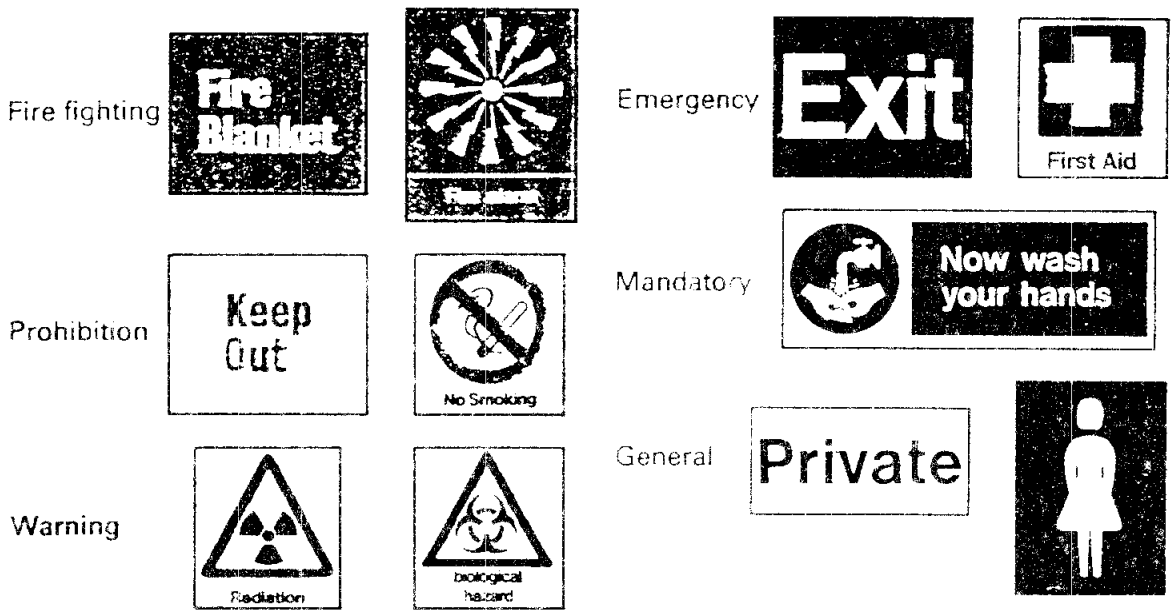
บทที่ 1
ข้อควรระวังและคำแนะนำในห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการเป็นสถานที่ที่ผู้ใช้ทุกคนควรให้ความระมัดระวัง เนื่องจากอันตรายจากสารต่าง ๆ รวมทั้งกรณีอุบัติเหตุที่พึงเกิดขึ้นได้ ดังนั้นก่อนที่จะใช้ห้องปฏิบัติการจึงควรทำความคุ้นเคยกับห้องปฏิบัติการและปฏิบัติตามข้อควรระวังดังต่อไปนี้

1. ควรทราบสถานที่ที่จะทำการทดลอง เช่น ทางเข้า-ออกปกติและฉุกเฉิน ที่วางอุปกรณ์และเครื่องมือดับเพลิง ท่อหรือสวิทช์ปิด-เปิดแก๊สและน้ำ อ่างน้ำ (sink) ถังใส่ขยะ (container) และ ตู้ระบายอากาศ (ventilated hood) เป็นต้น

2. ควรทราบเครื่องหมายต่าง ๆ ที่ใช้กันแพร่หลาย ดูรูปที่ 1 ประกอบ



รูปที่ 1.1 แสดงเครื่องหมายต่าง ๆ เกี่ยวกับการดำเนินการเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการที่ควรทราบ

3. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายของผู้ทำการทดลองที่ควรทราบ

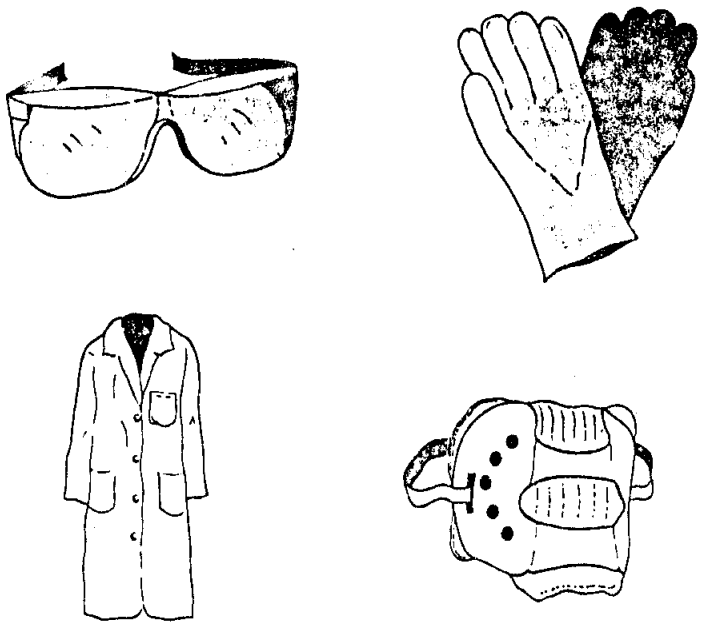
3.1 แว่นตา (Goggles หรือ safety spectacles) ใช้สวมป้องกันการกระเด็นของสารต่าง ๆ

3.2 ถุงมือ (Gloves) ใช้ในกรณีที่ทำการทดลองกับสารที่เป็นอันตรายกับผิวหนัง

ข้อควรระวัง คือ ถุงมือที่ใช้โดยทั่วไปสามารถฉีกขาดได้ง่าย เมื่อสัมผัสกับกรดแก่ หรือ ด่างแก่

3.3 **เสื้อคลุมปฏิบัติการ** (Protective clothing) นิยมใช้ผ้าฝ้ายมากกว่าผ้าไนลอน เนื่องจากดูดซับและต้านทานการกระเด็นของสารได้ดีกว่า

3.4 **หน้ากาก** (Face mask) ใช้ในกรณีที่การทดลองนั้นมีฝุ่น,ละออง หรือเชื้อจุลินทรีย์ ฟุ้งกระจาย



รูปที่ 1.2 แสดงอุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่าง ๆ ของผู้ทำการทดลอง

4. อันตรายที่ควรหลีกเลี่ยงในห้องปฏิบัติการ จุดสำคัญ คือ **การป้องกันสารเข้าสู่ร่างกาย** โดยเฉพาะทางปาก จึงควรปฏิบัติดังนี้

4.1 ห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ

4.2 ห้ามดื่มหรือรับประทานอาหารในห้องปฏิบัติการ

4.3 ห้ามใช้ปากทำการpipette สารละลายหรือของเหลวใด ๆ

5. อันตรายทางเคมี (Chemical hazards) ปกติแล้วสารเคมีที่บรรจุในภาชนะ มักมีการติดฉลากบอกชนิดของความเป็นอันตรายเอาไว้ข้างภาชนะ โดยแสดงในรูปของสัญลักษณ์สีดำบนพื้นสีส้ม (ดูรูปที่ 1.3 ประกอบ) เช่น

5.1 **สารกัดกร่อนและระคายเคือง** (Corrosive and irritant substances) ปกติสารกัดกร่อนจะทำละลายเนื้อเยื่อเช่น กรดแก่หรือด่างแก่ ส่วนสารระคายเคืองจะทำให้เกิดการอักเสบเฉพาะที่เท่านั้น เช่น พวกตัวทำละลายอินทรีย์ จึงควรใส่ถุงมือเพื่อป้องกันการสัมผัสกับ

สารเหล่านี้

5.2 **สารพิษ** (Toxic compounds) สารที่จัดว่าเป็นสารพิษก็ต่อเมื่อปริมาณหนึ่งของสารนั้น สามารถทำให้สัตว์ทดลองตายไปจำนวนครึ่งหนึ่ง สารพิษบางชนิดแสดงความเป็นพิษในเวลาอันรวดเร็วเมื่อได้รับเข้าไป แต่บางชนิดต้องใช้เวลานานจึงจะเกิดความเป็นพิษ เช่น สารที่ก่อให้เกิดเนื้องอก (teratogens) พวก thyroxine และสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง (carcinogens) พวก ninhydrin กรณีที่จำเป็นต้องใช้สารเหล่านี้ในการทดลอง จึงควรให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ

5.3 **สารลุกไหม้** (Flammable substances) มีด้วยกัน 2 จำพวก คือ **พวกที่ลุกไหม้ได้เองเมื่อถึงจุดติดไฟและพวกที่ทำให้เกิดการลุกไหม้ได้เองเมื่อสัมผัสกับเชื้อเพลิง** เราเรียกพวกหลังนี้ว่า"**สารออกซิไดซ์** (oxidizing substance)" การป้องกันโดยการเก็บสารนี้**ในที่ปลอดภัยและห่างจากบริเวณที่ทำการทดลอง**

5.4 **วัตถุระเบิด** (Explosives) ในปฏิบัติการทางชีวเคมี มีการใช้สารที่เป็นวัตถุระเบิดน้อยมาก แต่ในปฏิบัติการทั่วๆ ไป อาจพบได้ เช่น picric acid จึงควรให้ความระมัดระวังตามข้อแนะนำของฉลากข้างขวดของสารชนิดนั้นๆ

Flammable

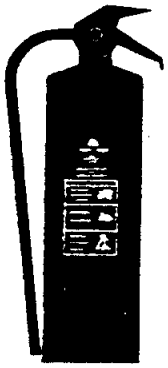
Oxidizing

Explosive

รูปที่ 1.3 แสดงเครื่องหมายต่าง ๆ ของสารเคมีที่มีอันตรายในลักษณะต่าง ๆ กัน

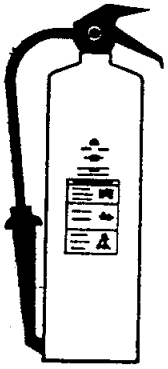
6. *อันตรายทางกายภาพ (Physical hazards) ที่ควรทราบมีดังนี้*

6.1 **ไฟ** (Fire) เมื่อเกิดการลุกไหม้ขึ้น สิ่งที่ควรกระทำประการแรก คือ **ควบคุมสติ** ไม่ให้ตื่นเต้นจนเกินไป จากนั้นปิดท่อแก๊สและนำสารไวไฟ พร้อมทั้งเครื่องไฟฟ้าให้ห่างจากบริเวณที่ลุกไหม้ แล้วใช้ผ้าชุบน้ำหมาด ๆ คลุมบริเวณที่ลุกไหม้ **ไม่ควรไปมุงดูไฟ** เพราะการสูดควันแก๊ส carbonmonoxide (CO) หรือ ควันพิษอื่นๆ จะก่อให้เกิดอันตราย กรณีที่การลุกไหม้ค่อนข้างมาก ควรใช้เครื่องดับเพลิง(extinguishers) ช่วยในการดับไฟ สารที่บรรจุภายในเครื่องดับเพลิงมีด้วยกันหลายชนิด เช่น น้ำ โฟม ผง และแก๊ส ในการดับไฟ จึงควรเลือกใช้เครื่องดับเพลิงให้เหมาะสมกับเชื้อเพลิงที่ติดไฟนั้น ๆ ดังแสดงใน รูปที่ 1.4



WATER

use for wood,paper fabrics etc.
do not use on electrical
or flammable liquid fires



FOAM

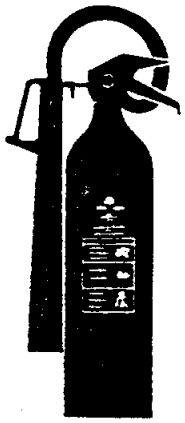
use for flammable liquids,oils,
fats, spirit etc.
do not use on electrical fires

FIRE BLANKET

use for smothering

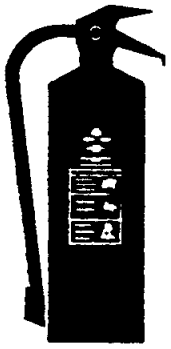
POWDER

use for all risks
flammable liquid & gases



CO_2

use for electrical &
flammable liquid fires



BCF

use for electrical &
flammable liquid fires

<u>รูปที่ 1.4</u> แสดงเครื่องดับเพลิงชนิดต่าง ๆ และการใช้ดับเพลิงแต่ละชนิด

6.2 **<u>กัมมันตภาพรังสี</u>** (Radioactivity) สัญลักษณ์ที่แสดงว่า ในบริเวณนั้นมีสารกัมมันตรังสี(radioactive elements) หรือมีการทดลองที่เกี่ยวกับกัมมันตรังสีจะมีรูปใบพัดกระจายแสงสีดำบนพื้นสีเหลือง(รูปที่ 1.5) จึงควรให้ความระมัดระวังหรือหลีกเลี่ยงในการสัมผัสโดยตรงกับสิ่งของและอุปกรณ์ต่างๆ ในบริเวณดังกล่าว เช่น สวมเครื่องป้องกันรังสีซึ่งประกอบด้วยเสื้อคลุม,ถุงมือ,หน้ากากและรองเท้า นอกจากนี้ควรจะติดตลับฟิมล์(film badge) เพื่อตรวจวัดปริมาณของกัมมันตรังสีที่ได้รับขณะทดลอง หรือทำงานในบริเวณดังกล่าว การตรวจ

วัดนี้จะทำให้ผู้ที่ได้รับกัมมันตรังสีทราบว่าควรหยุดการทำงานที่เกี่ยวข้องหรือไม่ ซึ่งการบริการทางด้านนี้ดำเนินการและอำนวยความสะดวกโดย**สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (พ.ป.ส.)**

Radioactive

รูปที่ 1.5 แสดงเครื่องหมายของการใช้กัมมันตรังสีในบริเวณนั้นๆ

กัมมันตภาพรังสีที่ควรทราบมีดังนี้

6.2.1 **อนุภาคอัลฟา**(Alpha particle, α)เป็น**นิวเคลียสของธาตุฮีเลียม**(He)ที่มีประจุ +2เขียนแทนตัวสัญลักษณ์ $^{4}_{2}He^{2+}$ โดยจะถูกปลดปล่อยจากธาตุกัมมันตรังสีที่มีค่าเลขอะตอมสูงๆ ซึ่งมีการใช้ค่อนข้างน้อยในงานทางด้านชีวเคมี อนุภาคอัลฟามีอำนาจในการทะลุผ่านต่ำ ดังนั้นชั้นของผิวหนังสามารถป้องกันรังสีชนิดนี้ได้ แต่จะมีอันตรายเมื่อเข้าสู่ร่างกาย โดยจะไปทำลายเซลล์และก่อให้เกิดมะเร็งในภายหลังได้

6.2.2 **รังสีเบตา**(Beta radiation, β)ประกอบด้วยอิเลคตรอนที่มีความเร็วสูงและมีขนาดของพลังงานจนล์ต่างๆ กัน รังสีชนิดนี้มีอำนาจในการทะลุผ่านชั้นของผิวหนังได้ถึง 3 mm.สามารถทำให้เกิดการไหม้ของผิวหนังในบริเวณนั้นได้ เมื่อได้รับรังสีในช่วงเวลาหนึ่ง ธาตุกัมมันตรังสีที่สามารถปลดปล่อยรังสีชนิดนี้ได้ เช่น $^{3}H, ^{14}C, ^{32}P$ ซึ่งเป็นสารที่มีการใช้มากในการทดลองทางด้านชีวเคมี

6.2.3 **รังสีแกมม่า**(Gamma radiation, γ)เป็นรังสีที่ไม่มีขนาดและประจุ มีอำนาจในการทะลุผ่านสูง ธาตุกัมมันตรังสีที่สามารถปลดปล่อยรังสีชนิดนี้ได้ เช่น $^{131}I, ^{54}Fe$

6.3 **รังสีอื่น ๆ** เช่น รังสี ultraviolet หรือ UV เป็นรังสีที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะทางพันธุกรรม เนื่องจากชีวโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบย่อยของ chromosome คือ nucleic acid สามารถดูดกลืนรังสีชนิดนี้ได้ในช่างระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความผิดปกติในการจัดเรียงตัวหรือสับเปลี่ยนลำดับเบสของชีวโมเลกุลเหล่านั้น แต่ถ้าได้รับรังสีนี้นานๆจะก่อให้เกิดความผิดปกติทางด้านพันธุกรรมหรือการกลายพันธุ์ได้ (genetic mutation) วิธีป้องกันคือ**สวมแว่นตา**และ**ทาครีม**ป้องกันผิวจากรังสีชนิดนี้ นอกจากนี้ยังมีรังสี laser, รังสี infrared และรังสี microwave เหล่านี้สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อตาได้ จึงควร

ป้องกันโดยการสวมแว่นตา

7. อันตรายทางชีวภาพ (Biological hazards) สามารถจำแนกได้ดังนี้

7.1 **จุลินทรีย์** (Micro-organism) เช่น แบคทีเรียและไวรัส เป็นต้น จุลินทรีย์บางชนิดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการติดเชื้อในสิ่งมีชีวิตได้เมื่อเข้าสู่ร่างกาย จึงควรให้ความระมัดระวังในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ดังกล่าว วิธีป้องกันคือ สวมถุงมือ, แว่นตา, ผ้าปิดปากและควรมีน้ำยาที่สามารถทำลายหรือยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดนี้ได้ เช่น 70% alcohol

7.2 **สัตว์ทดลองและของเหลวจากร่างกาย** (Animal and body fluids) สัตว์ทดลองที่นำมาใช้ในปฏิบัติการทางชีวเคมี อาจเป็นโรคต่างๆ ซึ่งสามารถแพร่ไปสู่ผู้ทดลองหรือก่อให้เกิดอาการแพ้ต่างๆ กับผู้ทดลอง จึงควรหลีกเลี่ยงในการสัมผัสโดยตรง โดยเฉพาะเลือดหรือน้ำเลือด (blood or plasma) ทั้งจากผู้ป่วยและสัตว์ทดลอง ซึ่งอาจเป็นพาหะในการนำเชื้อโรคมาติดต่อกับผู้ทดลองได้ เช่น เชื้อไวรัสเอดส์ (AIDS) ซึ่งต้องมีระบบป้องกันอย่างดีของห้องปฏิบัติการและผู้ทดลองปกติแล้วการทดลองที่เกี่ยวข้องกับโรคที่มีอันตรายมากๆ มักไม่ค่อยจัดไว้ในปฏิบัติการทั่ว ๆไป

7.3 **วิศวกรรมพันธุศาสตร์** (Genetic engineering) เป็นเทคนิคในการตัดต่อ gene เพื่อให้ได้สายพันธุ์ใหม่ตามที่ต้องการ ส่วนใหญ่จะทดลองในพวกแบคทีเรีย นอกจากการระมัดระวังในการป้องกันพวกแบคทีเรียแล้ว ควรคำนึงถึงผลที่ได้รับจากการตัดต่อ gene ด้วย เช่น แบคทีเรียสายพันธุ์ใหม่ ซึ่งสายพันธุ์เดิมอาจจะไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตหรือมีอันตรายน้อยมาก แต่เมื่อเปลี่ยนเป็นสายพันธุ์ใหม่แล้ว อาจก่อให้เกิดอันตรายอย่างที่ไม่คาดคิดมาก่อน ผู้ทดลองจึงควรที่จะตระหนักถึงจุดนี้ด้วย โดยการระมัดระวังและป้องกันการหลุดลอดของเชื้อดังกล่าวออกสู่ภายนอก โดยจะต้องแน่ใจว่าได้ทำลายเชื้อแบคทีเรียเหล่านั้นแล้ว หลังจากสิ้นสุดการทดลองหรือไม่ต้องการทดลองอีกต่อไป

8. ในการกำจัดสารเคมี ควรจะพิจารณาถึงคุณสมบัติของสารที่จะทิ้งด้วย ปกติแล้วถ้าเป็นของเหลว มักจะใช้วิธีเทลงอ่างน้ำและเปิดน้ำประปาตามลงไปทุกครั้ง ถ้าของเหลวนั้นมีฤทธิ์เป็นกรดหรือเบส ควรลดความเป็นกรดหรือเบสนั้นลงโดยการเปิดก๊อกน้ำก่อน จากนั้นจึงเทกรดหรือเบสลงไป แล้วจึงใช้น้ำจากก๊อกฉีดราดตามลงไป ถ้ามีแก๊สหรือกลิ่นระเหยออกมา ควรทำการกำจัดในตู้ควัน ถ้าในของเหลวมีจุลินทรีย์เจือปนอยู่ ควรนำไปทำการฆ่าหรือทำลายจุลินทรีย์ก่อนเททิ้งลงในอ่างน้ำ

9. ในการกำจัดของเสีย (waste) ที่มีกัมมันตภาพรังสี ปกติจะแยกทิ้งระหว่างของเสียที่เป็นของเหลวและของแข็ง โดยมีภาชนะที่ปิดสนิทเก็บของเหลวและมีถุงพลาสติกแยกเก็บระหว่างของแข็งที่เป็นโลหะ, กระดาษ และพลาสติก พร้อมกับติดฉลากว่าเป็นสารกัมมันตรังสีชนิดใด วันที่บรรจุและ

ปริมาณที่จะกำจัด เพื่อความสะดวกในการนำส่งไปกำจัดที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (พ.ป.ส)

10. กรณีที่เกิดการไหม้ที่ผิวหนัง มีวิธีปฏิบัติดังนี้คือ ให้รีบลดความร้อนในบริเวณดังกล่าว ด้วยน้ำประปาอย่างน้อย 15 นาที ไม่ว่าจะเกิดจากสาเหตุใดเช่น เปลวไฟ,กรดและเบส กรณีที่ถูกกรดควรชะล้างบริเวณดังกล่าวด้วยสารละลายเจือจางของ sodium bicarbonate ($NaHCO_3$ solution) ถ้าถูกเบส ควรชะล้างด้วยสารละลายเจือจางของกรด acetic (CH_3COOH solution) เมื่อผ่านน้ำประปาแล้ว ต่อจากนั้นจึงไปพบแพทย์เพื่อดำเนินการรักษาในขั้นต่อไป

11. กรณีที่เกิดอันตรายกับตาเนื่องจากสารเคมี มักจะใช้น้ำประปาและน้ำละอาดล้างตาอย่างน้อย 15 นาที แล้วจึงรีบไปพบแพทย์

<u>คำแนะนำและข้อปฏิบัติต่างๆ ในการทำปฏิบัติการวิชา TN 312 (ชีวเคมีและเทคโนโลยี)</u>

1. ในวันที่เริ่มทำการทดลอง จะมีการจัดกลุ่มนักศึกษากลุ่มละ 3 คน เรียงตามลำดับรหัสของนักศึกษาซึ่งจะร่วมกันรับผิดชอบอุปกรณ์ และเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่เบิกไปใช้ในการทำปฏิบัติการ**กรณีที่ส่งคืนไม่ครบ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นักศึกษาแต่ละกลุ่มจะต้องร่วมกันชำระค่าเสียหาย**ตามรายการดังกล่าว

นอกจากนี้มีเครื่องใช้และวัสดุบางอย่างที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มจะต้องนำมาเอง ได้แก่

1.1 เสื้อคลุมปฏิบัติการแต่ละคน

1.2 ผ้าเช็ดโต๊ะและกระดาษทิชชู

1.3 ดินสอหรือปากกา และวัสดุที่ใช้ในการติดฉลากบนหลอดทดลองและเครื่องแก้ว

1.4 น้ำยาหรือผงซักฟอกสำหรับล้างเครื่องแก้ว

1.5 สมุดบันทึกข้อมูล

2. ข้อควรปฏิบัติในการทำปฏิบัติการ

2.1 ก่อนเข้าห้องปฏิบัติการนักศึกษาจะต้องอ่านและทำความเข้าใจเรื่องที่จะทำการทดลองมาอย่างดีทุกครั้ง เนื่องจากจะมีการสอบย่อย(quiz)เพื่อทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองนั้นๆ คะแนนของการสอบย่อยแต่ละครั้งจะ**เก็บสะสมไว้** รวมแล้วคิดเป็น **10% ของคะแนนทั้งหมด**

2.2 กรณีที่อุปกรณ์และเครื่องแก้วมีจำกัด นักศึกษาแต่ละกลุ่มจะต้องเบิกอุปกรณ์ และเครื่องแก้วต่างๆ ของการทดลองในวันนั้นๆ ก่อนเข้าทำปฏิบัติการ เพื่อนำมาล้างให้สะอาดแล้วจึงเช็ดล้างด้วยน้ำกลั่นเป็นครั้งสุดท้าย จากนั้นจึงนำมาใช้ในการทดลองได้

กรณีที่อุปกรณ์และเครื่องแก้วมีมากพอ นักศึกษาแต่ละกลุ่มจะได้รับอุปกรณ์และเครื่องแก้วต่างๆ จำนวน 1ชุด ในวันแรกของการเข้าทำปฏิบัติการ จึงควรทำการตรวจเช็ครายการต่างๆ ว่าครบ

ตามจำนวนที่ระบุไว้ในใบเบิกอุปกรณ์ ถ้าไม่ครบให้จัดการเบิกกับเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมปฏิบัติการให้เรียบร้อย จากนั้นให้นำอุปกรณ์และเครื่องแก้วต่างๆ มาทำความสะอาดแล้วฉีดล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งหนึ่ง เมื่อทำการทดลองเสร็จในแต่ละครั้ง อุปกรณ์และเครื่องแก้วต่างๆ ที่นำออกมาใช้แล้วให้ทำความสะอาดดังข้างต้น จากนั้นจึงจัดเก็บเข้าในตู้ปฏิบัติการและปิดกุญแจให้เรียบร้อย

2.3 หลังจากที่สอบย่อยเรียบร้อยแล้ว จะมีการบรรยายสั้นๆ เกี่ยวกับการทดลอง,ข้อควรระวังและการใช้เครื่องมือต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติการนั้นๆ เพื่อให้นักศึกษาสามารถทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 การใช้น้ำยา(reagent)ต่าง ๆ ที่เป็นของส่วนกลางหรือกองกลาง **ห้ามนักศึกษาทำการสับเปลี่ยนหรือเคลื่อนย้ายจากที่ๆ จัดไว้ให้ โดยเฉพาะจุกขวดน้ำยา, beaker สำหรับถ่ายเทสารจากขวด และ pipette สำหรับดูดสารละลาย** เป็นต้น นอกจากนี้**ห้ามนักศึกษาจุ่ม pipette ของกลุ่มลงในขวดบรรจุสารละลายส่วนกลาง** ควรรินออกใส่beakerที่จัดเตรียมไว้ให้ แล้วจึงจุ่มลงไปได้ สารละลายที่เหลือใน beaker **ห้ามเทกลับลงในขวดบรรจุสารละลายส่วนกลาง** ดังนั้นนักศึกษาจึงควรรินสารละลายออกมาจากขวดในปริมาณที่พอใช้

2.5 ก่อนที่จะใช้สารละลายใดๆ ที่ระบุไว้ในการทดลอง นักศึกษาควรอ่านฉลากบนขวดหรือที่ burette ใส่สารละลายอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันความผิดพลาดและห้ามใช้ปากดูด pipette น้ำยาหรือสารละลายต่างๆ ควรใช้ลูกยาง(rubber bulb) ต่อกับ pipette ในการดูดสารละลายนั้น ๆ

2.6 ระหว่างที่ทำการทดลอง นักศึกษาจะต้องรักษาความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการของตน และส่วนกลาง รวมทั้งเครื่องมือและห้องปฏิบัติการ

2.7 ห้ามนักศึกษาสูบบุหรี่ บริโภคอาหารและเครื่องดื่ม หรือทำกิจกรรมใดๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดลองในเวลาปฏิบัติการ

2.8 กรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการไม่ว่ากรณีใด ๆ ให้นักศึกษารีบแจ้งอาจารย์ผู้ควบคุมทราบทันที

2.9 เมื่อนักศึกษาได้ทำการทดลองในแต่ละเรื่องเรียบร้อยแล้ว นักศึกษาแต่ละกลุ่มจะต้องส่งข้อมูลที่ได้จากการทดลอง 1ชุดต่อ1กลุ่ม เพื่อร่วมกันสรุปและวิเคราะห์ผลที่ได้ท้ายชั่วโมงของการทำปฏิบัติการนั้นๆ และนักศึกษาแต่ละคนจะต้องเขียนรายงานผลการทดลอง พร้อมทั้งตอบคำถามท้ายบทของผลการทดลองนั้นๆ ในสัปดาห์ถัดไปที่มีการทำปฏิบัติการวิชานี้ 1 ชุด ต่อ 1 คน

2.10 การคิดคะแนนของการทำปฏิบัติการวิชา TN 312 มีดังนี้

คะแนนการสอบย่อยรวม	10 %
คะแนนความตั้งใจในการทำปฏิบัติการ	10 %
คะแนนรายงานรวม	40 %
คะแนนสอบปลายภาค	40 %
รวมทั้งหมด	100 %

นักศึกษาที่ได้คะแนนน้อยกว่า 55% จะพิจารณาว่าไม่ผ่านปฏิบัติการวิชาTN 312 (ปฏิบัติการชีวเคมีและเทคโนโลยี)