บทที่ 2

วรรณคดี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการเคมี และความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6" ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
   - 1.1 ความหมายของความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
   - 1.2 แนวคิดเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
   - 1.3 การวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
2. ทักษะปฏิบัติการเคมี
   - 2.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติการเคมี
   - 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการเคมี
   - 2.3 การประเมินผลทักษะปฏิบัติการเคมี
3. ความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
   - 4.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
   - 4.2 งานวิจัยในประเทศ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
   - 5.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
   - 5.2 งานวิจัยในประเทศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความรู้ เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เคมี

ความหมายของความรู้ เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เคมี

มีผู้ให้ความหมายของความรู้ไว้ดังนี้

คาร์เตอร์ วี กูด (Good 1973 : 325) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า "ความรู้หมายถึง การสะสมข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ และเรื่องราวต่าง ๆ ที่มนุษย์สามารถเข้าใจได้"

พจนานุกรม เวบสเตอร์ (The Lexicon Webster Dictionary 1977 : 531) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า "ความรู้หมายถึง สภาพการรู้หรือการรับรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์โครงสร้างซึ่งเกิดจากการศึกษา หรือการสืบเสาะ หรือเป็นความรู้ที่เกี่ยวกับสถานที่ สิ่งของหรือบุคคล ซึ่งได้จากการสังเกต ประสบการณ์ หรือจากรายงาน"

ชิดนีย์ อาร์ เบอร์กควิสท์ (Bergquist 1981 : 271) ได้ให้ความหมายของความรู้ไว้ว่า "ความรู้หมายถึง การรู้จักข้อเท็จจริงหรือหลักการเบื้องต้น โดยการศึกษาหรือสืบเสาะแสวงหาจนเกิดความเข้าใจ และความชำนาญ จนสามารถนำไปปฏิบัติได้"

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2526 : 16) ได้กล่าวถึงความรู้ว่า "ความรู้เป็นพฤติกรรมขั้นต้น ซึ่งผู้เรียนเพียงแต่จำได้ อาจจะโดยการนึกได้ หรือโดยการมองเห็นหรือได้ยินก็จำได้ ความรู้ในขั้นนี้ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับคำจำกัดความ ความหมาย ข้อเท็จจริง ทฤษฎี กฎ โครงสร้าง วิธีการแก้ปัญหา เหล่านี้เป็นต้น"

กล่าวโดยสรุป ความรู้หมายถึง สภาพการรู้หรือการรู้จักข้อเท็จจริงหรือหลักการเบื้องต้น โดยการศึกษาหรือสืบเสาะแสวงหาจนเกิดความเข้าใจ และมีความชำนาญจนสามารถนำไปปฏิบัติได้

และได้มีผู้ให้ความหมายของความปลอดภัยไว้ดังนี้

ฟิลลิป แบบคอค โกฟ (Gove 1966 : 1998) ได้ให้ความหมายของความปลอดภัยว่า "ความปลอดภัย หมายถึง การรู้จักวิธีการหรือมีทักษะที่จะหลีกเลี่ยงจากอุบัติเหตุ หรือเชื้อโรค"

ดาเนียล เอน ลาพีเดส (Lapedes 1978 : 1396) ได้ให้ความหมายของความปลอดภัยว่า "ความปลอดภัย หมายถึง วิธีการและเทคนิคในการที่จะหลีกเลี่ยงจากอุบัติเหตุหรือเชื้อโรค"

ชิดนีย์ อาร์ เบอร์กควิสท์ (Bergquist 1981 : 442) ได้ให้ความหมายของความปลอดภัยว่า "ความปลอดภัย หมายถึง การรอดพ้นจากอันตรายหรือบาดเจ็บและการป้องกันอุบัติเหตุด้วยวิธีการต่าง ๆ ตลอดจนการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น"

แพร่พิทยา อังกฤษ - ไทย เอนไซโคลพีเดีย ดิคชันนารี (Prae Pittaya's English - Thai Encyclopedia Dictionary 1987 : 1361) ได้ให้ความหมายของความปลอดภัยว่า "ความปลอดภัย หมายถึง การรอดพ้นจากอันตรายหรือการเสี่ยง สภาพที่ปลอดภัยหรือเชื่อถือได้ว่าไม่มีอันตรายใด ๆ แพ้วพานได้"

รัตนะ อุทัยผล (2523 : 3) ได้ให้ความหมายของความปลอดภัยว่า "ความปลอดภัย หมายถึง การที่ร่างกายปราศจากอุบัติเหตุใด ๆ หรือทรัพย์สินปราศจากความเสียหายใด ๆ "

กล่าวโดยสรุป ความปลอดภัย หมายถึง การป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้รอดพ้นจากอันตรายหรือบาดเจ็บ

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปความหมายของความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีได้ดังนี้

ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง การรู้จักข้อเท็จจริงหรือหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับ การป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้รอดพ้นจากอันตรายหรือบาดเจ็บ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>แนวคิดเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี</u>

ชัฐ อัญชันภาคิ (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ : 3) ได้กล่าวถึงข้อควรระวังและความปลอดภัยเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการเคมีว่า

ขึ้นชื่อว่าสาร เคมีย่อมมีอันตรายอยู่ในตัวของมันมากน้อยแตกต่างกัน ผู้ที่ เรียนหรือทำงาน เกี่ยวกับสาร เคมี จึงควรที่จะต้องมีการ เรียนรู้ถึง อันตราย และเพื่อ เป็นการลดอันตรายจากสารต่าง ๆ ก็อาจโดยการ หลีก เลี่ยงการใช้สาร เคมีที่ เป็นพิษหรือไม่ก็ควรหาวิธีป้องกันไว้ก่อน เช่น ในกรณีที่ปฏิกิริยาจะให้กาซพิษ ก็ควรทำการทดลองในตู้ควัน หรือมี เครื่องดักกาซ

ภาควิชา เคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ (2529 : 3 - 6) ได้ให้ข้อแนะนำ เกี่ยวกับการปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการไว้สรุปได้ว่า ในการทดลองทำปฏิบัติการ เคมีนั้นจะต้อง เกี่ยวข้องกับสาร เคมีหลายชนิด สาร เคมีบางชนิดอาจจะทำให้ เกิดอันตรายแก่ ร่างกายทั้งโดยตรงหรืออาจ เกิดอุบัติ เหตุในขณะทำการทดลองก็ได้ การบาด เจ็บ เกิดขึ้น เสมอ ในการทำการทดลอง เช่น บาดแผลที่ เกิดจาก เครื่องแก้วบาด การไหม้พอง เนื่องจากจับอุปกรณ์ ที่ร้อนจัด หรือผิวหนังถูกกรด เข้มข้น เป็นพิษ ดังนั้นจึงจำ เป็นที่จะต้องทราบถึงการป้องกันหรือ แก้ไข เมื่อ เกิดอุบัติ เหตุขึ้น ในด้านการใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ให้ถูกวิธีในการทำปฏิบัติการ เคมี นั้นก็สำคัญมาก เพราะสามารถป้องกันอันตรายและอุบัติ เหตุซึ่งอาจจะ เกิดขึ้นได้กับผู้ทำการ ทดลอง หรือผู้ที่อยู่ใกล้ เคียง นอกจากนี้ เทคนิคในการปฏิบัติต่าง ๆ ก็ควรจะถูกต้อง ซึ่งจะ ทำให้ผลที่ได้จากการทดลองใกล้ เคียงกับความ เป็นจริงหรือมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด

ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติการ เคมี ผู้ทดลองจึงจำ เป็นจะต้องมีความรู้ เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เคมีในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การใช้สาร เคมีอย่างปลอดภัย
2. การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย
3. เทคนิคการดำ เนินการทดลองอย่างปลอดภัย

<u>การใช้สาร เคมีอย่างปลอดภัย</u>

ธงชัย ชิวปรีชาและปรีชาญ เดชศรี (2528 : 5) ได้กล่าวถึงความจำ เป็นของ ผู้ทดลอง ที่จะต้องมีความรู้ในการใช้สาร เคมีอย่างปลอดภัยไว้ว่า "ในการทดลองที่ใช้สาร เคมี อาจมีอันตราย เกิดขึ้นได้ ทั้งนี้ เพราะสาร เคมี เกือบทุกชนิด เป็นพิษต่อร่างกาย ในการใช้สาร เคมี จึงจำ เป็นต้องศึกษาให้ เข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงอันตรายที่อาจ เกิดขึ้นได้จากสารนั้น ๆ เพื่อจะได้ หาทางป้องกันได้ถูกต้อง"

ในการที่จะใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยนั้น ควรจะศึกษารายละเอียดตามหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ประเภทของสารเคมีอันตราย
2. การป้องกันอันตรายจากสารเคมี
3. การเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย
4. การกำจัดสารเคมีอย่างปลอดภัย
5. วิธีการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้สารเคมี

1. ประเภทของสารเคมีอันตราย

สมชาย ลุวีระ (2521 : 25 - 26) ได้จำแนกประเภทของสารเคมีที่ใช้ในห้องทดลองของโรงเรียนและวิทยาลัยซึ่งเป็นอันตราย สรุปได้ดังนี้

1. สารที่มีหลักฐานว่าเป็นสารก่อมะเร็ง สารเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายได้โดยการสูดดม รองลงมาก็คือการถูกต้องแล้วแทรกซึมสู่ผิวกาย สารพวกนี้มีใช้กันอย่างกว้างขวาง เช่น แร่ใยหินหรือปูยศิลา (แอสเบสตอส, Asbestos) เบนซิดีน (Benzidine) โดยปราศจากความระมัดระวังเท่าที่ควร

2. สารที่เป็นพิษ ระเบิด หรือไวไฟเมื่อถูกกับสารอื่น สารพวกนี้ตัวมันเองไม่มีพิษหรือไม่ระเบิด แต่เมื่อถูกกับสารอื่นเฉพาะสารจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีเกิดเป็นสารพิษที่มีอันตรายได้ สารพวกนี้เฉพาะตัวมันก็เกิดอันตรายได้บ้าง เช่น กรดเข้มข้น แต่ถ้าใช้ด้วยความระมัดระวังในการถือ บรรจุหรือถ่ายขวด ก็จะไม่มีอันตรายแต่อย่างไร

3. สารที่เป็นพิษจากไอระเหย เป็นสารที่ก่อความระคายเคืองต่อระบบทางเดินลมหายใจ ทำให้เกิดโรคเรื้อรังตามมาในภายหลัง เช่น ปรอทมีพิษต่อระบบประสาทส่วนกลางจากการถูกต้องหรือสูดดมไอปรอทที่ระเหยทีละน้อย ฟอร์มาลีนที่ใช้ในการดองสัตว์ และการทดลองทางเคมีอีกหลายอย่างซึ่งมีพิษระคายเคืองทางเดินลมหายใจ

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2528 : 7 - 13) ได้แบ่งประเภทของสารเคมีอันตรายและกล่าวถึงอันตรายที่เกิดขึ้นจากสารเคมีอันตรายในประเภทต่าง ๆ ไว้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. สารที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible chemical) มีสารเคมีบางชนิดเมื่อผสมกับสารอื่นจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง ระเบิด ลุกติดไฟ หรือให้กาซพิษเกิดขึ้นได้ เช่น โลหะโซเดียมไม่ควรผสมกับน้ำ เพราะถ้าผสมกันจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง และลุกติดไฟได้

2. สารไวไฟ (Flammable) หมายถึง สารเคมีที่ไวไฟ ลุกติดไฟได้ง่าย สารไวไฟมีทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว และกาซ สำหรับของเหลวไวไฟนั้นมักจะมีสมบัติระเหยกลายเป็นไอได้ดี สารเคมีประเภทนี้นับว่าเป็นอันตรายมาก เช่น โทลูอีน (Toluene) เฮกเซน (Hexane)

3. สารกัดกร่อน (Corrosive) หมายถึง สารเคมีที่สามารถกัดผิวหนังหรือทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อของร่างกาย เมื่อสัมผัสทำให้เป็นรอยไหม้หรือผัน สารกัดกร่อนส่วนมากได้แก่ สารพวกกรดและด่างต่าง ๆ โดยเฉพาะกรดและด่างที่มีความเข้มข้นสูง ๆ จะแสดงคุณสมบัตินี้ได้ดี

4. สารเคมีที่ให้ไอเป็นพิษ หมายถึง สารเคมีที่ให้ไอ ซึ่งเมื่อสูดดมเข้าไปในร่างกายจนมีปริมาณมากพอจะเป็นอันตราย หรือเป็นพิษต่อร่างกายได้ เช่น เบนซีน (Benzene) คลอโรฟอร์ม (Chloroform) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon tetrachloride) โทลูอีน (Toluene) คาร์บอนไดซัลไฟด์ (Carbon disulfide)

2. การป้องกันอันตรายจากสารเคมี

สารเคมีเกือบทุกชนิดเป็นพิษ การใช้สารเคมีใด ๆ จึงควรใช้ด้วยความระมัดระวังและรู้ถึงการป้องกันอันตรายจากสารเคมีนั้น ๆ ด้วย ดังที่ภัทรา ไชยเวท (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ : 121) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของนักเรียนที่ควรปฏิบัติในการทดลองเพื่อความปลอดภัยในการใช้สารเคมี ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. อย่าหยิบสารเคมีที่ไม่มีป้ายชื่อที่ชัดเจนไปใช้เป็นอันขาด
2. ห้ามชิมสารเคมีทุกชนิด
3. อย่าวางสารเคมีที่ติดไฟง่ายไว้ข้างตะเกียง
4. ห้ามใช้มือหยิบสารเคมีทุกชนิด

สุชาดา ชินจิตร (2520 : 5 - 6) ได้กล่าวถึงวิธีป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้สารเคมี ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. คิดฉลากขวดสารเคมีให้ถูกต้องพร้อมทั้งคำเตือน เช่น ไวไฟหรือไอเป็นพิษ

2. มีที่ทิ้งสารและเศษแก้วแยกกันโดยเฉพาะ

3. ไม่รับประทานอาหารหรือสูบบุหรี่ในห้องทดลอง

4. ก่อนใช้สารเคมีใด ๆ ควรศึกษาคุณสมบัติและอันตรายของสารก่อน หรืออาจทราบได้จากการอ่านฉลากบนขวด

5. อย่าให้สารถูกส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกาย ไม่ใช้มือจับสาร ควรใช้ช้อนสแพทูลา

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2528 : 4 - 5) ได้กล่าวถึงข้อควรปฏิบัติเมื่อสารเคมีหก เพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมีที่อาจเกิดขึ้นไว้ดังนี้

เมื่อสารเคมีหกอาจเกิดอันตรายได้หากไม่ระมัดระวังให้ดี ทั้งนี้เพราะสารเคมีบางชนิดเป็นพิษต่อร่างกาย เมื่อถูกกับผิวหนัง หรือสูดดม บางชนิดติดไฟได้ง่าย ดังนั้น เมื่อสารเคมีหก จะต้องรีบเก็บกวาดให้เรียบร้อยทันที ต่อไปนี้จะขอกล่าวถึงข้อควรปฏิบัติเมื่อสารเคมีแต่ละชนิดหก

1. สารที่เป็นของแข็ง (Solid, Dry substances) เมื่อสารเคมีที่เป็นของแข็งหก ควรใช้แปรงกวาดรวมกันใส่ในช้อนตักหรือกระดาษแข็งก่อน แล้วจึงนำไปใส่ในภาชนะ

2. สารละลายที่เป็นกรด (Acid solutions) เมื่อกรดหกจะต้องรีบทำให้เจือจางด้วยน้ำก่อน แล้วโรยด้วยโซดาแอส (Soda ash) หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต หรือเทสารละลายด่างเพื่อทำให้กรดเป็นกลาง ต่อจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำให้สะอาด

3. สารละลายที่เป็นด่าง (Alkali- solutions) เมื่อสารเคมีที่เป็นด่างหกจะต้องเทน้ำลงไป เพื่อลดความเข้มข้นของด่าง แล้วเช็ดให้แห้ง โดยใช้ไม้ที่มีปุยผูกที่ปลายสำหรับซับน้ำบนพื้น พยายามอย่าให้กระเด็นขณะเช็ด เนื่องจากสารละลายด่างจะทำให้พื้นลื่น เมื่อล้างด้วยน้ำหลาย ๆ ครั้งแล้วยังไม่หาย ควรใช้ทรายโรยบริเวณที่ด่างหกแล้วเก็บกวาดทรายออกไป จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

4. สารที่ระเหยง่าย (Volatile solvents) เมื่อสารเคมีที่ระเหยง่ายหกจะระเหยกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว บางชนิดติดไฟได้ง่าย บางชนิดเป็นอันตรายต่อผิวหนัง และปอด การทำความสะอาดสารที่ระเหยง่ายทำได้ดังนี้

4.1 ถ้าสารที่หกมีปริมาณน้อย ใช้ผ้าขี้ริ้วหรือเศษผ้าเช็ดถูออก

4.2 ถ้าสารที่หกนั้นมีปริมาณมาก ทำให้แห้งโดยใช้ไม้ที่มีปุยผูกที่ปลายสำหรับเช็ดถู เมื่อเช็ดแล้วก็นำมาใส่ถังเก็บ และสามารถนำไปใช้ได้อีกตามต้องการ

5. สารที่เป็นน้ำมัน (Oil substances) สารพวกนี้เช็ดออกได้โดยใช้น้ำมาก ๆ เมื่อเช็ดออกแล้วพื้นบริเวณที่สารหกจะลื่น จึงต้องล้างด้วยผงซักฟอกอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้สารที่ติดอยู่ออกไปให้หมด

6. สารปรอท (Mercury) เนื่องจากสารปรอทไม่ว่าจะอยู่ในรูปใดล้วนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งสิ้น เพราะทำอันตรายต่อระบบประสาท ทำให้มีอาการทางประสาท เช่น กล้ามเนื้อเต้น มึนงง หรือถึงตายได้ ดังนั้นการทดลองใดที่เกี่ยวข้องกับสารปรอท ต้องใช้ความระมัดระวังให้มาก ในกรณีสารปรอทหก วิธีการที่ถูกต้องควรปฏิบัติดังนี้

6.1 กวาดสารปรอทมากองรวมกัน

6.2 เก็บสารปรอทโดยใช้เครื่องดูด

6.3 ถ้าพื้นที่สารปรอทหกมีรอยแตกหรือรอยร้าวจะมีสารปรอทเข้าไปอยู่ข้างในจึงไม่สามารถเก็บปรอทโดยใช้เครื่องดูดดังกล่าวได้ ควรปิดรอยแตกหรือรอยร้าวนั้นด้วยขี้ผึ้งทาพื้นหนา ๆ เพื่อกันการระเหยของปรอท หรืออาจใช้กำมะถันผงพรมลงไป ปรอทจะเปลี่ยนเป็นสารประกอบซัลไฟด์ (Sulfide) แล้วเก็บกวาดอีกครั้งหนึ่ง

3. การเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย

การเก็บสารเคมีเป็นเรื่องที่มีปัญหาอย่างมาก เนื่องจากสารเคมีมีอยู่จำนวนมากและมีสมบัติแตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงวิธีการเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย ซึ่งมีผู้ให้ข้อเสนอแนะและกล่าวถึงวิธีการเก็บดังนี้

ศุภวรรณ ตันตยานนท์ (2527 : 1) ได้กล่าวถึงวิธีการเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัยตามคุณสมบัติของสารเคมี ดังต่อไปนี้

กรด (acids)

1. ให้วางขวดที่มีขนาดใหญ่ไว้ที่ชั้นเตี้ย ๆ หรือที่ต่ำ ๆ หรือในตู้เก็บกรด

2. เก็บกรดแยกให้ห่างจากโลหะที่ไวในการทำปฏิกิริยา (active metals) เช่น Sodium, Potassium, Magnesium เป็นต้น

3. แยก Oxidizing acid เช่น nitric acid, perchloric เป็นต้น จากกรดอินทรีย์ สารไวไฟ และสิ่งที่เป็นเชื้อเพลิงได้

4. แยกกรดจากสารเคมีที่ผสมกันแล้วจะให้กาซพิษ หรือกาซที่ติดไฟได้ เช่น Sodium cyanide, iron sulfide, Calcium carbide เป็นต้น

ด่าง (bases)

แยกเก็บด่างจากกรดและสารอื่น ๆ ที่ไวในการทำปฏิกิริยาสารไวไฟ (flammable)

1. เก็บไว้ในภาชนะที่ปลอดภัย (Safety can) หรือตู้เก็บสารไวไฟซึ่งได้ตรวจสอบดูแล้วว่าปลอดภัย

2. เก็บแยกจากกรด Oxidizing acids และ Oxidizers

3. เก็บให้ห่างจากแหล่งที่จุดติดไฟ ได้แก่ ความร้อน ประกายไฟ หรือเปลวไฟ

Oxidizers

1. เก็บในที่เย็นและแห้ง
2. เก็บให้ห่างจากเชื้อเพลิงและวัสดุที่ติดไฟได้
3. เก็บให้ห่างจาก reducing agents เช่น zinc, alkaline metals และ formic acid

สารที่ไวต่อน้ำ (water reactive chemicals)

1. เก็บในที่อากาศเย็นและแห้ง ห่างไกลจากน้ำ
2. ให้เตรียมเครื่องดับเพลิงไว้เพื่อกรณีเกิดเพลิงไหม้

สารที่ไวต่อแสง (light sensitive chemicals)

เก็บไว้ในขวดสีชา ในสถานที่ที่เย็น แห้ง และมืด

สารที่จะเกิดเปอร์ออกไซด์ (peroxidizable chemicals)

1. เก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด อากาศเข้าไม่ได้
2. เก็บไว้ในที่ที่มีอากาศเย็น และแห้ง
3. ควรจะมีวันที่ที่รับสารเข้ามา วันที่เปิดขวดภาชนะ และวันที่ควรจะกำจัดสารนั้น
4. ควรทำการทดสอบดูว่ามี peroxides เกิดขึ้นอีกหรือเปล่า

014535

สารพิษ (Toxic compounds)

1. เก็บไว้ในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี
2. เก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 51) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัยไว้ดังนี้

1. สารที่เป็นพิษหรือสารที่ระเบิดได้ ไม่ควรวางไว้บนชั้นปนกับสารเคมีอื่น ๆ แต่ควรเก็บไว้ในที่ปิดมิดชิด หรือในตู้ที่มีกุญแจปิดได้

2. กรดและเบสเข้มข้น ควรจะวางไว้บนพื้น และอาจจะต้องมีภาชนะที่แข็งแรงและขนาดใหญ่รองรับอยู่อีกชั้นหนึ่ง ถ้าภาชนะชั้นในแตกหรือหกลงมา ภาชนะชั้นนอกจะได้ช่วยรองรับได้ไม่ทำให้สารละลายกระจายออกไปเป็นบริเวณกว้างขวาง

สำหรับกรดและเบสเข้มข้นควรจะแยกวางไว้ห่างจากกันเพราะถ้าขวดเกิดแตกพร้อม ๆ กันก็จะได้ไม่มีปฏิกิริยารุนแรงเกิดขึ้น

3. ของเหลวที่ไวไฟ เช่น แอลกอฮอล์ อีเทอร์ ควรเก็บไว้ในที่มืดหรือในขวดสีเข้ม ไม่ควรวางไว้ใกล้กับเปลวไฟ เพราะของเหลวเหล่านี้ระเหยเป็นไอลุกติดไฟได้ง่าย และไม่ควรวางไว้บริเวณเดียวกับสารที่เป็นตัวออกซิไดซ์ และสารเคมีที่ระเบิดได้

4. สารไวไฟอื่น ๆ เช่น โซเดียม โพแทสเซียม หรือฟอสฟอรัส เป็นต้น สำหรับโซเดียมและโพแทสเซียมต้องเก็บแช่ไว้ในน้ำมันพาราฟิน ส่วนฟอสฟอรัสต้องเก็บไว้ในน้ำ และของทั้งสองสิ่งนี้ไม่ควรจะวางหรือเก็บไว้ใกล้กัน เพราะอาจเสียเวลาใช้สลับกันได้ทั้ง ๆ ที่มีฉลากที่ขวดแล้วก็ตาม เช่น ใส่ขวดผิด และถ้านำโซเดียมใส่ในขวดที่มีน้ำอาจเกิดการระเบิดขึ้นได้

5. สารที่สลายได้ง่าย และมีกาซเกิดขึ้น เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรืออลูมิเนียมคลอไรด์ ควรเก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล และควรจะเป็นขวดที่สามารถระบายความดันภายในขวดหรือเป็นจุกชนิดพิเศษที่ระบายความดันได้ มิฉะนั้นกาซที่เกิดขึ้นอาจจะดันให้ขวดแตกได้

6. สารกัมมันตรังสี ควรแยกเก็บไว้ต่างหาก และเก็บไว้ในภาชนะที่สามารถป้องกันกัมมันตภาพรังสีได้

4. การกำจัดสารเคมีอย่างปลอดภัย

สารเคมีในปฏิบัติการเคมีที่ไม่ต้องการใช้แล้ว เนื่องจากการเสื่อมสภาพเพราะหมดอายุใช้งาน สารเคมีที่เป็นของเสียจากการทดลอง และสารที่ไม่มีฉลากกำกับ หรือฉลากกำกับชำรุดเสียหาย ควรกำจัดเพราะอาจนำกลับมาใช้อีกครั้งโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เมื่อต้องการกำจัดต้องทำให้ถูกวิธีและหลักการเสมอ มิฉะนั้นจะก่อให้เกิดอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น และอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมด้วย ซึ่ง ศุภวรรณ ตันตยานนท์ (2527 : 1) ได้กล่าวถึงวิธีการทั่ว ๆ ไป สำหรับกำจัดสารเคมีดังนี้

การเผาทิ้ง เป็นวิธีที่ดีและใช้กันมาก สิ่งที่ต้องคำนึงถึงไว้ให้มาก สำหรับวิธีนี้คือ อันตรายจากไฟ จะต้องนำไปเผาในที่ห่างไกลชุมชน ห่างจากตัวอาคาร และควรขุดเป็นหลุมใหญ่และเล็ก นำเอาสิ่งที่ต้องการเผาไปไว้ในหลุมนี้ พร้อมทั้งเชื้อเพลิง เวลาจุดไฟเผาก็ใช้วิธีต่อสายยาว ไปจุดในที่ที่ไกลจากหลุมนี้และปลอดภัยพอ

การฝัง เป็นวิธีที่ไม่ปลอดภัยนัก เพราะสารอาจสลายตัว ซึ่งมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ เช่น น้ำฝนอาจจะชะล้างลงสู่บ่อน้ำ จะก่อให้เกิดอันตรายต่อไป

การทิ้งลงน้ำ เป็นวิธีที่ใช้ต่อเมื่อ สารที่จะทิ้งนั้นได้ตรวจสอบดูแล้วว่า จะไม่ทำให้เกิดอันตรายใด ๆ ขึ้น รวมทั้งจะไม่ก่อให้เกิดสารแขวนลอยอยู่ในน้ำด้วย

การเปลี่ยนแปลง เป็นสารที่ไม่มีอันตรายหรือมีอันตรายน้อยลงก่อนทิ้ง เป็นวิธีที่ใช้กันมาก แต่ต้องอาศัยความรู้ทางเคมีเข้าช่วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2528 : 55) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการกำจัดสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีไว้ดังนี้

1. ค่อย ๆ เติมสารเคมีนั้นอย่างช้า ๆ ลงบนโซดาแอช (Na_2CO_3) ปูนขาวที่แห้งและมากเกินพอ แล้วจึงไปฝังดิน

2. ใช้สารอื่นดูดซับแล้วเก็บรวบรวมเพื่อนำไปเผา (ในกรณีที่เป็นของเหลวระเหยง่าย อาจใช้ขี้เลื่อยดูดซับ)

3. ผสมกับสารหรือปูนแล้วนำไปฝังดิน

4. ทำให้เจือจางด้วยน้ำปริมาณมาก ๆ แล้วปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

5. ละลายในกรดหรือเบสเพื่อทำลายสมบัติ แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

6. ละลายในตัวทำละลายที่ติดไฟได้ เช่น แอลกอฮอล์ แล้วเผาในเตาเผาขยะ

7. ผสมกับตัวรีดิวซ์ที่เหมาะสม แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำปริมาณมากเกินพอก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

8. ทำให้สะเทินด้วยกรดหรือเบส แล้วชะล้างด้วยน้ำปริมาณมากเกินพอก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

9. เผาในหลุมดินพร้อมกับกระดาษหรือไม้แล้วกลบให้มิดชิด

10. ใช้วิธีการเฉพาะกับสารเคมีซึ่งต้องใช้คำปรึกษาจากผู้แทนจำหน่าย

5. วิธีการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้สารเคมี

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2528 : 15) ได้กล่าวถึงอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมี พร้อมทั้งวิธีแก้ไข ซึ่งสรุปเป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

1. ไฟไหม้ เนื่องจากการปฏิบัติการทางเคมีในห้องปฏิบัติการนั้น บางครั้งจะต้องใช้ตะเกียง ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จะเกิดไฟไหม้ได้ จึงต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวังและไม่ให้สารที่ติดไฟง่ายอยู่ใกล้ไฟ

วิธีการแก้ไข เมื่อเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ สิ่งแรกที่ควรทำก็คือต้องรีบดับตะเกียงในห้องปฏิบัติการให้หมด แล้วนำสารที่ติดไฟง่ายออกจากห้องปฏิบัติการให้ห่างที่สุด เพื่อไม่ให้สารเหล่านั้นเป็นเชื้อเพลิงได้ ในกรณีที่เกิดไฟไหม้เล็กน้อยจะดับไฟที่เกิดขึ้นนี้ได้โดยใช้ผ้าเช็ดตัวที่เปียกคลุม แต่ถ้าหากไฟลุกลามออกไปจะต้องใช้เครื่องดับเพลิงเข้าช่วยทันที

2. สารเคมีถูกผิวหนัง สารเคมีทุกชนิดมีอันตรายมากน้อยแตกต่างกัน บางชนิดมีฤทธิ์กัดกร่อนต่อสิ่งของและเนื้อเยื่อ เป็นอันตรายต่อผิวหนัง บางชนิดให้ไอที่ระเหยเป็นอันตรายต่อระบบหายใจ บางชนิดไวไฟ เป็นพิษหรือระเบิดได้ บางชนิดสามารถซึมผ่านเข้าไปในผิวหนังทำให้เกิดอันตรายได้มากมาย ด้วยเหตุนี้ผู้ทดลองจึงไม่ควรให้สารเคมีถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า

วิธีการแก้ไข เมื่อถูกสารเคมีไม่ว่าจะเป็นชนิดใดก็ตามต้องรีบล้างบริเวณนั้นทันทีด้วยน้ำมาก ๆ เพื่อไม่ให้สารเคมีมีโอกาสทำลายเซลล์ผิวหนังหรือซึมเข้าไปในผิวหนังได้

3. สารเคมีเข้าตา ขณะทำการทดลองหากก้มหรือมองใกล้มากเกินไปอาจทำให้ไอของสารเข้าตา หรือสารกระเด็นถูกตาได้

วิธีการแก้ไข เมื่อเกิดอุบัติเหตุจากสารเคมีเข้าตา จะต้องล้างตาทันทีด้วยน้ำจำนวนมาก ๆ พยายามลืมตาและกรอกตาในน้ำนาน ๆ ถ้าสารเคมีที่เป็นด่างเข้าตา เช่น โซเดียม-ไฮดรอกไซด์ แอมโมเนีย ฯลฯ จะเป็นอันตรายต่อตามากกว่ากรด จะต้องรีบล้างตาด้วยสารละลายกรดบอริค (Boric acid) ที่เจือจางในกรณีที่กรดเข้าตาให้ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เจือจาง

4. การสูดไอหรือกาซพิษ เมื่อสูดไอของสารเคมีหรือกาซพิษ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการทดลอง หรือสารที่ใช้ในการทดลองก็ตาม จะมีอาการต่าง ๆ เกิดขึ้น เช่น วิงเวียน คลื่นไส้ หายใจขัด ปวดศีรษะ ฯลฯ ซึ่งแล้วแต่พิษของสารเคมีนั้น ๆ หากไอนั้นกัดเนื้อเยื่อก็จะทำให้ระคายเคืองต่อระบบหายใจด้วย

วิธีการแก้ไข เมื่อทราบว่าสูดไอของสารเคมี จะต้องรีบออกไปจากที่นั้นและไปอยู่ในที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ หากพบว่ามีผู้หายใจเอากาซพิษเข้าไปมากจนหมดสติหรือช่วยตัวเองไม่ได้ จะต้องรีบนำออกจากที่นั้นทันที ซึ่งผู้ที่เข้าไปช่วยต้องใส่หน้ากากป้องกันกาซพิษ หรือใช้เครื่องช่วยหายใจ

5. การกลืนกินสารเคมี เนื่องจากอุปกรณ์บางอย่าง ผู้ทดลองใช้ปากดูดสารเคมีอาจพรวดเข้าปากได้ หากสารเคมีนั้นเป็นสารพิษ ก็ย่อมจะเกิดอันตรายต่อผู้ทดลอง

วิธีการแก้ไข เมื่อกลืนกินสารเคมีเข้าไป จะต้องรีบล้างปากให้สะอาดเป็นอันดับแรก และจะต้องสืบให้รู้ว่ากลืนสารอะไรลงไป ต่อจากนั้นก็ให้ดื่มน้ำหรือนมมาก ๆ เพื่อทำให้พิษเจือจาง แล้วทำให้อาเจียนโดยใช้นิ้วกดโคนลิ้นหรือกรอกไข่ขาวปล่อยให้อาเจียนจนกว่าจะมีน้ำใส ๆ ออกมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย</u>

อุปกรณ์ทดลองที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ส่วนใหญ่จะทำจากวัสดุที่เป็นแก้ว ซึ่งมีโอกาสแตกหักได้ง่ายและอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ทดลองได้ ดังนั้นผู้ทดลองจึงควรมีความรู้ในการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัยในด้านต่อไปนี้

1. การป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ทดลอง
2. การแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ทดลอง

1. การป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ทดลอง

องชัย ชีวปรีชา และปรีชาญ เดชศรี (2528 : 36 - 37) ได้กล่าวถึงอันตรายและข้อควรปฏิบัติในการป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์เครื่องแก้ว และเครื่องไฟฟ้าดังนี้

การป้องกันอันตรายจากการใช้เครื่องแก้ว

ในห้องปฏิบัติการจะมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำด้วยแก้วอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเครื่องแก้วเหล่านี้ เป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุ การใช้เครื่องแก้วจำเป็นต้องใช้อย่างถูกวิธี และระมัดระวัง

ข้อปฏิบัติโดยทั่วไปเกี่ยวกับการใช้เครื่องแก้วมีดังนี้

1. การถือหลอดแก้วหรือแท่งแก้ว ต้องถือให้หลอดแก้วหรือแท่งแก้วอยู่ในแนวดิ่งเสมอ เพื่อป้องกันการหักหรือชนกับสิ่งต่าง ๆ
2. ควรสวมแว่นตานิรภัย เมื่อทำงานที่ต้องใช้เครื่องแก้วเพื่อป้องกันเศษแก้วกระเด็นเข้าตา หากแตกหรือระเบิด
3. ป้องกันมือด้วยผ้าหรือถุงมือเมื่อจะตัดแก้ว
4. อย่าวางเครื่องแก้วไว้ใกล้ขอบโต๊ะ เพื่อป้องกันการตกหล่น
5. อย่าเก็บเศษแก้วที่แตกแล้วด้วยมือเปล่า
6. การใส่หรือถอดหลอดแก้วออกจากจุกควรใช้น้ำ หรือกลีเซอรีนหยดลงไปเพื่อหล่อลื่น และใช้ผ้าจับหลอดแก้วหมุนไปมา ถ้าถอดไม่ออกให้ใช้มีดกรีดจุก
7. อย่าใช้เครื่องแก้วที่มีรอยร้าว
8. แก้วที่เผาจนร้อนแดง ต้องวางไว้หลายนาทีจึงจะจับได้ แก้วที่นำออกมาจากไฟใหม่ ๆ แม้จะมองดูเหมือนไม่ร้อน แต่จะยังมีความร้อนอยู่มาก เพราะแก้วคายความร้อนได้ช้า ควรวางแก้วที่เผาแล้วบนวัสดุทนไฟ อย่าวางบนพื้นโต๊ะ เพราะจะทำให้ไหม้เกรียมได้

การป้องกันอันตรายจากการใช้เครื่องไฟฟ้า

ไฟฟ้าเป็นแหล่งอันตรายอีกแหล่งหนึ่งในห้องปฏิบัติการ ถ้าเป็นไปได้ควรติดตั้งสวิทช์อัตโนมัติป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร สำหรับข้อควรระวังในการใช้ไฟฟ้ามีดังนี้คือ

1. จะต้องระมัดระวังในการต่อวงจร และก่อนผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในวงจรจะต้องตรวจให้แน่ใจก่อนว่า ได้ต่อวงจรไฟฟ้าถูกต้องแล้ว

2. การเคลื่อนย้ายหรือปรับเครื่องไฟฟ้าทุกชนิดต้องตัดวงจรไฟฟ้า หรือดึงปลั๊กไฟออกก่อน

3. ต้องระวังไม่ให้น้ำหรือท่อน้ำสัมผัสกับปลั๊กหรือสวิทช์ไฟฟ้า

4. อย่าใช้สิ่งอื่นนอกจากปลั๊กไฟฟ้าเสียบเข้าในเต้ารับ

5. ก่อนเสียบปลั๊กทุกครั้งต้องปิดสวิทช์ก่อน และในการใช้เครื่องขยายทางไฟฟ้าทุกชนิด ก่อนปิดและเปิดเครื่อง ต้องลดการขยายจนต่ำสุดทุกครั้ง

2. การแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ทดลอง

นอกจากในเรื่องเกี่ยวกับการป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วและเครื่องไฟฟ้าแล้ว ธงชัย ชีวปรีชา และปรีชาญ เดชศรี (2528 : 40 - 41) ยังได้กล่าวถึงวิธีการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วและเครื่องไฟฟ้าไว้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ถ้าเศษแก้วเข้าตา ต้องนำผู้บาดเจ็บส่งโรงพยาบาลทันที อย่าพยายามเอาเศษแก้วออกจากดวงตาด้วยตนเอง

2. การล้างบาดแผล บาดแผลที่เกิดจากของมีคม ถ้าเป็นบาดแผลเล็กน้อยให้ทำความสะอาดบาดแผล พร้อมทั้งเอาสิ่งที่ติดอยู่ในบาดแผลออก แล้วปิดแผลด้วยผ้าพันแผลที่ฆ่าเชื้อโรคแล้ว ในกรณีบาดแผลใหญ่และลึก ให้นำส่งโรงพยาบาลทันที

3. การช่วยเหลือคนที่ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า สิ่งแรกที่จำเป็นต้องทำด้วยความรอบคอบและรวดเร็ว โดยผู้ที่ช่วยเหลือไปประสบอันตรายไปด้วยคือ ถอดปลั๊กหรือตัดวงจรไฟฟ้าหรือใช้ฉนวน เช่น ผ้าแห้ง ไม้แห้ง หรือเชือกแห้ง เขี่ย ผลัก หรือฉุดให้ผู้ได้รับอันตรายออกจากแหล่งกระแสไฟฟ้าหรือเขี่ยสายไฟให้หลุดออกไปจากตัวผู้บาดเจ็บ ห้ามใช้มือเปล่าแตะต้องตัวผู้กำลังได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2528 : 15) ได้กล่าวถึงวิธีแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากแก้วบาดไว้ดังนี้

เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์จำพวกเครื่องแก้ว ซึ่งแตกได้ง่าย ถ้าอุปกรณ์เหล่านี้แตก ผู้ทดลองอาจถูกแก้วบาดได้ การเสียบหลอดแก้วหรือเทอร์โมมิเตอร์ลงในจุกยาง ถ้าหลอดแก้วหัก อาจทิ่มแทงมือได้เช่นเดียวกัน จึงเห็นได้ว่า

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อันตรายที่เกิดจากแก้วบาดนั้นมีได้มาก ผู้ทดลองจึงต้องระมัดระวังไม่ให้อุปกรณ์พวกแก้วแตกหรือหัก หากพบควรรีบเก็บกวาดโดยเร็ว เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้น

วิธีแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุแก้วบาดก็คือ ต้องทำการห้ามเลือดโดยเร็ว โดยใช้นิ้วมือหรือผ้าที่สะอาดกดลงบนแผล ถ้าเลือดยังออกมากให้ยกส่วนที่เลือดออกสูงกว่าส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย แล้วใช้ผ้าหรือเชือกรัดระหว่างแผลกับหัวใจ แต่ต้องคลายออกเป็นครั้งคราวจนเลือดหยุดไหล แล้วทำความสะอาดแผลด้วยแอลกอฮอล์ ใส่ยา ปิดแผล ถ้าหากแผลใหญ่และลึกควรไปหาแพทย์

<u>เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย</u>

ภัทรา ไชยเวท (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ : 122) ได้กล่าวถึงเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัยไว้ดังนี้

1. การรินสารละลายหรือของเหลวจากขวด ควรรินทางด้านที่ไม่มีสลากปิดขวด เพื่อป้องกันสลากเสียหายหรือหลุดง่าย นักเรียนควรจะได้ฝึกการรินน้ำก่อนเช่นเดียวกัน

2. การทดลองใด ๆ ที่มีการต้มหรือเผา อย่าก้มลงไปดูสารนั้น ๆ จนชิด เพราะสารอาจกระเด็นเข้าหาได้ ขณะที่สารยังร้อน อย่านำมาวางบนโต๊ะ จะทำให้โต๊ะไหม้เป็นรอยได้ ถ้าต้มของเหลวในหลอดทดลองให้หันปลายหลอดไปทางที่ไม่มีคนและใส่เศษกระเบื้องแตกชิ้นเล็ก ๆ 2 - 3 ชิ้น เพื่อป้องกันการเดือดพลุ่งของของเหลว

3. ถ้าเขย่าสารในหลอดทดลอง ให้ทำด้วยความระมัดระวังที่จะไม่ให้กระเด็นมาถูกตัวเราหรือผู้อื่นได้

4. อย่าสูดกลิ่นของสารโดยตรง เพราะว่าไอของสารบางชนิดเป็นพิษ ควรจะใช้มือพัดไอของสารเข้าหาจมูก และสูดกลิ่นห่าง ๆ

5. อุปกรณ์บางอย่างทำด้วยแก้ว เวลาทดลองควรทำด้วยความระมัดระวัง มิฉะนั้นแก้วจะแตกบาดมือได้

6. อย่าทิ้งสารเคมีลงในอ่างน้ำ เพราะจะทำให้ท่อน้ำเป็นสนิมและผุง่าย ควรจะเทในถังที่เตรียมไว้โดยเฉพาะ และนำไปเททิ้งในที่ที่เหมาะสมต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 58) ได้ให้ข้อเสนอแนะถึงเทคนิคบางประการในการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย ดังนี้

1. เมื่อให้ความร้อนกับสารในหลอดทดลอง ควรหันปากหลอดไปในทิศทางที่ไม่มีผู้ใดอยู่ เพราะเมื่อสารได้รับความร้อนจะพุ่งออกนอกหลอด และควรเลื่อนหลอดทดลองไปมาเพื่อให้สารได้รับความร้อนโดยทั่วถึงกัน ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่จะป้องกันการเดือดอย่างรุนแรง

2. ในการทำกรดซัลฟูริกให้เจือจาง จะต้องเทกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้า ๆ ด้วยความระมัดระวัง พร้อมทั้งใช้แท่งแก้วคนตลอดเวลา ห้ามเทน้ำลงในกรดเด็ดขาด เพราะอาจเกิดความร้อนมากจนระเบิด หรือกรดกระเด็นถูกผู้เตรียมได้

3. ห้ามใช้มือจับสารเคมีทุกชนิด และเมื่อเวลาดมกลิ่นสารให้ถือหลอดไว้ในระดับจมูก ห่างจากจมูกราว ๆ 20 เซนติเมตร แล้วใช้มือโบกไอเข้าจมูกทีละน้อย ค่อย ๆ ผ่อนลมหายใจเข้าช้า ๆ อย่าสูดแรง

การวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ก็มีลักษณะเหมือนกับความรู้ทั่ว ๆ ไป ดังนั้นการสร้างแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี จึงสามารถสร้างลักษณะเดียวกับการสร้างแบบวัดความรู้ทั่ว ๆ ไปได้ ซึ่ง วิลาศ สิงหริสัย (2516 : 49 - 58) ได้แบ่งประเภทของแบบวัดความรู้ไว้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

แบบวัดความรู้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ 1.) แบบอัตนัย (Subjective or Essay test) และ 2.) แบบปรนัย (Objective test) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แบบอัตนัย ลักษณะคำถามเป็นการกำหนดสถานการณ์เพื่อให้ผู้ตอบแสดงความรู้ความเข้าใจ และความคิด ตั้งแต่กว้างที่สุดจนถึงแคบที่สุด ส่วนการตอบนั้นผู้ตอบจะมีโอกาสตอบตามที่ตนถนัด ซึ่งคำตอบจะมีตั้งแต่หนึ่งประโยคจนถึงหลาย ๆ หน้ากระดาษ

2. แบบปรนัย ลักษณะคำถามคล้าย ๆ กับอัตนัย แต่การตอบนั้นผู้ตอบใช้เวลาน้อยมาก การตอบแบบวัดนี้ในแต่ละข้อผู้ตอบอาจจะต้อง "เขียนตอบ" หรือ "เลือกตอบ" ในกรณีที่เขียนตอบก็เป็นแต่เพียงคำเดียว ข้อความสั้น ๆ หรือตัวเลขจำนวนเดียว มีคำตอบที่ถูกค่อนข้างแน่นอน แบบวัดแบบปรนัยมีหลายชนิดคือ

2.1 ชนิดให้ตอบสั้น ๆ (The Short - Answer Form)

2.2 ชนิดให้เติมช่องว่าง (The Completion Form)

2.3 ชนิดถูก - ผิด (True - False Form)

2.4 ชนิดเลือกตอบ (The Multiple Choice Form)

2.5 ชนิดจับคู่ (The Matching Form)

อนันต์ ศรีโสภา (2525 : 191) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับข้อสอบแบบปรนัยว่า "ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นข้อสอบที่นิยมใช้กันมากที่สุด ในข้อสอบปรนัยชนิดต่าง ๆ"

สำหรับแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยที่มีอยู่ เป็นแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมีในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่ง ศุภวรรณ ตันตยานนท์ (2527 : 1) ได้สร้างไว้มีลักษณะดังนี้

แบบวัดแต่ละข้อจะมีข้อความเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมีหลายข้อความ ซึ่งเป็นข้อความที่ถูกต้องทั้งหมด ส่วนทางด้านขวามือจะเป็นช่องของความคิดเห็นของผู้ตอบ ซึ่งมี 3 ช่องคือ ถูก ผิด และไม่เกี่ยว การให้คะแนนในแต่ละข้อความกำหนดไว้ดังนี้

ถ้าทำเครื่องหมายในช่อง "ถูก" หมายความว่า ผู้ตอบมีความรู้ที่ถูกต้องจะให้ + 1 คะแนน

ถ้าทำเครื่องหมายในช่อง "ผิด" หมายความว่า ผู้ตอบมีความรู้ที่ผิดจะให้ - 1 คะแนน

ถ้าทำเครื่องหมายในช่อง "ไม่เกี่ยว" หมายความว่า ผู้ตอบนั้นไม่เคยเกี่ยวข้องกับข้อความนั้น ๆ หรือผู้ตอบไม่มีคำตอบสำหรับข้อความนั้น ๆ จะให้ 0 คะแนน

ตัวอย่างแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมีในโรงงานอุตสาหกรรม

ตัวอย่างแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมีในโรงงานอุตสาหกรรม

	ถูก	ผิด	ไม่เกี่ยว
1. การปฏิบัติต่อสารเคมีที่เป็นกาซ			
1.1 ถังกาซทุกถังได้จัดตั้งไว้อย่างปลอดภัย เพื่อป้องกันการล้ม			
1.2 บริเวณที่ตั้งถังกาซอยู่ห่างไกลจากความร้อน เปลวไฟ หรือประกายไฟต่าง ๆ			
1.3 บริเวณที่ตั้งถังกาซ อยู่ห่างจากสารที่ไวไฟมาก ๆ			
1.4 กาซพิษและกาซไวไฟ ไม่ได้เก็บไว้ในห้องใต้ดิน			
ฯลฯ			

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสรุปได้ว่า ในการวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีนั้น สามารถสร้างแบบวัดความรู้ได้ทั้งประเภทอัตนัยและปรนัย การที่จะสร้างแบบวัดความรู้เป็นประเภทใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ที่จะทำการวัดว่าต้องการทราบรายละเอียดจากผู้ตอบมากน้อยเพียงใด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทักษะปฏิบัติการเคมี

ความหมายของทักษะปฏิบัติการเคมี

คาร์เตอร์ วี กู๊ด (Good 1973 : 536) ได้ให้ความหมายและทักษะปฏิบัติการ (skill, manipulative) ว่า "ทักษะปฏิบัติการหมายถึง ความคล่องแคล่วในการใช้เครื่องมือการทดลอง การใช้เครื่องจักร กระบวนการวางแผนหรือค้นคว้า หรือการออกแบบการประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ

ดีเรค ราวน์ทรี (Rowntree 1981 : 285) ได้ให้ความหมายของทักษะว่า "ทักษะหมายถึง ความสามารถทางร่างกาย หรือทางสมองที่จะเรียนรู้การปฏิบัติในสิ่งซ้ำ ๆ กัน"

ภัทรา ไชยเวท (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ : 3) ได้ให้ความหมายของทักษะว่า "ทักษะหมายถึง ความชำนาญ ความคล่องตัวอันเกิดจากการฝึกฝน"

มังกร ทองสุขดี (2522 : 166) ได้ให้ความหมายของทักษะว่า "ทักษะหมายถึง ความฉลาดหรือความสามารถในทางปฏิบัติ"

ราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 456) ได้ให้ความหมายของทักษะว่า "ทักษะหมายถึง ความชำนาญ มีฝีมือ หรือความสันทัดในเชิงงาน"

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2523 : 1) ได้ให้ความหมายของทักษะภาคปฏิบัติว่า "ทักษะภาคปฏิบัติหมายถึง ความชำนาญในการใช้เครื่องมือทดลอง การหยิบจับอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง มีเทคนิคในการทดลอง ทำการทดลองด้วยความคล่องแคล่ว มีความละเอียดรอบคอบและคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น"

พิศาล สร้อยธุหร่ำ (2525 : 47) ได้ให้ความหมายของทักษะภาคปฏิบัติไว้ว่า "ทักษะภาคปฏิบัติหมายถึง ทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ การสังเกต การจัดประเภท การพัฒนาโครงสร้างและหาความสัมพันธ์ ตลอดจนการแสวงหาความรู้ การรวบรวม และการรายงานผลอย่างมีประสิทธิภาพ"

กล่าวโดยสรุป ทักษะปฏิบัติการหมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือหรือ

หรืออุปกรณ์ในการปฏิบัติอย่างถูกต้องและคล่องแคล่ว มีความละเอียดรอบคอบในการปฏิบัติการทดลอง และมีเทคนิคในการปฏิบัติการทดลอง

จากที่กล่าวมา สามารถสรุปความหมายของทักษะปฏิบัติการเคมีได้ดังนี้

ทักษะปฏิบัติการเคมีหมายถึง ความสามารถในการใช้สารเคมี และใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการปฏิบัติการเคมีได้อย่างถูกต้องและคล่องแคล่ว มีความละเอียดรอบคอบระมัดระวังรักษาเครื่องมือในการปฏิบัติการทดลองเคมีและมีเทคนิคในการปฏิบัติการเคมี

<u>แนวคิดเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการเคมี</u>

ไรเบิร์ด บี ซันด์ และ เลสลี ดับบลิว ไทรว์บริด (Sund and Trowbridge 1967 : 86 - 107) ได้กล่าวถึง ทักษะที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีทักษะหลายด้านที่ควรได้พัฒนาคือ

1. ความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของการทดลอง
2. การใช้เครื่องมือ
3. การวัดและการคำนวณอย่างง่าย
4. การเขียนรายงานการทดลอง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล และการจดบันทึกข้อมูลได้อย่างถูกต้อง
6. ความเข้าใจในโครงสร้างและการอ่านกราฟ
7. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างง่ายที่เกิดขึ้น
8. การสาธิตการใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี
9. การทำความสะอาดและเก็บรักษาเครื่องมือ

วินเซนต์ เอน ลูเนตตา (Lunetta 1982 : 21) ได้กล่าวถึงกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการทดลองว่า ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในการใช้ทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การรู้จักแก้ปัญหา
2. การเลือกและใช้วิธีการที่เหมาะสมในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. การใช้เครื่องมือ

4. การสรุปลงข้อวินิจฉัย หลักการและมโนทัศน์ที่ได้จากข้อมูล
5. การนำความรู้เดิมไปทำนายสิ่งที่พบใหม่
6. การนำความรู้ที่ได้ไปใช้
7. การเสนอรายงานผล

สุวัฒน์ นิยมค้า (2517 : 146 - 147) กล่าวว่า ในการปฏิบัติการทดลองทุกเรื่อง นักเรียนควรจะมีทักษะอย่างน้อย 5 ประการคือ

1. ทักษะในการได้มาซึ่งข้อมูลและการรวบรวมข้อมูล (Acquisitive Skills)
2. ทักษะในการจัดระเบียบข้อมูล วิเคราะห์และลงข้อสรุป (Organizing Skills)
3. ทักษะในทางความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Skills)
4. ทักษะในการคิดดั้งใช้และซ่อมแซมเครื่องมือ (Manipulative Skills)
5. ทักษะในการเขียนรายงานผลการทดลอง (Communication Skills)

สำหรับทักษะในด้านการใช้เครื่องมือ (Manipulative Skills) หรือทักษะปฏิบัติการทดลองนั้น สุวัฒน์ นิยมค้า ได้กล่าวต่อไปว่า นักเรียนควรจะต้องมีทักษะดังต่อไปนี้

1. รู้จักติดตั้งเครื่องมือ นำเครื่องมือที่ใช้ทั้งหมดมาประกอบและติดตั้งได้ด้วยความคล่องแคล่ว ชำนาญ และไม่เกะกะเก้งก้าง
2. ใช้เครื่องมือเป็น รู้ว่าเครื่องมืออะไร ใช้สำหรับทำอะไร มีขีดจำกัดแค่ไหน ใช้อย่างไร อ่านสเกลอย่างไร
3. ซ่อมแซมเครื่องมือในส่วนที่ง่าย ๆ ได้เมื่อเกิดการชำรุด
4. สร้างเครื่องมือง่าย ๆ ได้
5. รู้จักเก็บรักษาเครื่องมือให้ปลอดภัย

จำนง พรายแย้มแข (2514 : 21 - 22) กล่าวว่า พฤติกรรมที่แสดงความสามารถทางทักษะจะสังเกตเห็นได้จากสิ่งเหล่านี้คือ

1. การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องและเหมาะสม
2. การเก็บรักษาเครื่องมือ
3. ปฏิบัติการทดลองตามลำดับขั้น

4. การสังเกตความเหมือนและความแตกต่างกันของสิ่ง 2 สิ่ง

5. การมีสมาธิในการสังเกตและทดลอง

6. การเสนอรายงานด้วยปากเปล่าและข้อเขียน

7. ความละเอียดถี่ถ้วนของข้อมูลที่รวบรวมได้

8. ความเป็นระเบียบของการจดบันทึกหรือโน้ตย่อ

9. การจับใจความสำคัญจากการอ่านได้ถูกต้อง

10. จากการสังเกตทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท 2522 : 139-142) ได้เน้นความสำคัญของการทดลองว่าเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะภาคปฏิบัติ และได้กำหนดทักษะปฏิบัติไว้ 29 ทักษะ ดังต่อไปนี้

ทักษะ 1 <u>การใช้เทอร์โมมิเตอร์</u> หมายถึงการใช้และการอ่านเทอร์โมมิเตอร์อย่างถูกวิธีคือ กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ต้องสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัด ไม่สัมผัสกับด้านข้างและก้นภาชนะ ขณะอ่านสายตาต้องอยู่ในระดับเดียวกันกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ และเมื่อใช้เสร็จแล้วทำความสะอาดเช็ดให้แห้งแล้วเก็บเข้าที่

ทักษะ 2 <u>การใช้ตาชั่ง</u> หมายถึงความสามารถที่จะใช้ตาชั่งอย่างถูกวิธีคือ ปรับศูนย์ก่อนใช้ ขณะชั่งน้ำหนักค่อย ๆ เลื่อนตุ้มน้ำหนักจนตาชั่งสมดุล และอ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้อง

ทักษะ 3 <u>การใช้ตาชั่งสปริง</u> ในการใช้ตาชั่งสปริง น้ำหนักต้องให้ตาชั่งอยู่ในแนวดิ่ง อ่านหน่วยน้ำหนักเป็นกรัม หรือนิวตัน ขณะอ่านสายตาต้องอยู่ในระดับเดียวกับปุ่มโลหะบอกค่าน้ำหนัก ถ้าต้องใช้ตาชั่งสปริงในแนวอื่น เพื่อเปรียบเทียบแรงดึงต้องรักษาทิศทางให้อยู่ในแนวเดียวกัน

ทักษะ 4 <u>การใช้ตะเกียง</u> หมายถึง ความสามารถในการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์อย่างถูกวิธีคือ ก่อนใช้ต้องตรวจสภาพก่อนทุกครั้ง ไม่จุดตะเกียงก่อนที่จะเตรียมสารให้พร้อม ปรับไส้ให้สูงพอเหมาะ เตรียมกระป๋องทรายสำหรับทิ้งก้านไม้ขีดไฟที่จุดแล้ว เมื่อเลิกใช้ต้องดับตะเกียงทันทีโดยใช้ฝาครอบ ไม่ใช้ปากเป่า

ทักษะ 5 <u>การใช้ช้อนตักสาร</u> หมายถึง การตวงสารให้ปริมาณถูกต้องคือ ตักสารแต่ละครั้งต้องปาดช้อนเพียงครั้งเดียว ไม่กดสารในช้อนก่อนปาด เมื่อตักแล้วทำความสะอาดช้อนและ

ทำให้แห้งก่อนดักสารชนิดอื่น ไม่ดักสารในขณะที่ยังร้อน

ทักษะ 6 <u>การใช้ไม้หนีบ</u> หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ไม้หนีบได้ถูกวิธีคือ หนีบที่ระยะประมาณ 1/3 จากปากหลอดทดลอง เมื่อหนีบปีกเกอร์หรือถ้วยกระเบื้องต้องหนีบให้ลึก ขณะถือ ไม่ออกแรงกดไม้หนีบ ถ้าใช้กับขาตั้งเพื่อหนีบเทอร์โมมิเตอร์ต้องใช้เศษผ้าหรือกระดาษชำระหุ้มเทอร์โมมิเตอร์ให้แน่นเสียก่อน

ทักษะ 7 <u>การใช้หลอดฉีดยา</u> หมายถึง การใช้หลอดฉีดยาอย่างถูกวิธีคือ จุ่มปลายหลอดลงในของเหลว กดก้านสูบให้ชิดตัว กระบอกสูบเพื่อไล่ฟองอากาศ ดึงก้านสูบขึ้นเพื่อดูดของเหลวขึ้นมาอ่านปริมาตรโดยให้สายตาอยู่ในระดับพอดีกับขีดบอกปริมาตร ถ้ามีฟองอากาศต้องกดก้านหลอดลงไปใหม่ ใช้เสร็จแล้วล้างให้สะอาดทำให้แห้ง เมื่อจะดูดของเหลวชนิดอื่นต้องล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้ง

ทักษะ 8 <u>การใช้หลอดหยด</u> หมายถึง ความสามารถที่จะใช้หลอดหยดได้ถูกวิธีคือ ดูดของเหลวให้มีปริมาณใกล้เคียงกับที่ต้องการใช้ ค่อย ๆ บีบจุกยางเพื่อให้ของเหลวหยดทีละหยด อย่างสม่ำเสมอ ล้างหลอดหยดให้สะอาดทันที สะบัดให้แห้งก็จะใช้ดูดสารหลายชนิดต้องล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้ง

ทักษะ 9 <u>การใช้กรดและเบส</u> หมายถึง การใช้กรด-เบสได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย คือรินกรดหรือเบสใส่ในภาชนะที่สะอาดและแห้ง ขณะรินหันภาชนะที่ใส่กรด - เบสด้านที่มีป้ายฉลากขึ้นข้างบน ไม่รินน้ำลงในกรด ถ้ากรดหกรดร่างกาย ต้องรีบล้างด้วยน้ำมาก ๆ ทันที ถ้ากรดหกรดพื้นให้โปรยด้วยผงโซเดียมคาร์บอเนต ถ้าเบสหกรดให้ล้างด้วยกรดอะซิติกเจือจาง แล้วล้างด้วยน้ำมาก ๆ อีกครั้งหนึ่ง

ทักษะ 10 <u>การใช้กระดาษทดสอบกรด - เบส</u> หมายถึง ความสามารถที่จะรู้จักใช้กระดาษอินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ คือมือที่หยิบต้องสะอาดปราศจากกรดและเบส หยิบทีละแผ่น อังที่ปากหลอด โดยไม่ให้สัมผัสกับหลอด ถ้าจะทดสอบของเหลวให้วางกระดาษอินดิเคเตอร์บนถ้วยกระเบื้อง ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวมาแตะ

ทักษะ 11 การใช้แว่นขยาย เมื่อต้องการใช้แว่นขยายตรวจดูรายละเอียดของวัตถุ ให้ถือแว่นขยายให้ชิดกับตาข้างหนึ่ง ระวังการขูดขีด ใช้แล้วเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

ทักษะ 12 การใช้กล้องจุลทัศน์อย่างง่าย หมายถึง ความสามารถในการใช้กล้องจุลทัศน์ได้อย่างถูกวิธี คือ วางแผ่นสไลด์บนแท่นให้วัตถุที่ต้องการอยู่ตรงกับช่องบนแท่น กดกับให้แน่นด้วยที่หนีบทั้งสองข้าง ปรับกระจกเงาให้แสงสะท้อนมาที่วัตถุบนสไลด์ หมุนปุ่มตามเข็มนาฬิกา เพื่อปรับเลนส์ตาลงไปจนต่ำสุดเกือบถึงกระจกสไลด์ มองวัตถุผ่านเลนส์ พร้อมทั้งค่อย ๆ หมุนปุ่มทวนเข็มนาฬิกา เพื่อปรับระยะเลนส์ทีละน้อยจนมองเห็นวัตถุชัดเจน ถ้ายังไม่เห็นภาพให้เลื่อนตำแหน่งสไลด์ ปรับระยะใหม่อีกจนเห็นชัด

ทักษะ 13 การใช้กล้องไทรทัศน์อย่างง่าย หมายถึง ความสามารถในการใช้กล้องไทรทัศน์ได้อย่างถูกวิธี คือ เลื่อนเลนส์ทั้ง 2 อัน ออกห่างจากกัน จับรางกล้องตรงระยะกึ่งกลางของรางยกขึ้นให้เลนส์อยู่ในระดับตา เมื่อมองวัตถุที่อยู่ไกลให้มองผ่านเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้น แล้วเลื่อนเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสยาวไปข้างหน้าจนเห็นภาพชัด ระวังการขูดขีดเลนส์ ในการทำความสะอาดให้ใช้ผ้าสำลีเช็ดเลนส์

ทักษะ 14 การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถที่ตรวจความต่างศักย์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับความต่างศักย์ของวงจรไฟฟ้าก่อนที่จะต่อเข้าในวงจร เมื่อความต่างศักย์ของอุปกรณ์มีค่ามากกว่าไม่ต้องต่อ

ทักษะ 15 ทักษะการใช้หลอดไฟฟ้าพร้อมขั้ว หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ปากหนีบจระเข้ หนีบปลายขั้วทั้งสองที่ยื่นออกมา ไม่หนีบเข้าไปจนชิดกับขั้วไฟฟ้า

ทักษะ 16 การใช้แบตเตอรี่ หมายถึง ความสามารถในการเรียงเซลลงในกล่องเป็นแบบอนุกรม ตรวจสอบขั้วไฟฟ้า แผ่นตัวนำ เพื่อต่อตอนตามจำนวนเซลให้มีความต่างศักย์ตามที่ต้องการ

ทักษะ 17 การสังเกต หมายถึง ความสามารถที่จะตรวจรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการสังเกต โดยใช้ประสาทสัมผัสครบทุกอย่างได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว แล้วบันทึกทันที

ทักษะ 18 การวัดความยาว - สูง หมายถึง ความสามารถที่จะใช้อุปกรณ์วัดความยาว ความสูงได้ถูกวิธี อ่านมาตราโดยตาตั้งฉากกับขีดบอกความยาวหรือความสูงนั้น

ทักษะ 19 การใช้และเก็บรักษาแม่เหล็กที่ใช้ทำไดนาโม หมายถึง การเก็บรักษาแม่เหล็กไม่ให้เสื่อมคุณภาพด้วยการให้ขั้วต่างชนิดกันประกอบกันไว้

ทักษะ 20 การค้นสาร หมายถึง ความสามารถในการค้นสารในหลอดทดลองหรือในปีกเกอร์อย่างถูกวิธีคือ ก่อนค้นเช็ดก้นภาชนะให้แห้ง ถ้าค้นสารในหลอดที่อยู่กับที่ต้องใส่เศษหินหรือกระเบื้องก่อนค้น ถ้าจับด้วยไม้หนีบต้องส่ายหลอดไปมาช้า ๆ ทันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนอยู่ เมื่อค้นในปีกเกอร์ใช้แท่งแก้วคนอย่างสม่ำเสมอ

ทักษะ 21 การคนสาร หมายถึง การใช้แท่งแก้วคนสารให้เข้ากันโดยไม่ให้แท่งแก้วกระทบกันและด้านข้างของภาชนะ ใช้แล้วล้างให้สะอาด เช็ดให้แห้งแล้วเก็บเข้าที่ และไม่ใช้แท่งแก้วคนสารต่างชนิดกันโดยไม่ทำความสะอาดเสียก่อน

ทักษะ 22 การเขย่าหลอดทดลอง หมายถึง การเขย่าโดยใช้มือจับหลอดทดลองแล้วเขย่าให้ส่วนล่างของหลอดกระแทกกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ

ทักษะ 23 การรินสาร หมายถึง การรู้จักการรินของเหลวผ่านแท่งแก้วลงสู่ภาชนะ โดยให้ปลายแท่งแก้วสัมผัสชิดขอบภาชนะที่รองรับ

ทักษะ 24 การดมสาร หมายถึง ความสามารถที่จะสังเกตกลิ่นของสารอย่างถูกวิธีคือ ไม่สูดดมสารโดยตรง แต่ใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะให้ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าและห่างจากจมูกเล็กน้อย แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งโบกกลิ่นไอของสารเข้าจมูกช้า ๆ

ทักษะ 25 การจับเวลา หมายถึง ความสามารถในการใช้นาฬิกาจับเวลาได้อย่างคล่องแคล่ว อ่านเวลาได้ถูกต้อง รวดเร็ว และให้สัญญาณระหว่างคนที่สังเกตปรากฏการณ์กับคนที่จับเวลา

ทักษะ 26 การทำเครื่องหมาย หมายถึง ความสามารถที่จะรู้จักทำเครื่องหมายบนหลอดทดลอง กล่องพลาสติก เมื่อใช้หลาย ๆ ชิ้นในเวลาเดียวกัน

ทักษะ 27 <u>การต่อและตรวจวงจรไฟฟ้า</u> หมายถึง ความสามารถในการไล่ลำดับวงจร โดยเริ่มจากขั้วหนึ่งของแบตเตอรี่ไปยังอีกขั้วหนึ่งจนครบวงจร โดยไม่ต้องกลับและตรวจสอบดูขั้วไฟฟ้าทุกขั้ว ต้องเสียบกันอยู่แน่นสนิท

ทักษะ 28 <u>การใช้ยาฆ่าเชื้อโรค</u> หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ยาฆ่าเชื้อโรคอย่างระมัดระวังไม่ให้ถูกผิวหนังหรือส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย โดยใช้ปากคีบจับสำลีชุบยาฆ่าเชื้อโรคกดกับข้างขวดไม่ให้ไชกเกินไป ปิดจุกขวดทันที ใช้สำลีเช็ดภาชนะที่ต้องการฆ่าเชื้อโรค เสร็จแล้วทิ้งสำลีในที่รับขยะ ไม่วางทิ้งไว้บนโต๊ะ ถ้ายาถูกส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายให้ล้างด้วยน้ำมาก ๆ ทันที

ทักษะ 29 <u>การทำความสะอาดและเก็บรักษาเครื่องมือ</u> หมายถึง ความสามารถที่จะทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกชนิด เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วและเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

นอกจากนี้ สสวท. (2529 : 1 - 18) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติการวิชาเคมีสรุปได้ว่า การทดลองเคมีนักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เทคนิคหลายประการ เพื่อให้สามารถใช้เทคนิคในการทดลองได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมกับโอกาส ซึ่งจะช่วยให้ผลการทดลองถูกต้องและมีข้อผิดพลาดในการทดลองน้อยที่สุด เทคนิคที่เกี่ยวกับการปฏิบัติการเคมีในระดับมัธยมศึกษาได้แก่

1. การใช้อุปกรณ์วัดปริมาตร
2. การใช้เครื่องชั่ง
3. การถ่ายเทสารเคมี
4. การใช้เทอร์โมมิเตอร์
5. การตกตะกอนสาร
6. การให้ความร้อน
7. การใช้จุกยาง
8. การแยกและทำสารให้บริสุทธิ์
9. การหาจุดหลอมเหลวและจุดเดือด
10. การเตรียมกาซและการเก็บกาซ
11. การไตเตรต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

12. การทำความสะอาดเครื่องแก้ว

13. การทำโครมาโตกราฟี

ทบวงมหาวิทยาลัย (2524 : 134 - 136) ได้เสนอถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการมีทักษะปฏิบัติการทดลองสรุปได้ว่า การมีทักษะปฏิบัติการทดลองจะทำให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. มีความปลอดภัย เนื่องจากการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องเรียนรู้ถึงวิธีการใช้ที่ถูกต้องและมีทักษะ ซึ่งจะช่วยให้ตนเองและผู้อื่นปลอดภัยจากอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติการทดลอง

2. ความมีประสิทธิภาพในการทดลอง การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมและถูกต้อง จะทำให้ผลการทดลองดำเนินไปด้วยดี รวดเร็วและแม่นยำ แต่ถ้าเลือกอุปกรณ์ไม่เหมาะสมและไม่มีทักษะในการใช้ จะทำให้ผลการทดลองผิดพลาดมาก

3. ผลทางเศรษฐกิจ การมีทักษะปฏิบัติการทดลองจะช่วยประหยัดงบประมาณในการซื้ออุปกรณ์และสารเคมี เพราะถ้าเครื่องมือบางชิ้นและสารเคมีบางชนิดมีราคาแพงมาก การใช้ที่ไม่ถูกวิธีนอกจากก่อให้เกิดอันตรายแล้ว อาจทำให้เครื่องมือชำรุดเสียหายใช้การไม่ได้ ต้องซื้อมาใหม่ทำให้เสียงบประมาณไป และมีผลต่อเศรษฐกิจของประเทศชาติด้วย

จากแนวคิดเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการเคมีที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ในการปฏิบัติการทดลองเคมีนั้น นักเรียนควรจะได้มีการพัฒนาทักษะภาคปฏิบัติต่าง ๆ ให้เกิดขึ้น เพราะการที่นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทดลองจะทำให้เกิดประโยชน์หลายประการคือ มีความปลอดภัย เกิดประสิทธิภาพในการทดลอง และส่งผลทางเศรษฐกิจในแง่การประหยัดงบประมาณ

<u>การประเมินผลทักษะปฏิบัติการเคมี</u>

การประเมินผลทักษะปฏิบัติการนั้น มีนักการศึกษาได้ให้หลักเกณฑ์และแนวทางปฏิบัติที่จะใช้ในการประเมินผลไว้หลายท่าน ดังนี้

เบนจามิน เอส บลูม (Bloom 1956 : 6 - 8) ได้กำหนดพฤติกรรมต่าง ๆ

ที่จะต้องประเมินในวิชาวิทยาศาสตร์ 5 พฤติกรรมดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ (knowledge and comprehension)
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (process of sciencetific inquiry)
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (application of sciencetific knowledge and methods)
4. ทัศนคติและความสนใจ (attitude and interests)
5. ทักษะปฏิบัติการ (manual skills)

วอลเตอร์ เอ เธอร์เบอร์ และอัลเฟรด ที คอลเลคต์ (Thurber and collecte 1959 : 270 - 271) ได้กล่าวถึงการทดสอบปฏิบัติการทดลองสรุปได้ว่า เป็นการทดสอบความสามารถของนักเรียนที่จะดำเนินการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์โดยการนำอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองวางไว้ด้านหน้าของนักเรียนพร้อมกับปัญหาที่จะให้นักเรียนแก้ นักเรียนจะแก้ปัญหาพร้อมทั้งสาธิตการทดลองให้ดู โดยครูจะให้คะแนนเป็นขั้นตอนและให้คะแนนในขั้นสุดท้าย หรือจากคำอธิบายหรือจากทั้ง 2 ประการ การประเมินผลแบบนี้สามารถประเมินความสามารถในการหยิบจับอุปกรณ์ของนักเรียน แต่ก็เป็นการลำบากถ้าจะประเมินผลในกลุ่มใหญ่ ๆ ทั้งนี้เพราะจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์จำนวนมาก

แจค ซี เจฟฟรี (Jeffrey 1967 : 186 - 194) ได้เสนอสิ่งที่ต้องประเมินผลในการเรียนการสอนด้วยการปฏิบัติการทดลองไว้ 6 ด้านคือ

1. ความสามารถด้านคำศัพท์ (Vocabulary competence)
2. ความสามารถด้านการสังเกต (Observation competence)
3. ความสามารถด้านการสืบสอบ (Investigative competence)
4. ความสามารถด้านการรายงานผล (Reporting competence)
5. ความสามารถด้านการใช้เครื่องมือ (Manipulative competence)
6. ความมีระเบียบในการปฏิบัติการทดลอง (Laboratory discipline)

เจ อาร์ อีเกลน และอาร์ เอฟ เคมปา (Eglen and Kempa,1974:261-273) ได้ตั้งเกณฑ์ในการประเมินผลภาคปฏิบัติออกเป็น 4 เกณฑ์ หรือ 4 องค์ประกอบ และสุนีย์ คล้ายนิล (S,Klainin, 1984 : 257) ได้ดัดแปลงเกณฑ์ทั้ง 4 เพื่อใช้ในการประเมินผล

การเรียนปฏิบัติการทดลองที่ใช้ในระดับมัธยมศึกษา เกณฑ์ทั้ง 4 ดังกล่าวได้แก่

องค์ประกอบของทักษะ	ลักษณะพฤติกรรมตาม เกณฑ์ของ เคมปา	เกณฑ์ทักษะปฏิบัติของสุนีย์ คล้ายนิล
1. เทคนิคการทดลอง (Experimental Technique : ET)	ใช้อุปกรณ์และสาร เคมีได้อย่างถูกต้อง มีความปลอดภัยในการทดลอง และมีความระมัดระวังในการสังเกตการทดลอง	ใช้อุปกรณ์และสาร เคมีได้ถูกวิธี สามารถดำเนินการทดลองให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องสมบูรณ์
2. การดำเนินการทดลอง (Procedure: PD)	ลำดับขั้นการทดลองได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพและตรงจุดประสงค์ของการทดลอง มีความสามารถในการดัดแปลงการดำเนินการทดลองและเครื่องมือได้อย่าง เหมาะสม	มีการวางแผนปฏิบัติการทดลองตามลำดับขั้นได้ถูกต้องและการทดลองทุกขั้นตอนได้ผลถูกต้องตามจุดมุ่งหมาย
3. ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการ (Manual Dexterity : DE)	มีความมั่นใจและความคล่องแคล่วในการทดลองและการใช้เครื่องมือ และสามารถทำการทดลองได้ผลการปฏิบัติที่สมบูรณ์	มีความมั่นใจและคล่องแคล่ว ซึ่งทำให้การทดลองลุล่วงไปด้วยดีภายในเวลาที่กำหนด
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย (Neatness:NT)	การจัดพื้นที่ในการทดลอง และการจัดวางอุปกรณ์ได้อย่าง เป็นระเบียบ และ เหมาะสม	มีความสะอาดและเป็นระเบียบเรียบร้อยในการจัดพื้นที่และจัดเก็บอุปกรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รอดเนย์ แอล ไดราน (Doran 1978 : 404) ได้เสนอแนะวิธีที่ใช้ในการประเมินผลปฏิบัติการไว้ 2 วิธี ดังนี้

1. การใช้มาตราส่วนประเมินค่า (rating scales) และแบบสำรวจรายการ (check list) เป็นการสังเกตพฤติกรรมขณะนักเรียนปฏิบัติการทดลอง
2. การทดลองสอบภาคปฏิบัติการทดลอง ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมการทดลอง เครื่องมือต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ

วินเซนต์ เอน ลูเนตตา และคณะ (Lunetta and et,al,1981:24-25) ได้แบ่งวิธีในการประเมินผลปฏิบัติการทดลองไว้ 4 วิธีคือ

1. เขียนรายงานการทดลอง
2. ทดสอบด้วยแบบสอบข้อเขียน
3. สอบปฏิบัติการทดลอง
4. ประเมินผลด้วยการสังเกต

นอกจากนี้ยังให้ข้อคิดเกี่ยวกับการประเมินผลว่า ในบรรดาการประเมินผลด้วยการสังเกตเป็นวิธีการประเมินที่ต่อเนื่อง สามารถทำการสังเกตจดบันทึกไว้ในช่วงเวลายาวนาน และสามารถประเมินผลต่อเนื่องกันได้ตลอดทั้งภาคเรียน โดยมีเกณฑ์ในการประเมินพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การวางแผนและออกแบบการทดลอง (Planing and design)
2. ทักษะปฏิบัติการทดลอง (Manipulative skills)
3. การดำเนินการทดลอง (Conduct of experiment)
4. การสังเกต (Observation)
5. การจดบันทึกข้อมูล (Recording data)
6. การแปลความหมายของข้อมูลจากการทดลอง (Interpretation of data and experiment)
7. ความรับผิดชอบ (Responsibility)
8. ความคิดริเริ่มที่จะทำสิ่งใหม่ ๆ (Initiative)
9. นิสัยในการทำงาน (Work habits)

ยูริ กานีล และเอวี ฮอปติน (Ganiel and Hoftein 1982 : 581-591) กล่าวถึงการประเมินทักษะปฏิบัติในการทดลอง สรุปได้ว่า มีวิธีการประเมินแตกต่างกันหลายลักษณะที่ใช้กันก็คือ การเขียนรายงานหรือการทดสอบข้อเขียน ทักษะปฏิบัติในการทดลองที่ต้องประเมินคือ การปฏิบัติการทดลองจริง ๆ มีการวิจัยของนักวิจัยทางการศึกษาหลายคนที่ประเมินทักษะปฏิบัติด้วยการสังเกต โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสิน วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้กันอยู่ในมหาวิทยาลัยกรุงลอนดอน ครูจะใช้วิธีการสังเกตนักเรียนแต่ละคนระหว่างทำกิจกรรมการทดลอง แล้วบันทึกให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และได้เสนอสิ่งที่จะต้องประเมินในการทำปฏิบัติการทดลองไว้ 5 ประการคือ

1. การติดตั้งเครื่องมือและทักษะปฏิบัติในการทดลอง
2. การสังเกตและการวัด
3. การจัดลำดับและการดำเนินการ
4. การจัดกระทำข้อมูล
5. การสรุปและอภิปรายผล

ประวิทย์ ชูศิลป์ (2524 : 15 - 17) ได้กล่าวถึงการประเมินผลด้านการปฏิบัติ เอาไว้พอสรุปได้ว่า การประเมินผลด้านการปฏิบัตินั้น จะกระทำโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียนแต่เพียงอย่างเดียว เหมือนการประเมินผลด้านการรับรู้และความคิดไม่ได้ เพราะมีทักษะหลายอย่างที่ไม่สามารถทดสอบหรือวัดผลโดยวิธีเขียนตอบ เช่น ทักษะในการหยิบและใช้เครื่องมือ ทักษะในการสังเกต จึงต้องประเมินผลโดยการสังเกตจากการกระทำจริง ๆ ด้วยการกำหนดเกณฑ์ต่าง ๆ ขึ้นเพื่อให้คะแนน ซึ่งทักษะที่สามารถใช้เกณฑ์ประเมินผลด้านการปฏิบัติเป็นทักษะในการทำหรือปฏิบัติ (Manipulative skills) แบ่งได้ 2 พวก คือ

ก. ทักษะภาคปฏิบัติ

ข. ทักษะในการสื่อความหมายภาคปฏิบัติ

การประเมินทักษะทั้ง 2 พวกนี้จะต้องใช้วิธีสังเกตขณะนักเรียนกำลังปฏิบัติการทดลอง

<u>ทักษะภาคปฏิบัติ</u> เป็นทักษะที่สามารถสังเกตได้ ในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติการทดลองโดยตรง ดังนี้คือ

1. ทักษะในการปฏิบัติการ (Manual skills) ได้แก่ การหยิบจับวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง และการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง

2. ทักษะในการสังเกต (Observation) ได้แก่ การสังเกตเพื่อค้นหารายละเอียดหรือเปรียบเทียบ และการสังเกตผลการทดลอง

3. ทักษะในการดำเนินการทดลอง (Carrying out procedures) ได้แก่ การปฏิบัติตามวิธีการที่กำหนดไว้ในแบบเรียนหรือคู่มือการทดลอง และการเตรียมการหรือการคิดค้นวิธีการใหม่

<u>ทักษะในการสื่อความหมายภาคปฏิบัติ</u> เป็นทักษะในการบันทึกผลและใช้ผลการทดลองที่รวบรวมสรุปไว้ในสมุดบันทึก หรือรายงานการทดลองคือ

1. ทักษะการบันทึกผล

2. ทักษะในการใช้ผลการทดลอง

ไกวิท ปวาลพฤกษ์ และสมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2523 : 106 - 109) ได้เสนอแนะแนวทางในการวัดผลด้านการปฏิบัติไว้ว่า มีสิ่งที่จะต้องวัด 2 ประการคือ

1. ความสามารถในการปฏิบัติงานกับการวัดพฤติกรรมของนักเรียนโดยใช้วิธีการสังเกต และมีเครื่องมือในการสังเกตคือ แบบสำรวจรายการ (Check list) หรือมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) จะช่วยให้การสังเกตสะดวกและมีความเที่ยง

2. ความสามารถและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานคือ วิธีการปฏิบัติงาน ซึ่งได้แก่ วิธีการ ทักษะ และเทคนิคในการใช้เครื่องมือทดลองและวัดผลโดยนำผลงานที่ได้มาตรวจให้คะแนน

นอกจากนี้ ยังได้ให้หลักในการสังเกตเพื่อให้คะแนนทักษะปฏิบัติไว้ดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่จะสังเกตให้จำกัดเฉพาะเรื่อง

2. สังเกตอย่างมีจุดมุ่งหมาย

3. สังเกตด้วยความพินิจพิเคราะห์รายละเอียดของสิ่งที่สังเกต

4. ต้องมีการบันทึก

5. ขณะสังเกตควรใช้แบบสำรวจรายการ (Check list) หรือมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale)

มาตราส่วนประเมินค่าใช้ประเมินคุณลักษณะของสิ่งที่สังเกตออกมาเป็นระดับต่าง ๆ มีลำดับขั้นในการสร้างดังนี้

1. ระบุผลการเรียนหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ชัดเจน
2. เขียนพฤติกรรมที่สำคัญของแต่ละผลการเรียน
3. สร้างมาตราวัด (Scale)
4. เขียนคำสั่งการใช้

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2524 : 26) ได้แบ่งวิธีทดสอบภาคปฏิบัติโดยใช้การกระทำของผู้ถูกทดสอบเป็นเกณฑ์ เป็น 3 วิธีคือ

1. การทดสอบที่ให้ลงมือกระทำ (Performance Test)
2. การทดสอบโดยให้เขียนตอบในกระดาษ (Paper-pencil Test)
3. การทดสอบปากเปล่า (Oral Test)

สสวท. โดยสาขาวิจัยและประเมินผล (2524 : 27 - 31) ได้เสนอแนวปฏิบัติในการวัดผลปฏิบัติการในการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นการวัดทักษะด้านการปฏิบัติการทดลองที่อาจวัดได้เป็น 2 พวกคือ

1. ทักษะพวก ก. เป็นกิจกรรมที่มองเห็นได้ระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ได้แก่

1.1 ทักษะทางปฏิบัติ เป็นทักษะเกี่ยวกับการหยิบจับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง

1.2 การสังเกต ได้แก่การสังเกตเพื่อหารายละเอียดหรือเปรียบเทียบและการสังเกตผลของการทดลอง

1.3 การดำเนินการทดลอง ได้แก่ความสามารถในการปฏิบัติตามวิธีการที่บอกไว้ในแบบเรียน และสามารถวางแผนปฏิบัติการทดลองได้อย่างเหมาะสม

2. ทักษะพวก ข. เป็นผลของการปฏิบัติการที่นักเรียนได้บันทึกไว้ในสมุด ได้แก่

2.1 การบันทึกผลได้แก่ การบันทึกผลเป็นตารางหรือกราฟ การวาดรูปหรือการเขียนแผนภาพ การจดบันทึกเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้

2.2 การใช้ผลการทดลอง ได้แก่การแปลความหมายข้อมูลเพื่อหาข้อสรุป

การคำนวณโดยใช้ข้อมูลที่ได้ การทำนายโดยอาศัยข้อมูลที่ได้

ในการวัดผลปฏิบัติการนั้น ครูจะต้องวัดผลการปฏิบัติของนักเรียนไปพร้อมกับการสอน นักเรียนแต่ละคนอาจทำกิจกรรมต่าง ๆ ในเวลาเดียวกัน การที่นักเรียนทำการทดลองเป็นกลุ่มและนักเรียนในชั้นมีมาก ผู้สอนอาจสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนได้ไม่ทั่วถึง ดังนั้นจึงควรวัดทักษะอย่างเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง เพราะการทดลองแต่ละครั้งจะเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกทักษะต่าง ๆ ได้มากน้อยต่างกัน และควรให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะต่าง ๆ ให้ครบ นอกจากการวัดผลขณะนักเรียนปฏิบัติการทดลองตามบทเรียนแล้ว ผู้สอนอาจกำหนดการทดลองขึ้นใหม่เพื่อวัดผลเพิ่มเติมด้วยก็ได้

ในด้านการให้คะแนนปฏิบัติการนั้น สสวท. โดยสาขาวิจัยและประเมินผล (2524 : 44 - 47) ได้เสนอแนะว่า ครูอาจบันทึกผลของการสังเกตลงในตารางดังตัวอย่าง

ตารางบันทึกคะแนนการสังเกตการปฏิบัติการครั้งที่ .....

ชั้น ..... ภาคเรียนที่ ..... ปีการศึกษา .....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ทักษะปฏิบัติ			การสังเกต			การดำเนินการทดลอง			รวม
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	
1.	. . . . .										
2.	. . . . .										
3.	. . . . .										
.											
.											
.											
.											
.											

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ ทักษะปฏิบัติ ได้แก่การหยิบจับอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ

การสังเกต ได้แก่การสังเกตข้อมูล การสังเกตผลการทดสอบ

การดำเนินการทดลอง ได้แก่การปฏิบัติตามวิธีการทดลองที่กำหนดไว้และการวางแผนการทดลอง

ความหมายของคะแนน 2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

0 หมายถึง ยังใช้ไม่ได้

นอกจากนี้ สสวท. โดยสาขาวิจัยและประเมินผล (2524 : 62) ยังได้เสนอแนวปฏิบัติในการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้มาตราส่วนประเมินค่า (Rating scales) และแบบสำรวจรายการ(Check list) ไว้ดังนี้

1. พิจารณาเนื้อหาว่าในแต่ละการทดลองมีทักษะอะไรบ้าง

2. จัดทำตารางซึ่งประกอบด้วยชนิดของทักษะในแต่ละการทดลอง รวมทั้งรายชื่อของนักเรียนที่ต้องประเมิน ตารางควรมี 3 ประเภท เพื่อความสะดวกในการใช้ดังนี้

2.1 ตารางซึ่งประกอบด้วยชื่อการทดลองและทักษะต่าง ๆ ที่ต้องการวัด

2.2 ตารางซึ่งใช้บันทึกทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งจัดเฉพาะการทดลองหนึ่ง ๆ และครูจะนำเข้าไปในชั้นเรียน เช่น

ทักษะ / รายชื่อนักเรียน	การใช้เทอร์โมมิเตอร์	การใช้ตาชั่ง	การใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์	อื่น ๆ
1.				
2.				
.				
.				
.				
16				

ก. เขียนรายชื่อนักเรียนที่ต้องการจะวัดทักษะ ควรจะทำได้ประมาณ 16 คนเท่านั้น เพราะอยู่ในขอบเขตที่ครูจะสังเกตได้ชัด ส่วนนักเรียนที่เหลือให้ประเมินในการทดลองต่อไป ครูควรจะประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนทุกคน

ข. เขียนทักษะสำหรับการทดลองนั้นลงในช่องทักษะ

ค. แบบประเมินผลนั้น เมื่อครูสังเกตแล้วอาจทำเครื่องหมาย

✓ สำหรับนักเรียนที่ปฏิบัติได้ถูกต้อง

✗ สำหรับนักเรียนที่ควรได้รับการแก้ไขในทักษะนั้น ๆ

2.3 ตารางรวม ซึ่งประกอบด้วยรายชื่อนักเรียนทั้งชั้นและทักษะทั้งหมดที่ต้องการประเมินผลตลอดครึ่งปีหรือตลอด 1 ปี

เมื่อจบการประเมินทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนแต่ละครั้งแล้ว ให้นำผลมากรอกลงในตารางรวมนี้ เพื่อประโยชน์ 2 ประการคือ

1. ใช้เปรียบเทียบว่านักเรียนคนใดควรจะได้ปรับปรุงทักษะอะไรบ้าง เพื่อครูจะได้วางแผนให้คำแนะนำเมื่อมีการสอนซ่อมต่อไปได้ทันท่วงที

2. ครูจะพบอีกว่า นักเรียนคนใดทำการทดลองน้อยครั้งกว่าคนอื่น ๆ หรือไม่เคยทำการทดลองเลย ซึ่งจะได้แก้ไขได้ทันท่วงที โดยกำหนดให้นักเรียนคนนั้นแลกเปลี่ยนหน้าที่กับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่ม

อนันต์ ศรีโสภา (2524 : 197 - 204) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้มาตราส่วนประเมินค่า (Rating scales) ว่า "มาตราส่วนประเมินค่าสามารถระบุสถานภาพและคุณภาพของสิ่งที่จะวัดได้ และเป็นการบันทึกและการรายงานผลการตัดสินใจของผู้สังเกตอย่างมีระดับ" และยังได้กล่าวถึงแบบสำรวจรายการ (Check list) ไว้สรุปได้ว่า แบบสำรวจรายการประกอบด้วยรายการที่แสดงขั้นตอนของการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ หรือพฤติกรรมที่ผู้สอนบันทึกเมื่อมีพฤติกรรมนั้นเกิดขึ้น แบบสำรวจรายการมีประโยชน์ในการประเมินผล กระบวนการหรือวิธีการที่ได้แบ่งการกระทำหรือปฏิบัติการต่าง ๆ อย่างชัดเจน คุณค่าของแบบสำรวจรายการขึ้นอยู่กับทักษะและความระมัดระวังของผู้สร้างเครื่องมือ เพราะแบบสำรวจรายการมีลักษณะดังนี้

1. บังคับให้ผู้สังเกตมุ่งสนใจตามรายการที่ระบุไว้

2. เป็นการเปรียบเทียบการกระทำต่าง ๆ ของนักเรียนกับผู้สังเกต

นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะว่า การใช้แบบสำรวจรายการควรมีหลักในการพิจารณาดังนี้

1. ใช้เมื่อต้องการทราบว่านักเรียนได้กระทำพฤติกรรมเฉพาะที่กำหนดไว้หรือไม่
2. ลักษณะของการกระทำต่าง ๆ ต้องกำหนดไว้ชัดเจน
3. จะต้องสังเกตนักเรียนคนเดียวในแต่ละครั้ง
4. ครูที่จะสังเกตควรได้รับการฝึกว่าจะสังเกตอะไร สังเกตอย่างไร และบันทึกผลของการสังเกตอย่างไร

สุนันท์ สังข์อ่อง และบริบูรณ์สุข บัญชรเทวกุล (2525 : 6) ได้กล่าวถึงความแตกต่างระหว่างมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scales) กับแบบสำรวจรายการ (Check list) สรุปได้ว่า มาตราส่วนประเมินค่าประกอบด้วยรายละเอียดของพฤติกรรมที่ต้องสังเกต และมีมาตราส่วนแสดงระดับคะแนนและคุณภาพของพฤติกรรมที่สังเกตได้ ส่วนแบบสำรวจรายการนั้นจะช่วยในด้านการตัดสินผลของการปฏิบัติว่าถูกหรือผิด (Yes - no Judgment) เป็นการประเมินดูว่านักเรียนได้ทำกิจกรรมนั้นถูกต้องหรือไม่

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า วิธีการประเมินผลทักษะปฏิบัติการเคมีที่ใช้กัน ส่วนใหญ่จะเป็นการสังเกตการหยิบจับเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำงานภาคปฏิบัติ ว่ามีการปฏิบัติโดยใช้เทคนิคในการทดลองได้ถูกต้องหรือไม่ ดำเนินการทดลองเป็นไปตามลำดับขั้นตอนหรือไม่ รวมทั้งสามารถปฏิบัติการอย่างคล่องแคล่วและมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลองหรือไม่ การสังเกตนั้นอาจทำการประเมินในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติการทั่ว ๆ ไป หรืออาจทำในรูปของการสอบที่ให้ลงมือปฏิบัติ (Performance test) ก็ได้ ในการให้คะแนนปฏิบัติการนั้นก็ควรมีเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกต ซึ่งอาจจะใช้มาตราส่วนประเมินค่า (Rating scales) หรือแบบสำรวจรายการ (Check list)

ความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

ในการปฏิบัติการเคมีมักจะมีอุบัติเหตุได้เสมอ โดยจะเกิดขึ้นเมื่อใดและมีความรุนแรงเพียงใดไม่มีใครทราบ ผู้ที่ทำการทดลองจึงควรตระหนักและพยายามหลีกเลี่ยงการกระทำที่อาจก่อให้เกิดอันตราย เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี ดังที่มีผู้เสนอแนะไว้หลายท่านดังนี้

สุชาดา ชินะจิตร (2520 : 4) ได้กล่าวถึงการปฏิบัติการทดลองเคมีอย่างปลอดภัยว่า

> ความปลอดภัยควรเริ่มก่อนที่จะทำการทดลอง โดยการที่ผู้ทำการทดลองจะต้องศึกษารายละเอียดของการทดลองให้เข้าใจทุกตอน หมั่นตั้งคำถามกับตัวเอง มีอะไรสงสัยก็ค้นหาคำตอบจากหนังสือหรือถามผู้รู้ ศึกษาคุณสมบัติของสารทุกตัวที่ใช้เพื่อจะได้ทราบถึงเทคนิคที่ควรใช้ว่ามีอันตราย และวิธีป้องกันอย่างไร การทดลองที่มีหมายเหตุหรือข้อสังเกตกำกับไว้จะต้องศึกษาให้ละเอียด เพื่อความปลอดภัยแก่ตนเองและผู้อื่น และเพื่อจะได้ไม่เกิดปัญหาในการทดลอง ต่างคนจึงควรจะต้องทำการทดลองด้วยตนเองเพื่อจะได้ติดตามความเป็นไป ไม่ควรตั้งเครื่องมือทิ้งไว้โดยไม่กลับมาดู ถ้าจะฝากให้เพื่อนดูให้ชั่วคราวชั่วระยะเวลาสั้น ควรชี้แจงให้เขาทราบว่ากำลังทำอะไร อะไรควรจะเกิดหรือไม่เกิด และถ้ามีอะไรผิดปกติจะมีวิธีแก้ไขอย่างไร

เนื่องจากสารเคมีส่วนใหญ่อาจทำให้เกิดอันตรายได้ ดังนั้นการใช้สารเคมีจึงต้องมีความระมัดระวังอยู่เสมอ เพื่อที่จะใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี ปรีชาญ เดชศรี และฌรงค์ศิลป์ ฐูปพนม (2526 : 197 - 201) ได้เสนอแนะเทคนิคและข้อปฏิบัติในการใช้สารเคมีสรุปได้ดังนี้

1. อ่านฉลากข้างขวดสารเคมีทุกครั้งก่อนนำสารไปใช้ เพื่อป้องกันความผิดพลาด
2. เมื่อดักหรือเทสารออกจากขวดแล้วให้ปิดฝาทันที เพื่อป้องกันสิ่งเจือปนตกลงไป และสารบางชนิดอาจเปลี่ยนแปลงเมื่อสัมผัสกับอากาศ
3. ไม่ควรเทหรือดักสารออกจากขวดมากเกินความต้องการ
4. สารเคมีที่นำออกจากขวดแล้วห้ามนำกลับคืนใส่ขวดเดิม

5. ควรใช้สารขวดที่ซื้อไว้นาน ๆ ก่อน เพราะสารเคมีบางชนิดอาจเสื่อมสภาพเมื่อทิ้งไว้นาน ๆ

6. การเปิดจุกขวดสารเคมีต้องค่อย ๆ เปิดและไม่วางให้ผิวด้านในของจุกขวดสัมผัสกับพื้นโต๊ะ

7. การเปิดจุกขวดสารเคมีที่เป็นของเหลว และเป็นจุกแก้วปลายแบน ควรเอียงขวดให้จุกเปียกสารเคมีจนทั่วถึงดึงจุกออก แล้วแตะจุกกับปากขวดเพื่อให้สารเคมีที่ติดกับจุกขวด ไหลกลับคืนไปในขวด

8. ควรรินสารเคมีด้านตรงข้ามกับที่ฉลากปิดอยู่ เพื่อป้องกันสารที่ค้างบนปากขวดไหลลงมากัดกร่อนฉลาก

9. การถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของแข็งควรใช้ช้อนหรือพายที่สะอาดตัก ถ้าตักสารหลายชนิดต้องทำความสะอาดช้อนเสียก่อน

10. การคนสาร ต้องไม่ให้แท่งแก้วกระทบด้านข้างบีกเกอร์ เพราะอาจทำให้บีกเกอร์เป็นรอยหรือแตกได้

11. การต้มของเหลวในหลอดทดลองควรใช้ไฟอ่อน ๆ และใส่เศษกระเบื้องชิ้นเล็ก ๆ ที่มีรูพรุน เพื่อป้องกันการเดือดอย่างรุนแรง และคันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคน และไม่ควรก้มดูของเหลวทางปากหลอดทดลองขณะต้ม เป็นอันขาด

12. การดมกลิ่นสาร ต้องถือหลอดที่บรรจุสารอยู่ในระดับจมูก และห่างจากจมูกพอสมควร แล้วใช้มือโบกไอเข้าหาจมูกช้า ๆ และอย่าสูดแรง

นอกจากนี้ ปรีชาญ เดชศรี และณรงค์ศิลป์ ธูปพนม (2526 : 225 - 226) ยังได้กล่าวถึงข้อควรระวังในการใช้อุปกรณ์การปฏิบัติการเคมีว่า

> ในห้องปฏิบัติการจะมีอุปกรณ์ที่ทำด้วยแก้วเป็นจำนวนมาก อุบัติเหตุส่วนใหญ่ในห้องปฏิบัติการมักเป็นอุบัติเหตุที่เกี่ยวกับการใช้เครื่องแก้ว การใช้เครื่องแก้วจำเป็นต้องใช้อย่างถูกวิธีและด้วยความระมัดระวัง ซึ่งมีข้อควรระวังโดยทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับการใช้เครื่องแก้วดังนี้คือ
>
> 1. การถือหลอดแก้วหรือแท่งแก้วต้องถือให้หลอดแก้วหรือแท่งแก้วอยู่ในแนวดิ่งเสมอ เพื่อป้องกันการหักหรือชนกับสิ่งต่าง ๆ
> 2. ควรสวมแว่นตานิรภัย เมื่อทำงานที่ต้องใช้เครื่องแก้วเพื่อป้องกันเศษแก้วกระเด็นเข้าตา เมื่อเกิดการแตกหรือระเบิด

3. ป้องกันมือด้วยผ้าหรือถุงมือ เมื่อจะคัดแก้ว

4. อย่างวางเครื่องแก้วไว้ใกล้ขอบโต๊ะ เพื่อป้องกันการตกหล่นควรวางไว้กลางโต๊ะ

5. อย่าวางเศษแก้วที่แตกด้วยมือเปล่า

6. การใส่หรือถอดหลอดแก้วออกจากจุก ให้ใช้น้ำหรือกลีเซอรีนหยดลงไป แล้วใช้ผ้าจับหลอดแก้วหมุนไปมา ถ้าถอดไม่ออกให้ใช้มีดกรีดจุก

7. อย่าใช้เครื่องแก้วที่มีรอยร้าว

8. ถ้าเผาแก้วจนร้อนแดง ต้องทิ้งไว้หลาย ๆ นาทีจึงจะจับได้ แก้วที่นำออกจากไฟใหม่ ๆ แม้มองเห็นเหมือนไม่ร้อนแต่จะยังคงมีความร้อนอยู่อย่างมาก เพราะแก้วคายความร้อนได้ช้า ควรวางแก้วที่เผาแล้วบนวัสดุทนไฟ อย่าวางไว้บนพื้นโต๊ะ เพราะจะทำให้พื้นไหม้เกรียมได้

สมพล มงคลพิศักษ์สุข (2527 : 2 - 3) ได้กล่าวถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีไว้ว่า

อุบัติเหตุและอันตรายใด ๆ จะไม่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ ถ้าทำการทดลองด้วยความระมัดระวังและถูกหลักวิธี เพื่อหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุและอันตรายต้องปฏิบัติดังนี้

1. ปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัดด้วยความเอาใจใส่

2. รักษาความเป็นระเบียบในห้องปฏิบัติการและบนโต๊ะทำงาน

3. ห้ามรับประทานอาหารและสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการโดยเด็ดขาด

4. ห้ามทำการทดลองใด ๆ ที่ไม่ได้กำหนดให้

5. ไม่วิ่งเล่นหรือส่งเสียงดัง

6. คนที่ไว้ผมยาวควรรวบไว้ข้างหลัง

7. ขณะอยู่ในห้องปฏิบัติการควรสวมเสื้อคลุมและแว่นนิรภัย

8. เมื่อต้มของเหลวหรือสารละลาย ห้ามชะโงกหน้ามองดู

9. ก่อนใช้ตะเกียงบุนเสนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีสารเคมีประเภทไวไฟอยู่ใกล้เคียง ทั้งนี้เพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากไฟไหม้

10. ในกรณีที่ทำเครื่องแก้วแตก ให้รีบทำความสะอาดให้เรียบร้อย อย่าให้มีเศษแก้วหลงเหลืออยู่

11. ห้ามใช้เครื่องแก้วที่มีรอยแตกร้าวใส่สารเคมี

12. อย่าให้สารเคมีถูกส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกาย และไม่ใช้มือจับสาร

13. ใช้สารเคมีทุกชนิดด้วยความระมัดระวังและถูกวิธี

14. ถ้าสารเคมีถูกผิวหนังหรือเข้าตา ให้รีบล้างด้วยน้ำจำนวนมาก ๆ ทันที และรีบแจ้งให้อาจารย์ผู้ควบคุมทราบ

15. ห้ามชิมหรือดมสารเคมี ถ้าจำเป็นต้องดมให้ใช้มือใบกให้ไอของสารเพียงเล็กน้อยเข้าสู่จมูก

16. สารเคมีที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง กลิ่นเหม็นหรือเป็นพิษ ให้ทำการทดลองในตู้ควัน

17. ห้ามใช้มือขยี้ตาขณะที่มือเปื้อนสารเคมี

18. การทำกรดเจือจางให้เทกรดลงในน้ำ ห้ามเทน้ำลงในกรด

19. อ่านคู่มือให้รู้ว่าควรปฏิบัติอย่างไรเมื่อเกิดอุบัติเหตุ

20. ในกรณีเกิดอุบัติเหตุ ให้รีบแจ้งอาจารย์ผู้ควบคุมทราบทันที

21. รู้เครื่องหมายบอกอันตราย ซึ่งจะติดอยู่บนขวดสารเคมีบางชนิด

เพื่อให้การทดลองได้ผลดีหรือมีความผิดพลาดน้อยที่สุด และเกิดความปลอดภัยต่อผู้ทดลองเอง ผู้ที่ปฏิบัติการทดลองจึงควรปฏิบัติตามข้อเสนอแนะของประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2528 : 1 - 4) ที่ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. ต้องระลึกอยู่เสมอว่า ห้องปฏิบัติการทดลองเป็นสถานที่ทำงาน ต้องทำการทดลองด้วยความตั้งใจอย่างจริงจัง

2. ต้องรักษาระเบียบบนโต๊ะปฏิบัติการ เพราะการทดลองจะผิดพลาดได้ง่าย ถ้าบนโต๊ะปฏิบัติการไม่มีระเบียบเช่น อาจหยิบหลอดทดลองผิด หรือในกรณีที่ทำสารหกจะต้องรีบทำความสะอาดทันที เครื่องแก้วหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแล้วต้องล้างให้สะอาดแล้วเก็บเข้าตู้หากไม่ใช้ทดลองอีก นอกจากนี้การรักษาระเบียบบนโต๊ะปฏิบัติการยังสามารถช่วยลดอุบัติเหตุและยังเป็นการช่วยประหยัดเวลาในการค้นหาสิ่งของที่ต้องการอีกด้วย

3. ต้องอ่านคู่มือปฏิบัติการทดลองก่อนที่จะปฏิบัติการทดลองนั้น ๆ และพยายามทำความเข้าใจถึงการทดลองอย่างแจ่มแจ้ง หากมีความสงสัยในตอนใด จะต้องถามอาจารย์ผู้ควบคุมเสียก่อน ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติการทดลอง

3. ต้องไม่ทำการทดลองใด ๆ ที่นอกเหนือไปจากการทดลองที่มีไว้ในคู่มือปฏิบัติการ หรือที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้ควบคุมเท่านั้น แต่ถ้าหากต้องทำการทดลองใด ๆ ที่นอกเหนือไปจากหนังสือคู่มือหรือที่

อาจารย์มอบหมาย จะต้องได้รับอนุญาตจากอาจารย์ผู้ควบคุมเสียก่อน

5. อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการทดลองต้องสะอาด ความสกปรกเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่ง ที่ทำให้ผลการทดลองผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

6. อุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่น ๆ เช่น สามขา ที่ยึดสาย ยาง ฯลฯ ที่นำมาใช้ในการทดลองนั้น ๆ จะต้องนำไปเก็บไว้ที่เดิมหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว

7. ควรทำการทดลองในห้องปฏิบัติการตามเวลาที่กำหนดให้เท่านั้น ไม่ควรทำงานในห้องปฏิบัติการเพียงคนเดียว เพราะเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นจะไม่มีใครทราบ และไม่อาจช่วยได้ทันท่วงที

8. เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้ ต้องรินออกจากขวดใส่บีกเกอร์ (Beaker) ก่อน โดยรินออกมาประมาณเท่ากับจำนวนที่ต้องการจะใช้ อย่ารินออกมามากเกินไป เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองสารโดยเปล่าประโยชน์ ถ้าสารละลายที่รินออกมาแล้วนี้เหลือ ให้เทส่วนที่เหลือนี้ลงในอ่าง อย่าเทกลับลงในขวดเดิมอีก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการปะปนกัน (contamination)

9. ถ้ากรดหรือด่างหรือสารเคมีที่เป็นอันตรายถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า ต้องรีบล้างออกด้วยน้ำสะอาดทันที เพราะมีสารเคมีหลายชนิดที่ซึมผ่านเข้าไปในผิวหนังได้อย่างรวดเร็ว และเกิดเป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน

10. อย่าทดลองชิมสารเคมีหรือสารละลาย เพราะสารเคมีส่วนมากเป็นพิษอาจเกิดอันตรายได้ นอกเสียจากจะได้รับคำสั่งจากอาจารย์ผู้ควบคุมให้ชิมได้

11. อย่าใช้มือหยิบสารเคมีใด ๆ เป็นอันขาด และพยายามไม่ให้ส่วนอื่น ๆ ของร่างกายถูกสารเคมีเหล่านี้ด้วย นอกเสียจากจะได้รับคำสั่งจากอาจารย์ผู้ควบคุมให้ปฏิบัติ

12. อย่าเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นใด ๆ แต่ค่อย ๆ เทกรดเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้า ๆ พร้อมกับกวนตลอดเวลา

13. เมื่อต้องการจะดมกลิ่นสารเคมี อย่านำสารเคมีมาดมโดยตรง ควรใช้มือพัดกลิ่นสารเคมีนั้นเข้าจมูกเพียงเล็กน้อย (อย่าสูดแรง ๆ) โดยถือหลอดที่ใส่สารเคมีไว้ห่าง ๆ

14. ออกไซด์ (Oxides) ของธาตุบางชนิดเป็นกาซพิษ เช่น ออกไซด์ของก๊ามะถัน ไนโตรเจน และกาซเฮโลเจน (Halogen) กาซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide) ก็เป็นกาซพิษเช่นเดียวกัน การทดลองใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกาซเหล่านี้ควรทำ

ในตู้ควัน

15. อย่าทิ้งของแข็งต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการ เช่น ไม้ขีดไฟ หรือกระดาษกรองที่ใช้แล้ว ฯลฯ ลงในอ่างน้ำเป็นอันขาด ควรทิ้งในถังขยะที่จัดไว้ให้

16. อย่านำแก้วอ่อน เช่น กระบอกตวง (Measuring cylinder) กรวยแยก (Glass funnel) ไปให้ความร้อน เพราะจะทำให้ละลายใช้การไม่ได้

17. อย่านำปีกเกอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมาใช้ตักน้ำดื่ม ถึงแม้จะดูสะอาดก็ตาม เพราะอาจมีสารเคมีตกค้างอยู่

18. หลังการทดลองแต่ละครั้งต้องล้างมือให้สะอาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อนกินอาหาร เพราะในขณะทำการทดลองอาจมีสารเคมีที่เป็นอันตรายติดอยู่ก็ได้

19 ห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ เพราะการสูบบุหรี่อาจทำทำให้สารที่ติดไฟง่ายติดไฟได้ หรืออาจทำให้อนุภาคของสารเคมีที่ระเหยกลายเป็นไอถูกเผาผลาญในขณะสูบบุหรี่ แล้วถูกดูดเข้าไปในปอด

20. อย่ากินอาหารในห้องปฏิบัติการ เพราะอาจมีสารเคมีปะปนกับอาหารที่รับประทานเข้าไป เช่น อาจอยู่ในภาชนะที่ใส่อาหาร ภาชนะที่ใส่น้ำสำหรับดื่มหรือที่มือ ซึ่งสารเคมีบางชนิดอาจมีพิษหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

21. เมื่อเสื้อผ้าที่สวมอยู่ติดไฟ อย่าวิ่ง ต้องพยายามดับไฟก่อนโดยนอนกลิ้งลงบนพื้น แล้วบอกให้เพื่อน ๆ ช่วย โดยใช้ผ้าหนา ๆ คลุมรอบตัว หรือใช้ผ้าเช็ดตัวที่เปียกคลุมบนเหลวไฟให้ดับก็ได้

22. เมื่อเกิดไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการ จะต้องรีบดับตะเกียงในห้องปฏิบัติการให้หมด และนำสารที่ติดไฟง่ายออกไปให้ห่างจากไฟให้มากที่สุด ซึ่งผู้ปฏิบัติการทดลองทุกคนควรจะต้องรู้แหล่งที่เก็บเครื่องดับเพลิงและรู้จักวิธีใช้ ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการนำมาใช้ได้ทันท่วงที

23. หากผู้ทดลองเกิดอุบัติเหตุในขณะทำการทดลอง ต้องรายงานอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกครั้งต่ออาจารย์ผู้ควบคุม ไม่ว่าจะเกิดมากหรือน้อยเพียงใดก็ตาม

24. ก่อนนำเอาสารละลายในขวดไปใช้ จะต้องดูชื่อสารบนฉลากติดขวดสารละลายอย่างน้อยสองครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าใช้สารที่ต้องการไม่ผิด

25. เมื่อจะใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายหรือสารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาหรือสารที่มีกลิ่นเหม็น เช่น เบนโซอิลคลอไรด์ (Benzoyl chloride) ฟอสฟอรัสไตรคลอไรด์ (Phosphorus trichloride

ไบรมีน (Bromine) ฯลฯ จะต้องทำในตู้ควัน

26. ภาชนะแก้วที่ร้อนจะดูคล้ายกับภาชนะแก้วที่เย็น ดังนั้น ควรให้เวลานานพอสมควร ในการให้ภาชนะแก้วที่ร้อนเย็นลง

27. น้ำที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเคมี จะต้องใช้น้ำกลั่นทุกครั้ง แต่อย่าใช้ฟุ่มเฟือยเกินความจำเป็น เช่น ล้างอุปกรณ์เป็นต้น เพราะว่าจะกลั่นได้ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมาก

28. เมื่อใช้คอนเดนเซอร์ (Condenser) อย่าไขน้ำเข้าคอนเดนเซอร์แรงนัก เพราะจะทำให้สูญเสียน้ำไปโดยเปล่าประโยชน์ ควรไขน้ำเข้าคอนเดนเซอร์เบา ๆ ก็ได้

29. การทดลองใด ๆ ที่ทำให้เกิดสูญญากาศ ภาชนะที่ใช้จะต้องหนาพอที่จะทนต่อความดันภายนอกได้

30. การทดลองใด ๆ ที่ทำให้เกิดสูญญากาศ ภาชนะที่ใช้จะต้องหนาพอที่จะทนต่อความดันภายนอกได้

31. ขวดบรรจุสารละลายหรืออุปกรณ์อื่นใดที่มีตัวทำละลายอินทรีย์บรรจุอยู่ อย่าใช้จุกยางปิดปากขวดเป็นอันขาด เพราะตัวทำละลายอินทรีย์กัดยางได้ทำให้สารละลายสกปรก และจะเอาจุกยางออกจากขวดได้ยาก เพราะจุกยางส่วนข้างล่างบวม

32. อย่าทิ้งโลหะโซเดียมที่เหลือจากการทดลองลงในอ่างน้ำ เพราะจะเกิดปฏิกิริยากับน้ำอย่างรุนแรง จะต้องทำลายด้วยแอลกอฮอล์เสียก่อน แล้วจึงเททิ้งลงในอ่างน้ำ

33. เมื่อทำการทดลองใดที่ใช้สารที่เป็นอันตราย หรือเป็นการทดลองที่อาจระเบิดได้ ผู้ทดลองควรสวมแว่นตานิรภัย เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น

34. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ต้องทำความสะอาดพื้นโต๊ะปฏิบัติการ ตรวจของในตู้และใส่กุญแจให้เรียบร้อย แล้วล้างมือให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

35. พึงระลึกอยู่เสมอว่า ต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวังที่สุด ความประมาทเลินเล่ออาจทำให้เกิดอันตรายต่อตัวเองได้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การที่จะทำให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีนั้น ผู้ที่ทำการปฏิบัติการทดลองอยู่จะต้องรู้ถึงวิธีการใช้สารเคมี และอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติการให้ละเอียด ทำการทดลองด้วยความระมัดระวังและถูกวิธี อีกทั้งจะต้องปฏิบัติตนตามระเบียบของห้องปฏิบัติการเคมีอย่างเคร่งครัดด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในต่างประเทศ

จอห์น อาร์ ยัง (Young 1970 : A829 - A838) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของรัฐอิลินอยส์ ระหว่างปีการศึกษา 1968 - 1969 ตัวอย่างประชากรคือ ครูเคมีในรัฐอิลินอยส์จำนวน 203 คน ผลการวิจัยพบว่า ครูเคมีร้อยละ 71.4 ตอบว่าไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นเลยต่อห้องต่อสัปดาห์ ร้อยละ 23.2 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 1 - 3 ครั้งต่อห้องต่อสัปดาห์ ร้อยละ 5.4 ไม่ตอบแบบสอบถาม และร้อยละ 51.7 ตอบว่ามีอุบัติเหตุร้ายแรงเกิดขึ้นอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ซึ่งจะต้องมีการปฐมพยาบาลด้วย เช่น กรดเข้มข้นกระเด็นเข้าตา เทอร์โมมิเตอร์แตกและบาดมือ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีการใช้เทคนิคการทดลองไม่เหมาะสม และมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมากในเรื่องต่อไปนี้

1. แผลไฟไหม้ ซึ่งเกิดจากการจับหลอดทดลองหรือโลหะที่ร้อนจัด
2. แผลที่ถูกกรดและเบสกัด
3. หลอดทดลองแตก เนื่องจากใช้ที่จับหลอดทดลองไม่เหมาะสม
4. การเผาสารในหลอดทดลองโดยไม่ถูกวิธี
5. การนำสารเคมีกลับคืนผิดขวด หรือการใช้สารเคมีผิด
6. ทำการทดสอบกาซโดยใช้วิธีที่ไม่เหมาะสม

ในปีต่อมา จอห์น อาร์ ยัง (Young 1971 : A349 - A356) ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีโดยได้ทำการสำรวจเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของรัฐอิลินอยส์ในปีการศึกษา 1969 - 1970 ปรากฏผลดังนี้

1. มีอุบัติเหตุรุนแรงเกิดขึ้น 156 ครั้ง
2. อุบัติเหตุรุนแรงที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยมีอัตราการเกิด 0.54 ครั้งต่อห้องต่อปี
3. ตัวอย่างประชากรร้อยละ 65.3 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นอย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์
4. ครูเคมีร้อยละ 56.6 ไม่ทราบเกี่ยวกับเรื่องความรับผิดชอบของครูเกี่ยวกับ

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างการสอน

จอห์นสัน ยูโด เอคโป (Ekpo 1981 : 3516 A) ได้ทำการสำรวจเกี่ยวกับการปฏิบัติอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของรัฐอลาบามา และเสนอชุดการสอนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี ตัวอย่างประชากรคือครูที่สอนเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 52 คน จากโรงเรียนรัฐบาลระดับ 9 - 12 ของรัฐอลาบามา ผลการสำรวจพบว่า

1. ครูร้อยละ 73 มีความเห็นว่าชุดการสอนเกี่ยวกับการปฏิบัติอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี สำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นสิ่งจำเป็น
2. นักเรียนส่วนมากขาดความรู้ที่ถูกต้องในการใช้ประโยชน์ของเครื่องมือในการป้องกันอุบัติเหตุ และขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากเครื่องมือและอุปกรณ์
3. โรงเรียนส่วนมากมีการเก็บสารเคมี และการทำลายสารเคมีด้วยวิธีการที่ไม่เหมาะสม
4. ครูขาดการบันทึกเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น หลายโรงเรียนมีเครื่องมือปฐมพยาบาลไม่เพียงพอ และขาดคนที่จะทำหน้าที่ปฐมพยาบาลในขั้นต้น

ในปีเดียวกัน โดนัลด์ เดวิส วูดเบิร์น (Woodburn 1981 : 1089 A - 1090 A) ได้ทำการสำรวจเกี่ยวกับกระบวนการในด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือที่ปลอดภัย และองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดอุบัติเหตุในโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐเนบราสกา โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และต้องการทราบถึงธรรมชาติที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ตัวอย่างประชากรได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ในรัฐเนบราสกาจำนวน 300 คน จากโรงเรียน 16 โรงเรียน ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและทำการสัมภาษณ์ ผลการสำรวจพบว่า

1. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นร้อยละ 80.72 เกิดจากการทดลองที่ใช้ความร้อนเครื่องแก้ว และสารเคมี ร้อยละ 19.28 มีสาเหตุมาจากการผ่าตัดสัตว์เลี้ยง เครื่องไฟฟ้า เครื่องจักรกล
2. อุบัติเหตุรุนแรงที่เกิดขึ้นร้อยละ 77.65 เกิดจาก 19 การทดลอง และ

มี 14 การทดลองที่ครูวิทยาศาสตร์เลือกให้นักเรียนทดลอง ซึ่งสามารถลดอุบัติเหตุได้ถึงร้อยละ 75.00

3. จำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นอยู่กับ ประสบการณ์ การทำงานของครู ขนาดโรงเรียน และขนาดของชั้นเรียน โดยพบว่าถ้ามีนักเรียนในชั้นมากจะเกิดอุบัติเหตุมาก

4. วิชาเคมีและวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ จะเกิดอุบัติเหตุมากกว่าวิชาฟิสิกส์

5. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเกิดกับนักเรียนระดับ 3 มากกว่าระดับ 4 ถึง 1.83 เท่า

6. ห้องเรียนที่ใช้บรรยายและปฏิบัติการร่วมกัน จะเกิดอุบัติเหตุมากกว่าห้องเรียนที่ใช้เรียนปฏิบัติการ เพียงอย่างเดียว

7. อัตราส่วนพื้นที่ในห้องต่อนักเรียนเพิ่มขึ้น จะเกิดอุบัติเหตุน้อยลง และถ้าห้องปฏิบัติการมีอัตราส่วนพื้นที่ต่อนักเรียนมากกว่า 40 ตารางฟุตต่อนักเรียน 1 คน จะเกิดอุบัติเหตุน้อย

8. การเปรียบเทียบอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างครูที่มีความรู้ทางกฎหมายแตกต่างกัน ระหว่างโรงเรียนที่มีและไม่มีการรักษาความปลอดภัย ระหว่างครูที่ผ่านและไม่ผ่านการอบรมเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เบอร์ริล มาไจรี เลเซอร์ เครมเบอร์ (Kramer 1984 : 1358 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยกับการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยของครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา ตัวอย่างประชากรประกอบด้วย ครูวิทยาศาสตร์ 145 คน และนักเรียนวิทยาศาสตร์จำนวน 8003 คน ที่สอนโดยครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นตัวอย่างประชากร เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดความรู้ของครูเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และแบบวัดการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนของความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยของครูไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยของครู

ไจแอน มอร์แกน ดอมโบรว์สกี้ และเรย์ อาร์ ฮาเกลเบิร์ก (Dombrowski and Hagelberg 1985 : 527 - 532) ได้ศึกษาผลจากการให้ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติตนอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษา แผนกวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง จำนวน 333 คน จาก 19 ชั้นเรียน ซึ่งเรียนวิชา ชีววิทยาและเคมี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในระหว่างนี้จะมีการสังเกตพฤติกรรมในขณะที่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มปฏิบัติการทดลอง จากการนำผลการบันทึกพฤติกรรมมาวิเคราะห์ทางสถิติสรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะมีพฤติกรรมในการปฏิบัติตนอย่างปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลอง มากกว่ากลุ่มควบคุม

จากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เท่าที่กล่าวมาแล้วนี้จะเห็นว่า เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับอุบัติเหตุจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ความปลอดภัยในการปฏิบัติการ และความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ซึ่งพบว่าครูส่วนมากไม่ทราบเกี่ยวกับเรื่องความรับผิดชอบของครูเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างการสอน และพบว่าครูขาดการบันทึกอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น นักเรียนส่วนมากขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากอุปกรณ์และการใช้เครื่องมือในการป้องกันอุบัติเหตุ อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากการใช้ความร้อน เครื่องแก้ว และสารเคมี การทดลองของนักเรียนระดับชั้นที่ต่ำกว่าเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้งกว่าการทดลองของนักเรียนระดับชั้นที่สูงกว่า และจำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการทำงานของครู ขนาดของโรงเรียน อัตราส่วนพื้นที่ของห้องปฏิบัติการต่อจำนวนนักเรียน ตลอดจนการใช้ห้องเรียน การให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยแก่นักเรียนจะทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมในการปฏิบัติตนอย่างปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลอง และความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยของครูไม่มีความสัมพันธ์กับการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยของครู

งานวิจัยในประเทศ

ภัทรจันทร์ ใจสว่าง (2524 : ง - จ) ได้ทำการศึกษาอุบัติเหตุและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ตัวอย่างประชากรคือ ครูวิทยาศาสตร์ที่ทำการสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 454 คน จากโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ในกรุงเทพมหานครจำนวน 79 โรงเรียน ปรากฏผลว่า ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 69.60 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้น และร้อยละ 34.80 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมากกว่า 3 ครั้ง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจำนวนครั้งของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นสูงกว่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองบ่อยครั้งมากที่สุดคือ ไฟไหม้ รองลงมาคือ ถูกสารเคมีกัด ส่วนสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุมากที่สุดคือ นักเรียนเล่นเล่อ และจากการตอบแบบสอบถามของครูพบว่า การป้องกันอุบัติเหตุและการแก้ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุในการทดลองวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันมากที่สุดคือ ฝึกให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือทุกครั้งที่ใช้เสร็จ

สมศรี เชี่ยกสาด (2527 : ง - ฉ) ได้ทำการศึกษาอุบัติเหตุและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ตัวอย่างประชากรคือ ครูเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 127 คน จากโรงเรียนรัฐบาล ในกรุงเทพมหานคร ปรากฏผลว่า โรงเรียนสหศึกษามีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าโรงเรียนชายและโรงเรียนหญิง การปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูเพศชาย มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูเพศหญิง การปฏิบัติการเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีที่ไม่ใช่ห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ การปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอน มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูที่เคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอน การปฏิบัติการเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ ถูกสารเคมีกัดและถูกความร้อนลวก ส่วนสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุสูงสุดคือ ผู้ทดลองเล่นเล่อ ครูเคมีป้องกันอุบัติเหตุโดยการอธิบายสมบัติของสารเคมีและวิธีใช้ที่นักเรียนไม่คุ้นเคยก่อนทุกครั้ง ครูเคมีแก้ไขอุบัติเหตุไฟไหม้โดยใช้ผ้าเปียกน้ำคลุมทับบริเวณไฟไหม้ที่เกิด

จากยัลกอฮอล์ ใช้ทรายกลบบริเวณไฟไหม้ที่เกิดจากสารเคมี ปิดสวิทช์หรือคัทเอาท์เมื่อเกิดไฟไหม้ที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า แก้ไขอุบัติเหตุที่กรดและเบสถูกผิวหนังโดยใช้น้ำล้างมาก ๆ แก้ไขอุบัติเหตุจากการถูกของมีคมบาด โดยปฐมพยาบาลเบื้องต้น แก้ไขอุบัติเหตุที่ถูกความร้อนลวกโดยใช้ยาแก้ไฟลวกทาบริเวณที่ถูกความร้อนลวก แก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการระเบิดโดยนำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลถ้าได้รับบาดเจ็บมาก

ดิเรก หุ่นสุวรรณ (2530 : ง - จ) ได้ทำการศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2529 จำนวน 414 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอนจากโรงเรียนรัฐบาลสังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร ปรากฏผลว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร ได้คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีเฉลี่ยร้อยละ 46.34 โดยได้คะแนนในด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัยเฉลี่ยร้อยละ 44.76, 51.27, 45.28 ตามลำดับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร มีเจตคติเชิงนิมานต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร ไม่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากผลงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมา เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาอุบัติเหตุและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อุบัติเหตุและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของโรงเรียนมัธยมศึกษา ซึ่งพบว่าการทดลองในระดับชั้นที่ต่ำจะมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมากกว่าในระดับชั้นที่สูงกว่าในการปฏิบัติการทดลองวิชาเดียวกัน ลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบ่อยคือ สารเคมีกัด ความร้อนลวกและไฟไหม้ สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุสูงที่สุดคือ นักเรียนเล่นเล่อ วิธีป้องกันอุบัติเหตุของครูส่วนมากคือ อธิบายสมบัติของสารเคมีและวิธีการใช้ก่อนการทดลองทุกครั้ง และฝึกนักเรียนให้ทำความสะอาดเครื่องมือทุกครั้งที่ใช้แล้ว การแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ จะแก้ไขตามลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น เช่น อุบัติเหตุที่เกิดจากผิวหนังถูกกรด

และเบสแก้ไขโดยใช้น้ำล้างมาก ๆ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีน้อย และความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีไม่มีความสัมพันธ์กัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในต่างประเทศ

เจย์ วาลโด กรอสมาร์ค (Grosmark 1973 : 3176-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์และทักษะปฏิบัติการทดลองกับจำนวนครั้งของการทำปฏิบัติการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนเคมี ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชานเมืองนิวยอร์ค จำนวน 143 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ทั้ง 2 กลุ่มทำการทดลองเดียวกัน แต่กลุ่มทดลองทำการทดลองซ้ำอีกในช่วงเวลาว่าง เมื่อสิ้นภาคเรียนทำการสอบปฏิบัติการทดลอง นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Covarience) ผลการวิจัยพบว่า ทักษะในการปฏิบัติการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่าการทำปฏิบัติการทดลองบ่อยครั้ง มีผลทำให้มีทักษะปฏิบัติการทดลองดีขึ้น

โรเบิร์ต เจมส์ เฮิร์ล (Hearle 1974 : 7067 - A) ได้ทำการวิจัยเพื่อตรวจสอบทักษะในการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยมีจัดถุประสงค์เพื่อ

1. ตรวจสอบทักษะในการปฏิบัติการทดลองที่ต้องการให้เกิดขึ้นในการทดลองเคมีของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา
2. เพื่อสร้างเครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติการทดลอง
3. เพื่อศึกษาว่าหลักสูตรวิชาเคมีและเพศของนักเรียนมีผลต่อทักษะปฏิบัติการทดลองหรือไม่
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาวิชากับทักษะปฏิบัติการทดลอง

ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนจากโรงเรียนใกล้เขตมหาวิทยาลัยแห่งรัฐแมรีแลนด์ แบ่งตัวอย่างประชากร เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่เรียนหลักสูตรไอเอซี (Interdisciplinary Approach to Chemistry) กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนหลักสูตรดังกล่าว ก่อนทำการสอน 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนเรียน และเมื่อจบบทเรียนแล้วได้ทำการทดสอบหลังเรียน เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะการทดลอง มีความตรงตามเนื้อหาและมีความเที่ยงสูง ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนหลักสูตร ไอเอซี มีทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ไม่เรียนหลักสูตรดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ
2. นักเรียนที่เรียนหลักสูตร ไอเอซี มีทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่าทักษะการคิด
3. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถทางทักษะปฏิบัติการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
4. ความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหากับความสามารถทางทักษะปฏิบัติการทดลองและทักษะการคิด มีความสัมพันธ์กัน แต่มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ

วอร์เรน เฟรดดริก บีสลีย์ (Beasly 1979 : 5428 A) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะปฏิบัติการเคมี โดยใช้วิธีปฏิบัติจริงและวิธีการคิดต่อการทำปฏิบัติการทดลองเคมีของนักศึกษาที่เรียนวิชาเคมีพื้นฐาน เพื่อศึกษา

1. ผลของการฝึกทักษะด้วยการปฏิบัติการทดลองอย่างเดียว
2. ผลของการฝึกทักษะด้วยการคิดอย่างเดียว
3. ผลของการฝึกทักษะด้วยการทดลองและการคิดร่วมกัน

ผู้วิจัยแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย เพื่อศึกษาผลของการฝึกทักษะทั้ง 3 แบบ เกณฑ์ในการประเมินมี 2 เกณฑ์ คือ ความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) และความคงที่แน่นอน (Precision) โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาขณะทำการทดลองเป็นเวลา 3 สัปดาห์ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะปฏิบัติการทดลองของนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะแบบต่าง ๆ ทั้ง 3 กลุ่มย่อย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2. นักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะปฏิบัติการทดลอง แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ

รอดเนย์ แอล โดแรน และแบรี ซี ไดทริค (Doran and Dietrich 1980 : 495 - 502) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางทักษะปฏิบัติการของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์กับพวกที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา จากนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาในนิวยอร์ค จำนวน 199 คน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ 147 คน ซึ่งแบ่งเป็น 4 กลุ่มย่อยคือ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ 52 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถทางทักษะปฏิบัติการของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ และไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียน ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก มีความสามารถทางทักษะปฏิบัติการแตกต่างกัน

เวด พาร์คัช โกเอล (Goel 1981 : 646 - A) ได้ศึกษาผลของการทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองต่อการมีทักษะปฏิบัติการ และต่อทักษะการคิดของนักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อศึกษา

1. ความแตกต่างของทักษะปฏิบัติการทดลอง ของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กับนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. ความแตกต่างของระดับการมีทักษะปฏิบัติการทดลองระหว่างนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กับนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. ความแตกต่างของทักษะการคิดของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กับนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในกรุงนิวเดลฮี จำนวน 28 โรงเรียน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 14 โรงเรียน กลุ่มทดลอง 14 โรงเรียน โดยทั้งกลุ่ม

ควบคุมและกลุ่มทดลองทำการทดลองเดียวกัน หลังจากนั้นประเมินผลทักษะปฏิบัติการทดลองและทักษะการคิด นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์หาความแปรปรวน ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ระดับของการมีทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ทักษะการคิดของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากงานวิจัยของต่างประเทศที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติการทดลองกับจำนวนครั้งของการปฏิบัติการ การตรวจสอบทักษะปฏิบัติการ ผลของการฝึกทักษะปฏิบัติการโดยใช้วิธีปฏิบัติจริงและวิธีการคิดความสามารถทางทักษะปฏิบัติการของนักเรียนที่เรียนและไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ ผลของการทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองต่อการมีทักษะปฏิบัติการ ซึ่งพบว่าการฝึกทักษะปฏิบัติการบ่อยครั้ง การฝึกทักษะปฏิบัติการด้วยวิธีปฏิบัติจริง การที่นักเรียนได้ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการทดลอง ช่วยให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทดลองดีขึ้น และการตรวจสอบทักษะปฏิบัติการทดลองเคมีพบว่า เพศของนักเรียนไม่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการทดลอง และผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาวิชาเคมีกับทักษะปฏิบัติการทดลองเคมีมีความสัมพันธ์กัน แต่มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยในประเทศ

อุบลพงษ์ วัฒนเสรี (2518 : ข - ค) ได้ศึกษาทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 180 คน อายุระหว่าง 11 - 15 ปี ระดับชั้นละ 2 ห้องเรียนแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการสอนด้วยวิธีให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองทุกห้องเรียน เฉพาะ

กลุ่มทดลองผู้วิจัยได้แนะนำและสาธิตวิธีใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง 5 ชนิดทุกครั้ง ก่อนเริ่มทำการปฏิบัติการทดลองตามบทเรียน ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากทักษะการใช้กรวยกรอง

2. เมื่อนำมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ จำแนกตามชนิดของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบกัน 3 ระดับชั้น พบว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2523 : 1 - 9) ได้สร้างเครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติของนักเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์กายภาพในชั้น ม.4 มาแล้ว 6 เล่มคือ แสงอาทิตย์ แสงสี สีสรรพ์ กินดีอยู่ดี โลกของผสมและไฟฟ้า และเครื่องอำนวยความสะดวกจำนวน 6 โรงเรียนทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ตามสัดส่วน 2 : 4 ได้นักเรียน 120 คน ข้อสอบวัดทักษะในการปฏิบัติที่สร้างขึ้นใช้ในการวิจัยนี้เป็นข้อสอบที่วัดทักษะที่สำคัญ ซึ่งนักเรียนได้รับการฝึกมาแล้วจากห้องเรียน เพียงแต่เป็นการเสริมสร้างสถานการณ์ทดลอง ที่แตกต่างกับที่เคยปฏิบัติมาแล้วในแบบเรียน ลักษณะข้อสอบมีการทดลอง 5 การทดลองใช้เวลา 1 ชั่วโมง การเก็บข้อมูลจะใช้แบบทดสอบในการปฏิบัติให้นักเรียนทำโรงเรียนละ 2 ครั้ง ในเวลาต่างกันประมาณ 2 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ข้อสอบวัดทักษะในการปฏิบัติที่สร้างขึ้นมีความเชื่อมั่น .3469

ประศาสน์ ชุ่มนาเสียว (2523 : 51) ได้ศึกษาการสร้างเครื่องมือสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในด้านทักษะการทดลองและการนำวิธีการทาง

วิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 104 คน ทำการสังเกตพฤติกรรมในด้านทักษะการทดลอง และการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า

1. เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่น .945
2. การหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะในการทดลองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .51 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มาโนช วาทะพุกกณะ (2523 : 72) ได้ทำการศึกษาสัมฤทธิ์ผลด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) โรงเรียนบุญวัฒนา จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ตัวอย่างประชากรจำนวน 268 คน การดำเนินการวิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติ ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยของคะแนนสัมฤทธิผลด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 44.283
2. พฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติที่ผลการประเมินผลแตกต่างจากเกณฑ์ที่คาดหวังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่
   2.1 พฤติกรรมทักษะภาคปฏิบัติที่มีผลการประเมินต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวัง ได้แก่ การใช้หลอดฉีดยา การใช้หลอดหยด การเตรียมสารละลายกรด การใช้กระดาษทดสอบกรดและเบส การเก็บรักษาแม่เหล็ก การปฏิบัติขณะต้มสาร การรินสาร การจับเวลา การทำเครื่องหมาย การใช้หลอดไฟพร้อมขั้ว
   2.2 พฤติกรรมทักษะภาคปฏิบัติที่ผลการประเมินสูงกว่าเกณฑ์ที่คาดไว้ได้แก่ การใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ การใช้ช้อนตักสาร การใช้ไม้หนีบ การใช้แว่นขยาย การวัดความยาว การเขย่าหลอดทดลอง การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า การทำความสะอาดและเก็บรักษาเครื่องมือ

3. พฤติกรรมทักษะภาคปฏิบัติที่ผลการประเมินไม่แตกต่างจากเกณฑ์ที่คาดหวังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่การปฏิบัติเมื่อกรดหก การปฏิบัติก่อนต้มสาร การใช้เทอร์โมมิเตอร์ การคนสาร การใช้ตาชั่ง

4. ค่าเฉลี่ยของคะแนนสัมฤทธิผลด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพศชายและเพศหญิง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนเพศชายและเพศหญิง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุษณีย์ วิเศษพานิช (2525 : ง - จ) ได้ศึกษาผลของจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ใช้ตัวอย่างประชากรระดับละ 72 คน แบ่งกลุ่มทำการทดลองเป็น 2, 4, 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ ตารางแบบประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์, แล้วนำผลมาวิเคราะห์และทดสอบความมีนัยสำคัญด้วยค่าที (t - test) ผลการวิจัยพบว่า

1. ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน แตกต่างจากนักเรียนกลุ่ม 4 คนและกลุ่ม 2 คนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นนักเรียนกลุ่ม 2 คนกับกลุ่ม 4 คนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน แตกต่างจากกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นนักเรียนกลุ่ม 4 คน และนักเรียนกลุ่ม 6 คน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ฉลองพร แก้ววชิราภรณ์ (2526 : ง) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในปีการศึกษา 2525 จำนวน 115 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบวัดทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และแบบวัดทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทัศนคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถทางทักษะปฏิบัติในการทดลองอยู่ในระดับดีมาก
3. ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศรีสุวรรณา เดชอุดม (2528 : 60) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัชรวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร โดยใช้ตัวอย่างประชากรจำนวน 262 คน ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นครูวิทยาศาสตร์ได้ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ ขณะนักเรียนปฏิบัติการทดลองรวม 7 ทักษะแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ถูกต้องจำนวนร้อยละ 47.448 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ถูกต้องในแต่ละห้องเรียนดังนี้ ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ร้อยละ 46.426 มัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ร้อยละ 44.285 มัธยมศึกษาปีที่ 1/3 ร้อยละ 41.428 มัธยมศึกษาปีที่ 1/4 ร้อยละ 55.0 มัธยมศึกษาปีที่ 1/5 ร้อยละ 42.142 มัธยมศึกษาปีที่ 1/6 ร้อยละ 50.714 มัธยมศึกษาปีที่ 1/7 ร้อยละ 52.142
2. นักเรียนมีทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวังได้แก่ ทักษะการใช้ตาชั่ง ทักษะการใช้ตะเกียง ทักษะการใช้ช้อนตักสาร ทักษะการใช้หลอดฉีดยา ทักษะการใช้หลอดหยด และทักษะการคนสาร ส่วนทักษะการจับเวลานั้นนักเรียนมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าที่คาดหวัง คืออยู่ในระดับเกณฑ์พอใช้
3. การสอนแบบสาธิตทักษะการใช้อุปกรณ์ก่อนการทดลองทุกครั้งกับการสอนแบบทดลอง จะทำให้ผลของคะแนนทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยในประเทศไทยที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นต่างกัน โดย

กลุ่มหนึ่งได้รับการแนะนำก่อนใช้อุปกรณ์ อีกกลุ่มหนึ่งไม่ได้รับการแนะนำ การศึกษาจำนวนนักเรียนในกลุ่มที่มีผลต่อทักษะการใช้อุปกรณ์ การศึกษาทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติการ ซึ่งพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการแนะนำการใช้อุปกรณ์จะมีทักษะในการใช้อุปกรณ์ดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการแนะนำ ทักษะการใช้อุปกรณ์ของกลุ่มที่มีจำนวนคนต่างกันจะมีทักษะแตกต่างกัน และทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติการไม่มีความสัมพันธ์กัน นอกจากนี้เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติการ และทักษะปฏิบัติการของนักเรียนเฉพาะโรงเรียน

นอกจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แล้ว ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งนับว่ามีประโยชน์ต่องานวิจัย พอรวบรวมได้ดังนี้คือ

ประดิษฐ์ วิไนทัย (2518 : 40 - 52) ได้ศึกษาปัญหาของครูผู้สอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงปีการศึกษา 2517 ตัวอย่างประชากรเป็นอาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงจำนวน 114 คน จากสถาบันฝึกหัดครู 25 แห่ง ผลปรากฏว่า ครูผู้สอนปฏิบัติการเคมีเป็นชายร้อยละ 46.34 เป็นหญิงร้อยละ 53.66 มีวุฒิปริญญาตรีเป็นอย่างต่ำ ทุกคนเรียนวิชาเคมีเป็นวิชาเอก และครูร้อยละ 73.17 ทำการสอนปฏิบัติการเคมีเพราะสมัครสอนด้วยใจรัก ครูผู้สอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีปัญหาและอุปสรรคในการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

1. จำนวนผู้เรียนในชั้นมากเกินไป
2. หนังสือประกอบการเรียนด้านปฏิบัติการมีน้อยเกินไป
3. ผู้เรียนไม่มีทักษะในการใช้อุปกรณ์เท่าที่ควร
4. ห้องปฏิบัติการใช้เป็นห้องเรียนด้วยจึงไม่สะดวกในการเตรียมปฏิบัติการ
5. อุปกรณ์อำนวยความสะดวกไม่เพียงพอ
6. ห้องปฏิบัติการไม่เพียงพอกับผู้เรียน

ปัญญา อุทัยพัฒน์ (2524 : 39 - 40) ได้ศึกษาปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากร

คือ ครูชีววิทยาที่สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 279 คน จากโรงเรียนรัฐบาล และโรงเรียนราษฎร์ในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 100 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครูมีปัญหาหลายด้านได้แก่ ด้านการเตรียมการสอน ครูไม่สามารถนำเอาเนื้อหาวิชาชีววิทยามาผสมผสานกับการสอนปฏิบัติการได้ เครื่องมือวิทยาศาสตร์มีคุณภาพไม่ดี และมีปริมาณไม่เพียงพอ ทักษะในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ยังไม่ดีพอ ด้านการทำกิจกรรมการทดลองมีการตักเตือนนักเรียนให้มีความระมัดระวังขณะทดลอง การแนะนำอันตรายจากสารเคมี การแนะนำการใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างถูกต้องและปลอดภัย การปฐมพยาบาลมีการแนะนำน้อย และยังพบอีกว่าทั้งครูชายและครูหญิงในโรงเรียนรัฐบาลมีปัญหาในการสอนปฏิบัติการไม่แตกต่างกัน

อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ (2524 : 35 - 39) ได้ศึกษาปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตัวอย่างประชากรคือ ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 311 คน จากโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครูมีปัญหาหลายด้านได้แก่ ครูไม่สามารถที่จะนำเอาเนื้อหาวิชามาผสมผสานกับการสอนภาคปฏิบัติได้ เครื่องมือวิทยาศาสตร์มีคุณภาพไม่ดีและมีปริมาณไม่เพียงพอ ด้านทักษะและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ ด้านความปลอดภัยในการทำกิจกรรมมีปัญหาเกี่ยวกับ การแนะนำอันตรายจากสารเคมีและการใช้สารเคมี การเตือนให้นักเรียนระวังขณะทำการทดลอง ด้านความสนใจและตั้งใจเรียนของนักเรียน นักเรียนชอบให้ครูสรุปผลการทดลองให้ และปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของครูชาย ครูหญิง ทั้งโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์มีปัญหาไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งต่างประเทศและในประเทศพบว่า อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการนั้น ส่วนหนึ่งมาจากการที่นักเรียนขาดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ซึ่งการให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยแก่นักเรียนจะทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมการปฏิบัติตนอย่างปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลอง ส่วนด้านทักษะปฏิบัติการนั้นพบว่า นักเรียนมีทักษะในการปฏิบัติการยังไม่ดีพอ ผู้วิจัยจึงคิดที่จะศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการเคมีและความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี ซึ่งผลการวิจัยอาจนำไปใช้เป็นประโยชน์หรือเป็นแนวทางให้กับครูหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้หาทางส่งเสริมให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีต่อไป