



ความปลอดภัยและทักษะในปฏิบัติการเคมี เนื้อหา

1. ความปลอดภัยกับการทำงานในสารเคมี
2. อุบัติเหตุจากสารเคมี
3. การวัดปริมาณสาร
4. หน่วยวัด
5. วิธีการทางวิทยาศาสตร์



นักเรียนคิดว่าการทำปฏิบัติการเคมีได้อย่างปลอดภัยจะต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง ?

1. ความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี

การทำปฏิบัติการเคมีส่วนใหญ่ต้องมีความเกี่ยวข้องกับสารเคมี อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งผู้ทำปฏิบัติการต้องตระหนักถึงความปลอดภัยของตนเอง ผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม โดยผู้ทำปฏิบัติการควรทราบเกี่ยวกับประเภทของสารเคมีที่ใช้ ข้อควรปฏิบัติในการทำปฏิบัติการเคมี และการกำจัดสารเคมีที่ใช้แล้ว หลังเสร็จสิ้นปฏิบัติการ เพื่อให้สามารถทำปฏิบัติการเคมีได้อย่างปลอดภัย

1.1 ประเภทของสารเคมี

สารเคมีมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน สารเคมีจึงจำเป็นต้องมีฉลากที่มีข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นอันตรายของสารเคมีเพื่อความปลอดภัยในการจัดเก็บ การนำไปใช้ และการกำจัด โดยฉลากของสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการควรมีข้อมูล ดังนี้

1. ชื่อสารหรือผลิตภัณฑ์
2. รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายของสารเคมี
3. คำเตือน ข้อมูลความเป็นอันตราย และข้อควรระวัง
4. ข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตสารเคมี

ฉลากสารเคมีใช้บอกข้อมูลของสารเคมี ดังนั้นควรอ่านฉลากเพื่อให้รู้ข้อมูลของสารเคมีก่อนนำไปใช้งาน



ตัวอย่างฉลากสารเคมี

1. ชื่อสาร

3. คำเตือน

ข้อมูลความเป็น
อันตราย และข้อ
ควรระวัง



2. รูปสัญลักษณ์
แสดงความเป็น
อันตรายของ
สารเคมี

4. ข้อมูลของ
บริษัทผู้ผลิต
สารเคมี

รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างฉลากของอะซิโตน (Acetone)

ที่มา : <https://madebycreativelabel.com/chemical-label-for-acetone>

บนฉลากบรรจุภัณฑ์มีสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายที่สื่อความหมายได้ชัดเจนเพื่อให้ผู้ใช้สังเกตได้ง่าย สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายมีหลายระบบ ในที่นี้จะกล่าวถึง 2 ระบบ ที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่

1. Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้สากล

2. National Fire Protection Association Hazard Identification System (NFPA) เป็นระบบที่ใช้ในสหรัฐอเมริกา ซึ่งสัญลักษณ์ทั้ง 2 ระบบนี้ สามารถพบเห็นได้ทั่วไปบนบรรจุภัณฑ์สารเคมี



1. ระบบ Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)

จะแสดงสัญลักษณ์ในสี่เหลี่ยมกรอบสีแดง พื้นสีขาว ดังนี้



วัตถุระเบิด.



สารไวไฟ



สารออกซิไดส์



ก๊าซภายใต้ความดัน



สารกัดกร่อนโลหะ/ผิวหนัง



เป็นพิษเฉียบพลัน/
อันตรายถึงชีวิต



ระคายเคืองต่อดวงตา/ผิวหนัง



เป็นพิษต่อสุขภาพ



เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ทดสอบความเข้าใจ

จากฉลากของกรดไฮโดรคลอริก และเมทานอล สารเคมีทั้งสองมีความอันตรายในระบบ GHS อย่างไรบ้าง

Concentrated Hydrochloric Acid

DANGER

Causes severe skin burns and eye damage. May cause respiratory irritation. May be corrosive to metals.

PREVENTION

Do not breathe mists. Use only outdoors or in a well-ventilated area. Wash skin and eyes thoroughly after handling. Wear protective gloves and clothing, and eye and face protection. Keep only in original container.

RESPONSE

If swallowed: Rinse mouth. Do NOT induce vomiting. If in eyes: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. If on skin (or hair): Take off immediately all contaminated clothing. Rinse skin with water/shower. Wash contaminated clothing before reuse. If inhaled: Remove person to fresh air and keep comfortable for breathing. Immediately call a doctor or other medical personnel. Absorb spillage to prevent material damage.

Methanol

DANGER

Highly flammable liquid and vapor. Toxic if swallowed, in contact with skin or if inhaled. Causes damage to eyes by ingestion.

PREVENTION

Keep away from heat, sparks, and open flames. — No smoking. Keep container tightly closed. Do not breathe vapors. Do not eat, drink or smoke when using this product. Wear protective gloves and clothing. Wash hands thoroughly after handling. Use only outdoors or in a well-ventilated area.

RESPONSE

If swallowed: Immediately call a poison center. Rinse mouth. If inhaled: Remove victim to fresh air and keep at rest in a position comfortable for breathing. Immediately call a poison center. If on skin (or hair): Wash with plenty of water, and soap if available. Call a poison center if you feel unwell. Use water spray, alcohol-resistant foam, dry chemical or carbon dioxide for extinction. **WARNING:** This product contains a chemical known to the State of California to cause birth defects or other reproductive harm.

.....

.....

.....

.....



2. National Fire Protection Association Hazard Identification System (NFPA)

สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ NFPA จะใช้สีแทนความเป็นอันตรายในด้านต่าง ๆ ได้แก่ สีแดงแทนความไวไฟ สีน้ำเงินแทนความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ สีเหลืองแทนความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใส่ตัวเลข 0 ถึง 4 เพื่อระบุระดับความเป็นอันตรายจากน้อยไปหามาก และช่องสีขาวใช้ใส่อักษรหรือสัญลักษณ์ที่แสดงสมบัติความเป็นอันตรายในด้านอื่น ๆ ดังรูป



รูปที่ 2 สัญลักษณ์ความเป็นอันตรายในระบบ NFPA ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

ที่มา : <https://cssign.co.th/nfpa-hazard-rating-signs>

จากสัญลักษณ์ NFPA สารเคมีโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นสารเคมีที่มีความอันตรายสูงต่อสุขภาพ ไม่ติดไฟ ไม่เสถียรถ้าโดนความร้อน และห้ามผสมน้ำ หรือกำจัดทิ้งลงแหล่งน้ำ



เอกสารความปลอดภัย (safety data sheet, SDS)

นอกจากฉลากและสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายต่าง ๆ ที่ปรากฏบนบรรจุภัณฑ์ของสารเคมี แล้วสารเคมีทุกชนิดยังต้องมีเอกสารความปลอดภัย (safety data sheet, SDS) หรือในบางครั้งเรียกว่า **Material Safety Data Sheet (MSDS)** ซึ่งมีข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมีอย่างละเอียด เช่น

- ความปลอดภัยในการใช้สารเคมี
- สมบัติและองค์ประกอบของสารเคมี
- ความเป็นอันตรายของสารเคมี
- การปฐมพยาบาลเบื้องต้น ฯลฯ

1.2 ข้อควรปฏิบัติในการทำปฏิบัติการเคมี

การทำปฏิบัติการเคมีให้เกิดความปลอดภัยนอกจากต้องทราบข้อมูลของสารเคมีที่ใช้แล้ว ผู้ทำปฏิบัติการควรทราบเกี่ยวกับการปฏิบัติตนเบื้องต้นทั้งก่อน ระหว่าง และหลังทำปฏิบัติการเคมี ดังต่อไปนี้

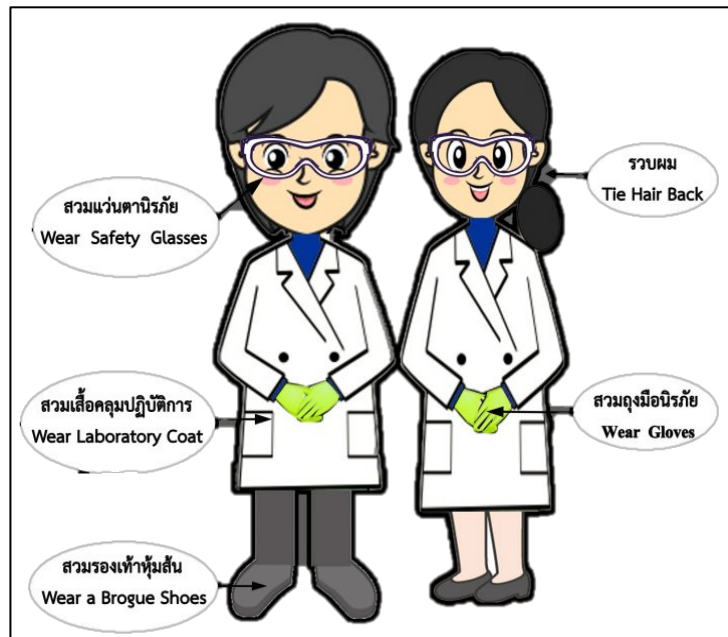
ก่อนทำปฏิบัติการ

- 1) ศึกษาขั้นตอนหรือวิธีการทำปฏิบัติการให้เข้าใจ วางแผนการทดลอง หากมีข้อสงสัยต้องสอบถามครูผู้สอนก่อนที่จะทำการทดลอง
- 2) ศึกษาข้อมูลของสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง เทคนิคการใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนวิธีการทดลองที่ถูกต้องและปลอดภัย
- 3) แต่งกายให้เหมาะสม เช่น สวมกางเกงหรือกระโปรงยาว สวมรองเท้าปิดหุ้มส้นเท้า คนที่มียาวควรรวบผมให้เรียบร้อย หลีกเลี่ยงการสวมใส่เครื่องประดับและคอนแทคเลนส์

ขณะทำปฏิบัติการ

1) ข้อปฏิบัติโดยทั่วไป

1.1 สวมแว่นตานิรภัย สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการที่ติดกระดุมทุกเม็ด ควรสวมถุงมือเมื่อต้องใช้สารกัดกร่อนหรือสารที่มีอันตราย ควรสวมผ้าปิดปากเมื่อต้องใช้สารเคมีที่มีไอระเหย และทำปฏิบัติการในที่ซึ่งมีอากาศถ่ายเทหรือในตู้ดูดควัน



รูปที่ 3 การแต่งกายสำหรับการเข้าทำปฏิบัติการ

ที่มา : <http://web.sut.ac.th/ces/2018/?p=1834>

- 1.2 ห้ามรับประทานอาหารและเครื่องดื่ม หรือทำกิจกรรมอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทำปฏิบัติการ
- 1.3 ไม่ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการตามลำพังเพียงคนเดียว เพราะเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นจะไม่มีใครทราบ และไม่อาจช่วยได้ทันทั่วทั้งที่ หากเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ ต้องแจ้งให้ครูผู้สอนทราบทันทีทุกครั้ง
- 1.4 ไม่เล่นและไม่รบกวนผู้อื่นในขณะที่ทำปฏิบัติการ
- 1.5 ปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการอย่างเคร่งครัด ไม่ทำการทดลองใด ๆ ที่นอกเหนือจากที่ได้รับมอบหมาย และไม่เคลื่อนย้ายสารเคมี เครื่องมือ และอุปกรณ์ส่วนกลางที่ต้องใช้ร่วมกันนอกจากได้รับอนุญาตจากครูผู้สอนเท่านั้น
- 1.6 ไม่ปล่อยให้ อุปกรณ์ให้ความร้อน เช่น ตะเกียงแอลกอฮอล์ เตาแผ่นให้ความร้อน (hot plate) ทำงานโดยไม่มีคนดูแล และหลังจากใช้งานเสร็จแล้วให้ดับตะเกียงแอลกอฮอล์หรือปิดเครื่องและถอดปลั๊กไฟออกทันที แล้วปล่อยให้เย็นก่อนการจัดเก็บ เมื่อใช้เตาแผ่นให้ความร้อนต้องระวังไม่ให้สายไฟพาดบนอุปกรณ์

2) ข้อปฏิบัติในการใช้สารเคมี

- 2.1 อ่านชื่อสารเคมีบนฉลากให้แน่ใจก่อนนำสารเคมีไปใช้
- 2.2 การเคลื่อนย้าย การแบ่ง และการถ่ายเทสารเคมีต้องทำด้วยความระมัดระวัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารอันตราย และควรใช้อุปกรณ์ เช่น ข้อนตักสารและปิเปตที่แห้งและสะอาด การเทของเหลวจากขวดบรรจุสารให้เทด้านตรงข้ามฉลาก เพื่อป้องกันความเสียหายของฉลาก เนื่องจากการสัมผัสสารเคมี
- 2.3 การทำปฏิกิริยาของสารในหลอดทดลอง ต้องหันปากหลอดทดลองออกจากตัวเอง และผู้อื่นเสมอ

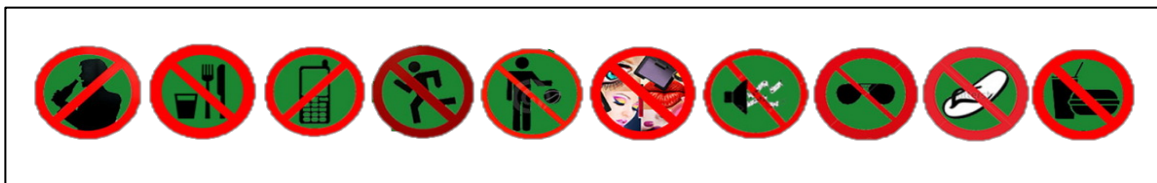


2.4 ห้ามชิมหรือสูดดมสารเคมีโดยตรง ถ้าจำเป็นต้องทดสอบกลิ่นให้ใช้มือโบกให้อากาศของสารเข้าจมูกเพียงเล็กน้อย

2.5 การเจือจางกรดห้ามเทน้ำลงกรด แต่ให้เทกรดลงน้ำ เพื่อให้ปริมาณมากช่วยถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากการละลาย

2.6 ไม่เทสารเคมีที่เหลือจากการเทหรือตักออกจากขวดสารเคมีแล้วกลับเข้าขวดอย่างเด็ดขาด ให้เทใส่ภาชนะทิ้งสารที่จัดเตรียมไว้

2.7 เมื่อสารเคมีหกในปริมาณเล็กน้อยให้กวาดหรือเช็ด แล้วทิ้งลงในภาชนะสำหรับทิ้งสารที่เตรียมไว้ในห้องปฏิบัติการ หากหกในปริมาณมากให้แจ้งครูผู้สอน



รูปที่ 4 ข้อปฏิบัติในการทำปฏิบัติการ

หลังทำปฏิบัติการ

- 1) ทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องแก้ว และวางหรือเก็บในบริเวณที่จัดเตรียมไว้ให้ รวมทั้งทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการ
- 2) ก่อนออกจากห้องปฏิบัติการให้ถอดอุปกรณ์ป้องกันอันตราย เช่น เสื้อคลุมปฏิบัติการ แวนตานิรภัย และถุงมือ

1.3 การกำจัดสารเคมี

สารเคมีที่ใช้แล้วหรือเหลือใช้จากการทำปฏิบัติการเคมี จำเป็นต้องมีการกำจัดอย่างถูกวิธี เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต

การกำจัดสารเคมีแต่ละประเภท สามารถปฏิบัติได้ดังนี้

- 1) สารเคมีที่เป็นของเหลวไม่อันตรายที่ละลายน้ำได้และมีค่า pH เป็นกลาง ปริมาณไม่เกิน 1 ลิตร สามารถเทลงอ่างน้ำและเปิดน้ำตามมาก ๆ ได้
- 2) สารละลายเข้มข้นบางชนิด เช่น กรดไฮโดรคลอริก โซเดียมไฮดรอกไซด์ ไม่ควรทิ้งลงอ่างน้ำหรือท่อน้ำทันที ควรเจือจางก่อนเทลงอ่างน้ำ ถ้ามีปริมาณมากต้องทำให้เป็นกลางก่อน
- 3) สารเคมีที่เป็นของแข็งไม่อันตราย ปริมาณไม่เกิน 1 กิโลกรัม สามารถใส่ในภาชนะที่ปิดมิดชิดพร้อมทั้งติดฉลากชื่อให้ชัดเจน ก่อนทิ้งในที่ซึ่งจัดเตรียมไว้
- 4) สารไวไฟ ตัวทำละลายที่ไม่ละลายน้ำ สารประกอบของโลหะเป็นพิษ หรือสารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำ ห้ามทิ้งลงอ่างน้ำ ให้ทิ้งไว้ในภาชนะที่ห้องปฏิบัติการจัดเตรียมไว้ให้



2. อุบัติเหตุจากสารเคมี

ในการทำปฏิบัติการเคมีอาจเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ จากการใช้สารเคมีได้ ซึ่งหากผู้ทำปฏิบัติการมีความรู้ในการปฐมพยาบาลเบื้องต้นจะสามารถลดความรุนแรงและความเสียหายที่เกิดขึ้นได้ โดยการปฐมพยาบาลเบื้องต้นจากอุบัติเหตุจากการใช้สารเคมี ซึ่งมีข้อปฏิบัติดังนี้

การปฐมพยาบาลเมื่อร่างกายสัมผัสสารเคมี

1. ถอดเสื้อผ้าบริเวณที่เปื้อนสารเคมีออก และขับสารเคมีออกจากร่างกายให้มากที่สุด
2. กรณีเป็นสารเคมีที่ละลายน้ำได้ เช่น กรดหรือเบส ให้ล้างบริเวณที่สัมผัสสารเคมีด้วยการเปิดน้ำไหลผ่านปริมาณมาก
3. กรณีเป็นสารเคมีที่ไม่ละลายน้ำให้ล้างบริเวณที่สัมผัสสารเคมีด้วยน้ำสบู่
4. หากทราบว่าสารเคมีที่สัมผัสร่างกายคือสารใด ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดในเอกสารความปลอดภัยของสารเคมี

*** กรณีที่ร่างกายสัมผัสสารเคมีในปริมาณมากหรือมีความเข้มข้นสูง ให้ปฐมพยาบาลเบื้องต้นและนำส่งแพทย์**

การปฐมพยาบาลเมื่อสารเคมีเข้าตา

ตะแคงศีรษะโดยให้ตาข้างที่สัมผัสสารเคมีอยู่ด้านล่าง ล้างตาโดยการเปิดน้ำเบา ๆ ไหลผ่าน ตั้งจมูกให้น้ำไหลผ่านตาข้างที่โดนสารเคมี พยายามลืมตาและกรอกตาในน้ำอย่างน้อย 10 นาที หรือจนกว่าแน่ใจว่าชะล้างสารออกหมดแล้ว ระวังไม่ให้น้ำเข้าตาอีกข้างหนึ่ง แล้วนำส่งแพทย์ทันที

การปฐมพยาบาลเมื่อสูดดมแก๊สพิษ

1. เมื่อมีแก๊สพิษเกิดขึ้น ต้องรีบออกจากบริเวณนั้นไปบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทสะดวกทันที
2. หากมีผู้ที่สูดดมแก๊สพิษจนหมดสติหรือไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ ต้องรีบเคลื่อนย้ายออกจากบริเวณนั้นทันที โดยที่ผู้ช่วยเหลือต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม เช่น หน้ากากป้องกันแก๊สพิษ ผ้าปิดปาก เป็นต้น
3. ปลดเสื้อผ้าเพื่อให้ผู้ประสบอุบัติเหตุหายใจได้สะดวกขึ้น หากหมดสติให้จับนอนคว่ำและตะแคงหน้าไปด้านใดด้านหนึ่ง เพื่อป้องกันโคลนลื่นกีดขวางทางเดินหายใจ
4. สังเกตการณเต้นของหัวใจและการหายใจ หากหัวใจหยุดเต้นและหยุดหายใจให้นวดหัวใจและผายปอดโดยผู้ที่ผ่านการฝึก แต่ไม่ควรใช้วิธีเป่าปาก (mouth to mouth) แล้วนำส่งแพทย์ทันที

การปฐมพยาบาลเมื่อโดนความร้อน


แช่น้ำเย็นหรือปิดแผลด้วยผ้าชุบน้ำจนหายปวดแสบปวดร้อน แล้วทาขี้ผึ้งสำหรับไฟไหม้และน้ำร้อนลวก หากเกิดบาดแผลใหญ่ให้รีบส่งแพทย์

*** กรณีที่สารเคมีเข้าปากให้ปฏิบัติตามคำแนะนำตามเอกสารความปลอดภัย แล้วนำส่งแพทย์ทุกกรณี**



แบบฝึกหัด เรื่อง ความปลอดภัยและอุบัติเหตุในการทำงานกับสารเคมี

1. จงแปลความหมายของสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายในระบบ GHS ต่อไปนี้

ข้อที่	สัญลักษณ์	การแปลความหมายของสัญลักษณ์
1		
2		
3		
4		
5		
6		
8		



2. จงพิจารณาข้อมูลบนฉลากข้อมูลสารเคมี แล้ววงกลมเพื่อระบุส่วนที่แสดงข้อมูลต่อไปนี้ และระบุความอันตรายตามสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายตามระบบ GHS

1. ชื่อผลิตภัณฑ์
2. รูปสัญลักษณ์ แสดงความเป็นอันตรายของสารเคมี
3. คำเตือน ข้อมูลความเป็นอันตราย และข้อระวัง

Nitric Acid, 50-70%

DANGER

May intensify fire; oxidizer. Causes severe skin burns and eye damage.

PREVENTION
Keep away from heat, sparks, and open flames. No smoking. Keep/Store away from clothing/incompatible materials/combustible materials. Take precaution to avoid mixing with combustibles and incompatible materials. Do not breathe dusts or mists. Wash hands and other skin areas exposed to material thoroughly after handling. Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection.

RESPONSE
If on eyes: Immediately flush eyes with large amounts of water for 15 minutes, occasionally lifting the upper and lower lids. Remove contact lenses, if present, and easy to do, after the first 5 minutes and continue washing.

If on skin: Flush skin with large amounts of water while removing contaminated clothing, and continue rinsing for at least 15 minutes. Wash contaminated clothing and shoes thoroughly before reuse.

If inhaled: Call a poison center or doctor. If product vapors or mists cause respiratory irritation or distress, move the exposed person to fresh air immediately. If breathing is difficult or irregular, administer oxygen; if respiratory arrest occurs, start artificial respiration. Do not use mouth-to-mouth method if victim inhaled the substance. Loosen tight clothing such as a collar, tie, belt or waistband.

Ingestion: Call a poison center or doctor. Rinse mouth with water. Remove dentures if any. Do not induce vomiting.

1.1 กรดไนตริก

Toluene

DANGER

Highly flammable liquid and vapor. Causes skin irritation. May be fatal if swallowed and enters airways. May cause drowsiness or dizziness. May cause genetic defects. Suspected of damaging the unborn child by inhalation. May cause damage to the central nervous system by inhalation.

PREVENTION
Keep away from heat, sparks, and open flames. — No smoking. Keep container tightly closed. Do not breathe vapors or mist. Wash hands and any other contaminated skin thoroughly after handling. Wear protective gloves and eye protection. Use only outdoors or in a well-ventilated area. Get medical advice/attention if you feel unwell. Obtain special instructions before use. Do not handle until all safety precautions have been read and understood.

RESPONSE
If swallowed: Immediately call a poison center or doctor. Do NOT induce vomiting. **If inhaled:** Remove person to fresh air and keep comfortable for breathing. Call a poison center or doctor if you feel unwell. **If on skin (or hair):** Take off immediately all contaminated clothing. Rinse skin with plenty of soap and water/shower. Wash contaminated clothing before reuse. If skin irritation occurs: Get medical attention. **If exposed or concerned:** Get medical advice. Get medical attention if you feel unwell.

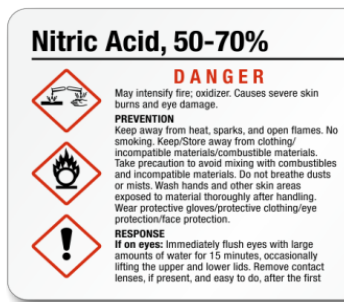
In case of fire: Use foam, water spray or fog. Dry chemical, carbon dioxide or sand may be used for small fires only. Do NOT use water in a jet.

WARNING: This product contains a chemical known to the State of California to cause birth defects or other reproductive harm.

1.2 โทลูอีน



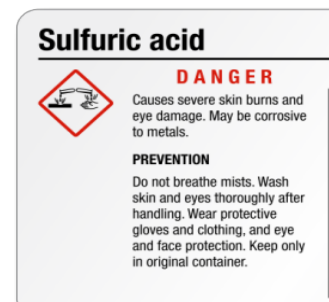
3. พิจารณาฉลากสารเคมีต่อไปนี้



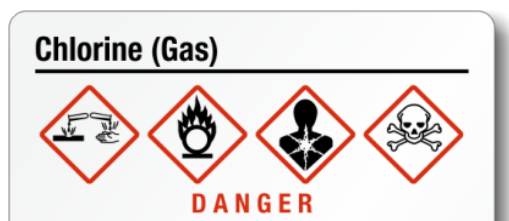
กรดไนตริก



เอทานอล



กรดซัลฟิวริก



โซเดียมไฮโปคลอไรต์



แก๊สคลอรีน

จงตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 สารเคมีใดไม่ควรวางไว้ใกล้เปลวไฟ

.....

3.2 สารเคมีใดเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

.....

3.3 สารเคมีใดเป็นสารกัดกร่อน

.....

3.4 สารเคมีใดต้องทำให้เจือจางมาก ๆ หรือปรับให้เป็นกลางก่อนกำจัดทิ้ง

.....



4. จงเติมเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเติมเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง
-4.1 สามารถใช้แว่นสายตาทดแทนแว่นนิรภัยในการทำปฏิบัติการเคมีได้
-4.2 ควรถอดรองเท้าก่อนเข้าห้องปฏิบัติการเคมีเสมอ
-4.3 การทดสอบปฏิกิริยาเคมีในหลอดทดลองไม่ควรหันปากหลอดทดลองไปทางที่มีคน
-4.4 เมื่อสัมผัสกับแก๊สหรือภาชนะที่ร้อน ควรใช้ยาสีพันทาบริเวณที่สัมผัสของร้อน
-4.5 หลังทำการทดลอง ควรทำความสะอาดอุปกรณ์ และโต๊ะให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการเคมี
-4.6 ควรสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการทุกครั้งที่ทำกรทดลอง เพื่อป้องกันสารเคมีหกรด เสื้อร่างกาย
-4.7 เอกสารความปลอดภัยเป็นเอกสารที่บอกสมบัติ อันตราย และการปฐมพยาบาล ของสารเคมีแต่ละชนิด
-4.8 การห้ามรับประทานอาหารและเครื่องดื่มในห้องปฏิบัติการเคมีเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุจากการกลืนกินสารเคมี
5. จากรูปผู้ทำปฏิบัติการควรปรับปรุงสิ่งใดบ้าง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการเคมี



.....
.....
.....
.....



6. จากรูป ให้นักเรียนระบุว่าบุคคลใดบ้างที่ปฏิบัติไม่ถูกหลักความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ พร้อมระบุว่าบุคคลนั้นปฏิบัติตัวไม่ถูกต้องในเรื่องใด



7. ให้นักเรียนระบุวิธีปฐมพยาบาลเบื้องต้นที่เหมาะสม เมื่อเกิดอุบัติเหตุต่อไปนี้ในห้องปฏิบัติการ

7.1 สารละลายกรดกระเด็นถูกผิวหนัง

7.2 สัมผัสกับเม็ดยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

7.3 ใช้น้ำร้อนจากอ่างน้ำร้อนสัมผัสร่างกาย

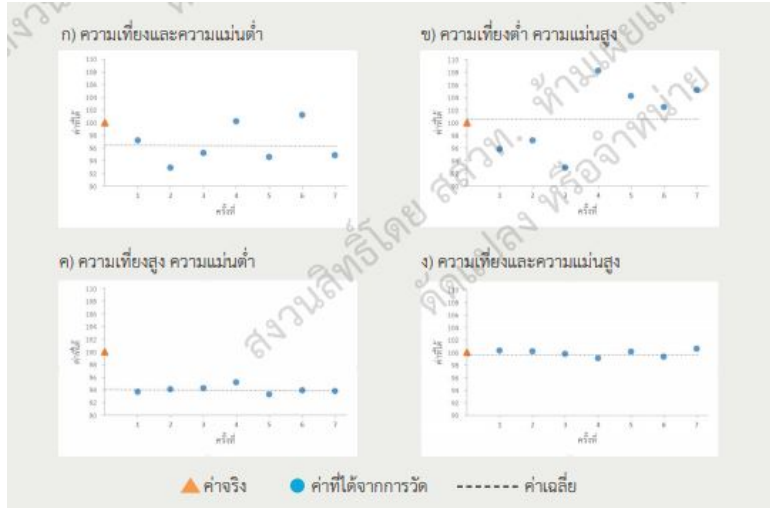
7.4 เศษแก้วจากหลอดทดลองที่แตกบาดมือ

7.5 เมื่อใช้มือสัมผัสโต๊ะในห้องปฏิบัติการ แล้วเกิดอาการแสบร้อน

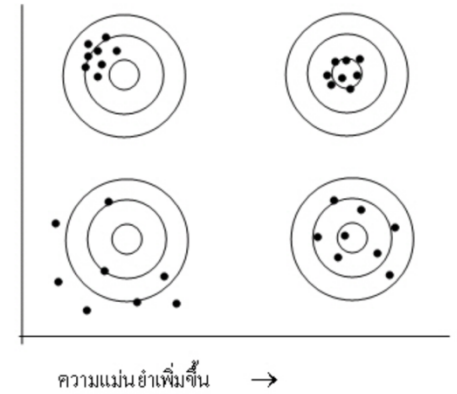


3. การวัดปริมาณสาร

ความน่าเชื่อถือของข้อมูล



↑
ความเที่ยงตรงเพิ่ม



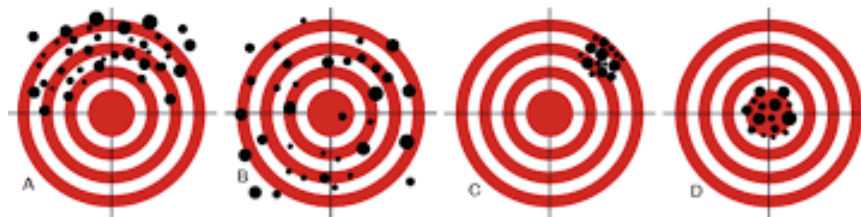
ความน่าเชื่อถือของข้อมูล พิจารณาจาก 2 ส่วน ได้แก่

1. ความแม่นยำ (Accuracy) คือ
2. ความเที่ยง (Precision) คือ

คำถามชวนคิด ?

ทำไมการไทเทรตจึงต้องทำการวัดปริมาตรอย่างน้อย 3 ครั้งแล้วนำปริมาตรที่วัดได้มาค่าเฉลี่ย

แบบฝึกหัด



จากภาพหมายความว่าอย่างไร ?

A =





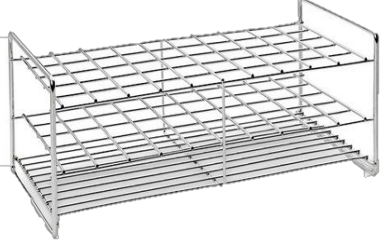

B =

C =

D =









อุปกรณ์และเครื่องมือ

ชื่ออุปกรณ์และเครื่องมือ	ภาพอุปกรณ์และเครื่องมือ	การใช้งาน
เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)		ใช้วัดอุณหภูมิ
บีกเกอร์ (Beaker)		ใช้เป็นภาชนะในการชั่ง เติร์ยมละลาย และตวงสารที่มีคุณสมบัติกัดกร่อน พลาสติก และไม่ต้องการปริมาตรที่แน่นอน
หลอดหยดสาร (Dropper)		ใช้ในการหยดสารละลาย
หลอดทดลอง (Test tube)		ใช้ใส่สารเพื่อทำการทดลอง
ที่วางหลอดทดลอง (Test tube rack)		ใช้วางหลอดทดลอง
แท่งแก้วคนสาร (Glass rod)		ใช้ในการคนสารละลาย





ชื่ออุปกรณ์และเครื่องมือ	ภาพอุปกรณ์และเครื่องมือ	การใช้งาน
กระบอกตวง (Cylinder)		ใช้ในการตวงสารละลาย
ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)		ใช้ใส่สารเพื่อไทเทรตหรือใส่สารที่ได้จากการกรอง
ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)		ใช้ในการเตรียมสารละลาย ซึ่งต้องการปริมาตรและความเข้มข้นที่แน่นอน
กรวยแก้ว (Glass funnel)		ใช้ในการกรองสาร หรือเทสาร
ปิเปตต์ปริมาตรเดียว (Volumetric pipette)		ใช้ในการดูดสารละลายที่ต้องการปริมาตรที่แน่นอน (ปิเปตต์ได้เพียงปริมาตรเดียว)






ชื่ออุปกรณ์และเครื่องมือ	ภาพอุปกรณ์และเครื่องมือ	การใช้งาน
ปิเปตต์หลายปริมาตร (Graduated pipette)		ใช้ในการวัดสารละลายที่ต้องการปริมาตรที่แน่นอน (ปิเปตต์ได้หลายปริมาตร)
ลูกยางดูด (pipette bulb)		ใช้ ในการดูดสารใส่ปิเปตต์
บิวเรตต์ (Burette)		ใช้บรรจุสารละลายสำหรับการไทเทรต เพื่อหาความเข้มข้น
ที่ยึดจับบิวเรตต์ (Burette clamp)		ใช้ยึดบิวเรตต์เข้ากับ stand
ขาตั้ง (Stand)		ใช้เป็นฐานเพื่อยึด เครื่องแก้ว
ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash bottle)		ใช้ใส่น้ำกลั่นเพื่อใช้ในการทดลองและ เตรียมสารละลาย



ชื่ออุปกรณ์และเครื่องมือ	ภาพอุปกรณ์และเครื่องมือ	การใช้งาน
กระจกนาฬิกา (Watch glass)		ใช้ปิดปากบีกเกอร์ ใช้วางกระดาษ ลิตมัสขณะทดสอบความเป็นกรด- เบส ของสารละลาย
ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol burner)		ใช้ในการจุดแอลกอฮอล์เพื่อเผาหรือ ต้มสาร
สามขา (Tripod stand)		ใช้เป็นขาตั้งสำหรับวางอุปกรณ์เพื่อ เผาหรือต้มด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์
แผ่นกระจายความร้อน (Wire gauze)		ใช้กระจายความร้อนและวาง อุปกรณ์ที่ใช้ต้มหรือเผาด้วยตะเกียง แอลกอฮอล์
ถ้วยระเหยสาร (Evaporating dish)		ใช้เป็นภาชนะในการระเหยสาร หรือทดสอบการไวไฟ
เหล็กคีบ (Forceps)		ใช้คีบโลหะหรือ ของแข็งชิ้นเล็ก ๆ



ชื่ออุปกรณ์และเครื่องมือ	ภาพอุปกรณ์และเครื่องมือ	การใช้งาน
คีมคีบหลอดทดลอง (Test tube holder)		ให้คีบหลอดทดลอง
เครื่องชั่งแบบสามคาน		วัดน้ำหนักสาร
เครื่องชั่งไฟฟ้า		วัดน้ำหนักสาร

จากตาราง อุปกรณ์วัดปริมาตร ได้แก่

เรียงลำดับความแม่นยำในการวัดปริมาตรของอุปกรณ์วัดปริมาตรจากมากไปน้อย

อุปกรณ์วัดปริมาตรที่มีความแม่นยำน้อยที่สุดคือ

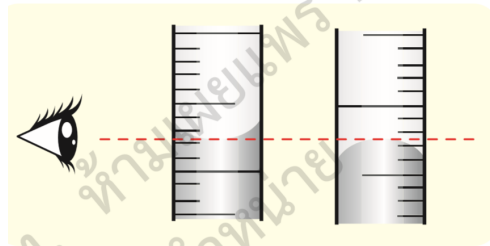
เนื่องจาก

อุปกรณ์วัดมวล ได้แก่



การอ่านปริมาตรสาร

การใช้อุปกรณ์วัดปริมาตรเหล่านี้ให้ได้ค่าที่น่าเชื่อถือจะต้องมีการอ่านปริมาตรของของเหลว ให้ถูกวิธี โดยต้องให้สายตาดูระดับเดียวกันกับระดับส่วนโค้งของของเหลว โดยถ้าส่วนโค้งของของเหลวมีลักษณะเว้าให้อ่านปริมาตรที่จุดต่ำสุดของส่วนโค้งนั้น แต่ถ้าส่วนโค้งของของเหลวมีลักษณะนูนให้อ่านปริมาตรที่จุดสูงสุดของส่วนโค้งนั้น แสดงดังรูป

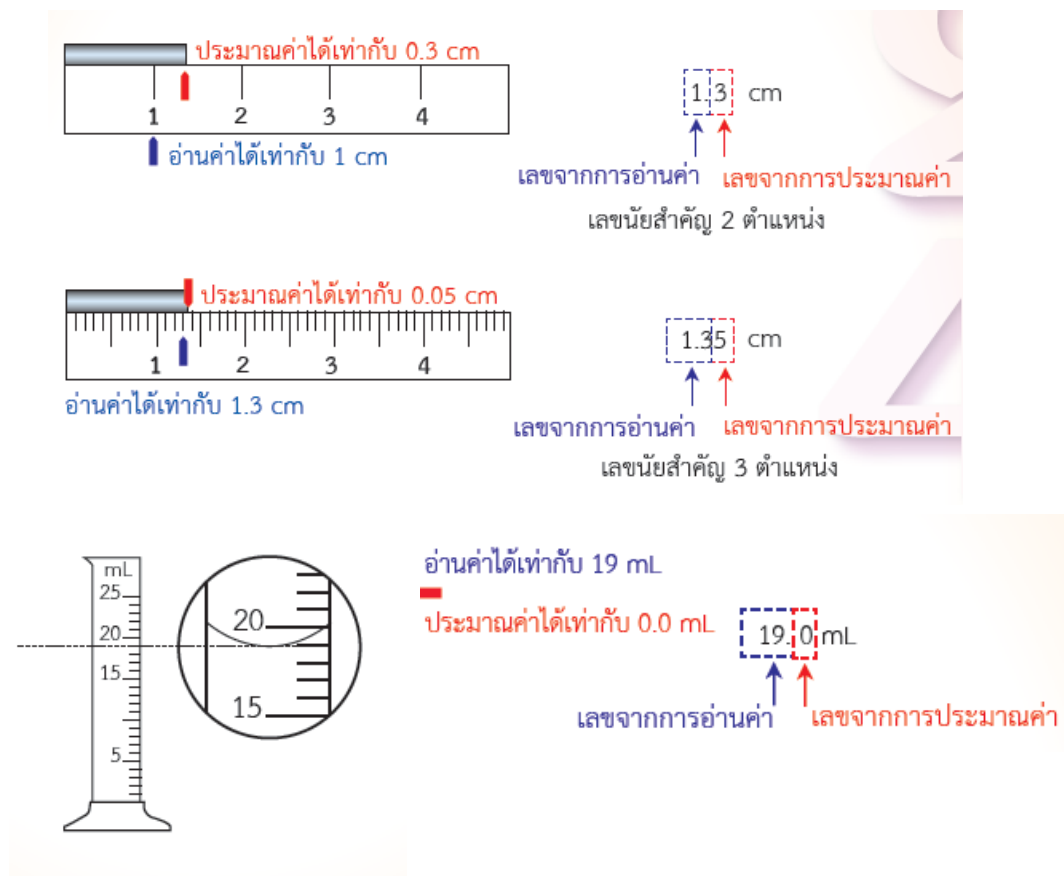


รูปที่ 5 การอ่านปริมาตรของของเหลว

เลขนัยสำคัญ (Significant figures)

เลขนัยสำคัญ (Significant figures) กลุ่มของตัวเลขที่แสดงความ.....ของการวัดประกอบด้วย

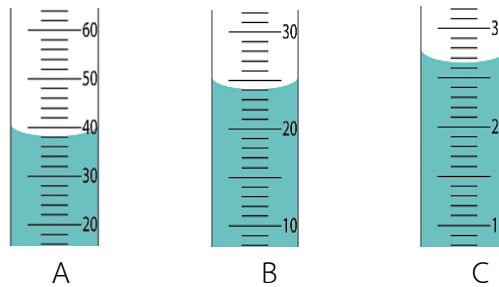
- ตัวเลขที่แสดงความแน่นอน (Certainty)
- ตัวเลขที่แสดงความไม่แน่นอน (Uncertainty) เป็นตัวเลขตัวแรกที่อยู่ต่อท้ายตัวเลขที่มีความแน่นอน





แบบฝึกหัด

จงอ่านปริมาตรของของเหลวต่อไปนี้



ปริมาตรที่อ่านได้ :cm³cm³cm³

หลักการนับเลขนัยสำคัญ

1. เลขที่ไม่ใช่ 0 ทั้งหมดนับเป็นเลขนัยสำคัญ

456 มีเลขนัยสำคัญ ตัว 3.5 มีเลขนัยสำคัญ ตัว

2. เลข 0 ระหว่างเลขอื่นนับเป็นเลขนัยสำคัญ

2005 มีเลขนัยสำคัญ ตัว 1.01 มีเลขนัยสำคัญ ตัว

3. เลข 0 ทางด้านซ้ายของเลขอื่นไม่เป็นเลขนัยสำคัญ

0.02 มีเลขนัยสำคัญ ตัว 0.0058 มีเลขนัยสำคัญ ตัว

4. เลข 0 ทางด้านขวาของเลขอื่นและมีจุดทศนิยมนับเป็นเลขนัยสำคัญ

0.0200 มีเลขนัยสำคัญ ตัว 30.0 มีเลขนัยสำคัญ ตัว

5. เลข 0 ทางขวามือของเลขอื่นที่ไม่มีจุดทศนิยมไม่จำเป็นต้องนับเป็นเลขนัยสำคัญ

130 มีเลขนัยสำคัญ หรือ ตัว ดังนี้

130 มีเลขนัยสำคัญ หรือ หรือ ตัว ดังนี้

6. ตัวเลขที่แน่นอน (exact number) เป็นตัวเลขที่ทราบค่าแน่นอนจะมีเลขนัยสำคัญเป็นอนันต์

- ค่าคงที่ เช่น $\pi = 3.142...$
- ค่าจากการนับ เช่น ปีเปตต์ 3 ครั้ง เลข 3 ถือว่ามีเลขนัยสำคัญเป็นอนันต์
- ค่าที่ได้จากการเทียบหน่วย เช่น 1 วัน มี 24 ชั่วโมง ทั้ง 1 และ 24 ถือว่ามีเลขนัยสำคัญเป็นอนันต์

7. ข้อมูลที่มีค่าน้อย ๆ หรือมาก ๆ ให้เขียนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยสัมพันธ์ทุกตัวนับเป็นเลขนัยสำคัญ

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



***สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (scientific notation) คือ** การเขียนตัวเลขในรูปของสัมประสิทธิ์ (A) คูณกับเลขยกกำลังฐานสิบ (10^n) โดยมีรูปทั่วไปเป็นเมื่อและ n เป็นจำนวนเต็มบวกหรือลบ

แบบฝึกหัด

1. จงพิจารณาเลขนัยสำคัญของจำนวนต่อไปนี้

จำนวน	จำนวนเลขนัยสำคัญ	จำนวน	จำนวนเลขนัยสำคัญ
982		6.00	
96500.00		0.0000061	
0.00695		2.57006	
96003		9000.00	
5.16		0.000000005943000	

2. ให้เขียนตัวเลขที่กำหนดให้ในสัญกรณ์วิทยาศาสตร์และระบุจำนวนเลขนัยสำคัญ

ตัวเลข	สัญกรณ์วิทยาศาสตร์	จำนวนเลขนัยสำคัญ
0.05 m		
1600000000 Hz		
0.0058 A		
0.00000000081 m		
80000000 byte		
49000 m/h		
0.0000095 m		



การปัดตัวเลข (rounding the number)

การปัดตัวเลข ให้พิจารณาตัวเลขที่อยู่ถัดจากตำแหน่งที่ต้องการ โดยมีหลักการ ดังนี้

- กรณีที่ตัวเลขถัดจากตำแหน่งที่ต้องการมีค่าน้อยกว่า 5 ให้ปัด.....
เช่น 5.7432 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ปัดเป็น
ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 3 ตัว ปัดเป็น
- กรณีที่ตัวเลขถัดจากตำแหน่งที่ต้องการมีค่ามากกว่า 5 ให้ปัด.....
เช่น 3.7892 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ปัดเป็น
ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 3 ตัว ปัดเป็น
- กรณีที่ตัวเลขถัดจากตำแหน่งที่ต้องการมีค่าเท่ากับ 5 ให้พิจารณา.....
 - กรณีที่หลังเลข 5 ไม่มีตัวเลขต่อท้าย
- ถ้าปัดขึ้นแล้วเป็นเลขคู่ ให้ปัด.....
3.575 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ปัดเป็น
- ถ้าปัดขึ้นแล้วเป็นเลขคี่ ให้ปัด.....
7.265 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ปัดเป็น
 - กรณีที่หลังเลข 5 มีตัวเลขอื่น (ที่ไม่ใช่ 0) ต่อท้าย ให้ปัด.....
0.2352 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ปัดเป็น

การบวกและการลบ

ในการบวกและลบ ผลลัพธ์ที่ได้ต้องมีจำนวนตัวเลขหลังจุดทศนิยมเท่ากับจำนวนตัวเลขหลังจุดทศนิยมของตัวตั้งที่มีตัวเลขหลังจุดทศนิยมน้อยที่สุด หรือ
เช่น

$$1. 1.2 + 3.45 + 6.389 = \quad 2. 31.5 - 12.35 + 27.27 =$$

การคูณและการหาร

ในการคูณและการหาร ผลลัพธ์ต้องมีจำนวนตัวเลขนัยสำคัญเท่ากับจำนวนตัวเลขนัยสำคัญของตัวตั้งที่มีเลขนัยสำคัญน้อยที่สุด เช่น

$$1. 2.279 \times 6.51 = \quad 2. 7.44 \times 4.3 \div 2.48 =$$



แบบฝึกหัด

ให้คำนวณโจทย์ต่อไปนี้โดยคำนึงถึงกฎการบวก ลบ คูณ หาร ของเลขนัยสำคัญด้วย

- $2.554 + 0.003 + 0.1 = \dots\dots\dots$
- $2.554 \times 0.003 \times 0.1 = \dots\dots\dots$
- $2.554 \div (0.003 + 0.1) = \dots\dots\dots$
- $5.9118 \times 9.6 = \dots\dots\dots$
- $3.0005 + 0.569 = \dots\dots\dots$
- $6.00 + (8.256 \times 1.2) = \dots\dots\dots$
- $(6.50 \times 9.612) - (5.62/2.510) = \dots\dots\dots$
- $193.985 + 0.25 = \dots\dots\dots$
- $(56.2240 + 8.022) / 5.16 = \dots\dots\dots$
- $6.001 \times 0.035 = \dots\dots\dots$
- $(201.56000 \times 0.56) \times (56.2 - 0.1005) = \dots\dots\dots$

4. หน่วยวัด

หน่วยในระบบเอสไอ (SI Unit)

หน่วยเอสไอพื้นฐาน หรือหน่วยฐาน

ปริมาณ	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์ของหน่วย
ความยาว (l)	เมตร	m
มวล (m)	กิโลกรัม	kg
เวลา (t)	วินาที	s
กระแสไฟฟ้า (I)	แอมแปร์	A
อุณหภูมิ (T)	เคลวิน	K
ความเข้มแห่งการส่องสว่าง (I_v)	แคนเดลลา	cd
ปริมาณของสาร (n)	โมล	mol



หน่วยเอสไออนุพันธ์

ปริมาณ	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์ของหน่วย
พื้นที่	ตารางเมตร	m ²
ปริมาตร	ลูกบาศก์เมตร	m ³
ความเร็ว	เมตรต่อวินาที	m/s
ความเร่ง	เมตรต่อวินาทีกำลังสอง	m/s ²
ความหนาแน่น	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	kg/m ³
ความเข้มข้น	โมลต่อลูกบาศก์เมตร	mol/ m ³

หน่วยนอกระบบเอสไอที่ใช้ในทางเคมี

ปริมาณ	หน่วย	สัญลักษณ์	ค่าที่เทียบกับหน่วยอื่น
เวลา	นาที	min	1 min = 60 s
	ชั่วโมง	h	1 h = 60 min = 3,600 s
	วัน	d	1 d = 24 h = 86,400 s
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	°C	°C + 273.15 = K
	องศาฟาเรนไฮต์	°F	(°F - 32) × $\frac{5}{9}$ = °C
ปริมาตร	ลูกบาศก์เดซิเมตร	dm ³	1,000 dm ³ = 1 m ³
	ลูกบาศก์เซนติเมตร	cm ³	1,000 cm ³ = 1 dm ³
	ลิตร	L	1 L = 1 dm ³
มวล	ตัน	t	1 t = 1,000 kg
	มวลอะตอม	amu	1 amu = 1.66 × 10 ⁻²⁷ kg
ความดัน	บาร์	bar	1 bar = 100 kPa = 10 ⁵ Pa
	มิลลิเมตรปรอท	mmHg	1 mmHg = 133.322 Pa
	บรรยากาศ	atm	1 atm = 760 mmHg = 760 torr = 1.013 × 10 ⁵ Pa
ความยาว	อังสตรอม	Å	1 Å = 0.1 nm = 10 ⁻¹⁰ m
พลังงาน	อิเล็กตรอนโวลต์	eV	1 eV = 1.602 × 10 ⁻¹⁹ J



คำอุปสรรค

คำอุปสรรค	สัญลักษณ์	จำนวน	คำอุปสรรค	สัญลักษณ์	จำนวน
เดคะ (deca)	da	10^1	เดซิ (deci)	d	10^{-1}
เฮกโต (hecto)	h	10^2	เซนติ (centi)	c	10^{-2}
กิโล (kilo)	k	10^3	มิลลิ (milli)	m	10^{-3}
เมกะ (mega)	M	10^6	ไมโคร (micro)	μ	10^{-6}
จิกะ (giga)	G	10^9	นาโน (nano)	n	10^{-9}
เทระ (tera)	T	10^{12}	พิโก (pico)	p	10^{-12}
เพตะ (peta)	P	10^{15}	เฟมโต (femto)	f	10^{-15}
เอกซะ (exa)	E	10^{18}	อัตโต (atto)	a	10^{-18}
เซตตะ (zetta)	Z	10^{21}	เซปโต (zepto)	z	10^{-21}
ยอตตะ (yotta)	Y	10^{24}	ยอกโต (yocto)	y	10^{-24}

แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย (conversion factors)

แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย เป็นอัตราส่วนระหว่างหน่วยที่แตกต่างกัน 2 หน่วยที่มีปริมาณเท่ากัน

วิธีการเทียบหน่วย (factor label method)

ทำโดยการคูณปริมาณในหน่วยเริ่มต้นด้วยแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยที่มีหน่วยที่ต้องการอยู่ด้านบน ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 : ไม้ยาว 13.2 เมตร จะมีความยาวเท่าใดในหน่วยเซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 2 : หนังสือยาว 8.72 เซนติเมตร จะมีความยาวเท่าใดในหน่วยเมตร

ตัวอย่างที่ 3 : 4.38 วัน มีกี่วินาที



ตัวอย่างที่ 4 : 2,592 กิโลวินาที เท่ากับกี่วัน

ตัวอย่างที่ 5 : 15,000 เดซิเมตร มีค่ากี่กิโลเมตร

ตัวอย่างที่ 6 : แสงสีแดงมีความยาวคลื่นประมาณ 400 นาโนเมตร จะมีความยาวเท่าใดหน่วยมิลลิเมตร

ตัวอย่างที่ 7 : ไร่สามมีพื้นที่ 3000 ตารางเมตร จะมีพื้นที่ในหน่วยตารางเซนติเมตรเป็นเท่าใด

ตัวอย่างที่ 8 : สารละลายกลูโคสเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวล จะมีความเข้มข้นเท่าใดในหน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (ความหนาแน่นของกลูโคสเท่ากับ 2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

ตัวอย่างที่ 9 : โพแทสเซียม 0.195 กรัม มีจำนวนอะตอมเท่าใด

(โพแทสเซียม 1 โมล มีมวล 39 กรัม และ 1 โมล มีจำนวนอะตอมเท่ากับ 6.02×10^{23})

ตัวอย่างที่ 10 : ถ้าต้องการซื้อเหล็กจำนวน 1000 ตัน จะต้องจ่ายเงินทั้งหมดกี่ดอลลาร์ เมื่อเหล็กราคา กิโลกรัมละ 8 บาท (กำหนดให้ 1 ดอลลาร์ เท่ากับ 32 บาท)



แบบฝึกหัด

1. จงเรียงลำดับของมวลวัตถุที่กำหนดให้ต่อไปนี้จากน้อยไปหามาก

a. ลูกกวาดมวล 200 g

b. เป็ดมวล 1,300 g

c. ลูกอมมวล 3,200 mg

d. ปลามวล 1.5 kg

e. ช้างมวล 0.102 ตัน

f. ปลาฉลามมวล 180 ตัน

2. จงทำโจทย์การเปลี่ยนหน่วยดังต่อไปนี้

1. ใน 1 วันมีกี่วินาที

2. ความเร็ว 50 mi/h คิดเป็นกี่ m/s (กำหนดให้ 1 mile = 1609 m)

3. ให้แสดงว่า $1.0 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$

4. ถ้านักศึกษาสูง 6 ft 1.0 in นักศึกษาคนนี้จะสูงเท่าไรในหน่วยเมตร (m) (กำหนดให้ $1 \text{ m} = 39.37 \text{ in}$)

5. บ้านหลังหนึ่งยาว 50.0 ft กว้าง 26 ft และสูง 8.0 ft บ้านหลังนี้จะมีปริมาตรเท่าไรในหน่วยลูกบาศก์เมตร และลูกบาศก์เซนติเมตร? (กำหนดให้ $1 \text{ m} = 3.28 \text{ ft}$)



6. แสงมีอัตราเร็วประมาณ 299,792,458 m/s แล้วอัตราเร็วแสงในหน่วย mile/hour เท่ากับเท่าใด

7. ถ้าปรอทมีความหนาแน่นเท่ากับ 13.6 g/cm^3

7.1 ความหนาแน่นของปรอทในหน่วย kg/m^3 คือเท่าใด ?

7.2 จะต้องใช้ปรอทกี่กิโลกรัมถึงจะบรรจุลงในขวดขนาด 0.250 ลิตรได้เต็มพอดี ?

8. แสงมีอัตราเร็วประมาณ 299,792,458 m/s แล้วอัตราเร็วแสงในหน่วย mile/hour เท่ากับเท่าใด

9. ดึกทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาด 100 ft X 150 ft. จะมีพื้นที่ในหน่วยของตารางเมตรเป็นเท่าใด

10. ถ้าผมของเรายาวในอัตรา $1/32 \text{ in/day}$ แล้วอัตรายาวของผมในหน่วย nm/s คือเท่าใด



5. วิธีการทางธรณีวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) เป็นกระบวนการศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่มีแบบแผนขั้นตอน โดยภาพรวมสามารถทำได้ ดังนี้

1. **การสังเกต** เป็นจุดเริ่มต้นของการได้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการศึกษา โดยอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ การมองเห็น การฟังเสียง การได้กลิ่น การรับรส และการสัมผัส จากข้อมูลดังกล่าวจะนำไปสู่ข้อสงสัยหรือตั้งเป็นคำถามที่ต้องการคำตอบ ดังนั้นการสังเกตจึงเป็นทักษะที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. **การตั้งสมมติฐาน** เป็นการคาดคะเนคำตอบของคำถามหรือปัญหา โดยมีพื้นฐานจากการสังเกตความรู้ หรือประสบการณ์เดิม โดยทั่วไปสมมติฐานจะเขียนในรูปของข้อความที่แสดงเหตุและผลที่เกิดขึ้น หรืออีกนัยหนึ่งจะเป็นความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม
3. **การตรวจสอบสมมติฐาน** เป็นกระบวนการหาคำตอบของสมมติฐาน โดยมีการออกแบบ การทดลองใหม่ การควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทดลอง รวมถึงขั้นตอนการทดลองที่ชัดเจน
4. **การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผล** เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การตรวจสอบสมมติฐาน มารวบรวม วิเคราะห์ และอธิบายข้อเท็จจริง
5. **การสรุปผล** เป็นการสรุปความรู้หรือข้อเท็จจริงที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐาน และมีการเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนหน้านี้

นอกจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว การเขียนรายงานการทดลองเป็นสำคัญเช่นกัน เพราะนอกจากจะช่วยให้ผู้ทำการทดลองมีข้อมูลไว้อ้างอิง รายงานยังเป็นเครื่องมือสื่อสารที่ผู้อื่นสามารถนำไปศึกษาและปฏิบัติตามได้ โดยหัวข้อที่ควรมีในรายงานผลการทดลองมีดังนี้

1. ชื่อการทดลอง
2. จุดประสงค์
3. สมมติฐานและการกำหนดตัวแปร
4. อุปกรณ์และสารเคมี
5. วิธีการทดลอง
6. ผลการทดลอง
7. อภิปรายและสรุปผลการทดลอง



การศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัย**ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** (scientific process skill) และ**จิตวิทยาศาสตร์** (scientific mind) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถและความชำนาญในการคิดเพื่อค้นหาความรู้ และแก้ไขปัญหา โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 14 ทักษะ คือ การสังเกต การวัด การลงความเห็นจากข้อมูล การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา การใช้จำนวน การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และการสร้างแบบจำลอง

จิตวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกรักคิด พฤติกรรมและลักษณะนิสัย ที่เป็นมาจากระสับการณและการเรียนรู้ ซึ่งมีอิทธิพลต่อความคิด การตัดสินใจ หรือพฤติกรรมของบุคคลต่อความรู้หรือสิ่งที่มีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เช่น ความอยากรู้อยากเห็น การใช้วิจารณญาณ ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความมุ่งมั่นอดทน ความรอบคอบ การเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิทยาศาสตร์

การที่นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ ย่อมจะทำให้มีความฝักใฝ่ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และมีการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและเหมาะสม



กิจกรรมทดสอบความเข้าใจ

นักเรียนคนหนึ่งเติมน้ำอัดลมแล้วพบว่าน้ำอัดลมที่แช่เย็นมีความซ่ามากกว่าน้ำอัดลมที่ไม่แช่เย็น จึงเกิดความสงสัยว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

จากการที่นักเรียนสังเกตว่า เมื่อเติมน้ำอัดลมที่แช่เย็นแล้วรู้สึกว่ามันซ่ามากกว่าน้ำอัดลมที่ไม่แช่เย็น นักเรียนคิดว่า ความเข้มข้นของกรดคาร์บอนิกที่อยู่ในน้ำอัดลมเป็นสาเหตุให้น้ำอัดลมมีความซ่าจึงตั้งสมมติฐานว่า “น้ำอัดลมที่แช่เย็นมีความเข้มข้นของกรดคาร์บอนิกมากกว่าน้ำอัดลมที่ไม่แช่เย็น” จึงวางแผนการทดลองโดยการวัดค่า pH ของน้ำอัดลมที่เพิ่งเปิดขวดทั้งที่แช่เย็นและไม่แช่เย็น เมื่อนักเรียนทำการทดลองตามแผนการทดลองที่วางไว้ พบว่าน้ำอัดลมที่แช่เย็นมีค่า pH เท่ากับ 2 และน้ำอัดลมที่อุณหภูมิห้องมีค่า pH เท่ากับ 3 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนจึงสรุปผลการทดลองว่า น้ำอัดลมที่แช่เย็นมีความเข้มข้นของกรดคาร์บอนิกมากกว่าจึงมีความซ่ามากกว่าน้ำอัดลมที่ไม่แช่เย็น

จากตัวอย่างสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. การออกแบบการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. การสรุปผลการทดลองสอดคล้องกับข้อเท็จจริงที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐาน หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. สมมติฐานที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับสิ่งที่สังเกตได้ว่า น้ำอัดลมที่แช่เย็นมีความซ่ามากกว่าน้ำอัดลมที่ไม่แช่เย็นหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

4. ถ้านักเรียนต้องการออกแบบการทดลองเพื่อตอบคำถามว่า เพราะเหตุใด เมื่อน้ำอัดลมที่แช่เย็นจึงรู้สึกว่ามันซ่ามากกว่าน้ำอัดลมที่ไม่แช่เย็น นักเรียนคิดว่าควรมีความรู้ใดเพิ่มเติมบ้าง

.....

.....

.....