\%$

4. $5.0 \pm 14\%$

5. ไม่มีข้อที่ถูกต้อง

46. วงกลมหนึ่งมีรัศมียาว 7.0 ± 0.7 เซนติเมตร ควรบันทึกพื้นที่วงกลมเป็น

1. 0.49 ± 20

2. 1.54 ± 20

3. $0.49 \pm 20\%$

4. $1.54 \pm 20\%$

5. ไม่มีข้อที่ถูกต้อง

1.3.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง



ในการทดลองหนึ่งๆ นั้น เมื่อวัดค่าข้อมูลออกมาได้แล้วจะต้องนำมาวิเคราะห์ซึ่งอาจทำได้โดยการนำมาเขียนเป็นกราฟดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง จากการศึกษาปริมาตรน้ำที่ไหลออกจากท่ออันหนึ่ง เมื่อจับเวลา (t) พร้อมกับวัดปริมาตรน้ำ (V) ที่ไหล 3 ครั้ง จะได้ดังนี้

เวลา (t)(s)	ปริมาตรน้ำ (V) (cm ³)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	2.9	2.5	3.3
2	3.3	4.1	3.7
3	5.3	4.9	4.5
4	6.0	5.6	6.4
5	7.2	6.4	6.8
6	7.9	8.3	7.5

จงหาว่าวินาทีที่ 10 ปริมาตรน้ำที่ไหลจะมีค่าใกล้เคียงกับข้อใดต่อไปนี้

1. 9.8

2. 10.5

3. 11.9

4. 13.3

5. 14.2

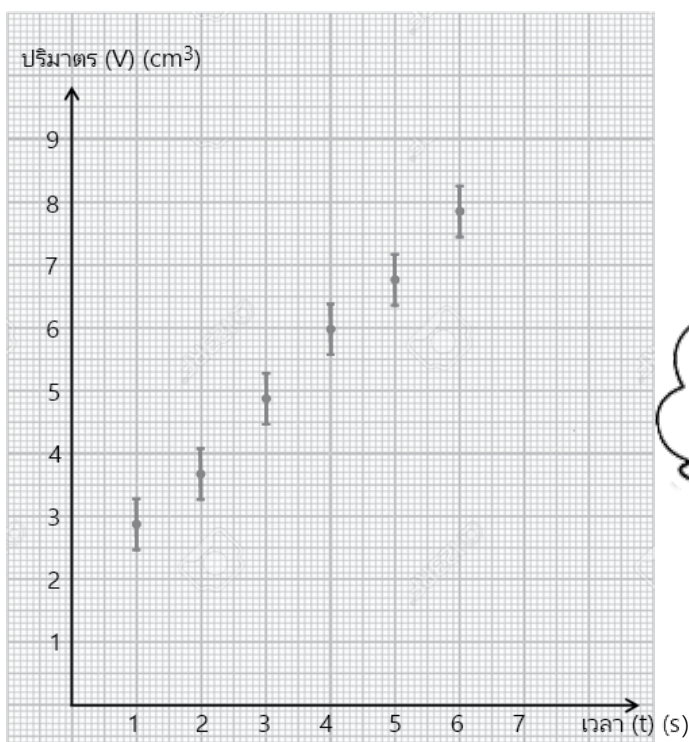
แนวคิด ขั้นที่ 1 หาปริมาตรเฉลี่ย ($\bar{V}$) และค่าความคลาดเคลื่อน ($\Delta\bar{V}$) แต่ละวินาที

เวลา (t)(s)	ปริมาตรน้ำ (V) (cm ³)			$\bar{V}$	$\Delta\bar{V}$	$\bar{V} \pm \Delta\bar{V}$
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3			
1	2.9	2.5	3.3	$\frac{2.9 + 2.5 + 3.3}{3} = 2.9$	$\frac{3.3 - 2.5}{2} = 0.4$	2.9 ± 0.4
2	3.3	4.1	3.7	$\frac{3.3 + 4.1 + 3.7}{3} = 3.7$	$\frac{4.1 - 3.3}{2} = 0.4$	3.7 ± 0.4
3	5.3	4.9	4.5	$\frac{5.3 + 4.9 + 4.5}{3} = 4.9$	$\frac{5.3 - 4.5}{2} = 0.4$	4.9 ± 0.4
4	6.0	5.6	6.4	$\frac{6.0 + 5.6 + 6.4}{3} = 6.0$	$\frac{6.4 - 5.6}{2} = 0.4$	6.0 ± 0.4
5	7.2	6.4	6.8	$\frac{7.2 + 6.4 + 6.8}{3} = 6.8$	$\frac{7.2 - 6.4}{2} = 0.4$	6.8 ± 0.4
6	7.9	8.3	7.5	$\frac{7.9 + 8.3 + 7.5}{3} = 7.9$	$\frac{8.3 - 7.5}{2} = 0.4$	7.9 ± 0.4

ขั้นที่ 2 เขียนกราฟระหว่างเวลา (t) (ช่องแรก) กับปริมาตร (V) (ช่องสุดท้าย) โดย

เวลา (t) เป็นตัวแปรที่กำหนดไว้แล้วแต่แรก เรียกเป็น **ตัวแปรต้น** ต้องเป็น **แกน X**

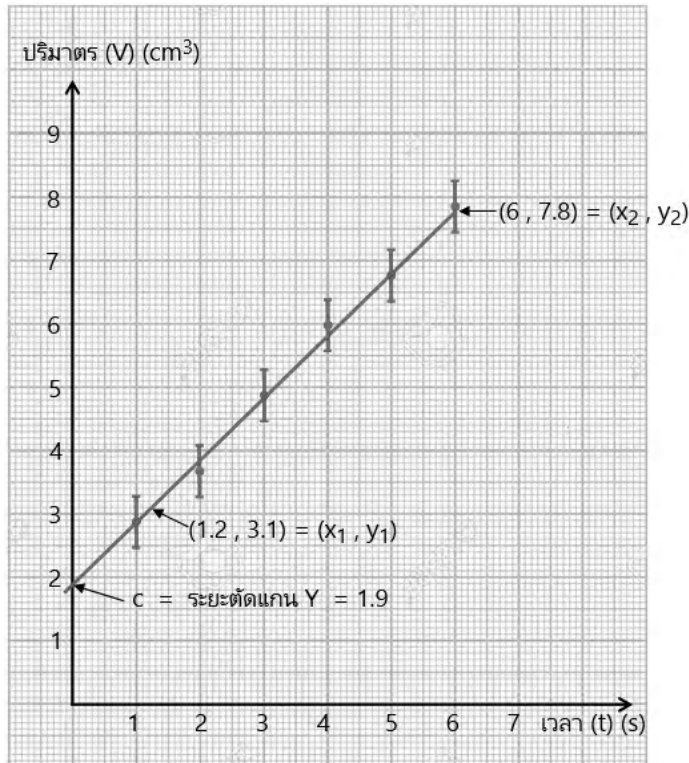
ปริมาตร (V) เป็นตัวแปรที่จะแปรเปลี่ยนตามเวลา เรียกเป็น **ตัวแปรตาม** ต้องเป็น **แกน Y**



สังเกตว่า การเขียนแต่ละจุด
จะเขียนช่วงความคลาดเคลื่อน
ลงไปด้วย



ขั้นที่ 3 ลากเส้นให้ผ่านช่วงของแต่ละจุดให้มากที่สุด เรียก **เส้นแนวโน้มตที่สุด** ซึ่งข้อนี้จะได้เป็นเส้นตรง ดังรูป



ถ้ากราฟเป็นเส้นตรงต้องหาความชัน (m) โดยหาจุดตัดกราฟชัดๆ 2 จุดดังรูป แล้วใช้สูตร

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{7.8 - 3.1}{6.0 - 1.2} = \frac{4.7}{4.8} = 1.0$$

แล้วหาระยะตัดแกน Y (c) โดยดูจากกราฟ จะเห็นว่า $c = 1.9$

ขั้นที่ 4 ถ้ากราฟเป็นเส้นตรง หาสมการความสัมพันธ์ได้จากสูตร

$$y = mx + c$$

เมื่อ y คือ ปริมาณบนแกน Y (ตัวแปรตาม) (ข้อนี้คือปริมาตร, V)

x คือ ปริมาณบนแกน X (ตัวแปรต้น) (ข้อนี้คือเวลา, t)

m คือ ความชันเส้นกราฟ

c คือ ระยะตัดแกน Y

ข้อนี้จะได้สมการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาตร (V) กับเวลา (t) เป็น

$$V = 1.0 t + 1.9$$

จากนั้นแทนค่า $t = 10$ วินาทีลงไป จะได้

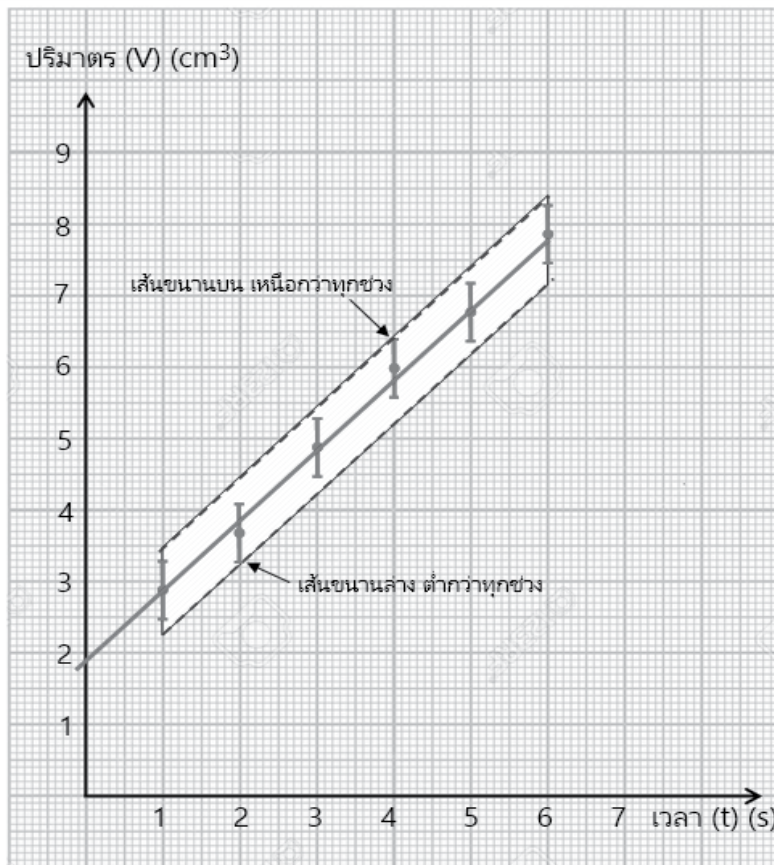
$$V = 1.0 (10) + 1.9 = 11.9 \text{ cm}^3$$

นั่นคือเมื่อผ่านไป 10 วินาที ปริมาตรน้ำจะมีค่าประมาณ 11.9 cm^3



แถบทำให้อีกนิดน้ำ เรายังสามารถหาค่าความคลาดเคลื่อนของความชัน และค่าความคลาดเคลื่อนของระยะตัดแกน Y ได้
ดังนี้อีกด้วย

ขั้นแรก ลากเส้นขนานเส้นแนวโน้มที่ดีที่สุดขึ้นด้านบนให้เหนือช่วงทุกช่วง
และลากเส้นขนานอีกเส้นลงข้างล่างให้ต่ำกว่าช่วงทุกช่วง



เมื่อลากเส้นขนานบนล่างแล้ว จะได้สี่เหลี่ยมด้านขนานในช่วงข้อมูลดังรูป ในขั้นต่อไปเราจะต้องลากเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมนี้