แผนบริหารประจำบทที่ 1

1) หัวข้อเนื้อหาประจำบท

1. ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
3. ลักษณะสำคัญของนักวิทยาศาสตร์
4. เครื่องมือและอุปกรณ์: ผู้ช่วยของนักวิทยาศาสตร์
5. ความหมายของวิทยาศาสตร์เคมี
6. บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องวัสดุ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
7. สรุป
8. แบบฝึกหัดท้ายบท
9. เอกสารอ้างอิง

2) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของวิทยาศาสตร์ได้
2. อธิบายถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้
3. อธิบายลักษณะสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ได้
4. อธิบายและเข้าใจในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานได้
5. เข้าใจและปฏิบัติตามความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการได้

3) วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนประจ าบท

1. บรรยายโดยใช้สไลด์ประกอบการสอน
2. อธิบายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
3. ยกกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องมาอภิปรายร่วมกัน
4. บทปฏิบัติการประจำบทที่ 1 เรื่อง การใช้วัสดุ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
5. ทำแบบฝึกหัด และเขียนรายงานการปฏิบัติการทดลองประจำบทปฏิบัติการที่ 1

4) สื่อการเรียนการสอน

1. สไลด์ประกอบการสอน
2. เอกสารประกอบการบรรยาย
3. วัสดุ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ
4. แบบฝึกหัด

5) การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจและการตอบคำถาม
2. สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง
3. ตรวจสอบจากแบบฝึกหัดท้ายบท

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันดีว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งอาชีพการงาน สังคม วัฒนธรรมและความเป็นอยู่ของแต่ละคน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกคนจะต้อง เรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะความรู้ในเนื้อหา สาระทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น เพราะบางครั้งในชีวิตจริง เราอาจจะไม่ได้ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ตลอดเวลา แต่สิ่งที่เราใช้กันเป็นประจำวัน ได้แก่ เทคโนโลยีต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นพื้นฐาน และอีกสิ่งหนึ่งที่คนเราใช้ในการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพและทำให้เราสามารถมีส่วนร่วมในสังคมได้อย่างภาคภูมิ นั่นคือ การมีความรู้และทักษะใน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการพื้นฐานที่นำไปใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ส่งผลต่อโลกและตัวเราอย่างมากมาย เพราะวิทยาศาสตร์สร้างสรรค์สิ่งอำนวย ความสะดวกต่าง ๆ ในการดำรงชีวิต เช่น แสงสว่างจากไฟฟ้า เสื้อผ้าที่เราสวมใส่ อาหารที่เรากิน ยารักษาโรค โทรทัศน์ พัดลม คอมพิวเตอร์ ตลอดจนเครื่องมือสื่อสารประเภทต่าง ๆ เป็นต้น

1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ เป็นการรวบรวมความรู้อย่างมีระบบ ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยเกิดจากการสังเกตธรรมชาติและการวิเคราะห์วิจัย และสามารถแบ่งเป็นหลายแขนง เคมีเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติ องค์ประกอบ ปฏิกิริยา การเปลี่ยนแปลงของสสารรวมทั้งกระบวนการ หรือวิธีการสังเคราะห์สารและนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่นทางการแพทย์ ทางการเกษตร ทางด้านพลังงาน ทางด้านอุตสาหกรรม ทางด้านสิ่งแวดล้อม และมีบทบาทสำคัญร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ รวมทั้งศาสตร์แขนงอื่น ๆ

วิทยาศาสตร์ “Science” มาจากคำว่า Scientic ในภาษาลาติน แปลว่า ความรู้ (Knowledge) ฉะนั้นวิทยาศาสตร์คือ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับธรรมชาติที่มนุษย์ สะสมมาแต่อดีต ปัจจุบัน และอนาคต อย่างไม่รู้จักจบสิ้น นอกจากนี้ยังกล่าวได้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ที่มีระบบและจัดไว้อย่างมีระเบียบแบบแผน โดยทั่วไปกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Process of Science) ประกอบด้วยระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) (ทีมงานทรูปลูกปัญญา, 2564)

1.2 ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) เป็นวิธีการทำวิจัยอย่างมีระบบ นั่นคือวิธีการที่มีระเบียบแบบแผนที่นำไปใช้ในการศึกษาค้นคว้า หรือใช้ในการทดสอบความถูกต้องของความรู้เดิม ตลอดจนนำไปใช้ในการแก้ปัญหาให้สำเร็จ วิธีการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1.1 การสังเกตและการตั้งปัญหา (Observation and Problem)

1) การสังเกต (Observation) คือการเฝ้าดูสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างใส่ใจละมีระเบียบวิธี เพื่อวิเคราะห์หรือหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่เกิดขึ้นนั้นกับสิ่งอื่น (สุภางค์ จันทวานิช. 2549) ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวิจัยเชิงคุณภาพได้ 2 แบบ คือ

1.1) การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) เป็นการสังเกตที่ผู้สังเกตเข้าไปใช้

ชีวิตร่วมกับกลุ่มคนที่ถูกศึกษา มีการทำกิจกรรมร่วมกัน จนผู้ถูกศึกษายอมรับว่าผู้สังเกตมีสถานภาพบาบาทเช่นเดียวกับตน ผู้สังเกตจะต้องปรับตัวให้เข้ากับกลุ่มคนที่ศึกษา โดยอาจเข้าไปฝังตัวอยู่ในเหตุการณ์ เข้าไปอาศัยอยู่ในชุมชนเป็นเวลานาน จนคนในชุมชนรู้สึกว่าเป็นเรื่องธรรมดาที่มีนักวิจัยมาอาศัยอยู่

1.2) การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม (Non-Participant Observation) เป็นการสังเกตที่ผู้วิจัยเฝ้าสังเกตอยู่วงนอก ไม่เข้าไปร่วมในกิจกรรมที่ทำอยู่

2) การตั้งปัญหา (Problem) เป็นผลสืบเนื่องมาจากการสังเกต การสังเกตที่ดีควรจะสังเกตอย่างรอบคอบถี่ถ้วนเพื่อก่อให้เกิดการตั้งปัญหาที่ดีและชัดเจน ซึ่งจะทำให้ผู้ตั้งปัญหาเกิดความเข้าใจและค้นหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่ตั้งขึ้นมานั้นควรเป็นปัญหาที่สามารถพิสูจน์และตรวจสอบได้

1.2 การตั้งสมมติฐาน (Formulation of Hypothesis) สมมติฐาน (Hypothesis) คือคำตอบของปัญหาซึ่งอาจมีเพียงคำตอบเดียวหรือหลาย ๆ คำตอบ คำตอบเหล่านั้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ จนกว่าจะมีการทดสอบสมติฐานหลาย ๆ วิธี และหลาย ๆ ครั้ง แล้วไม่มีข้อมูลมาคัดค้าน สมมติฐานนั้นก็จะได้รับการยอมรับว่าถูกต้อง สมมติฐานที่ดีควรจะเข้าใจง่าย สามารถตรวจสอบได้ทั้งทางเอกสารและการทดลอง ต้องสอดคล้องและอยู่ในขอบเขตของข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตและปัญหาที่ตั้งไว้

1.3 การทดสอบสมมติฐาน (Test Hypothesis) เมื่อตั้งสมมติฐานหรือคาดเดาคำตอบแล้ว วิธีการทางวิทยาศาสตร์ขั้นต่อไป คือการทดสอบสมมติฐาน ในการทดสอบสมมติฐานจะต้องยึดข้อกำหนดสมมติฐานไว้เป็นหลักเสมอ วิธีการทดสอบสมมติฐาน มี 2 วิธี คือ

1) การสังเกตและรวบรวมข้อเท็จจริง หรือการตรวจสอบจากเอกสารเพื่อหาข้อมูล

2) การทดลองเป็นวิธีการที่ใช้ทางด้านวิทยาศาสตร์ นิยมใช้เพื่อหาข้อมูลแล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบดูว่าสมมติฐานใดเป็นคำตอบที่ถูกต้อง

1.4 การรวบรวมข้อมูล (Gather evidence) ผลการทดลองที่ได้ เรียกว่า ข้อมูล (Data) ข้อมูลดังกล่าวอาจต้องมาจัดกระทำกับข้อมูลซึ่งประกอบด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative) และข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative) เช่น หาค่าเฉลี่ย หาผลรวมหรือหาค่าทางสถิติต่าง ๆ รวมทั้งวิธีการนำเสนอข้อมูลซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง แผนภาพ แผนภูมิ ข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วจะนำมาอธิบายความหมายเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าสอดคล้องกันหรือไม่.

1.5 การสรุปผล (Conclusion of Result) เป็นขั้นตอนที่นำเอาข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลมาสรุป แล้วพิจารณาว่าผลสรุปนั้นเหมือนกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ซึ่งนำไปสู่การตั้งเป็นกฎหรือทฤษฎี

1.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

เจตคติเป็นองค์ประกอบส่งเสริม กระบวนการแสวงหา ความรู้ ที่ทบวงกำหนดมี 6 กระบวนการ

1. มีเหตุผล
2. อยากรู้อยากเห็น
3. ใจกว้าง
4. ชื่อสัตย์ใจเป็นกลาง
5. ความเพียรพยายาม
6. ละเอียดรอบครอบ

1.4 ลักษณะสำคัญของนักวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ต้องมีลักษณะสำคัญอย่างหนึ่ง คือเป็นคนที่ทำงานเป็นกระบวนการอย่างมีระบบ ดังนี้

1. ช่างสังเกต การสังเกตทำให้ได้พบเห็นสิ่งใหม่ ๆ ซึ่งนำไปสู่การคิดค้นหาคำอธิบาย ซึ่งนำไปสู่การค้นพบกฎ หรือทฤษฎีต่าง ๆ มากมาย ยกตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ กาลิเลโอ กาลิเลอี (Galileo Galilei) สังเกตการแกว่งไฟมาของโคมไฟในโบสถ์และจับเวลาโดยการเทียบกับชีพจร พบว่าไม่ว่าจะมีชาวงกว้างการแกว่งเท่าใดโคมไฟก็แกว่งแต่ละรอบใช้เวลาเท่ากัน ต่อมาจึงมีการนำทฤษฎีนี้ไปประดิษฐ์เป็นนาฬิกาลูกตุ้ม (วชิรญาณ์ ศรีวัฒนะ, 2563) อีกท่านคือ อาร์คีมีดิส (Archemedes) ค้นพบวิธีการพิสูจน์ความบริสุทธิ์ของมงกุฎทองคำ จากการสังเกตน้ำที่ล้นออกมาเมื่ออาบน้ำในอ่าง นำไปสู่ความรู้เรื่องความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ การจมการลอย การหาปริมาตรโดยการแทนที่น้ำ (ครูฟิสิกส์ไทย, 2564)

2. อยากรู้อยากเห็น อยากรู้อยากพบความจริงใหม่ ๆ จึงมักตั้งปัญหาต่าง ๆ เพื่อค้นคำตอบเสมอ ลักษณะนิสัยนี้นำไปสู่การค้นพบข้อมูลและความรู้ใหม่ ๆ เสมอ ยกตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์คือ เซอร์ ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton) ได้ค้นพบ กฎแรงดึงดูด จากการนั่งใต้ต้นแอปเปิ้ลและสังเกตการณ์ตกของลูกแอปเปิ้ล และเกิดความสงสัยว่าทำไมเมื่อลูกแอปเปิ้ลหลุดจากต้นแล้ว ทำไมถึงล่องลอยในอากาศ ความสงสัยดังกล่าวนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าจนได้กฎแรงดึงดูดขึ้นมา (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2561) อีกคนคือ เซอร์ อเลกซานเดอร์ เฟลมมิ่ง สงสัยว่าทำไมแบคทีเรียที่มีเชื้อราขึ้นอยู่ใกล้ ๆ จึงตายหมด นำไปสู่การศึกษาจนค้นพบยาเพนนิซิลิน หรือยาฆ่าเชื้อนั่นเอง (abc Colebrook, L., 1956)

3. มีความเป็นเหตุเป็นผล เมื่อได้ข้อมูลใหม่หรือพบปรากฏการณ์ใหม่ นักวิทยาศาสตร์จะศึกษาว่า เมื่อผลปรากฏเช่นนี้ สาเหตุควรเป็นอย่างไรหรือเมื่อทราบสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง ก็จะบอกได้ว่า ผลจะเป็นเช่นไร นักวิทยาศาสตร์จะไม่เชื่อคำกล่าวอ้างที่ไม่มีหลักฐาน แต่จะเชื่อถือในสิ่งที่มีประจักษ์พยาน หรือหลักฐานสนับสนุนเสมอ

4. มีความคิดริเริ่ม อยากทำสิ่งใหม่ ๆ เสมอ ผลงานทางวิทยาศาสตร์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นผลของวิทยาศาสตร์ที่เราได้นำมาใช้กันมากมายทุกวันนี้เป็นผลของความคิดริเริ่มของนักวิทยาศาสตร์แทบทั้งสิ้น ตัวอย่างเช่น โรเจอร์ เบคอน (Roger Bacon) เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มีความฝันว่าอยากบินได้เหมือนนก จึงคิดติดปีกที่มีรูปร่างคล้ายปีกนก ต่อมา ลีโอนาโด ดาวินซี (Leonardo da Vince) ได้นำความคิดนี้ไปวาดเป็นภาพจำลองแบบต่าง ๆ จนกระทั่ง เซอร์ จอร์จ เคย์ลี ได้บุกเบิกการสร้างเครื่องร่อนขึ้นมา และต่อมา วิลเบอร์และออร์วิล ไรต์ (Wilbur and Oriville Wright) ได้ศึกษาข้อมูลการร่อนและการบิน จนได้ทดลองสร้างเครื่องร่อนพร้อมปรับปรุงจนได้เครื่องบิน และมีการพัฒนาเรื่อยมาจนได้เครื่องบินที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นเรื่อย ๆ ในปัจจุบัน (SGURU, 2556)

5. มีความพยายามและความอดทน เป็นลักษณะสำคัญอีกประการหนึ่งของนักวิทยาศาสตร์ คือ ความเป็นผู้มีจิตใจแน่วแน่ ไม่ท้อถอย แม้ว่าจะใช้เวลานานเพียงใดก็ตามก็ยังคงคิดศึกษาอยู่จนพบความสำเร็จ ตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ที่มีความพยายามและความอดทนแล้วทำให้ได้ค้นพบความรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโลก คือ ทอมัส อัลวา เอดิสัน (Thomas Alva Edison) เป็นผู้มีความพยายามอดทนในการนำสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเกือบทุกอย่างมาทดลองทำไส้หลอดไฟฟ้า ซึ่งค่ำเคร่งอยู่ในเรื่องเดียวนานถึงปีกว่าจึงประสบความสำเร็จคนต่อมาคือ มารี กูรี (Marie Curie) ค้นพบธาตุกัมมันภาพรังสีเรเดียม โดยใช้เวลานานถึง 4 ปีในการแยกธาตุชนิดนี้ จนปัจจุบันได้นำมาใช้การรักษาโรคบางชนิดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคมะเร็ง และ เจมส์ แบคเชลเลอร์ ซัมเนอร์ (James Batcheller Sumner) ผู้ซึ่งสูญเสียแขนซ้ายจากอุบัติเหตุแต่ก็ไม่ย่อท้อในการศึกษาวิทยาศาสตร์ด้านชีวเคมี จนได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมีร่วมกับนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ อีก 2 คน (ทีมงานทรูปลูกปัญญา, 2564)

1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ : ผู้ช่วยของนักวิทยาศาสตร์

1. การสังเกตอย่างเดียวไม่สามารถเชื่อถือได้

ในการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้เครื่องมือหลากหลาย ซึ่งสามารถแยกออกเป็นหลายประเภทตั้งแต่อุปกรณ์ขั้นพื้นฐาน เช่น ไม้บรรทัด ตาชั่ง เทอร์โมมิเตอร์ หรือขั้นสูงขึ้นมา ได้แก่ อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ หรืออุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ จนถึงยุคปัจจุบันนิยมเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับคอมพิวเตอร์ เราใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้เพิ่มขึ้นนอกเหนือจากการรับรู้ด้วยประสารทสัมผัสของเรา ไม่ว่าจะเป็น หู ตา จมูก ปาก ผิวกาย ซึ่งไม่ให้ความละเอียดที่เพียงพอในการตรวจสอบมากนัก ดังนั้นอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือเครื่องมือที่นักวิทยาศาสตร์นำไปใช้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1.1 ทำให้ข้อมูลที่ได้ถูกต้องมากขึ้น

1.2 เพิ่มขีดความสามารถของประสาทสัมผัสของมนุษย์

1.3 ลดเวลาในการทำงาน

1.4 ลดความเสี่ยงในการทำงาน

2. เครื่องมือช่วยการสังเกตและเก็บข้อมูล

2.1 การวัดและหน่วยในการวัด (ไผ่ ทิมาศาสตร์, 2560)

1) ระบบเอสไอ (SI)

ระบบเอสไอ (SI) มากจากคำเต็มว่า System Internationale d’Unites หรือ International System of Units เกิดจากการตกลงกันในที่ประชุมนานาประเทศ ณ กรุงปารีส ให้เป็นหน่วยที่ใช้ในการชั่ง ตวง วัด ให้เป็นระบบมาตรฐานเดียวกัน เมื่อปี พ.ศ. 2503 ระบบเอสไอพัฒนามาจากระบบเมตริก

หน่วยเอสไอประกอบด้วย หน่วยฐาน (Base Units) หน่วยเสริม (Supplementary Units) หน่วยอนุพัทธ์ (Derived Units) และคำอุปสรรค (Prefixes) ดังแสดงในตารางที่ 1.1 – 1.3

ตารางที่ 1.1 หน่วยฐาน (Base Units)

ประเภท	หน่วย	สัญลักษณ์	หน่วยที่อนุโลมให้ใช้	สัญลักษณ์
ความยาว	เมตร	m	เซนติเมตร	cm
มวล	กิโลกรัม	kg	กรัม	g
เวลา	วินาที	s	-	-
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	A	-	-
อุณหภูมิ	เคลวิน	K	เซลเซียส	°C
ความเข้มของการส่องสว่าง	แคลเดลา	cd	-	-
ปริมาณของสาร	โมล	mol	-	-

ตารางที่ 1.2 หน่วยเสริม (Supplementary Units)

ประเภท	หน่วย	สัญลักษณ์
มุมระนาบ	เรเดียน (radian)	rad
มุมตัน	สตีเรเดียน (steradian)	sr

ตารางที่ 1.3 หน่วยอนุพัทธ์

ประเภท	หน่วย	สัญลักษณ์	หน่วยที่อนุโลมให้ใช้	สัญลักษณ์
พื้นที่	ตารางเมตร	m^2	ตารางเซนติเมตร	cm^2
ปริมาตร	ลูกบาศก์เมตร	m^3	ลูกบาศก์เซนติเมตร	cm^3
ความหนาแน่น	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	kg/m^3	กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร	g/cm^3
แรง	นิวตัน	N	กิโลกรัม-เมตร/วินาที^{2}	$kg\text{-}m/s^2$
งาน	จูล	J	นิวตัน-เมตร	N-m
พลังงาน	จูล	J	นิวตัน-เมตร	N-m
ความต่างศักย์	โวลต์	V	วัตต์/แอมแปร์	W/A
ความต้านทานไฟฟ้า	โอห์ม	Ω	โวลต์/แอมแปร์	V/A
ความเร็ว	เมตร/วินาที	m/s	-	-
ความเร่ง	เมตร/วินาที^{2}	m/s^2	-	-
กำลัง	วัตต์	W	นิวตัน-เมตร/วินาที	N-m/s

2) คำอุปสรรค (Prefixes) เป็นตัวที่อยู่ข้างหน้าหน่วยฐาน หรือหน่วยอนุพัทธ์ที่มีค่ามากหรือน้อยเกินไป ด้วยการเปลี่ยนเป็นตัวเลข คูณด้วยสิบยกกำลัง เป็นบวกหรือลบก็ได้ ดังแสดงในตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 คำอุปสรรค (Prefixes)

ตัวคูณ	คำที่ใช้นำหน้า	สัญลักษณ์
10^{10}	เตตะ (Teta)	T
10^{9}	กิกะ (Giga)	G
10^{6}	เมกะ (Mega)	M
10^{3}	กิโล (Kilo)	k
10^{2}	เฮคโต (Hecto)	h
10	เดคะ (Deka)	da
10^{-1}	เดซิ (Deci)	d
10^{-2}	เซนติ (Centi)	c
10^{-3}	มิลลิ (Milli)	m
10^{-6}	ไมโคร (Micro)	μ
10^{-9}	นาโน (Nano)	n
10^{-12}	พิโค (Pico)	p
10^{-15}	เฟมโต (Femto)	f
10^{-18}	อัลโต (Alto)	a

3) เลขนัยสำคัญ (Significant figure)

คือ เลขที่มีความหมายหรือความสำคัญในปริมาณที่วัดได้หรือแสดงออกมา เช่น การวัดความยาวของเส้นลวดวัดได้เป็น 20.0 และ 20.00 เซนติเมตร ซึ่งถือว่ามีเลขนัยสำคัญเท่ากับ 3 ตัวและ 4 ตัว ตามลำดับ เป็นต้น

3.1) หลักในการหาเลขนัยสำคัญ

3.1.1) เลขทุกตัวที่ไม่ใช่ 0 เป็นเลขนัยสำคัญ

3.1.2) เลข 0 ที่อยู่ระหว่างตัวเลขนัยสำคัญเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 506, 1.0345 มีเลขนัยสำคัญ 3 และ 5 ตัวตามลำดับ

3.1.3) เลข 0 ที่อยู่ด้านซ้ายสุดไม่เป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 02134, 0.0056 มีเลขนัยสำคัญ 4 ตัว และ 2 ตัว ตามลำดับ

3.1.4) เลข 0 ที่อยู่ด้านขวามือ แต่อยู่หลังจุดทศนิยมเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 452.0, 1.000, 0.0005000 ทุกตัวมีเลขนัยสำคัญ 4 ตัว

3.1.5) เลข 0 ที่อยู่ทางขวามือของเลขจำนวนเต็ม อาจเป็นเลขนัยสำคัญหรือไม่เป็นก็ได้ แก้ปัญหาโดยเขียนเป็นสัญกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น 10,500 มีเลขนัยสำคัญ 3, 4 หรือ 5 ตัว 1.05×10^3 (3 ตัว), 1.050×10^3 (4 ตัว)

3.1.6) จำนวนเลขแท้ ถือว่าเป็นเลขนัยสำคัญนับไม่ถ้วน เช่น 1 โหลมี 12 ชิ้น เลข 12 เป็นเลขจากการแปลงหน่วยถือว่าเป็นเลขแท้ อาจเป็น 12.000 โดยนิยามจึงจัดเป็นเลขนัยสำคัญนับไม่ถ้วน

3.2) การบวก ลบ คูณและหารเลขนัยสำคัญ

3.2.1) การบวก และลบเลขนัยสำคัญ ผลลัพธ์ที่ได้จะมีตัวเลขหลังจุดทศนิยมเท่ากับจำนวนตัวเลขหลังจุดทศนิยมที่น้อยที่สุดของตัวเลขที่นำมาบวกหรือลบกัน

3.2.2) การคูณ และหารเลขนัยสำคัญ ผลลัพธ์ที่ได้จะมีตัวเลขนัยสำคัญเท่ากับจำนวนตัวเลขนัยสำคัญที่น้อยที่สุดของกลุ่มตัวเลขที่มาคูณหรือหารกัน

3.2.3) การปัดค่าตัวเลขหลังทศนิยมมีหลักดังนี้ คือ ถ้าตัวเลขที่จะตัดทิ้งนั้นน้อยกว่า 5 ก็ให้ตัดทิ้ง เช่น 5.234 ต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ก็จะได้ 5.2 แต่ถ้าค่าที่จะตัดทิ้งนั้นมากกว่า 5 ให้เพิ่มค่าของเลขที่อยู่ข้างหน้าเลขที่ตัดทิ้งนั้นอีก 1 เช่น 5.378 ต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ก็จะได้ 5.4

4) สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (Scientific notation)

คือรูปแบบของการเขียนตัวเลขอย่างหนึ่ง มักใช้โดยนักวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ หรือวิศวกร เพื่อให้สามารถเขียนหรือหนำเสนอจำนวนที่มีขนาดใหญ่มากหรือเล็กมากให้ง่ายและสะดวกขึ้น

แนวความคิดพื้นฐานของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปจะเขียนตัวเลขให้อยู่ในรูปของเลขยกกำลังฐานสิบ นั่นคือ

$$A \times 10^n$$

โดยที่ $n \in I$

$1 \leq A < 10$

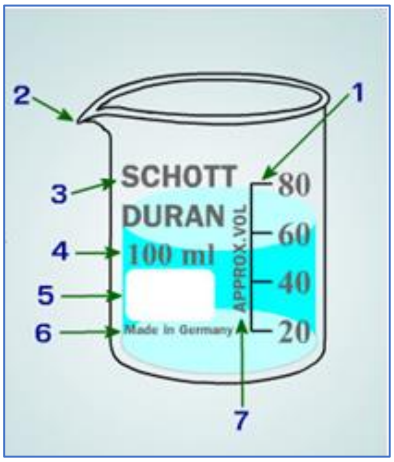
2.2 อุปกรณ์พื้นฐานและเทคนิคการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

1) บีกเกอร์ (Beaker)

บีกเกอร์มีหลายขนาดและมีความจุต่างกัน โดยที่ข้างบีกเกอร์จะมีตัวเลขระบุความจุ มีความจุตั้งแต่ 5 มิลลิลิตรจนถึงหลาย ๆ ลิตร บีกเกอร์จะมีปากงอเหมือนปากนกซึ่งเรียกว่า spout ทำให้การเทของเหลวออกได้โดยสะดวก และ spout ยังเป็นทางออกของไอน้ำหรือแก๊สเมื่อทำการระเหยของเหลวในบีกเกอร์ที่ปิดด้วยกระจกนาฬิกา (Watch grass) การเลือกขนาดของบีกเกอร์เพื่อใส่ของเหลวนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของเหลวที่จะใส่ โดยปกติให้ระดับของเหลวอยู่ต่ำกว่าปากบีกเกอร์ประมาณ 1 – 1.5 นิ้ว ในปฏิบัติการส่วนใหญ่จะใช้บีกเกอร์ในการต้มสารละลายปริมาณมาก ๆ ใช้ในขั้นตอนการเตรียมสารละลาย และใช้ในการ

ตกตะกอนและระเหยของเหลวที่มีฤทธิ์เป็นกรดน้อย ๆ ลักษณะโดยทั่วไปของบีกเกอร์จะปรากฏสัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อการใช้ประโยชน์ ดังแสดงในรูปที่ 1.1 – 1.2

รูปที่ 1.1 บีกเกอร์ขนาดต่าง ๆ



1. ขีดบอกปริมาตร
2. ปากบีกเกอร์
3. บริษัทผู้ผลิต
4. ขนาดของบีกเกอร์
5. ที่ติดฉลาก
6. ประเทศผู้ผลิต
7. ค่าปริมาตรโดยประมาณ

รูปที่ 1.2 สัญลักษณ์ต่าง ๆ บนบีกเกอร์ (SGURU, 2556)

2) ขวดปริมาตร (Flask)

ขวดปริมาตร เป็นเครื่องมือที่ใช้เตรียมสารละลายมาตรฐานหรือสารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าสารละลายเดิมได้ ขวดปริมาตรมีหลายขนาดและมีความจุต่าง ๆ กัน แบ่งตามรูปร่างและลักษณะการใช้ได้ดังต่อไปนี้ ดังแสดงในรูปที่ 1.3

2.1) ขวดปริมาตรฟลอเรนส์ (Florence Flask) หรือเรียกว่า Flat Bottomed Flask มีลักษณะคล้ายลูกบอลลูน มักจะใช้สำหรับต้มน้ำ เตรียมแก๊ส และเป็น wash bottle (รูปที่ 1.3ก)

2.2) ขวดปริมาตรก้นกลม (Round Bottom Flask) ขวดปริมาตรชนิดนี้มีลักษณะเหมือนกับ Florence Flask แต่ตรงก้นขวดจะมีลักษณะกลมทำให้ไม่สามารถตั้งได้ (รูปที่ 1.3ข)

2.3) ขวดปริมาตรทรงกรวย (Erlenmeyer Flask หรือ Conical Flask) ขวดปริมาตรชนิดนี้มีลักษณะเป็นทรงกรวย ที่นิยมใช้กันมากมีความจุ 250-500 มิลลิลิตร สามารถใช้ได้ในหลายกรณี เช่น ในการไทเทรต (รูปที่ 1.3ค)

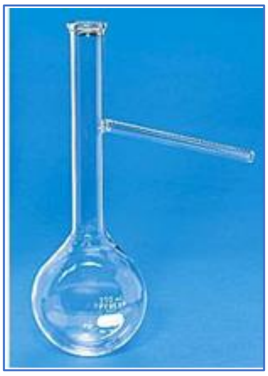
2.4) ขวดปริมาตรกลั่น (Distilling Flask) ขวดปริมาตรชนิดนี้นิยมใช้ในการกลั่นของเหลว (รูปที่ 1.3ง)

2.5) ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask) ขวดวัดปริมาตรมีลักษณะเป็นขวดคอยาวที่มีขีดบอกปริมาตรบนคอขวดเพียงขีดเดียว นิยมใช้ในการเตรียมสารละลาย (รูปที่ 1.3จ)

ก

ข

ค



ง

จ

รูปที่ 1.3 ขวดปริมาตรชนิดต่าง ๆ (ก) ขวดปริมาตรฟลอเรนซ์ (ข) ขวดปริมาตรก้นกลม (ค) ขวดปริมาตรรูปกรวย (ง) ขวดปริมาตรกลั่น (จ) ขวดวัดปริมาตร

3) กระบอกตวง (Graduated Cylinder)

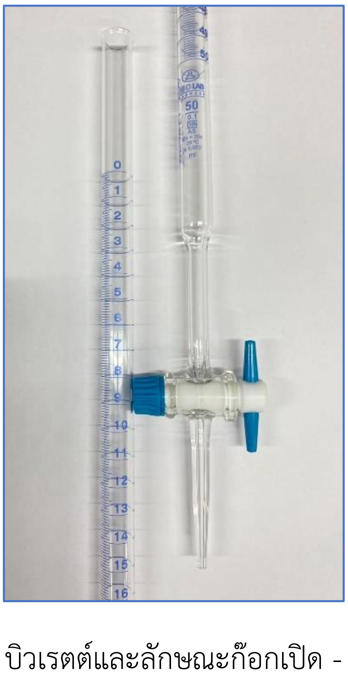
กระบอกตวงมีหลายขนาด มีทั้งแบบแก้วและแบบพลาสติก ใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดปริมาตรของของเหลวที่มีอุณหภูมิไม่สูงกว่าอุณหภูมิของห้องปฏิบัติการ เนื่องจากอาจจะทำให้กระบอกตวงแตกได้ กระบอกตวงใช้บอกปริมาตรของของเหลวอย่างคร่าว ๆ หากต้องการวัดปริมาตรที่แน่นอนควรใช้อุปกรณ์วัดปริมาตรอื่นๆ เช่น ปิเปตต์ หรือบิวเรตต์ ดังแสดงในรูปที่ 1.4

รูปที่ 1.4 กระบอกตวงขนาดต่าง ๆ

4) บิวเรตต์ (Burette)

บิวเรตต์เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรที่มีขีดบอกปริมาตร มีก๊อกสำหรับเปิด-ปิด เพื่อบังคับการไหลของของเหลว บิวเรตต์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีขนาดตั้งแต่ 10 มิลลิลิตร จนถึง 100 มิลลิลิตร (รูปที่ 1.5) บิวเรตต์สามารถวัดปริมาตรได้ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด แต่ยังมีความผิดพลาดอยู่เล็กน้อย ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของบิวเรตต์ เช่น

- บิวเรตต์ขนาด 10 มิลลิลิตร มีความผิดพลาด 0.4%
- บิวเรตต์ขนาด 25 มิลลิลิตร มีความผิดพลาด 0.24%
- บิวเรตต์ขนาด 50 มิลลิลิตร มีความผิดพลาด 0.2%
- บิวเรตต์ขนาด 100 มิลลิลิตร มีความผิดพลาด 0.2%



รูปที่ 1.5 บิวเรตต์และลักษณะก๊อกเปิด - ปิด ของบิวเรตต์

5) หลอดหยด (Dropper)

หลอดหยดมีลักษณะเป็นหลอดแก้ว โดยมีปลายข้างหนึ่งเรียวเล็ก และอีกปลายใช้สำหรับสวมกระเปาะยางเพื่อทำให้เกิดภาวะสูญญากาศ ใช้ดูดสารละลาย ดังรูปที่ 1.6

รูปที่ 1.6 หลอดหยด และกระเปาะยาง

6) หลอดทดสอบ (Test tube)

หลอดทดสอบหรือหลอดทดลองมีหลายชนิดและหลายขนาด ขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยส่วนใหญ่จะเป็นชนิดไม่ทนไฟ เพื่อนำมาทดลองปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารต่างๆ ส่วนแบบทนไฟจะมีขนาดใหญ่กว่าหลอดทั่วไป ใช้สำหรับเผาสารด้วยอุณหภูมิสูง หลอดทดลองมักใช้คู่กันกับตะแกรงวางหลอดทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 1.7

รูปที่ 1.7 หลอดทดลองและตะแกรงวางหลอดทดลอง

7) แท่งแก้วคน (Stirring rod)

แท่งแก้วคนใช้สำหรับคนสารละลายให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน หรือใช้เมื่อจะเทสารละลายจากภาชนะหนึ่งลงในภาชนะอีกชนิดหนึ่ง โดยจะเทสารละลายให้ไหลไปตามแท่งแก้ว ดังรูปที่ 1.8

รูปที่ 1.8 แท่งแก้วคนสาร

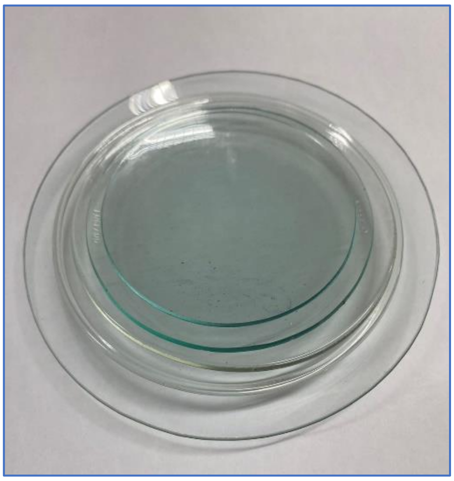
8) กรวยกรอง (Filter funnel)

กรวยกรองเป็นอุปกรณ์ที่ใช้คู่กับกระดาษกรอง (Filter Paper) ในการแยกของแข็งออกจากของเหลว หรือใช้เพื่อการถ่ายเทสารละลายจากภาชนะหนึ่งลงสู่อีกภาชนะหนึ่งที่มีปากแคบ มีหลายขนาดและชนิด ขึ้นอยู่กับการใช้งาน หากในห้องปฏิบัติการจะใช้เป็นกรวยกรองที่ทำมาจากวัสดุจำพวกแก้ว และมีทั้งแบบก้านสั้นและก้านยาว โดยกรวยก้านยาวจะกรองได้เร็วกว่ากรวยก้านสั้น ดังแสดงในรูปที่ 1.9

รูปที่ 1.9 กรวยกรอง

9) กระจกนาฬิกา (Watch glass)

กระจกนาฬิกามีหลายขนาดขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลาง ดังแสดงในรูป 1.10 กระจกนาฬิกาใช้สำหรับปิดบีกเกอร์หรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อป้องกันสารอื่น ๆ หรือฝุ่นละอองตกลงในสารละลายที่บรรจุอยู่ในบีกเกอร์และใช้ป้องกันสารละลายกระเด็นออกจากบีกเกอร์เมื่อทำการต้มหรือระเหยสารละลาย นอกจากนั้นสามารถใช้เพื่อทดสอบการเกิดปฏิกิริยาที่ไม่อันตราย หรือการทดสอบการเกิดสีของสารละลายเมื่อเกิดปฏิกิริยา



รูปที่ 1.10 กระจกนาฬิกาขนาดต่าง ๆ

10) แผ่นให้ความร้อน (Hot plate)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทดแทนกับตะเกียงแอลกอฮอล์ คือเพื่อให้ความร้อนสารละลายหรืออื่น ๆ โดยให้ความร้อนสูงถึง 420 องศาเซลเซียส (รูปที่ 1.11ก) ปัจจุบันเครื่องให้ความร้อนจะมาพร้อมกับเครื่องคนสารสารละลาย ใช้ได้ทั้งคนสารละลายและอุ่นสารละลายไปพร้อม ๆ กันเรียกว่า “Hot Plate Stirrer” (รูปที่ 1.11 ข) ซึ่งต้องใช้คู่กับก้อนแม่เหล็ก (magnetic bar) (รูปที่ 1.11ค)

ก

ข ค

รูปที่ 1.11 แผ่นให้ความร้อน (ก) แผ่นให้ความร้อน
(ข) เครื่องกวนสารละลายแบบให้ความร้อน (ค) ก้อนแม่เหล็ก

11) ปิเปตต์ (Pipette)

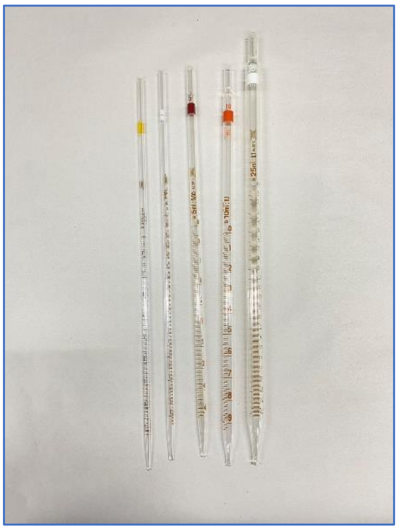
ปิเปตต์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดปริมาตรได้อย่างใกล้เคียง โดยทั่วไปที่มีใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการมีอยู่ 3 แบบ คือ Transfer pipette Measuring pipette และ Micro pipette

11.1) Transfer pipette ใช้ในการวัดปริมาตรได้เพียงค่าเดียว คือถ้าหาก Transfer pipette จุ 25 มิลลิลิตร ก็จะวัดปริมาตรของของเหลวได้เฉพาะ 25 มิลลิลิตร เท่านั้น Transfer pipette มีหลายขนาดตั้งแต่ 1 มิลลิลิตร ถึง 100 มิลลิลิตร (รูปที่ 1.12ก) ถึงแม้ปิเปตต์ชนิดนี้จะใช้วัดปริมาตรได้อย่างใกล้เคียงความจริงก็ตาม แต่ก็ยังมีข้อผิดพลาดซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของปิเปตต์ เช่น Transfer pipette ขนาด 10 มิลลิลิตร มี

ความผิดพลาด 0.2% Transfer pipette ขนาด 30 มิลลิลิตร มีความผิดพลาด 0.1% Transfer pipette ขนาด 50 มิลลิลิตร มีความผิดพลาด 0.1%

11.2) Measuring pipette หรือ Graduated pipette จะมีขีดบอกปริมาตรต่าง ๆ ไว้ ทำให สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง คือสามารถใช้แทน Transfer pipette ได้ แต่ใช้วัดปริมาตรได้แน่นอนน้อยกว่า Transfer pipette (รูปที่ 1.12ข) และมีความผิดพลาดมากกว่า เช่น Measuring pipette ขนาด 10 และ 30 มิลลิลิตร มีความผิดพลาด 0.3%

ก

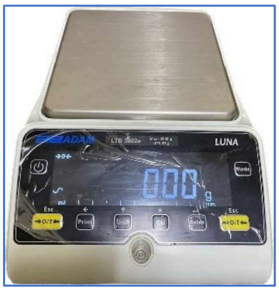


ข

รูปที่ 1.12 ปิเปตต์ (ก) Transfer pipette (ข) Mesuring pipette หรือ Graduated pipette

12) เครื่องชั่งสาร (Balance)

เป็นเครื่องมือพื้นฐาน ที่พบได้ทั่วไปในห้องปฏิบัติการ ใช้ในการชั่งสารให้ได้ปริมาณตาม ต้องการ โดยส่วนใหญ่ในปัจจุบันจะเป็นเครื่องชั่งแบบไฟฟ้า แสดงผลเป็นตัวเลข ความละเอียดของการชั่ง 0.01 ถึง 0.00001 กรัม ในห้องปฏิบัติการทั่วไปนิยมใช้ 3 ชนิด คือ เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (รูป 1.13ก) 3 ตำแหน่ง (รูป 1.13ข) และ 4 ตำแหน่ง (รูป 1.13ค) โดยเครื่องชั่งสารแบบดิจิตัลนั้นจะมีปุ่มใช้งานได้อย่างหลากหลาย เช่น การเปลี่ยนหน่วย การตัดน้ำหนักสาร เป็นต้น โดยรายละเอียดแสดงไว้ในรูปที่ 1.14

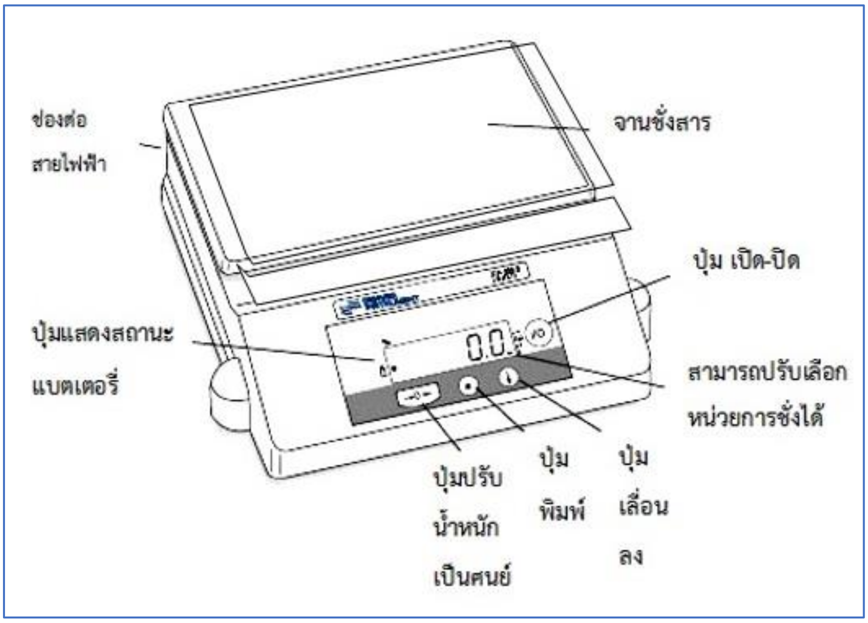


ก

ข

ค

รูปที่ 1.13 เครื่องชั่งสารดิจิตัล (ก) เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (ข) เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง (ค) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง



รูปที่ 1.14 ปุ่มใช้งานและส่วนประกอบของเครื่องสารแบบดิจิตัล (elife-news, 2560)

3. เทคนิคในห้องปฏิบัติการเคมี (Chemical Laboratory Techniques)

3.1 การใช้เครื่องชั่ง

การใช้เครื่องชั่งควรมีความระมัดระวังและรักษาให้ดี หากชำรุดเสียหายการชั่งน้ำหนักอาจคลาดเคลื่อนได้ การใช้เครื่องชั่งควรปฏิบัติดังนี้

1. เครื่องชั่งต้องตั้งบนโต๊ะที่แน่นหนามั่นคง อย่าให้มีการสั่นสะเทือนและฐานของเครื่องชั่งต้องอยู่ในแนวระนาบ โดยดูจากลูกน้ำปรับระดับ
2. ตรวจดูว่าจานชั่งสะอาดหรือไม่ ถ้าไม่สะอาดให้เช็ดหรือใช้แปรงปัดให้สะอาด
3. เสียบปลั๊ก เปิดสวิตซ์ แล้วรอให้ตัวเลขและอักษร g ปรากฏบนหน้าจอ
4. กดปุ่มปรับศูนย์ (tarring button) ขณะนี้ควรอ่านตัวเลขได้ศูนย์
5. ค่อยๆ วางวัตถุลงบนจานรอจนตัวเลขแสดงน้ำหนักปรากฏ อ่านน้ำหนักที่ได้

3.2 การวัดปริมาตรของเหลว

อุปกรณ์สำหรับวัดปริมาตรของเหลวมีหลายชนิด การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับว่าต้องการวัดปริมาตรให้แม่นยำเพียงใด และต้องการใช้อุปกรณ์นั้นในการถ่ายเทของเหลวที่มีปริมาตรแน่นอน

การวัดปริมาตรที่ไม่ต้องการความแม่นยำสูง อาจใช้กระบอกตวง (measuring cylinder) ขนาดใดขนาดหนึ่ง อาจใช้บีกเกอร์หรือขวดรูปกรวยที่มีขีดบอกปริมาตรได้ ในกรณีที่ต้องการความแม่นยำค่อนข้างสูง ± 0.01 มิลลิลิตร ควรใช้ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ขนาดต่างๆ ซึ่งมีขีดบอกปริมาตรไว้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามถ้ารินของเหลวในขวดนี้ลงในภาชนะอื่นจะได้ของเหลวน้อยกว่าปริมาตรที่บรรจุเสมอ เพราะจะมีของเหลวบางส่วนตกค้างอยู่ภายในขวด การถ่ายเทของเหลวที่มีปริมาตรแน่นอนค่อนข้างสูงควรใช้บิวเรตต์ (Burette) หรือปิเปตต์ (Pipette)

บิวเรตต์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีทั่วไปมีความจุ 50 มิลลิลิตร มีขีดแบ่งปริมาตรเป็นช่วง ๆ ละ 0.1 มิลลิลิตร แต่อ่านได้ถูกต้องประมาณ ± 0.05 มิลลิลิตร ปิเปตต์ก็มีหลายขนาดเช่นกันมีตั้งแต่แบบความจุ 0.1 มิลลิลิตร จนถึงความจุมากกว่า 25 มิลลิลิตร แต่ที่ใช้สำหรับปฏิบัติการเคมีโดยทั่วไปมีความจุ 5 หรือ 10 มิลลิลิตร และวัดปริมาตรได้ถูกต้องประมาณ ± 0.02 มิลลิลิตร และ 0.03 มิลลิลิตร ตามลำดับ

3.3 การอ่านปริมาตรของของเหลว

ระดับปกติของของเหลวในภาชนะใดๆ มักไม่เป็นระนาบตรงในแนวราบ แต่มีลักษณะเป็นพื้นผิวโค้งลง หรือโค้งขึ้น เรียกว่า เมนิสคัส (Meniscus) ในการอ่านระดับของของเหลวนั้น วิธีที่ถูกต้องคืออ่านระดับของส่วนต่ำสุดของเมนิสคัสที่โค้งลง หรือส่วนที่สูงสุดของ เมนิสคัสที่โค้งขึ้นโดยให้เมนิสคัสอยู่ตรงระดับตาพอดี และในบางกรณีก็อาจเพิ่มความถูกต้องในการอ่านปริมาตรได้ โดยเขียนเส้นตรงเข้มบนแผ่นกระดาษสีขาวนำไปทาบบนหลังเมนิสคัส พร้อมกับเลื่อนขึ้นลงจนเส้นตรงกับเมนิสคัสพอดี แล้วจึงอ่านปริมาตรจากตำแหน่งของเส้นตรง

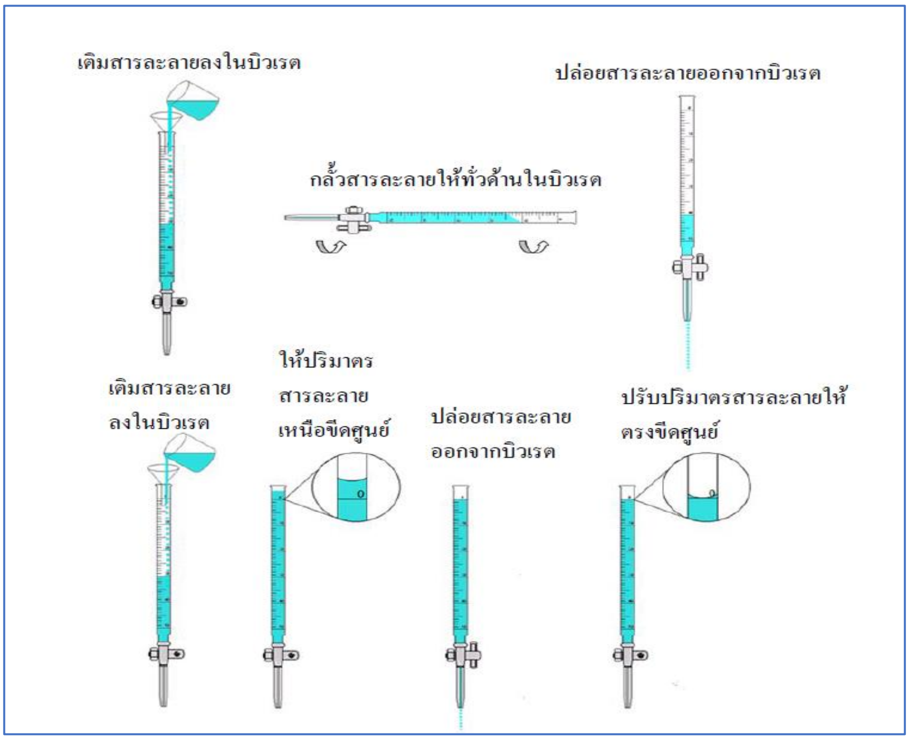
3.4 วิธีการใช้บิวเรตต์

1) นำบิวเรตต์ที่สะอาดและแห้งมายึดติดกับขาตั้งด้วยที่ยึดบิวเรตต์ ดังรูปที่ 1.15 ปิดก๊อกที่ปลายส่วนล่างของบิวเรตต์แล้ววรินสารละลายที่ต้องการใช้ผ่านกรวยแก้วลงในบิวเรตต์จนเกือบเต็ม (ถ้าบิวเรตต์สะอาดแต่ไม่แห้ง ให้ใช้ของเหลวปริมาตรเล็กน้อยกลั้วภายในบิวเรต 1–2 ครั้งแล้วไขทิ้งทางปลายล่างก่อนที่จะบรรจุของเหลวลงไป)

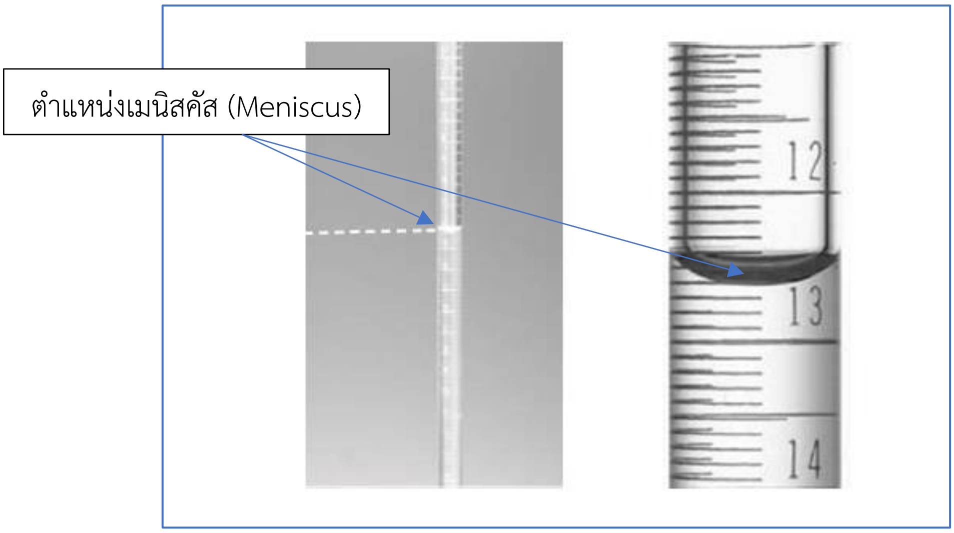
2) ใช้มือเปิดก๊อกโดยจับคร่อมบิวเรตต์ ดังรูปที่ 1.16 ปล่อยให้ของเหลวส่วนหนึ่งไหลออก เพื่อไล่อากาศจากปลายล่างของบิวเรตต์ ปิดก๊อก รอประมาณ 10 วินาที แล้วบันทึกระดับของเหลวในบิวเรตต์ให้ได้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (หรืออาจปรับระดับของของเหลวให้ตรงกับขีด 0 หรือขีดอื่นก็ได้)

3) เมื่อต้องการถ่ายเทของเหลวในบิวเรตต์เพื่อทำปฏิกิริยากับของเหลวหรือสารละลายอีกชนิดหนึ่งในขวดรูปกรวย (ในการไทเทรต) ให้ใช้มือขวาจับคอขวดรองรับตรงปลายล่างของบิวเรตต์และใช้มือซ้ายเปิดก๊อก ในลักษณะเดียวกับที่กล่าวมา เพื่อให้ของเหลวทั้ง 2 ชนิดผสมเข้ากันดีจะต้องแกว่งขวดเป็นวงตลอดเวลาขณะของเหลวจากบิวเรตต์ลงสู่ขวด

4) เมื่อได้ของเหลวตามปริมาตรที่ต้องการแล้ว ให้ปิดก๊อกแล้วรอ 15 วินาที ก่อนอ่านและบันทึกระดับของของเหลวที่ถูกถ่ายเทออกจากบิวเรตต์ จะหาได้จากผลต่างระดับของของเหลวที่อ่านได้ทั้งสองครั้ง



รูปที่ 1.15 ขั้นตอนการเตรียมบิวเรต (คงศักดิ์ ปัตตาฤทธิ์, 2558)



รูปที่ 1.16 ขั้นตอนการเตรียมบิวเรตต์ (Skoog, D.A., West, D.M., Holler, F.J. & Crouch, S.R., 2013)

3.5 วิธีการใช้ปิเปตต์

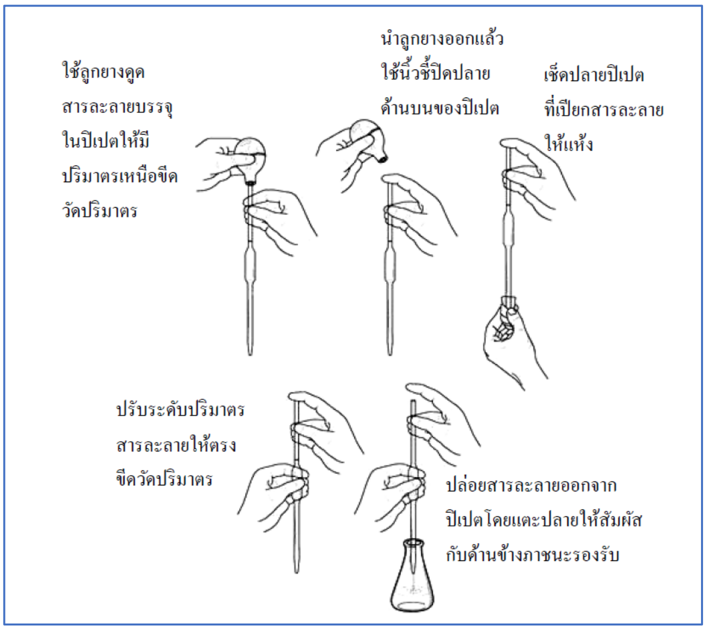
1) ใช้มือบีบอากาศออกจากลูกยาง (pipette bulb) ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วนำลูกยางไปสวมที่ปลายบนของปิเปตต์ที่แห้งและสะอาดโดยไม่ต้องให้แน่นเกินไป (ถ้าปิเปตไม่แห้งต้องกลั้วด้วยของเหลวที่ต้องการวัดปริมาตร) ดังรูป 1.17

2) จุ่มปลายล่างของปิเปตต์ลงในของเหลวที่ต้องการวัดปริมาตร คลายมือที่บีบลูกยางออกให้ของเหลวถูกดูดขึ้นไปจนเลยขีดบอกปริมาตรบนก้านปิเปตประมาณ 3 มิลลิลิตร

3) ดึงลูกยางออกแล้วรีบใช้นิ้วชี้ข้างที่ถนัดปิดปลายบนของปิเปตต์ทันที ยกปิเปตต์ขึ้นให้พ้นจากของเหลว ใช้กระดาษเช็ดมือซับหยดของของเหลวที่ติดภายนอกปิเปตให้แห้ง (นิ้วชี้ขวายังปิดอยู่ที่ปลายบนของปิเปตต์) ค่อยๆ ขยับที่นิ้วชี้ไปมา ปล่อยอากาศเข้าไปในปิเปตต์เล็กน้อย ให้ระดับของของเหลวลดลงมาจนเมนิสคัสแตะกับขีดบอกปริมาตรพอดี แล้วกดปิดนิ้วให้แน่นไม่ให้อากาศเข้าได้อีก

4) จุ่มปลายปิเปตต์ลงในภาชนะที่จะใส่ของเหลว ยกนิ้วชี้ขึ้น ปล่อยให้ของเหลวในปิเปตต์ไหลลงจนหมด แตะปลายปิเปตต์กับข้างภาชนะเพื่อให้ของเหลวหยดสุดท้ายไหลลงด้วย

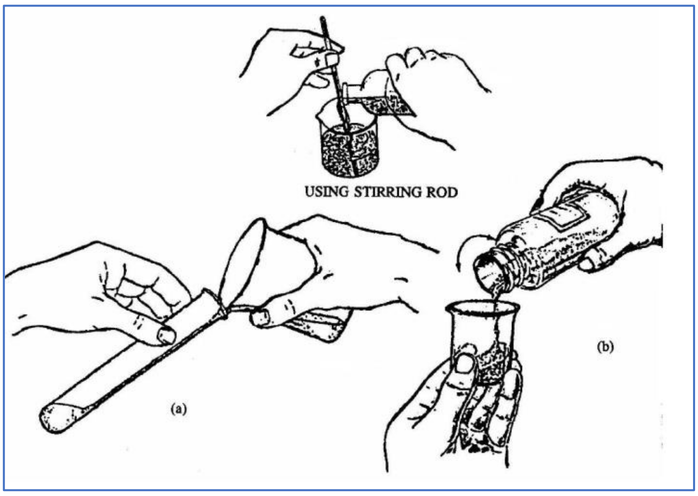
ห้าม!!! เขย่า เป่า หรือ เคาะปิเปตกับข้างภาชนะที่รองรับเป็นอันขาด ถึงแม้ว่ายังมีของเหลวติดอยู่ที่ปลายเพียงเล็กน้อยก็ตาม มิฉะนั้นปริมาตรของของเหลวที่ถ่ายออกจากที่ปลายของปิเปตต์อาจผิดพลาดได้



รูปที่ 1.17 วิธีการใช้ปิเปตต์ (พรพรรณ อุดมกาญจนนันท์ และสุชาดา จูอนุวัฒนกุล, 2551)

3.6 การรินและการเทสารเคมี (Pouring)

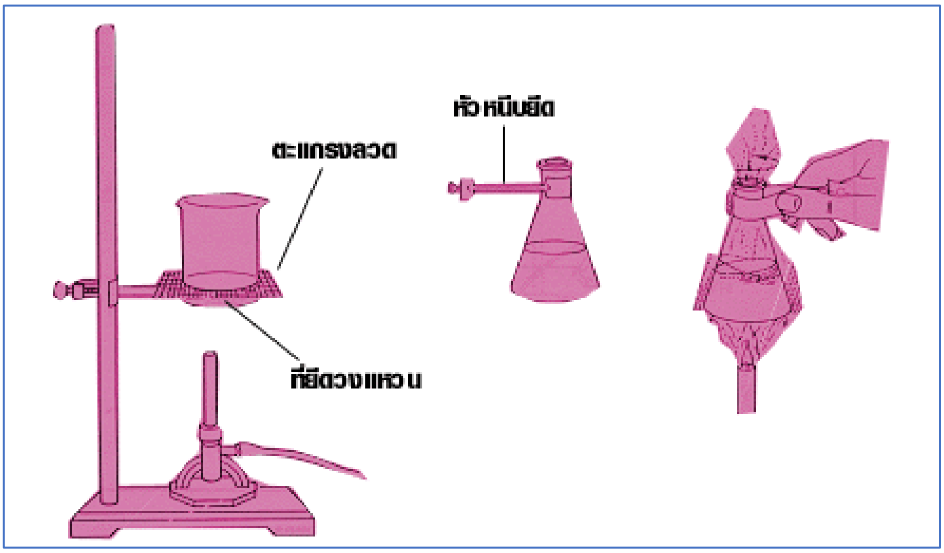
การรินสารเคมีที่เป็นของเหลว ไม่ควรรินให้สารเคมีไหลลงไปกระทบกับภาชนะรองรับโดยตรง อาจทำให้กระเด็นหรือเป็นอันตรายได้ การรินจึงควรรินให้ของเหลวไหลไปตามภาชนะรองรับ หรือแท่งแก้วคน เช่น การรินสารละลายออกจากขวดลงในบีกเกอร์ ในกรณีที่จุกขวดมีที่จับ ดังรูปที่ 1.18
การรินทำได้โดยเปิดจุกขวดด้วยด้านหลังของมือขวา (กรณีขวดมีที่จับ) โดยใช้นิ้วทั้งสองนิ้วคีบดึงจุกขวดให้เปิดออก จากนั้นใช้มือซ้าย หยิบบีกเกอร์ที่จะใส่สารเคมีมาถือไว้ในมือขวา ยกขวดสารเคมีรินลงในบีกเกอร์อย่างช้าๆ โดยเอียงบีกเกอร์ทำมุม 45 องศา กับพื้นเพื่อให้สารเคมีไหลไปตามพื้นผิวด้านในของบีกเกอร์ ถ้าในกรณีที่จุกไม่มีที่จับ หลังจากที่เปิดจุกแล้ว ให้วางจุกขวดในลักษณะหงายบนที่ซึ่งจัดไว้ให้ เพื่อป้องกันไม่ให้สารเคมีเปื้อนตามโต๊ะในระหว่างการทดลอง



รูปที่ 1.18 วิธีการใช้ปิเปตต์ (พรพรรณ อุดมกาญจนนันท์ และสุชาดา จูอนุวัฒนกุล, 2551)

3.7 การให้ความร้อนและการระเหยสารละลาย

ในการต้มสารหรือให้ความร้อนแก่สาร เพื่อให้สารทำปฏิกิริยา เร็วขึ้น การต้ม สารทำได้โดยจัดตั้งเครื่องมือ ดังรูปที่ 1.19 และในกรณีที่ไอสารมีกลิ่นเหม็น หรือเป็นพิษ ต้องทำการทดลองในตู้ดูดควัน สารที่ติดไฟง่าย ควรต้มในเครื่องอังไอน้ำ (Water bath)



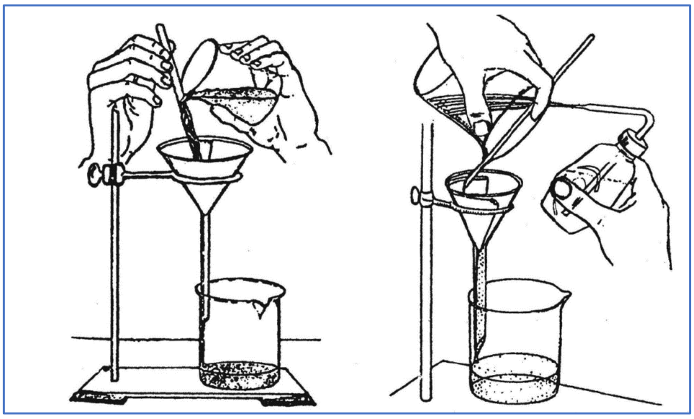
รูปที่ 1.19 วิธีการให้ความร้อนและการระเหยสารละลาย (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, 2538)

3.8 การกรอง (Filtration)

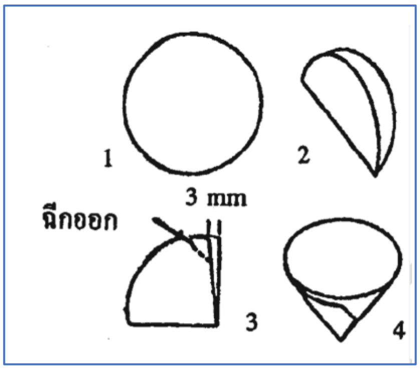
การกรองเป็นการแยกสารละลายออกจากตะกอนโดยการเทของเหลวผ่านลงบนกระดาษ กรองตะกอนจะค้างอยู่ที่กระดาษกรอง ส่วนสารละลายจะไหลผ่านไป โดยทั่วไปการกรองในห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐานเป็นการกรองแบบธรรมดา (Gravitational Filtration) การกรองโดยวิธีนี้จะใช้ในกรณีที่มีตะกอนน้อยและไม่ต้องการความรวดเร็วมากนัก โดยใช้กรวยแก้วกับกระดาษกรอง ดังแสดงในรูป 1.20 การพับกระดาษกรองอาจทำได้ 2 วิธี

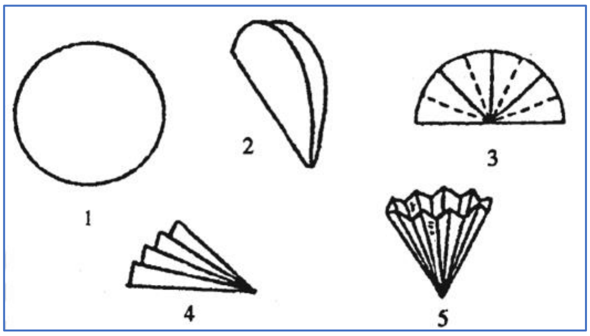
1) การพับแบบกรวย ดังรูปที่ 1.21(ก) ใช้ในการกรองที่ต้องการเก็บตะกอนให้หมดทำได้โดยการพับครึ่งและพับหนึ่งในสี่ การพับหนึ่งในสี่นี้ขอบของกระดาษกรองอาจพับกันสนิท หรือเหลื่อมล้ำกันเล็กน้อยก็ได้ การฉีกมุม หนึ่งของกระดาษกรองประมาณหนึ่งในสามของรัศมีของกระดาษกรอง จะช่วยให้กระดาษกรองแนบ กับกรวยแก้วได้ดีขณะทำการกรอง

2) การพับแบบลูกฟูก ดังรูปที่ 1.21(ข) การพับแบบนี้ใช้กับการทดลองที่ต้องการความรวดเร็ว เพราะพื้นที่ผิวของกระดาษกรองที่สารละลายไหลผ่านมีมากกว่าแบบแรก การพับทำได้โดยการพับครึ่งแล้วพับหยักไปมาคล้ายใบพัด



รูปที่ 1.20 วิธีการให้ความร้อนและการระเหยสารละลาย (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, 2538)





(ก) (ข)

รูปที่ 1.21 วิธีการพับกระดษกรอง (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, 2538)

รายงานบทปฏิบัติการที่ 1

เทคนิคในห้องปฏิบัติการเคมี (Laboratory Technique)

หมู่เรียนที่..........สาขาวิชา..คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร

ทำการทดลองวันที่.............เดือน.........................พ.ศ................เวลา.......................................

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมการทดลอง...

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1...รหัสนักศึกษา...

2...รหัสนักศึกษา...

3...รหัสนักศึกษา...

4...รหัสนักศึกษา...

1. การใช้เครื่องชั่ง

น้ำหนักของตัวอย่าง.............กรัม

จงอธิบายขั้นตอนในการใช้เครื่องชั่งและข้อควรระวัง

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

2. การวัดปริมาตรของของเหลว

ควรเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดใดจึงจะเหมาะสม ดังนี้

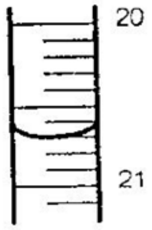
2.1 ถ้าต้องการวัดปริมาตรขนาด 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร เลือกใช้..

2.2 ถ้าต้องการวัดปริมาตรขนาด 0.75 ลูกบาศก์เซนติเมตร เลือกใช้...

2.3 ถ้าต้องการวัดปริมาตรขนาด 100.00 ลูกบาศก์เซนติเมตร เลือกใช้......................................

2.4 ถ้าต้องการวัดปริมาตรขนาด 28.50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เลือกใช้..

3. การอ่านปริมาตรของของเหลว

	ปริมาตรของของเหลวเท่ากับ.......................ลูกบาศก์เซนติเมตร

4. การใช้ปิเปตต์

ควรใช้นิ้วอะไรปิดปลายบนของปิเปตต์..

ขั้นตอนในการใช้ปิเปตต์มีดังนี้

....

....

....

....

....

....

....

ข้อห้ามในการใช้ปิเปตต์มีอะไรบ้าง

....

....

....

5. การรินและการเทสารเคมี

วิธีการรินสารเคมีที่เป็นของเหลว มีดังนี้

....

....

....

ข้อควรระวังในการรินสารเคมีที่เป็นของเหลวมีอะไรบ้าง

....

....

6. การกรอง

6.1 การกรองมี..........วิธี ดังนี้

....

....

....

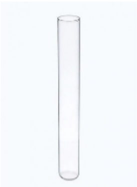
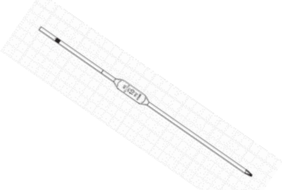
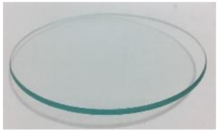
6.2 การพับกระดาษกรองมี..........วิธี ดังนี้

....

....

....

7. จงเติมชื่อของอุปกรณ์ต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)

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

1.6 ความหมายของวิทยาศาสตร์เคมี

รายวิชาเคมี หรือเรียกอีกอย่างว่า เคมีวิทยา เป็นสาขาวิชาหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร ไม่ว่าจะเป็นปฏิกิริยา การเกิดสาร องค์ประกอบภายในสาร โครงสร้างของสารและคุณสมบัติเฉพาะตัวของสาร โดยเน้นการศึกษาไปถึงหน่วยที่เล็กที่สุดของสาร นั่นคือ "อะตอม" และศึกษาการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่าง "อะตอมและอะตอม" จนไปถึงการศึกษาคุณสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งที่เกิดการปฏิสัมพันธ์นั้น ๆ นอกจากนั้นยังศึกษาเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารกับสิ่งที่ไม่ใช่สาร เช่น พลังงาน อีกด้วย

เคมี คือ ศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร ความสามารถของสสาร การแปรรูปของสสาร และการปฏิสัมพันธ์กับพลังงานและสสารด้วยกันเอง เนื่องจากความหลากหลายของสสาร ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของอะตอม นักเคมีจึงมักศึกษาโครงสร้าง คุณสมบัติ และการจัดเรียงอะตอมเพื่อรวมตัวกันเป็นโมเลกุล เช่น แก๊ส โลหะ หรือผลึกคริสตัล เคมีปัจจุบันได้ระบุว่าโครงสร้างของสสารในระดับอะตอมนั้นถือเป็นตัวกำหนดธรรมชาติของสสารทุกชนิด คำว่าเคมีในภาษาอังกฤษคือ chemistry ซึ่งมีที่มาจากภาษากรีก

เคมีมักจะถูกเรียกว่าเป็นวิทยาศาสตร์ศูนย์กลาง เนื่องจากวิชาเคมีนั้นเชื่อมต่อวิทยาศาสตร์อื่นๆเข้าด้วยกัน อย่างเช่นฟิสิกส์ ชีววิทยา หรือแม้แต่ธรณีศาสตร์ เคมีนำทางศาสตร์จำเพาะย่อย ๆ มากมายซึ่งโดยทั่วไปแล้วมักจะเหลื่อมล้ำกับวิทยาศาสตร์อื่นๆในอัตราที่ถือว่ามากทีเดียว อย่างไรก็ตามศาสตร์จำเพาะย่อยนั้นถือว่ามีความสำคัญทางเคมีอย่างมากเฉกเช่นการผลิตและทดสอบวัตถุที่แข็งแรง การผลิตยาเพื่อรักษาโรคต่างๆ และรวมไปถึงกำหนดขั้นตอนการทำงานของร่างกายในระดับเซลล์

เคมีโดยพื้นฐานแล้วนั้นมักจะเกี่ยวกับสสาร การปฏิสัมพันธ์ของสสารกับสสารด้วยกันเอง หรือการปฏิสัมพันธ์ของสสารกับสิ่งที่ไม่ใช่สสารอย่างเช่นพลังงาน แต่ศูนย์กลางของเคมีโดยทั่วไปคือการปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารเคมีด้วยกันในปฏิกิริยาเคมีโดยสารเคมีนั้นแปรรูปเป็นสารเคมีอีกชนิดหนึ่ง นี่อาจจะรวมไปถึงการฉายรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าสู่สารเคมีหรือสารผสม (ใน photochemistry) ในปฏิกิริยาเคมีที่ต้องการแรงกระตุ้นจากแสง อย่างไรก็ตาม ปฏิกิริยาเคมีนั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของเคมีซึ่งศึกษาสสารในด้านอื่นๆอีกมากมาย ตัวอย่างเช่น นักสเปกโตรสโคปีนั้นจะศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างแสงกับสสารโดยที่ไม่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้น (กฤษณา ชุติมา, 2547)

1.7 สรุป

วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยแขนงหลัก ๆ ของวิทยาศาสตร์ คือ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา ซึ่งทั้ง 3 แขนงเป็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกันจนไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และเจคติวิทยาศาสตร์ นอกเหนือไปกว่านั้น การได้มาซึ่งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีตัวช่วยในการปฏิบัติงาน นั่นคือ วัสดุ อุปกรณ์ด้านวิทยาศาสตร์ เช่น บีกเกอร์ ขวดวัดปริมาตร เป็นต้น

1.8 แบบฝึกหัดท้ายบท

1. จงบอกความสำคัญของวิชาเคมีและการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
2. จงบอกลักษณะของนักวิทยาศาสตร์มีอย่างน้อย 3 ข้อ พร้อมยกตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
3. จงเปลี่ยนความเข้มข้นของสาร 800 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ให้อยู่ในหน่วยนาโนกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

4. จงเปลี่ยนหน่วยต่อไปนี้

4.1 360,000,000 เมตร =..........................เซนติเมตร

4.2 0.00127 วินาที =..........................มิลลิวินาที

4.3 มวล 0.00035 เมกะกรัม ให้มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม

4.4 เส้นผมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0005 เมตร มีค่ากี่มิลลิเมตร

5. ดินน้ำมันก้อนหนึ่งที่จะนำไปหาปริมาตรด้วยการแทนที่น้ำนั้น ก่อนนำไปใส่น้ำในถ้วยยูรีกา ได้นำไปวัดขนาดด้วยไม้บรรทัดแล้วจดว่าได้ขนาดยาว 0.05 เมตร กว้าง 0.03 เมตร หนา 0.01 เมตร ซึ่งนำมาเขียนปริมาตรที่เหมาะสมได้อย่างไร

6. จำนวนต่อไปนี้มีเลขนัยสำคัญเท่าไร

6.1 8950 เลขนัยสำคัญเท่ากับ

6.2 3.21 x 10-5 เลขนัยสำคัญเท่ากับ

6.3 1.004 เลขนัยสำคัญเท่ากับ

7. จงหาผลลัพธ์โดยแสดงเลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง

7.1 6.5 x 10-3 + 3.50 x 10-4 - (8.755 x 10-4 x 2.8)

7.2 23.50 + 355.020 + 42.2 – 50.055

8. หากนักศึกษาต้องการวัดปริมาตรของสารละลายชนิดหนึ่งเพื่อนำไปเตรียมสารละลายเจือจาง ควรใช้วัสดุ อุปกรณ์อะไรบ้าง เพราะเหตุใด จงอธิบาย

1.9 เอกสารอ้างอิง

abc Colebrook, L. (1956). **“อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิ่ง 2424-2498” บันทึกชีวประวัติของ Fellows of the Royal Society**. 2: 117–126. DOI: 10.1098/rsbm.1956.0008. JSTOR 769479 S2CID 71887808.

elife-new. (2560). **ลักษณะทั่วไปของเครื่องชั่งแบบ Toploader**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2565, จาก https://elife-news.blogspot.com/2017/12/blog-post_21.html

SGURU. (2556). **พี่น้องตระกูลไรท์ วิลเบอร์ - ออร์วิล ไรท์ (Writhe Brother)**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2565, จาก https://guru.sanook.com/5240/

SGURU. (2556). **บีกเกอร์ (Beaker)**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2565, จาก https://guru.sanook.com/8399/

Skoog, D.A., West, D.M., Holler, F.J. & Crouch, S.R. (2013). **Fundamentals of Analytical Chemistry 9th edition**. United States: Cengage Learning Brooks/Cole.

กฤษณา ชุติมา. (2547). **หลักเคมีทั่วไป** (พิมพ์ครั้งที่ 10 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คงศักดิ์ ปัตตาฤทธิ์. (2558). **ปริมาณวิเคราะห์**. อยุธยา: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

ครูฟิสิกส์ไทย. (2564). **หลักของอาร์คิมิดิส.** สืบค้นเมื่อ 13 กรกฎาคม 2566, จาก https://www.thaiphysicsteacher.com/physics/contentclassmech/archimedes-principle/

ทีมงานทรูปลูกปัญญา. (2564). **ความหมายของวิทยาศาสตร์**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2565, จาก https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/408

ทีมงานทรูปลูกปัญญา. (2564). **ลักษณะสำคัญของนักวิทยาศาสตร์**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2565, จาก https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33057

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. (2538). **เทคนิคทางเคมี.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ประกายพรึก. หน้า 64 – 66.

พรพรรณ อุดมกาญจนนันท์ และสุชาดา จูอนุวัฒนกุล. (2551). **เคมีปริมาณวิเคราะห์ : เทคนิคและการทดลอง**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วชิรญาณ์ ศรีวัฒนะ. (2563). **Pendulum มหัศจรรย์ของนาฬิกาลูกตุ้ม**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2565, จาก https://www.scimath.org/article-physics/item/11350-pendulum

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (2561). **กฎของนิวตัน**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2565, จาก http://www.lesa.biz/astronomy/cosmos/newton

ไผ่ ทิมาศาสตร์. (2560). **การวัดและหน่วยวัด**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2565, จาก https://www.scimath.org/lesson-physics/item/7260-2017-06-12-16-08-32