ความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี

วิชาเคมี

เรื่อง การวัดปริมาณสาร

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผู้สอน นางสาวฐานมาศ สุดสงวน

การวัดปริมาณสาร

- จำเป็นต้องมีการชั่ง ตวง และวัดปริมาณสาร
- การชั่ง ตวง วัด มีความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากอุปกรณ์ที่ใช้หรือผู้ทำปฏิบัติการที่จะส่งผลให้ผลการทดลองที่ได้มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าจริง

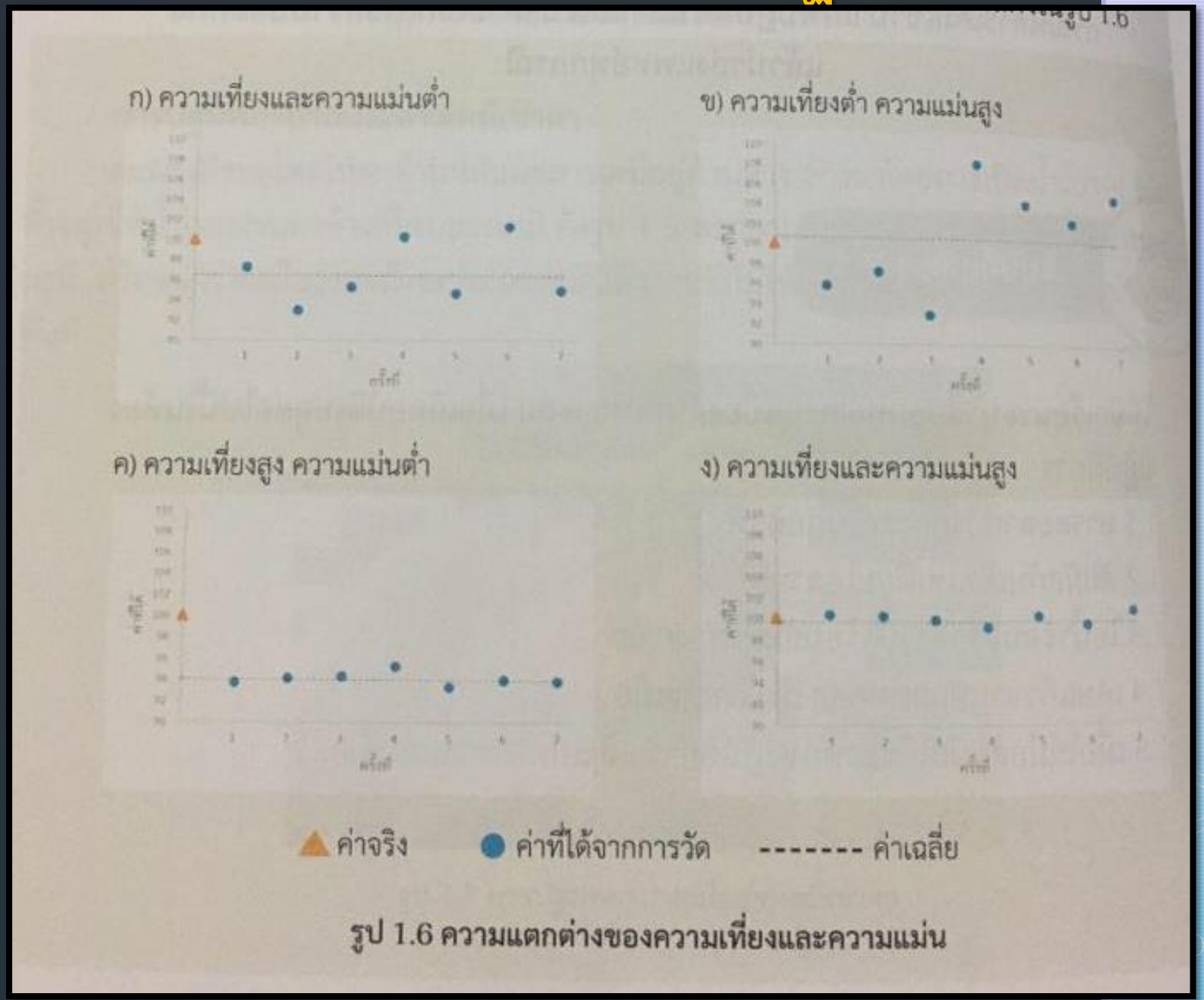
การวัดปริมาณสาร

ความน่าเชื่อถือของข้อมูล สามารถพิจารณาได้จาก 2 ส่วนด้วยกัน คือ

- ความเที่ยง (precision) และ ความแม่น (accuracy) ของข้อมูล
- ความเที่ยง คือ ความใกล้เคียงกันของค่าที่ได้จากการวัดซ้ำ
- ความแม่น คือ ความใกล้เคียงของค่าเฉลี่ยจากการวัดซ้ำเทียบกับค่าจริง

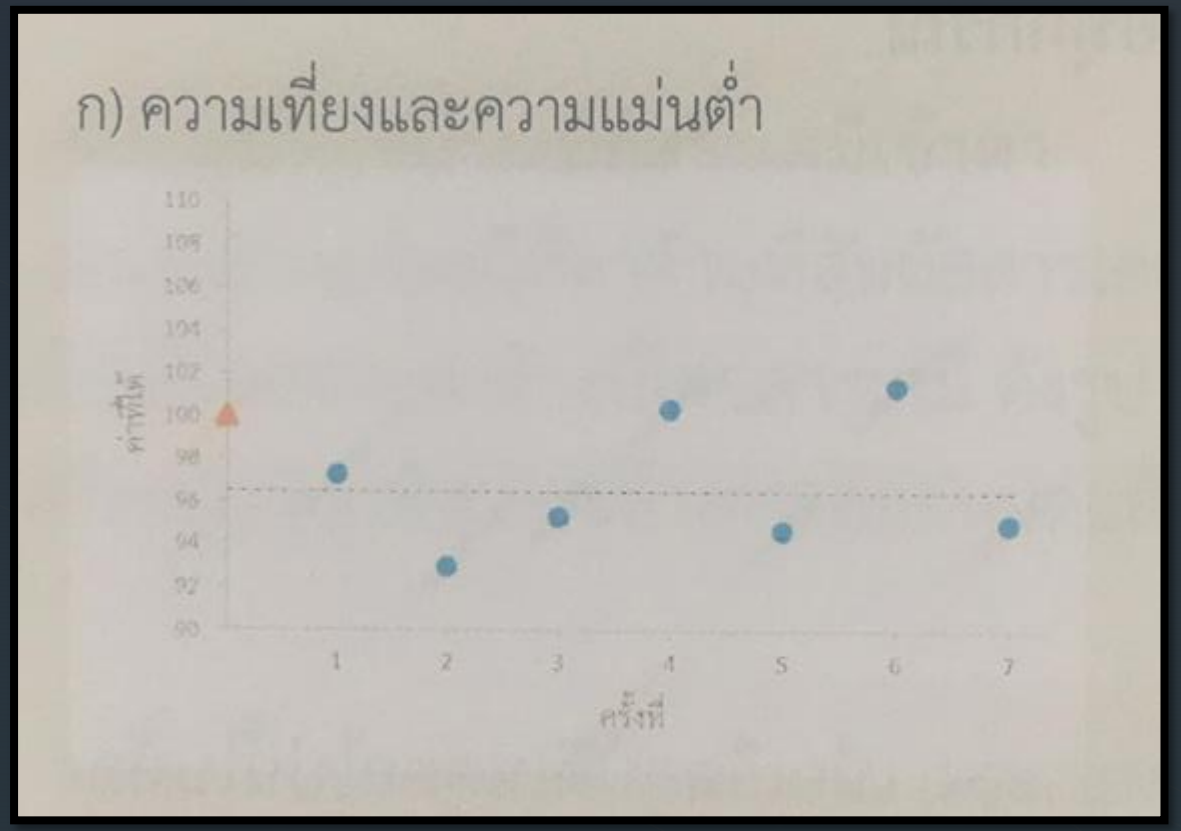
ความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี

การวัดปริมาณสาร



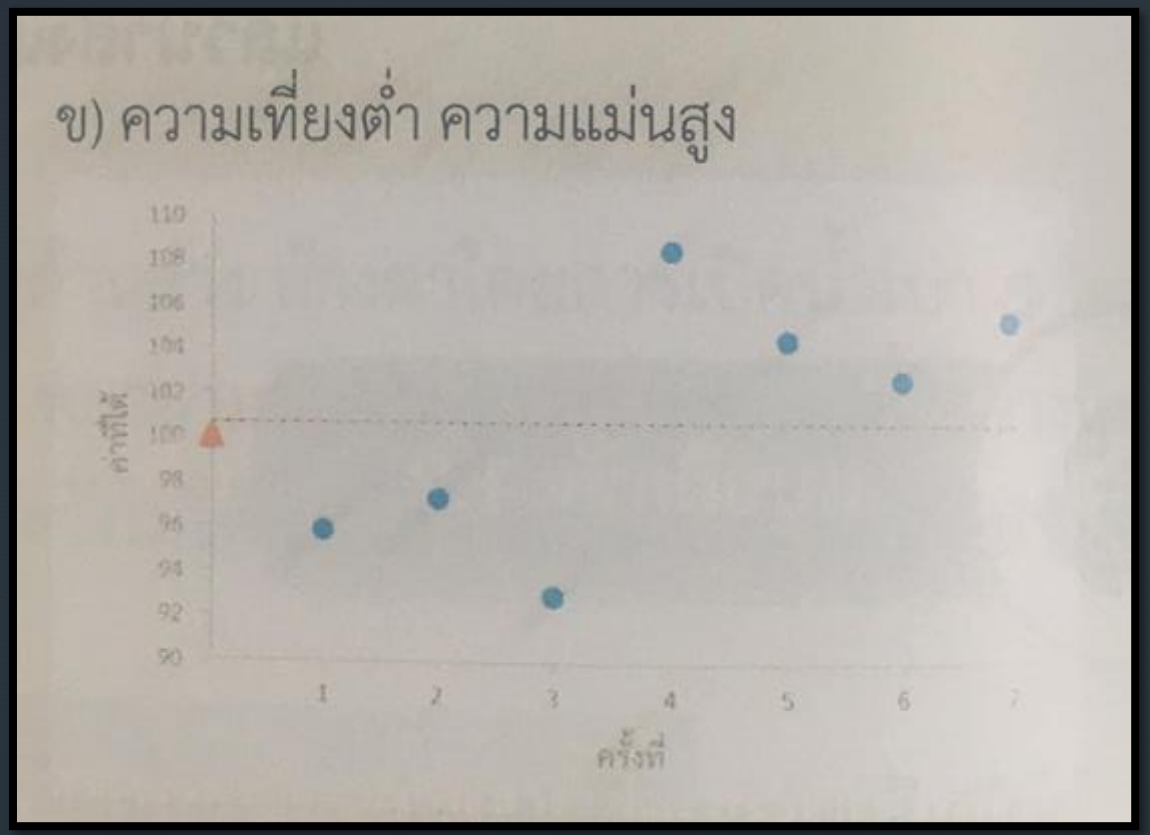
รูป 1.6 ความแตกต่างของความเที่ยงและความแม่น

การวัดปริมาณสาร



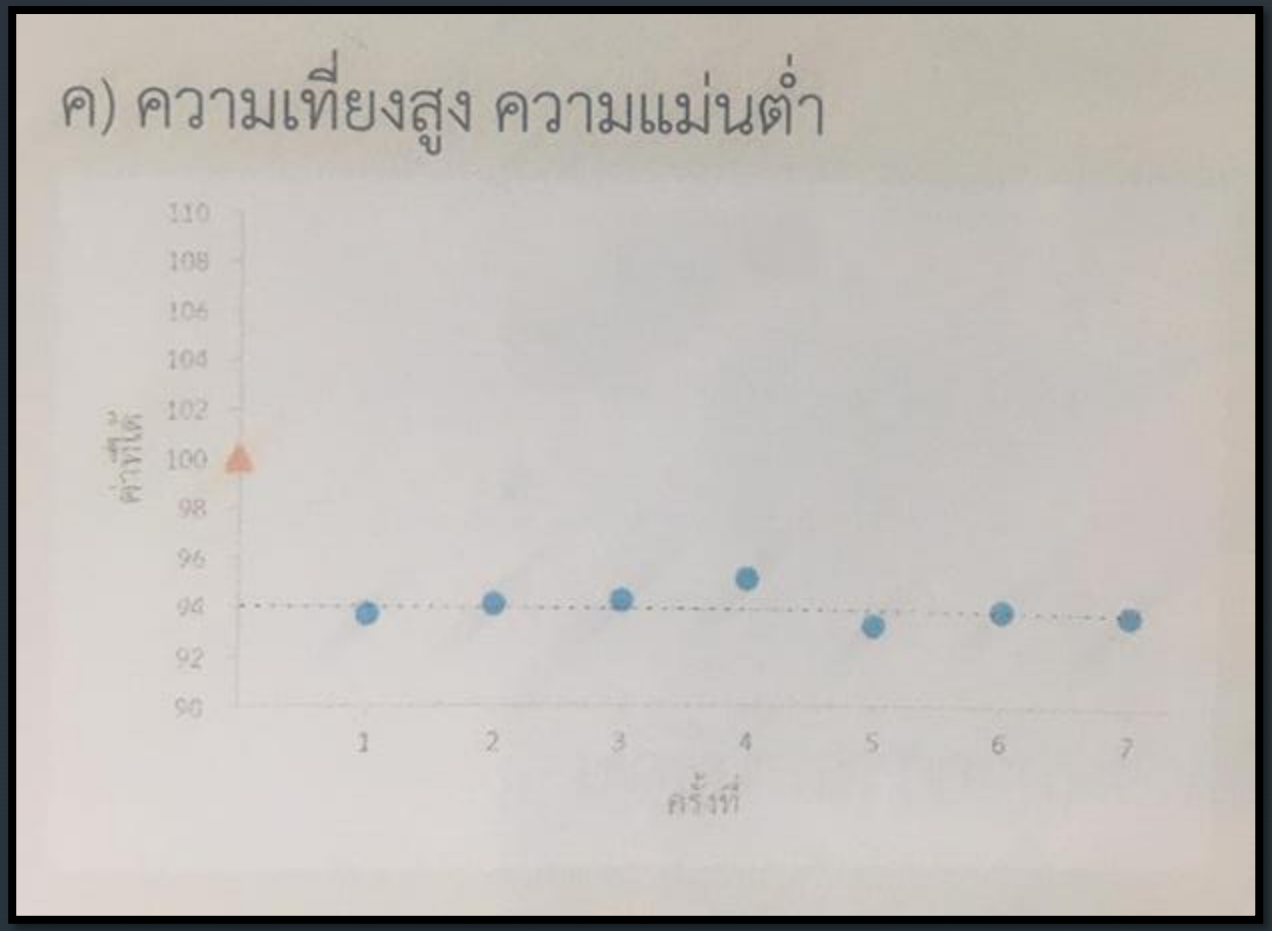
ก) ข้อมูลมีการกระจายตัวมากและมีค่าเฉลี่ยที่ไม่ใกล้เคียงกับค่าจริง

การวัดปริมาณสาร



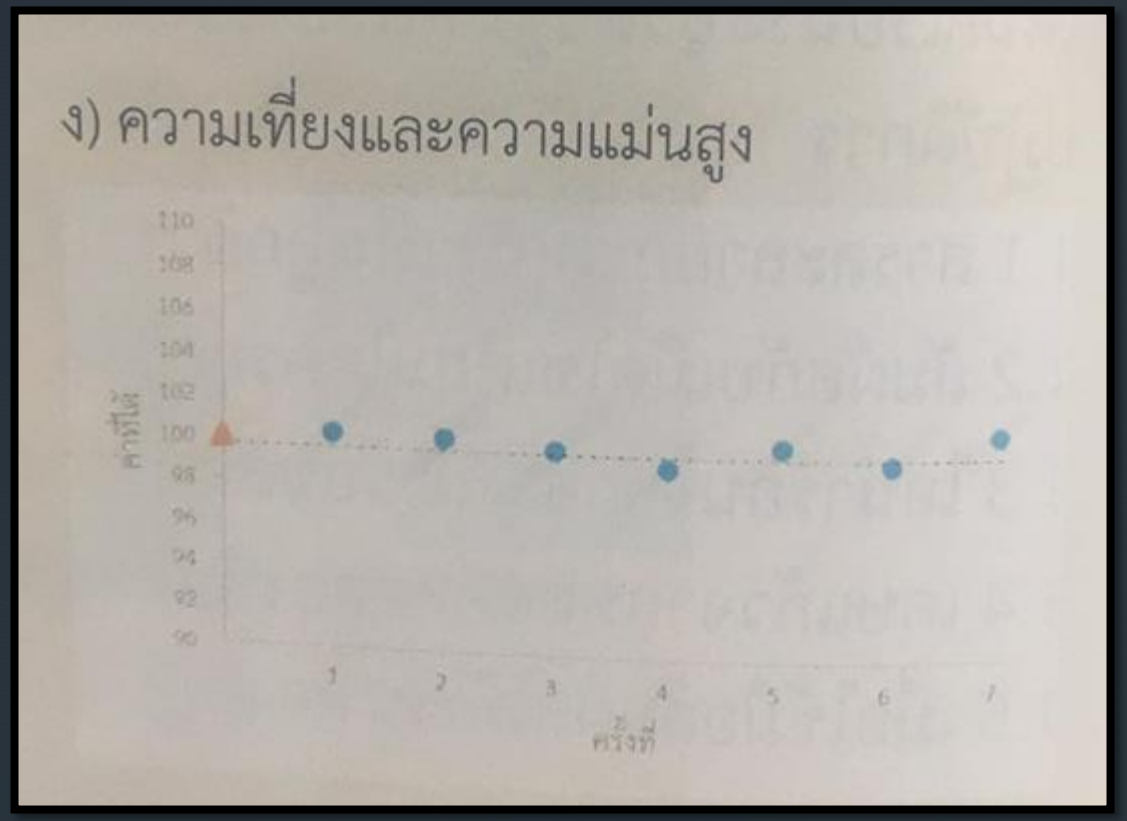
ข) ข้อมูลมีการกระจายตัวมากถึงแม้ว่าอาจให้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าจริง ก็จัดเป็นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือน้อย

การวัดปริมาณสาร



ค) ข้อมูลมีการกระจายตัวน้อยแต่มีค่าเฉลี่ยไม่ใกล้เคียงกับค่าจริง
จึงยังถือว่าเป็นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือน้อยเช่นกัน

การวัดปริมาณสาร



ง) ข้อมูลมีการกระจายตัวน้อยและมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าจริง
จึงเป็นข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

การวัดปริมาณสาร

ความเที่ยงและความแม่นของข้อมูลที่ได้จากการวัดขึ้นอยู่กับ

- ทักษะของผู้ที่ทำการวัด
- ความละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้
- อุปกรณ์การวัดที่ใช้โดยทั่วไปในปฏิบัติการเคมี ได้แก่ อุปกรณ์ วัดปริมาตร และอุปกรณ์วัดมวล ซึ่งมีระดับความละเอียดของอุปกรณ์และวิธีการใช้ที่แตกต่างกัน

การวัดปริมาณสาร

การแบ่งกลุ่มอุปกรณ์วัดปริมาตร ได้แก่ บีกเกอร์ ขวดรูปกรวย กระบอกตวง ปิเปตต์ บิวเรตต์และขวดกำหนดปริมาตร โดยใช้ความแม่นเป็นเกณฑ์ จะสามารถแบ่งกลุ่มได้อย่างไร

การวัดปริมาณสาร

อุปกรณ์วัดปริมาตร

อุปกรณ์วัดปริมาตรสารเคมีที่เป็นของเหลวมีหลายชนิด

- แต่ละชนิดมีขีดและตัวเลขแสดงปริมาตรที่ได้รับการตรวจสอบมาตรฐาน
- กำหนดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ บางชนิดมีความคลาดเคลื่อนน้อย บางชนิด มีความคลาดเคลื่อนมาก
- การเลือกใช้ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับปริมาตรและ ระดับความแม่นที่ต้องการ
- อุปกรณ์วัดปริมาตรบางชนิด เช่น บีกเกอร์ ขวดรูปกรวย กระบอกตวง เป็นอุปกรณ์ที่ไม่สามารถบอกปริมาตรได้แม่นมากพอสำหรับการทดลองในบางปฏิบัติการ

การวัดปริมาณสาร

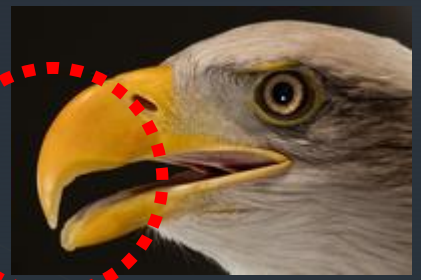
อุปกรณ์วัดปริมาตร

บีกเกอร์

บีกเกอร์ (beaker) มีลักษณะเป็นทรงกระบอกปากกว้าง มีขีดบอกปริมาตรในระดับมิลลิลิตร มีหลายขนาด ดังรูป

การวัดปริมาณสาร

อุปกรณ์วัดปริมาตร



บีกเกอร์ มาจากคำว่า beak แปลว่า จะงอยปากนก เนื่องจากที่บริเวณขอบบีกเกอร์มีลักษณะคล้ายจะงอยปากของนก

การวัดปริมาณสาร

อุปกรณ์วัดปริมาตร

ขวดรูปกรวย

ขวดรูปกรวย (erlenmeyer flask)

มีลักษณะคล้ายผลชมพู่ มีขีดบอกปริมาตรใน

ระดับมิลลิลิตร มีหลายขนาด

การวัดปริมาณสาร

อุปกรณ์วัดปริมาตร

กระบอกตวง

กระบอกตวง (measuring cylinder) มีลักษณะเป็นทรงกระบอก มีขีดบอกปริมาตรในระดับมิลลิลิตร มีหลายขนาด

การวัดปริมาณสาร

อุปกรณ์วัดปริมาตร

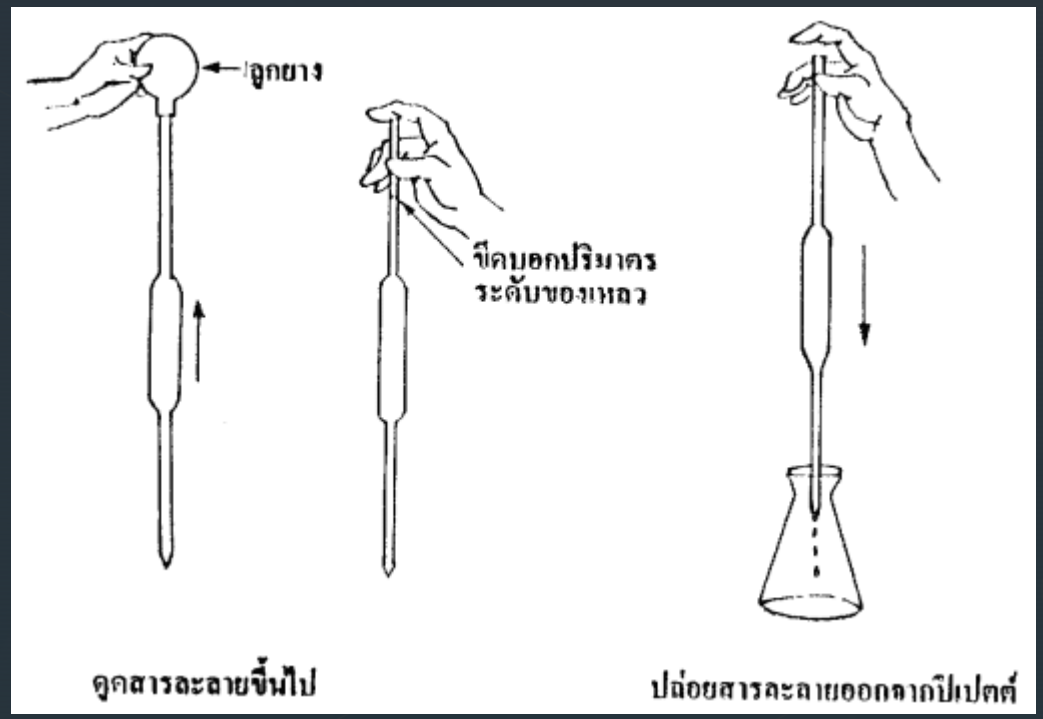
- มีอุปกรณ์ที่สามารถวัดปริมาตรของของเหลวได้แม่นมากกว่าอุปกรณ์ข้างต้น
- มีทั้งที่เป็นการวัดปริมาตรของของเหลวที่บรรจุอยู่ภายใน
- การวัดปริมาตรของของเหลวที่ถ่ายเท เช่น ปิเปตต์ บิวเรตต์ ขวดกำหนดปริมาตร

การวัดปริมาณสาร

อุปกรณ์วัดปริมาตร

ปิเปตต์

ปิเปตต์ (pipette) เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรที่มีความแม่นสูง ซึ่งใช้สำหรับถ่ายเทของเหลว ปิเปตต์ที่ใช้กันทั่วไปมี 2 แบบ คือ แบบปริมาตรซึ่งมีกระเปาะตรงกลาง มีขีดบอกปริมาตรเพียงค่าเดียว และแบบใช้ตวง มีขีดบอกปริมาตรหลายค่า

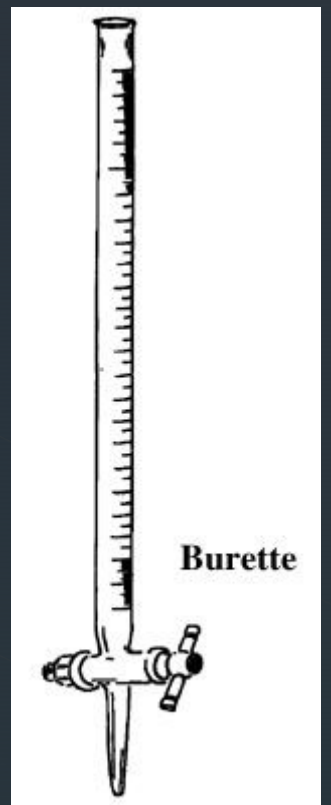


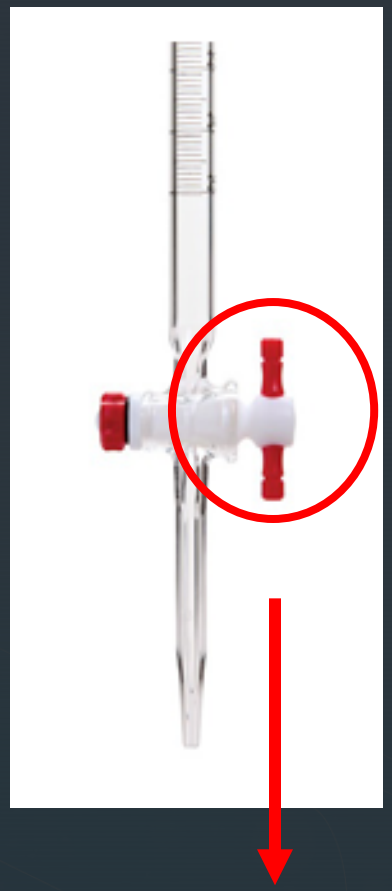
การวัดปริมาณสาร

อุปกรณ์วัดปริมาตร

บิวเรตต์ (Burette)

เป็นอุปกรณ์สำหรับถ่ายเทของเหลวในปริมาตรต่าง ๆ ตามที่ต้องการ มีลักษณะเป็นทรงกระบอกยาวที่มีขีดบอกปริมาตร และมีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของของเหลวที่เรียกว่า ก๊อกปิดเปิด (stop cock)





ก๊อกปิดเปิด (stop cock)

การวัดปริมาณสาร

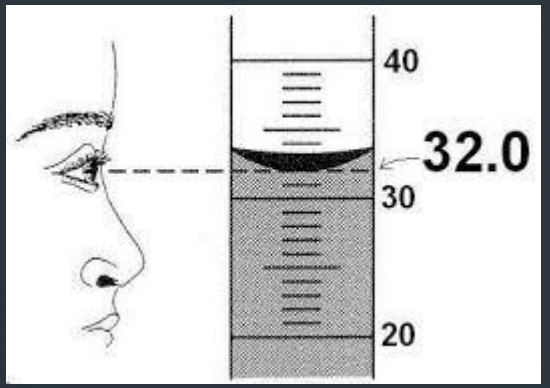
อุปกรณ์วัดปริมาตร

ขวดกำหนดปริมาตร (volumetric flask)

เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดปริมาตรของของเหลวที่บรรจุอยู่ภายในใช้สำหรับเตรียมสารละลายที่ต้องการความเข้มข้นแน่นอน มีขีดบอกปริมาตรเพียงขีดเดียวมีจุกปิดสนิท ขวดกำหนดปริมาตรมีหลายขนาด

การวัดปริมาณสาร

อุปกรณ์วัดปริมาตร

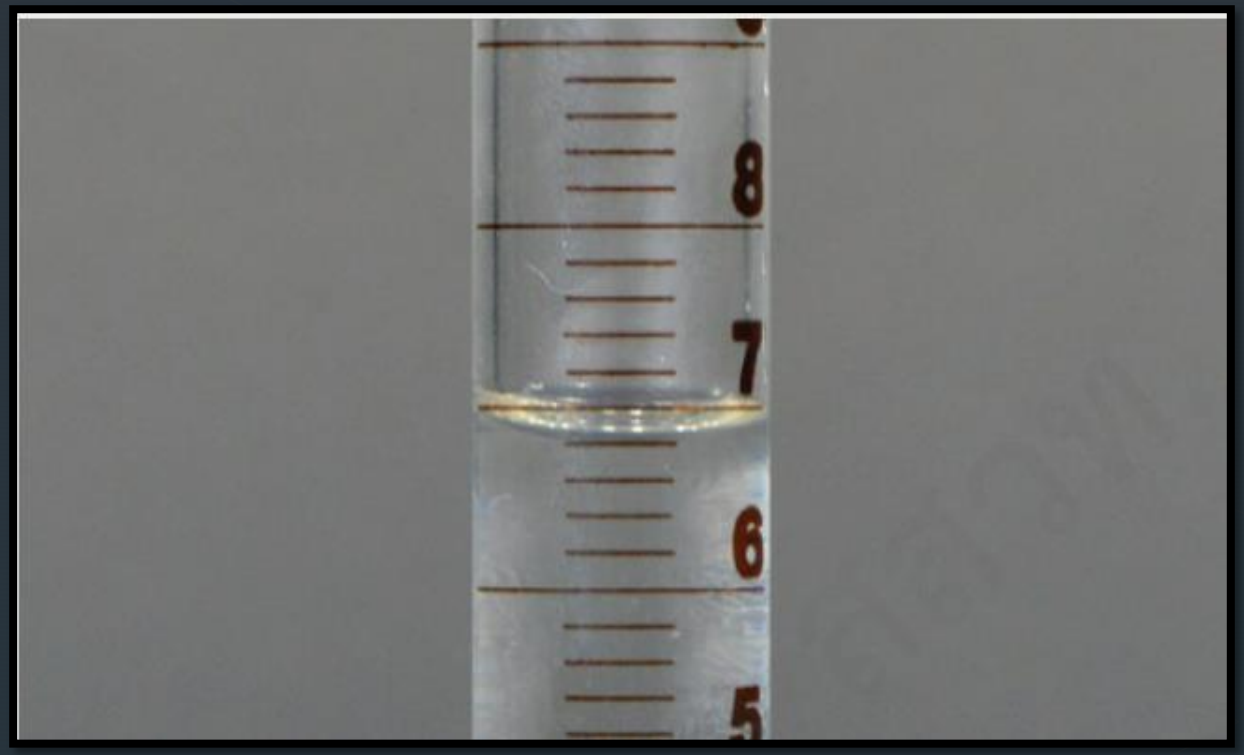


- การอ่านปริมาตรของของเหลว ให้ถูกวิธี
- ต้องให้สายตาอยู่ระดับเดียวกันกับระดับส่วนโค้งของของเหลว
- โดยถ้าส่วนโค้งของ ของเหลวมีลักษณะเว้า ให้อ่านปริมาตรที่จุดต่ำสุดของส่วนโค้งนั้น
- แต่ถ้าส่วนโค้งของของเหลวมี ลักษณะนูน ให้อ่านปริมาตรที่จุดสูงสุดของส่วนโค้งนั้น

การวัดปริมาณสาร

ตรวจสอบความเข้าใจ

1. จากรูป ปริมาตรของของเหลวในกระบอกตวงมีค่าเท่าใด

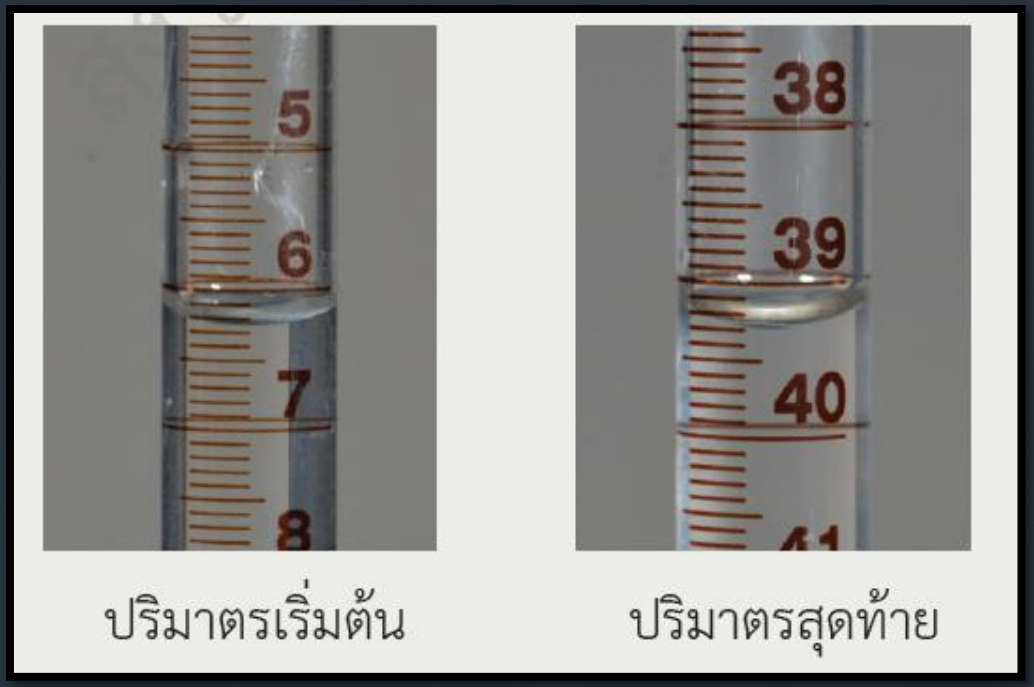


ปริมาตรของของเหลว 6.80 มิลลิลิตร

การวัดปริมาณสาร

ตรวจสอบความเข้าใจ

2. ปริมาตรเริ่มต้นและปริมาตรสุดท้ายจากการถ่ายเทของเหลวด้วยบิวเรตต์เป็นดังรูปของเหลวที่ถ่ายเทได้มีปริมาตรเท่าใด



ปริมาตรเริ่มต้น 6.25 มิลลิลิตร

ปริมาตรสุดท้าย 39.30 มิลลิลิตร

ของเหลวที่ถ่ายเทได้มีปริมาตร 33.05 มิลลิลิตร

การวัดปริมาณสาร

อุปกรณ์วัดปริมาตรบางชนิด เช่น **ปิเปตต์แบบปริมาตร ขวดกำหนดปริมาตร มีขีดบอกปริมาตรเพียงขีดเดียว** อุปกรณ์ประเภทนี้ออกแบบมาเพื่อให้ใช้ในการถ่ายเทหรือบรรจุของเหลวที่มีปริมาตรเพียงค่าเดียวตามที่ระบุบนอุปกรณ์ ดังนั้นผู้ใช้จึงจำเป็นต้องพยายามปรับระดับของเหลวให้ตรงกับขีดบอกปริมาตร

การวัดปริมาณสาร

การบันทึกค่าปริมาตรให้บันทึกตามขนาดและความละเอียดของอุปกรณ์ เช่น ปิเปตต์มีความละเอียดของค่าปริมาตรถึงทศนิยมตำแหน่งที่สอง ดังนั้นปริมาตรของเหลวที่ได้จากการใช้ปิเปตต์ขนาด 10 มิลลิลิตร บันทึกค่าปริมาตรเป็น 10.00 มิลลิลิตร

การวัดปริมาณสาร

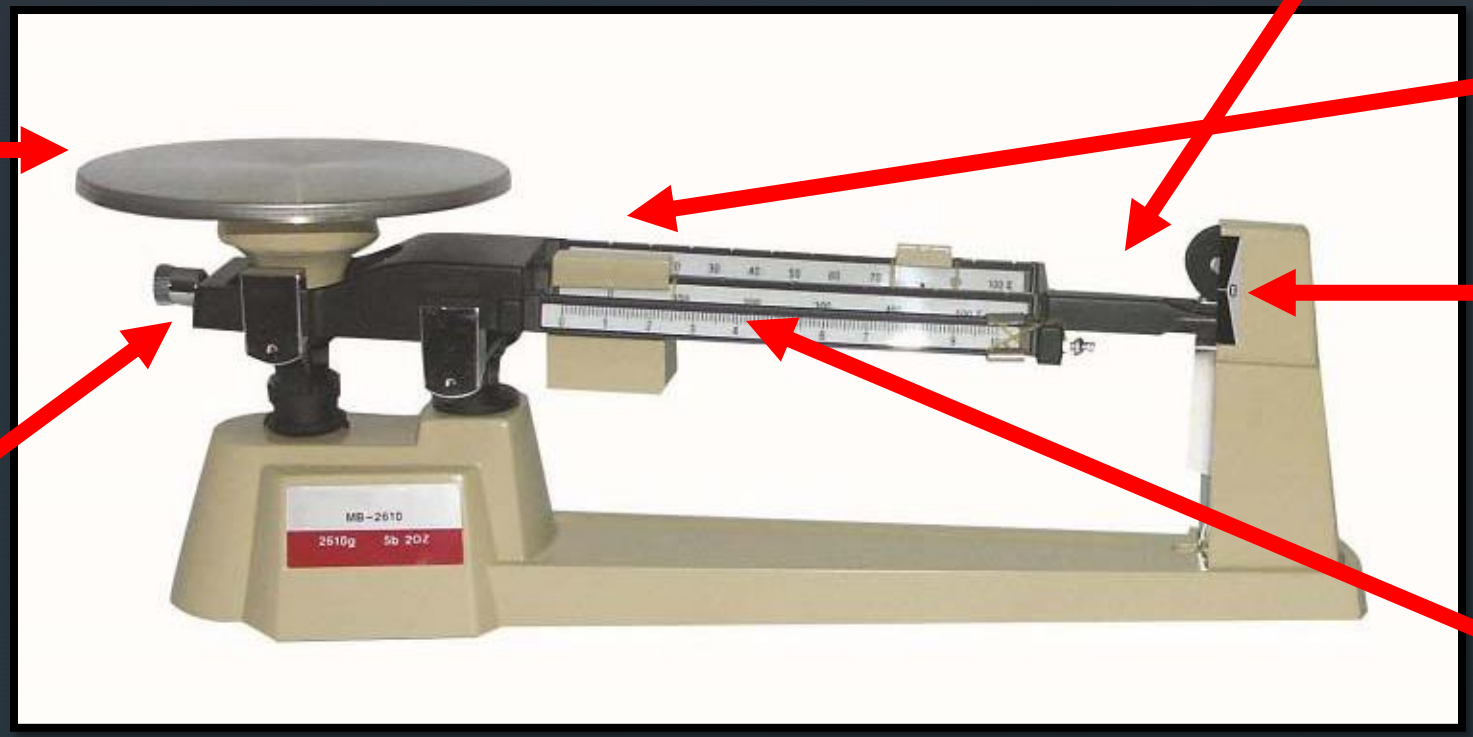
อุปกรณ์วัดมวล

เครื่องชั่ง เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดมวลของสารทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว ความน่าเชื่อถือของค่ามวลที่วัดได้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของเครื่องชั่งและวิธีการใช้เครื่องชั่ง เครื่องชั่งที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีโดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ เครื่องชั่งแบบสามคาน (triple beam) และเครื่องชั่งไฟฟ้า (electronic balance)

การวัดปริมาณสาร

อุปกรณ์วัดมวล

เครื่องชั่งแบบสามคาน (triple beam)



การวัดปริมาณสาร

อุปกรณ์วัดมวล

เครื่องชั่งไฟฟ้า (electronic balance)

การวัดปริมาณสาร

- ปัจจุบันเครื่องชั่งไฟฟ้าได้รับความนิยมมากขึ้น
- เนื่องจากสามารถใช้งานได้สะดวกและหาซื้อได้ง่าย
- ตัวเลขทศนิยมตำแหน่งสุดท้ายซึ่งเป็นค่าประมาณของเครื่องชั่งแบบสามคานมาจากการประมาณของผู้ชั่ง
- ขณะที่ทศนิยมตำแหน่งสุดท้ายของเครื่องชั่งไฟฟ้ามาจากการประมาณของอุปกรณ์

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

ค่าที่ได้จากการวัดด้วยอุปกรณ์การวัดต่าง ๆ ประกอบด้วย

- ตัวเลขและหน่วย
- โดยค่าตัวเลขที่วัดได้จากอุปกรณ์แต่ละชนิดอาจมีความละเอียดไม่เท่ากัน
- การบันทึกและรายงานค่าการอ่านต้องแสดงจำนวนหลักของตัวเลขที่สอดคล้องกับความละเอียดของอุปกรณ์

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

อุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์มอมิเตอร์ทั้งสอง มีค่าเท่าใด

การวัดอุณหภูมิน้ำ

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

- อุณหภูมิจากเทอร์มอมิเตอร์แบบดิจิทัลอ่านได้เท่ากับ 26.22 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิจากเทอร์มอมิเตอร์ตำแหน่งของของเหลวอยู่ที่ขีดบอกอุณหภูมิ 26
- การบันทึกและรายงานค่าต้อง*มีการประมาณค่าในตำแหน่งสุดท้าย*ด้วยเพื่อให้สอดคล้องกับความละเอียดของอุปกรณ์
- ดังนั้นอาจบันทึกอุณหภูมิที่ได้เป็น 26.0 องศาเซลเซียส โดยตัวเลขทุกตัวถือว่ามีความสำคัญ และจำนวนหลักของตัวเลขทั้งหมด เรียกว่า เลขนัยสำคัญ (significant figure) ดังนั้นค่าที่ได้จากการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์มอมิเตอร์แบบดิจิทัลและเทอร์มอมิเตอร์มีเลขนัยสำคัญ 4 และ 3 ตัว ตามลำดับ

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การนับเลขนัยสำคัญ

1. ตัวเลขที่ไม่มีเลขศูนย์ทั้งหมดนับเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น

1.23	มีเลขนัยสำคัญ	3 ตัว

2. เลขศูนย์ที่อยู่ระหว่างตัวเลขอื่น นับเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น

6.02	มีเลขนัยสำคัญ	3 ตัว
72.05	มีเลขนัยสำคัญ	4 ตัว

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การนับเลขนัยสำคัญ

3. เลขศูนย์ที่อยู่หน้าตัวเลขอื่น ไม่นับเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น

0.25	มีเลขนัยสำคัญ	2	ตัว
0.025	มีเลขนัยสำคัญ	2	ตัว

4. เลขศูนย์ที่อยู่หลังตัวเลขอื่นที่อยู่หลังทศนิยม นับเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น

0.250	มีเลขนัยสำคัญ	3	ตัว
0.0250	มีเลขนัยสำคัญ	3	ตัว

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การนับเลขนัยสำคัญ

5. เลขศูนย์ที่อยู่หลังเลขอื่นที่*ไม่*มีทศนิยม อาจนับหรือไม่นับเป็นเลขนัยสำคัญก็ได้ เช่น

100 อาจมีเลขนัยสำคัญเป็น 1 2 หรือ 3 ตัวก็ได้

เนื่องจากเลขศูนย์ในบางกรณีอาจมีค่าเป็นศูนย์จริง ๆ จากการวัด หรือเป็นตัวเลขที่ใช้แสดงให้เห็นว่าค่าดังกล่าวอยู่ในหลักร้อย

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การนับเลขนัยสำคัญ

6. ตัวเลขที่แม่นตรง (exact number) เป็นตัวเลขที่ทราบค่าแน่นอนมีเลขนัยสำคัญเป็นอนันต์ เช่น

ค่าคงที่ เช่น $\pi = 3.142\ldots$ มีเลขนัยสำคัญเป็นอนันต์

ค่าจากการนับ เช่น ปิเปตต์ 3 ครั้ง เลข 3 ถือว่ามีเลขนัยสำคัญเป็นอนันต์

ค่าจากการเทียบหน่วย เช่น 1 วัน มี 24 ชั่วโมง ทั้งเลข 1 และ 24 ถือว่ามีเลขนัยสำคัญเป็นอนันต์

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การนับเลขนัยสำคัญ

7. ข้อมูลที่มีค่าน้อย ๆ หรือมาก ๆ ให้เขียนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยตัวเลขสัมประสิทธิ์ทุกตัวนับเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น

6.02×10^{23}	มีเลขนัยสำคัญ	3 ตัว
1.660×10^{-24}	มีเลขนัยสำคัญ	4 ตัว

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การนับเลขนัยสำคัญ

ค่าตัวเลข 100 ในตัวอย่างข้อ 5 สามารถเขียนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์แล้วแสดงเลขนัย สำคัญได้อย่างชัดเจน เช่น

1×10^2	มีเลขนัยสำคัญ	1	ตัว
1.0×10^2	มีเลขนัยสำคัญ	2	ตัว
1.00×10^2	มีเลขนัยสำคัญ	3	ตัว

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การนับเลขนัยสำคัญ

- การนำค่าตัวเลขที่ได้จากการวัดมาคำนวณ
- จะต้องคำนึงถึงเลขนัยสำคัญของผลลัพธ์
- โดยการคำนวณส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับตัวเลขที่ได้จากอุปกรณ์ที่แตกต่างกันทั้งหน่วยและความละเอียด
- ดังนั้นต้องมีการตัดตัวเลขในผลลัพธ์ด้วยการปัดเศษ ดังต่อไปนี้

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การปัดตัวเลข

การปัดตัวเลข (rounding the number) พิจารณาจากตัวเลขที่อยู่ถัดจากตำแหน่งที่ต้องการดังนี้

1. กรณีที่ตัวเลขถัดจากตำแหน่งที่ต้องการมีค่าน้อยกว่า 5 ให้ตัดตัวเลขที่อยู่ถัดไปทั้งหมด เช่น

5.7432 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ปัดเป็น 5.7

ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 3 ตัว ปัดเป็น 5.74

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การปัดตัวเลข

2. กรณีที่ตัวเลขถัดจากตำแหน่งที่ต้องการมีค่ามากกว่า 5 ให้เพิ่มค่าของตัวเลขตำแหน่งสุดท้าย ที่ต้องการอีก 1 เช่น

3.7892 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ปัดเป็น 3.8

ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 3 ตัว ปัดเป็น 3.79

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การปัดตัวเลข

3. กรณีที่ตัวเลขถัดจากตำแหน่งที่ต้องการมีค่าเท่ากับ 5 และมีตัวเลขอื่นที่ไม่ใช่ 0 ต่อจากเลข 5 ให้เพิ่มค่าของตัวเลขตำแหน่งสุดท้ายที่ต้องการอีก 1 เช่น

2.1652 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 3 ตัว ปัดเป็น 2.17

กรณีที่ตัวเลขถัดจากตำแหน่งที่ต้องการมีค่าเท่ากับ 5 และมี 0 ต่อจากเลข 5 ให้พิจารณาโดยใช้หลักการในข้อ 4

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การปัดตัวเลข

4. กรณีที่ตัวเลขถัดจากตำแหน่งที่ต้องการมีค่าเท่ากับ 5 และไม่มีเลขอื่นต่อจากเลข 5 ต้องพิจารณาตัวเลขที่อยู่หน้าเลข 5 ดังนี้

4.1 หากตัวเลขที่อยู่หน้าเลข 5 เป็นเลขคี่ ให้ตัวเลขดังกล่าวบวกค่าเพิ่มอีก 1 แล้วตัดตัวเลขตั้งแต่เลข 5 ไปทั้งหมด เช่น 0.635 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ปัดเป็น 0.64

4.2 หากตัวเลขที่อยู่หน้าเลข 5 เป็นเลขคู่ให้ตัวเลขดังกล่าวเป็นตัวเลขเดิม แล้วตัดตัวเลขตั้งแต่เลข 5 ไปทั้งหมด เช่น 0.645 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ปัดเป็น 0.64

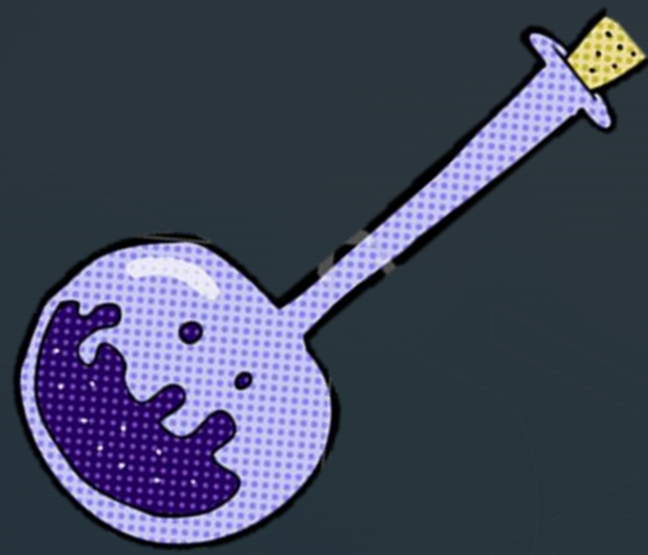
สำหรับการคำนวณหลายขั้นตอน การปัดตัวเลขของผลลัพธ์ให้ทำในขั้นตอนสุดท้ายของการคำนวณ

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การบวกและการลบ

ในการบวกและลบ ผลลัพธ์ที่ได้จะมีจำนวนตัวเลขที่อยู่หลังจุดทศนิยมเท่ากับข้อมูลที่มีจำนวนตัวเลขที่อยู่หลังจุดทศนิยมน้อยที่สุด



การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การบวกและการลบ

Ex.1

1.2 + 3.45 + 6.789 มีผลลัพธ์เท่าใด

วิธีทำ 1.2 + 3.45 + 6.789 = 11.439

ผลลัพธ์ที่ได้ต้องปัดเป็น 11.4 ซึ่งมีตัวเลขหลังจุดทศนิยม 1 ตำแหน่ง ตามจำนวนที่มีเลขหลังจุดทศนิยมน้อยที่สุด คือ 1.2

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การบวกและการลบ

Ex.2

31.5 – 12.35 + 27.27 มีผลลัพธ์เท่าใด

วิธีทำ 31.5 – 12.35 + 27.27 = 46.42

ผลลัพธ์ที่ได้ต้องปัดเป็น 46.4 ซึ่งมีตัวเลขหลังจุดทศนิยม 1 ตำแหน่ง ตามจำนวนที่มีเลขหลังจุดทศนิยมน้อยที่สุด คือ 31.5

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การคูณและการหาร

ในการคูณและการหาร ผลลัพธ์ที่ได้จะมีจำนวนเลขนัยสำคัญเท่ากับข้อมูลที่มีเลขนัยสำคัญน้อยที่สุด ดังตัวอย่าง

Ex.1 2.279 × 6.51 มีผลลัพธ์เท่าใด

วิธีทำ 2.279 × 6.51 = 14.83629

ผลลัพธ์ที่ได้ต้องปัดเป็น 14.8 ซึ่งมีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว ตามจำนวนที่มีเลขนัยสำคัญน้อยที่สุดคือ 6.51

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การคูณและการหาร

Ex.2 7.44 × 4.3 ÷ 2.48 มีผลลัพธ์เท่าใด

วิธีทำ 7.44 × 4.3 ÷ 2.48 = 12.9

ผลลัพธ์ที่ได้ต้องปัดเป็น 13 ซึ่งมีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ตามจำนวนที่มีเลขนัยสำคัญน้อยที่สุด คือ 4.3

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับตัวเลขที่แม่นตรง

การคำนวณไม่ต้องพิจารณาเลขนัยสำคัญของตัวเลขที่แม่นตรง ดังตัวอย่าง

Ex.1 ชั่งน้ำปริมาตร 10.0 มิลลิลิตร 3 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ได้มวลเป็น 10.01 9.98 และ 10.02 กรัม มวลเฉลี่ยของน้ำเป็นเท่าใด

วิธีทำ

$$\text{มวลเฉลี่ยของน้ำ} = \frac{10.01 + 9.98 + 10.02}{3}$$

$$= 10.0033$$

การวัดปริมาณสาร

เลขนัยสำคัญ (significant figure)

การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับตัวเลขที่แม่นตรง

ในขั้นแรกเป็นการหาผลรวม ผลลัพธ์ที่ได้จะมีตัวเลขหลังจุดทศนิยม 2 ตำแหน่ง ทำให้มีเลขนัยสำคัญ 4 ตัว เมื่อหารด้วย 3 ซึ่งเป็นตัวเลขที่แม่นตรงที่ไม่นำมาพิจารณาเลขนัยสำคัญ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการหารต้องปัดเศษเป็น 10.00 กรัม ซึ่งมีเลขนัยสำคัญ 4 ตัวดังนั้น มวลเฉลี่ยของน้ำ เท่ากับ 10.00 กรัม