

# บทที่ 1

## บทนำ

การทดลองในห้องปฏิบัติการทางเคมี ผู้ทำการทดลองจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ เทคนิคในการใช้อุปกรณ์และเครื่องแก้วต่าง ๆ และจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่สุดอย่างยิ่ง อันตรายอาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์และความระมัดระวัง หรือความไม่คุ้นเคยต่อการใช้งานอุปกรณ์และเครื่องแก้วต่าง ๆ เพราะฉะนั้นผู้ทำงานในห้องปฏิบัติการจึงควรต้องมีความรู้ความเข้าใจถึงข้อควรปฏิบัติทั่ว ๆ ไปรวมทั้งการระวังความปลอดภัยจากไฟ สารเคมีและการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ

### 1. ข้อควรปฏิบัติทั่ว ๆ ไปของผู้ที่จะทำการปฏิบัติการทางเคมี

1.1) ต้องเตรียมแผนงานลงในสมุดบันทึกการปฏิบัติการ โดยดูว่าบทที่จะทำการทดลองนั้นจะต้องใช้สารเคมี หรือเครื่องมืออะไรบ้าง ควรจะบันทึกเป็นขั้นตอนในการทดลอง เพื่อจะได้ไม่ต้องเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์

1.2) ห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากอุบัติเหตุเกี่ยวกับการเกิดไฟในห้องปฏิบัติการทางเคมีเกิดขึ้นได้ง่ายมาก เพราะมีตัวทำละลายหลายชนิดที่เป็นสารไวไฟ เมื่อถูกเปลวไฟจะลุกไหม้ทันทีและถ้าลุกลามถึงขวดบรรจุตัวทำละลายขนาดใหญ่ก็อาจจะเกิดระเบิดได้

1.3) ห้ามทำการทดลองอื่น ๆ ที่อาจารย์มิได้กำหนด และห้ามทำนอกเหนือเวลาปฏิบัติการ ยกเว้นได้รับการอนุญาตจากอาจารย์ผู้ควบคุม เพราะการทำปฏิบัติการโดยลำพังหรือทำการทดลองอื่น ๆ ที่มีได้กำหนด ซึ่งบางครั้งนักศึกษาอาจจะทำไปโดยขาดความรู้ความเข้าใจ ก็อาจจะเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ขึ้นได้

1.4) นักศึกษาควรรู้ที่เก็บเครื่องฉีดยาดับเพลิง ถังทราย และวิธีการใช้ เพื่อให้ได้ใช้ทันท่วงทีเมื่อเกิดไฟไหม้ขึ้น

1.5) ควรสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการเพื่อป้องกันการรูดราดของสารเคมี

1.6) ควรสวมแว่นตานิรภัย เพื่อป้องกันดวงตา ตลอดเวลาที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ เพราะการสวมแว่นตาไม่ได้ป้องกันเฉพาะปฏิบัติการของตนเอง แต่ยังป้องกันการเกิดจากการทดลองของผู้ทำการทดลองข้างเคียง

1.7) ขณะทำการทดลองที่มีการต้มหรือให้สารทำปฏิกิริยากัน ควรหันปากหลอดทดลอง

ไปในทางที่ไม่มีคน และควรหมุนหลอดการทดลองไปมา เพื่อให้สารได้รับความร้อนโดยทั่วถึงกัน เป็นการป้องกันการฟุ้งของสาร

1.8) ห้ามทดสอบอันตรายลงในอ่างน้ำ ให้เทในภาชนะที่เตรียมไว้ให้ตามชนิดของสาร

1.9) เมื่อปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว ให้นักศึกษาทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการ ปิดก๊าซ และน้ำให้เรียบร้อย

1.10) ให้เขียนผลการทดลองในสมุดบันทึก และส่งแบบรายงานการทดลอง (ถ้ามี)

## 2. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมี

### 2.1 อันตรายจากไฟ

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นใหญ่ในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากไฟ และสารเคมี เนื่องจากมีตัวทำละลายหลายชนิดที่เป็นสารไวไฟ เมื่อถูกเปลวไฟจะลุกไหม้ได้ทันที และถ้าหากลุกลามถึงขวดบรรจุสารนั้นก็อาจจะเกิดระเบิดขึ้นได้ ดังนั้นถ้าขาดความรู้และความระมัดระวัง ก็อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุจากไฟได้โดยง่าย

ข้อควรระวังเกี่ยวกับการเกิดอุบัติเหตุจากไฟในห้องปฏิบัติการ

(1) ควรหลีกเลี่ยงเปลวไฟในห้องปฏิบัติการ โดยการเปลี่ยนวิธีให้ความร้อนโดยใช้ไฟฟ้าแทน แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้เปลวไฟ ควรใช้อย่างระมัดระวัง

(2) ไม่ควรถ่ายเทของเหลวไวไฟใกล้เปลวไฟ และควรรู้ว่ามีส่วนใดบ้างที่มีคุณสมบัติการลุกติดไฟได้ง่าย ๆ สารเหล่านี้ เช่น อะซิโตน เมทานอล เอทิลอีเธอร์ เบนซีน ปีโตรเลียมอีเธอร์ เป็นสารที่ลุกติดไฟได้ง่าย

(3) ไม่ควรให้ความร้อนในเครื่องมือที่เป็นแบบภาชนะปิด เพราะอาจเกิดความดันภายในทำให้เกิดการระเบิดและเกิดไฟไหม้ได้

การเกิดอุบัติเหตุจากไฟจึงควรรู้ว่าจะปฏิบัติอย่างไร เพื่อแก้ไขได้รวดเร็วที่สุด ดังนั้นเมื่อเกิดไฟไหม้ขึ้นจึงควรปฏิบัติดังนี้

(1) ควรปิดสวิทช์ไฟทุกชนิดและย้ายขวดบรรจุสารไวไฟออกจากบริเวณที่เกิดไฟไหม้อย่างเร็วที่สุด

(2) ควรแจ้งให้หน่วยดับเพลิงทราบ แล้วรีบดับไฟด้วยเครื่องดับเพลิงที่มีอยู่

(3) ควรรู้ที่ไว้เครื่องดับเพลิงและวิธีใช้ เช่น ไฟที่เกิดจากการลุกไหม้ของของเหลวและก๊าซที่ติดไฟ หรือเกิดจากเครื่องไฟฟ้ารวมทั้งไฟที่เกิดจากการเผาไหม้โลหะบางชนิด ควรใช้เครื่องดับเพลิงชนิดที่บรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือบรรจุผงเคมีแห้ง หรือทราย ไม่ควรใช้น้ำเป็นอันตรายเพราะจะทำให้ไฟลุกลามมากยิ่งขึ้นหรืออันตรายถึงชีวิต

## 2.2 อันตรายจากสารเคมี

สารเคมีเกือบทุกชนิดเป็นพิษต่อร่างกาย แต่ความเป็นพิษมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณและระยะเวลาที่สัมผัสสารนั้น พิษของสารเคมีจะมีผลต่อร่างกายส่วนที่ถูกสารนั้นโดยตรง หรืออาจเข้าไปในร่างกายแล้วถูกสะสมไว้นานมีผลให้ระบบใดระบบหนึ่งในร่างกายผิดปกติ ดังนั้นการใช้สารเคมีใด ๆ ผู้ใช้ควรทราบถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น เพื่อที่จะได้เพิ่มความระมัดระวังในการใช้ และป้องกันให้ถูกวิธี

### การป้องกันสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย

เนื่องจากสารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้หลายทางจึงควรหาทางป้องกันการเข้าสู่ร่างกายของสารนั้น

2.2.1 *ทางปาก* การที่สารเคมีเข้าสู่ร่างกายทางปากเป็นอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบ่อยมากในห้องทดลอง เช่น การเปิดสารเคมีโดยการใช้ปากดูด หรืออาหารที่เอาเข้าไปรับประทานในห้องปฏิบัติการเคมีซึ่งมีไอของสารฟุ้งกระจายอยู่ทั่วไป เพราะฉะนั้นการเปิดสารเคมีควรใช้ลูกยางช่วย และต้องงดเว้นการรับประทานอาหารในห้องปฏิบัติการโดยเด็ดขาด

2.2.2 *ทางผิวหนัง* โดยการดูดซึม โดยเฉพาะพวกที่ใช้เป็นตัวทำละลายหรือพวกน้ำมัน บางชนิดซึ่งอาจไปละลายไขมันจากผิวหนัง ทำให้ผิวหนังแห้งและเกิดการติดเชื้อได้ง่าย นอกจากนี้อาจจะถูกดูดซึมไปจนถึงระบบอื่น ๆ และแสดงอาการของโรคที่อวัยวะอื่นได้ เพราะฉะนั้นในการทดลองในห้องปฏิบัติการจึงควรใส่เสื้อกาวน์ หรือควรใส่ถุงมือเวลาจับต้องสารอันตราย และถ้าสารเคมีถูกผิวหนังส่วนใดควรล้างน้ำทันที หรือบางชนิดอาจต้องล้างด้วยน้ำและสบู่ด้วย แล้วจึงใช้ครีมทาสำหรับแก้พิษสาร

2.2.3 *ทางลมหายใจ* การสูดดมสารเคมีที่เป็นก๊าซหรือสารที่ระเหยกลายเป็นไอได้ง่ายเป็นอันตรายต่อสุขภาพเป็นอย่างมาก บางชนิดอาจกัดทำลายเยื่อจมูก เยื่อปอด หรือก๊าซพิษบางชนิดทำให้เกิดอาการเฉียบพลันอาจถึงตายได้ทันที แต่บางชนิดอาจเข้าไปสะสมในร่างกายแล้วทำให้เกิดอาการเรื้อรัง เพราะฉะนั้นผู้ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการทางเคมี จึงควรสนใจและตระหนักถึงอันตรายของสารเคมีที่เป็นพิษ และเพิ่มความระมัดระวังในการใช้มากยิ่งขึ้น

เพื่อให้ทราบว่าสารพิษที่เข้าสู่ร่างกายเป็นปริมาณเท่าใด จึงจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนั้นการกำหนดมาตรฐานของปริมาณความเป็นพิษของสารเคมีที่เข้าสู่ร่างกายที่นิยมใช้ในปัจจุบันนี้คือ การวัดค่าความเข้มข้นที่ยอมรับได้สูงสุด (Threshold limit value : TLV) เป็นค่าที่มนุษย์สามารถรับได้โดยไม่เกิดอาการที่แสดงความเป็นพิษออกมาเมื่อได้รับสารนั้น ค่า TLV มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมของก๊าซหรือไอในอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ที่ 25 องศาเซนติเกรด

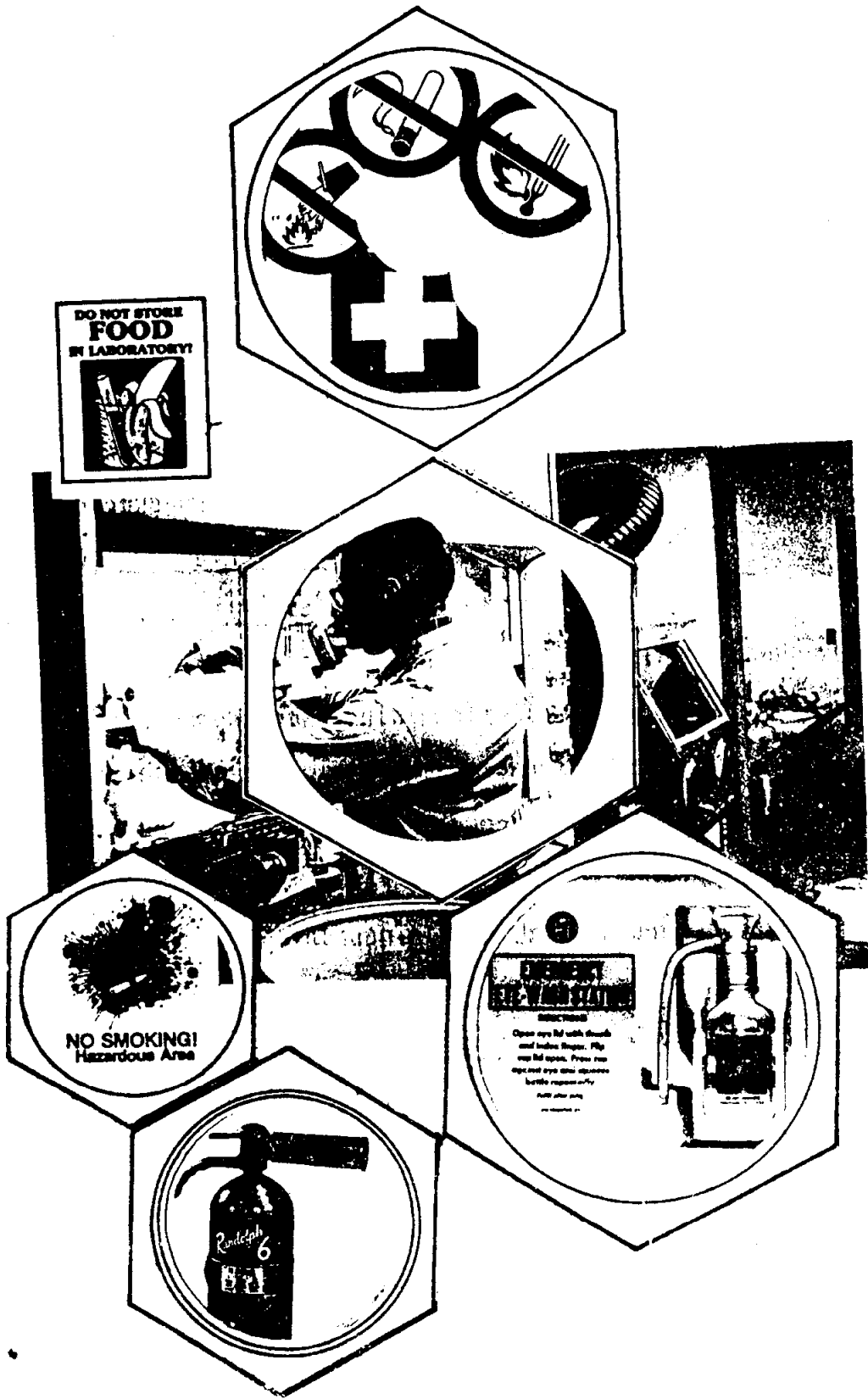
ความดัน 760 มิลลิเมตร หรือ ppm (part per million) เนื่องจากแต่ละคนมีความต้านทานไม่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อร่างกายได้รับสารหนึ่งที่มีค่าใกล้เคียงกับค่า TLV ที่กำหนด บางคนอาจไม่แสดงอาการ แต่บางคนอาจเกิดอาการเหนื่อยอ่อน วิงเวียน หรือปวดศีรษะได้ ค่า TLV ของแต่ละสารดูได้จาก ตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ค่าแสดงความเข้มข้นสูงสุด (TLV) ของสารพิษที่เป็นของเหลวระเหยหรือก๊าซ

สาร	TLV(ppm)	สาร	TLV(ppm)
กรดอะซีติก	10	เอทิลแอลกอฮอล์	1000
อะซีติกแอนไฮไดรด์	5	เอทิลเอมีน	10
อะซีโตน	1000	เอทิลีนไดเอมีน	10
อะซีโตนไไตรด์	40	ฟลูออรีน	0.1
แอมโมเนีย	50	ฟอร์มัลดีไฮด์	c 5
อะนิลีน	5	n-เฮกเซน	500
อาร์ซีน	0.05	ไฮดราซีน	1
เบนซีน	c 25	ไฮโดรเจน โบรไมด์ แอนไฮไดรด์	3
โบรอนไตรฟลูออไรด์	c 1	ไฮโดรเจนคลอไรด์	c 5
โบรมีน	0.1	ไฮโดรเจน ซยาไนด์	10
โบรมออีเทน (เอทิลโบรไมด์)	c 20	ไฮโดรเจนฟลูออไรด์	3
โบรมอมีเทน (เมทิลโบรไมด์)	c 20	ไฮโดรเจนฟลูออไรด์	3
1, 3 บิวทะไดอิน	1000	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 90%	1
n-บิวทิลเอมีน	c 5	ไฮโดรเจนซัลไฟด์	0.05
คาร์บอนไดออกไซด์	5000	ไฮโดรเจนซัลไฟด์	10
คาร์บอนไดซัลไฟด์	20	ไอโอดีน	c 0.1
คาร์บอนมอนอกไซด์	50	มีเทนไทออล (เมทิลเมอร์แคปเทน)	10
คาร์บอนเตตระคลอไรด์	10	เมทานอล (เมทิล แอลกอฮอล์)	200
คลอรีน	c 1	นิกเกิลคาร์บอนิล	0.001
คลอรีนไตรฟลูออไรด์	c 0.1	กรดไนตริก	2
คลอโรเบนซีน	75	ไนตริกออกไซด์	25
คลอโรอีเทน	1000	ไนโตรเบนซีน	1
คลอโรฟอร์ม	c 50	ไนโตรเจนไดออกไซด์	c 5

สาร	LTV(ppm)	สาร	TLV(ppm)
ไซโคเฮกเซน	300	ไนโตรเจน ไตรฟลูออไรด์	10
ไซโคเฮกซีน	300	ไนโตรมีเทน	100
ไซโคเพนตะไดอิน	75	ออกซิเจน ไตรฟลูออไรด์	0.05
เดคะบอเรน	0.05	ไอโซน	0.01
ไดบอเรน	0.1	เพนตะบอเรน	0.005
P-ไดคลอโรเบนซีน	75	เปอร์คลอริล ฟลูออไรด์	3
1,2-ไดคลอโรอีเทน (เอทิลีน ไดคลอไรด์)	50	ฟินอล	5
ไดคลอโรมีเทน (เมทิลีน คลอไรด์)	500	ฟอสจีน (คาร์บอนิล คลอไรด์)	0.1
ไดเอทิลามีน	25	ฟอสฟิน	0.3
ไอเอทิลอีเธอร์	400	ฟอสฟอรัส ไตรคลอไรด์	0.5
N,N-ไดเมทิลฟอร์มาไมด์	10	ไพริดีน	5
ไดเมทิล ซัลเฟต	1	เซลิเนียม เฮกซะฟลูออไรด์	0.05
p-ไดออกเซน	100	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	5
อีเทนไทออล (เอทิลเมอร์แคปทาน)	c 10	ซัลเฟอร์ เฮกซะฟลูออไรด์	1000
เอทิลอะซิเตต	400	ซัลฟูริล ฟลูออไรด์	5
		เทลลูเรียม เฮกซะฟลูออไรด์	0.02
		เตตระไฮโดรฟิวแรน	200
		โทลูอิน	200
		ไตรเอทิลเอมีน	25
		p-ไซลีน	100

c หมายถึง จำกัดเวลาที่ถูกสารนั้นสั้นมาก

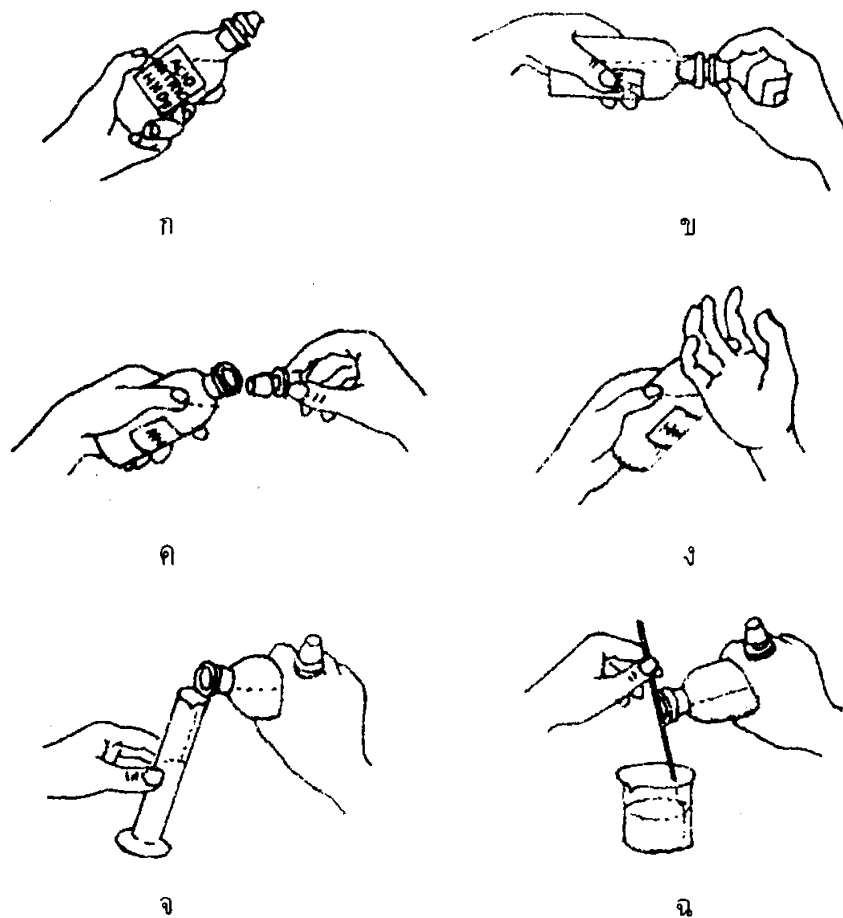


### 3. การดำเนินการปฏิบัติการ

3.1 เวลา สิ่งสำคัญในการทำปฏิบัติการให้ดี คือ การใช้เวลาให้เป็นประโยชน์ ผู้ทำปฏิบัติการทุกคนควรวางแผนงานการทดลองเป็นขั้นตอน เพื่อที่จะได้ไม่สูญเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ และเครื่องแก้วทุกชนิดก่อนนำไปใช้ควรล้างให้สะอาดก่อน โดยทั่วไปควรล้างเครื่องแก้วทันทีหลังจากใช้งาน เนื่องจากสารที่ตกค้างจะหลุดออกง่ายกว่า และถ้าเครื่องแก้วทำความสะอาดยากมักนิยมใช้ตัวทำละลายอินทรีย์สำหรับสารนั้นล้างเสียก่อน แล้วจึงล้างด้วยสารละลายพิเศษที่เหมาะสมต่อไป (รายละเอียดหาจากบรรณานุกรม 1, 3) ในกรณีที่ต้องการใช้เครื่องแก้วที่มีน้ำเกาะอยู่อย่างรีบด่วน อาจใช้อะซิโตนปริมาณเล็กน้อยล้างเครื่องแก้วนั้น เพื่อให้หน้าที่เกาะบนผิวเครื่องแก้วละลายในอะซิโตน แล้วจึงเทเก็บไว้ในขวดต่างหากเพื่อใช้งานคราวต่อไป

3.2 การใช้สารเคมีให้เป็นประโยชน์ เนื่องจากสารเคมีมีราคาแพง ในห้องปฏิบัติการทางเคมีจึงต้องใช้สารเคมีให้เป็นและได้ประโยชน์มากที่สุด รวมทั้งการรักษาคุณภาพของสารเคมีให้ใช้ได้ยาวนาน เช่น การเตรียมรีเอเจนต์เพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการ (ดูภาคผนวกที่ 1) ควรใช้สารเคมีอย่างประหยัดและถูกต้องเพื่อป้องกันการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ ควรกระทำดังนี้

- (1) อ่านฉลากชื่อสารเคมีข้างขวดให้ถูกต้องก่อนนำไปใช้
- (2) ไม่ควรเอาสารเคมีที่ต้องใช้ออกจากขวดมากเกินไปเกินต้องการ
- (3) ต้องใช้ช้อนที่สะอาดและแห้งตักสารเคมีออกจากขวด
- (4) ไม่ควรเปิดขวดสารเคมีทิ้งไว้นาน ๆ เพราะจะได้รับความชื้นจากอากาศ
- (5) ควรปิดขวดสารเคมีให้สนิท เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ เมื่อขวดล้มอาจหกกรดราดทำให้เกิดอันตรายได้
- (6) สารเคมีที่ใช้แล้วไม่ควรเทกลับคืน เพราะสารนั้นจะถูกเปลี่ยนสภาพจากเดิมเมื่อทิ้งไว้ในอากาศ
- (7) สารเคมีที่เป็นของเหลว ควรเทออกจากขวดก่อน อย่าใช้บีบเปิดจุ่มลงในขวด และการเทสารเคมีที่เป็นของเหลวออกจากขวด ควรทำตามขั้นตอนตามรูป



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนในการเปิดขวดและเทสารละลาย

3.3 สมุดบันทึกผลการทดลอง สิ่งสำคัญสำหรับนักวิทยาศาสตร์ทุกคนในการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ ก็คือ ผลการทดลองและเวลาที่ใช้ไป สิ่งแรกที่ต้องดำเนินการทดลองก็คือ ต้องบันทึกผลการทดลองอย่างละเอียดลงในสมุดบันทึกการทดลอง . เพื่อที่ผู้ปฏิบัติการทดลองเองหรือผู้อื่นที่ทำการศึกษา ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการทดลองนั้น และช่วยการทำการทดลองครั้งต่อไปสำเร็จผล หรือหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดที่เคยเกิดมาแล้ว ในการทำการทดลองในวิชานี้ ให้ท่านบันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับการสังเคราะห์และการวัดอย่างละเอียด

ถ้าการทดลองไม่ประสบผลสำเร็จ ให้ท่านบันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองและข้อผิดพลาดไว้ เพื่อโอกาสที่ท่านจะได้ศึกษาและพยายามทำให้สำเร็จในครั้งต่อไป นอกจากนี้ต้องบันทึกการเปลี่ยนสี อุณหภูมิของปฏิกิริยา การชั่งน้ำหนัก รวมทั้งการวัดสเปกตรัมด้วย สำหรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้แสดงเหตุผลมาอย่างสั้น ๆ



สิ่งต่อไป คือ รายงานผลการทดลองที่ผู้ปฏิบัติการจะต้องทำให้เป็นรูปแบบระเบียบ ตั้งแต่จุดประสงค์ ทฤษฎี วิธีการทดลองโดยเทคนิคต่าง ๆ และสรุปผลวิจารณ์ และส่งรายงานผลการทดลองในอาทิตย์ถัดไป