

*Introductory Analytical
Chemistry Laboratory 2*

บทที่ 1

บทนำเกี่ยวกับการทำปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2

Introductory Analytical Chemistry Laboratory 2

ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2 (CM337) เป็นวิชาปฏิบัติการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หาปริมาณเชิงไฟฟ้า (Electroanalytical Method) และวิธีการแยกทางเคมี (Chemical Separation Method)

1. วัตถุประสงค์ของการเรียน

- 1.1 เพื่อให้ผู้เรียนทราบเทคนิคและวิธีการปฏิบัติการทดลองทางเคมีวิเคราะห์เชิงไฟฟ้าและการแยกทางเคมี
- 1.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองทางเคมีวิเคราะห์เชิงไฟฟ้าและการแยกทางเคมี และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณกับตัวอย่างชนิดต่างๆ
- 1.3 เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการเขียนรายงานผลการทดลอง การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลการทดลอง การสร้างกราฟ และการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ระเบียบในการเข้าทำปฏิบัติการทดลอง

- 2.1 ให้เข้าทำปฏิบัติการทดลองตรงตามเวลาที่กำหนดไม่อนุญาตให้นักศึกษาที่มาสายเกินกว่า 30 นาที ทำปฏิบัติการ
- 2.2 เมื่อเข้าห้องปฏิบัติการทดลองให้เบิกกุญแจตู้เครื่องมือที่ตรงกับเรื่องที่ต้องทำการทดลอง

2.3 ให้ทำปฏิบัติการทดลองแต่ละเรื่องตรงบริเวณ โต๊ะปฏิบัติการที่กำหนดให้ (คู่มือผังโต๊ะปฏิบัติการ) นักศึกษาจะไม่มีสถานที่ทำปฏิบัติการทดลองแน่นอน จะเปลี่ยนไปตามเรื่องที่ทำ การทดลอง

2.4 นักศึกษาต้องวางแผนงานการทดลอง วิธีเตรียมสารละลาย และทำความเข้าใจในทฤษฎี และวิธีการปฏิบัติการทดลองแต่ละเรื่องก่อนเข้าปฏิบัติการ และต้องวางแผนงานให้ทำการทดลองเสร็จทันเวลา

2.5 ต้องมีสมุดแผนงานและบันทึกข้อมูลคนละ 1 เล่ม ใ้จัดบันทึกปฏิบัติการทดลองเคมีวิเคราะห์ 2 (CM337) เท่านั้น ให้จัดบันทึกด้านขวามือของสมุดเพียงหน้าเดียว ด้านซ้ายมือไว้สำหรับแสดงวิธีการคำนวณ ทดเลข และบันทึกความจำส่วนตัวที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

2.6 ต้องใส่เสื้อคลุมปฏิบัติการทดลอง (gound) ทุกครั้งที่ทำการทดลอง

2.7 ห้ามนำอาหาร และเครื่องดื่มมารับประทานในห้องปฏิบัติการ

2.8 ก่อนใช้เครื่องมือในการทดลองต้องศึกษาวิธีการใช้ให้เข้าใจเสียก่อน โดยปกติอาจารย์ผู้ควบคุมจะอธิบายวิธีการใช้เครื่องมือแก่นักศึกษาเมื่อเตรียมสารละลายต่างๆ เสร็จแล้ว และพร้อมที่จะใช้เครื่องมือ

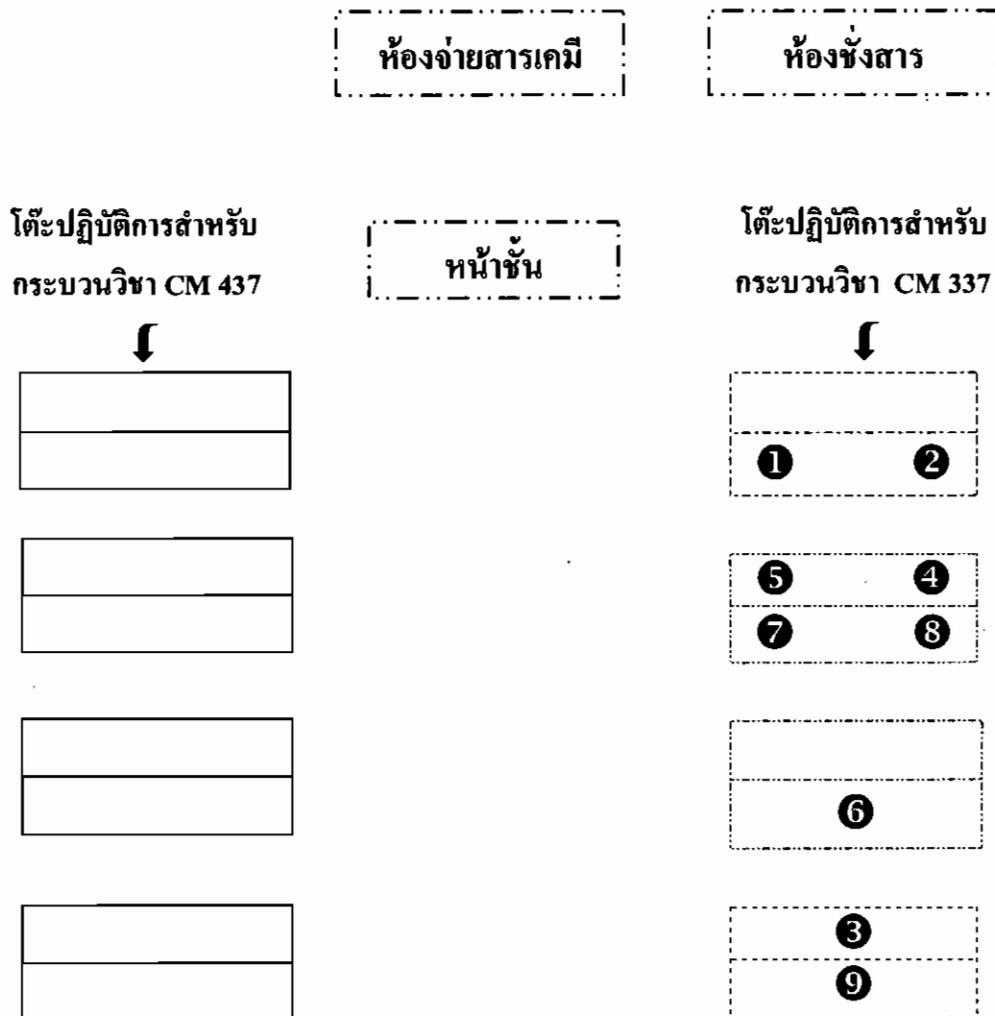
2.9 เมื่อเสร็จสิ้นปฏิบัติการทดลอง ต้องทำความสะอาดเครื่องมือและโต๊ะปฏิบัติการให้เรียบร้อย เครื่องมือต่างๆ ควรปิดฝาคคลุม (ถ้ามี) ไว้ด้วย ตรวจสอบความเรียบร้อยของก๊อกน้ำ ก๊าซ และสวิทซ์ไฟฟ้า โดยปิดให้เรียบร้อยก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ และคืนกุญแจตู้เครื่องมือ

2.10 ส่งข้อมูลที่ได้จากการทดลองเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง กลุ่มละ 1 ชุด

2.11 ทำรายงานการทดลองให้เสร็จภายใน 1 สัปดาห์ หลังจากทำปฏิบัติการเรียบร้อยแล้วรวบรวมเก็บไว้ส่งอาจารย์ผู้สอนวันสอบข้อเขียนปฏิบัติการพร้อมกันทุกฉบับ

2.12 ขาดทำการทดลองมากกว่า 2 ครั้ง ไม่มีสิทธิ์สอบข้อเขียนปฏิบัติการ

3. แผนผังโต๊ะปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์



⊗ สถานที่ทำปฏิบัติการทดลองเรื่องต่างๆ

ตู้ควัน

ตู้ควัน

ตู้ควัน

ตู้ควัน

4. ปฏิทินการเรียน

นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนกระบวนวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2 (CM 337) จะถูกจัดเป็นกลุ่มๆ ละ 2 - 3 คน พร้อมกับกำหนดเลขที่กลุ่ม เพื่อให้ทราบว่าในแต่ละสัปดาห์ จะต้องทำปฏิบัติการเรื่องใด เวลาที่ใช้ในการทำปฏิบัติการทดลอง 3 ชั่วโมง ต่อ 1 สัปดาห์ การทดลองใช้วิธีหมุนเวียนเรื่องที่ทำการทดลองดังแสดงไว้ในตารางข้างล่างนี้

สัปดาห์ที่ 1	10.00 - 12.00	ลงชื่อจัดกลุ่ม
สัปดาห์ที่ 2 (พุธ)	10.00 - 12.00	อธิบายการทดลองเรื่องที่ 4, 5 และ 9
	13.30 - 15.00	อธิบายการทดลองเรื่องที่ 1 และ 2
สัปดาห์ที่ 2 (พฤหัสบดี)	10.00 - 11.30	อธิบายการทดลองเรื่องที่ 3 และ 6
	13.30 - 15.00	อธิบายการทดลองเรื่องที่ 7 และ 8

หมายเหตุ ทุก section เข้าฟังอธิบายการทดลองพร้อมกัน

สัปดาห์ที่ทำปฏิบัติการ		การทดลองที่								
Sec1,2	Sec3,4	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
3	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	4	2	3	4	5	6	7	8	9	1
5	5	3	4	5	6	7	8	9	1	2
6	6	4	5	6	7	8	9	1	2	3
7	7	5	6	7	8	9	1	2	3	4
8	8	6	7	8	9	1	2	3	4	5
9	9	7	8	9	1	2	3	4	5	6
10	10	8	9	1	2	3	4	5	6	7
11	11	9	1	2	3	4	5	6	7	8
12	12	สรุปผลการทดลอง sec 1,2 เรื่องที่ 1, 2, 3, 7 และ 8 sec 3,4 เรื่องที่ 4, 5, 7 และ 8								
13	13	สรุปผลการทดลอง sec 1,2 เรื่องที่ 4, 5, 6, และ 9 sec 3,4 เรื่องที่ 1, 2, 3, 6 และ 9								

หมายเหตุ สอบข้อเขียนปฏิบัติการ ในสัปดาห์ที่ 14 เวลา 10.00 – 12.00 น.

(สถานที่และวันสอบจะกำหนดภายหลัง) ส่งรายงานและแผนงานในวันสอบ

อาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการทดลอง

Section 1, 2 การทดลองเรื่องที่ 1, 2, 3, 7 และ 8 ควบคุมโดย ผศ.ดร. สมบูรณ์ แก้วปั้นทอง
(วันพุธ) การทดลองเรื่องที่ 4, 5, 6, และ 9 ควบคุมโดย รศ. ชุตินา ศรีวิบูลย์

Section 3, 4 การทดลองเรื่องที่ 4, 5, 7, และ 8 ควบคุมโดย รศ. ธวัชชัย ศรีวิบูลย์
(วันพฤหัสบดี) การทดลองเรื่องที่ 1, 2, 3, 6 และ 9 ควบคุมโดย อ. คำรงค์ศักดิ์ แสนรัมย์

หัวข้อเรื่องปฏิบัติการทดลอง

การทดลอง ที่	เรื่อง	เลขที่หน้าใน หนังสือ
1 (5.1)	วิธีโพเทนชิโอเมตริกไทเทรชันปฏิกิริยา กรด - เบส	101
2 (5.2.2)	การหาปริมาณ โซเดียม โดยใช้ขั้ว ISE ในน้ำประปา	134
3 (7.1)	การหาความเข้มข้นของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ โดยวิธี คูลอมเมตริกไทเทรชัน	190
4 (11.3)	การหาปริมาณคาเฟอีนโดยวิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย	282
5 (8.1)	การหาปริมาณทองแดงโดยวิธีอิเล็กโทรกราวิเมตริก	213
6 (6.1)	คอนดักโทเมตริกไทเทรชันปฏิกิริยา กรด - เบส	167
7 (13.1)	การแลกเปลี่ยนไอออนกับการไทเทรตโดยวิธีการเกิด สารประกอบเชิงซ้อน	320
8 (13.2)	การแยกเหล็กออกจากโคบอลต์โดยวิธีการแลกเปลี่ยนไอออน	329
9 (14)	การหาปริมาณไอโอดีนโดยการใช้เครื่องไทเทรตอัตโนมัติ	344
นักศึกษาที่ทำปฏิบัติการทดลองวันพุธ ให้เข้าห้องปฏิบัติการ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับ สร้างกราฟของการทดลองที่ห้อง SCO 510 ในวันพฤหัสบดี		
นักศึกษาที่ทำปฏิบัติการทดลองวันพฤหัสบดี ให้เข้าห้องปฏิบัติการ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับ สร้างกราฟของการทดลองที่ห้อง SCO 510 ในวันพุธของสัปดาห์ถัดไป		

การวัดผล

- | | |
|--------------------------------------|------|
| 1. รายงาน | 30 % |
| 2. การเข้าเรียน แผนงาน และความตั้งใจ | 20 % |
| 3. สอบข้อเขียนปฏิบัติการ | 50 % |

หมายเหตุ การคิดคะแนนอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

5. รูปแบบการเขียนรายงาน

รายงานจะต้องประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1

การทดลองที่.....

เรื่อง.....

ชื่อผู้ทดลอง.....รหัสประจำตัว.....

ชื่อผู้ร่วมงาน 1).....รหัสประจำตัว.....

2).....รหัสประจำตัว.....

กลุ่มที่.....ตอนที่.....

ทำการทดลองวันที่.....วันที่ส่งรายงาน.....

อาจารย์ผู้ควบคุม.....

ส่วนที่ 2

มีลำดับหัวข้อเรื่องที่เขียนดังนี้

5.2.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

นักศึกษาต้องมีความเข้าใจในการทดลองเป็นอย่างดีจึงจะสามารถบอกวัตถุประสงค์ของการทดลองได้ถูกต้อง วัตถุประสงค์ของการทดลองไม่ใช่ให้เรียนรู้ถึงเทคนิคในการใช้เครื่องมือเพียงอย่างเดียว

5.2.2 ทฤษฎี

ควรเขียนเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง โดยสรุปให้ได้เนื้อความที่ถูกต้องตามที่ได้เรียนรู้หรือค้นคว้ามา ไม่ควรคัดลอกจากการบรรยายของอาจารย์มาทั้งหมดหรือจากหนังสือเล่มใดเล่มหนึ่ง

5.2.3 วิธีการทดลอง

ให้บอกถึงอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ตลอดจนวิธีดำเนินการทดลอง ถ้ามีการใช้เครื่องมือ ควรอธิบายขั้นตอนของวิธีการใช้ตามที่นักศึกษาได้ปฏิบัติจริงไว้ด้วย พร้อมทั้งบอกข้อควรระวังในการใช้เครื่องมืออันอาจทำให้เกิดความเสียหายได้

5.2.4 ข้อมูล

ควรรายงานข้อมูลที่ได้จากการทดลองเป็นตารางข้อมูล เพื่อความเข้าใจง่ายสำหรับผู้อ่านรายงาน

5.2.5 การคำนวณ

คำนวณผลการทดลองให้ได้คำตอบตามวัตถุประสงค์ การคำนวณต้องรักษากฎของเลขนัยสำคัญ (significant figure) และรายงานความแน่นอน (precision) ของการทดลองด้วย

5.2.6 สรุปผลและวิจารณ์

อธิบายและวิจารณ์ผลการทดลองพร้อมทั้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับผลการทดลองและเสนอความคิดเห็น

5.2.7 เอกสารอ้างอิง

การเขียนรายงานที่ดีต้องบอกถึงที่มาของเนื้อหาที่นำมาเขียนประกอบหรืออ้างอิงถึงด้วย ให้เขียนชื่อเอกสารอ้างอิงเฉพาะฉบับที่นำมาเท่านั้น ไม่ควรนำชื่อเอกสารมาใส่ไว้ในรายงานให้มากๆ โดยที่ไม่ได้ใช้หนังสือเล่มนั้นประกอบการเขียนรายงานเลย

เอกสารที่นำมาประกอบการเขียนรายงานมี 3 ประเภท คือ หนังสือ หรือตำรา วารสาร และสิ่งตีพิมพ์ ซึ่งแต่ละประเภทมีแนวการเขียน ดังนี้

ก. ประเภทหนังสือ การเขียนควรเรียงลำดับ ดังนี้

1. ชื่อผู้เขียน ให้เขียนชื่อสกุลขึ้นต้น ตามด้วยชื่อต้น และชื่อ 2 หรือ 3 ระหว่างชื่อสกุล และชื่อต้น มีจุลภาคขึ้น ชื่อที่ 2 และ 3 ของผู้เขียนนิยมใช้ชื่อย่อ ถ้ามีผู้เขียนหลายคนให้ใช้จุลภาคขึ้นระหว่างผู้เขียนแต่ละคน และใช้คำว่า “และ” นำหน้าผู้เขียนคนสุดท้าย
2. ชื่อหนังสือ ต้องเหมือนกับที่ปรากฏในเล่มหนังสือ และขีดเส้นใต้กำกับ ถ้าเป็นการพิมพ์ควรพิมพ์ด้วยตัวเอน หรือตัวเข้ม
3. ประเทศหรือเมืองที่พิมพ์
4. สำนักพิมพ์หรือผู้พิมพ์
5. ปีที่พิมพ์
6. เลขหน้าที่ตรงกับเรื่องที่นำมาอ้างอิง หรืออาจไม่ใช้ก็ได้

ควรมีเครื่องหมายจุลภาคขึ้นระหว่างการเขียนแต่ละชื่อ สำหรับข้อ 3 และ 4 ให้ค้นด้วยเครื่องหมาย :

ตัวอย่าง

1. Vogel, A.I., *Quantitative Inorganic Analysis*, New York : Wiley, 1961, pp. 259-280.
2. Skoog, D.A. and West, D.M., *Fundamentals of Analytical Chemistry*, New York : Holt, Rinehart and Winston, 1976, pp.405-420.

ข. ประเภทวารสารหรือสิ่งตีพิมพ์ การเขียนควรเรียงลำดับดังนี้

1. ชื่อผู้เขียน ใช้หลักเกี่ยวกับการเขียนประเภทหนังสือ
2. ชื่อวารสาร ควรใช้ชื่อย่อที่เป็นมาตรฐานของแต่ละวารสาร และขีดเส้นใต้ หรือพิมพ์ด้วยตัวเอน
3. ปีที่ (Volume) ควรพิมพ์ด้วยตัวหนังสือเข้ม
4. เล่มที่ (Number) บางครั้งไม่จำเป็นต้องใส่
5. ปีที่พิมพ์ ควรใส่ไว้ในวงเล็บ บางคำอาจใช้ วงเล็บปีที่พิมพ์ต่อจากชื่อผู้เขียน
ก่อนหน้าชื่อวารสาร
6. เลขหน้า

ตัวอย่าง

1. Mitchell, J.A., *Ind.Eng.chem., Anal.Ed.*, **19** (1974), 965-965
2. T.S. Licht and de Bethvne, A.J. "Recent Developments Concerning the Signs of Electrode Potentials." *J. Chem. Educ.*, **34** (1957), 433
3. Blomberg, S. and J. Roeraade. , *J. Chromatogr.* **394** (1987), 443

สรุปรูปแบบของการเขียนรายงาน

การทดลองที่.....

เรื่อง.....

ชื่อผู้ทดลอง.....รหัสประจำตัว.....

ชื่อผู้ร่วมงาน 1).....รหัสประจำตัว.....

2).....รหัสประจำตัว.....

กลุ่มที่.....ตอนที่.....

ทำการทดลองวันที่.....

อาจารย์ผู้ควบคุม.....

วัตถุประสงค์การทดลอง

.....

.....

.....

.....

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ในการทำปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์มีอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ ที่นักศึกษา ต้องใช้ในการทำปฏิบัติการทดลองทุกเรื่องคือ เครื่องชั่งอย่างละเอียด ดังนั้นก่อนขึ้นบทเรียนปฏิบัติการทดลอง นักศึกษาควรทบทวนกฎระเบียบและวิธีการใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียดก่อนดังนี้

6. กฎระเบียบในการใช้เครื่องชั่งไฟฟ้า

6.1 สิ่งของที่จะนำมาชั่งต้องมีอุณหภูมิเท่ากับเครื่องชั่ง วัตถุที่ร้อนจะชั่งได้เบากว่าความเป็นจริง และที่เย็นกว่าจะชั่งได้หนักกว่าความเป็นจริง

6.2 ห้ามชั่งวัตถุที่หนักกว่าความสามารถที่เครื่องชั่งจะชั่งได้ (เครื่องชั่งไฟฟ้าที่ใช้แค่ ละครุ่นจะระบุน้ำหนักที่สามารถชั่งได้ไว้ด้วย ควรตรวจสอบก่อนทำการชั่ง)

6.3 ห้ามวางรีเอเจนต์ทุกชนิดโดยตรงบนจานชั่ง จะต้องวางบนกระดาษหยาบ ในขวดชั่ง หรือในปิเกตอร์ขนาดเล็ก ห้ามใช้กระดาษกรองรองชั่ง และของเหลวที่ระเหยง่ายต้องมีจุกปิดขวดชั่งอย่างสนิท

6.4 ก่อนชั่งต้องตรวจสอบคุณภาพความเรียบร้อยของเครื่องชั่งว่าใช้งานได้หรือไม่ ถ้ามีปัญหาต้องสอบถามอาจารย์ผู้ควบคุม

6.5 ในการชั่งด้วยเครื่องชั่งแมคานิกส์ เมื่อต้องการเพิ่มหรือลดน้ำหนักหรือต้องการนำสารออกหรือเพิ่มสารจะต้องปิดเครื่องชั่งทุกครั้ง

6.6 ต้องปิดตู้เครื่องชั่งทุกครั้งที่ต้องการชั่ง

6.7 เมื่อเลิกใช้เครื่องชั่งต้องลดน้ำหนักเครื่องชั่งให้เป็นศูนย์หมด กรณีของเครื่องชั่งไฟฟ้าแบบแมคานิกส์

6.8 ต้องรักษาความสะอาดเครื่องชั่งไม่ให้มีสารหกหล่นในเครื่องชั่ง และบริเวณรอบๆ เครื่องชั่ง

6.9 ในการหาปริมาณของสารตัวอย่างชนิดหนึ่งถ้ามีการใช้เครื่องชั่งหลายๆ ครั้ง ให้ใช้เครื่องชั่งเครื่องเดียวกันตลอดการทดลอง

สำหรับเครื่องชั่งไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2 (CM 337) ได้แก่

- ยี่ห้อ Mettler Model H33AR เป็นเครื่องชั่งแบบแมคานิกส์
 - ยี่ห้อ Mettler Model AT200 เป็นเครื่องชั่งแบบอิเล็กทรอนิกส์
 - ยี่ห้อ Denver Model TC-254 เป็นเครื่องชั่งแบบอิเล็กทรอนิกส์
- ซึ่งแต่ละเครื่องมีวิธีการใช้ดังต่อไปนี้

7. วิธีการใช้เครื่องชั่งไฟฟ้า Mettler แบบแมคานิกส์

7.1 วิธีชั่งสารแบบธรรมดา

1. ก่อนชั่งสารให้ตรวจเครื่องชั่งให้อยู่ในลักษณะที่ตัวเลขเป็นศูนย์ และปลดล็อกที่ปุ่ม 8 (ดูรูปที่ 1.1)

2. หมุนปุ่ม 8 มาทางซ้ายมือ จะต้องปรากฏเลข 000000 อยู่บนหน้าปัด 3, 4, 7 และขีดสีดำต้องอยู่กลางระหว่างแถบสีดำของช่องสุดท้าย แสดงว่าเครื่องชั่งอยู่ในสมดุลพร้อมที่จะใช้ได้ แต่ถ้าขีดสีดำยังไม่อยู่ตรงกลางระหว่างแถบสีดำให้หมุนปุ่ม 1, 2 ถ้าไม่สามารถปรับเครื่องชั่งให้อยู่ในสมดุลได้ให้บอกอาจารย์ผู้ควบคุม อย่าหมุนปุ่มต่างๆ โดยไม่ทราบหน้าที่ของแต่ละปุ่มเป็นอันขาด

3. ปิดเครื่องชั่งโดยการหมุนปุ่ม 8 กลับที่เดิม ก่อนที่จะนำสารมาใส่ในจานชั่งหรือนำออก เครื่องชั่งจะต้องถูกปิดอยู่ทุกครั้ง ห้ามนำสารมาใส่ หรือนำออกในขณะที่เครื่องชั่งเปิดอยู่ และสารที่นำมาชั่งต้องไม่วางลงบนจาน โดยตรงจะต้องวางบนกระดาษฟิวส์หรือในขวดสำหรับชั่งของเหลว ที่ระเหยได้จะต้องใช้ภาชนะที่มีจุกปิดแน่นสนิท

4. นำสิ่งของที่ต้องการชั่งใส่ไว้บนจานชั่งให้อยู่กลางจาน

5. หมุนปุ่ม 8 ไปทางขวามือ เพื่อหาค่าหนักโดยประมาณของสิ่งของที่ชั่ง

- Mettler model H33 and H35 จะปรากฏตัวเลขบนหน้าปัดช่อง 4 ซึ่งจะได้ค่าประมาณออกมาเป็นกรัม เช่น ถ้าปรากฏตัวเลขเป็นเลข 23 ก็แสดงว่าของนั้นหนักประมาณ 23 กรัม ปิดเครื่องชั่ง หมุนปุ่ม 11 ไปที่เลข 2 และหมุนปุ่ม 12 ไปที่เลข 3 จะปรากฏตัวเลข 23 บนหน้าปัด 3

- Mettler model H31 and H34 จะมีวิธีการหาน้ำหนักประมาณ โดยการเพิ่มน้ำหนักทีละ 1 หรือ 10 กรัม โดยหมุนปุ่ม 11 หรือ 12 เมื่อเพิ่มน้ำหนักไปมากเกินไปพอตัวเลขที่ปรากฏบนหน้าปัด 4 จะหายไป ให้ลดน้ำหนักลง 1 กรัม จะทำให้ตัวเลขกลับคืนมา และตัวเลขที่ปรากฏบนหน้าปัด 3 ก็คือ น้ำหนักประมาณ ปิดเครื่องชั่ง (ถ้าสิ่งของหนักเกิน 10 กรัม ให้เพิ่มน้ำหนักทีละ 10 กรัม แล้วจึงค่อย เพิ่มทีละ 1 กรัม)

6. เปิดเครื่องชั่งโดยหมุนปุ่ม 8 ไปทางซ้ายมือ เพื่ออ่านค่าน้ำหนักละเอียด เมื่อถึงขั้นนี้ ตัวเลขที่ปรากฏอยู่บนหน้าปัดจะยังไม่ถูกต้องใน 2 ตำแหน่งสุดท้าย ให้หมุนปุ่ม 6 จนกระทั่งขีดสีดำ อยู่ตรงช่องว่างของแถบสีดำในช่องสุดท้าย

7. ให้อ่านน้ำหนักที่ชั่งได้นี้จากตัวเลขที่ปรากฏอยู่บนหน้าปัดทุกตัว พร้อมทั้งจด บันทึกในสมุดที่ทำการทดลอง (ถ้าต้องการทราบน้ำหนักสารต้องชั่งภาชนะก่อน แล้วจึงชั่งน้ำหนัก สารบวกกับภาชนะแล้วนำในหักลบกัน)

8. ปิดเครื่องชั่ง ทำให้เครื่องชั่งอยู่ในลักษณะที่มีตัวเลขปรากฏอยู่เป็นศูนย์หมด

9. เอาสิ่งของที่ชั่งออกจากเครื่องชั่ง พร้อมทำความสะอาดเครื่องชั่ง แล้วเอาผ้าคลุม ไว้ให้เรียบร้อย

7.2 วิธีชั่งแบบหักน้ำหนักภาชนะไปในตัว Mettler model H35

1. ก่อนชั่งสารให้ตรวจเครื่องชั่งให้อยู่ในลักษณะที่มีตัวเลขเป็นศูนย์ และปลดล็อก ที่ปุ่ม 8

2. นำภาชนะที่ใส่สารที่ต้องการชั่งใส่ไว้บนจานชั่งให้อยู่กลางจาน

3. หมุนปุ่ม 1 ให้เข็มชี้ไปที่ T

4. หมุนปุ่ม 8 ไปทางขวามือเพื่ออ่านน้ำหนักประมาณบนช่อง 4 ซึ่งจะได้ค่าประมาณ เป็นกรัม เช่นถ้าอ่านได้ 05 แสดงว่าน้ำหนักประมาณ 5 กรัม

CM 337

15

5. หมุนปุ่ม 8 กลับที่เดิม (ปิดเครื่องชั่ง)

6. หมุนปุ่ม 12 ให้น้ำหนักถึง 5 กรัม โดยเลข 5 จะอยู่ที่ช่อง 10

7. หมุนปุ่ม 8 มาทางซ้ายมือแล้วหมุนปุ่ม 1,2 จนกระทั่งตัวเลขในช่อง 3, 4, 7 เป็น ศูนย์หมด

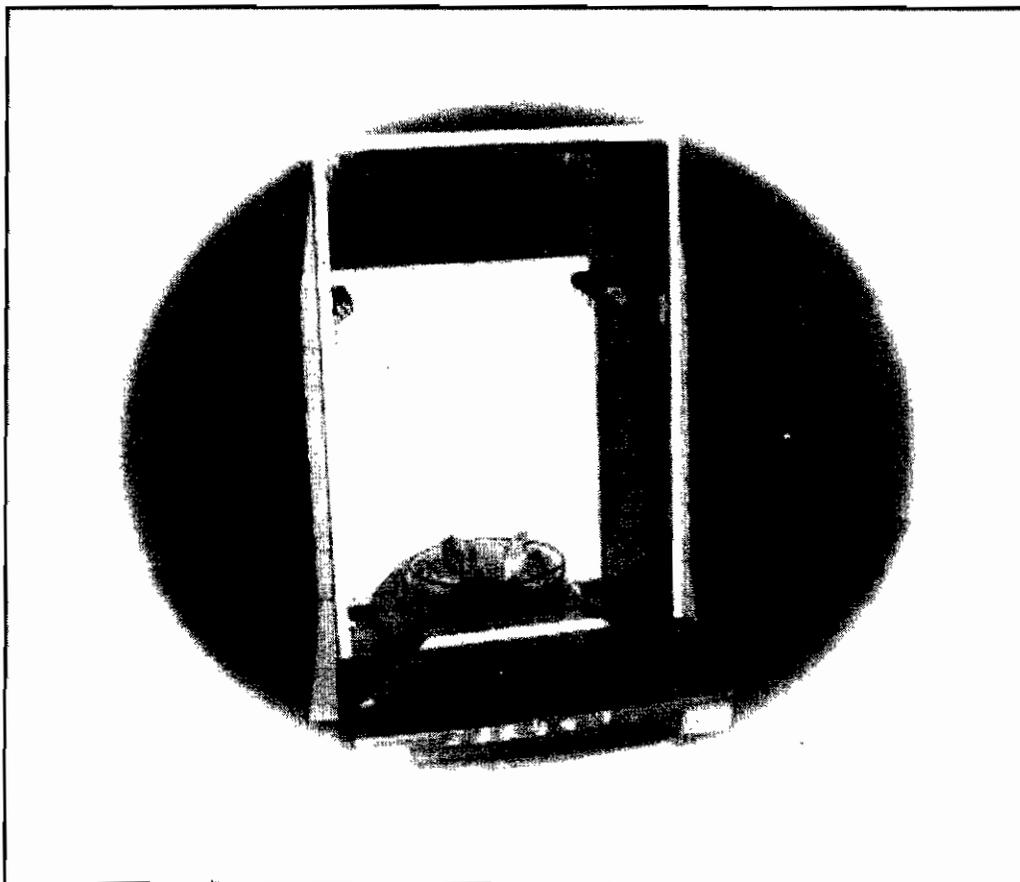
8. หมุนปุ่ม 8 กลับที่เดิมจากนั้นหมุนปุ่ม 9 ไปที่ I

9. เติมสารที่ต้องการชั่งลงในภาชนะนั้นให้อ่านค่าประมาณอีกครั้ง เช่น อ่านได้ ประมาณ 9 กรัม ให้เอา 5 กรัมของภาชนะลบบอกจาก 9 กรัม จะเหลือ 4 กรัม ซึ่งเป็นค่าประมาณ ของสารนั้น หมุนปุ่ม 8 กลับที่เดิม

5. หมุนปุ่ม 8 กลับที่เดิม (ปิดเครื่องชั่ง)
6. หมุนปุ่ม 12 ให้น้ำหนักถึง 5 กรัม โดยเลข 5 จะอยู่ที่ช่อง 10
7. หมุนปุ่ม 8 มาทางซ้ายมือแล้วหมุนปุ่ม 1,2 จนกระทั่งตัวเลขในช่อง 3, 4, 7 เป็นศูนย์หมด
8. หมุนปุ่ม 8 กลับที่เดิมจากนั้นหมุนปุ่ม 9 ไปที่ I
9. เติมสารที่ต้องการชั่งลงในภาชนะนั้นให้อ่านค่าประมาณอีกครั้ง เช่น อ่านได้ประมาณ 9 กรัม ให้เอา 5 กรัมของภาชนะลบออกจาก 9 กรัม จะเหลือ 4 กรัม ซึ่งเป็นค่าประมาณของสารนั้น หมุนปุ่ม 8 กลับที่เดิม
10. ให้หมุนปุ่ม 12 จนกระทั่งตัวเลขขึ้นที่หน้าปัด 3 เป็น 4 จากนั้นให้หมุนปุ่ม 8 ไปทาง ซ้ายมือและหมุนปุ่ม 6 จนกระทั่งขีดสีดำอยู่ตรงช่องว่างของแถบสีดำ อ่านค่าละเอียดพร้อมบันทึกผลตัวเลขในช่อง 3, 4, 7 ซึ่งจะเป็นน้ำหนักของสารนั้นเพียงอย่างเดียว ปิดเครื่องชั่ง
11. เอาภาชนะพร้อมสารออกจากเครื่องชั่งหมุนปุ่ม 12 จนตัวเลขเป็นศูนย์บนหน้าปัด 3
12. หมุนปุ่ม 9 ไปที่ T แล้วหมุนปุ่ม 12 จนตัวเลขบนหน้าปัด 10 เป็นศูนย์ แล้วหมุนปุ่ม กลับมาที่ I ตามเดิม
13. หมุนปุ่ม 8 มาทางซ้ายมือ (เปิดเครื่อง) แล้วปรับเครื่องโดยหมุนปุ่ม 1 และ 2 จนตัวเลขที่ปรากฏบนหน้าปัด 3, 4, 7 เป็นศูนย์หมด ปิดเครื่องชั่งและทำความสะอาดพร้อมทั้งเอาผ้าคลุมให้เรียบร้อย

หมายเหตุ Mettler model H 33 ไม่สามารถชั่งแบบหักน้ำหนักภาชนะได้

8. วิธีการใช้เครื่องชั่งไฟฟ้า Mettler Model AT200



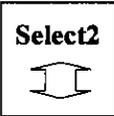
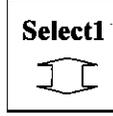
รูปที่ 1.2 เครื่องชั่งไฟฟ้า Mettler Model AT200

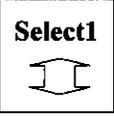
1. กดสวิทช์ Power ที่ stabilizer : PS.409 ให้เป็น On

2. ที่หน้าจอของเครื่องชั่งจะปรากฏคำว่า "STANBY" จากนั้นให้กดแผง โดยกดลง เพื่อเปิดเครื่องชั่ง (เริ่มการทำงาน)

หมายเหตุ การทำงานของเครื่องชั่งรุ่นนี้แผง และ ก็อแผงเดียวกัน

3. เครื่องชั่งจะ Auto Calibrate รอจนหน้าจอของเครื่องชั่งแสดงตัวเลข 0.0000 g ถ้าไม่เป็นศูนย์ให้กด **Re - Zero** เพื่อปรับให้อ่านค่าเป็นศูนย์

หรือ **Select2**  4. เมื่อต้องการชั่งน้ำหนักของภาชนะให้เปิดประตูเครื่องชั่งโดยกด **Select1** 

5. จากนั้นนำภาชนะใส่บริเวณตรงกลางของเครื่องชั่ง และปิดประตูเครื่องชั่งโดยกดที่ **Select1**  หรือ **Select2**  อีกครั้ง

6. เมื่อเครื่องชั่งอ่านค่าของภาชนะได้แล้ว ให้กดที่ **Re - Zero** เพื่อทำการหักน้ำหนักภาชนะ และที่หน้าจอของเครื่องชั่งจะปรากฏ 0.0000 g

7. ทำการเปิดประตูเครื่องชั่ง และนำภาชนะมาใส่สารที่ต้องการจะชั่ง ปิดเครื่องชั่ง และรอจนตัวเลขนิ่งแล้วอ่านค่าน้ำหนัก เมื่อทำการชั่งน้ำหนักของสารเสร็จแล้วให้นำออกจากเครื่องชั่ง

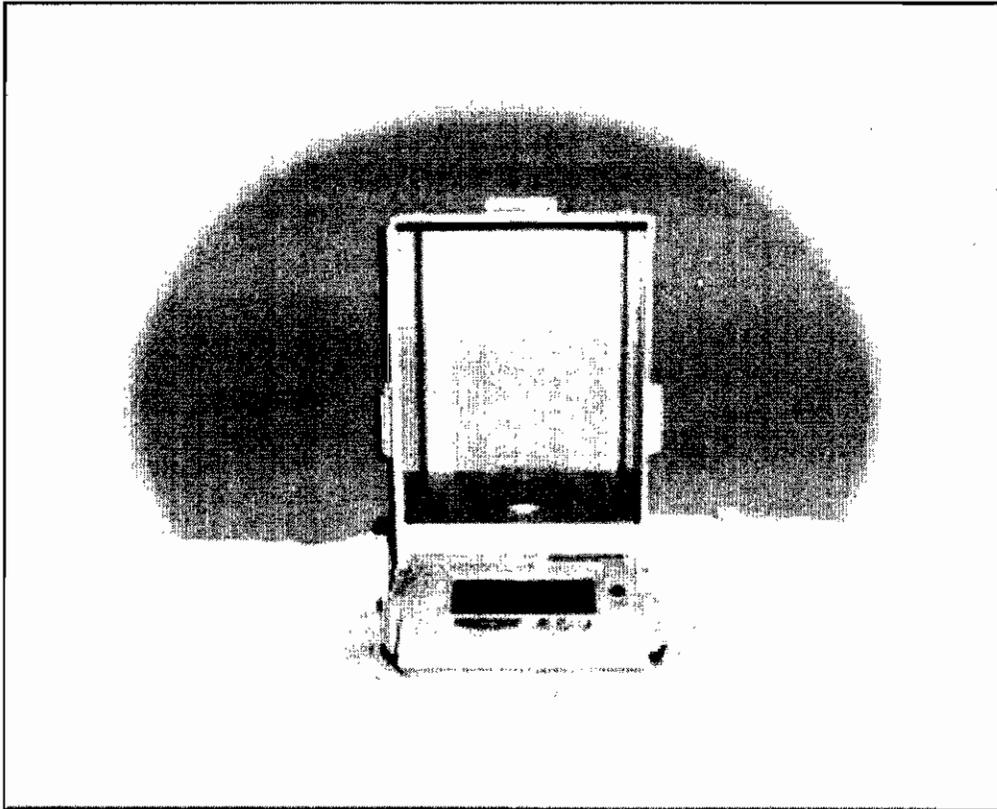
8. กด **Re - Zero** เพื่อให้หน้าจอขึ้น 0.0000 g ก่อนที่จะปิดเครื่องชั่ง

9. ทำการปิดเครื่องชั่งโดยค้นแผง **Re - Zero** หรือ **On / Off** ขึ้น

10. ที่หน้าจอของเครื่องชั่งจะปรากฏ “STANBY”

11. ปิดสวิทซ์ที่ Power stabilizer ให้เป็น off และปิดผ้าคลุมให้เรียบร้อย

9. วิธีการใช้เครื่องชั่งไฟฟ้า Denver Model TC-254



รูปที่ 1.3 เครื่องชั่งไฟฟ้า Denver Model TC-254

1. เสียบปลั๊กเครื่องชั่ง ที่หน้าของเครื่องชั่งจะปรากฏ 0.0000 g : STABILIZING ให้รอนหน้าจอขึ้น 0.0000 g
2. เมื่อต้องการชั่งน้ำหนักของภาชนะให้เปิดประตูเครื่องชั่ง โดยใช้มือเลื่อนเปิด/ปิดประตู
3. จากนั้นนำภาชนะใส่บริเวณตรงกลางของเครื่องชั่ง รอนเครื่องชั่งอ่านค่านิ่ง จากนั้นกดปุ่ม Zero เพื่อห้กลับน้ำหนักของภาชนะ

4. ทำการเปิดประตูเครื่องชั่ง และนำภาชนะใส่สารที่ต้องการชั่ง จากนั้นเมื่อทำการชั่งน้ำหนักของสารเสร็จแล้ว ให้นำออกจากเครื่องชั่ง

5. กดปุ่ม Zero ให้ขึ้น 0.0000 g

6. เมื่อชั่งเสร็จกดปุ่ม Display on / off ที่อยู่ด้านขวาข้างไว้ เพื่อทำการปิดเครื่อง

7. ดึงปลั๊กเครื่องชั่งออก และปิดฝาคถุุมให้เรียบร้อย